####### ########### ########

####### ########### ########
########: 51480
2018#03#13 01:04:26 ## ######.
######### © 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2012, 2013 ### ####### ############# #######

########

####### ## ### ####### ############ ########. #### ###### ## # *work in progress* ### ## ### #### ## #### ###########. #### ######## ## ### ### ##### ### #### ## ##### #### ## ##### #### ## ## #####–##. ## ### ### ########## ## ####### #### #### #######, #### ##### ## ### ####### ############ ####### ####### ####.

######. ## ### #### ## ########## ## # ####### ## ####### ### ########### ####### #### ### ####### ### ###### ## ### ## ### ######## ###### #####.

####### ## # ########## ######### ## ### ####### ##########.

#########.

#####, ########, ########, ####, ######, ####, ###, #########, ### ##, #########, ### ######## ### ########## ## ##### ###., ########## ## ### #.#. ### ##### #########.

#########, ############, ######, #######, #######, ####### ##### ### ####### ## ### ###### #####–##### ########## ## ########## ## ######### ########## ## ### ###### ###### ###/## ##### ####–#####.

##########. ##### ##### ########### ###### ## #### ########, ### ### ####### ####### ### ##### ## ### ######### #####, ### ############ #### #### ######## ## ### ### ## ### ### ######.

#########

############## ### ### ## ###### (### #######) ### ########## ##### (###, ####, ###, ##########, ### ### ## #####) #### ## ####### ############, ### ######### ######## #### ### ######### ########## ### ###:

1. ############### ## ###### #### (### #######) #### ###### ### ##### ######### ######, #### #### ## ########## ### ### ######### ########## ## ### ##### ##### ## #### #### ##########.

2. ############### ## ######## #### (########## ## ##### ####, ######### ## ###, ##########, ### ### ##### #######) #### ######### ### ##### ######### ######, #### #### ## ########## ### ### ######### ########## ## ### ############ ###/## ##### ######### ######## #### ### #######–#####.

#########

##########, #########, ### ### ####### ##, ### ##–##### ########## ## ############### ### ####### ### # ########## ####### ### ##########. ## ## ##### ##### ### ####### ############ ####### ## ###### ### ### ######, ########, ##########, #######, #########, ## ############ ####### (#########, ### ### ####### ##, ########## ## ########## ##### ## ########; #### ## ###, ####, ## #######; ## ######## ############) ####### ###### ### ## ### ###### ## #########, ####### ## ########, ###### #########, ## #### (##–

####### ########## ## #########) ####### ## ### ### ### ## ### ### ## #### ###–
##########, #### ## ####### ## ### ########### ## #### ######.

########

#. ###### 1
1. ############# ### ###### ############## 5
1.1. ######## 5
1.2. ######## 5
1.3. ### #### 6
1.4. ### ###### #### ###### (boot0) 6
1.5. boot1 ##### 12
1.6. ### ### ###### 16
1.7. ####2 ##### 23
1.8. ###### ##### 23
1.9. ###### ############## 24
2. ####### ##### 31
2.1. ####### 31
2.2. ###### ######### ##### 32
2.3. ########## ######### ######### 32
3. ###### ####### 35
3.1. ########## 35
3.2. #### ######### 35
3.3. ##### #### 35
4. ### #### ######### 39
4.1. ############ 39
4.2. ############ 43
5. ### ####### ######### 49
5.1. ########## 49
5.2. ####### ######### 49
5.3. ##### ####### 49
6. ### ########## ### ######### 53
6.1. ### ############# ######### 53
6.2. ######## 53
6.3. ############ 54
6.4. ###### ########## 54
6.5. ### ######### ###### ############ 54
6.6. ### ###### ############ 58
6.7. ### ###### ##### ##### ######### 60
6.8. ######## ############ 175
6.9. ########## 176
7. ####### ###### ###### 177
7.1. ########## ## ######## #######vm_page_t 177
7.2. ### ####### ###### ######vm_object_t 177
7.3. ########## #/##struct buf 178
7.4. ####### #### #######vm_map_t, vm_entry_t 178
7.5. ### ###### ####### 178
7.6. ###### ### ####### ## ###### 179
8. ##### ###### ######## 181
8.1. ############ 181
8.2. ##### ##### ### ####### ############ 181
8.3. ####### ############ ### ###### 182
8.4. ######## ####### ########## 185
8.5. ############## ##### 188
8.6. ############# ###### 190
##. ###### ####### 193
9. ####### ####### ###### ####### 197
9.1. ############ 197
9.2. ####### ###### ###### ######## # ### 197
9.3. ######### ####### 198
9.4. ##### ####### (### ####) 201

9.5. ####### ####### 201
10. ### ###### ####### 203
10.1. ######## 203
10.2. ##### ########### 203
10.3. device_t ####### 204
10.4. ############# #### ### ### ##### ## ########### ### ####### ###### ########–
########## 205
10.5. ######### 207
10.6. ### ###### ####### 209
10.7. ### 215
10.8. ###_###_##### 217
10.9. ###_###_###### 222
10.10. ###_###_###### 225
10.11. ###_###_######## 225
10.12. ###_#### 225
11. ### ####### 227
11.1. ##### ### ###### 227
11.2. ### ######### 230
12. ###### ###### ###### #### ########### 233
12.1. ######## 233
12.2. ####### ############ 233
12.3. ####### 249
12.4. ############ ###### 249
12.5. ########## 250
12.6. ###### ####### 255
12.7. ####### ######## 256
13. ### ####### 259
13.1. ############ 259
13.2. #### ########### 260
13.3. ### ###### ########### 262
13.4. ###### ##### ### ###### 263
13.5. ### ####### ######## ########### 264
14. ###### 267
14.1. ###### ####### 267
14.2. ######## ## ###### 267
14.3. ###### ### 270
15. ##### ######### 271
15.1. ############ 271
15.2. ##### 271
15.3. #######, #########, ###. 271
15.4. ########## 272
16. ## #### 277
16.1. ###### # ###### 277
###. ########## 281
############ 285
..... 287

#######

1.1. sys/boot/i386/boot0/Makefile 7
1.2. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 8
1.3. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 8
1.4. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 9
1.5. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 9
1.6. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 10
1.7. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 10
1.8. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 10
1.9. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 11
1.10. sys/boot/i386/boot0/boot0.S 11
1.11. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 12
1.12. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 13
1.13. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 13
1.14. sys/boot/i386/boot2/Makefile 13
1.15. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 14
1.16. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 14
1.17. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 14
1.18. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 15
1.19. sys/boot/i386/boot2/boot1.S 16
1.20. sys/boot/i386/boot2/Makefile 16
1.21. sys/boot/i386/boot2/Makefile 16
1.22. sys/boot/i386/boot2/Makefile 17
1.23. sys/boot/i386/boot2/Makefile 17
1.24. sys/boot/i386/boot2/boot2.h 17
1.25. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 19
1.26. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 19
1.27. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 19
1.28. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 20
1.29. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 20
1.30. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 21
1.31. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 21
1.32. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S 22
14.1. *driver_t* ############## 270
14.2. ###### ###### *device_state_t* 270

######

2.1. ##### #### 31
2.2. ###### ######### #### #### 32

########

5.1. ####### ## # SYSINIT() 50
5.2. ####### ## ######### SYSINIT() ##### 50
5.3. ####### ## # SYSUNINIT() 50
9.1. ####### ## # ###### #### ############# ###### ### ####### 10.# # 12.# 198
14.1. ###### ####### 269

#.

########

1. ############# ### ###### ############## 5
    1.1. ######## 5
    1.2. ######## 5
    1.3. ### #### 6
    1.4. ### ###### #### ###### (boot0) 6
    1.5. boot1 ##### 12
    1.6. ### ### ###### 16
    1.7. ####2 ##### 23
    1.8. ###### ##### 23
    1.9. ###### ############## 24
2. ####### ##### 31
    2.1. ####### 31
    2.2. ###### ######### ##### 32
    2.3. ########## ######### ######### 32
3. ###### ####### 35
    3.1. ########### 35
    3.2. #### ######### 35
    3.3. ##### #### 35
4. ### #### ######### 39
    4.1. ############ 39
    4.2. ############ 43
5. ### ####### ######### 49
    5.1. ########### 49
    5.2. ####### ######### 49
    5.3. ##### ####### 49
6. ### ########## ### ######### 53
    6.1. ### ############# ######### 53
    6.2. ######## 53
    6.3. ############ 54
    6.4. ###### ########## 54
    6.5. ### ######### ###### ############ 54
    6.6. ### ###### ############ 58
    6.7. ### ###### ##### ##### ######### 60
    6.8. ######## ############ 175
    6.9. ########## 176
7. ####### ###### ###### 177
    7.1. ########## ## ######## #######vm_page_t 177
    7.2. ### ####### ###### ######vm_object_t 177
    7.3. ########## #/##struct buf 178
    7.4. ####### #### #######vm_map_t, vm_entry_t 178
    7.5. ### ###### ####### 178
    7.6. ###### ### ####### ## ###### 179
8. ##### ###### ######## 181
    8.1. ############ 181
    8.2. ##### ##### ### ####### ############ 181
    8.3. ####### ############ ### ###### 182
    8.4. ######## ####### ########## 185
    8.5. ############## ##### 188
    8.6. ############# ###### 190

1. ############## ### ######

Contributed by Sergey Lyubka.
Updated and enhanced by Sergio Andrés Gómez del Real.

1.1.

#########, ######## #### ### #### (########) ####, ## ### ##### #### ####### ########. ##### ### ####### ##### ## ###### ####### ### #### ############ #########, ### ###32 ############ ## #### ## ## #######.

#######. ##### ####### ## ###### #### ### ####, # ######–###### ###### ## ######### ############## #### ## #### ###### ### ###### ### ## ###### ### ########. #### ##### #### ## #### ## # ###### ### ######## ######, ######## ### #### # ##### #### ## ############## ##############.

1.2.

########. ### #### #### #### ## ####### ### ##### ######## ############, ### ##### ### #### ## ######## ##### ## ####### ## ### #### ############. ### #######, # ######### ####### ## /usr/src/sys/boot ####### # ##### ###### ## ###################### ####. ##### ## # ######### ### #### ## ### ####### ######### ##############. ## ### #86######### i386 #####–####, ##### ### ############### ### ######### #### ######### #### mbr (###### #### ######), gpt (#### ######### #####), ### efi (########## ######## #########). #### #### ######## ### ### ### ########### ### #### ##########. ### ######## #### ######## ##### ######## ## #86 ######## #### ## ### #### ##### #### ### ####### boot0 ########## ###### ###### ## ### #### ##### ######. #### #### #### ###### ### ####### ########## #### #######.

##########. ###### ###### ### boot1, boot2, ### loader (### ####(8) ### #### ######). ### #### ###### ######## #### ##### ## ########. ### #### #####, loader, ## ########## ### ####### ### ####### ######. #### ##### ## ######## ## ### ######### ########.

######. ###### ###### ### ###### #### ####### ## #######:

####### #########	###### (### ####)
boot0	F1 FreeBSD F2 BSD F5 Disk 2
boot2 [#]	>>FreeBSD/i386 BOOT Default: 1:ad(1,a)/boot/loader boot:
loader	BTX loader 1.00 BTX version is 1.02 Consoles: internal video/keyboard BIOS drive C: is disk0 BIOS 639kB/2096064kB available memory FreeBSD/x86 bootstrap loader, Revision 1.1 Console internal video/keyboard (root@snap.freebsd.org, Thu Jan 16 22:18:05 UTC 2014) Loading /boot/defaults/loader.conf

	/boot/kernel/kernel text=0xed9008 data=0x117d28+0x176650 - syms=[0x8+0x137988+0x8+0x1515f8]
######	Copyright (c) 1992-2013 The FreeBSD Project. Copyright (c) 1979, 1980, 1983, 1986, 1988, 1989, 1991, 1992, - 1993, 1994 The Regents of the University of California. All rights - reserved. FreeBSD is a registered trademark of The FreeBSD Foundation. FreeBSD 10.0-RELEASE #0 r260789: Thu Jan 16 22:34:59 - UTC 2014 root@snap.freebsd.org:/usr/obj/usr/src/sys/GENERIC amd64 FreeBSD clang version 3.3 (tags/RELEASE_33/final 183502) - 20130610

[#]#### ###### #### ###### ## ### #### ####### # ### #### ##### ######### ## ## ## #### ## ### boot0 #####.

1.3. ###

##, ### ########## ######### ### ### ## #### ########## ######. ### ## ### ######### ## ### *instruction pointer* ########, ### ### ##### ##### # ##### ## ## #### #######: ## ## # 32# ### ##### ## 0xffffff0. ### ########## ####### ######## (#### ##### ## ### ####### #######) ###### ## #### ## ## ######## ## ### #########. ####### ######### ######## ## ### cr0 32#### ####### ########, ### ### ##### #### ##### # ###### ## 0. ### ## cr0## ####, ### ## (########## #######) ###, ######### ####### ### ######### ## ####### ## 32#### ######### #### ## 16#### #### ####. ##### #### ### ## ####### ## #### ####, ### ######### ##### ## 16#### #### ####. #### #### #####, ##### ##### ######, #### ###### ### ######## ######### ### #########. ### ###### ### ### ######### ### ## ##### ########## ## 32# ### ######### #### ## ######### ##############. ## ##########, ### #### ####### ###### ## ### ######## ######## ## ### ####, ### ### #### ###### ##### ## ######, 16#### ####.

0xffffff0 ## ######## #### #### 4 ##, ## ###### ### ####### ### 4 ## ## ######## ######, ## ###### ##### ## # ##### ###### #######. ### ########## ######## ########## #### ####### ## #### ## ###### ## # #### ###### #####.

(##### ##### ###### ######) ## # #### ## ### ########## #### ### # ########## ##### ###### ## ######### ###### (###). #### ###### ######## ####### ######### ######## #### ### ######## ## ### ######## ######## #### ### ##########. ### ######### #### ##### #### ## ### ####### 0########0, ##### ###### ####### ## ### ###### ######. ####### #### ####### ######## # #### ########## ## ### ###### #### ########.

(##### ## #### ####) ## # ### ## ######## ######### ### ###### #####, ###### ### #####, ### ##### ######### ############## ## ### ### ### ### ## ### ######## ########. ### ######### #### ## #### ##### ## ########## ### #### ######. ###### #### ############### ###### ### ######### ## # #### ######, ######## ####### #### # ######, ######, #### ####, ## ##### #######.

INT 0x19 ##########. ### INT 0x19 ####### ##### 512 ##### #### ### ##### ###### ## #### ###### #### ### ###### ## ####### 0x7c00. ### #### *first sector* ########## #### #### ##### ############, ##### ### ######## ##### ## ####### #### # ###### ## ########## ######. ###### ### ########, ### ##### ##### ## ####### #### # ###### (####### 64) ## #######. ##### ####### ##### ## 0, ### ###### ####### ##### #### 1. ##### 0 ## ### ######### ## ### ######## #####, ### ###### 1, ### ##### ######, ### # ####### ########. ## ## #### ###### ### ###, ## ###### #### ######. ### ######### ####### ## ### ##### ##### ### ##### ####.

#####. ## ## #### ###, #### ###### ######## # #### ## ### boot0 #######. # #### ## #### ## ### #### ## ####### 0x7c00 ## ## ###### #########.

1.4. ### ###### #### ###### (**boot0**)

0x7c00, boot0 ###### #########. ## ## ### ##### ##### ## #### ##### ####### ########. ### #### ## boot0 ## ##### ######: #### ### ######### ##### ### ### ### #### ###### ##### ######### ## #### ####. ### ######### ##### ## # #######, ######## #### ######### ######## ## ### ### (##### ######## ## boot0) ########## ### #### ######## ## ############ [1]. boot0 ####### ## ### ########## ## /boot/boot0. ## ## # ##### 512##### ####, ### ## ## ####### #### ######### ############ ######### ##### ## ### #### ###### ### ## ### ##### ### ############# ###### ## ############ ####. ######, boot0 *is* ### ###.

##########, ### INT 0x19 ########### ###### ### INT 0x19 ####### ## #### ## ### (boot0) #### ###### ## ######## 0x7c00. ### ###### #### ### boot0 ### ## ##### ## sys/boot/i386/boot0/boot0.S # ##### ## ## ####### ##### ## #### ####### ## ###### #######.

0x1be ## ### ### ## ###### ### *partition table*. ## ### #### ####### ## 16 ##### ####, ###### *partition records*, ##### ######### ### ### #### #### ## ###########, ##, ## ####–##### ###########, ######. ### #### ## ##### 16 #### ######## # ######### (#####) ## ######## ## ###. ######## ### ###### #### #### #### #### ###, ######### boot0## #### #### ###### ## #######.

######:

- ### 1##### ########## ####
- ### 1##### ######## ####
- ### 6 #### ########## ## ### ######
- ### 8 #### ########## ## ### ######

#####. #### ###########, ### ### ###, ######## ### #### ###########, ### ## ######### ####: ### (######## ##### ##########) ### ### ######## ###### ### ### ######### ### ### ########### ######, ##### ### (######## #### ######) ### ########### ### ### ##### ### #### ######## ## ### #########. ### ######### ##### #### #### ### ######## ######### 0xaa55.

512 #####, # ###### #### ######. #### ######## #### ######### ######## #### ###–### ######### ## ### #### ######## ## ######## ############ ### ######## ######## ###### #### ######### ########## ## #### ### #### ### ## ### ###### ######## ############. #### #### #### ## ##### #### ###–##### ### ######### #####, ##### ## ######## ## ### ### ######. ### ##### ########, ## #### ######## #### ######### boot0.S.

boot0.S ###### #### ## ######### ### ###: ############ ### ########## ### ## ### ## ######, #### ## ########## ########### (## ### #### ######, ### ########). #### #### ## ######### ######## ## ######## ## #### #### ######## ######## ######## ##### ###### ## ### ######. ### ########, ### #### ######## ## ### ######## ## ### ## ## ######## ## ######## 0x600. ## ######### #### ##### #### boot0 #### ## ###### ## ###### ######## 0x600 ## ##### ## ######### ########.

Makefile ### boot0 (sys/boot/i386/boot0/Makefile), ## ## ######## #### ## ### ######## ######## ## boot0. ### #########, ## # ######### ######### ## ### ###### #### (###1) ## #### ### #/#, ### ##### SIO #### ## ######## (-DSIO). -DPXE ######## #### ######## ### ## ######## #6. ############, ### ######## ######## # ### ## *flags* #### ##### ######## ############ ## ### #########. ### ## #### ## ########### ## ### Makefile. ### ########, #### ## ### ###### ########## ##### ######## ### ###### ## ##### ### #### ######## ## ######## 0x600, ### ## ##### ### ###### #### ### ### (##### ### ### #### ##########):

```
BOOT_BOOT0_ORG?=0x600
LDFLAGS=-e start -Ttext ${BOOT_BOOT0_ORG} \
-Wl,-N,-S,--oformat,binary
```

1.1. sys/boot/i386/boot0/Makefile

[1] ####://##.#########.###/####/######_####_######

###, ## boot0, ######## ##### ######### ######.

######–#### ### #######, #### ###### ### ########, ### #### ##### ##### ### ####### #### ### ###### ## ### #### ## #####. #### ####### ## ### ## ### #### ######## #####.

```
start:
    cld   # String ops inc
    xorw %ax,%ax  # Zero
    movw %ax,%es  # Address
    movw %ax,%ds  #  data
    movw %ax,%ss  # Set up
    movw 0x7c00,%sp  #  stack
```

1.2. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

#######. ## ## ##### ### #### ######### #######. #####, ## ##### #### #### ### ###### ########## ############# ### ####### ######## (### cld ###########) [2]. ####, ## ## ##### ## ########## ##### ### ##### ## ### ####### #########, ## ########### ####. #######, ## #### ### ##### ####### ######## (%sp) ## ####### 0x7c00, ## ## #### # ####### #####.

####.

```
    movw $0x7c00,%si # Source
    movw $0x600,%di  # Destination
    movw $512,%cx  # Word count
    rep   # Relocate
    movsb   #  code
    movw %di,%bp  # Address variables
    movb $16,%cl  # Words to clear
    rep   # Zero
    stosb   #  them
    incb -0xe(%di)  # Set the S field to 1
    jmp main-0x7c00+0x600 # Jump to relocated code
```

1.3. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

####### boot0 ## ###### ## ### #### ## ####### 0x7C00, ## ###### ###### ## ####### 0x600 ### #### #####–#### ####### ##### (###### #### ## ### ###### ## ######## ## ######## 0x600). ### ###### #######, 0x7c00, ## ###### ## ######## %si. ### ########### #######, 0x600, ## ######## %di. ### ###### ## ##### ## ####, 512 (### ######### ####), ## ###### ## ######## %cx. ####, ### rep ########### ######## ### ########### #### #######, #### ##, movsb, ### ###### ## ##### ######## ## ### %cx ########. ### movsb ########### ###### ### #### ######## ## ## %si ## ### ######## ######## ## ## %di. #### ## ######## ######## 511 #####. ## #### ##########, #### ### ###### ### ########### #########, %si ### %di, ### ########### ## ###. ####, #### ########## ## ### 512##### ####, %di ### ### ##### 0x600+512= 0x800, ### %si ### ### ##### 0x7c00+512= 0x7e00; ## #### #### ######### ### #### *relocation*.

####, ### ########### ######## %di ## ###### ## %bp. %bp #### ### ##### 0x800. ### ##### 16 ## ###### ## %cl ## ########### ### # ### ###### ######### (#### ### ######## movsb). ###, stosb ## ######## 16 #####. #### ########### ###### # 0 ##### ## ### ######## ######## ## ## ### ########### ######## (%di, ##### ## 0x800), ### ########## ##. #### ## ######## ######## 15 #####, ## %di #### ## #### ##### 0x810. ###########,

[2] #### ## #####, ## ##### ### ###### ## ### ######## ##### ########, ##### ######## ### ##### ######### ### #### ###########: ####://###.#####.###/########/###/##/##/##########/##.####.

0x800#0x80f. #### ##### ## #### ## # (####) ######### ##### ### ####### ### ### #### ## ####. #######, ### ###### ##### ### ### ### ########## ## #### #### ######### ## ##### ### ##### 1 ### # #### ## #### ## ### #### ######## #### ### ######### ####. #### #### ##### #### #### ## ### ######### ####, ### ######### ## ## ######## ####### ### #######.

####, ## ### ### ###### ## boot0.

```
main:
    testb $SETDRV,-69(%bp) # Set drive number?
    jnz disable_update # Yes
    testb %dl,%dl  # Drive number valid?
    js save_curdrive  # Possibly (0x80 set)
```

1.4. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

SETDRV ### (0x20) ## ### *flags* ########. ###### #### ######## %bp ###### ## ####### ######## 0x800, ## ### #### ## #### ## ### *flags* ######## ## ####### 0x800#69= 0x7bb. #### ## ## ####### ## ### #### ## ############## #### ### ## #### ## boot0. ### SETDRV #### ## ### ### ## #######, ### ## ### ## ### ## ### Makefile. #### ###, ### ##### ###### ###### ## ### ### ## #### ####### ## ### ### ######## ## ### ####. ## ###### ### ########, ### #### ### #### ######## # ##### ##### ######, ## ## #### ## save_curdrive.

####, ### ##### putn ## ##### # ### #### ## ### ######.

```
save_curdrive:
    movb %dl, (%bp)  # Save drive number
    pushw %dx   # Also in the stack
#ifdef TEST /* test code, print internal bios drive */
    rolb $1, %dl
    movw $drive, %si
    call putkey
#endif
    callw putn  # Print a newline
```

1.5. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

TEST ## ### #######, ## ### ########### #### ## ## ## ### ######### ### #### ### ###### ## ### ########## boot0.

#####. ## ###### ## ### ###### ### ###– ###### #### ### #### ## ### #### ####### ## ### ######### #####. ## ######## #### #### #### # #### ## ########## ######### ###### #### #######. ######## ## ########## ######### ##### ### #### (#######®, ## 0#7), ext2fs (#####®, ## 0#83), ###, ## ######, ffs/ufs2 (#######, ## 0##5). ### ############## ## ###### ######.

```
    movw $(partbl+0x4),%bx # Partition table (+4)
    xorw %dx,%dx  # Item number

read_entry:
    movb %ch,-0x4(%bx) # Zero active flag (ch == 0)
    btw %dx,_FLAGS(%bp) # Entry enabled?
    jnc next_entry  # No
    movb (%bx),%al  # Load type
    test %al, %al  # skip empty partition
    jz next_entry
    movw $bootable_ids,%di # Lookup tables
    movb $(TLEN+1),%cl # Number of entries
    repne   # Locate
    scasb   #  type
    addw $(TLEN-1), %di # Adjust
    movb (%di),%cl  # Partition
    addw %cx,%di  #  description
    callw putx  # Display it

next_entry:
    incw %dx   # Next item
    addb $0x10,%bl  # Next entry
    jnc read_entry  # Till done
```

1.6. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

#######, ## ##### ### ########, *no* ###–
boot0. #####, ### ###### #### #### ## ### ### ###
#########. #### ####### #### #### ### ###### ######### ###### ## ### #### ####### ## ##### ### #######
####.

######. ## #######, ### #### ###### ### ###### ## ###### ####### ##
######## ## ######## 0x475. ## ##### ### ### ##### ###### #######, boot0 ###### ### ####### ##### ## ######.
boot0 ## #### ########## ## ####### ##### #####.

```
    popw %ax   # Drive number
    subb $0x79,%al  # Does next
    cmpb 0x475,%al  #  drive exist? (from BIOS?)
    jb print_drive  # Yes
    decw %ax   # Already drive 0?
    jz print_prompt  # Yes
```

1.7. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

#######, ## ### #### ## print_drive ## ### #########. ##
########, ## ## #### ## print_prompt.

######:

```
print_prompt:
    movw $prompt,%si  # Display
    callw putstr  #  prompt
    movb _OPT(%bp),%dl # Display
    decw %si   #  default
    callw putkey  #  key
    jmp start_input  # Skip beep
```

1.8. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

#######, # #### ## ######### ## start_input, ##### ### #### ######## ### #### ## ##### # ##### ### ### #######
########; ## ### ##### #######, ### ####### ###### #### ## ########:

####### 1. ############# ### ###### ##########–
####

```
start_input:
    xorb %ah,%ah  # BIOS: Get
    int $0x1a   #  system time
    movw %dx,%di  # Ticks when
    addw _TICKS(%bp),%di #  timeout
read_key:
    movb $0x1,%ah  # BIOS: Check
    int $0x16   #  for keypress
    jnz got_key  # Have input
    xorb %ah,%ah  # BIOS: int 0x1a, 00
    int $0x1a   #  get system time
    cmpw %di,%dx  # Timeout?
    jb read_key  # No
```

1.9. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

0x1a ### ######## 0 ## ######## %ah. ### #### ### # ########## ### ## ########, ######### ## ############ ## ################## ########## ####### ### int ########### ### ######### ######### ## ######### (## #### ####, %ah). ####, ############, ## ### ########## ### ###### ## ##### ##### ##### #### ########; #### ##### ## ######## ## ### #### ####### ### ### (#### #### #####). #### ##### ### ## ########## ## #### ## ########### ####### #### 2 ## ## 8192 ##. ### #### #### ## ## 18.2 ## ## ########. #### ### ####### ## #########, # 32#### ###### ## ######## ## ### #### ## ######### %cx ### %dx (##### ##### ## %dx). #### ###### (### %dx ####) ## ###### ## ######## %di, ### ### ##### ## ### TICKS ######## ## ##### ## %di. #### ######## ####### ## boot0 ## ###### _TICKS (# ######## #####) #### ######## %bp (#####, ######, ###### ## 0x800). ### ####### ##### ## #### ######## ## 0xb6 (182 ## #######). ###, ### #### ## #### boot0 ########## ######## ### #### #### ### ####, ### #### ### ##### ######## ## ######## %dx ## ####### #### ### ##### ###### ## %di, ### #### ## ## ### ### ####### ######### #### ## ####. ##### ### ### ##### 18.2 ##### ### ######, #### ######### #### ## ### ##### 10 ####### (#### ####### ######## ### ## ####### ## ### Makefile). ##### #### #### ### ######, boot0 ########## #### ### #### ### ### #### #####; #### ## #### ####### int 0x16, ######## 1 ## %ah.

####### # ### ### ####### ## ### #### #######, ########## #### ######### ### #########. ##### ## ### #########, ### ######## %si ## ### ## ##### ## ### ########## ######### ##### ## ### ######### #####. #### ### ######### ######### ### ######## ####### ###. ######, ## ####### ### ### #######. #######, ### ###### #### ## ### ######## ######### ## ###. ## ## ### ####### ## ####### ####, ### ######### ####### ## boot0 #### ##### ######## ###### ## ####### #### ## ### ### ## ####. ## ##### ### ####### ## #### ############## ## ### ######.

boot0 #######:

```
    movw $0x7c00,%bx  # Address for read
    movb $0x2,%ah  # Read sector
    callw intx13  #  from disk
    jc beep   # If error
    cmpw $0xaa55,0x1fe(%bx) # Bootable?
    jne beep   # No
    pushw %si   # Save ptr to selected part.
    callw putn  # Leave some space
    popw %si   # Restore, next stage uses it
    jmp *%bx   # Invoke bootstrap
```

1.10. sys/boot/i386/boot0/boot0.S

%si ###### ## ### ######## ######### #####. #### ##### ##### ## ##### ### ######### ###### ## ####. ## ######, ## ######, #### ### ######### ######## ## ######## # ####### #####.

##, ## #### ##### ### ### ## ### ########### #### ######## #### ####### ###### #### ###########.

0x7c00 (######## %bx), ### # #### ### ### ##### ###### ## ### ####### ##### ## ######### ## ######## intx13. ## ###### #### ########## #### ####, ## # #### ## beep ## ### #########. ## ##########, ### ### ###### #### #### ### #### ### ##### ######## 0xaa55. #######, ### ##### ## %si (### ####### ## ### ######## ######### #####) ## ######### ### ### ## ### #### #####, ### # #### ## ######### ## ####### 0x7c00, ##### ######### ## ### #### ##### (### ######### #####) ## #######.

1.5. **boot1**

########:

- ### #### ### #### ##### ######## ##############, ######### ### ####. ### ### (boot0) ### ###### #### ######## #### ###### ### ## ######## 0x7c00. ######### ####### ### ###### ## #### ########.

- boot0 ######### ###### ## ### ######## ## ### ###### ## ######## (0x600), ######## ## # #### ## ######## ######### ## ### ########### #####. ########, boot0 ###### ### ##### #### ###### #### ### ####### ##### ## ######## 0x7c00. ######### ####### ### ###### ## #### ########.

boot1 ## ### #### #### ## ### ############ ########. ## ## ### ##### ## ##### #### ######. #### #### ## #### #### ####### ########### #### #### #######. ######, ### #### ##### ### ######## ##### ######, ##### boot0 ##### ### ##### ###### ## ### ####### #####. #### ##### ### ## ######## 0x7c00. ## ### ############ ##### ## ##### #### ######## ## ########## ### ##### boot0 ### boot1, ############, ### ## ######## #### ## ### ######## #### ### boot1. ######## ########, ###### boot0, boot1 ## ### #### ## ### #### ###### [3]. #######, # ######, ########## ####, boot (/boot/boot), ## #### ########## ## ######## ## ####. #### #### ## # ########### ## boot1, boot2 ### ### Boot Extender (## ###). #### ###### #### ## ######## ## #### #### # ###### ###### (######## #### 512 #####). ###########, boot1 ######## *exactly* ### ##### 512 ##### ## #### ###### ####, ## #### boot0 ##### ### ##### ###### ## ### ######## ##### (512 #####), ## ## ######## ######## boot1 ### ############ ######## ## ##.

boot1 ## ## #### ### #### #### #####. #### #### ##### ## ######## #### #######. ## ## ######## ## # ###### ###### ### ##### #########, ## ###, ### # ######, ###### boot2. ## ## #### ###, ### #### #### #####, loader, ## #### # ###### ## ### ### ######.

boot1, ######## #### ## ### ### boot0, ## ### ##### #####:

```
start:
 jmp main
```

1.11. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

start ###### ##### #### # ######## #### #### ## ### ##### main, ##### ## #### ##### #### ####:

[3]##### ## # #### /boot/boot1, ### ## ## ### ### ######## ## ### ######### ## ### ######## #####. #######, ## ## ############ #### boot2 ## #### boot, ##### *is* ######## ## ### ######### ## ### ######## ##### ### #### ## #### ####.

```
main:
    cld   # String ops inc
    xor %cx,%cx  # Zero
    mov %cx,%es  # Address
    mov %cx,%ds  #  data
    mov %cx,%ss  # Set up
    mov $start,%sp  #  stack
    mov %sp,%si  # Source
    mov $0x700,%di  # Destination
    incb %ch   # Word count
    rep   # Copy
    movsw   #  code
```

1.12. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

boot0, #### #### ######### boot1, #### #### ## ###### ####### 0x700. #######, ###### boot0, ## #### ### #### #####. boot1 ## ###### ## ####### ## ####### 0x7c00, ########### ##### ## ### ###### ## ### ##### #####. ### ###### ### #### ########## #### ## ######### #######.

#####. ######## boot0 ###### boot1 #### ### ####### #####, ## ########### ### ###### ## ## ##### #### [4], ## boot1 #### ###### ### ######### ##### ## #### ##### ### ####### ##### ######. ######### ## ####### ### ###:

```
    mov $part4,%si  # Partition
    cmpb $0x80,%dl  # Hard drive?
    jb main.4   # No
    movb $0x1,%dh  # Block count
    callw nread  # Read MBR
```

1.13. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

#####, ######## %dl ######### ########### ##### ### #### ######. #### ## ###### ## ## ### #### ### ######### ## ### ###. ####### 0x80 ### ####### ##### ## #### ## ### ####### #### # #### #####, ## # #### ## #### ## nread, ##### ### ### ## ####. ######### ## nread ### ###### ####### %si ### %dh. ### ###### ####### ## ##### part4 ## ###### ## %si. #### ###### ####### ##### # ##### ########## ## ## #### ## nread. ### ######### ## ### #### ## ### #### #########:

```
    part4:
.byte 0x80, 0x00, 0x01, 0x00
.byte 0xa5, 0xfe, 0xff, 0xff
.byte 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
.byte 0x50, 0xc3, 0x00, 0x00
```

1.14. sys/boot/i386/boot2/Makefile

##########, ### ### ### #### #### ######### ## ######### ## ####. #### ## #### ## ## ######## ## ### #### ### ####### ######## ###### ### #### ### #### #####. ##############, ### ########## ##### ## ####. ## #### ####, ### #### ######### ##### ######## 0, #### 0 ### ###### 1, ##### ## ########## ## ######## ###### ###.

nread:

[4]######## ## ### #### # ####### ## ### ##### ##### ## ######## %si. #######, boot1 #### ### ###### #### ## ### ###### ## boot0 (####### #### ##### ### ###### ##, ### ### ### #### #### ###########), ## ## ####### #######.

```
nread:
    mov $0x8c00,%bx  # Transfer buffer
    mov 0x8(%si),%ax  # Get
    mov 0xa(%si),%cx  #  LBA
    push %cs   # Read from
    callw xread.1  #  disk
    jnc return  # If success, return
```

1.15. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

%si ###### ## ### #### #########. ### #### [5] ## ###### 0x8 ## ###### ## ######## %ax ### #### ## ###### 0xa ## %cx. #### ### ########### ## ### #### ## ### ##### 4##### ##### ######## ### ### ## ## #### (### ##### #### ##### ### ######## ## ## ####). ######## %bx ##### ### ###### ######## ##### ### ### #### ## ######. ### ########### ######## %cs #### ### ##### ## #### ###########. ## #### #######, ## ############ ########. ########, ## ## #### ### #######, boot2, ## ########### #### ### ### ######, #### #### xread.1. #### ######### #### ## ######### ## ### #### ########.

xread.1 ######## ##### ### read ########, ##### ######## ##### ### #### ###### ### ### #### ######:

```
xread.1:
 pushl $0x0  #  absolute
 push %cx  #  block
 push %ax  #  number
 push %es  # Address of
 push %bx  #  transfer buffer
 xor %ax,%ax  # Number of
 movb %dh,%al  #  blocks to
 push %ax  #  transfer
 push $0x10  # Size of packet
 mov %sp,%bp  # Packet pointer
 callw read  # Read from disk
 lea 0x10(%bp),%sp # Clear stack
 lret   # To far caller
```

1.16. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

#####. #### ########### #### ### ### %cs ######## ###### ## nread, ### ########. ########, nread #### ########.

######, ### ###### #### ### ######### ### ######## ##### ######:

```
 mov $0x1,%cx   # Two passes
main.1:
 mov $0x8dbe,%si # Partition table
 movb $0x1,%dh   # Partition
main.2:
 cmpb $0xa5,0x4(%si)  # Our partition type?
 jne main.3   # No
 jcxz main.5   # If second pass
 testb $0x80,(%si)  # Active?
 jnz main.5   # Yes
main.3:
 add $0x10,%si   # Next entry
 incb %dh   # Partition
 cmpb $0x5,%dh   # In table?
 jb main.2   # Yes
 dec %cx    # Do two
 jcxz main.1   #  passes
```

1.17. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

[5]## ### ######## ## 16##### #### ####, # #### ## 2 #####.

####### 1. ############# ### ###### ##########–
####

##########, ######### ######### ## main.5. #### #### #### # ####### ##### ## ##### %si ###### ## ### ########### ##### ## ### ######### #####, ### %dh ##### ### ######### ######. ## ###### #### # ####### ##### ## #####, ## ## ######## ######### ## main.5:

```
main.5:
 mov %dx,0x900      # Save args
 movb $0x10,%dh     # Sector count
 callw nread        # Read disk
 mov $0x9000,%bx    # BTX
 mov 0xa(%bx),%si   # Get BTX length and set
 add %bx,%si        #  %si to start of boot2.bin
 mov $0xc000,%di    # Client page 2
 mov $0xa200,%cx    # Byte
 sub %si,%cx        #  count
 rep        # Relocate
 movsb      #  client
```

1.18. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

#####, ######## %si ###### ## ### ######## ##### ##### ## ### ### ######### #####, ## # #### ## nread #### ########### #### ######## ## ### ######### ## #### #########. ### ######## ###### ## ######## %dh ##### nread ## #### 16 #### #######. ###### #### ### ##### 512 #####, ## ### ##### ###### ## ### ######## #####, ######### #### ### boot1 #######. #### ###### #### ### #### ######## ## ### ######### ## ### ######## ##### ## ### /boot/boot1, ### /boot/boot. ### ## #### ## ### #### ## ##### ##### ## ### ##########:

```
-r--r--r--  1 root  wheel   512B Jan  8 00:15 /boot/boot0
-r--r--r--  1 root  wheel   512B Jan  8 00:15 /boot/boot1
-r--r--r--  1 root  wheel   7.5K Jan  8 00:15 /boot/boot2
-r--r--r--  1 root  wheel   8.0K Jan  8 00:15 /boot/boot
```

boot0 ### boot1 ### 512 ##### ####, ## #### ### *exactly* ## ### #### ######. boot2 ## #### ######, ######## #### ### ### ###### ### ### boot2 ######. ########, # #### ###### ###### boot ## 512 ##### ###### #### boot2. #### #### ## # ############# ## boot1 ### boot2. ## ######## #####, boot0 ## ### #### ######## ## ### ######## ##### #### ###### (### ###), ### boot ## ### #### ######## ## ### ##### ###### ## ### ######## #####; boot1 ### boot2 ### *not* ######## ## ####. ### ######## #### ## ############ boot1 ### boot2 #### # ###### boot ## ###### cat boot1 boot2 > boot.

boot1 ######## ######## ### ##### 512 ##### ## boot ###, ######## boot ## ######## ## ### ##### ###### ## ### ######## #####, boot1 #### ######## ## #### ##### ######. ######## nread ##### ### ##### 16 ######## ## ### ######## #####, ## ############ ##### ### ###### boot #### [6]. ## #### ### #### ######## ##### ### boot ## ###### #### boot1 ### boot2 ## ### #### ########.

nread #### ###### ######## 0x8c00 ## ### ######## ###### ## #### ### ######## ####. #### ######## ## ############# ######. ######, ######## boot1 ######## ## ### ##### 512 #####, ## #### ## ## ### ######## ##### 0x8c00#0x8dff. ### 512 ##### #### ######## (##### 0x8e00#0x8fff) ## #### ## ##### ### *bsdlabel* [7].

######## ## ######## 0x9000 ## ### ######### ## ### ### ######, ### ############ ######### ## ### boot2 ######. ### ### ###### #### ## # ######, ### ######## ## ######### #### ## ### #### ########## #####. ## ########, ### ### ######## (boot2, ### ########), ######## ## #### ####. ## #### ### ### #### ## ############ ## ### #### ########. ### #### ##### ### #### ## nread ######## ### ######### ## boot2 ## ### ###### ######, ### ###### ## ## ###### ######## 0xc000. #### ## ######## ### ### ###### ######## boot2 ## ######## ## # ######## ######## ## 0xa000. ## ######## #### ## ###### ## ### ######### ########.

boot1 ######## ###### ## ###### ##### 1## [8] ### ######### #### # #### ## ### ######## ##### ## ### ### ######:

[6] 512#16=8192 #####, ######## ### #### ## boot

[7] ############ ##### ## ############. ## ### #### ######## ##### ######## ###### #### ############, ## ## ## #### ######. ### ###–#####(8)

[8] #### ## ######### ### ###### ########. ########## ######## ###### ### ####://##.#########.###/####/#20_####.

```
seta20:
 cli   # Disable interrupts
seta20.1:
 dec %cx   # Timeout?
 jz seta20.3  # Yes

 inb $0x64,%al  # Get status
 testb $0x2,%al  # Busy?
 jnz seta20.1  # Yes
 movb $0xd1,%al  # Command: Write
 outb %al,$0x64  #  output port
seta20.2:
 inb $0x64,%al  # Get status
 testb $0x2,%al  # Busy?
 jnz seta20.2  # Yes
 movb $0xdf,%al  # Enable
 outb %al,$0x60  #  A20
seta20.3:
 sti   # Enable interrupts
 jmp 0x9010  # Start BTX
```

1.19. sys/boot/i386/boot2/boot1.S

####, ########## ### #######.

1.6. ### ###

######. ### ## ####### ######## ### ## ### ####:

- ### #### ##### ### ######## ###### ### (### ###, ## boot0), ## ####### 0x7c00 ### ##### #####.
- boot0 ######### ###### ## 0x600, ### ####### ## ### ###### ## #######, ### ##### #### #####. ## #### ##### ### ##### ###### ## ### ####### ##### (##### ######## ## boot1) #### ####### 0x7c00 ### ##### #### #####.
- boot1 ##### ### ##### 16 ####### ## ### ####### ##### #### ####### 0x8c00. #### 16 #######, ## 8192 #####, ## ### ##### #### boot. ### #### ## # ############# ## boot1 ### boot2. boot2, ## ####, ######## ### ### ###### ### ### boot2 ######. ########, # #### ## #### ## ######## 0x9010, ### ##### ##### ## ### ### ######.

######, ### ## ####### ###### ### ### ######, ########## boot #### ## ########. ### ### boot ## ##### ## ####### ## ### Makefile (/usr/src/sys/boot/i386/boot2/Makefile). ### ## #### ## ### #### #### ######## ### boot ####:

```
    boot: boot1 boot2
cat boot1 boot2 > boot
```

1.20. sys/boot/i386/boot2/Makefile

boot1 ### boot2 ### ######, ### ### #### ###### ############ #### ## ####### # ###### #### ###### boot. ### ##### ### ######## boot1 ### #### ##### ######:

```
    boot1: boot1.out
objcopy -S -O binary boot1.out boot1

    boot1.out: boot1.o
ld -e start -Ttext 0x7c00 -o boot1.out boot1.o
```

1.21. sys/boot/i386/boot2/Makefile

boot1, boot1.out #### ## ########. ####, ## ####, ####### ## ### ######### ## boot1.o. #### #### #### ## ###### ### ###### ## ########## ### ######## boot1.S, ####### ########. ###, ### #### ### ######## boot1.out ## ########. #### ##### ## #### boot1.o ###### ## ###### #### start ## ###

####### 1. ############# ### ###### ##########–
####

#####, ### ######## ## ######## 0x7c00. ########, boot1 ## ######## #### boot1.out ######## ### ########### ####. #### #### ## ### objcopy ######## ######## ## boot1.out. #### ### ##### ###### ## objcopy: -S ##### ## ## ##### ### ########## ### ######## ###########; -O binary ######### ### ###### ######, #### ##, # ######, ########### ###### ####.

boot1, ### ## #### # #### ## ### boot2 ## ###########:

```
    boot2: boot2.ld
@set -- `ls -l boot2.ld`; x=$$((7680-$$5)); \
   echo "$$x bytes available"; test $$x -ge 0
dd if=boot2.ld of=boot2 obs=7680 conv=osync

    boot2.ld: boot2.ldr boot2.bin ../btx/btx/btx
btxld -v -E 0x2000 -f bin -b ../btx/btx/btx -l boot2.ldr \
   -o boot2.ld -P 1 boot2.bin

    boot2.ldr:
dd if=/dev/zero of=boot2.ldr bs=512 count=1

    boot2.bin: boot2.out
objcopy -S -O binary boot2.out boot2.bin

    boot2.out: ../btx/lib/crt0.o boot2.o sio.o
ld -Ttext 0x2000 -o boot2.out

    boot2.o: boot2.s
${CC} ${ACFLAGS} -c boot2.s

    boot2.s: boot2.c boot2.h ${.CURDIR}/../../common/ufsread.c
${CC} ${CFLAGS} -S -o boot2.s.tmp ${.CURDIR}/boot2.c
sed -e '/align/d' -e '/nop/d' "MISSING" boot2.s.tmp > boot2.s
rm -f boot2.s.tmp

    boot2.h: boot1.out
${NM} -t d ${.ALLSRC} | awk '/([0-9])+ T xread/ \
   { x = $$1 - ORG1; \
   printf("#define XREADORG %#x\n", REL1 + x) }' \
   ORG1=`printf "%d" ${ORG1}` \
   REL1=`printf "%d" ${REL1}` > ${.TARGET}
```

1.22. sys/boot/i386/boot2/Makefile

boot2 ## ### #### #########. ### ## ##### ### ### #### ######## #####. ### ########## #### ## ## #######:

```
    boot2: boot2.ld
    boot2.ld: boot2.ldr boot2.bin ${BTXDIR}/btx/btx
    boot2.bin: boot2.out
    boot2.out: ${BTXDIR}/lib/crt0.o boot2.o sio.o
    boot2.o: boot2.s
    boot2.s: boot2.c boot2.h ${.CURDIR}/../../common/ufsread.c
    boot2.h: boot1.out
```

1.23. sys/boot/i386/boot2/Makefile

boot2.h, ### ### ######## ######## ## boot1.out, ##### ## ######## ####. ### #### ### ### ######## ## # ### #####, ### ### ######### ##### ## #### ### ######, boot2.h, ## ######### #### ####:

```
    #define XREADORG 0x725
```

1.24. sys/boot/i386/boot2/boot2.h

boot1 ### ######### (#.#., ###### #### 0x7c00 ## 0x700). #### ########## #### ### #### #####, ##–##### ## ## #### ###, ### ### ###### ######## #### ######, ######### ### ##### ##### boot1 ### ########## ######. #######, ### ### ###### ##### ###### ## boot1## xread ########; #### ########, ######### ## ### ###### ## boot2.h, ## ## ######## 0x725. ######, ### ### ###### #### ### xread ######## #### boot1## ######### ####. #### ######## ## ### ########## #### ###### ### boot2 ######.

boot2.s #### ##### boot2.h, boot2.c ### /usr/src/sys/boot/common/ufsread.c. ### #### ### #### ## ## ####### ### #### ## boot2.c (##### ######## boot2.h ### ufsread.c) #### ######## ####. ###### boot2.s, ### #### #### ##–####### boot2.s, ######## ### ###### #### boot2.o. ### #### #### ####### ### ###### ## #### ####### ##### (crt0.o, boot2.o ### sio.o). #### #### ### ###### ####, boot2.out, ## ###### ## ####### ## ####### 0x2000. ###### #### boot2 #### ## ######## ## #### ####, ###### # ####### #### ####### ### ## ## ### ### ######. #### ####### ###### ## 0xa000. ####, ######## #### ### boot2 ####### ## boot ### ###### ## ####### 0xc000, #### ##, ###### 0x2000 #### ### ##### ## ### #### #######, ## boot2 #### #### ######## #### ## ######## ####### ## ##. ####, boot2.bin ## ####### #### boot2.out ## ######### ### ####### ### ###### ##########; ####2.### ## # *raw* ######. ###, #### #### # #### boot2.ldr ## ####### ## # 512##### #### #### ## #####. #### ##### ## ######## ### ### ########.

boot1, boot2.bin ### boot2.ldr, #### ### ### ###### ## ####### ###### ######## ### #### ###### boot ####. ### ### ###### ## ####### ## /usr/src/sys/boot/i386/btx/btx; ## ### ### ### Makefile #### ### ### ### ## ##### ### ########. ### ######### ##### ## ###### ## #### ## ## #### ######## ## # *raw* ######, ### #### ## ## ###### ## ####### ## ####### 0x9000. ### ####### ### ## ##### ## /usr/src/sys/boot/i386/btx/btx/Makefile.

boot #######, ### ##### #### ## ## *merge* ####. #### ## #### ## # ####### ####### ###### btxld (###### ####### ## /usr/src/usr.sbin/btxld). #### ######### ## #### ####### ####### ### #### ## ### ###### #### (boot), ### ##### ##### (0x2000) ### ### #### ###### (### ######). ### ####### ##### ### ####### ###### ## #### ####### #### ### #### boot, ##### ######## ## boot1, boot2, ### bsdlabel ### ### ### ######. #### ####, ##### ##### ####### 16 #######, ## 8192 #####, ## #### ## ######## ####### ## ### ######### ## ### ####### ##### ###### ###########. ### ## ### ####### ## ##### ### ### ###### #######.

16#### #### #### ## 32#### ######### ####, ##### ###### ####### ####### ## ### ######. #### ######## ############ ### ######## ### ######–### #### ##########:

- ######## ### Interrupt Vector Table (IVT). ### ### ######## ######### ### ######### ######## ### ######### ####.

- ### Interrupt Descriptor Table (IDT) ## #######. ####### ### ######## ### ######### ##########, ######## ##–########, ### ###### ##### ### #86 #########. ### ### ######## ######### ### ######### ######## ### ############## ####.

- # Task-State Segment (TSS) ## #######. #### ## ######### ####### ### ######### ##### ## ### *least* ########## ##### #### ######### ### ###### (boot2), ### ## ### *most* ########## ##### #### ######### ### ### ######.

- ### ### (###### ########## #####) ## ### ##. ####### (###########) ### ######## ### ########## #### ### ####, #### #### ### ####, ### ######### #### ### ####.[9]

###############. ###### #### boot1 #### # #### ## ####### 0x9010, ### ### ######## ##### #####. ###### ######## ####### ######### #####, #### #### ### ### ###### ### # ####### ###### ## ####### ##### 0x9000-0x900f, ##### ###### ### ##### #####. #### ###### ## ####### ## #######:

[9]######### #### ### #### ### ######### #### ######### #### ## #### #### #### ######### ####, ## ######### ## ### ##### #######.

####### 1. ############# ### ###### ##########–
####

```
start:      # Start of code
/*
 * BTX header.
 */
btx_hdr: .byte 0xeb   # Machine ID
  .byte 0xe   # Header size
  .ascii "BTX"   # Magic
  .byte 0x1   # Major version
  .byte 0x2   # Minor version
  .byte BTX_FLAGS   # Flags
  .word PAG_CNT-MEM_ORG>>0xc # Paging control
  .word break-start  # Text size
  .long 0x0   # Entry address
```

1.25. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

0xeb ### 0xe. ## ### ###32 ############, ##### ### ##### ### ########## ## # ######## #### #### ### ###### #### ### ##### #####, ## ## ######, boot1 ##### #### #### (####### 0x9000) ####### ## ####### 0x9010. #### #### ### #### ##### ## ### ### ###### ## # ####### ## ### ######## (boot2) ##### #####. #### ##### ## ####### ## #### ####.

########## ######### ### ###### ## ### ### ######## ##### #####:

```
/*
 * Initialization routine.
 */
init:  cli    # Disable interrupts
  xor %ax,%ax   # Zero/segment
  mov %ax,%ss   # Set up
  mov $0x1800,%sp  #  stack
  mov %ax,%es   # Address
  mov %ax,%ds   #  data
  pushl $0x2   # Clear
  popfl    #  flags
```

1.26. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

##########, #### ## # ####### ##### (######## ## ####### 0x1800) ### ###### ### ##### ## ### ###### ########. #### #### ### popfl ########## #### ### # ########## (4 #####) #### ### ##### ### ###### ## ## ### ###### ########. ####### ### ##### ######## ###### ## 2, ### ###### ######## ## ########## ####### (###32 ######## #### ### 2 ## ### ###### ######## ###### ## 1).

(#### ## 0) ### ###### ##### 0x5e00-0x8fff. #### ##### ## ##### ### ####### #### ########## #### ## #######:

```
/*
 * Initialize memory.
 */
  mov $0x5e00,%di  # Memory to initialize
  mov $(0x9000-0x5e00)/2,%cx # Words to zero
  rep    # Zero-fill
  stosw    #  memory
```

1.27. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

boot1 ### ########## ###### ## ####### 0x7c00, ##, #### #### ###### ##############, #### #### ########## ##########. #######, #### ###### #### boot1 ### ######### ## 0x700, ## *that* #### ## ##### ## ######, ### ### ### ###### #### #### ### ## ##.

####, ### ######### ### (######### ###### ##### ## #######. ### ### ## ## ##### ## #######/###### ##### ### ######### ### ######### ########. ### #### ######## #### ######## ########## ## ######### #######

0x8 ## 0xf ### 0x70 ## 0x77 ###, ## #### ## ####, ### 8259# ############ ######### ##########, ### ####
########## ### ###### ####### ## ######## ########## ## ######### #######, ## ########## ## #####
0x8-0xf ## 0x20-0x27 ### #### 0x70-0x77 ## 0x28-0x2f. ####, ######### ########
######## ### ######### ####### 0x20-0x2f. ### ###### ### ############ ######## ### ### #### ######## ##
####### #### #### ## 16#### #### ####, ### ### 32#### ######### ####. ######### #### #### ## ########
32#### ######### #### #######. #######, ### ### ###### #### ## # ######### ## ########## ###
######## ######## ## ### ####:

```
/*
 * Update real mode IDT for reflecting hardware interrupts.
 */
  mov $intr20,%bx   # Address first handler
  mov $0x10,%cx   # Number of handlers
  mov $0x20*4,%di   # First real mode IDT entry
init.0:  mov %bx,(%di)   # Store IP
  inc %di    # Address next
  inc %di    #  entry
  stosw    # Store CS
  add $4,%bx   # Next handler
  loop init.0   # Next IRQ
```

1.28. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

(######### ########## #####). ### ### ## #########, ## ######### ####,
####. #### ##, ### ### ######### ### ####### ######### ### ######### ######## ####
####. ## #######, ## #### ######## ## ## ##### ## #######/###–
#####, ######## ### ######### ## ######## #### #######, ####### ######## ## ######### ####
######### #### ## #### ####, ### ####### ########## ########## #####:

```
/*
 * Create IDT.
 */
  mov $0x5e00,%di   # IDT's address
  mov $idtctl,%si   # Control string
init.1:  lodsb    # Get entry
  cbw    #  count
  xchg %ax,%cx   #  as word
  jcxz init.4   # If done
  lodsb    # Get segment
  xchg %ax,%dx   #  P:DPL:type
  lodsw    # Get control
  xchg %ax,%bx   #  set
  lodsw    # Get handler offset
  mov $SEL_SCODE,%dh  # Segment selector
init.2:  shr %bx    # Handle this int?
  jnc init.3   # No
  mov %ax,(%di)   # Set handler offset
  mov %dh,0x2(%di)  #  and selector
  mov %dl,0x5(%di)  # Set P:DPL:type
  add $0x4,%ax   # Next handler
init.3:  lea 0x8(%di),%di  # Next entry
  loop init.2   # Till set done
  jmp init.1   # Continue
```

1.29. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

IDT ## 8 ##### ####. ######## ### ########/###### ###########, #### #### ########
######## ####, ######### #####, ### ######## ### ######## ## ######## ## ###### ## ###. ### ############ ##
0 ## 0xf (##########) ### ######## ## ######## intx00; ###### 0x10 (####
#########) ## ######## ## intx10; ######## ##########, ##### ### ##### ########## ## ##### ## #########
0x20 ### ### ### ## ######### ###### 0x2f, ### ######## ## ######## intx20. ######, #########
0x30, ##### ## #### ### ###### #####, ## ######## ## intx30, ### ######## 0x31 ### 0x32 ### ######## ## intx31. ##

####### 1. ############# ### ###### ##########–
####

0x30, 0x31 ### 0x32 ### ##### ######### ##### 3, ### #### ######### ##### ## ### boot2 ######, ##### ##### ### ###### ### ####### # ################–
int ########## ####### ####### (#### ## ### ### boot2 ### ### ######## ######## ## ### ### ######). ####, #### #### *only* ################## ########## ### ######### #### #### ######### ## ###### ######### ######. ################## ########## ### ################–
always ####### ##########, ########## ## ### ###### ########## ########.

(########## #######). ### ### ## # ######## ####### #### ##### ### ######### ###### ## ######### ######## ######### ############ ############# ####### ####### ###########. ### ###32 ############ ####### ### ######## ### ### ## *at least* ### ### ## ############ ########## ### #### ## ######### ######### ###### ### #######. ######## ### boot2 ###### ## ######## ## ######### ##### 3, ### ### ### ###### #### ## ######### ##### 0, # ### #### ## #######:

```
/*
 * Initialize TSS.
 */
init.4:  movb $_ESP0H,TSS_ESP0+1(%di) # Set ESP0
  movb $SEL_SDATA,TSS_SS0(%di) # Set SS0
  movb $_TSSIO,TSS_MAP(%di) # Set I/O bit map base
```

1.30. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

0 ##### ####### ### ##### ####### ## ### ###. #### ## ###### #######, ## ## ######### ## ######### ## ######## ##### ######### boot2 ## ######### ##### 3, # ###### ## ######### ##### 0 ## ############# ######### ## ### #########, ## # ### ####### ##### ## ######. #######, ### #/# ### #### ####### ##### ## ### ### ## ##### # #####, ##### ## # 16#### ###### #### ### ######### ## ### ### ## ### #/# ########## ###### ### ### ######### ########### ######.

#######, ### ######### ## ##### ## ###### ## ######### ####. #### ## #### ## ### #### #####:

```
/*
 * Bring up the system.
 */
  mov $0x2820,%bx   # Set protected mode
  callw setpic   #  IRQ offsets
  lidt idtdesc   # Set IDT
  lgdt gdtdesc   # Set GDT
  mov %cr0,%eax   # Switch to protected
  inc %ax    #  mode
  mov %eax,%cr0   #
  ljmp $SEL_SCODE,$init.8  # To 32-bit code
  .code32
init.8:  xorl %ecx,%ecx   # Zero
  movb $SEL_SDATA,%cl  # To 32-bit
  movw %cx,%ss   #  stack
```

1.31. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

#####, # #### ## #### ## setpic ## ####### ### 8259# ### (############ ######### ##########). #### #### ## ######### ## ######## ######## ######### #######. #### ######### ## ######### #### # ######, ## ####### ### ######### #### ### ########### ######### ######. #### ### ## ########## ## #### ######## ########## ### ########## #### ######## ######### #######, ## ######### ######. ####, ### #### (##–
####### ########## ##### ########) ### #### (###### ########## ##### ########) ### ###### #### ### ############ lidt ### lgdt, ############. ##### ######### ### ###### #### ### #### ####### ### ##### ##–
###. ### ######### ##### ############ ### ### ########## ###### (##) ### ## ### %cr0 ########. #### ########### ######## ### ######### ## 32#### ######### ####. ####, # #### #### ## #### ## init.8 ##### ####### ######## ###_#####, ##### ####### ### ########## #### #######. ### ######### ## ########### ######### ## ### 0, ### #### ########## #####, ##### #### ####. #######, ###

###_##### ## ### %ss ########. #### #### ####### #### ### # ######### ##### ## 0.

(#### ########) #### ### ####### ######## ### ### ### ## ####### #######, ### ####### ### #### #### ########## ###### ####### ######### ####### ## ### boot2 ######.

```
/*
 * Launch user task.
 */
  movb $SEL_TSS,%cl  # Set task
  ltr %cx    #  register
  movl $0xa000,%edx  # User base address
  movzwl %ss:BDA_MEM,%eax  # Get free memory
  shll $0xa,%eax   # To bytes
  subl $ARGSPACE,%eax  # Less arg space
  subl %edx,%eax   # Less base
  movb $SEL_UDATA,%cl  # User data selector
  pushl %ecx   # Set SS
  pushl %eax   # Set ESP
  push $0x202   # Set flags (IF set)
  push $SEL_UCODE   # Set CS
  pushl btx_hdr+0xc  # Set EIP
  pushl %ecx   # Set GS
  pushl %ecx   # Set FS
  pushl %ecx   # Set DS
  pushl %ecx   # Set ES
  pushl %edx   # Set EAX
  movb $0x7,%cl   # Set remaining
init.9:  push $0x0   #  general
  loop init.9   #  registers
  popa    #  and initialize
  popl %es   # Initialize
  popl %ds   #  user
  popl %fs   #  segment
  popl %gs   #  registers
  iret    # To user mode
```

1.32. sys/boot/i386/btx/btx/btx.S

(######### %ss ### %esp). ######, #### ### ## ## ###### #### ### ########### ##### ####### ######## (########### ltr), ### ##### ####### ## ########## ### ###### #### ### ##### ##### #### ### ####### ####### ########. ####, ### ##### 0x202 ## ###### #### ### #####; ## ## ### ##### #### ### ###### #### ### #### ####### ## ###### ## ### ######. ####, ### #### #### #### ####### ######## ### ### ######## ##### ##### ### ######. ###### #### #### ##### ##### ## ####### ## ### ### ###### ## #### ####. #######, ####### ######### (###### ## ######## %ecx) ### ### ####### ######### %gs, %fs, %ds and %es ### ###### #### ### #####, ##### #### ### ##### ## %edx (0xa000). #### ## #### ### ####### ###### #### #### #### ###### #### ### ##### (#### #### ## ###### ### ########). ####, ###### ### ### ######### ####### ####### ######### ### #### ###### #### ### ##### (#### ### loop #### ###### ### ##### 0 ##### #####). ###, ###### #### ## ####### ## ## ###### ### ## ### #####. #####, ### popa ########### #### ### ## ### ##### ### ###### ##### ###### ######. #### ### ###### ## ### ####### ####### ######### ## ##### %edi, %esi, %ebp, %ebx, %edx, %ecx, %eax. ####, ### ####### ####### ######### ###### ### ###### #### ### ####### ####### #########. #### ###### ##### ###### ## ### #####. #### ### ###### #### ### iret ########### ## ########. #### ########### ##### #### ### ##### #### ### ###### #### ### ### ######. #### ##### ## # ####### ## boot2## ##### #####. ## ## ###### ## ### ######## %eip, ### ########### ####### ########. ####, ### ####### ######## ### ### #### #### ####### ## ###### ### ###### ## ######## %cs. ######## #### #### ######### ######### ##### ## 3, ### ##### ########## #####. #### ##### #### ## #### ####### ###### ### ### ##### ## #### ######### #####. #### ## ### ### #########, ####### ####### ####### ### ##### ### ### ###### ########, #### ### #### #### ### ## ### #####. ##### ###### ## ## ### ##### ####### (%esp) ### ### ##### ####### (%ss). ###, ######### ######### ## boot0## ##### #####.

#######. #### ######### *base address* ## ### ## 0xa000. #### ##### #### #### ###### ######### ### *relative* ## ####### 0##000; ## #### ##### ######## ## ####### #### ####### 0x2000, ### *actual* ###### ######### ## 0xa000+0x2000=0xc000.

1.7. ####2

boot2 ####### ## ######### #########, struct bootinfo. #### ######### ## ########### ## boot2 ### ###### ## ### ######, ### #### ####### ## ### ######. #### ##### ## #### ########## ### ### ## boot2, ### #### ## ### ######. #### #########, ##### ##### ###########, ######## ### ###### ########, #### ######## ########, #### ##### ###### ### #### ######, ######## ###### #########, envp ####### ###. ### ########## ### ## ##:

```
/usr/include/machine/bootinfo.h:
struct bootinfo {
 u_int32_t bi_version;
 u_int32_t bi_kernelname;  /* represents a char * */
 u_int32_t bi_nfs_diskless; /* struct nfs_diskless * */
   /* End of fields that are always present. */
#define bi_endcommon bi_n_bios_used
 u_int32_t bi_n_bios_used;
 u_int32_t bi_bios_geom[N_BIOS_GEOM];
 u_int32_t bi_size;
 u_int8_t bi_memsizes_valid;
 u_int8_t bi_bios_dev;  /* bootdev BIOS unit number */
 u_int8_t bi_pad[2];
 u_int32_t bi_basemem;
 u_int32_t bi_extmem;
 u_int32_t bi_symtab;  /* struct symtab * */
 u_int32_t bi_esymtab;  /* struct symtab * */
   /* Items below only from advanced bootloader */
 u_int32_t bi_kernend;  /* end of kernel space */
 u_int32_t bi_envp;  /* environment */
 u_int32_t bi_modulep;  /* preloaded modules */
};
```

boot2 ###### #### ## ######## #### ######## ### #### #####, #### ##### load(). ## ### #### #### ### ##### ########, ### #### ###### ## # #######, ## load() #### #### ### ######## #### (/boot/loader). ######### ino_t lookup(char *filename) ### int xfsread(ino_t inode, void *buf, size_t nbyte) ### #### ## #### ### ######## ## # #### #### ######. /boot/loader ## ## ### ######, ### ##### ### ### ###### ## ######### #### a.out## struct exec #########. load() ##### ### ######## ### ######, ######## ### ######## ## /boot/loader #### ######, ### ######## ### ######### ## ### ######## #####:

```
sys/boot/i386/boot2/boot2.c:
   __exec((caddr_t)addr, RB_BOOTINFO | (opts & RBX_MASK),
   MAKEBOOTDEV(dev_maj[dsk.type], 0, dsk.slice, dsk.unit, dsk.part),
   0, 0, 0, VTOP(&bootinfo));
```

1.8. ######

####. # #### ### ######## ## #### ## ######, ##### ## # ############# ######## ######## ## #### #####, ######(8). ### ########## ########## ### ### #### ######### #####.

######. #### ### ###### ## ###### #### ######, ## ## ##### ###### ## ### ######:

```
sys/boot/common/boot.c:
   /* Call the exec handler from the loader matching the kernel */
   module_formats[km->m_loader]->l_exec(km);
```

1.9. ######

######. #### #### #### ######## ### ##### ######## ##### ### ###### ###### ######### ## ### ######. #### ######## ## ### ######## ###### ##### #####.

```
sys/conf/Makefile.i386:
ld -elf -Bdynamic -T /usr/src/sys/conf/ldscript.i386  -export-dynamic \
-dynamic-linker /red/herring -o kernel -X locore.o \
<lots of kernel .o files>
```

####. #####, ### ###### ## ## ### ########## ###### ######, ### ### ####### ###### ### ###### ## /red/herring, ##### ## ########## # ##### ####. ######, ###### # #### ## ### #### sys/conf/ldscript.i386 ##### ## #### ##### #### ## ####### ### #### #### ######### # ######. ####### ####### ### ##### ### #####, ###

```
sys/conf/ldscript.i386:
ENTRY(btext)
```

#######. #### ###### ## ####### ## locore.s:

```
sys/i386/i386/locore.s:
 .text
/*****************************************************************************
 *
 * This is where the bootblocks start us, set the ball rolling...
 *
 */
NON_GPROF_ENTRY(btext)
```

#####, ### ######## ###### ## ### ## # ########## ##### ## 0#00000002. #### ### ### ####### ######### ### ###########:

```
sys/i386/i386/locore.s:
/* Don't trust what the BIOS gives for eflags. */
 pushl $PSL_KERNEL
 popfl

/*
 * Don't trust what the BIOS gives for %fs and %gs.  Trust the bootstrap
 * to set %cs, %ds, %es and %ss.
 */
 mov %ds, %ax
 mov %ax, %fs
 mov %ax, %gs
```

recover_bootinfo(), identify_cpu(), create_pagetables(), ##### ### #### ####### ## locore.s. #### ## # ########### ## #### #### ##:

recover_bootinfo	#### ####### ###### ### ########## ## ### ###### ###### #### ### #########. ### ###### ### #### #### ###### ## 3 ####: ## ### ######, ######### #####, ## ### ### #### #### ######, ## ## ### ### ######## #### #########. #### ######## #####–##### ### ####### ######, ### ###### ### struct bootinfo ######### #### ### ###### ######.
identify_cpu	#### ######### ##### ## #### ### #### ### ## ## ####### ##, ####### ### ##### ##### ## # ######## _cpu.
create_pagetables	#### ######## ######### ### ##### ### # #### ##–### ######### ## ### ### ## ### ###### ###### ####.

###, ## ### ### ######## ##:

```
testl $CPUID_VME, R(_cpu_feature)
jz 1f
movl %cr4, %eax
orl $CR4_VME, %eax
movl %eax, %cr4
```

####, ######## ######:

```
/* Now enable paging */
movl R(_IdlePTD), %eax
movl %eax,%cr3   /* load ptd addr into mmu */
movl %cr0,%eax   /* get control word */
orl $CR0_PE|CR0_PG,%eax  /* enable paging */
movl %eax,%cr0   /* and let's page NOW! */
```

###, ## ### #### ## ###### ## ######## ### ######### ## ########### ####### #####:

```
pushl $begin    /* jump to high virtualized address */
ret

/* now running relocated at KERNBASE where the system is linked to run */
begin:
```

init386() ## ###### #### # ####### ## ### ##### #### ######## ####, ##### #### mi_startup(). init386 ## ## ############ ######### ############## ########, ### mi_startup() ## ## ############ ########### ### (### ###_# ###### ###### ### ####### ###########). ### ###### ##### ####### #### mi_startup(), ### ## ####### ##, ### ###### ######## #######:

```
sys/i386/i386/locore.s:
movl physfree, %esi
pushl %esi    /* value of first for init386(first) */
call _init386   /* wire 386 chip for unix operation */
call _mi_startup   /* autoconfiguration, mountroot etc */
hlt  /* never returns to here */
```

1.9.1. **init386()**

init386() ## ####### ## sys/i386/i386/machdep.c ### ######## ######### ############## ######## ## ### #386 ####. ### ###### ## ######### #### ### ######### ## ### ######. ### ###### ### ####### ### #### ##### ####, ## ##### ### ###### ######### ## #######. ###### ####### ## ### ####, ######## ### ##### ### ######### #### ######## ## ########## ######### #### #########:

- ########## ### ###### ####### ##########, ###### #### ### ############# #######.
- ####### ### ###.
- ####### ### ###.
- ########## ### ###### #######.
- ########## ### ###, ## ## ## ######## #### ######.
- ########## ### ###.
- ####### ### ###.
- ### ## ####0## ###.

init386() ########### ### ####### ########## ###### #### ######### ## ####### ### ########### ####### (####) ### ######## init_param1(). ### #### ####### ### #### ###### #### ###### ## ### bootinfo #########:

```
sys/i386/i386/machdep.c:
  kern_envp = (caddr_t)bootinfo.bi_envp + KERNBASE;

 /* Init basic tunables, hz etc */
 init_param1();
```

init_param1() ## ####### ## sys/kern/subr_param.c. #### #### ### # ###### ## #######, ### ### #########, init_param1() ### init_param2(), #### ### ###### #### init386():

```
sys/kern/subr_param.c:
 hz = HZ;
 TUNABLE_INT_FETCH("kern.hz", &hz);
```

#######_<########>_##### ## #### ## ##### ### ##### #### ### ###########:

```
/usr/src/sys/sys/kernel.h:
#define TUNABLE_INT_FETCH(path, var) getenv_int((path), (var))
```

kern.hz ## ### ###### ##### ####. ############, ##### ####### ### ### ## init_param1(): kern.maxswzone, kern.maxbcache, kern.maxtsiz, kern.dfldsiz, kern.maxdsiz, kern.dflssiz, kern.maxssiz, kern.sgrowsiz.

init386() ######## ### ###### ########### ##### (###). ##### #### ## ## #86 ## ####### ## ### ### ###–#### ####### #####, ### #### ##### ## ######### ## # #######:###### ####. ###, ### ########, ### ####### ########## ## ## ######## ## ### ######### #### ## ##:###, #### ### ###### ####### ####### ### #### ########## ##### ## #### ####### ####### ## #### ####### ### + ###. ### ###########, ######## ##### ## ####### ####### 0 ### ### ## # 4## ########. #########, ### ############# ###### ####### ####### ### #### ####### ##### #### ## ### ##### ## ###. ####### ######### #### ## ##, ## ### ### ### #########, #.#., #######, #### ### (## ## #### #######, ## ##### ## ### # ######## ######, ### ### ##### ##### ## # ########). ######### ### ##### ########## ### 15 ######### ### ###:

```
sys/i386/i386/machdep.c:
union descriptor gdt[NGDT * MAXCPU]; /* global descriptor table */

sys/i386/include/segments.h:
/*
 * Entries in the Global Descriptor Table (GDT)
 */
#define GNULL_SEL 0 /* Null Descriptor */
#define GCODE_SEL 1 /* Kernel Code Descriptor */
#define GDATA_SEL 2 /* Kernel Data Descriptor */
#define GPRIV_SEL 3 /* SMP Per-Processor Private Data */
#define GPROC0_SEL 4 /* Task state process slot zero and up */
#define GLDT_SEL 5 /* LDT - eventually one per process */
#define GUSERLDT_SEL 6 /* User LDT */
#define GTGATE_SEL 7 /* Process task switch gate */
#define GBIOSLOWMEM_SEL 8 /* BIOS low memory access (must be entry 8) */
#define GPANIC_SEL 9 /* Task state to consider panic from */
#define GBIOSCODE32_SEL 10 /* BIOS interface (32bit Code) */
#define GBIOSCODE16_SEL 11 /* BIOS interface (16bit Code) */
#define GBIOSDATA_SEL 12 /* BIOS interface (Data) */
#define GBIOSUTIL_SEL 13 /* BIOS interface (Utility) */
#define GBIOSARGS_SEL 14 /* BIOS interface (Arguments) */
```

##########, ### #### # ##### ##### ## # ########, ## #### ### ####### ### ####### ## ### ###. ### #######, ## ###### ######## ### ### ###### #### (#####_###) ### ### ##### 0#08.

(###). #### ##### ## ########## ## ### ######### #### # ######## ## ######## ######### ######. ### #######, ## #### # ###### ####, #### #####–###### ###### ### INT 0x80 ###########. #### ## # ######## #########, ## ### ########## ######## ##### ## # ###### #### ##### 0#80 ## ### ###. #### ###### ###### ## ### ####### #### ####### #### #########, ## #### ########## ####, #### #### ## ### ######## ####### ####. ### ### ### #### # ####### ## 256 (0#100) #######. ### ###### ######### #### ####### ### ### ###, ##### #### ## ### ####### (256):

```
sys/i386/i386/machdep.c:
static struct gate_descriptor idt0[NIDT];
struct gate_descriptor *idt = &idt0[0]; /* interrupt descriptor table */
```

#########, ## ########## ####### ## ###. ### ####### #### ### INT 0x80 ## ### ## ####:

```
sys/i386/i386/machdep.c:
 setidt(0x80, &IDTVEC(int0x80_syscall),
   SDT_SYS386TGT, SEL_UPL, GSEL(GCODE_SEL, SEL_KPL));
```

INT 0x80 ##########, ####### #### ######## ## ### ######## _Xint0x80_syscall, ##### ## ## ### ###### #### ####### ### #### ## ######## #### ########## ##########.

####### ### ### ### #### ##########:

```
sys/i386/i386/machdep.c:
 cninit();
/* skipped */
#ifdef DDB
 kdb_init();
 if (boothowto & RB_KDB)
  Debugger("Boot flags requested debugger");
#endif
```

#86 ######### #### #########, ### ### ## #### ## ### ######## ## ##### #### ########## #### # #### ###### ######.

####. ####### ######### ### ######## ## ##### ## ### ###, #### ### ### ###### #### ##### ### ### #### #### ### #### #########:

```
/usr/include/machine/segments.h:
#define LSYS5CALLS_SEL 0 /* forced by intel BCS */
#define LSYS5SIGR_SEL 1
#define L43BSDCALLS_SEL 2 /* notyet */
#define LUCODE_SEL 3
#define LSOL26CALLS_SEL 4 /* Solaris >= 2.6 system call gate */
#define LUDATA_SEL 5
/* separate stack, es,fs,gs sels ? */
/* #define LPOSIXCALLS_SEL 5*/ /* notyet */
#define LBSDICALLS_SEL 16 /* BSDI system call gate */
#define NLDT  (LBSDICALLS_SEL + 1)
```

####, ####0## ######## ######## ##### (struct pcb) ######### ## ##########. ####0 ## # struct proc ######### #### ######### # ###### ########. ## ## ###### ######## ##### ### ###### ## ########, ######### ## ## ######## ## ######:

```
sys/kern/kern_init.c:
    struct proc proc0;
```

struct pcb ## # #### ## # #### #########. ## ## ######## ## /usr/include/machine/pcb.h ### ### # ######### ########## ######## ## ### #386 ############, #### ## ######### ######.

1.9.2. **mi_startup()**

###:

```
sys/kern/init_main.c:
 for (sipp = sysinit; *sipp; sipp++) {

  /* ... skipped ... */

  /* Call function */
  (*((*sipp)->func))((*sipp)->udata);
```

```
  /* ... skipped ... */
 }
```

######## ### ####### ######### ## ######### ## ### ########### ########, # #### ####### ### ######### ## ##.

(####### ######) ## ####### ## ####### # #######() #####. ### ## #### ## ####### ## announce ####### ######. #### ###### ###### ### ######### #######:

```
sys/kern/init_main.c:
static void
print_caddr_t(void *data __unused)
{
 printf("%s", (char *)data);
}
SYSINIT(announce, SI_SUB_COPYRIGHT, SI_ORDER_FIRST, print_caddr_t, copyright)
```

##_###_######### (0#0800001), ##### ##### ##### ##### ### ##_###_####### (0#0800000). ##, ### ######### ####### #### ## ####### ### #####, #### ##### ### ####### ###############.

SYSINIT() ####. ## ####### ## # C_SYSINIT() #####. ### C_SYSINIT() ##### #### ####### ## # ###### struct sysinit ######### ########### #### ####### DATA_SET ##### ####:

```
/usr/include/sys/kernel.h:
     #define C_SYSINIT(uniquifier, subsystem, order, func, ident) \
     static struct sysinit uniquifier ## _sys_init = { \ subsystem, \
     order, \ func, \ ident \ }; \ DATA_SET(sysinit_set,uniquifier ##
     _sys_init);

#define SYSINIT(uniquifier, subsystem, order, func, ident) \
 C_SYSINIT(uniquifier, subsystem, order,   \
 (sysinit_cfunc_t)(sysinit_nfunc_t)func, (void *)ident)
```

DATA_SET() ##### ####### ## # MAKE_SET(), ### #### ##### ## ### ##### ##### ### ### ####### ##### ## ######:

```
/usr/include/linker_set.h:
#define MAKE_SET(set, sym)     \
 static void const * const __set_##set##_sym_##sym = &sym; \
 __asm(".section .set." #set ",\"aw\"");    \
 __asm(".long " #sym);      \
 __asm(".previous")
#endif
#define TEXT_SET(set, sym) MAKE_SET(set, sym)
#define DATA_SET(set, sym) MAKE_SET(set, sym)
```

####, ### ######### ########### #### #####:

```
static struct sysinit announce_sys_init = {
 SI_SUB_COPYRIGHT,
 SI_ORDER_FIRST,
 (sysinit_cfunc_t)(sysinit_nfunc_t)  print_caddr_t,
 (void *) copyright
};

static void const *const __set_sysinit_set_sym_announce_sys_init =
    &announce_sys_init;
__asm(".section .set.sysinit_set" ",\"aw\"");
__asm(".long " "announce_sys_init");
__asm(".previous");
```

__asm ########### #### ###### ## ### ####### ###### ### ######## ##########. #### #### ###### ## ###### #### ####. ### ####### #### #### ### #### .set.sysinit_set. ### ####### ## #### ####### ## ### 32#

#####, ### ######## ## ########_###_#### #########, ### #### ## #### ### ###### __asm ##. ### ##### __asm ########### ##### ### ### ## # #######. ## # ######### #### ### #### ####### #### ######## ######, ### #######, #.#., ### 32#### #####, #### ## ######## ## ### ######## #######, ## ####### ## ##### ## 32# ### ########.

####### ####### ## # ###### ######, ### ### ###### ### ######## ## #### ##### ########:

```
% objdump -h /kernel
  7 .set.cons_set 00000014  c03164c0  c03164c0  002154c0  2**2
                  CONTENTS, ALLOC, LOAD, DATA
  8 .set.kbddriver_set 00000010  c03164d4  c03164d4  002154d4  2**2
                  CONTENTS, ALLOC, LOAD, DATA
  9 .set.scrndr_set 00000024  c03164e4  c03164e4  002154e4  2**2
                  CONTENTS, ALLOC, LOAD, DATA
 10 .set.scterm_set 0000000c  c0316508  c0316508  00215508  2**2
                  CONTENTS, ALLOC, LOAD, DATA
 11 .set.sysctl_set 0000097c  c0316514  c0316514  00215514  2**2
                  CONTENTS, ALLOC, LOAD, DATA
 12 .set.sysinit_set 00000664  c0316e90  c0316e90  00215e90  2**2
                  CONTENTS, ALLOC, LOAD, DATA
```

.###.#######_### ####### ## 0#664 #####, ## 0x664/sizeof(void *) ####### ####### ### ######## #### ### ######. ### ##### ######## #### ## .set.sysctl_set ######### ##### ###### ####.

struct linker_set ### ####### ## .set.sysinit_set ####### #### ## ########## #### #### ########:

```
sys/kern/init_main.c:
    extern struct linker_set sysinit_set; /* XXX */
```

struct linker_set ## ####### ## #######:

```
/usr/include/linker_set.h:
  struct linker_set {
 int ls_length;
 void *ls_items[1];  /* really ls_length of them, trailing NULL */
};
```

#######, ### ### ###### #### #### ## # ##### ########## ##### ## ######## ## ####.

######### ## ### mi_startup() ##########, ## ## #### ## ##### ###, ### ### ####### ####### ### ##### ####–#####. ### mi_startup() ######## ##### #### ### ##### ####. ### #### #### ###### ## ### ###### #########:

```
/usr/include/sys/kernel.h:
enum sysinit_sub_id {
 SI_SUB_DUMMY  = 0x0000000, /* not executed; for linker*/
 SI_SUB_DONE  = 0x0000001, /* processed*/
 SI_SUB_CONSOLE  = 0x0800000, /* console*/
 SI_SUB_COPYRIGHT = 0x0800001, /* first use of console*/
...
 SI_SUB_RUN_SCHEDULER = 0xfffffff /* scheduler: no return*/
};
```

sys/vm/vm_glue.c, ### ### ##### ##### ### #### ###### ## scheduler(). #### ######## ## ######## ## ######## ####, ### ## ########## # ####### #### ### 0, ### ####### #######. ### ####0 #########, ######### ######, ## #### ## ######## ##.

#######, ###### *init*, ## ####### ## ### ####### ###### init:

```
sys/kern/init_main.c:
static void
create_init(const void *udata __unused)
```

```
{
 int error;
 int s;

 s = splhigh();
 error = fork1(&proc0, RFFDG | RFPROC, &initproc);
 if (error)
  panic("cannot fork init: %d\n", error);
 initproc->p_flag |= P_INMEM | P_SYSTEM;
 cpu_set_fork_handler(initproc, start_init, NULL);
 remrunqueue(initproc);
 splx(s);
}
SYSINIT(init,SI_SUB_CREATE_INIT, SI_ORDER_FIRST, create_init, NULL)
```

create_init() ######### # ### ####### ## ####### fork1(), ### #### ### #### ## ########. #### #### ### ####### ## ######### ### ######### ## ### #########, ### start_init() #### ## ######. #### ######## ## ##–##### ## init_main.c. ## ##### ## #### ### #### ### init ######, ####### /sbin/init #####, #### /sbin/oinit, /sbin/init.bak, ### ####### /stand/sysinstall:

```
sys/kern/init_main.c:
static char init_path[MAXPATHLEN] =
#ifdef INIT_PATH
    __XSTRING(INIT_PATH);
#else
    "/sbin/init:/sbin/oinit:/sbin/init.bak:/stand/sysinstall";
#endif
```

2. #######

This chapter is maintained by the FreeBSD SMP Next Generation Project.

######. ####### ### ## ######## ### ####### #####. #### ########## ### ## ######### ## ##–##### ## #######(9) #####. # ### ######### ### ######### ###### ## ###### ##### ###### ########## ## ###### ####.

2.1.

#########. ############, # ##### ### #### ## ##### ## ### ###### ## # ####. ## ####### ###### ###### ## ###### # ##### #### ## ####### #####, ## #### #### ##### ### ##### ## ########. ## ### ####### ######, ####### ### ##### ## #########.

####### ### ## ########## ########, ### #### ### ######## ## ## #### ### # ##### ###### ## ####. ######–######, ### ### ### ##### ##### ####### # #####. ## ### #### ## #### # #### ###### # #####, ### # ####–###(9) ####.

########:

######## ####
: ### #### ## ### ###### ### ######## ## ### ###### ######.

####### ####
: ### #### ## ### ##### ######## ## ## ## mtx_init. #### #### ## ######### ## ### ##### ######## ### ####### ###### ### ######## ### ## #### ## ########## ####### ## ### ####### ####.

####
: ### #### ## ### ##### ## ##### ## ### MTX_* #####. ### ####### ### #### #### ## ####### ## ### ####### ## ########## ## #####(9).

  MTX_DEF
  : # ##### #####

  MTX_SPIN
  : # #### #####

  MTX_RECURSE
  : #### ##### ## ####### ## #######.

##########
: # #### ## #### ########## ## #### ######### ####### #### #### ##### ########. ### #### ######### #######, ### #### #### ## ## ### #### ## structure name.member name.

######### #########
: ######### #### ### #### ## ###### ## #### ##### ## ####.

2.1. #####

######## ####	####### ####	####	##########	######### ####–#####
#####_####	###### #####	MTX_SPIN | MTX_RECURSE	_gmonparam, cnt.v_swtch, cp_time, curpriority, mtx.mtx_blocked, mtx.mtx_contested, proc.p_procq, proc.p_slpq,	setrunqueue, remrunqueue, mi_switch, chooseproc, schedclock, resetpriority, updatepri, maybe_resched, cpu_switch, cpu_throw,

######## ####	####### ####	####	##########	######### ####–#####
			proc.p_sflag, proc.p_stat, proc.p_estcpu, proc.p_cpticks proc.p_pctcpu, proc.p_w-chan, proc.p_wmesg, proc.p_swtime, proc.p_slp-time, proc.p_runtime, proc.p_uu, proc.p_su, proc.p_iu, proc.p_uticks, proc.p_sticks, proc.p_i-ticks, proc.p_oncpu, proc.p_lastcpu, proc.p_rqindex, proc.p_heldmtx, proc.p_blocked, proc.p_mtxname, proc.p_contested, proc.p_priority, proc.p_us-rpri, proc.p_nativepri, proc.p_nice, proc.p_rtprio, pscnt, slpque, itqueuebits, itqueues, rtqueuebits, rtqueues, queuebits, queues, idqueuebits, idqueues, switchtime, switchticks	need_resched, resched_wanted, clear_resched, aston, astoff, astpending, calcru, proc_compare
##86###_####	###86### #####	MTX_DEF	vm86pcb	vm86_bioscall
#####	#######	MTX_DEF | MTX_RE-CURSE	###### ##########	####
#######_####	######## #####	MTX_SPIN | MTX_RE-CURSE	callfree, callwheel, nextsoftcheck, proc.p_it-callout, proc.p_slpcallout, softticks, ticks	

2.2. ###### #########

#######. ######### #### ### ###### ## #######(9).

2.2. ###### ######### ####

######## ####	##########
allproc_lock	allproc zombproc pidhashtbl proc.p_list proc.p_hash nextpid
proctree_lock	proc.p_children proc.p_sibling

2.3. ########## #########

####. #######, ### #### ######## ## ### ######### ### ####### ###### ########## ## ######### ## ######(9).

###, ######## ##### ############### ########## #### ## ####### ### ########## #### ########## ######### #########.

- mtx.mtx_lock

3. ######

#######, ## *Kobj* ######## ## ############### # ########### ###### ### ### ######. ## #### ### #### ##### ######## ## ####### ### ########### ## ### ## ####### ## ##. #### ###### ########## ## ## ##### ### ####### #### ## ######### ## ### #### ### ####### ######## ###### ##############.

3.1.

######
##########.

######
########.

#####
#######.

#########
#######.

3.2. ####

########. #### ########### ##### # ###### ## ## #### ## # ##–##### ########. ### ############## ####### ## #### ## ######## ######## ### ###### ###### # ###### ###### #####.

#######–#####. ###### ### ### ##### ## ########. ### ########### ######### # ##### ### ########## ## #### ### #####. # ###### ## ## ######## ## #### ###### ########### ###### ### ###### ##### ## ### ##### ## ### ####### #### ## ## ####### ########### ##### ###########. ### ##### ###### ## ## #### # ######## ## ######### ## ###### ## ####### ######### ### ############## ######### ### ###### ########## ### # ######. ### ######### ######## ##### ## ### ###### ## ##### ### ###### ## ########## #### ### ###### ########## ## # #### #### ### ##### ########## #### ### ######## #####. ## ### ###### ## ### ###### ### ######### ######## ######## ## ### ### ###### ##### ## #### ### ######. ## ### ###### ## ##### #### ### ########## ######## ###### ### ##### ## ####; #########, ### ####### ######## ########## #### ### ###### ########## ## ####.

#########:

```
object->cache<->class
```

3.3. #####

3.3.1.

```
struct kobj_method
```

3.3.2.

```
void kobj_class_compile(kobj_class_t cls);
void kobj_class_compile_static(kobj_class_t cls, kobj_ops_t ops);
void kobj_class_free(kobj_class_t cls);
kobj_t kobj_create(kobj_class_t cls, struct malloc_type *mtype, int mflags);
```

```
void kobj_init(kobj_t obj, kobj_class_t cls);
void kobj_delete(kobj_t obj, struct malloc_type *mtype);
```

3.3.3.

```
KOBJ_CLASS_FIELDS
KOBJ_FIELDS
DEFINE_CLASS(name, methods, size)
KOBJMETHOD(NAME, FUNC)
```

3.3.4.

```
<sys/param.h>
<sys/kobj.h>
```

3.3.5. ######## ## #########

#########. ######## ### ######### ######## ######## # ######## #### ### ###### src/sys/kern/makeobjops.pl ### ### ## ######## ### ###### ### #### ### ### ###### ############ ### ###### ###### #########.

####: #include, INTERFACE, CODE, METHOD, STATICMETHOD, ### DEFAULT.

#include ######### ### #### ####### ## ## ###### ######## ## ### #### ## ### ######### #### ####.

#######:

```
#include <sys/foo.h>
```

INTERFACE ####### ## #### ## ###### ### ######### ####. #### #### ## ############ #### #### ###### #### ## [######### ####]_[###### ####]. ### ###### ## ######### [######### ####];.

#######:

```
INTERFACE foo;
```

CODE ####### ###### ### ######### ######## #### ### #### ####. ### ###### ## CODE { [whatever] };

#######:

```
CODE {
 struct foo * foo_alloc_null(struct bar *)
 {
  return NULL;
}
};
```

METHOD ####### ######### # ######. ### ###### ## METHOD [return type] [method name] { [object [, arguments]] };

#######:

```
METHOD int bar {
 struct object *;
 struct foo *;
 struct bar;
};
```

DEFAULT ####### ### ###### ### METHOD #######. ## ####### ### METHOD ### #### ## ####### ### ##–##### ######## ### ######. ### ######## ###### ## METHOD [return type] [method name] { [object; [other arguments]] }DEFAULT [default function];

#######:

```
METHOD int bar {
 struct object *;
 struct foo *;
 int bar;
} DEFAULT foo_hack;
```

STATICMETHOD ####### ## #### #### ### METHOD ####### ###### ### #### #### ## ### ## ### #### ## ### ###### ######### ## ####### ## ####_# ##### ## #########. ####### STATICMETHOD ###### ## ### #### #### ##### ########## ## #####. #### ## #### ###### ### ####### ####### ######## ### ## # ####### ###### #####.

########:

```
src/sys/kern/bus_if.m
src/sys/kern/device_if.m
```

3.3.6. ######## #

#####. # ##### ######## ## # ####, # ##### ## #######, ### ### #### ## ####### ## ###### ###### ######## ########## ### ####. ## ###### ### ##### ### ### ##### DEFINE_CLASS(). ## ###### ### ###### ##### ###### ## ##### ## ####_######_# ########## ## # #### #####. #### ######## ##### ### ## ####### ##### ### ##### KOBJMETHOD().

#######:

```
DEFINE_CLASS(fooclass, foomethods, sizeof(struct foodata));

kobj_method_t foomethods[] = {
 KOBJMETHOD(bar_doo, foo_doo),
 KOBJMETHOD(bar_foo, foo_foo),
 { NULL, NULL}
};
```

##########. ######### ## ### ##### ## ### ###### ## ### #### #### ### ##### ## ## ## ########## # ########## ######### #####, #### ###### #### ## ## ####. #### ### ## ########## ## ######### # struct kobj_ops ### ##### kobj_class_compile_static(); #########, kobj_class_compile() ###### ## ####.

3.3.7. ######## ##

######. #### ###### ######## ######## ###### #### #### #### ## ## ### #### ## ## ######. ## #### ## ### ########## ### #### #### ## ######## ### ###### ######## ### #### ### kobj_init() ## ### #### ####### ## ##; #########, ### ### ### kobj_create() ## ######## ### ########## ### #### ####### ## ### ###### ##############. kobj_init() ### ##### ## #### ## ###### ### ##### #### ## ###### ####.

####_######.

#######

```
struct foo_data {
 KOBJ_FIELDS;
 foo_foo;
 foo_bar;
};
```

3.3.8. #######

#####. #### ## ## ###### ## ##### ### ######### #### ### ### ###### #### #### # ### ####–

#########. ### ######### #### ###### ## ############ #### ### ###### #### ##### # #_# ####### ####, ### ## ##### ####.

#######, ## ### ######### #### ### ### ### ### ###### ### ### #### ### #### ##### ##:

```
[return value = -] FOO_BAR(object [, other parameters]);
```

3.3.9. ########

kobj_create() ## ## ###### ###### kobj_delete() ### ## ###### ## ##, ### #### # ##### ## ## ###### ##### #### kobj_class_free() ### ## ###### ## ##.

4. ### ####

Evan Sarmiento

<*evms@cs.bu.edu*>

####® #######, root ### ########## #####. #### ######## ##########. ## ## ######## ###### root ## # ######, ## ##### #### ##### ######## ## ### ##########. ## ####### ##### ### ####### ##### ###### ### ##### ## root, ## ##### ## ######## ### ###### ###### ## ## ########. ############, ### ## ##### ######### ## ###### secure levels. #########, ####### ######## ##### ## ####### #### ####### 4.0 ### ######, ## # ####### ###### ####(8). #### ####### ## ########## ### #### ####### ############ ## ######### ##### ### ###### ###### ### ####. ### ########, # ###### ####### ###### ###### ######### ######## ### ####, ####### ######## ###### #####, ## ####### ### ###### ## ### #### ############.

#####. ###### ### ####### ########## ########## ######## #### ## ######, ####, ### ######## ###### #####, ## #### ## ## ######## ##### root ###### ### ####, ## ## #### ## #########, ### ### # ############. #### ####### ###### ######## ## ### ######### (###### ####) ## ####. ### ########### ## ### ## ### ## # #### ### ### ######## ##### ## #####.

4.1.

######: ### ######## #######, ####(8), ### ### #### ########## ###### ### ######: ### ####(2) ###### #### ### ########## ############. # #### ## ########## ### ######## ######## ### #### ### #### ## ########### ###### ### ######.

4.1.1. ########

/usr/src/usr.sbin/jail, ########## ## ### ####, jail.c. ### ######## ##### ##### #########: ### #### ## ### ####, ########, ## ########, ### ### ######## ## ## #########.

4.1.1.1. ####

jail.c, ### ##### ##### # ##### #### ## ### ########### ## ## ######### ######### struct jail j; ##### ### ######## #### /usr/include/sys/jail.h.

jail ######### ##:

```
/usr/include/sys/jail.h:

struct jail {
        u_int32_t       version;
        char            *path;
        char            *hostname;
        u_int32_t       ip_number;
};
```

###, ##### ## ## ##### ### #### ## ### ######### ###### ## ### ####(8) #######, ### ######, #### ### ### ###### ### #########.

```
/usr/src/usr.sbin/jail/jail.c
char path[PATH_MAX];
...
if (realpath(argv[0], path) == NULL)
    err(1, "realpath: %s", argv[0]);
if (chdir(path) != 0)
    err(1, "chdir: %s", path);
memset(&j, 0, sizeof(j));
j.version = 0;
```

```
j.path = path;
j.hostname = argv[1];
```

4.1.1.2.

####(8) ####### ## ## ## ####### #### ##### ### #### ### ## ######## #### ### #######. ####(8) ########## ### ## ####### ##### #### #### #### ##### ### #### ###### ## ## j (### jail #########).

```
/usr/src/usr.sbin/jail/jail.c:
struct in_addr in;
...
if (inet_aton(argv[2], &in) == 0)
    errx(1, "Could not make sense of ip-number: %s", argv[2]);
j.ip_number = ntohl(in.s_addr);
```

####_####(3) ######## ########## ### ######### ######### ###### ## ## ######## #######, ######## ### ####### #### ### ######### ########.# ### ip_number ###### ## ### jail ######### ## ### #### #### ### ## ####### ###### #### ### in ######### ## ####_####(3) ## ########## #### #### #### ##### ## #####(3).

4.1.1.3. ####### ###

#######, ### ######## ####### ##### ### #######. #### ### ####### ## ########## ####### ###### ### #### ######## ### ####### ##### ##### #####(3).

```
/usr/src/usr.sbin/jail/jail.c
i = jail(&j);
...
if (execv(argv[3], argv + 3) != 0)
    err(1, "execv: %s", argv[3]);
```

###, ### jail() ######## ## ######, ### ### ######## ## ### jail ######### ##### ### #### ###### #### ### ######### ##### ## ### #######. #######, ### ####### ### ####### ## ########. # #### ### ######## ### #### ## ########## ###### ### ######.

4.1.2. ######

/usr/src/sys/kern/kern_jail.c. #### ## ### #### ##### ### ####(2) ###### ####, ########## #######, ### ########## ######### ### #######.

4.1.2.1.

kern_jail.c, ### ######### ####### ### #######:

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c:

int     jail_set_hostname_allowed = 1;
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, set_hostname_allowed, CTLFLAG_RW,
    &jail_set_hostname_allowed, 0,
    "Processes in jail can set their hostnames");

int     jail_socket_unixiproute_only = 1;
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, socket_unixiproute_only, CTLFLAG_RW,
    &jail_socket_unixiproute_only, 0,
    "Processes in jail are limited to creating UNIX/IPv4/route sockets only");

int     jail_sysvipc_allowed = 0;
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, sysvipc_allowed, CTLFLAG_RW,
    &jail_sysvipc_allowed, 0,
    "Processes in jail can use System V IPC primitives");

static int jail_enforce_statfs = 2;
```

```
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, enforce_statfs, CTLFLAG_RW,
    &jail_enforce_statfs, 0,
    "Processes in jail cannot see all mounted file systems");

int    jail_allow_raw_sockets = 0;
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, allow_raw_sockets, CTLFLAG_RW,
    &jail_allow_raw_sockets, 0,
    "Prison root can create raw sockets");

int    jail_chflags_allowed = 0;
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, chflags_allowed, CTLFLAG_RW,
    &jail_chflags_allowed, 0,
    "Processes in jail can alter system file flags");

int     jail_mount_allowed = 0;
SYSCTL_INT(_security_jail, OID_AUTO, mount_allowed, CTLFLAG_RW,
    &jail_mount_allowed, 0,
    "Processes in jail can mount/unmount jail-friendly file systems");
```

######(8) #######. ########## ### ######, ##### ######## ####### ### ########## ## ##### ####. ### #######, ### #### ## ### ##### ###### ## security.jail.set_hostname_allowed.

4.1.2.2. ####(2) ######

#####, ### ####(2) ###### #### ##### ### #########, struct thread *td ### struct jail_args *uap. td ## # ####### ## ### thread ######### ##### ######### ### ####### ######. ## #### #######, uap ## # ####### ## ### ######### ## ##### # ####### ## ### jail ######### ###### ## ### ######## jail.c ## #########. #### # ######### ### ######## ####### ######, ### ### #### ### ####(2) ###### #### ### ##### # jail ######### ## ### ### ########.

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c:
/*
 * struct jail_args {
 *  struct jail *jail;
 * };
 */
int
jail(struct thread *td, struct jail_args *uap)
```

#########, uap->jail ### ## #### ## ###### ### jail ######### ##### ### ###### ## ### ###### ####. ####, ### ###### #### ###### ### jail ######### #### ###### ##### ##### ### ######(9) ########. ######(9) ##### ##### #########: ### ####### ## ### #### ##### ## ## ## ###### #### ###### #####, uap->jail, ##### ## ##### ##, j ### ### #### ## ### ########. ### jail ######### ####### ## uap->jail ## ###### #### ###### ##### ### ## ###### ## ####### jail #########, j.

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c:
error = copyin(uap->jail, &j, sizeof(j));
```

jail.h. ## ## ### prison #########. ### prison ######### ## #### ########### ###### ###### #####. #### ## ### ########## ## ### prison #########.

```
/usr/include/sys/jail.h:
struct prison {
        LIST_ENTRY(prison) pr_list;                     /* (a) all prisons */
        int             pr_id;                  /* (c) prison id */
        int             pr_ref;                 /* (p) refcount */
        char            pr_path[MAXPATHLEN];            /* (c) chroot path */
        struct vnode    *pr_root;                       /* (c) vnode to rdir */
        char            pr_host[MAXHOSTNAMELEN];        /* (p) jail hostname */
        u_int32_t       pr_ip;                  /* (c) ip addr host */
        void            *pr_linux;              /* (p) linux abi */
        int             pr_securelevel;             /* (p) securelevel */
        struct task     pr_task;                /* (d) destroy task */
```

```
        struct mtx       pr_mtx;
    void            **pr_slots;                 /* (p) additional data */
};
```

####(2) ###### #### #### ######### ###### ### # prison ######### ### ###### #### ####### ### jail ### prison #########.

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c:
MALLOC(pr, struct prison *, sizeof(*pr), M_PRISON, M_WAITOK | M_ZERO);
...
error = copyinstr(j.path, &pr->pr_path, sizeof(pr->pr_path), 0);
if (error)
    goto e_killmtx;
...
error = copyinstr(j.hostname, &pr->pr_host, sizeof(pr->pr_host), 0);
if (error)
    goto e_dropvnref;
pr->pr_ip = j.ip_number;
```

####, ## #### ####### ####### ######### ###### #### ####_######(2), ##### ########## ### ######## ## ### # ####### #### ### ####.

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c:
/*
 * struct jail_attach_args {
 *      int jid;
 * };
 */
int
jail_attach(struct thread *td, struct jail_attach_args *uap)
```

####. ## ########## #### ####_######(2) #### ### ##, ####### ########## ########## ## ######.

#######, #### ###### ####### ###### ## ########## ## ### thread #########, ##### ### ######### ### ######### ## ##### proc ##########. ### ### #### ### ########## ## ### thread ### proc ######### ## /usr/include/sys/proc.h. ### #######, ### td ######## ## ### ###### #### ## ######## # ####### ## ### ####### ######## thread #########, ## ###### ######. ### td_proc ###### ## ### thread ######### ####### ## td ## # ####### ## ### proc ######### ##### ########## ### ####### #### ######## ### ###### ########## ## td. ### proc ######### ######## ####### ##### ### ######## ### ####### ########(p_ucred), ### ####### ######## ######(p_limit), ### ## ##. ## ### ucred ######### ####### ## p_ucred ###### ## ### proc #########, ##### ## # ####### ## ### prison #########(cr_prison).

```
/usr/include/sys/proc.h:
struct thread {
    ...
    struct proc *td_proc;
    ...
};
struct proc {
    ...
    struct ucred *p_ucred;
    ...
};
/usr/include/sys/ucred.h
struct ucred {
    ...
    struct prison *cr_prison;
    ...
};
```

kern_jail.c, ### ######## jail() #### ##### ######## jail_attach() #### # ##### jid. ### jail_attach() ##### ######## change_root() ## ###### ### #### ######### ## ### ####### ########. ### jail_attach() #### ####### # ### ucred #########, ### ######## ### ##### ####### ucred ######### ## ### ####### ####### ##### ## ### #######–

prison ######### ## ### ucred #########. #### #### ##, ### ####### ####### ## ########## ## ######. #### ### ###### ####### jailed() ## ###### ## ### ###### #### ### ##### ####### ucred ######### ## ### ########, ## ####### 1 ## #### #### ### ########## ## ######### #### # ####. ### ###### ######## ####### ## ### ### ####### ###### ###### ### ####, ## ### ####### ##### #### ####(8), ## ## ##### ### ####(2) ###### ####. #### # ####### ## ######## ####### ######(2), ## ######## ### ###### ######## ## ### ######## ucred #########, ######### ## ### # ###### ucred #########.

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c
int
jail(struct thread *td, struct jail_args *uap)
{
...
    struct jail_attach_args jaa;
...
    error = jail_attach(td, &jaa);
    if (error)
        goto e_dropprref;
...
}

int
jail_attach(struct thread *td, struct jail_attach_args *uap)
{
    struct proc *p;
    struct ucred *newcred, *oldcred;
    struct prison *pr;
...
    p = td->td_proc;
...
    pr = prison_find(uap->jid);
...
    change_root(pr->pr_root, td);
...
    newcred->cr_prison = pr;
    p->p_ucred = newcred;
...
}
```

#######, ### ####(2) ###### #### #### crhold() ## ######## ### ########## ### ### ##### ###### #######. ## ########## #### ### ##### ###### ####### ########## ###–####### #### ### ######, ## ### ##### ####### ## #### ######.

```
/usr/src/sys/kern/kern_fork.c:
p2->p_ucred = crhold(td->td_ucred);
...
td2->td_ucred = crhold(p2->p_ucred);
```

4.2.

########## ### ###### ##### ### ###### ############ ######## ## ###### #########. #######, ##### ##–########## #### ##### ####### ### ####### ## ######, ### ## ##, ####### ## #####. ### #######:

```
if (jailed(td->td_ucred))
    return (EPERM);
```

4.2.1. ####

########. ######### ### #### #### ##### ##### ######## ##### #### #### ### ## ###. ### ######### ##### #### #### ######## ###: ######(3), ######(3), ######(3) ### ######(3). #######, # ######### #### ##### #### ####### ####### ### ##### #### ## ## ### ## ##### ## ###### ###

####. ### ## ##### ####### ### security.jail.sysvipc_allowed. ## #######, #### ###### ## ### ## 0. ## ## #### ### ## 1, ## ##### ###### ### ##### ####### ## ###### # ####; ########## ##### #### ### #### ##### ## #### ## ###### ######### ####### ### ###### ###########. ### ########## ####### # ####### ### # ###### ## #### ### ####### #### ######## ## ### ###### ######.

/usr/src/sys/kern/sysv_msg.c:

- msgget(key, msgflg): msgget ####### (### ######## #######) # ####### ########## #### ########## # ####### ##### ### ### ## ##### ##########.
- msgctl(msgid, cmd, buf): ##### #### ########, # ####### ### ##### ### ###### ## # ####### ##########.
- msgsnd(msgid, msgp, msgsz, msgflg): msgsnd ##### # ####### ## # #######.
- msgrcv(msgid, msgp, msgsz, msgtyp, msgflg): # ####### ######## ######## ##### #### ########

#########, ##### ## #### ###########:

```
/usr/src/sys/kern/sysv_msg.c:
if (!jail_sysvipc_allowed && jailed(td->td_ucred))
    return (ENOSYS);
```

######### ###### ##### ##### ######### ## ########### ######### ## ##### # ### ## ########## #####–##### ## # ### ## ##########. ######### ########## ####### ####### ### ### ######### #### #########. #######, ####### ####### ## # #########, #### ## ##### ####, #### ##### ##### ### ######### ### #####–#######. ### ######### ######### ###### ##### ### ####### ###### # ####: ######(2), ######(2) ### ##–###(2).

/usr/src/sys/kern/sysv_sem.c:

- semctl(semid, semnum, cmd, ...): semctl #### ### ######### cmd ## ### ######### ##### ######### ## semid.
- semget(key, nsems, flag): semget ####### ## ##### ## ##########, ############## ## key.

  key and flag take on the same meaning as they do in msgget.
- semop(semid, array, nops): semop ######## # ##### ## ########## ######### ## array, ## ### ### ## ########## ########## ## semid.

######. ######### ### ########### ######## #### #### ##### ## ####### ##### ## ##### ####### ####### ##### ### #### ######## ### ####### #### ###### ## ### ###### ######. ##### ###### ##### ### ####### ###### # ###### ###########: #####(2), #####(2), ######(2) ### ######(2).

/usr/src/sys/kern/sysv_shm.c:

- shmctl(shmid, cmd, buf): shmctl #### ####### ####### ########## ## ### ###### ###### ###### ########## ## shmid.
- shmget(key, size, flag): shmget ######## ## ####### # ###### ###### ###### ## size #####.
- shmat(shmid, addr, flag): shmat ######## # ###### ###### ###### ########## ## shmid ## ### ####### ##### ## # #######.
- shmdt(addr): shmdt ######## ### ###### ###### ###### ########## ######## ## addr.

4.2.2.

######(2) ###### #### ### ####### ########### ###### ######### ## # ####### ######. ## ##### ## ######### ####### # ####### ###### ## ####### ## ## #######, ## ##### ###### ## ### ## ### ###### security.jail.socket_unixiproute_only ## ###. ## ###, ####### ### #### ####### ## ## ####### ## ### ###### ######### ## ###### PF_LOCAL, PF_INET ## PF_ROUTE. #########, ## ####### ## #####.

```
/usr/src/sys/kern/uipc_socket.c:
int
socreate(int dom, struct socket **aso, int type, int proto,
    struct ucred *cred, struct thread *td)
{
    struct protosw *prp;
...
    if (jailed(cred) && jail_socket_unixiproute_only &&
        prp->pr_domain->dom_family != PF_LOCAL &&
        prp->pr_domain->dom_family != PF_INET &&
        prp->pr_domain->dom_family != PF_ROUTE) {
        return (EPROTONOSUPPORT);
    }
...
}
```

4.2.3. ######## ######

#######. ### ## ### ########## ## ### #####(8) ####### ## ### ## #### ## # ###### ###########.

4.2.4.

######, #### ## ###, ###, ## ### ####. ## ### #### ### ## ### #### #####: ### ####### ##### 2. ##### ### ####### ########### ##### ### ##### ## ##### ## ####### # ###### ####### #### ####### # ######## ## # ####### ####### #### ## ### nam ######### ## ###. nam ## # ####### ## # sockaddr #########, ##### ######### ### ####### ## ##### ## #### ### #######. # #### ##### ########## ## #### sockaddr #### ## #### ## # ######## ### ######### ## ### ########### ### ### ###### ## #### ########. ## ### ######## in_pcbbind_setup(), sin ## # ####### ## # sockaddr_in #########, ##### ######## ### ####, #######, ###### ### ###### ###### ## ### ###### ##### ## ## ## #####. #########, #### ######### ### ######### #### #### ## ## #### ## ####### ### ####### #### #### ### ###### ## ### #### ## ##### ### ####### ####### ######.

```
/usr/src/sys/netinet/in_pcb.c:
int
in_pcbbind_setup(struct inpcb *inp, struct sockaddr *nam, in_addr_t *laddrp,
    u_short *lportp, struct ucred *cred)
{
    ...
    struct sockaddr_in *sin;
    ...
    if (nam) {
        sin = (struct sockaddr_in *)nam;
        ...
        if (sin->sin_addr.s_addr != INADDR_ANY)
            if (prison_ip(cred, 0, &sin->sin_addr.s_addr))
                return(EINVAL);
        ...
        if (lport) {
            ...
            if (prison && prison_ip(cred, 0, &sin->sin_addr.s_addr))
                return (EADDRNOTAVAIL);
            ...
        }
    }
    if (lport == 0) {
        ...
```

```
        if (laddr.s_addr != INADDR_ANY)
            if (prison_ip(cred, 0, &laddr.s_addr))
                return (EINVAL);
        ...
    }
...
    if (prison_ip(cred, 0, &laddr.s_addr))
        return (EINVAL);
...
}
```

prison_ip() ####. prison_ip() ## ##### ##### #########, # ####### ## ### ##########(########## ## cred), ### #####, ### ## ## #######. ## ####### 1 ## ### ## ####### #### ### ###### ## ### #### ## 0 #########. ## ### ### ### #### ### ####, ## ## ## ###### ## ## ####### ### ######### ## ### ####, ### ######## ## ### ####### ## #### ## #### #######.

```
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c:
int
prison_ip(struct ucred *cred, int flag, u_int32_t *ip)
{
    u_int32_t tmp;

    if (!jailed(cred))
        return (0);
    if (flag)
        tmp = *ip;
    else
        tmp = ntohl(*ip);
    if (tmp == INADDR_ANY) {
        if (flag)
            *ip = cred->cr_prison->pr_ip;
        else
            *ip = htonl(cred->cr_prison->pr_ip);
        return (0);
    }
    if (tmp == INADDR_LOOPBACK) {
        if (flag)
            *ip = cred->cr_prison->pr_ip;
        else
            *ip = htonl(cred->cr_prison->pr_ip);
        return (0);
    }
    if (cred->cr_prison->pr_ip != tmp)
        return (1);
    return (0);
}
```

4.2.5.

root ##### ###### ### #### ### ### ####### ## ##### ## ###### ### #### #####, #### ## #########, ###########, ### ############ #####, ## ### ########### ## ####### #### 0.

```
/usr/src/sys/ufs/ufs/ufs_vnops.c:
static int
ufs_setattr(ap)
    ...
{
    ...
        if (!priv_check_cred(cred, PRIV_VFS_SYSFLAGS, 0)) {
            if (ip->i_flags
                & (SF_NOUNLINK | SF_IMMUTABLE | SF_APPEND)) {
                error = securelevel_gt(cred, 0);
                if (error)
                    return (error);
            }
```

```
            ...
        }
}
/usr/src/sys/kern/kern_priv.c
int
priv_check_cred(struct ucred *cred, int priv, int flags)
{
    ...
    error = prison_priv_check(cred, priv);
    if (error)
        return (error);
    ...
}
/usr/src/sys/kern/kern_jail.c
int
prison_priv_check(struct ucred *cred, int priv)
{
    ...
    switch (priv) {
    ...
    case PRIV_VFS_SYSFLAGS:
        if (jail_chflags_allowed)
            return (0);
        else
            return (EPERM);
    ...
    }
    ...
}
```

5. ### ########

######## ## ### ######### ### # ######## #### #### ### ######## #########. ######## ######### #### ## ### ### ######## ############## ## ### #######. ######## ###### ######### ###### ########## ## ## #########, ### #####, ########, ### ######## ## ###### #### #### #### ### ###### ## ### ## ### ######## ## ###### ######## ###### ## #### # ########## ######## ############## ######## ### ######### ### ######. #### ###### #### ###### ###### ########, ######### ###### *KLD's*, ## ## ########## ########, ######, ### ###–######## ## #### #### ### ###### #### ##### ##### ### ###### ## ######## ########. #### ## ############ ##### ### ######## ######## ### ######## #####.

5.1.

###

####.

5.2. ########

######## ###### ## ### ######## ## ### ###### ## #### ###### #### ######## ## ######## ######### ########–### # ######### ###### ### ##### ## ######## ## # ###### ########## ##### ## ####. #### ###### ####–##### ## ###### # ######## ####. ######## #### ### ###### #### ## ######## ### #### #### ########## #### ########## #### #####, ########, ### # ######## ## ### #### ## #### ## #### #########.

######## #### ### ########## #### ######## ### ######### ### #########. ### ##### ######## ## # ###–###### ## ###### ## ######## ##### ### ######### ######## ## #########. ######## ########### #### ### ## <sys/kernel.h> ## ### #### #### sysinit_sub_id. ### ###### ######## #### ## ## ######## ##### ###### ### ###–######. ######## ########### ######### ######## ###### ### ## <sys/kernel.h> ## ### #### #### sysinit_elem_order.

########. ######## ######## ## ###### ######## ### ###### ###### #####, ### ######## ######## ## ###### ######## ### ###### ###### ######. ###### ########## ##### ### ###### ######## ######### ## ########## #### ##########, ### ######## ### ######## ########## ######### #### # ######## ## ########## ### ### ##### #### #########. ###### ######## ###### ##### ##### SYSINIT() ##–######. ######## ######## ### #### ######## #### ### #### ## # ### ######### ###### ### DRIVER_MODULE() ## ######## # ######## #### ######## ### ###### ###, ## ## ## ########, ########### ### ######. ## #### ## # ### ###### ######## ## ######## ### #### #### SYSINIT() ######. ### ###############, ##### ### ### #### ## # ### #########, ### DEV_MODULE().

5.3. #####

5.3.1.

5.3.1.1.

```
<sys/kernel.h>
```

5.3.1.2.

```
SYSINIT(uniquifier, subsystem, order, func, ident)
SYSUNINIT(uniquifier, subsystem, order, func, ident)
```

5.3.2.

SYSINIT() ##### ######## ### ######### ######## #### ## ######### ######## #### ### ### ######## ## #### ### ######## # ######## ## ###### ######## ### ###### ####. SYSINIT() ##### # ########## #### ########

####, ### ######### #####, ### ######### ####### #####, ### ######## ## ####, ### ### #### ## #### ### ########. ### ######### #### #### # ######## ####### ########.

5.1. ####### ## # SYSINIT()

```
#include <sys/kernel.h>

void foo_null(void *unused)
{
	foo_doo();
}
SYSINIT(foo, SI_SUB_FOO, SI_ORDER_FOO, foo_null, NULL);

struct foo foo_voodoo = {
	FOO_VOODOO;
}

void foo_arg(void *vdata)
{
	struct foo *foo = (struct foo *)vdata;
	foo_data(foo);
}
SYSINIT(bar, SI_SUB_FOO, SI_ORDER_FOO, foo_arg, &foo_voodoo);
```

SI_SUB_FOO ### SI_ORDER_FOO #### ## ## ## ### sysinit_sub_id ### sysinit_elem_order ###### ## ######### #####. ###### ### ######## #### ## ### #### ### ## ### ######. ### ### #### ### #### ### ########## ### ##### # ####### #### ### ##. #### ####### ##### # ####### #### ##### ## ## ### #### ###### ###### ### ######### #### ###### ###### ###### ##########.

5.2. ####### ## ######### SYSINIT()

```
static void
mptable_register(void *dummy __unused)
{

 apic_register_enumerator(&mptable_enumerator);
}

SYSINIT(mptable_register, SI_SUB_TUNABLES - 1, SI_ORDER_FIRST,
   mptable_register, NULL);
```

5.3.3.

SYSUNINIT() ##### ####### ######### ## ### SYSINIT() ##### ###### #### ## #### ### ####### #### ## ######### ######## #### ###.

5.3. ####### ## # SYSUNINIT()

```
#include <sys/kernel.h>
```

```
void foo_cleanup(void *unused)
{
	foo_kill();
}
SYSUNINIT(foobar, SI_SUB_FOO, SI_ORDER_FOO, foo_cleanup, NULL);

struct foo_stack foo_stack = {
	FOO_STACK_VOODOO;
}

void foo_flush(void *vdata)
{
}
SYSUNINIT(barfoo, SI_SUB_FOO, SI_ORDER_FOO, foo_flush, &foo_stack);
```

6. ### ########## ###

Chris Costello and Robert Watson.

6.1. ### ############

###–##### ### ####### ########## ############, ### ######## ######## ######## ## ####### ##########, ###. ##### #####/###### ######## #66001#01###8035 (#######), ## #### ## ### ##### ##### ######## #######.

############## ### ### ## ###### (#### #######) ### ########## ##### (####, ####, ###, ##########, ### ### ## #####) #### ## ####### ############, ### ######### ######## #### ### ######### ########## ### ###:

1. ############### ## ###### #### (#### #######) #### ###### ### ##### ######### ######, #### #### ## ########## ### ### ######### ########## ## ### ##### ##### ## #### #### ##########.

2. ############### ## ######## #### (########## ## ##### ####, ######### ## ###, ##########, ### ### ##### #######) #### ######### ### ##### ######### ######, #### #### ## ########## ### ### ######### ########## ## ### ############# ###/## ##### ######### ######## #### ### ############.

#########

##########, ### ### ### ### ### ### ####### ## ####### ##########, #########, ### ### ####### ##, ### ##–##### ########## ## ############### ### ####### ### # ########## ####### ### ###–#######. ## ## ##### ##### ######## ########## ##########, ### ## ###### ### ### ######, ########, ##########, #######, #########, ## ############ ####### (##–#######, ### ### ####### ##, ########## ## ########## ##### ## ########; #### ## ###, ####, ## #######; ## ######## ############) ####### ###### ### ## ### ###### ## #########, ####### ## ########, ###### #########, ## #### (######### ########## ## #########) ####### ## ### ### ### ## ### ### ## #### ##############, #### ## ####### ## ### ########## ## #### ######.

6.2.

####### ######## ############ ####### ### ####### ######### ###### ####### ########, ## #### ## # ######### ### ###### ######## ##############, ### ########## ### #########. ### ### ######### ## # ######### ###### ####### #########, ########## ### ######## ######## ## ## ###### ###### #### ### ######, ###### ## ####, ## ###### ########## ## ########. ### ######### ######## # ####### ## ######## ## #### ## ###### ## ######### ### ######## ########, ######### ### ####### ## ###### ### ######## ###### (#### ## ############### ###########) #### ###### #######.

######.

6.3.

#####. ### ###### ######## ### ## ########## ## ###### ####### ### ###### ## ### ######; ## ######## ###### ####### ### #######, ##### ####### #### ## ########. ### ### #####–#### ######## # ####### ## ###### ####### ############## ######## ## ###### ###### #######, ######### ####### ### ######### ### ########## ############### ###### ######## ######. #### ####### ## ###–###### ########## ############.

#######, ## #### ## ######### ######### ## ########## ############, ## ##### ##### ### ### ### ######### ######## ###### ####### ######### ## ### ######.

6.4. ######

######### ###### ####### (###), ###### ## # ### ## ###### ####### ######## #### ### ########## ##–###### ## ##### ## ### ######### ######. ### ######## ### ## ########## #### ############# ###### ###–#### (###) ###########, ## ##### ################## ##### ### (## ##### ##########) ####### #######. ## ########## #### #######, ### ########## ####### #### ########## ### ###### ####### #####; ### ########## ####### ####### ######## ########## ########## ######### ### #########. # ####### ## ### ######## #### #### ########## ## ######### ###### ######### ### ######## ##########, ######### ### ########## ######## (###) ############### ######, ### #### ######### ######, ########## ###### ###–#### (####), ###### ### #### ########## (###), ### #### ########## (##). #### ##### ##### ######### ## # ####### ## ########, ######### #### ########, ####, ### ######## #########, ## #### ## ######## ###### ## ####### ############ ######## #### ## #### ########## ### #########.

####–####, ## #### ## # ##### ##### ## ###### ######### ########, ##### ### ### ######## ######## ########–##, #### ## #### ### ##### ###, ## #### ## ######## ########## ## #####, ### ##### ###### ##########. ## ########, ####### ### ####, ### ### ######### ### #### ## #### ## ######### ###### ############ ########, ## ###### ####### ### ##### ########## ########## ## ### #### ######### ##########.

6.5. ### ######### ######

######, ## #### ## ######### ############## ############# ######## ## #### ###### ####### ####### ## ######## ######## ### ############## ######, ### ### ######### #### ######## (### #### ########## ## ######) ####### ### ####### ## ### ########.

6.5.1. ######

########:

- ######### ########## ##########
- ########### ### ############### ##########.
- ###### ############
- ########## ######## ##### ### ###### #######
- ###### ##### ##### ########### #########
- ##### ########## ##########
- ##### ##### ### ####### ## ###### ########

- ##### ##### ### ## ###### #######
- ##### ###### ############### (###### #### #####, ###### #### #####/##### ##########, ###### ####### ######).
- ############### ############### ###### #####
- mac_syscall() ######### ###### ####
- ####### ######## ######## ########## ## ### ###### #######

6.5.2. ######### ##########

########, ###### ########, ### ###### #####.

#####, ######## ### ###### ######## ## ### #### #### ###### ### #### ##########, ### ####### ######## #### ## ########## ## ########## ######## ## ####### ###### ##########. ## ########, ## ### ######### ####### ## ######## #### ### ######, ####### ######## #### ## ########## ######## ##–### ##########. ## ## ######### ######### #### ############# ########## ######## ### ## #### ## ###–#### ###### ######## ## ########## ############, ## #### ####### ###### ### ######### ## ### ###### ########. #######, ########## ######## ###### ## #########, ## #### ####### ####### ########## ### ####### ########## ########## ### ###### #######.

####### ### ######### ## ###### ####### ## ######### ##### ### ###### ###### ########## ###### ##### ### ##### ###### ##########, ######### #### ###### #########; ###### ####### #### #### ### ########## ## ######### #### ### ###### ######, ######### ########## ######### ######### ## ### ######.

6.5.3. ###### #### ############ ###

########, ### ### ########## ## ##### ###### ## ##########, ############### ## ######## ## ####### ####### ## ######### ## ######## ##### ## ##### ##### ######–#### ## ## ########, ######## ### ### ## ###### ######## ### ### ########. #### ## ########### ## ###### ## # ######### #### #####: ######## ## ##### ##### ## ########, ### #### ##### ## ###########; ######## ## ## ######, ### #### ##### ## ###########. ##### ### #### ##### ## ########, ###### #### ####### ### ### #########, ### ####### ########## ## ###### ### ###### #### #### ##### ##### ### #### ## ### ####. ### #### ##### ## ######### ## # #####, ### # ######### ######## ## #### ## #### ## ######## ####### ## ###### #### ##############. ### #### ###### ## #### ############### ##### ## #### ######### #### ### ### ######### #### ###### # ###### ###### ## #########, ######## ### ######### ####.

####### ############# ### #### ## ###### ### ######## ## ### #### #####, ######### ######## ### #### #### ## ############ ### ############ ## ### #### ## ##### ## ######## #### ###### ####### (######## #### ### ###### ###### ### ###### ######, ### ###### ## ########). # ############ ###### ## #### ###–##### ##### ######## ### ###### ## ### ### ## ###### ######## ## ########, ##### ########## ### ##### ####### ##### ########## #### ########## ########### ###### ### ######## ######## ## ##########–#### ## ## ###### ########.

######, # ###### ##### #### ###### ## ####; ## # ######, ## ## ######## ### ### #### ## ###### ####### ## ##### ### # ########### ###### ## #### ####### ### ### ######### ## ###### ####.

6.5.4. #####

####, ### #####–####### ##### ## #### #### ### ###### #### ### ### ######### ## #########, ######## ######### ####### ########## ## ### ### ######### ## ######### ############. ## #######, ######## ###### ##########–#### ## ###### ###### #### ## #### ## ####### ### ######### ######## ###### ## ### ######: ### #######, ### ###### ## ####### ### ######### ##### ### ######## ###### #####. ########, ######### ### ######–

#######: ### ###########, ############# ######### ### ########## ### ##### ######## ## #### ### ######### ## ### ########## #########. ### ### ######### ####### ######### ##### ## ####### #### ####### #### ## ###### #########. ###### ####### #### ## ##### ## ##### ############### #########, ## #### #### ######### ##### ### ##### ## ######## ######### ## ######: ### #######, #### # ######### ######### ## # ########## ## ###### ## # ###### ### ## ##### #####, #### #### ########## ### ######### ## ### ##### ##### ######## ## ### ##########.

6.5.5. ###### ############### ###

######. ## ### ###### ###### ##### ### ## ####### #####, #### ### ######## ### ### ## ############### ########## ###### ### ###### ## ####### ############ ##### ## #### ##### ######### ## ######### ######### ## ### ######. ######## #### ######### ## #### ## #### ### ## ######## ####### ############### ########## ### #### #######, ######### #######, ##### #####, ######### #########, ### ######## ##########. #######, ####–#### ###### ## ####### ## ###### ##### ########## #########, ########## ######## ###### #### ######, ### ########## #### #### ##### ###### ### ### ######### ## #####, ######## ### ### ## ########## ## ##### ##### ###### ## ####### ### ###### ##########.

##########, #### #### ######### #### ## ####### ### ### ###### ##### ## ##### ## ##### ######### ### ###### #### ##### ## ######## #### #########. #### #### ######## ###### ##### ## #### ##### ## ### ###### #### #####, ####### ## ##### ########.

6.5.6. ######

########: # ###### ####, ### # ####### ####. ### ##### ###### #### #### ####### ## ##### ####### #########: ## ######## ######### ##### ## ### ######## ## #### ### ## ### ###### ####. #### ###### ####### ########## ### ######### ######## ### ######, ### ###–### ###### #### ### SYSINIT ## ###### # ############ ########; #### # ###### ###### ## ########, SYSINIT #### ######## ###### # ############### ########. ############ ### #### ## # ###### ###### ## ###### #### #### ####, ## ############ ######### ### ######### ### ### ############ (### #######, ### ###### ##### ####### ######## ### ############ ######## ##### ##### ## #########), ## ##### ###### ######–####### ##### ### ## ### (#### ######## ### #### ## ###### ##### ## ####). ########, ############### ### #### ## # ###### ## ######## ## ### ##########.

6.5.7. #####

####: #### ###### # ###### ## #### ## ###### ### ######### ## ######## ######, ### #### ####### # ############### ##### ######### ####### ## ######–########### #######. ### ##### ####### ## ########## ## ### ### ######### ### ##### ########## ##### ######, ### ######## ### ######### ## ##### # ######## ####### ## ###### ####### ####### ########## ############ ####### ## ### ###### ######### ########## ### ######. ### #######, ##### ######## #### #### ##### ## #########, ####### ##########, #######, #####, ######, #####, ####### ##########, ## ##–######## ######, ### # ####### ## ##### ################## ##########. ###### ######## #### ###### ### ### ######### #### #### ####### ######### ######## ######### ##########, ########## ###### ####### ## ####### ##### ######### ##### ## ##### ### ######## (######## ######### #### ###### ## ######## ######). #### ## ##### ######## ######## ######### #### ## ######## ###### ####### ######; ########, #### ###### #### ####### ######## ######### #### ## ###### ######## ### ######## ### ##### ########## ## ######## ###–######.

6.5.8. ######

####, ### ####### ## ### ###### ####### #### ## ######## ## ### ######### ##### # ########### ########. #### ######## ## ######### ##########, ### ######## #### ### ###### ######## #### ######## # ######## ### ## ## ###### #######. ## ######## ### ###### # ######## ## ##### ########## (#######, ###### ######, ###### #### ### #####, ...), # ########## ######## ######## ### ######### ##### #### ### ### ## ###### ######## ## ########. ## #######,

########## #### ## ###### #### ### ##### #### ## ######### ## ###### ########## #### ###### ## ## ###### ## ######. ##### ## ## ### ########## #### ### ######### ########### #### ## ###### ## ######, ## #### ##### #### ## ## ### #### ###### ########## ## ########. ### #######, ########### ####### ####### ##### #### #### ### ## #### ######## ##### # ####### ###########.

6.5.9. ########

#######, ### ### ######### ######## # ### ## ############### ##### ########## ###### ##### ######## # ####### ## ############ #######. ###### ##### ##### ####### ######### ###########, ########### ######, ######### ######, ###–#########, #######, #####, ### #####. ## ###### ########, ## #### #### ###### ####### ### #### ## ###–####### ###### ### ######### ## ######### ########## #### ## ######. ###### ####### ########### ## ### ############### ### ############### ## ############ ###### ######## ## #### ############, ### ### ###### ######## ##### ######## ## ############ ## #######.

######### ###### ### ###### ## ############### struct label, ##### ######## ## # ############ ##### ## ######, #### ####### # void * ####### ### # long. ######## ########### ### ##### ####### #### ## ######## # ###### ##########, ##### ### ## #### ## ########### ### ##### #######. ### ######### ## ### ####### ### #### ######## ## ## ### ###### ######: ####### ### ######## #### # ####### ## ##### ###### ########## #### ### ###### ###### #### #####, ######### ##############, ###########/########, ### ###########. ##### ##### ##########, ## ## ######## ## ######### ######### ######## ### ##### ####### ######. ##–#### ###### ## ### ###### ######### ## ######### ### ######## ## ###### ####### ## ######## # #####, ## ### ### ######### ######### ###### #### # ####### ## ### ###### ### # ###### ####### ## ### ######## ##### #### ##### ######. ### ####### ######### ## #### #### ## ### ####### ##########, ##### #### ## ######## ############ ## ###### ### ########## #####. #### ### ###### ## ###### ######### ## ### ### #########.

############### ##### ###### ########## ####### # ######## ########### #### ########## ####### ## ### ## ############### ## ######### ## #####; ## ######## ## ### #########, # ####### ### ## ######## ## ###### ########## ## ### ##### (### ##### ######). #### ### #####, ### #######, ## ### ####### ##### ###### ######### ########, ##### ######## ## ### #########, ## ##### ### ###### ##### # #####. ### ## ### ########### #### ## ########### ###### ## ######### ####### ####### (#####), ######## #### #######–##### ####### # ########### #### #### ###### ## #########. ########### ###### ######## ###### ### ## ###### #### ## #### ## ###### ### #### ##### ##### #### ######## ### ### #### ###### ## ## ######, ## ####### ### ####### ##### #### ### ###### ## ######. ### ### ######### ########## #### ############## ##### ##### #### #### # 0 ## #### #####, ##### ######## ### ### ## ###### ############## ######. #######, ## ########## ## #### ###### ## ###########, ######## #### #### ## #### ## ###### # #### ##### ####### ### ##### ## #### #### #### ###### ###########.

######, ####### ####### ## ######## ### ### ########## ####### ## ######## ###### ## ######## ##########. ##### #########, ######## ######### ############ ### #### ## ###### ########## ######## ####### ## ######## ###### ## ################## #### ####### ## ####### #### ## ### ###2 #### ######. ###### ####### ### ###### ## ######### ########## #### ###### ###### ###### ##### ### (## ####) ######## ##########. ### ########## #######, ### ##### ##### (v_label) ## # ##### ## ### ####### #####; ######## ### #### ## #### ###### #### ### ##### #### ### ##### ## ############, ### ###### ### ##### ## ######. ## # ######, ### ######## ######### #### ### ## ######## ######## #### ##### ###### ####### #####.

> ####
>
> #########, ## # ####### ###### ####### ####### #########, ### ##### #### ###### ## #########, ##### ###### # ###### (### ########## ###) ##### ## ### ###### ## ##–########### ########## ### ####### ########.

6.5.10. ######

#####: #### ## ##### ##### ####### ### ############### ##### ######### ### ############ #### ####### ## #### ############.

#########, struct mac, ##### ######## # ###### ## ### ##### ########. #### ####### ######## # ######### ###### ####, ### ######### ###### #####. #### ###### #### ## ##### ### ###### ## ##### # ########## ####### ####, ########## ######## ## ###### ###–##### ########## ######## ## #######. ###### ####### ####### ### ############### ### ###########–#### ####### ###### ###### ### ############ ###### ### ##### ######, ########## # ####### ## #####–####. ##### ########## ###### ##### ### ######### ####### ## #### ####### ######### ## ####### ###### ########## ### ##### ########, ########### #### ############ #### #### ###### ######.

######:

- mac_get_proc() ### ## #### ## ######## ### ##### ## ### ####### #######.
- mac_set_proc() ### ## #### ## ####### # ###### ## ### ##### ## ### ####### #######.
- mac_get_fd() ### ## #### ## ######## ### ##### ## ## ###### (####, ######, ####, ...) ########## ## # ##### ##########.
- mac_get_file() ### ## #### ## ######## ### ##### ## ## ###### ########## ## # #### ###### ####.
- mac_set_fd() ### ## #### ## ####### # ###### ## ### ##### ## ## ###### (####, ######, ####, ...) ########## ## # #### ##########.
- mac_set_file() ### ## #### ## ####### # ###### ## ### ##### ## ## ###### ########## ## # #### ###### ####.
- mac_syscall() ####### ###### ####### ## ###### ### ###### ##### ####### ######### ### ###### #### #####; ## ####### # ###### ###### ####, ######### ######, ### ###### ######## ### ### ## ### ######.
- mac_get_pid() ### ## #### ## ######## ### ##### ## ####### ####### ## ####### ##.
- mac_get_link() ## ######### ## mac_get_file(), #### ## #### ### ###### # ######## #### ## ## ## ### ##### ##### ## ### ####, ## ### ## #### ## ######## ### ##### ## # #######.
- mac_set_link() ## ######### ## mac_set_file(), #### ## #### ### ###### # ######## #### ## ## ## ### ##### ##### ## # ####, ## ### ## #### ## ########## ### ##### ## # #######.
- mac_execve() ## ######### ## ### execve() ###### ####, #### ## #### ####### # ######### ##### ## ### ### ####### ##### ## #### ######### ######### ## # ### #######. #### ###### ## ##### ## ######### ## ######## ## ## # ############.
- mac_get_peer(), ######## ########### ### # ###### ######, ######### ### ##### ## # ###### #### ## # ####–##, ## #########.

#####, ### SIOCSIGMAC ### SIOCSIFMAC ####### ######### ###### ###### ### ###### ## ####### ########## ## ## ######### ### ###.

6.6. ### ######

######## ######## ### ###### ###### ######## #### ### ######, ## ######## #### ######## ###### ####### #### ### ## ###### ## ####, ## ########## ##### ### ###### ####### ###### ##### ## #######. ###### ####### ######## #### ### ###### ####### # ### ## ######## ##### ######, ######### ###### ## # ###### ## ###### ###### ### ########## ### ###### ## ######### ###### ####### #########. #### ###### ######## # ###### ## ########:

- ######## ############# ########## ### ######.

- ########## ############## ## ### ###### ##### ### ##########.
- ######## ############## ## ###### #### ##### ######, #### ## ############## ### ###########.
- ######## ####### ### ############, ###########, ### ########## ###### ## ######## ###### #######.
- ######## ####### ### #### ####### ########## ### ############ ## ###### ## ######## #######.
- ############## ## ######## ###### ####### ##### ###### #### ### ## ######## ## ### ######.
- ########## ## ###### ########, ###### ##### ######, ### ###### ##########.

6.6.1. ######

####### ### ## ######## ##### ### MAC_POLICY_SET() #####, ##### ##### ### ######, ######## # ######### ## ### ### ##### ##### ######, ######## ######### ##### ########### ### ### ###### ######### ###### ###### ### ######, ### ########## ######## ### ########## ## ##### ##### ## ### #########.

```
static struct mac_policy_ops mac_policy_ops =
{
	.mpo_destroy = mac_policy_destroy,
	.mpo_init = mac_policy_init,
	.mpo_init_bpfdesc_label = mac_policy_init_bpfdesc_label,
	.mpo_init_cred_label = mac_policy_init_label,
/* ... */
	.mpo_check_vnode_setutimes = mac_policy_check_vnode_setutimes,
	.mpo_check_vnode_stat = mac_policy_check_vnode_stat,
	.mpo_check_vnode_write = mac_policy_check_vnode_write,
};
```

######, mac_policy_ops ## #### #######, ########## ######### ####### ## ### ###### #### ######## ##### ######. # ######## ####### ## ######### ##### ###### ### ##### ########## ### ## ##### ## ### ### ##### ##### ######### ########. ## ######## ######## ###### ###### ########### ### ### .###_####### ### .###_#### ##### ######. .###_#### #### ## ####### #### # ###### ## ########### ########## #### ### ###### ######### ### ##### ## ### ##### ##### ###### ######## ######. #### ####### ### ###### ## ####### ### ############### ########## ### ##############, #### ## ############## ## ### #### ## #####. .###_####### #### ## ####### #### # ###### ###### ## ######## ## ###### ######### ## ### ######### ###### ### ########### ## #####. #########, ##### ### ##### ###### ### ####### #### ### ### ###### #### ##### #### ## ####### ### ##### ##### ###### #### ##### #######: #### #### ## #######, ### ## ### #### ####, ######## ###### ## ####### ##### #### ###### ########## #### ###### ## ## ## ##### #### ######## ## ######## ########.

############. ## ########### ###### ###### ## ########. ### #### ###### #### ## ### ###### ## ######### ## ### #### ### ### ###### ### ###### #### ### ###### ######, ### #### ######## #### ######### ###### ########### ## ######## #########.

6.6.2. ######

######. #########, ##### ##### ### #######:

###_########_####_########
########. ## #### #### ## ### ########, #### ### ###### ######### #### ###### ######## ## ###### ### #######. #### #### ##### ## #### ## ######## #### ######## ##### ##### ### ### ###### ## #### #### ##### ## ########.

###_########_####_#######
#######. ## ### #### ## #########, ######## ## ######## ### ###### ######### #### #### ## ########.

#######, ### ###### ###### ####### #### #### ### #### ######## ########## ## ### ######.

###_########_####_##########

#####, ### #### ###### ###### ##–#### ## ######### ### ### ####### ## #### ######. ## #######, ### ### ######### #### ### ######## ##### ####### ### ##### ###### ## ##### ### ###### ###### ### #### #### ###. #### ########## ##–###### ####### ########## #### ######## ## ### ####### #### ########. # ###### ######, MAC_ALWAYS_LABEL_MBUF, ###### ## ##### ### ### ######### ## ######## #### ##### ####### ########## ## ### ####### ## #### ####, ### ### ## ###### ## #### ############.

####

######## ##### ### MPC_LOADTIME_FLAG_LABELMBUFS ####### ### MPC_LOADTIME_FLAG_NOTLATE #### ### #### ## #### ## ######### ###### NULL #### ##### #####–### ###### #### ##### ######. #### ## ######### ## ######### ##### ####### ##### ####### ### ####### ##### # ###### ######## #### ######## ### #### ######. ## # ###### ## ###### ###### ### ####### ######### ## ###### (#.#., ### ###### ## ### ##–### ###### ####), #### ### ##### ### ########## ## #### ##### #######.

6.6.3. ###### #####

#########: ##### ###### ####–###### #### ### ############ ### ########## ## ########, ##### ###### ######## ##############, ###–#####, ###########, ### ##### #### ##### ###### ### ###### #######, ###### ########## #### ###### ###–#### ######### #### ### ###### ###### ### #########, ### ##### ########## #### ### ########## ## ##–#### ## #######. ## ########, # mac_syscall() ##### ##### ## ######## ## #### ######## ### ###### ### ###### ######### ####### ########## ### ###### #####.

########, ## #### ## #### ###### ##### ### ######### ###### ##### ##### ######. ####### ###### ####### ## ##### ######## ######### ## ######## ######## ######## ##### ###### ## ##### ######, ### #### ###### ### ####### ######## ### ###### ##–#### ### ############. ## ##########, ####### ###### ## ##### #### ##### ######### ##### ## ###### ####### ### ##### ###### ### ######### ####, ########## ##### ## ###### ## ###### ## ### ##### ### ### ## ####### ### ### ##### ######. ####### ########## ### ######### ## ########## ## ### ### ######### ##### ##### ########.

######. #### ####### ####### ######## ## ## ####### ## ### ######### ## ### ###### ### ##### #### ######### ##### ## ### #####. ### ######### ## #### ## ### ####### ##########, ##### ## ####### ## ## ########## ## ######## ## # ##### ##### ######## ###### ## ### ######.

6.7. ### ###### ##### #####

6.7.1. ############### ###### #####

6.7.1.1. **mpo_init**

void **mpo_init**(*conf*);

struct mac_policy_conf **conf*;

####–
####–
####
###

~~###~~
###–
#–
##
##–
#–
#–
#–
#–
####

#####. ### ###### #### ##### ## ####, ## ##### ########## ###### ## #########, ### ##### ### ## ##### ###### ########## #### ## #### #### #######. ## ########### ######## ###### ########### ### ######## ###### ###### ###############, #### ###### ## #### ##### # ######## ###### #######().

6.7.1.2. **mpo_destroy**

void **mpo_destroy**(*conf*);

struct mac_policy_conf **conf*;

####–
####–
####
###

~~###~~
###–
#–
##
##–
#–
#–
#–
#–
####

#####. ### ###### #### ##### ## ####, ## ####### ###### ## #######.

6.7.1.3. **mpo_syscall**

int **mpo_syscall**(*td*, *call*, *arg*);

struct thread **td*;
int *call*;
void **arg*;

####–
#####–
####
###

~~##~~###–
###
######

```
####–
####–
####
###
```

```
###–
#–
######–
###–
##
#######
###–
###
```

```
#####–
##
##
#######
##–
##–
#####
```

#####. ### ###### #### ######## ###### ############ ## #### ## ##### ##### #### ########, ### ### ######### #### ## ######### ## #### ##### #####. #### ############ ### ########, ######## ####### ###### ## #### ## ###### ########### ###### ####### ###### #### ### ### ######### ## ######. ### #######, ## # ###### ########## ## ######### ###### ############, ## ###### #### ### ######### ###### ###### ####### ###### ## ###### ### ### ######### ### ##### ########## ########.

####### #### ######### ####### ### copyin() ## ### ####### #### ## ##### ###.

6.7.1.4. **mpo_thread_userret**

void **mpo_thread_userret**(*td*);

struct thread **td*;

```
####–
####–
####
###
```

```
##–
####–
###
######
```

#####, ### # ###### #### ######, #### ######, ## #########. #### ## ######## ### ######## #### #### ######## ####### ######, ## ## ## ### ###### ######## ## ####### ### ####### #### ## ######### ###### ## ### ##### ###### ###### #### ##########; ####### ###### ##### ######### ########### ############## ####, ####### ####### ###########, ## ##### ####. ## ###### #### #########, ######## ####### ## ### ####### ########## ##### ### ## ###### ## ### p_label ######### ## # ########## #### ####, ### #### ###

########## TDF_ASTPENDING #### ### ########### PS_MACPENDM #### ## ######## # #### ## ### ####### ##### #####. #### #### ##### #####, ### ###### ### ###### # ########### ########## #### #### ####### ##### ### ####### #######. ###### ####### ### ######### #### ##### ######## ######## ## ########## ## ### ### ### ### ##### ######### ### ## ####### ### ########## ## ############# ############.

6.7.2. #####

6.7.2.1. **mpo_init_bpfdesc_label**

void **mpo_init_bpfdesc_label**(*label*);

struct label *_label_;

####–
#####–
####
###
###
##–
###
##
##–
###

########## ### ##### ## # ##### ############ ####### (### ##########). ######## ## #########.

6.7.2.2. **mpo_init_cred_label**

void **mpo_init_cred_label**(*label*);

struct label *_label_;

####–
#####–
####
###
###
##–
###
##
###–
####–
###

########## ### ##### ### # ##### ############ #### ##########. ######## ## #########.

6.7.2.3. **mpo_init_devfsdirent_label**

void **mpo_init_devfsdirent_label**(*label*);

struct label *_label_;

####–
#####–
####
###
###
##–

```
####–
#####–
####
###
###
##
##–
###
```

########## ### ##### ## # ##### ############ ##### #####. ######## ## #########.

6.7.2.4. **mpo_init_ifnet_label**

void **mpo_init_ifnet_label**(*label*);

struct label *_label_;

```
####–
#####–
####
###
###
##–
###
##
##–
###
```

########## ### ##### ## # ##### ############ ####### #########. ######## ## #########.

6.7.2.5. **mpo_init_ipq_label**

void **mpo_init_ipq_label**(*label*, *flag*);

struct label *_label_;
int _flag_;

```
####–
#####–
####
###
###
##–
###
##
##–
###
#####–
###/####
#####–
###
###–
###(9);
###
```

####–
####–
####
###
##–
###

########## ### ##### ## # ##### ############ ## ######## ########## #####. ### *flag* ##### ### ## ### ## #_###### ### #_######, ### ###### ## ######## ## ##### ########## # ######## ######(9) ###### #### ############## ####. ## ######## ########## ##### ########## ########## ###### ## ########## ###–###### ############, ### ### ############## ###### ## ######## ## ##### ######## ## ########## ####–######. #### ##### ##### ## ######### ## #### ######### ## ### ######## ## ######## ### ## ######### ##########.

6.7.2.6. **mpo_init_mbuf_label**

void **mpo_init_mbuf_label**(*flag*, *label*);

int *flag*;
struct label **label*;

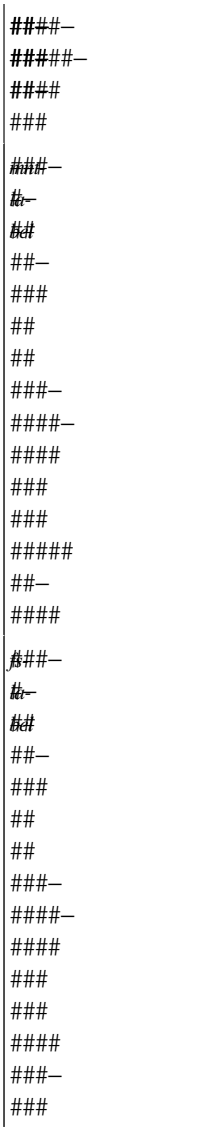
####–
####–
####
###
~~flag~~####–
###/####
#####–
###
###–
###(9);
###
##–
###
~~la~~##–
~~lbel~~
##
##–
###
##
###–
####–
###

########## ### ##### ## # ##### ############ #### ###### ###### (*mbuf*). ### *flag* ##### ### ## ### ## #_###–### ### #_######, ### ###### ## ######## ## ##### ########## # ######## ######(9) ###### #### #######–####### ####. #### ########## ########## ###### ## ########### ######### ############, ### ### ##–############ ###### ## ######## ## ##### ######## ## ########## ##########. #### ##### ##### ## ###–###### ## #### ######### ## ### ######## ## ######## ### #### ######.

6.7.2.7. **mpo_init_mount_label**

void **mpo_init_mount_label**(*mntlabel*, *fslabel*);

struct label **mntlabel*;
struct label **fslabel*;

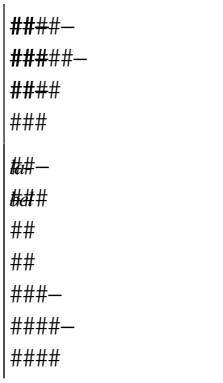


########## ### ###### ## # ##### ############ ##### #####. ######## ## #########.

6.7.2.8. **mpo_init_mount_fs_label**

void **mpo_init_mount_fs_label**(*label*);

struct label **label*;



########## ### ##### ## # ##### ####### #### ######. ######## ## #########

6.7.2.9. mpo_init_pipe_label

void **mpo_init_pipe_label**(*label*);

struct label**label*;

```
####–
####–
####
###
##–
###
##
##
######
##
```

########## # ##### ### # ##### ############ ####. ######## ## #########.

6.7.2.10. mpo_init_socket_label

void **mpo_init_socket_label**(*label*, *flag*);

struct label **label*;
int *flag*;

```
####–
####–
####
###
###
##–
###
##
###–
####–
###
###–
###(9)
#####
```

########## # ##### ### # ##### ############ ######. ### *flag* ##### ### ## ### ## #_###### ### #_######, ### ###### ## ######## ## ##### ########## # ######## ######(9) ###### #### ############## ####.

6.7.2.11. mpo_init_socket_peer_label

void **mpo_init_socket_peer_label**(*label*, *flag*);

struct label **label*;
int *flag*;

```
####–
####–
####
###
###
##–
```

###–
###–
####
###
###
##
###–
####–
###
flag–
###(9)
#####

########## ### #### ##### ### # ##### ############ ######. ### *flag* ##### ### ## ### ## #_###### ### #_######, ### ###### ## ######## ## ##### ########## # ######## ######(9) ###### #### ############## ####.

6.7.2.12. **mpo_init_proc_label**

void **mpo_init_proc_label**(*label*);

struct label *_label_;

###–
###–
####
###
###
###–
####–
###

########## ### ##### ### # ##### ############ #######. ######## ## #########.

6.7.2.13. **mpo_init_vnode_label**

void **mpo_init_vnode_label**(*label*);

struct label *_label_;

###–
###–
####
###
###
###–
####–
###

########## ### ##### ## # ##### ############ #####. ######## ## #########.

6.7.2.14. **mpo_destroy_bpfdesc_label**

void **mpo_destroy_bpfdesc_label**(*label*);

struct label **label*;

###– ###– #### ###
#– #– ## ##– ###

####### ### ##### ## # ### ##########. ## #### ##### ##### # ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.15. **mpo_destroy_cred_label**

void **mpo_destroy_cred_label**(*label*);

struct label **label*;

###– ###– #### ###
#– #– ## ##– ### ##– #######

####### ### ##### ## # ### ##########. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.16. **mpo_destroy_devfsdirent_label**

void **mpo_destroy_devfsdirent_label**(*label*);

struct label **label*;

###– ###– #### ###
#– #– ## ##– ### ##– #######

####### ### ##### ## # ##### #####. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.17. mpo_destroy_ifnet_label

void **mpo_destroy_ifnet_label**(*label*);

struct label **label*;

####–
#####–
####
###
##–
#####
##–
###
##–
#######

####### ### ##### ## # ####### #########. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.18. mpo_destroy_ipq_label

void **mpo_destroy_ipq_label**(*label*);

struct label **label*;

####–
#####–
####
###
##–
#####
##–
###
##–
#######

####### ### ##### ## ## ## ######## #####. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.19. mpo_destroy_mbuf_label

void **mpo_destroy_mbuf_label**(*label*);

struct label **label*;

####–
#####–
####
###
##–
#####
##–
###
##–
#######

####### ### ##### ## ## #### ######. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.20. **mpo_destroy_mount_label**

void **mpo_destroy_mount_label**(*label*);

struct label **label*;

```
####–
####–
####
###
#####
#####
##–
###
##–
###
##–
#######
```

####### ### ###### ## # ##### #####. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *mntlabel* ## #### #### ### ## #########.

6.7.2.21. **mpo_destroy_mount_label**

void **mpo_destroy_mount_label**(*mntlabel*, *fslabel*);

struct label **mntlabel*;
struct label **fslabel*;

```
####–
####–
####
###
#####
#####
##–
###
##–
###
##–
#######
####
###–
###
##–
###
##–
###
##–
#######>
```

####### ### ###### ## # ##### #####. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *mntlabel* ### *fslabel* ## #### #### ### ## #########.

6.7.2.22. mpo_destroy_socket_label

void **mpo_destroy_socket_label**(*label*);

struct label **label*;

###– ###– #### ###
#– #– ##– ### ##– ### ##– #######

####### ### ##### ## # ######. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.23. mpo_destroy_socket_peer_label

void **mpo_destroy_socket_peer_label**(*peerlabel*);

struct label **peerlabel*;

###– ###– #### ###
#– #– ##– ### ##– ### ##– #######

####### ### #### ##### ## # ######. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.24. mpo_destroy_pipe_label

void **mpo_destroy_pipe_label**(*label*);

struct label **label*;

###– ###– #### ###
#– #– ###

####### ### ##### ## # ####. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.25. **mpo_destroy_proc_label**

void **mpo_destroy_proc_label**(*label*);

struct label **label*;

```
####–
####–
####
###
#######
##–
###
```

####### ### ##### ## # #######. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.26. **mpo_destroy_vnode_label**

void **mpo_destroy_vnode_label**(*label*);

struct label **label*;

```
####–
####–
####
###
#######
##–
###
```

####### ### ##### ## # #####. ## #### ##### #####, # ###### ###### ###### #### ### ######## ####### ########## #### *label* ## #### ## ### ## #########.

6.7.2.27. **mpo_copy_mbuf_label**

void **mpo_copy_mbuf_label**(*src*, *dest*);

struct label **src*;
struct label **dest*;

```
####–
####–
####
###
######
##–
###
###–
##–
##–
####
```

####–
####–
####
###
##–
###

src #### *dest*.

6.7.2.28. **mpo_copy_pipe_label**

void **mpo_copy_pipe_label**(*src*, *dest*);

struct label **src*;
struct label **dest*;

####–
####–
####
###
######
##–
###
####–
##–
##–
####
##–
###

src #### *dest*.

6.7.2.29. **mpo_copy_vnode_label**

void **mpo_copy_vnode_label**(*src*, *dest*);

struct label **src*;
struct label **dest*;

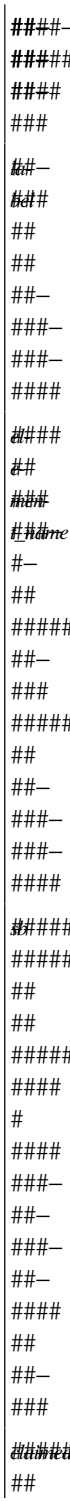
####–
####–
####
###
######
##–
###
####–
##–
##–
####
##–
###

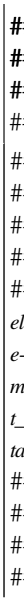
src #### *dest*.

6.7.2.30. **mpo_externalize_cred_label**

int **mpo_externalize_cred_label**(*label*, *element_name*, *sb*, **claimed*);

struct label ***label*;
char ***element_name*;
struct sbuf ***sb*;
int ***claimed*;



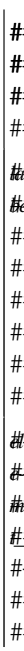


####### ## ############ ##### ##### ## ### ##### ######### ######. ## ############ ##### ######## ## # #### ############## ## ### ##### ######## #### ### ## #### #### ######## ############ ### #### ## ### ####. #########, ### ######### externalize ##### ###### #### ## ######, ## ### ############## ###### ##### ### ######## ## *element_name* ###### ########## ## #### ## *sb*. ## *element_name* #### ### ##### ### #### ## #### ######, ###### ###### 0. #### ###### ####### ## ## ##### ###### ##### ############# ### ##### ####. #### ### ###### ##### ## *element_data*, *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.31. mpo_externalize_ifnet_label

int **mpo_externalize_ifnet_label**(*label*, *element_name*, *sb*, **claimed*);

struct label ***label*;
char ***element_name*;
struct sbuf ***sb*;
int ***claimed*;



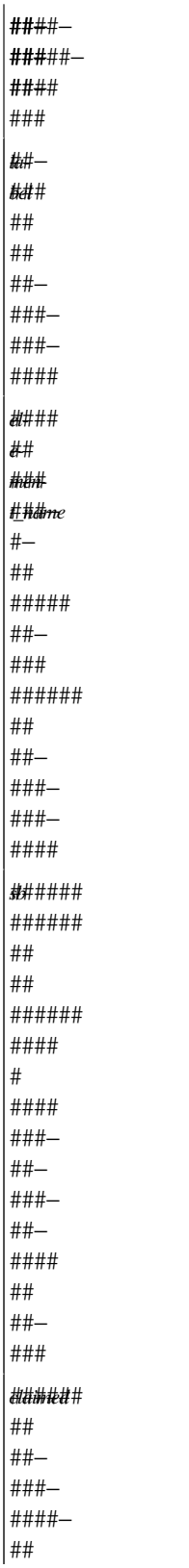
####–
#####–
####
###
##–
###
######
##
##–
###–
###–
####
#######
######
##
##
######
####
#
####
###–
##–
###–
##–
####
##
##–
###
#######
##
##–
###–
####–
##
####
el-
e-
men-
t_da-
ta
###
##
######
##.

####### ## ############ ##### ##### ## ### ##### ######### ######. ## ############ ##### ######## ## # #### ############## ## ### ##### ######## #### ### ## #### #### ######## ############ ### #### ## ### ####. #########, ### ######### externalize ##### ###### #### ## ######, ## ### ############## ###### ##### ### ######## ## *element_name* ###### ########## ## #### ## *sb*. ## *element_name* #### ### ##### ### #### ## #### ######, ###### ###### 0. #### ###### ####### ## ## ##### ###### ##### ############ ### ##### ####. #### ### ###### ##### ## *element_data*, *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.32. **mpo_externalize_pipe_label**

int **mpo_externalize_pipe_label**(*label*, *element_name*, *sb*, **claimed*);

struct label *label;
char *element_name;
struct sbuf *sb;
int *claimed;



####–
#####–
####
###
####
el-
e-
men-
t_da-
ta
###
##
######
##.

####### ## ############ ##### ##### ## ### ##### ######### ######. ## ############ ##### ######## ## # #### ############## ## ### ##### ######## #### ### ## #### #### ######## ############ ### #### ## ### ####. #########, ### ######### externalize ##### ###### #### ## ######, ## ### ############## ###### ##### ### ######## ## *element_name* ###### ########## ## #### ## *sb*. ## *element_name* #### ### ##### ### #### ## #### ######, ###### ###### 0. #### ###### ####### ## ## ##### ###### ##### ############ ### ##### ####. #### ### ###### ##### ## *element_data*, *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.33. **mpo_externalize_socket_label**

int **mpo_externalize_socket_label**(*label*, *element_name*, *sb*, **claimed*);

struct label ***label*;
char ***element_name*;
struct sbuf ***sb*;
int ***claimed*;

####–
#####–
####
###
##–
###
##
##
##–
###–
###–
####
#####
##
#####
#####
#–
##
#####
##–
###
######
##

###–
###–
####
###
##–
###–
###–
####
######
######
##
##
######
####
#
####
###–
##–
###–
##–
####
##
##–
###
#####
##
##–
###–
####–
##
####
el-
e-
men-
t_da-
ta
###
##
######
##.

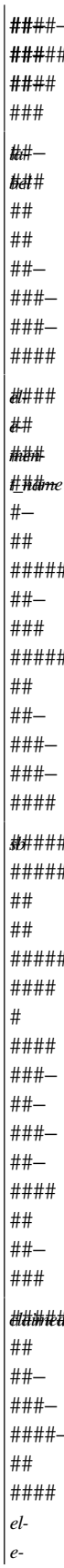
####### ## ############ ##### ##### ## ### ##### ######### ######. ## ############ ##### ######## ## # #### ############## ## ### ##### ######## #### ### ## #### #### ######## ############ ### #### ## ### ####. #########, ### ######### externalize ##### ###### #### ## ######, ## ### ############## ###### ##### ### ######## ## *element_name* ###### ########## ## #### ## *sb*. ## *element_name* #### ### ##### ### #### ## #### ######, ###### ###### 0. #### ###### ####### ## ## ##### ###### ##### ############ ### ##### ####. #### ### ###### ##### ## *element_data*, *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.34. mpo_externalize_socket_peer_label

int **mpo_externalize_socket_peer_label**(*label*, *element_name*, *sb*, **claimed*);

struct label ***label*;
char ***element_name*;
struct sbuf ***sb*;

int **claimed*;



```
####–
####–
####
###
men-
t_da-
ta
###
##
######
##.
```

####### ## ############ ##### ##### ## ### ##### ######### ######. ## ############ ##### ######## ## # #### ############## ## ### ##### ######## #### ### ## #### #### ######## ############ ### #### ## ### ####. #########, ### ######### externalize ##### ###### #### ## ######, ## ### ############## ###### ##### ### ######## ## *element_name* ###### ########## ## #### ## *sb*. ## *element_name* #### ### ##### ### #### ## #### ######, ###### ###### 0. #### ###### ####### ## ## ##### ###### ##### ############# ### ##### ####. #### ### ###### ##### ## *element_data*, *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.35. **mpo_externalize_vnode_label**

int **mpo_externalize_vnode_label**(*label*, *element_name*, *sb*, **claimed*);

struct label **label*;
char **element_name*;
struct sbuf **sb*;
int **claimed*;

```
####–
####–
####
###
##–
###
##
##
##–
###–
###–
####
####
##
###
###
#–
##
#####
##–
###
######
##
##–
###–
###–
####
```

####–
#####–
####
###

#######
######
##
##
######
####
#
####
###–
##–
###–
##–
####
##
##–
###

#######
##
##–
###–
####–
##
####
el-
e-
men-
t_da-
ta
###
##
######
##.

####### ## ############ ##### ##### ## ### ##### ######### ######. ## ############ ##### ######## ## # #### ############## ## ### ##### ######## #### ### ## #### #### ######## ############ ### #### ## ### ####. #########, ### ######### externalize ##### ###### #### ## ######, ## ### ############## ###### ##### ### ######## ## *element_name* ###### ########## ## #### ## *sb*. ## *element_name* #### ### ##### ### #### ## #### ######, ###### ###### 0. #### ###### ####### ## ## ##### ###### ##### ############ ### ##### ####. #### ### ###### ##### ## *element_data*, *claimed ###### ## ##########.

6.7.2.36. mpo_internalize_cred_label

int **mpo_internalize_cred_label**(*label*, *element_name*, *element_data*, *claimed*);

struct label **label*;
char **element_name*;
char **element_data*;
int **claimed*;

####–
#####–
####
###

##–
##
##
######
##

####
##
###
###
#–
##
#####
##–
###
######
##
##–
###–
###–
####

####
##–
##
##-
##
##
##–
###–
###–
####

#####
##
##–
###–
####–
##
####
##–
##
###
##
###–
####–
###–
##
##–
###–
###–
####.

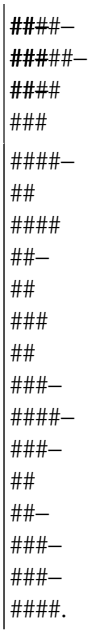
####### ## ######## ##### ######### ##### ## ############ ##### #### ## #### ######. #########, ### ######### internalize ##### ###### ### ###### #### ############### ## #########, ## ### ############### ###### ####### ### ######## ## *element_name* ## ### ### #### ## ##### ## ## #### ## ###### ## ############## ### #### ## *element_data*. #### ## ## ### externalize ##### ######, ### ##### ##### ###### ###### 0 ## *element_name* #### ### ##### ### ### ####, ## #### #### ### ############ ## ############, ## ##### #### *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.37. **mpo_internalize_ifnet_label**

int **mpo_internalize_ifnet_label**(*label*, *element_name*, *element_data*, *claimed*);

struct label **label*;
char **element_name*;
char **element_data*;
int **claimed*;

####– #####– #### ###
##– ### ## ## ###### ##
#– ## ##### ##– ### ###### ## ##– ###– ###–
##– ###- ##a- ## ##– ###– ###–
##– ###–

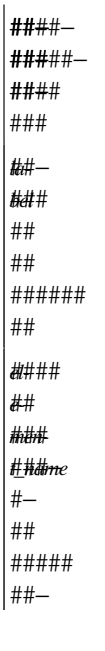


####### ## ######## ##### ######### ##### ## ############ ##### #### ## #### ######. #########, ### ######### internalize ##### ###### ### ###### #### ############### ## #########, ## ### ############### ###### ####### ### ######## ## *element_name* ## ### ### #### ## ##### ## ## #### ## ###### ## ############## ### #### ## *element_data*. #### ## ## ### externalize ##### ######, ### ##### ##### ###### ###### 0 ## *element_name* #### ### ##### ### ### ####, ## #### #### ### ############ ## ############, ## ##### #### *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.38. mpo_internalize_pipe_label

int **mpo_internalize_pipe_label**(*label*, *element_name*, *element_data*, *claimed*);

struct label **label*;
char **element_name*;
char **element_data*;
int **claimed*;



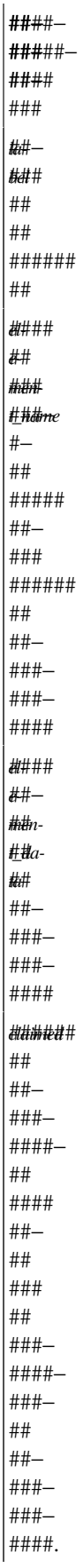
####–
####–
####
###
###
######
##
##–
###–
###–
####
#####
##–
##n-
##a-
##
##–
###–
###–
####
######
##
##–
###–
####–
##
####
##–
##
###
##
###–
####–
###–
##
##–
###–
###–
####.

####### ## ######## ##### ######### ##### ## ############ ##### #### ## #### ######. #########, ### ######### internalize ##### ###### ### ###### #### ############### ## #########, ## ### ############## ###### ####### ### ######## ## *element_name* ## ### ### #### ## ##### ## ## #### ## ###### ## ############## ### #### ## *element_data*. #### ## ## ### externalize ##### ######, ### ##### ##### ###### ###### 0 ## *element_name* #### ### ##### ### ### ####, ## #### #### ### ############ ## ############, ## ##### #### *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.39. mpo_internalize_socket_label

int **mpo_internalize_socket_label**(*label*, *element_name*, *element_data*, *claimed*);

struct label **label*;
char **element_name*;
char **element_data*;
int **claimed*;



####### ## ######## ##### ######### ##### ## ############ ##### #### ## #### ######. #########, ### ######### internalize ##### ###### ### ###### #### ############### ## #########, ## ### ############## ###### ####### ### ######## ## *element_name* ## ### ### #### ## ##### ## ## #### ## ###### ## ############## ### #### ## *element_data*. #### ## ## ### externalize ##### ######, ### ##### ##### ###### ###### 0 ## *element_name* #### ### ##### ### ### ####, ## #### #### ### ############ ## ############, ## ##### #### *claimed ###### ## ###########.

6.7.2.40. **mpo_internalize_vnode_label**

int **mpo_internalize_vnode_label**(*label*, *element_name*, *element_data*, *claimed*);

struct label **label*;
char **element_name*;
char **element_data*;
int **claimed*;

```
####–
####–
####
###
##–
###
##
##
######
##
####
##
###
###
#–
##
#####
##–
###
######
##
##–
###–
###–
####
####
##–
##-
##-
##
##–
###–
###–
####
#####
##
##–
###–
```

###–
#####–
####
###
####–
##
####
##–
##
###
##
###–
####–
###–
##
##–
###–
###–
####.

######## ## ######## ##### ######### ##### ## ############ ##### #### ## #### ######. #########, ### ######### internalize ##### ###### ### ###### #### ############### ## #########, ## ### ############### ###### ######## ### ######## ## *element_name* ## ### ### #### ## ##### ## ## #### ## ###### ## ############## ### #### ## *element_data*. #### ## ## ### externalize ##### ######, ### ##### ##### ###### ###### 0 ## *element_name* #### ### ##### ### ### ####, ## #### #### ### ############ ## ############, ## ##### #### *claimed ###### ## ###########.

6.7.3. #####

#######–#### ## ###### #######. ### #### ####### ###### ###### ## ######## ## # ### ######, ##### ###### ### ## ########## ### ######## #### ##### ######. ### ####### ######### ##############, ########, ### ##–######### #####. #### ####### #### #### ######### ##########, ######## #### ######### ## ###### ### ###### ## ########. #### ####### #### #### ######### ############### ######, #### ## ##### ###### ####–###### #### ## ##########. # ######## ######## ###### #### #### ### ######### #### ##### ## ##### ######:

######. ### ##### #### ######### ## # ###### #### ## ###### ## ########, ## #### ######## ### ### #### ## ######## ###############.

######. ### ####–###, ##### ### ## ######### ### ###### ###### ## # #### ##### #### ### ########. #### ########## ###### ##### ############### ## ### #### ## #### #####, ### #### ######## ###### #### ### #### ## ########## #### # ########. #########, ######## #### ## ######## ### # ######## #####, ######### ### ############## ### ########, ### ###### ## ##### ######## ######## ## ### ######## ########. ### ########, #### ## #### ## ######## #### # ######, ### ###### ### ### ##### #### ## ######### ## ########## ######## ## ######## ## ### ### #### ### ### #####. ###### ########## ## ######## ###### ## ###########, ## ## ### #####

########## ######### ##### ## ### ######; ## ########, ######## ##### ### ### ######### ## #### ## # ####### ## ######## ###### ###### ## ########.

######, ### #### ######### ####### ## ########## ## ###### ## ###### ### ##### ## ## ###### ##### ## ########## ###–####. ### #######, ### ##### ## ## ## ######## ########## ##### ### ## ####### ###### ### ###_######_### ##### ##### ## # ###### ## ### ########## ## ## ########## #### ## #### #####.

#######.

########.

#######, ## ########## ##### ## ###### ######: ######### ######. ##### ###### ### #### ## ##### ###### ########## ######### ## #### #########. ##### ###### ### ########## ### ######### ## #### ##### ##### #####, ### ### ######## ##### ## ###_#####–######, ##### ####### # #### ##### ## ## ######### ## ## ######### ###############.

6.7.3.1. #### ###### ###### ######## #####

6.7.3.1.1. **mpo_associate_vnode_devfs**

void **mpo_associate_vnode_devfs**(*mp*, *fslabel*, *de*, *delabel*, *vp*, *vlabel*);

struct mount *mp;
struct label *fslabel;
struct devfs_dirent *de;
struct label *delabel;
struct vnode *vp;
struct label *vlabel;

####–
#####–
####
###
##–
###
#####
#####
#–
###
######
###–
###
##–
###
(mp-
>mn-
t_f-
s-
la-
bel)
##–
###

####–
#####–
####
###
##–
###–
##–
##
##–
###
###–
##–
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
de
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
de
###–
##
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp

(*vlabel*) ### # ##### ####### ##### ##### ##### ## ### ##### ######### ##### ###### ## *de* ### ### #####.

6.7.3.1.2. mpo_associate_vnode_extattr

int **mpo_associate_vnode_extattr**(*mp*, *fslabel*, *vp*, *vlabel*);

struct mount **mp*;
struct label **fslabel*;
struct vnode **vp*;
struct label **vlabel*;

```
####–
####–
####
###
####
###–
###
#####
#####
####
###–
###
##–
###
##–
###
##
##–
###
###–
##
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp
```

####### ## ######## ### ##### ### *vp* #### ### #### ###### ######## ##########. #### #######, ### ##### 0 ## ########. ###### ######## ######### ######### ### ## #########, ## ######## ######## ## ## #### *fslabel* #### *vlabel*. ## ### ##### ## ## #####, ## ########### ##### ### errno ###### ## ########.

6.7.3.1.3. **mpo_associate_vnode_singlelabel**

void **mpo_associate_vnode_singlelabel**(*mp*, *fslabel*, *vp*, *vlabel*);

struct mount **mp*;
struct label **fslabel*;
struct vnode **vp*;
struct label **vlabel*;

```
####–
####–
####
###
####
###–
###
#####
#####
```

```
####–
####–
####
###
fs ####
fs ###–
fs ###
##–
###
vp ##–
###
##
##–
###
vp ###–
fs ##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp
```

#######, #### ##### ##### ## ###### ## ### ### ###### ##### ### *vp* ##### ## ### #### ###### #####, *fslabel*.

6.7.3.1.4. **mpo_create_devfs_device**

void **mpo_create_devfs_device**(*dev*, *devfs_dirent*, *label*);

dev_t *dev*;
struct devfs_dirent **devfs_dirent*;
struct label **label*;

```
####–
####–
####
###
dev ##–
####
###–
##–
#####–
###
####
de-
vf-
s_dirent
de ##–
vf ###
s_dirent ##
```

####–
####–
####
###
###–
##–
##
##–
###
##
##
##–
#####.
##–
####
###
de-
vf-
s_dirent
##
##
######
##.

#####_###### ##### ####### ### ### ###### ######. #### #### #### ## #### #### ### ###### #### ###### ## #######, ###########, ## # ### ###### ## #### #########.

6.7.3.1.5. mpo_create_devfs_directory

void **mpo_create_devfs_directory**(*dirname*, *dirnamelen*, *devfs_dirent*, *label*);

char **dirname*;
int *dirnamelen*;
struct devfs_dirent **devfs_dirent*;
struct label **label*;

####–
####–
####
###
#####me
##
##–
###–
##–
##
##–
###
###–
##–
##
#####
##
######
dirname

```
####–
####–
####
###
##–
###
s_dirent
###–
##–
##
##–
###
###
##–
###–
##–
##
##–
###
###–
##–
##.
```

#####_###### ##### ####### ### ### ###### #########. #### #### #### ## #### #### ### ###### #### ###### ## #######, ###########, ## # ### ###### ######### # ######## ######### ######### ## #### #########.

6.7.3.1.6. mpo_create_devfs_symlink

void **mpo_create_devfs_symlink**(*cred*, *mp*, *dd*, *ddlabel*, *de*, *delabel*);

struct ucred **cred*;
struct mount **mp*;
struct devfs_dirent **dd*;
struct label **ddlabel*;
struct devfs_dirent **de*;
struct label **delabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###–
###
#####
#####
####
###–
##–
```

####–
####–
####
###
##–
####
##–
##–
##–
##–
##
####
dd
##–
####
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
de

(*delabel*) ### # ##### ####### #####(5) ######## #### #####.

6.7.3.1.7. **mpo_create_vnode_extattr**

int **mpo_create_vnode_extattr**(*cred*, *mp*, *fslabel*, *dvp*, *dlabel*, *vp*, *vlabel*, *cnp*);

struct ucred **cred*;
struct mount **mp*;
struct label **fslabel*;
struct vnode **dvp*;
struct label **dlabel*;
struct vnode **vp*;
struct label **vlabel*;
struct componentname **cnp*;

####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
####
###–

####–
#####–
####
###
###
#####
#####
####
##–
###
##–
###
###–
###
##–
###–
##–
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
dvp
###–
##
###–
##–
##
##–
###
###–
##–
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp
###–
##–
####
####

####–
#####–
####
###
###
vp

vp ## ### ########### ######## #########. ## ### ##### ########, #### ## *vlabel* #### ### #####, ### ###### 0. #########, ###### ## ########### #####.

6.7.3.1.8. **mpo_create_mount**

void **mpo_create_mount**(*cred*, *mp*, *mnt*, *fslabel*);

struct ucred **cred*;
struct mount **mp*;
struct label **mnt*;
struct label **fslabel*;

####–
#####–
####
###
cred–
####
###–
###–
####
mp–
####;
####
###–
###
##–
###
#####–
##
mnt–
fs–
lab
##–
###
##
##
######
##
###
mp
fs##–
fs–
lab
##–
###
###

```
####–
#####–
####
###
###
####
###–
###
mp
######.
```

##########. #### #### #### ## #### #### # ### #### ###### ## #######.

6.7.3.1.9. **mpo_create_root_mount**

void **mpo_create_root_mount**(*cred*, *mp*, *mntlabel*, *fslabel*);

struct ucred **cred*;
struct mount **mp*;
struct label **mntlabel*;
struct label **fslabel*;

```
####–
#####–
####
###
###
###–
#### #mpo_create_mount#.
```

6.7.3.1.8,

##########. #### #### #### ## #### #### ### #### #### ###### ## #######, ##### ###_######_#####;.

6.7.3.1.10. **mpo_relabel_vnode**

void **mpo_relabel_vnode**(*cred*, *vp*, *vnodelabel*, *newlabel*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **vnodelabel*;
struct label **newlabel*;

```
####–
#####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
```

####–
####–
####
###

##–
###
##
##–
##–
###

##–
##–
##
##–
#–
##
##–
###
###
vp

##-
##–
##–
###
###–
####
##–
###
##
##–
#####
vn-
ode-
la-
bel

###–
#######.

6.7.3.1.11. mpo_setlabel_vnode_extattr

int **mpo_setlabel_vnode_extattr**(*cred*, *vp*, *vlabel*, *intlabel*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **vlabel*;
struct label **intlabel*;

####–
####–
####
###

##–
####
###–

####–
####–
####
###
###–
####
##–
###
###
#####
###
##–
###
##
##–
###
####–
###
##–
##
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp
##–
###
##
#####
###

intlabel ## ## ######## #########. #### ## ###### #### vop_stdcreatevnode_ea.

6.7.3.1.12. mpo_update_devfsdirent

void **mpo_update_devfsdirent**(*devfs_dirent*, *direntlabel*, *vp*, *vnodelabel*);

struct devfs_dirent **devfs_dirent*;
struct label **direntlabel*;
struct vnode **vp*;
struct label **vnodelabel*;

####–
####–
####
###
##–
##;
devfs_dirent

```
####–
####–
####
###
###
##–
###–
##–
##
##–
###
###
dirent-
#-
##
##–
###
###
de-
vf-
s_dirent
##
##
##–
###–
##.
######
###
##–
###
###–
#-
##
##–
###
###
vp
```

devfs_dirent ##### #### ### ###### ##### ##### #####. #### #### #### ## #### #### # ##### ##### ### #### ############ ######### ## ###### ### ##### ###### #### #### ## ##### #### ## ### ##### ## ########. ## #### #### ## #### #### # ####### ## ####### ## #####, ######### # #### ## mac_vnode_create_from_vnode ## ########## ### ##### #####.

6.7.3.2. ### ###### ######## #####

6.7.3.2.1. **mpo_create_mbuf_from_socket**

void **mpo_create_mbuf_from_socket**(*so*, *socketlabel*, *m*, *mbuflabel*);

struct socket **so*;
struct label **socketlabel*;
struct mbuf **m*;
struct label **mbuflabel*;

```
####–
####–
####
###
####–
##
####–
###
###
###–
#–
##
##–
###
###
sock-
et
##–
####;
####
###–
#–
##
##–
###
##
####
##
###
m
```

#####. #### #### ## #### #### # ### ######## ## ####### ## ######### ## ### ###### ### ###### ## ### ###### ####.

6.7.3.2.2. mpo_create_pipe

void **mpo_create_pipe**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*);

struct ucred **cred*;
struct pipe **pipe*;
struct label **pipelabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###
###
###
pipela-
bel
```

###–
###–
####
###
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe

##########. #### #### ## #### #### # ### #### ## #######.

6.7.3.2.3. mpo_create_socket

void **mpo_create_socket**(*cred*, *so*, *socketlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **so*;
struct label **socketlabel*;

###–
###–
####
###
###–
#######
###–
###–
####
##–
####;
####–
##
##
##–
###
##k-
###
##
##
##
##
so

##########. #### #### ## #### #### # ###### ## #######.

6.7.3.2.4. mpo_create_socket_from_socket

void **mpo_create_socket_from_socket**(*oldsocket*, *oldsocketlabel*, *newsocket*, *newsocketlabel*);

struct socket *oldsocket;
struct label *oldsocketlabel;
struct socket *newsocket;
struct label *newsocketlabel;

####–
#####–
####
###
###–
###–
###
####–
##
###–
#-
##
##–
##–
##
##–
##–
##–
##
####
old-
sock-
et
###
####–
##
###–
#-
##
##–
##–
##
##–
##–
##–
##
####
new-
sock-
et-
la-
bel

######, *newsocket*, ##### ######(2)##, ##### ## ### ######(2) ######, *oldsocket*.

6.7.3.2.5. mpo_relabel_pipe

void **mpo_relabel_pipe**(*cred*, *pipe*, *oldlabel*, *newlabel*);

struct ucred *cred;

struct pipe **pipe*;
struct label **oldlabel*;
struct label **newlabel*;

~~####–~~
~~####–~~
~~####~~
###
~~###–~~
####
###–
###–
####
~~pipe~~ ##
~~###–~~
~~la~~ ###
~~bel~~ ##–
#–
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe
~~###–~~
~~newla-~~
~~bel~~
##
##–
###
##–
####
##
##–
###
##
pipe

#####, *newlabel*, ## *pipe*.

6.7.3.2.6. **mpo_relabel_socket**

void **mpo_relabel_socket**(*cred*, *so*, *oldlabel*, *newlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **so*;
struct label **oldlabel*;
struct label **newlabel*;

####–
#####–
####
###

###–
#######
###–
###–
####

##–
####;
####–
##

###–
####
##–
###
###
so

##vla-
##
##–
####
###
so

######.

6.7.3.2.7. mpo_set_socket_peer_from_mbuf

void **mpo_set_socket_peer_from_mbuf**(*mbuf*, *mbuflabel*, *oldlabel*, *newlabel*);

struct mbuf **mbuf*;
struct label **mbuflabel*;
struct label **oldlabel*;
struct label **newlabel*;

####–
#####–
####
###

###mbuf##
####–
####
##–
######
####
####–
##

##mbu-
###
##
mbuf

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###
###
###
####–
##
###–
##
##–
###
##
##
######
###
###
###
####–
##
```

#####. #### #### #### ## #### #### ### ##### ######## ## ######## ## ### ###### ######, #### ### ######### ## #### ###### #######.

6.7.3.2.8. mpo_set_socket_peer_from_socket

void **mpo_set_socket_peer_from_socket**(*oldsocket*, *oldsocketlabel*, *newsocket*, *newsocketpeerlabel*);

struct socket **oldsocket*;
struct label **oldsocketlabel*;
struct socket **newsocket*;
struct label **newsocketpeerlabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
###
####–
##
###–
##
##
###–
###
###
old-
sock-
et
```

```
####–
####–
####
###
####
####–
##
###–
##
###
###
##
###
new-
sock-
et
```

########. #### #### #### ## #### #### ### ###### #### ## #########, ### #### ## #### ### #### #########.

6.7.3.3. ####### ###### ######## ##### ##########

6.7.3.3.1. **mpo_create_bpfdesc**

void **mpo_create_bpfdesc**(*cred*, *bpf_d*, *bpflabel*);

struct ucred **cred*;
struct bpf_d **bpf_d*;
struct label **bpflabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
#######
###–
###–
####
##–
bpf_d
####;
###
##–
#####–
###
###–
bpf
#–
##
##–
###
```

####–
#####–
####
###
##
##
######
##
###
bpf_d

##########. #### #### #### ## #### #### # ### ###### #### ## ###### ## # ####### #### ### ###### ####### ##########.

6.7.3.3.2. mpo_create_ifnet

void **mpo_create_ifnet**(*ifnet*, *ifnetlabel*);

struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;

####–
#####–
####
###
~~**###**~~–
####
##–
###–
####
~~**###**~~–
~~**#**~~–
~~**##**~~
##–
###
##
####
##
###
ifnet

#########. #### #### ### ## #### #### # ### ######## ######### ####### ######### ## ### ######, ## #### # ################ ## ############ ###### ### #### ## ## # ###### ## # #### ######.

6.7.3.3.3. mpo_create_ipq

void **mpo_create_ipq**(*fragment*, *fragmentlabel*, *ipq*, *ipqlabel*);

struct mbuf **fragment*;
struct label **fragmentlabel*;
struct ipq **ipq*;
struct label **ipqlabel*;

```
####–
####–
####
###
#####
##
######
##
####–
####
###–
#
##
###–
###
###
##
##–
#####
###
#
##
##–
###
##
##
#####
##
###
```

ipq

########.

6.7.3.3.4. **mpo_create_datagram_from_ipq**

void **mpo_create_create_datagram_from_ipq**(*ipq*, *ipqlabel*, *datagram*, *datagramlabel*);

struct ipq **ipq*;
struct label **ipqlabel*;
struct mbuf **datagram*;
struct label **datagramlabel*;

```
####–
####–
####
###
##
ipq
##–
#####–
###
#####
###–
ipqla-
bel
##
##–
###
###
ipq
####–
data-
gram
##
##
##–
#####
###–
data-
gram-
la-
bel
##
##
##
###
##
###
data-
gram-
la-
bel
```

#########.

6.7.3.3.5. **mpo_create_fragment**

void **mpo_create_fragment**(*datagram*, *datagramlabel*, *fragment*, *fragmentlabel*);

struct mbuf **datagram*;
struct label **datagramlabel*;
struct mbuf **fragment*;
struct label **fragmentlabel*;

```
####–
####–
####
###
####–
####
```

```
####–
####–
####
###
###–
data-
gram-
##
##–
###
###
data-
gram
####–
#####
##
##
##–
#####
###–
ment-
##
##–
###
##
##
######
##
###
data-
gram
```

####.

6.7.3.3.6. mpo_create_mbuf_from_mbuf

void **mpo_create_mbuf_from_mbuf**(*oldmbuf*, *oldmbuflabel*, *newmbuf*, *newmbuflabel*);

struct mbuf **oldmbuf*;
struct label **oldmbuflabel*;
struct mbuf **newmbuf*;
struct label **newmbuflabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
oldm-
##–
###
(######)
####
###–
oldm-
##-
```

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###
~~##~~
~~##–~~
###
###
oldm-
buf
~~###~~
~~#####~~
##
##
##–
#####
~~###~~
~~##~~
~~##~~
~~##–~~
###
##
##
######
##
###
newm-
buf

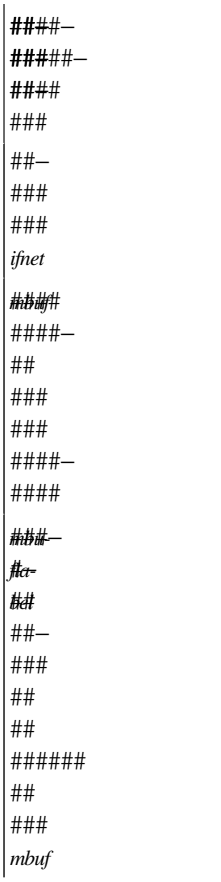
####–####. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### #### ## #### ## ############ ### #####–#### ########.

6.7.3.3.7. **mpo_create_mbuf_linklayer**

void **mpo_create_mbuf_linklayer**(*ifnet*, *ifnetlabel*, *mbuf*, *mbuflabel*);

struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;
struct mbuf **mbuf*;
struct label **mbuflabel*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###
~~###–~~
####
##–
###–
####
~~###–~~
~~##–~~
~~##~~

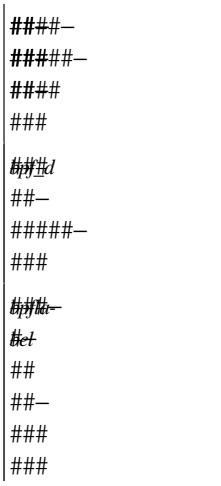


#########. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### ### ### ## ##6 ######### ## ### ###4 ### ###6 ######.

6.7.3.3.8. mpo_create_mbuf_from_bpfdesc

void **mpo_create_mbuf_from_bpfdesc**(*bpf_d*, *bpflabel*, *mbuf*, *mbuflabel*);

struct bpf_d *bpf_d;
struct label *bpflabel;
struct mbuf *mbuf;
struct label *mbuflabel;



####–
#####–
####
###

bpfla-
bel

#####
####
##
##
##–
#####

####–
#la-
#el
##–
###
##
####
##
###
mbuf

##########.
##########.

6.7.3.3.9. mpo_create_mbuf_from_ifnet

void **mpo_create_mbuf_from_ifnet**(*ifnet*, *ifnetlabel*, *mbuf*, *mbuflabel*);

struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;
struct mbuf **mbuf*;
struct label **mbuflabel*;

####–
#####–
####
###

####–
####
##–
###–
####

####–
#la-
#el
##–
###
###
ifnet-
la-
bel

#####
####–

#####–
####.

6.7.3.3.10. mpo_create_mbuf_multicast_encap

void **mpo_create_mbuf_multicast_encap**(*oldmbuf*, *oldmbuflabel*, *ifnet*, *ifnetlabel*, *newmbuf*, *newmbuflabel*);

struct mbuf **oldmbuf*;
struct label **oldmbuflabel*;
struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;
struct mbuf **newmbuf*;
struct label **newmbuflabel*;

###–
###–
####
###
oldm-
buf
###–
####
##–
###–
####
###–
#–
##
##–
###
###
ifnet
####
##–
##
##
##
##–
#####
###
###
####–
####
###
##
##
##
##–
###
##
##
######
##
###
newm-
buf

####–
#########. #### #### ## #### ####
#########.

6.7.3.3.11. mpo_create_mbuf_netlayer

void **mpo_create_mbuf_netlayer**(*oldmbuf*, *oldmbuflabel*, *newmbuf*, *newmbuflabel*);

struct mbuf **oldmbuf*;
struct label **oldmbuflabel*;
struct mbuf **newmbuf*;
struct label **newmbuflabel*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###

~~oldm-~~
~~buf~~ ####
####–
####

~~oldm-~~
~~buf~~
~~##~~
~~##–~~
###
###
oldm-
buf

~~newm-~~
~~buf~~
###–
##–
##
####–
####

~~newm-~~
~~buf~~
~~##~~
~~##–~~
###
###
newm-
buf

(*oldmbuf*). #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### #### ########## ## #### ####### #########.

6.7.3.3.12. **mpo_fragment_match**

int **mpo_fragment_match**(*fragment*, *fragmentlabel*, *ipq*, *ipqlabel*);

struct mbuf **fragment*;
struct label **fragmentlabel*;
struct ipq **ipq*;
struct label **ipqlabel*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###

~~##~~
~~fragment~~
~~####–~~
####
####–
####

```
####–
####–
####
###
###–
#ment-
#
##–
###
###
frag-
ment
##
ipq
####–
####
##–
#####–
###
#####
###–
#
##
##–
###
###
ipq
```

######### ####### ## #### ###### ########## ## ## ######## (*fragment*) ######## ####### ### ##### ## ### ###### ## ######## ########## ##### (*ipq*). ###### (1) ### # ########## #####, ## (0) ### ## #####. #### #### ## #### #### ### ## ##### ######## ## #### ## ######## ######## ########## ##### ### # ##### ######## ########; ## #### #####, # ### ######## ########## ##### ### ## ############ ### ### ########. ######## ### ### #### ##### ##### ## ####### ### ########## ## ######### ######## ## ######### ## ###### #### ### ###### #### ## ## ########### ##### ## ### ##### ## ##### ###########.

6.7.3.3.13. mpo_relabel_ifnet

void **mpo_relabel_ifnet**(*cred*, *ifnet*, *ifnetlabel*, *newlabel*);

struct ucred **cred*;
struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;
struct label **newlabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###–
ifnet
####;
```

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###
###–
####
##–
###–
####
~~###–~~
~~#–~~
~~#~~
##–
###
###
ifnet
~~##~~
~~#~~
~~##~~
##–
####
##
##–
###
##
ifnet

#########, *ifnet*, ##### ## ### ###### ###### #####, *newlabel*, ### ### ###### ####### ##########, *cred*.

6.7.3.3.14. mpo_update_ipq

void **mpo_update_ipq**(*fragment*, *fragmentlabel*, *ipq*, *ipqlabel*);

struct mbuf **fragment*;
struct label **fragmentlabel*;
struct ipq **ipq*;
struct label **ipqlabel*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###
~~##~~
~~#~~
####–
####
~~###–~~
~~#~~
~~#~~
##–
###
###
mbuf
~~##~~
~~#~~
####–

```
####–
####–
####
###
####
##–
#####–
###
#####
###–
ipqlat–
#–
bel
##
##–
###
##
##
##–
###–
##
###
ipq
```

(*ipq*) ##### ## ### ########## ## ### ###### ## ####–#### #### ###### (*mbuf*).

6.7.3.4. ####### ######## ##### ##########

6.7.3.4.1. **mpo_create_cred**

void **mpo_create_cred**(*parent_cred*, *child_cred*);

struct ucred **parent_cred*;
struct ucred **child_cred*;

```
####–
####–
####
###
###–
###
###
####
###–
###–
####
###–
###–
####
###–
####
###–
###–
####
```

##########. #### #### #### ## #### #### ######(9) ## ####### ## # ##### ####### ###### #####. #### #### ###### ### ## ######## #### # ####### ####### ## ######## #####.

6.7.3.4.2. mpo_execve_transition

void **mpo_execve_transition**(*old*, *new*, *vp*, *vnodelabel*);

struct ucred **old*;
struct ucred **new*;
struct vnode **vp*;
struct label **vnodelabel*;

####–
#####–
####
###
##–
#######
###
###–
####
###–
###–
####
###
###–
####
###–
###–
####
##
##
##–
#####
######
##
##–
#–
####
###–
–
##
##–
###
###
vp

(*new*) #### ### ###### ######## ####### ######– #### (*old*) ##### ## # ##### ########## ###### ## ######### ### ###### ##### (*vp*). #### #### ###### #### # ####### ######## ### ###### ##### ### ### ## ### ######## ####### # ####### #### ### mpo_execve_will_transition ##### #####. ######## ### ###### ## ######### #### #### ###### ## ######## mpo_create_cred ### ####### ### ### ####### ########## ## ## ### ## ######### # ############# #####. ######## ###### ### ##### #### ##### ##### ############# ## #### ######### mpo_create_cred, #### ## #### ## ### ######### mpo_execve_will_transition.

6.7.3.4.3. mpo_execve_will_transition

int **mpo_execve_will_transition**(*old*, *vp*, *vnodelabel*);

struct ucred *old;
struct vnode *vp;
struct label *vnodelabel;

###–
#####–
####
###

###–
#######
###–
###–
####
###–
##
##
##–
####(2)

###
##
##–
#–
####

###–
-
##
##–
###
###
vp

######### ######## ### ###### #### #### ## ######## # ########## ##### ## # ###### ## ### ######### ## ### ###### ##### ## ### ###### ######## ##########. ###### 1 ## # ########## ## ########, 0 ## ###. #### ## # ###### ######## 0, ## ###### ###### ######### ## ### ######## ## ## ########## ########## ## mpo_execve_transition, ## #### #### ### ###### ## # ###### ## ######## ###### ########## # ##########.

6.7.3.4.4. mpo_create_proc0

void **mpo_create_proc0**(*cred*);

struct ucred *cred;

###–
#####–
####
###

###–
####
###–
###–
####
##
##
######
##

0, ### ###### ## ### ###### #########.

6.7.3.4.5. mpo_create_proc1

void **mpo_create_proc1**(*cred*);

struct ucred *cred;

###–
#####–
####
###
~~###~~–
####
###–
###–
####
##
##
######
##

1, ### ###### ## ### #### #########.

6.7.3.4.6. mpo_relabel_cred

void **mpo_relabel_cred**(*cred*, *newlabel*);

struct ucred *cred;
struct label *newlabel;

###–
#####–
####
###
~~###~~–
####
###–
###–
####
~~##vla-~~
~~##~~##
##–
####
##
##–
###
##
cred

#####.

6.7.4. ###### #######

######. #########, ######## ### ######, ######### ## ## ###### ####### ##### ##### #### ######## ### ## #### ########### ###########, ########### (######## ######### # #####) ### ### ##### #######

#########. ## ###### ####### ##### ##### ### ###### 0 ## ###### ### #########, ## ## #####(2) ##### #####. ### ####### ## ######## ### ##### ##### ###### ####### ########## ###### ####### #### ## ######## ## #######: ## ### ####### ###### ### ######### ## #######, ####### #### ## ########. ## ### ## ####### ####### # #######, # ####### #### ## ########. ## #### #### ### ###### ####### # #######, ### ##### ##### ## ###### ## ### #### #### ## ######## ##### ### ######### ##########, ########### ## ### error_select() ######## ## kern_mac.c:

#### ##########	#######
	######
	#####
	######
##### ##########	#####

####–####### ######## ##### #### ### ### #### ## ########. ## #######, ### ##### ####### ########## ## ##–#### ## ### ######### #####: ###### ########, ####### #########, ###### ### #######, ###### ### ###–######, #####.

6.7.4.1. **mpo_check_bpfdesc_receive**

int **mpo_check_bpfdesc_receive**(*bpf_d*, *bpflabel*, *ifnet*, *ifnetlabel*);

struct bpf_d **bpf_d*;
struct label **bpflabel*;
struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;

####– ####– #### ### ### *bpf_d* ####; ### ##– #####– ### ### *bpfla–* *bel* ## ##– ### ### *bpf_d* ### *ifnet* ####; ###– #### ##– ###– #### ### *ifnet–* *la–* *bel*

####–
#####–
####
###
##–
###
###
ifnet

######### ####### ### ### ######### ###### ###### ######### #### ### ###### ######### ## ## #####–
##########. ###### (0) ### #######, ## ## errno ##### ###
######### #######: ###### ### ##### ##########, ##### ### #### ## #########.

6.7.4.2. **mpo_check_kenv_dump**

int **mpo_check_kenv_dump**(*cred*);

struct ucred *cred;

####–
#####–
####
###
~~**###**~~–
####
###–
###–
####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ######## ### ###### ########### (### ####(2)).

6.7.4.3. **mpo_check_kenv_get**

int **mpo_check_kenv_get**(*cred*, *name*);

struct ucred *cred;
char *name;

####–
#####–
####
###
~~**###**~~–
####
###–
###–
####
~~**####**~~–
###
##–
##–
###–
####
####–
####
####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ######## ### ##### ## ### ######### ###### ####–
####### ########.

6.7.4.4. **mpo_check_kenv_set**

int **mpo_check_kenv_set**(*cred*, *name*);

struct ucred *cred;
char *name;

###– ###– #### ###
###– #### ###– ###– ####
###– ### ##– ##– ###– #### ####– #### ####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ### ### ######### ###### ########### ########.

6.7.4.5. **mpo_check_kenv_unset**

int **mpo_check_kenv_unset**(*cred*, *name*);

struct ucred *cred;
char *name;

###– ###– #### ###
###– #### ###– ###– ####
###– ### ##– ##– ###– #### ####–

####–
####–
####
###
####
####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ##### ### ######### ###### ########## ########.

6.7.4.6. **mpo_check_kld_load**

int **mpo_check_kld_load**(*cred*, *vp*, *vlabel*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *vlabel;

####–
####–
####
###
~~###~~–
####
###–
###–
####
~~#~~##–
###
###–
###
##–
###
~~##~~–
~~##~~
##–
##–
##–
##–
##
####
vp

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ##### ### ######### ###### ####.

6.7.4.7. **mpo_check_kld_stat**

int **mpo_check_kld_stat**(*cred*);

struct ucred *cred;

####–
####–
####
###
~~###~~–
####

```
####–
####–
####
###
###–
###–
####
```

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ######## # #### ## ###### ###### ###### ##### ### ########## ##########.

6.7.4.8. **mpo_check_kld_unload**

int **mpo_check_kld_unload**(*cred*);

struct ucred **cred*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
```

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ###### # ###### ######.

6.7.4.9. **mpo_check_pipe_ioctl**

int **mpo_check_pipe_ioctl**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*, *cmd*, *data*);

struct ucred **cred*;
struct pipe **pipe*;
struct label **pipelabel*;
unsigned long *cmd*;
void **data*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
####
###–
##
##–
###
##–
```

####–
####–
####
###
##–
##–
##–
##
####
pipe
####(2)
###–
####
#####(2)
##–
##

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## #### ### ######### #####(2) ####.

6.7.4.10. **mpo_check_pipe_poll**

int **mpo_check_pipe_poll**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*);

struct ucred **cred*;
struct pipe **pipe*;
struct label **pipelabel*;

###–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
####
####
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## #### *pipe*.

6.7.4.11. **mpo_check_pipe_read**

int **mpo_check_pipe_read**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*);

struct ucred *cred;
struct pipe *pipe;
struct label *pipelabel;

####–
#####–
####
###

~~cred~~–
####
###–
###–
####

~~pipe~~##

~~pipela-~~
~~bel~~
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe

######### ######## ### ######## ###### ## ######## #### ###### ## *pipe*.

6.7.4.12. **mpo_check_pipe_relabel**

int **mpo_check_pipe_relabel**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*, *newlabel*);

struct ucred *cred;
struct pipe *pipe;
struct label *pipelabel;
struct label *newlabel;

####–
#####–
####
###

~~cred~~–
####
###–
###–
####

~~pipe~~##

~~pipela-~~
~~bel~~##
###–
#–
##
##–

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###

###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe

~~##*nevla-*~~
~~*lal*~~##
##–
####
##
pipela-
bel

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ####### *pipe*.

6.7.4.13. **mpo_check_pipe_stat**

int **mpo_check_pipe_stat**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*);

struct ucred **cred*;
struct pipe **pipe*;
struct label **pipelabel*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###

~~###*cred*~~–
####
###–
###–
####

~~####*pipe*~~

~~###*pipela-*~~
~~*bel*~~
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ######## ########### ####### ## *pipe*.

6.7.4.14. **mpo_check_pipe_write**

int **mpo_check_pipe_write**(*cred*, *pipe*, *pipelabel*);

struct ucred **cred*;
struct pipe **pipe*;
struct label **pipelabel*;

####–
####–
####
###

~~###~~–
####
###–
###–
####

~~####~~

~~####~~
~~#~~
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
pipe

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ##### ## *pipe*.

6.7.4.15. **mpo_check_socket_bind**

int **mpo_check_socket_bind**(*cred*, *socket*, *socketlabel*, *sockaddr*);

struct ucred **cred*;
struct socket **socket*;
struct label **socketlabel*;
struct sockaddr **sockaddr*;

####–
####–
####
###

~~###~~–
####
###–
###–
####

~~####~~–
~~##~~
##

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###
##
#####
~~###–~~
~~#–~~
~~##~~
~~##–~~
###
###
sock-
et
~~##–~~
~~#####~~
~~##~~
sock-
et

6.7.4.16. **mpo_check_socket_connect**

int **mpo_check_socket_connect**(*cred*, *socket*, *socketlabel*, *sockaddr*);

struct ucred **cred*;
struct socket **socket*;
struct label **socketlabel*;
struct sockaddr **sockaddr*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###
~~###–~~
####
###–
###–
####
~~####–~~
~~##~~
##
##
###–
####–
##
~~###–~~
~~#–~~
~~##~~
~~##–~~
###
###
sock-
et

```
####–
####–
####
###
###–
####
##
sock-
et
```

######### ####### ### ####### ########## (*cred*) ### ####### ### ###### ###### (*socket*) ## ### ###### ###### ####### (*sockaddr*). ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ##########, ##### ### #### ## #########.

6.7.4.17. **mpo_check_socket_receive**

int **mpo_check_socket_receive**(*cred*, *so*, *socketlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **so*;
struct label **socketlabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
####–
##
###–
##–
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
so
```

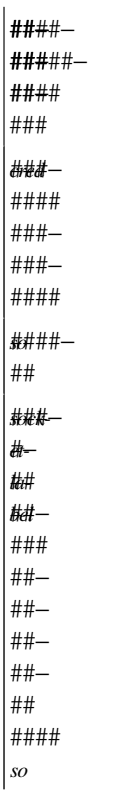
######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ####### ########### #### ### ###### *so*.

6.7.4.18. **mpo_check_socket_send**

int **mpo_check_socket_send**(*cred*, *so*, *socketlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **so*;

struct label *_socketlabel_;



######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## #### ########### ###### ### ###### _so_.

6.7.4.19. mpo_check_cred_visible

int **mpo_check_cred_visible**(_u1_, _u2_);

struct ucred *_u1_;
struct ucred *_u2_;

######### ####### ### ####### ########## _u1_ ### ##### ##### ######## #### ### ###### ####### ######–
_u2_. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ###–
#######, ##### ### #### ## #########, ## ##### ## #### ##########. #### #### ### ## #### ## # ###### ##
##########, ######### ############# ###### ######## #### ## ps, ### ## ###### #######.

6.7.4.20. **mpo_check_socket_visible**

int **mpo_check_socket_visible**(*cred*, *socket*, *socketlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **socket*;
struct label **socketlabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###–
####;
####–
##
###–
##–
##
##–
###
###
sock-
et
```

6.7.4.21. **mpo_check_ifnet_relabel**

int **mpo_check_ifnet_relabel**(*cred*, *ifnet*, *ifnetlabel*, *newlabel*);

struct ucred **cred*;
struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;
struct label **newlabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###–
####;
###–
####
##–
###–
####
```

```
####–
####–
####
###
```

```
##
ifnet-
##–
###
###–
#–
##
##–
###
###
ifnet
```

```
###
newla-
bel
##
##–
###
##–
####
##
###–
##
##
##–
#####
##
ifnet
```

######### ####### ### ####### ########## ### ####### ### ###### ####### ######### ## ### ###### ##### ######.

6.7.4.22. mpo_check_socket_relabel

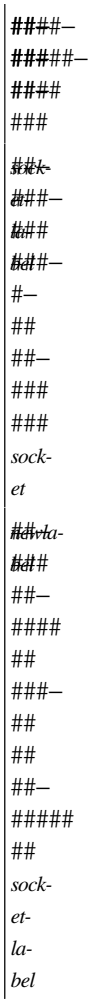
int **mpo_check_socket_relabel**(*cred*, *socket*, *socketlabel*, *newlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **socket*;
struct label **socketlabel*;
struct label **newlabel*;

```
####–
####–
####
###
```

```
###–
cred
####
###–
###–
####
```

```
##
socke-
a
####;
####–
##
```

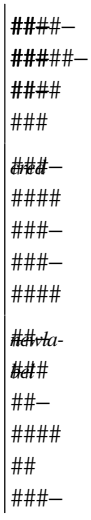


######### ######## ### ######## ########## ### ######## ### ####### ####### ## ### ####### ###### ####### .

6.7.4.23. **mpo_check_cred_relabel**

int **mpo_check_cred_relabel**(*cred*, *newlabel*);

struct ucred **cred*;
struct label **newlabel*;



####–
#####–
####
###
##
##
##–
#####
##
cred

######### ####### ### ####### ########## ### ####### ###### ## ### ###### ##### ######.

6.7.4.24. **mpo_check_vnode_relabel**

int **mpo_check_vnode_relabel**(*cred*, *vp*, *vnodelabel*, *newlabel*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *vnodelabel;
struct label *newlabel;

####–
#####–
####
###
~~###~~–
#######
###–
###–
####
~~#~~######
####;
##–
###
~~##~~–
~~###~~–
~~#~~###
~~##~~–
#–
##
##–
###
###
vp
~~####~~
~~#~~
##
##–
###
##–
####
##
###–

~~###~~#–
~~###~~#–
####
###
##
##
##–
#####
##
vp

######### ####### ### ####### ########## ### ####### ### ###### ##### ## ### ###### ##### ######.

6.7.4.25. **mpo_check_mount_stat**

int **mpo_check_mount_stat**(*cred*, *mp*, *mountlabel*);

struct ucred **cred*;
struct mount **mp*;
struct label **mountlabel*;

~~###~~#–
~~###~~#–
####
###
~~*cred*~~–
####
###–
###–
####
~~*mp*~~–
####;
####
###–
###
#####
~~*mountlabel*~~
~~*la–*~~
~~*lal*~~
##–
###
###
mp

######### ####### ### ####### ########## ### ### ### ####### ## # ###### ######### ## ### #### ######. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########## ## ##### ### #### ## #########. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### ###### ######–##### ## ######(2) ### ####### #####, ## #### ## ## ######### #### #### ####### ## ####### #### ######## ## #### #######, #### ## #### #########(2) ## #######.

6.7.4.26. **mpo_check_proc_debug**

int **mpo_check_proc_debug**(*cred*, *proc*);

struct ucred **cred*;
struct proc **proc*;

####–
#####–
####
###

###–
#######
###–
###–
####

#nbc
####;
#######

######### ####### ### ####### ########## ### ##### ### ###### #######. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ##### ### #### ## #########, ## ##### ## #### ########## ## ### ######. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### ### ## ### ######(2) ### ######(2) ####, ## #### ## ### #### ##### ## ###### ##########.

6.7.4.27. **mpo_check_vnode_access**

int **mpo_check_vnode_access**(*cred*, *vp*, *label*, *flags*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
int *flags*;

####–
#####–
####
###

###–
####
###–
###–
####

#p–
####;
##–
###

#a##–
#el
##
##–
###
###
vp

#gs
####(2)
#####

######### ### ########### ## ######(2) ### ####### ##### ## ### ####### ########## ###### ###### #### ######### ## ### ###### ##### ##### ### ###### ###### #####. #### ###### ######### ## ########## ##### ### #### ######### #### ## mpo_check_vnode_open. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########## ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.28. mpo_check_vnode_chdir

int **mpo_check_vnode_chdir**(*cred*, *dvp*, *dlabel*);

struct ucred *cred;
struct vnode *dvp;
struct label *dlabel;

###–
###–
####
###

###–
####
###–
###–
####

##–
####;
##–
###
##
#####(2)
##–
##

###–
##
##–
###
###
dvp

######### ####### ### ####### ########## ### ###### ### ####### ####### ######### ## ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### ########. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.29. mpo_check_vnode_chroot

int **mpo_check_vnode_chroot**(*cred*, *dvp*, *dlabel*);

struct ucred *cred;
struct vnode *dvp;
struct label *dlabel;

###–
###–
####
###

###–
####
###–
###–
####

####–
#####–
####
###

##–
###–
##–
##
##–
###

##–
#–
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
dvp

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ######(2) #### ### ######### ######### (*dvp*).

6.7.4.30. **mpo_check_vnode_create**

int **mpo_check_vnode_create**(*cred*, *dvp*, *dlabel*, *cnp*, *vap*);

struct ucred *cred;
struct vnode *dvp;
struct label *dlabel;
struct componentname *cnp;
struct vattr *vap;

####–
#####–
####
###

##–
####
###–
###–
####

##–
####;
##–
###

##–
#–
##
##–
###
###
dvp

~~####–~~
~~####–~~
~~####~~
###

~~###–~~
~~##–~~
####
####
###
dvp

~~##–~~
~~###~~
##–
####–
##–
##
###
vap

######### ####### ### ####### ########## ### ###### # ##### #### ### ###### ###### #########, ###### #### ###########, ### ###### ######### ###########. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### ## # ###### ## ##### ## ####(2) #### #_#####, ######(2), ### ######.

6.7.4.31. **mpo_check_vnode_delete**

int **mpo_check_vnode_delete**(*cred*, *dvp*, *dlabel*, *vp*, *label*, *cnp*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **dvp*;
struct label **dlabel*;
struct vnode **vp*;
void **label*;
struct componentname **cnp*;

~~####–~~
~~####–~~
~~####~~
###

~~###–~~
~~####~~
###–
###–
####

~~###–~~
~~###~~
##–
###–
##–
##
##–
###

~~###–~~
~~##~~

###–
###–
###
###
##
##–
###
###
dvp
##–
####;
##–
###
##
######
###–
vp
##
##–
###
###
vp
##–
##–
####
####
###
vp

######### ####### ### ####### ########## ### ###### # ##### #### ### ###### ###### ######### ### ###### #### ###########. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### ## # ###### ## ##### ## ######(2) ### #####(2). ######## ############ #### ##### ##### ###### #### ######### mpo_check_rename_to ## ######### ######## ## ####### ## # ###### ## ##### ### ###### ## # ######.

6.7.4.32. mpo_check_vnode_deleteacl

int **mpo_check_vnode_deleteacl**(*cred*, *vp*, *label*, *type*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;
acl_type_t *type*;

###–
###–
###
###
###–
#######
###–
###–
####

####–
####–
####
###

######
####;
##–
###

##–
##
##
##–
###
###
vp

###
####

######### ######## ### ######## ########## ### ###### ### ### ## ###### #### #### ### ###### #####. ###### 0 ### ########, ## ## errno ##### ### ########. ######### ########: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.33. **mpo_check_vnode_exec**

int **mpo_check_vnode_exec**(*cred*, *vp*, *label*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;

####–
####–
####
###

###–
####
###–
###–
####

##–
####;
##–
###
##
##–
#–
####

##–
##
##
##–
###
###
vp

######### ####### ### ####### ########## ### ####### ### ###### #####. ############ ## ####### ####–
#####. ###### 0 ### #######, ## ## errno
#######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.34. mpo_check_vnode_getacl

int **mpo_check_vnode_getacl**(*cred*, *vp*, *label*, *type*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
acl_type_t type;

####–
#####–
####
###
~~####~~–
####
###–
###–
####
~~##~~–
####;
##–
###
~~###~~–
~~###~~
##
##–
###
###
vp
~~####~~
####

######### ####### ### ####### ########## ### ######## ### ### ## ###### #### #### ### ###### #####.
0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########,
#########.

6.7.4.35. mpo_check_vnode_getextattr

int **mpo_check_vnode_getextattr**(*cred*, *vp*, *label*, *attrnamespace*, *name*, *uio*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
int attrnamespace;
const char *name;
struct uio *uio;

####–
#####–
####
###
~~####~~–
####

~~####~~–
~~####~~–
~~####~~
###
###–
###–
####
~~##~~–
####;
##–
###
~~##~~–
~~#el~~
##
##–
###
###
vp
~~##~~–
~~#~~###–
~~##me-~~
~~##ce~~
#######
####–
#####
~~##me~~
####–
##
##–
#######
####
~~#lo~~
#
#####–
####
#####–
##;
###
###(9)

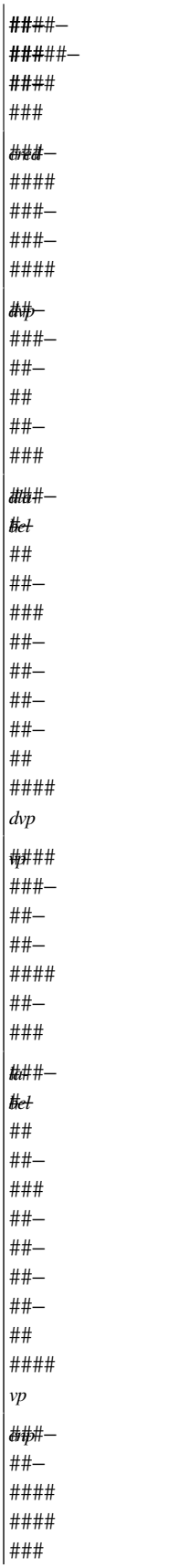
######### ####### ### ####### ########## ### ######## ### ######## ######### #### ### ###### ####–
#####. ######## ########### ######## ##### ######## ########## ###
########## ## ####### ######## ## ########## ## ##### ######## ##########. ###### 0 ### #######, ## ##
errno ##### ### ########. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.36. mpo_check_vnode_link

int **mpo_check_vnode_link**(*cred*, *dvp*, *dlabel*, *vp*, *label*, *cnp*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **dvp*;
struct label **dlabel*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;

struct componentname **cnp*;



####–
####–
####
###
###
####
##–
###
###–
##–
##

######### ######## ### ######## ###### ## ######## ## ###### # #### ## ### ##### *vp* #### ### #### ######### ## *cnp*.

6.7.4.37. **mpo_check_vnode_mmap**

int **mpo_check_vnode_mmap**(*cred*, *vp*, *label*, *prot*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;
int *prot*;

####–
####–
####
###
~~####~~–
####
###–
###–
####
~~##~~–
###
##
###
~~##~~–
~~#el~~
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp
~~#####~~
###–
###–
#####
(###
####(2))

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ### ### ##### *vp* #### ### ########### ######### ## *prot*.

6.7.4.38. **mpo_check_vnode_mmap_downgrade**

void **mpo_check_vnode_mmap_downgrade**(*cred*, *vp*, *label*, *prot*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
int *prot;

###– ###– #### ###
###– *vp* *la-* *bel* #.
###– ###– ##### ## ## ####– ####–

6.7.4.37. ####
#mpo_check_vn-
ode_mmap#

######### ### #### ########### ##### ## ### ####### ### ###### ######.

6.7.4.39. **mpo_check_vnode_mprotect**

int **mpo_check_vnode_mprotect**(*cred*, *vp*, *label*, *prot*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
int *prot*;

####– ###– #### ###
###– #### ###– ###– ####
##– ### ###– #–

####–
####–
####
###
##
###–
###–
#####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ### ### ######### ###### ########### ## ######
vp.

6.7.4.40. **mpo_check_vnode_poll**

int **mpo_check_vnode_poll**(*active_cred*, *file_cred*, *vp*, *label*);

struct ucred **active_cred*;
struct ucred **file_cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;

####–
####–
####
###
##–
####*red*
###–
###–
####
##*red*
###–
####
##–
##–
##–
##–
##
####
###
######
####
#######
##–
###
##–
##
###
##–
##–
##–
##–
##

####–
#####–
####
###
####
vp

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## #### ### ##### *vp*.

6.7.4.41. **mpo_check_vnode_rename_from**

int **mpo_vnode_rename_from**(*cred*, *dvp*, *dlabel*, *vp*, *label*, *cnp*);

struct ucred *cred;
struct vnode *dvp;
struct label *dlabel;
struct vnode *vp;
struct label *label;
struct componentname *cnp;

###–
#####–
####
###
~~cred~~–
####
###–
###–
####
~~dvp~~–
###–
##–
##
##–
###
~~dlabel~~–
~~lcl~~
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
dvp
~~vp~~–
###
##
##
##–
#####
~~dlabel~~–
~~lcl~~

~~####~~–
~~####~~–
~~####~~
###
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####
vp
~~###~~–
~~cnp~~
##–
####
####
###
vp

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ###### ### ##### *vp* ## ######### ####.

6.7.4.42. **mpo_check_vnode_rename_to**

int **mpo_check_vnode_rename_to**(*cred*, *dvp*, *dlabel*, *vp*, *label*, *samedir*, *cnp*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **dvp*;
struct label **dlabel*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;
int *samedir*;
struct componentname **cnp*;

~~####~~–
~~####~~–
~~####~~
###
~~###~~–
~~cred~~
####
###–
###–
####
~~##~~–
~~dvp~~
###–
##–
##
##–
###
~~###~~–
~~dlabel~~
##
##–
###

####–
####–
####
###

##–
##–
##–
##–
##
####

dvp

####–
####–
###
##–
###

###–
##
##
##–
###
##–
##–
##–
##–
##
####

vp

#######;
1
##
###
######
###
###–
##–
##–
####
##–
###–
##–
####
###
###
####

###–
##–
##–
####
###–
##–
####
####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ###### ## ### ##### *vp*, #### ### ######### *dvp*, ## ## ### #### ########### ## *cnp*. ## ##### ## ## ######## #### ## #########, *vp* ### *label* #### ## ####.

6.7.4.43. mpo_check_socket_listen

int **mpo_check_socket_listen**(*cred*, *socket*, *socketlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **socket*;
struct label **socketlabel*;

####–
#####–
####
###
~~####~~–
####
###–
###–
####
~~##k~~
~~#~~###;
####–
##
~~###~~–
~~#~~–
~~##~~
~~#d~~–
###
###
sock-
et

######### ####### ### ####### ########## ### ###### ## ### ###### ######. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### ########. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## ##########.

6.7.4.44. mpo_check_vnode_lookup

int **mpo_check_vnode_lookup**(, , , *cnp*);

struct ucred *cred;
struct vnode *dvp;
struct label *dlabel;
struct componentname **cnp*;

####–
#####–
####
###
~~####~~–
####
###–
###–
####

```
####–
####–
####
###
```

```
dvp–
####;
##–
###
```

```
###–
bel
##
##–
###
###
dvp
```

```
###–
##–
####
####
##–
###
######
##
```

######### ####### ### ####### ########## ### ####### # ###### ## ### ###### ######### ##### ### ### ###### ####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.45. **mpo_check_vnode_open**

int **mpo_check_vnode_open**(*cred*, *vp*, *label*, *acc_mode*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;
int *acc_mode*;

```
####–
####–
####
###
```

```
###–
####
###–
###–
####
```

```
vp–
####;
##–
###
```

```
###–
bel
##
##–
```

```
####–
####–
####
###
###
###
vp
####(2)
#
c_node
####
####
```

######### ####### ### ####### ########## ### ####### ## #### ######### ## ### ###### ##### #### ### ###### ###### ####. ###### 0 ### #######, ## ## ##### ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.46. **mpo_check_vnode_readdir**

int **mpo_check_vnode_readdir**(, ,);

struct ucred *cred;
struct vnode *dvp;
struct label *dlabel;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###–
####;
##–
###–
##–
##
##–
###
###–
##
##
##–
###
###
dvp
```

######### ####### ### ####### ########## ### ####### # readdir ######### ## ### ###### ######### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.47. **mpo_check_vnode_readlink**

int **mpo_check_vnode_readlink**(*cred*, *vp*, *label*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;

####–
#####–
####
###
###–
####;
##–
###
###–
##
##–
###
###
vp

######### ####### ### ####### ########## ### ####### # readlink ######### ## ### ###### ####### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########. #### #### ### ## #### ## # ###### ## ##########, ######### ## ######## readlink #### ## ### #### #######, ## ## # ###### ## ## ######## readlink ###### # #### ###### ## ### #######.

6.7.4.48. **mpo_check_vnode_revoke**

int **mpo_check_vnode_revoke**(*cred*, *vp*, *label*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;

####–
#####–
####
###
###–
####;
##–
###
###–
##
##–

####–
#####–
####
###
###
###
vp

######### ######## ### ######## ########## ### ###### ###### ## ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ### ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.49. **mpo_check_vnode_setacl**

int **mpo_check_vnode_setacl**(*cred*, *vp*, *label*, *type*, *acl*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;
acl_type_t *type*;
struct acl **acl*;

####–
#####–
####
###
~~**###**~~–
####
###–
###–
####
~~**##**~~–
####;
##–
###
~~**#a**~~##–
~~**#cl**~~
##
##–
###
###
vp
~~**#pe**~~
####
~~**#d**~~##

######### ######## ### ######## ########## ### ### ### ###### ### ## ###### #### ## ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.50. **mpo_check_vnode_setextattr**

int **mpo_check_vnode_setextattr**(*cred*, *vp*, *label*, *attrnamespace*, *name*, *uio*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;

int *attrnamespace*;
const char **name*;
struct uio **uio*;

###–
#####–
####
###

###–
####
###–
###–
####

##–
####;
##–
###

##–
##
##
##–
###
###
vp

##–
#####–
##
name-
space
#######
####–
#####

##
name
####–
##
##–
#######
####

##
uio
#
#####–
####
#####–
##;
###
###(9)

######### ####### ### ####### ########## ### ### ### ######## ######### ## ###### #### ### ###### ######### ## ### ###### #####. ######## ########### ######## ###### ###### #### ######## ########## ### #### ## ####### ########## ########### ### ##### ##########. ############, ######## ###### ##### ###### ######### ##### ## ### #### ########## #### *uio*, ## ##### ## # ######### #### ######### ####### #### ##### ### ### ###### #########. ### *uio* ### #### ## NULL ## # ###### ######### ## ##### #########. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.51. mpo_check_vnode_setflags

int **mpo_check_vnode_setflags**(*cred*, *vp*, *label*, *flags*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
u_long *flags*;

###–
###–
####
###

###–
####
###–
###–
####

#–
####;
##–
###

#–
#
##
##–
###
###
vp

#
#####;
###
#######(2)

######### ####### ### ####### ########## ### ### ### ###### ##### ## ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.52. mpo_check_vnode_setmode

int **mpo_check_vnode_setmode**(*cred*, *vp*, *label*, *mode*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
mode_t *mode*;

###–
###–
####
###

###–
####
###–
###–
####

####–
#####–
####
###

##–
####;
##–
###

###–
##
##
##–
###
###
vp

####
####;
###
#####(2)

######### ####### ### ####### ########## ### ### ### ###### #### ## ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### ########. ######### ########: ###### ### ##### #########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.53. **mpo_check_vnode_setowner**

int **mpo_check_vnode_setowner**(*cred*, *vp*, *label*, *uid*, *gid*);

struct ucred **cred*;
struct vnode **vp*;
struct label **label*;
uid_t *uid*;
gid_t *gid*;

####–
#####–
####
###

###–
####
###–
###–
####

##–
####;
##–
###

###–
##
##
##–
###
###
vp

####–
####–
####
###

####
##

####
##

######### ####### ### ####### ########## ### ### ### ###### ### ### ###### ### ## #### ### ### #### ### ## ### ###### #####. ### ### ### ## ### ## (-1) ## ####### ## ######. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### ########. ######### ########: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## ##########.

6.7.4.54. mpo_check_vnode_setutimes

int **mpo_check_vnode_setutimes**(, , , ,);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;
struct timespec atime;
struct timespec mtime;

####–
####–
####
###

####–
####
###–
###–
####

##–
####;
##

##–
##
##
##–
###
###
vp

##
####
####;
###
######(2)

####
#–
##–
##–
####
####;

###–
###–
####
###
###
######(2)

######### ####### ### ####### ########## ### ### ### ###### ###### ########## ## ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.55. **mpo_check_proc_sched**

int **mpo_check_proc_sched**(*ucred*, *proc*);

struct ucred *_ucred_;
struct proc *_proc_;

###–
###–
####
###
~~###~~–
####
###–
###–
####
~~##c~~
####;
#######

######### ####### ### ####### ########## ### ###### ### ########## ########## ## ### ###### #######. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ##### ### #### ## #########, ## ##### ## ##### ##########.

###########(2) ### #### ###########.

6.7.4.56. **mpo_check_proc_signal**

int **mpo_check_proc_signal**(*cred*, *proc*, *signal*);

struct ucred *_cred_;
struct proc *_proc_;
int *signal*;

###–
###–
####
###
~~###~~–
####
###–
###–
####
~~##c~~
####;
#######

###–
###–
####
###

##–
##;
###
####(2)

######### ####### ### ####### ########## ### ####### ### ###### ###### ## ### ###### #######. ######
0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ##### ### ####
#########, ## ##### ## ##### ##########.

6.7.4.57. **mpo_check_vnode_stat**

int **mpo_check_vnode_stat**(*cred*, *vp*, *label*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *label;

###–
###–
####
###

###–
####
###–
###–
####

#–
####;
##–
###

###–
#el
##
##–
###
###
vp

######### ####### ### ####### ########## ### stat ### ###### #####. ###### 0 ### #######, ## ## errno #####
#######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

####(2) ### #### ###########.

6.7.4.58. **mpo_check_ifnet_transmit**

int **mpo_check_ifnet_transmit**(*cred*, *ifnet*, *ifnetlabel*, *mbuf*, *mbuflabel*);

struct ucred *cred;
struct ifnet *ifnet;
struct label *ifnetlabel;
struct mbuf *mbuf;
struct label *mbuflabel;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###

~~###–~~
~~cred~~
####
###–
###–
####

~~###–~~
~~ifnet~~
####
##–
###–
####

~~###–~~
~~ifnet~~
~~ta-~~
~~bel~~
##–
###
###
ifnet

~~##~~
~~mbuf~~
####;
####
##
##
####

~~###–~~
~~mbuf~~
~~fla-~~
~~bel~~
##–
###
###
mbuf

######### ####### ### ####### ######### ### ######## ### ###### ####. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.59. mpo_check_socket_deliver

int **mpo_check_socket_deliver**(*cred*, *ifnet*, *ifnetlabel*, *mbuf*, *mbuflabel*);

struct ucred **cred*;
struct ifnet **ifnet*;
struct label **ifnetlabel*;
struct mbuf **mbuf*;
struct label **mbuflabel*;

~~####–~~
~~#####–~~
~~####~~
###

~~###–~~
~~cred~~
####

```
####–
####–
####
###
###–
###–
####
###–
####
##–
###–
####
###–
##–
##
##–
###
###
ifnet
##
mbuf
####;
####
##
##
##–
###–
####
###–
##–
##
##–
###
###
mbuf
```

######### ####### ### ###### ### ####### ### ######## ###### ## ### ###### #### ######. ###### 0 ### #######, ## ## errno ##### ### #######. ######### ########: ###### ### ##### ########, ## ##### ### #### ## #########.

6.7.4.60. **mpo_check_socket_visible**

int **mpo_check_socket_visible**(*cred*, *so*, *socketlabel*);

struct ucred **cred*;
struct socket **so*;
struct label **socketlabel*;

```
####–
####–
####
###
###–
#######
###–
```

~~####~~–
~~#####~~–
~~####~~
###

###–
####

~~##~~–
####;
####–
##

~~#####~~–
~~#~~–
~~##~~
~~##~~–
###
###
so

######### ####### ### ####### ########## #### ### ##### ### ###### ###### (*socket*) ##### ###### ####–
#########, #### ## ##### ######## ## #######(8) ### ########(1). ###### 0 ### #######, ## ## er-
mo ##### ### #######. ######### #######: ###### ### ##### ##########, ##### ### #### ## #########, ##
##########.

6.7.4.61. mpo_check_system_acct

int **mpo_check_system_acct**(*ucred*, *vp*, *vlabel*);

struct ucred **ucred*;
struct vnode **vp*;
struct label **vlabel*;

~~####~~–
~~#####~~–
~~####~~
###

~~#####~~–
####
###–
###–
####

~~##~~–
#####–
###
####;
##–
##(5)

~~###~~–
~~##~~#
##–
##–
##–
##–
##

####–
#####–
####
###
####
vp

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ###### ##########, ##### ## ### ##### ### ### ##### ## ### ########## ### ####.

6.7.4.62. **mpo_check_system_nfsd**

int **mpo_check_system_nfsd**(*cred*);

struct ucred **cred*;

####–
#####–
####
###
~~***cred***~~–
####
###–
###–
####

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## #### ######(2).

6.7.4.63. **mpo_check_system_reboot**

int **mpo_check_system_reboot**(*cred*, *howto*);

struct ucred **cred*;
int *howto*;

####–
######–
####
###
~~***cred***~~–
####
###–
###–
####
how-to
##–
##–
##–
###
####
##–
####(2)

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ###### ### ###### ## ### ######### ######.

6.7.4.64. mpo_check_system_settime

int **mpo_check_system_settime**(*cred*);

struct ucred *cred;

####–
####–
####
###

~~###~~–
####
###–
###–
####

######### ####### ### #### ###### ## ####### ## ### ### ###### #####.

6.7.4.65. mpo_check_system_swapon

int **mpo_check_system_swapon**(*cred*, *vp*, *vlabel*);

struct ucred *cred;
struct vnode *vp;
struct label *vlabel;

####–
####–
####
###

~~###~~–
####
###–
###–
####

~~#~~###
##–
####

~~##~~–
~~##~~
##–
##–
##–
##–
##
####
vp

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## ### *vp* ## # #### ######.

6.7.4.66. mpo_check_system_sysctl

int **mpo_check_system_sysctl**(*cred*, *name*, *namelen*, *old*, *oldlenp*, *inkernel*, *new*, *newlen*);

struct ucred *cred;
int *name;
u_int *namelen;
void *old;

size_t *oldlenp;
int *inkernel*;
void **new*;
size_t *newlen*;

```
####–
####–
####
###
###–
####
###–
###–
####
###
######(3)
name-
len
old
oldlenp
#######;
nel
##
######
####
###–
###
###
######(3)
newlen
```

######### ####### ### ####### ###### ## ####### ## #### ### ######### ######(3) ###########.

6.7.5. ##### ##########

####### ###### ##### #### # #### ####### ### ######### #### ### ##### ## ## ###### ## ########. # #### ##### ###### ######: #####, ## ###### ####### ##### #### ## ######### ## ######### ## ### ###### ## #### ##### ### #########, ### #### ### ###### ###### ## ######### ### # ######## ##### #####. ####### ##### ###### ######### ###### ### ######, ###### ##### #########, ### ## ###### ##### ######### ## ### #######. ###### ########## ###### ####### ## ###########, ## ####### ##### ### ### ######### ## #### (####### ###### ## ######## ####### ## ### ####### #####).

6.8. ########

########, ######### ### ####### ########## ### ########## ######## ######, ############# ## ### ###### ########## ########## ### ##### ######### ## ####### ### ########## ## ### ###### ## #####, ### # ### ## ##### ## ####### ### ###### ###### ## #########, #####, ### ####### ##########. #### ####### ## ### #### ############ #### ## ##### ## #### ####### ## ### #### ######.

6.8.1. #### ### ############### #####

#########. #### ####### ############ ## ##–

######## ###### ### # ####### ## ######## ####### ##### ####### ## ####### ######## ########. ##### ########## ### #### ## ############### ##### #### ## ########(8), ##(1) ### ##(1) ## #### ###### ## ###–#### ##########, #####, ### #########. ### #### #### ####### ### ########## ##### ######### #######(8), #######(8), #######(8), ########(8), ### #######(8). ### ### #### ### ########## ## ###(3).

############ ###### ### ###### ## ### #####: ## ############ #### #### ## ###### ### ### ###### ## ######### ### ####### (mac_t), ### ############ #### ##### ## # ####### ########## ### ####### ## ###–########## #####, ####### ## ### ####, ## ##### #### ### ####. #### ### ##### ######## # ###### ## ###–#####, #### ########## ## # #### ### ##### ####. ###### ####### ## ### ###### #### ## ######## ##### ### ######### ### ###### ## ############### ####. ## ### ############ ###### ####, ###### ### ########### ## # ############### #### ## #### ### ##### ##### ######### ## ### / #########. ###### ### ## ######## ######### ## ### #### #### ##### ######## ####; #### ########## ###### #### ### ######, ############ ##### ####### #### ##### ## ######## ### ### ####### ##### ####### ###. #########, #### ## #### ## ### ## ### ####: ##### ###_#######(3) ### ## ######### #### ## ####### ##### ########, ## ### ## ### ####–#### ## ### #### #### ##### # ####### ####### ### #### ### ###.####(5) ############## ####. ########## ######## ###### ########### ####### ## ######## ####### ###### ########## #### ####### ####### ##### ##### ## ### ######## ####### ## ### ######.

#########, ###### ############ ## ##### ######## ##### #### ## ########## ## # #### ######, ###### #######, ### ########## #### ## ## ############ ##### ## ### ######### ## ### ### #######. #### ########## ### ## ##### ## ### ###### ## #### ##### ######### ### ########### #######.

6.8.2. ####### ## ###### ##

#########, ###############(3), ### #### ######## ## ######## ### ###### ########## #### # ###### ##### #### #####.####(5). ##### ###### ### #### ### ##### #### ##### #### ####### #### ###### LOGIN_SETALL ## #########, ## #### LOGIN_SETMAC ## ########## #########.

####, ## # ###### ####### ## ########, ### ### ##### ######## #### ## ######### #### ### login.conf #### ##### ###########, ### ## ########## ## # ######## ########. ########, ### ###############(3) ### ###### ###### ### #### ######### #### # ######.

6.9.

######. #### ### ## #### ##### ## ######## ###### ##########, ## ##### ## ##### #### #### ## ########## #### ### ########## ## ### ### #########. ### ######### ## ############ ######## ## ######### # ######## ## ###### #####, ######### ########### #### ######## ######## #### ## ### ### ####, ## #### ## ######## ##### ## ######## ### ############ ## #### ############. ###### ######## ### #### ## ######## #### ############## ## #### ## ######## ######## ######## #### ############ # ### ######## ########.

7. ####### ######

Contributed by Matthew Dillon.

7.1. ########## ## ######## #######vm_page_t

######## ###### ## ####### ## # ############ ##### ####### ### vm_page_t #########. ##### ## ######## ###### ### ########### ####### ### ######### ## ##### ########## vm_page_t ########## ## ### ## ####### ###### ######.

#####, ######, ########, #####, ## #### #####. ###### ### ### ##### #####, ### #### ## ######### ###### ## # ###### #### #### ##### ############ ### ##### #### ## ## ##. ##### ##### ### ### ###### ## ### #####.

####### ########## # #### ######## ###### ##### ### ###### ### #### ##### ## ##### ## ######### #### ########. #### ## ##### ###### ######## ######## ###### ######## ######### ## ### #### ## ### ######–##### #1 ### #2 ######. #### # ### #### ##### ## ## #########, ####### ######## ## ###### ### #### ## ########## #### ####### #### ### ##### ## #### ## ### #1 ### #2 ###### ######## ## ### ## ###### ### #### ## ##### ######### ###.

############, # #### ### ## #### #### # ######### ##### ## ###### #### # #### #####. ### ## ###### #### ########## ## ######### ####### ##### ### # #### ##### ### ##_#### ### ## ### ###### #####.

#####, #### ## ### ###### ###### ######## ## # ### #######. # #### ## ######### ###### ## # ##### ## ###### ##### #########. #### #####, ### #### ## ####### ########## #### # #### ##### #########. ### ## ###### #### ### #### ## ######## ##### ## # #### ###### ###### ##### (###) ## ##### ## #### #### ## # ########## ###### #####. ##### #### ### ##### #### ### ##### ### ##### ########## #### # ## ###### ### ### ########## ### ######### #####. ##### ## ### #### ##### ### ##### ####. ####### ######## ## ######## ### ###### ## ##### ## ### #### #####, ### # ####### ####### ###### ## ##### #### ##### #### ## ########## ## ##### ## ########## #### ########## ## ######### ####.

(#### ## ### ######## ## ##### ######), # ########## ########## #### ########## ##### ###### ##### ###### ### #### ## ## ##########. ## ### #### #### ### ##### ## ###### ###### ## ###, ### ####### #### ##### ##### ### #### ## ####### ## #### ####.

####### ########## ##### ### ###### ###### ### ######## ## ######## ########## ###### ## ##### ## ### ####### ###### ## #### ## ######## ## ######## # ########## ######### ## ##### ###### ##### #####. ### ###### ## ########## #### ###### ####### ## ### ######## ###### ####. #### ########## ## ########## ## ### ####### ###### ### ######## ########## ##### ##### (####### #### #### ##### ####### #####), ######## #### ##### ### ######## ########## (######### ##### ######## ## ### ### ###### ## ###### #### ####### ######), ######### ##### ####### ###### #### ### ###### ### ### ## #######, ### ## #####. ######### ## ###### ## ####### ## #### # ########## ###### ## ############ #### ###### ## ######### ### ###### ## ### #### # #### ######## ##. #### ##### ## ###### ######### ##### #### ## ## #### ## ######## ## ######## # ####.

7.2. ### ####### ###### ######vm_object_t

####### ########## ### #### ## # ####### ### #######. ## ####### ### ## ########## #### ####### ##### ## ####### ###############, ###########, ######## #############, ## ########## #######. ##### ### ########## #### ### #### ## ####### ## ###### ####### #### ######## ## #####, ### ###### ## # ####### ###### #####.

shadowed. #### ##, #### ### ## ####### ## ### ## #### #####. ### #######, ### ##### #### # ########## ## ###### ####### ## ### ## # ########## ## ###### ## ##### ## ######### # ###_###–#### ####()###. #### ######## ## #### #### ## ######### ####### ####### ##########, ######### ##### ########, ### ###### ####### ######.

vm_page_t ### #### ## ########## #### ### ## ###### ## # ####. ### ## ###### ######### ########## ### ######### ####### ## ### #### #### ###### ######## #########.

7.3. ########## #/##struct buf

############ ## #######, #### ## ########## #######, ######### #### ## ######## ##### ### #####/##### #### ########## #### ### ## ######## #### ## #####/#####. ### #######, #### ### ## ###### ####### ## ########## # ######## #### ## ### ####### #####, ### ## ###### ##### ## #### ### #### ##### ###### ### #### ## ######## ####### ## ### ####### #####. ############, ########## #### ## ## #### ## ### ######## ## # #### ## #### ######## #### ### ## ##### ## ####### ## ##.

#######, struct buf##, ## bp##. #### # ########## ##### ## ####### ## # ######## ## # ## ######, ## ######### #### #### ## ### ###### #### # ###### ### ### #### #### ### ##### ## ### ###### ### #### ###. ## ### #### ######, #### #/# ## ######### ###### ## ###–#### ######## ## ######## #### ###### ########## ### #### ######## ### #/# ## ### ###### ##########. ### ########## ##_####_### ### ######### ###### ### ### ######## ## ### #/#. ########## ####### #### #### ##### ### ###### ## ##### ####, ##### ## ###### ## ########## ###### #### ##### ##### ###### ######## ## ########## ####### ######## ## #### ## #####.

######## ######## # ######## ###### ## ### ## #### ######## #### ###### ####, ### ## ###### ## #### ##### #### #### ### ## #### ###### ## #### ######## ### #### ### ##### ### ######## ## #### ####. ######## #### ######## ## ######## # ######## ## vm_page_t##, ### ########## ########. ########, ##### ########## ######## ### #### ## ######### #/#, #### ## ########## ##### ### ###### ## ########## #/# ########. ########, ## ##### ### ######## # ### ######## ########## ######## #########, #### ## ### ######## # ########.

7.4. ######## #### ########vm_map_t, vm_entry_t

######## ######### ### ######## #### ##### ######## #### ### ## ######. ### #### ########## #### ##–#### ### ## ############## ## ### ### ### ### ######## ########## #########. ######## #### ###### #### ## ##### ######## ### ### ######### ########## ############. ##### #### ###### ### ### #########.

######## ########## ######## ## ##_######## #### ######## ###### ## ######## ###### ######## vm_map_t ### vm_entry_t ##########. #### ###### ### ######## ########## #### ### vm_map_t/vm_entry_t/ vm_object_t ######–###. ###### #### # ######### #### ######## ##### ### #### ######## ########## #### # vm_object; #### ## ### ##### ####. vm_page_t## ### #### ###### #### #### ###### #### #### ### ######## ########## ####. ### vm_page_t ### ## ###### #### ######## *pmaps*, ## #### ###### ### ######. ########, ### ############ ######–##### #####, ## ### ########## ## ### #### #### ## ### #### ###### ######### ### #### vm_page_t ### #### #### ## ###### ##### ########## ###### ### #####.

7.5. ### ######

######## #### ### ## #### ######## ###### ##########. ### ###### ######## ###### #### ## ### ## ### ########## ###### #####. #### ##, ######## ######## ## struct buf ########.

#####, ######## #### *not* ### ### ## ######## ###### #### ###. #### ##### #### ######## ### ###### ###### ############## ## ## 4# ## 32 ### #########. ## ####, ## ### ### #### ######## ## ##, ######## ##### ############ ###### ###### ############## ## ## 8## ## # 32 ### ########. #######, ##### #### 32 ### ######### ### #### ######## ## ######## 4## ## ###, #### ## # #### #####.

##########. ### #### ######### #### ## ###### ### ## ### *zone allocator*. ### #### ######### ##### # ##### ## ### ### ###### ## ## #### ############## ###### ## ###### ## ##### ## ######## # ######## #### ## #########. ### ### ### vmstat -m ## ### ## ######## ## ####### ### ########## ###### #### ## ####.

7.6. ###### ### ####### ##

######. ######### ### ## ### #### ## #### #### ######## ###### ### maxusers ### NMBCLUSTERS ###### ###### #######. #### ##, ###### ########## ####### ######### ## (#########) /usr/src/sys/i386/conf/*CONFIG_FILE*. # ########## ## ### ######### ###### ############# ####### ### ## ##### ## /usr/src/sys/i386/conf/LINT.

maxusers. ###### ######### ##### #### 10 ## 128. #### #### ####### maxusers ### #### ### ##### ### ###### ## ######## ######### ### ######### ## ############# #########. ## ## ###### ## ##### maxusers ## #### ########## ###### ### ### ##### #######, #### ## NMBCLUSTERS, ## ######## ######## #########.

#######, ### ### #### ## ######## NMBCLUSTERS. ####### ###### ##### #### 1024 ## 4096.

NBUF ######### ## #### ############# #### ## ##### ### ######. #### ######### ########## ### ###### ## ### ### ###### ### ### ## ### ########## ####### ### #/#. #### #### #### ######### ### ######## ########## ## ## #### ### ####### ###### #####! #### ######### ## ########## ##### ## 3.0######## ### ##### ####### ### ###### ######### ### ## ######## ########. ## ######### #### ### *not* ### ## #####–## ## NBUF #########. ### ### ###### #### ##. ### ##### # ##### ### ###### ## ######### ########## ########## ######### ##### ### ##### # ##### ### ###### ### #### ###### ## ####### ### #### ##### ## ###### ##### ####.

#######, ####### ####### ### ### #########. ### ### ### ######### ### ############ ##### #### ### makeoptions ######### ## ### ###### #############. #### #### ### ###### ### ### -g ###### ### ### #####–###### ### ##### (######### 7 ##+) ####### #### ######.

```
makeoptions    DEBUG="-g"
makeoptions    COPTFLAGS="-O -pipe"
```

########. ### ######### ## ### #### ## #### #### ### ## ### ###### #########, ########## ### ## ####### ####.

###############. #####, ### #### ####### ## #### ###/### ########## ######## ########. /usr/src/sys/ufs/ffs/README.softupdates ######## ############ (### ############) ## ### ## ######### ##.

######, ######### ########## ####. ### ###### #### # #### ######### ########## ## #### ######## ####, ## ## ####, #### ## #### ###### #####. ### ###### #### ## ##### 2# ### #### ##### ## ### #### #### ######, ### ######## #### #### ## ### ## ### #### # ### ## ######. ### ###### #### #### #### #### ######### ##### ## ### ######## ###### ############## ### #### ###### ## ### ## ### ######## ## ### ## ### #### ## ########### #### ##### ##### ##. ## ### #### ## ## #### ## ########### # ##### ####, #### ##### #### ######### #### ## ## ##### ## ##### ## #### ###### ### /var/crash #### #### ########## #### ##### ## #### ### ####.

######### #### ## ######### ########## ## 4.# ## ##### #######, ### ### #### ## ##### #### ### ### ###### #### #### ### ##### ## ### ###### ####.

8. ##### ######

Written by John Baldwin and Robert Watson.

8.1.

############. #####, ### ##### ########## ### ##### ### ##########. ####, # ####### ############ ### ### ####### ######## ###–############ ### ######### ##### ## #### ###. ####, ####### ########## ### ######## ########## ### #########, ########### ### ########## ##### ## ######### ############ ############### ### #####–###### ### #### #########. #######, ######## ############## ##### ### ######## ## ######## ###### #######, ### #### ### ###### ##### ## ######### ############ ######### ### ### ## ######## ##########.

################, ### #### ## ####### ## ####### ######## ###### ### ############### ########## ########## #### ### ##### #######. #### ######## ######### ##### #### ## ####### ####, ### #### ## ####### ### ## #### ########. ####### ## ########### ######### ### ######## ### ## ######## ## ### ######## #######.

######. ### ###### ## ######### ### ###### ##### ### ####### #######. ## #### ### ###### ############## ## ### #### ## ### #### ##### #### ## #### ###–## ######## ##############. ##### ####### #######, ######/######### #####, ##########, ### ######### #########. ### ### ########### ## ##### ### ##### ########### #####, ###### ### ### ######## ####### ## #### #######.

8.2. ##### ##### ### #######

8.2.1. ###### ############ ### ######

############, ## #### ####### #### ### ####### # ### ## ######. ## ### ## ######, ### ### ### ## ###### ####### ######### ####### # #### ## # #### ## #### ## ####### ###### ## #### ########. #### ####### ####### #### ### ######## #### ###### ######## ###### ######### ######## ##### ## ###### ##########; #### ## ### #### ### ######### ##### ###### ## ###### ##########. #### ##, # ###### ####### #### ### ##### ### ######## ## # ##### ##### ##### ## ##### ###### ## #####. #######, ### ###### ####### ## #### ####### ###### ####### #### ### ###### ## ### ######### #### #### ## ####### ## ##### ##### ## ####### ## ### ##### ## ####### ### #### ## #######. ### ### ## #### ## #### #### #### ## ### ##### ## ##### ###### ## #### ## ## #####. #######, ## ####### ### ######## ## ###### ########### ## ### #### #####, ### ##### ### #### ######### #### ### ####### ##### ## #### ####### ## ### ###### ### ##### #### ### ##### ########### #### ###### ######## ### #######.

#######, ######## # ###### ##### ##### #### ## ########## ####### #### ## ## ## #### ###### (## # ###### #####), #### ## ###### ########### ## ######### ## ### ###, ##### ##### ##### ####### ### ###### #### ##### ### ###### ## #### #### ##### #### ##### #### ### ####### ########### ###### # ###### #######.

############. ### #######, ## ### ##### ##### ##############, ## #### ## ### ## atomic_cmpset ###### #### ## atomic_set ## #### ## ### MTX_CONTESTED ###. ### ###### ## #### ## #### ### ##### ## mtx_lock #### # ######## ### #### #### # ######## ##### ## #### ####. #######, ### ##### ## #### ### ## #####, ## ## ### ###### ##### ## ### ###### ### ########. ####, #### ### atomic_set ########, ## ### ### ## ####### ### ### ## ####### ##### #### ### ### ## #### ### ######## ##. ####, ## #### ## ### ## atomic_cmpset ## ### ### ##### #### ## ### ##### ## #### ### ######## ## ## ########## ### #####.

#######, ###### ############ #### ##### ### #### ## ## ####### ## ####. ## ### ##### ## ########## ###### ####### #####, #### # #### #### ## #### #######. ### #######, ## ### ######## #### ## #### ###

#####, #### ##### ######## #### ## ######### ## # #### ###### #### ## ######## ###### ############.

8.2.2. #### ##### ###### #####

#####. #### ##### ## ##### #### ## ###### #### ### #### #### ### ######### ## ### #####. ########, #### ##### ###### ######## ######### ######. ######## ######## ### ###### #### # #####. ##### ######### ##### ## ##### ### ##### ### ###### ### ## ########### ## # ###### ## ####.

#####, ## ##### ### ## #### ## #### ###### ## ##### ## ######### #### #### ####### ### # ###### #### #### ########. #### ###### ## ##### ###############.

########. ### ### ####### # ##### #### ######## #####. #### ### ####### #### #### ### ###### #### ## #### # #### #### ## ### ## ### #####. ########, ## ##### ## ### ####, ### #### ## #### # ##### #### ## ### ## ### #####. #### ### #### ######## ###### ######### ### ### ## ###### #### #### ## ######## ## ######## #### ####. ### ########, ### ###### ####### ####### ## ######### ## #### ### proctree_lock ## #### ### ### ########### #####. ######### ### #### #### ## ###### ## ## ### #### ######## ## ### ### # ###### ## # ######## ## #### ## ######## #### #######. ########, ##### ###### #### ## inferior #### ## #### ### #### ## ######### ### ###### ######## ### ######## #### ######## ##### ## ########### ## #### ## # #### ## ######### #### ### ######### ### ### ######## ######## ##### ### #### ### ##### ### ### ### ######## ##### ## # ###### ## ### #####.

8.2.3. ######## ########## ###

####, ### ### ### #### #### ### #### ##### ######## ### ######## ### #### #### ### #### ###### ### ### ## ### ##### ### ####. #### ### #### ### ####, ### ######## ### ###### ######### #### ######## ########. ####, ### #### #### ### #### #### ##### ######## ### ######## ### ##### ########## ### ###### ## # ###### ## ### ####.

8.3. ######## ############ ###

8.3.1. #########

######### ### ######## ## ######## ##### ############## ####® ########, ######## ##### #### ######### ######## ## ###### #### ##### ### ###### ########. ######### # ######## ### ######### ######## ###### #### ## ##### ## #####. ## #### ##### ########, ########, ######### ######## ### ## ######### ###### #####–###. ####, ######### ######## ###### ### ######## ### #### #### ## ##### ######## ##### ###### ########. ## ########, ##### ######## ######## ### ##### ## ######### ######, ######### ######## ###### ### ##### ## ### # ######### #### ## ##### ######## ######## ######### ########.

########. #### ### ###### #### ######## ######### ## ## ######### ###### ######## # #### ######## ######. ## ### ######## ###############, ### ###### ### ### ########## ### #### ########## #### ########## # ###### ###### ##### #### ## #### ##### ### ###### ###### ######## ## ######## ## ######## ###### #### ##### #### ## ########### ## ###.

########, ### ###### ## ######## ### #### #### ##########. #########, ## #### ######## # ###### ###### #### ## ######## # ##### ##### ## #### ## ######### ##### ##. ########, ### #### ## ## #### ### ######## ###### ##### ########## ## ######### #####.

########. ########, #### ######## ######## ######## ## ######## ######### ########. ##### ######### ######## ### ######### ######## ###### ######### ######## ##### ### INTR_FAST #### #### ## ######## ######## ## ### ###### ## #### ## #### ##### ########. ###

########## ##### ######### ### ##### ##### ## ######### ######## ### ##### ########## ### ###### #/# ###### ##########. ##### ##### ######## ## ### #### ##### ### #######, #### ### ### ####### ######## ##### ### #### ### #### ### #### #######.

#######, ##### ## ### ######## ############ #### ### ## ##### ## ## #### ###### ########## ######## ########. ##### ## ######### ###### ######## ## # ###### #######, ## ### ###### ### ####### ## ### #######. ####, ## # ########### ####### ######, ### ###### ## ### ######### ###### #### ### ###### ######## ### ####### ### ####### ## ### ########### ######. ## ##### ## ###### #### ### ####### ## ### ########### ###### #### ### ######### ### #### ##### ##, ### ########### ###### ## ### ######## ## ####### ##### ### ######### ###### ## ## ###### ######### ### ########. #### ### ###### #### ### ######### ###### ###### ###### ## ########. ## ## ######### ###### ######, #### ## #### ### ### ### ####### #### ## ## #### ######## #####. ####, ## ### ####### ### ########### ######.

###########. ## #### ##### ## ## ######## ### ##### ## ####, ### ## ####, #### ######## #### ########### ## ###### ### ######### ######## #### ########### ##### ## ##### ### ####### # ###### ###### #### #### #####. ####, ## ########### ###### ## ######### ######## ### #### ######## ## #### ##### #### ##### #### ##:

1. #### ######### ####### ### ### #####: # ######### ##### #### ## ####### ######### ####### ### # ####### ##### #### ## ### ### ###### #######.

2. ## ## ######### ####### ### # #########, #### #### ## ######### ## #########, ### ######### ## ###. ## ### ######### ####### #### #### ### ######### ## ####### ## ## ##### ####### ### ### ###### ##–##### #### ### #########. ## ### ######### ####### ##### ## ##### ## ## #########, #### ### ######## ####### ## ######### ## ###.

####### ##### ###### ####### ######## #### #### ###### ##### ##### ###### ###########. ##### ## ### #### ## ###### ## #### ###### ## #### ##### ## ### ######, ## ## ######## #### ## ##### #### ## ##### ###### ####### ######## ##### ## #### ####### ## ### ##### ######### ######## ########### ### ##–######## ### ##### ###### ####### ######## ##### ## ##### ### ### #### ##.

8.3.2. ###### ########## ### ########

8.3.2.1. ###### ########## ## #

######. ### ##### #### ## #### # ### ###### ###### ## ##### ### ####### ######## #### #########. ####, #### ## ### ##### ## #####. ##### ### # ###### ## ##### ##### ### ####### ## ######### ### ##### ## ### ##### ##### #######.

############ #### ###### ########## ## #### ################: #### ### ######## # ###### ## ## ######## ## ####### ## ## # ### #####, ### ##### ## ### ## ### ######## ## ###### #### ### ######### ######### ######. ## ##, ### ######## # ####### ###### ## #### ######.

##########, ### ### ## ### ###### ## ########## ####. ### #######, ## # ###### ####### # #### ##### ######### ### ### ### ###### ######## ## #### ### #### #### #####, ### ### ###### ### #### ####### ## ### ########## ###### ### ##### ### # ###### ## ########. ####, #### #### #### ## ### #### ## ###### ## ####### ##### ###### ### # ####### ###### exec ## ### ##### ##### ## ### ## ######### ## ## ######## ### ###### ####### ###### ####. ########## ## ######## ### ##### #### ######## ## ##### # ######## #######.

8.3.2.2. ########

#######. #### # ##### ########## ######, ##### setrunqueue ## # ###### ##### #### ### ####### ###### ## # ########## #####. ### ############### ## ### critical_enter ## ### # ########## #### #### ## ####### ## ### ###########. ## setrunqueue ## ###### #### #### #### ###, ## #### ### ####### ########## ## ###

######. #######, ##### ######## ######## ### #### ## #### ####### ## ####### ####### ######## ### ######## #### ####### ### ## ########, ### ######## ####### ### #### ####### #######. ### #### ###### ### ####### ############## #### # ####### ##### ####### ## # ###### ########## ####.

#######, ########### ###### ## # ######## ####### ### ######## ###### #### #######. ## # ###### #### ##### ######## ## ######### ## ## #### ######## ##### ### ####### ###### ## ## # ######## #######, #### # ########## #### ## ### ## ######## #### ##### ## # ####### ##########. #### ### ######### ######## ####### ## ######, ### #### ## ########. ## ### #### ## ###, #### ### ####### ###### ## ######### ## ##### ### ###### ######## ###### ## ###.

########## #### # ####### #### ####### ## #### #######. ## # ######### ######### ####### ##### # ####, ## ##### ## ### ######### ### #### ####### #### #### ## ##### ######## #### ######### ##########. ###–######, ######### #### ######### ## ########## #### ######## ####### ### ## ##### ## ### cpu_critical_enter ### cpu_critical_exit #########. ######### #### ### ######## ### ########## ########## ## ### ## ######### ####### ##########. #### ######## ### ### ## ###### #######, ### ## ## ###### ## ########## ### ###### ## ### #####. ##############, #### ###### ### #### #### ## #### ### #### ####### #### ### #### ## ####### ######### ########. ########, ## #### ### #### #######, ## ## #### ### ### #### ####### ### #### ### ####–#### ########. ## ### ## ######### ## ##### ### ### ## ### #### ### ## ### ### #### ### ## ## ########## #### ### ## ### ## ### #### ##### ###############. ## #### ######## ## #####, #### ### ## ### ###### ##### #### # ###### ## #### #### ## ## # ######## ###.

8.3.2.3. ######

#######, # ###### ## ########## #### #### #### ## ######### ##### ##### ####### ######–#### ### ### ###### ######## ### #### ###########.

########. ######## ## #### # ### ##### # ### # #### ### ######## ## ### ###### ## 4 ### ### ######## ## ### ###### ## 2. ## ### # ##### # ###### #### ######## 1 ########, #### ## ######, ## #### ### # ## ###### ## ### ### ###### ## #### ## #### ## ######## ### ### ######## ######## ######## ########. ########, ### #### ## ########## ##### ### ## ######## # ########## ## ## #### ## ######## ######### #### ### ### ## ### ##### #### ### ################ #### ##### ## ######## ##### ## ########. ####, ### ######## #### ##### ######## ##### ### # ## ###### ## ### ###### ######## ######. #### #### #### ##### #### ### ###### ## # ###### ######## ## ### # ## ######### # ###### ## ######## 1 ###### #### # ###### ## ######## 2.

#######. ## ### ###### #### ## ########## ######## #####, # ###### ## ###### ######### ########### (## ## #### ## # ####–#### ######## ## ######) ## # ###### ######## ###### ## #### ########. ########, #### ######## ######### ## ### ###### #### ######## ## # ###### ######## ### # ##### #### ###### ###### ######## ## ######### ## ########. ####, ## ### ###### ######## ##### ######## ## ### ######## ############ ###### ######, ### ###### ### ###### ### ### ######### ###### #### ###### ## ## ##### ## ##### ## ########. ### ##### ## ### ### #### #### ###### ## ### ### ######. #### ### ###### ######## ## ### ######### ######, ## #### ###### ### ### ##### ########### #### ### ####. ## ########, ### ##### ######## ######## ### ######### #### ##### ## ######## ## ### ###### ######## ### ########## ##### ### ##### ###### ######## ## ######## ## ########. ####, ## ########, ### ########## #### #### #### ######## ########### ## ### ###### ######## ###### ## # ######### ######## ######.

######## ## #### ###### ########## ### ### ###### ######## ### ##### ## # ######### ### ##### ## #####–## #### #### ##########. ## ## ########## ###### ## ## ######## #### #### ##### ### #### ## ######## #########. ####, ##### ## # ###### ###### FULL_PREEMPTION ## ###### ########## ### ### ###### ######## #### ### ## #### ### ######### ########.

8.3.3. ######

###, # ###### ######## #### ## ##### #### ### ### ## ########. ## # ############### ###### #### #### ###### ## ############ ###### #### ## #### ######## msleep ## ######### ## ########. ########, ##

########## ######, ## ######### ### ##### # ########## ### ######## ######### ## ### ####. #### ### #### ######## ######## ## ######## #### ##### #### ### ######### ## curthread ### curpcb ### #### ### ###### ######## ### #######. ##### ### ### ########### ######## ## ### #### #### ######## ########### ######## #### ###### ###### #######. #### ## ## ######### ## ## #### ## ######## ######### ### ######## ## #### #### #### ######## #### ## ## ######.

######## ######## ######### ######## ######### ##### #### ## ### ##### ######## ########. #######, #### ### ## ### ###### ## # ########### ## ######## ## #### ##### ##### # ######## ######## #### ########### ###### ######### ######## ## ### ######## ######### ## # ######, ######## ### ### #### ######## ## ##### ### ######## ###### ## ######### #### ## ## ######### ## ###### ### ######## ## ######## ###.

#########. ### ### ######## ## ### #########: sched_pin ### sched_unpin. ##### ######### ###### # ########## ######## ##### td_pinned. # ###### ## ###### #### ### ######## ##### ## ######## #### #### ### # ###### ###### ### ######## #### # ######## ##### ## ####. #### ######### ############## ## ######## ## ###### #### ###### ######## ### #### ######## ## ### ### #### #### #### ######### ## #### ### sched_pin ### ##### ######. ##### ### ######## ##### ## #### ######## ## ## ### ###### ###### ### ## #### #### ## ##### ######## #### ### ###### ###### ## ### ######### ### ##### sched_lock ## ####, #### td_pinned #### ### #### ### ########. ### sched_pin ######## ########## ### ######## ##### ### sched_unpin ########## ### ######## #####. #### #### ##### ######### #### ######## ## ### ######## ###### ### #### ### ######## ###### ## ### ### ## ## ######### ## ## ### ####. ## #### ## ######### ###### ## # ######## ###, ### sched_bind ### sched_unbind ######### ###### ## #### ########.

8.3.4.

timeout ###### ######## ######## ###### ######## ## ######## ######### ### ######### ## #### ## ### softclock ######## ##########. ###### ### ######### ##### ## # ######## ###### ## ##### #####, ### ########## ## ### ################## ######## #### ##### ## ############## ### ##### ####.

#####, callout_lock; ### ###### ## ### ######## #### #### ## ########## #### #### ##### ####. #### softclock ## ##### ##, ## ##### ### #### ## ######## ######## ### ##### #### ###### ####. ## ##### ## ##### #### ##### ########, ### softclock ###### #### ######## ### callout_lock ##### #### ######## ### ######## timeout ######## ########. ## ### CALLOUT_MPSAFE #### ### ### ### ###### ############, #### ##### #### ## ######## ###### ######## ### ########, ### #### ######## ##########. ### callout_lock ##### #### ## ########## ###### ##########. ### softclock #### ## ######## ## ##### ### #### ## # ########## ##### ##### ######### ### #####. ## DIAGNOSTIC ## ########, #### ### #### ##### ## ######## #### ######## ## ########, ### # ######## ## ######### ## ## ######## # #########.

8.4. ######## ########

8.4.1.

struct ucred ## ### ######## ######## ########## #########, ### ## ######### #### ## ### ##### ### ######## ###### ###### ######## ###### ### ######. ############ ######## ### # ################ ##### ### ######–#### ####: ######## ########## ### ##### ### # ########## #########, ### #### # ###### ##### ## ## ####, ### ######### ## ##########, ########, ### #### ### ######### ########. ### ## ########### ######## ## ### ########## ## ######### ###### ######## ## ####, #### ######## ## ########### ######. #### # #### ## ############ ###, #### ##### #### ##### ############## ## ######## ########## ## ######### #### ############ #### ##### ## ## ######## ##########, ######## ### #### ### ######## ################ #### ######### # ############ ##########.

########## ########## #### # ###### ######### ### ########## ########; ###### ########## ########## #### ### ## ######## ## # #### ######### ## ######. # #####, cr_mtxp ######## ### ######### ##### ## struct ucred ## ## ## ######## ###########. ### ### ## ### ######### ######## # ##### ######### ### ### ######## ## ### ###, ## ### ######### ### ## ######## ### #### ##### ### ############ ########.

struct ucred ##### ## # #### ##### ### ## ########## ### # ##### #### ### ########## #######.

#######, ########## ### #### ## # ######### ###### ### ###### ####### #########, ### ## #### #### td_ucred ## ######### ######### ####### ## ######## ## #######. #### # ######## ########## ## ####### ### proc #### #### ## #### ###### ### ##### ### ###### ########## #### ##### #####. ### ####### ########## p_ucred #### ## #### ### ##### ### ###### ########## ## ####### ############, ########## #####.

#########, ### ##### ## td_ucred #### #### ## ######### ## ### ####### ####### #####. #### #### ####### ### ## # ##### ########## ######### # ######. ### ###### ############ ######### ### td_ucred ####### ## ### ###### ######### #### ### ######## p_ucred ######## # ####### ###### ### ######, ########## ### ## # ##### ########## ### ###### ###### #######.

8.4.2. #### ########## ### #### ##########

####### ## ######.

8.4.3. ####

struct prison ###### ############## ####### ######### ## ### ########## ## ##### ####### ##### ### ####(2) ###. #### ######## ### ######## ########, ## #######, ### ####### ########. #### ######### ## #####–########## ##### ######## ## ######### ## ### ######### ### ###### ## #### ########## ##########. # ###### #####, pr_mtx ######## #### ### ##### ###### ## ### ######### ##### ### ### ####### ######### ###### ### ###### ####. #### ######### ### ### #### #### ### #### ## #######, ### # ##### ######### ## ### struct prison ## ########## ## #### ##### ######. ### ####### ####### ## #### ##### ## ########## ### ######## ## sys/jail.h.

8.4.4. ###

#######, ## ### #### ## struct label. ## #######, ###### ## ###### ####### ### ######### ## ### #### #### ## ### ######### ## ### ###### ######. ### #######, ### v_label ##### ## struct vnode ## ######### ## ### ##### #### ## ### #####.

#######, ### ### ######### #### ######### # #### ## ########## ### ###### ########. ### ###### #### ## ######### ## # ###### ##### (mac_policy_list_lock) ### # #### ##### (#### ######### ## ### #####). ##### #### ###### ####### ###### ### ##### ## ########, ##### ## ### ######### ### # ######### ###### ## ### ###### #### ######## ####### ### ##### ##### ############ (### ##### ############) ### #### #####. ### ##### #### ### ## #### ### ### ######## ## ### ### ##### ############### ##########, #### ## ##### ########## ## #### ###### ############ ##### #####. ## ###### ### ###### ####, #### ## ###### ###### ############ ### ###############, ### ##### #### ## #### ### ### ######### ##### #### ## ####, ## ####### ############ ## ### #### ##### ## ## ## ###.

########, mac_policy_list_not_busy, ## ######### ## ####### #### #### ## #### ### ### #### ## ###### ######, ### #### ######### ######## #### #### ## ###### ## ## ### ###### ## ####### ## ##### #####, ## # #### ##### ######### ### ## ########. ### #### #####, ## ######, #### ## # #### ## ######/ ######### #### #### ###### ## ### #########: ### ########## ## ####, ###### #### ## ## ####, ######### ####### ### ### #### ## ###### ###### ### ## #######, ###### #### ########## #### ##### ######## #### ####### ## ### #### ##### ### ##### ##### #### ### ## #### ## ##### ## (## ######) ### ### #########.

8.4.5.

####. #### #### ## # ######/########## (##) #### ### ### # #### ###### ## ######## ## ## ######## (###### ## ###########), ######### ##### ### # ### ###### #### #### #### ##### ## #### ###### ## ### #### #### ####. ##### ###### ### ## ####### ## sys/module.h ### ### ##### ##### ## ##### ## #####. ### #### ########## #########

module_t ########## (#### ######) ### ### ###### modulelist_t #########, #######. ### ###### ###### ### ####### ###### #### ## kern/kern_module.c ## ####### ########## ### ####### ########.

8.4.6. ###### ######

####. ####### #### #### # ###### (####) #### (##_#####(9)) ### ####–### #### #### ## ######### (#####) #### (##_#####(9)). ######## ######### #### ### ## ####### ## ###. ########## ####### #### #### #### ## ######. ##### ##### #### ## ### ###### ## ### #### ## ### ## #### #### ### ## ######, ##### #### #### ## ## #### ### #### ### ##### (#.#., ######_###_#####(9)). ##### #### ## ########## ### ######## ## ### ###### #### ##########, ## # ###### #### ###### ## ########## ### ### ###### # ########### #######.

8.4.7.

...

8.4.8. ######### ###

#########

#####,

#####, ######### ##_#####

##########

########

8.4.9.

sched_lock ### ##### ######## ## ######## ########## ### ####### ##### ######### ## ### ########.

8.4.10. ###### ###

select ### poll ######### ###### ####### ## ##### ####### ## ###### ## #### ################## ###–#######, ####### ## ### ### #### ########## ### ######## ## ########.

...

8.4.11.

####/##### ###### ## ######### #### ########## #######. ## #### ### ####### ## ####### ##### ## ######### ## ######## ### ##### #### ### ##### ###### ######, ### #### ####### ## ##### ## ######## ## ## ### #####. #### ###### ########## ##### ########## ######## ####### ##### #### ## NULL ## ### ###### ## ### ##########, ## ###### ## # struct sigio ########## ### ############. #### ##### ## ######### ## # ###### #####, sigio_lock. ######## ## ##### ########## ######### #### #### ## #### ##### ### ########## ## #### ##### ######## ###### ## ### ##### ### ### #### #### ########## ## ### ####.

struct sigio ## ######### ### #### ########## ###### ########## #### ### ####### ## ####### #####, ### ######## ############# ## ### ######, #####, ###### ##########, # ##########, ### ### ####### ########## ## ### ############. #### ####### ## ######## ##### ######## # #### ## ########## struct sigio ##########, p_sigiolst ### #########, ### pg_sigiolst ### ####### ######. ##### ##### ### ######### ## ### ####### ## ####### ##### ##### ############. #### ###### ## #### struct sigio ### ######## ### ### ######## ## ### ############, #### ### ######### ## ### sio_pgsigio ##### ##### ##### ### struct sigio #### ### ####### ## ####### ##### ####. ########## ############ ### ###### ####### ########## ##### ####, ## #######, #### ## ##### ####### ######### ##### ##### ######## ##### ########## #########, ####

fsetown ## funsetown ## ##### ######## # #### ##### ####### ######### ##### ### ### ###### ##### ####. #### ## ######### ######## ####### ### ## ## ######## ######### ##### ## ### #########, #### ## ######## ## # #### ########## ######### ## # #### ###### # #### #########.

8.4.12.

sysctl ### ######## ## ######## #### #### ###### ### ###### ### #### ######## ############ ##### # ###–### ####. ## ##### ### ###### ### ###### ## #######: #####, ### ########## ## ### ########## ############ ### #########, ### ######, ############ #### ###### ######### ### ######### #### ### ######## ## ### ###### #########. ##### ###### ####### ### ###### ###### (### ############) ## ###### ########## ### ############ ##########, ### ###### ######### #### ###### ##### ## ########### ####### ######### ### ##### #########. #########, ###### ##### ### ## # ###### ###### ## #### ## ######### ### ## sysctl; #######, ## ## ######## ## ######## ##### ##### ### ##### ########### ### ### ########. ### ######### ## #### ####### ########## ## ######## ### ######## ####### ## ######.

###, ###### ### ####–###, ##### ### ## ######, ####, #### ### ### ##### ###, ######, ########. ###### ######## #### #### ######## ### ### ##### ### ### # ### ##### #### #### ###### ### ##### ## #### ## ###### ### ### #####. ########, ### ### ## ######## ## ### ### ###### ##### ### ### ## ### ###### ######## ## ##### #### ##########.

####, # ###### ##### ##### # ######## ## # ##### ## ### ######_### ###### ### ## ### ######. #### ##### #### ### #### ########. ### ###### ######### ## ## #####, #### ########, ## ###### ######## ########## ######## # ###### ##### #####, ######_#### ##### ##### ## #### ## ### ### ######## #####.

8.4.13.

####. ### taskqueue_queues_mutex ## ##### ## ##### ## # #### ## ######## ### taskqueue_queues #####. ### ##### ##### #### ########## #### #### ###### ## ### ### ## ### struct taskqueue #### #########. ### ### ## ### ############### ######### #### ## ## ######## ### ######### ## ### #### ## ### struct taskqueue. ## ###### ## ##### #### ##### ### ## ######## ###### ## ###### ### #### ## ######## #### ###/### ### #### ##### ##### ##### ### #### ###### ### ##### ## ## #### ######## ## kern/subr_taskqueue.c.

8.5. ##############

8.5.1. #####

########. #### ###### #### ## ### ###### ## # #### ######## ######## # ##### ##### ######### ###### #### ##. #### # ###### ###### ## # #### ########, ## ######## ### ##### ##### ######### ## #### #### ########. ##### ###### ########## #### # #### ######## ### ###### ## # #### #####.

######. #### ##### ## ### #### ##### ## ###### # ########## #####. ### ##### ######### # ###### #### ## ###### ###### ### # #### #####. ### #### ##### ######### ### #### ## ##### ###### ## #### ## ### ######### ## ### ##### ##### ########## ## ### ####. #### ### ##### ##### ## ########## #### # ##### #### ########. ## ######### ######## ##### ## # #### ######## #### ### ##### ###### ########## #### ### ### ### ##### ###### ### ###### ## # #### ## #### ##### ###### ## ### ###### ##### #####. #### # ###### ## ######## #### ### ##### ##### ## ## ##### ### ## ### ##### ##### ########## #### ### ###### ######## #### #### ## ## ## ### ### #### ###### ###### ## ### #####. ### #### ###### ## ##### ### ###### ##### ##### #### ## ## ########. ##### ######## ### ## ######## #### ### ##### ##### ## # ######### ##### #### #### ### #####, # ###### ### ###### #### # ##### ##### #### # ######### ##### ##### ######### #### ### ### ## ######## ####.

sleepq_lock ######## ##### ### #### ##### ## ### ##### ##### ##### #### #### ## # ######## #### ########. ### sleepq_lookup ######## ##### ## ### #### ##### ### ### ###### ##### ##### ########## #### # #####

#######. ## ## ###### ##### ##### ## #####, ## ####### NULL. ### sleepq_release ######## ####### ### ##### ##### ########## #### # ##### #### #######.

sleepq_add. #### ######## ####### ### #### #######, # ####### ### ##### #### ######## ### #### #######, # #### ####### ########## ######, ### # #### ## #####. ### ##### ##### ##### ###### ## ###### ### sleepq_lock ###### #### ######## ## ######. ## ## ##### ######## ### #### ####### (## ## ## ######### ## #####), #### ### ##### ####### ######## ###### ## NULL. ### ##### ######## ######## # #### ##### #### ######### ### #### ## ##### ##### #### ### ###### ## ##### ##### ## ### # #### ## ######## ## ### ##### ## ############## (SLEEPQ_INTERRUPTIBLE). ######### ##### ### #### ### ##### ## ##### ######: ########### ##### ###### ####### ### ### msleep ### wakeup ######### (SLEEPQ_MSLEEP) ### ######### ######## ##### ###### (SLEEPQ_CONDVAR). ### ##### ##### #### ### #### ####### ######## ### #### ###### ### ######## ######### ########. #### #### ##### sleepq_add ###### ##–######## ###### ### ######### ########## ### #### ####### ##### ### ########## ########## ##### ### #### ###### ### sleepq_lock ### ###### ######## ## ### ##### ##### ### ### ## ### ####### #########.

sleepq_set_timeout. ### ######## ####### ### #### ####### ### ### ####### #### ## # ######## #### ##### ## ### #########. ## # ##### ###### ## ########### ## ######## #######, ### sleepq_catch_signals ######## ###### ## ###### ## ####. #### ######## ####### ### #### ####### ## ### #### #########. ## ##### ## ####### # ###### ####### ### #### ######, #### sleepq_catch_signals #### ###### # ###### ######; #########, ## #### ###### 0.

#####, ## ###### ##### ### ## ### sleepq_wait #########. ##### ### #### #### ######### ######### ## ####### ## ### ### ###### ###### ## ### # ####### ## #### ### ##### ####### ## ###### ####### ## ## ######### #### ### ######## ###### ######### ### sleepq_wait ######## ###### ##### ##### ### ####### ###### ## ########## ####### ## ### ## ### ###### #########. ### sleepq_timedwait ######## ##### ##### ###### ### ###### ## ########## ####### ## ### ####### ### ## ## ####### #### ## sleepq_set_timeout #######. ### sleepq_wait_sig ######## ##### ##### ###### ### ###### ## ########## ##–##### ## ### ##### ## #######. ### sleepq_timedwait_sig ######## ##### ##### ###### ### ###### ## ########## #######, ### ####### ### ## ## ####### #### ## sleepq_set_timeout #######, ## ### ######## ##### ## #######. ### ## ### #### ######### ###### ### #### ####### ## ##### ##### #########. ## ########, ### sleepq_timedwait_sig ######## ####### # ###### ####### ######### ## ######## ## ### ####### #### ## sleepq_catch_signals ##### # ####### ######.

######, #### # ##### ## #### ## ######## ## ### #### ######## ## ######## # ########## #####. ## ### ###### ## ####### ## ###### # ####### ## ## ##–####### #### ### ######## ###### ######### #### ## ########## ##### ##### ## ######## #######. #### #### ##### sleepq_wait ### #### ###### 0 ## #### ### ###### ######## ### ### ###### ###### ###### # ###–####### #####. ####, ## # ######## ##### ##### ### ### ## ####### ############## #### sleepq_timedwait_sig #### ###### ## ##### ########## #### # ####### ########. ## ## ##### ##### ## 0 ## ######## ### ###### sleepq_wait_sig ## sleepq_timedwait_sig ### #### ## #####, #### ### ######## sleepq_calc_signal_retval ###### ## ###### ## ##### ### ### ####### ####### ### ######### ## ########## ###### ##### ## ### ### #####. ### ###### ###### ######## ## ### ####### #### ## sleepq_catch_signals ###### ## ###### ## ### #### ######## ## sleepq_calc_signal_retval.

####### ###### ## # #### ####### ### ########## ####### ## ### sleepq_broadcast ### sleepq_signal #########. #### ######### ###### ### #### ####### #### ##### ## ###### #######, # ######## ## ##### ####### ####### ##, ### # ##### ######## ## ######## ##### #### ## ##### ##### ## ##### #######. ### ######## ######## ## ####### ## # ####### ########. ## # ###### ##### ####### ####### ### # ###### ######## (########### #####) #### ### ######## ######## #### ### ######## ## ### ########. ### ##### ######## ## #### ### ######## ########## ## ###### #### ##### ###### ### ### ##### ####### ## ### ##### ####. ### #######, ### ######### ######## ######### ###### ### ###### ####### ## # ########### ##### #####. ### sleepq_broadcast ######## ####### ### ####### #### ### ####### ## ### ######### #### ####### ##### sleepq_signal #### ####### ### ####### ######## ###### ####### ## ### #### #######. ### ##### ##### ###### ##### ## ###### ### ### sleepq_lock ######## ###### ####### ##### #########.

sleepq_abort ########. #### ######## #### ## ###### #### sched_lock #### ### ### ###### #### ## ###### ## # ##### #####. # ###### ### #### ##

sleepq_remove ########. #### ######## ######## #### # ###### ### # #### ######## ## ## ######## ### #### ######## ### ###### ## ## ## ## ### ##### ##### ### ### ######### #### ########. ## ### ###### ## ### ## # ##### ##### ## ## ## ## # ##### ##### ### # ######### #### ########, #### #### ######## #### ########.

8.5.2.

########/######## #### ##### ######.

######/####/########. # ######## ###_######### ####.

###########.

8.5.3. ######## ## ### #####

###_########() ##### ## ### ### ###### ###### #### #### ### ######## ## ###### #### #########?

8.5.3.1. ####

########...

8.5.3.2. #####

#######

###_#### ## # ######### ##### #### ######## ### ######### ##### ####.

8.5.4.

##

####

8.6. ##############

8.6.1. ######### ###### ### ###

####

#######

8.6.2. ##### ###### #########/######

sema_wait?

#####?

######.

########

######	## ######### ## ###### ## ### ## ### ######## ### ######## ## ##### #### ######## #### ### ###### ###### ######## ## ########. ## ### #####–##### #### ### ###### ############ ######## ######## ## ######## ##–########### ## # ###### #####, ## ######## ######## ## # ######### ###

	######### ## # ####, #### # ### ## ########## ### ###### ## #### ### ### ######### ##### ####### ### #### ####### ######### ### #### ## ####### ### ## ### ##########. ### #### #########.
#####	# ###### ## ####### #### ## ## ####### ## # ####, ########, ## #####–####. ############## #### #### ## # ### ########## ## # ######. ### #### #####.
######## #######	# ####### ## #### #### ## ### ####### ## ## #########. # ######## ###–#### ## ####### ### ###### ##### ### ########_#####(9) ###.
##	####### #########. ### #### ##.
###### #########	# ###### ######### ##### ###/## ###### ## # ###### ########.
##	####### ###########. ### #### ##.
#########	### ###### #########.
####### ######### #######	####### ######### ####### ###### ## ### #### #### #### #### ## #####–#### ######. #### #### ### ###### ### ## ######### ####### ######## ## ######## ## ############ ######### ###### ## ####### ### #####–#### ######## ### # ##### ######### ######.
######## ###### ######	# #### ######## ###### ######. #########, ### #### ######## ######## ###### ####### ### ######### #######. ### #### ######.
#####	# ###### ## ###### #### ## ## ####### ## # ######### ######## ## # ##### ##### ### msleep ## tsleep. ### #### #####.
######### ####	# ######### #### ## # #### #### ### ## #### ## # ###### ##### ## ######. ####### ##### ### ## ##### ### ######### ### #### ######### ##### ## #######. ##########, #### ## ##### #### ## ### ####### ### ######## ##### ### ###### ############## #####. ### #### #####.
######	# ###### ###### ########### ## # ###### ######. ####### ### ##### ### #### # ###### ######### #######.
#### #######	# ###### ####### ####### #### ####### ### ##### ##.

##. ######

########

9. ####### ####### ###### ####### 197
9.1. ############ 197
9.2. ####### ###### ###### ######## # ### 197
9.3. ######### ####### 198
9.4. ##### ####### (### ####) 201
9.5. ####### ####### 201
10. ### ###### ####### 203
10.1. ######## 203
10.2. ##### ########### 203
10.3. device_t ####### 204
10.4. ############# #### ### ### ##### ## ########### ### ####### ###### ##############–
..... 205
10.5. ######### 207
10.6. ### ###### ####### 209
10.7. ### 215
10.8. ###_###_##### 217
10.9. ###_###_###### 222
10.10. ###_###_###### 225
10.11. ###_###_######## 225
10.12. ###_#### 225
11. ### ####### 227
11.1. ##### ### ###### 227
11.2. ### ######### 230
12. ###### ###### ###### #### ########### 233
12.1. ######## 233
12.2. ####### ############ 233
12.3. ####### 249
12.4. ############ ###### 249
12.5. ########## 250
12.6. ###### ####### 255
12.7. ####### ######## 256
13. ### ####### 259
13.1. ############ 259
13.2. #### ########### 260
13.3. ### ###### ########### 262
13.4. ###### ##### ### ###### 263
13.5. ### ####### ######## ########### 264
14. ###### 267
14.1. ###### ####### 267
14.2. ######## ## ###### 267
14.3. ###### ### 270
15. ##### ######### 271
15.1. ############ 271
15.2. ##### 271
15.3. #######, #########, ###. 271
15.4. ########## 272
16. ## #### 277
16.1. ###### # ###### 277

9. ####### ####### ######

Written by Murray Stokely.
Based on intro(4) manual page by Jörg Wunsch.

9.1.

#######. # ###### ## #### ####### ## # #### #### ###### ### ################ ##### #### ####### ## ### ######, #### #####, #####–###, ## # ######## ####### #### ### ########. # ###### ###### ## ### ######## ######### ## ### ######–### ###### #### ######## # ######## ######. ##### ### #### ######### ############## ##### # ###### ###### ######## ### ######## ## # ###### ## ######## ####### ### ########## ########## ########. ##–#### ####### ### ## ######## #### ### ###### ########## ## ###### ## ###### ####### ### ####### ###### ###### ######## #####.

####®##### ######### ###### ### ######## ####### ############, ######### #### ###### ####### #####. ##### ##### ### ####### ####### ##### ### ######### /dev ## ### ########## ####–#####.

##########; ######### ### ####### ###### #######.

9.2. ####### ###### ###### ######## #

######. #### ###### ###### ###### ####### ## #### ##### ### ####### #### # ####### ###### ####### ########## ######### ## #### #######.

#######:

- kldload # ##### # ### ###### ######
- kldunload # ####### # ###### ######
- kldstat # ##### ###### #######

######## ###### ## # ###### ######

```
/*
 * KLD Skeleton
 * Inspired by Andrew Reiter's Daemonnews article
 */

#include <sys/types.h>
#include <sys/module.h>
#include <sys/systm.h>  /* uprintf */
#include <sys/errno.h>
#include <sys/param.h>  /* defines used in kernel.h */
#include <sys/kernel.h> /* types used in module initialization */

/*
 * Load handler that deals with the loading and unloading of a KLD.
 */

static int
skel_loader(struct module *m, int what, void *arg)
```

```
{
  int err = 0;

  switch (what) {
  case MOD_LOAD:                /* kldload */
    uprintf("Skeleton KLD loaded.\n");
    break;
  case MOD_UNLOAD:
    uprintf("Skeleton KLD unloaded.\n");
    break;
  default:
    err = EOPNOTSUPP;
    break;
  }
  return(err);
}

/* Declare this module to the rest of the kernel */

static moduledata_t skel_mod = {
  "skel",
  skel_loader,
  NULL
};

DECLARE_MODULE(skeleton, skel_mod, SI_SUB_KLD, SI_ORDER_ANY);
```

9.2.1.

####### ######## # ###### ######## ## ######## ######### # ###### ######.

```
SRCS=skeleton.c
KMOD=skeleton

.include <bsd.kmod.mk>
```

####### make #### #### ######## #### ###### # #### skeleton.ko #### ### ## ###### #### ### ###### ## ######:

```
# kldload -v ./skeleton.ko
```

9.3. #########

#######. #### ## ### #### ###### #### ## ###### ###### ### ##### ### ###### ## ###### ######## ## ### ###### ####.

####.

9.1. ####### ## # ###### #### ############# ###### ### ####### 10.# # 12.#

```
/*
 * Simple Echo pseudo-device KLD
 *
 * Murray Stokely
 * Søren (Xride) Straarup
 * Eitan Adler
 */

#include <sys/types.h>
#include <sys/module.h>
```

```
#include <sys/systm.h>  /* uprintf */
#include <sys/param.h>  /* defines used in kernel.h */
#include <sys/kernel.h> /* types used in module initialization */
#include <sys/conf.h>   /* cdevsw struct */
#include <sys/uio.h>    /* uio struct */
#include <sys/malloc.h>

#define BUFFERSIZE 255

/* Function prototypes */
static d_open_t      echo_open;
static d_close_t     echo_close;
static d_read_t      echo_read;
static d_write_t     echo_write;

/* Character device entry points */
static struct cdevsw echo_cdevsw = {
 .d_version = D_VERSION,
 .d_open = echo_open,
 .d_close = echo_close,
 .d_read = echo_read,
 .d_write = echo_write,
 .d_name = "echo",
};

struct s_echo {
 char msg[BUFFERSIZE + 1];
 int len;
};

/* vars */
static struct cdev *echo_dev;
static struct s_echo *echomsg;

MALLOC_DECLARE(M_ECHOBUF);
MALLOC_DEFINE(M_ECHOBUF, "echobuffer", "buffer for echo module");

/*
 * This function is called by the kld[un]load(2) system calls to
 * determine what actions to take when a module is loaded or unloaded.
 */
static int
echo_loader(struct module *m __unused, int what, void *arg __unused)
{
 int error = 0;

 switch (what) {
 case MOD_LOAD:                /* kldload */
  error = make_dev_p(MAKEDEV_CHECKNAME | MAKEDEV_WAITOK,
      &echo_dev,
      &echo_cdevsw,
      0,
      UID_ROOT,
      GID_WHEEL,
      0600,
      "echo");
  if (error != 0)
   break;

  echomsg = malloc(sizeof(*echomsg), M_ECHOBUF, M_WAITOK |
      M_ZERO);
  printf("Echo device loaded.\n");
  break;
 case MOD_UNLOAD:
  destroy_dev(echo_dev);
  free(echomsg, M_ECHOBUF);
```

```
  printf("Echo device unloaded.\n");
  break;
 default:
  error = EOPNOTSUPP;
  break;
 }
 return (error);
}

static int
echo_open(struct cdev *dev __unused, int oflags __unused, int devtype __unused,
    struct thread *td __unused)
{
 int error = 0;

 uprintf("Opened device \"echo\" successfully.\n");
 return (error);
}

static int
echo_close(struct cdev *dev __unused, int fflag __unused, int devtype __unused,
    struct thread *td __unused)
{

 uprintf("Closing device \"echo\".\n");
 return (0);
}

/*
 * The read function just takes the buf that was saved via
 * echo_write() and returns it to userland for accessing.
 * uio(9)
 */
static int
echo_read(struct cdev *dev __unused, struct uio *uio, int ioflag __unused)
{
 size_t amt;
 int error;

 /*
  * How big is this read operation?  Either as big as the user wants,
  * or as big as the remaining data.  Note that the 'len' does not
  * include the trailing null character.
  */
 amt = MIN(uio->uio_resid, uio->uio_offset >= echomsg->len + 1 ? 0 :
     echomsg->len + 1 - uio->uio_offset);

 if ((error = uiomove(echomsg->msg, amt, uio)) != 0)
  uprintf("uiomove failed!\n");

 return (error);
}

/*
 * echo_write takes in a character string and saves it
 * to buf for later accessing.
 */
static int
echo_write(struct cdev *dev __unused, struct uio *uio, int ioflag __unused)
{
 size_t amt;
 int error;

 /*
  * We either write from the beginning or are appending -- do
  * not allow random access.
```

```
 */
if (uio->uio_offset != 0 && (uio->uio_offset != echomsg->len))
 return (EINVAL);

/* This is a new message, reset length */
if (uio->uio_offset == 0)
 echomsg->len = 0;

/* Copy the string in from user memory to kernel memory */
amt = MIN(uio->uio_resid, (BUFFERSIZE - echomsg->len));

error = uiomove(echomsg->msg + uio->uio_offset, amt, uio);

/* Now we need to null terminate and record the length */
echomsg->len = uio->uio_offset;
echomsg->msg[echomsg->len] = 0;

if (error != 0)
 uprintf("Write failed: bad address!\n");
return (error);
}

DEV_MODULE(echo, echo_loader, NULL);
```

###:

```
# echo -n "Test Data" > /dev/echo
# cat /dev/echo
Opened device "echo" successfully.
Test Data
Closing device "echo".
```

#######.

9.4. ##### ####### (### ####)

####® ####### ### ####### # ###### #### ## #### ###### ##### ## ##### #######. ##### ####### ### #### ####### ### ##### ### ###### ######## #######. #### ####### ##### ############# ###### ##–######, ## ## ##### ########## ##########. ### ####### #### ####### ### ######## ## ##### ##########, ######### ### ########### ## ### ####### ## #### ### ##### #### ######## ## ### ### ####### ## ####.

(###########, #######–##, ###.) ##########. ##### ###### ### ## #######, ##### ## ## ### ### ###### ### ###### ## ### #######–#### ##### ########## ##### ######### ########### # ##### #####, #### ####### ######### ### ######–##### #######.

######, ## ####### ############ #### ## ##### #######, ### ## ####, ###### ### ############ ##### ###### ##### ######## #### ##### ##### ## ####### #### ######### (## #####) ####### ###### ##–#### ## ####. ####### ### ############## ## ### ######## ## #### #### (#########) ## ### ####### #### ######### ######### ############# ########### ### ######## ###### #### ####### ####### ####### ### ###### #### ####### ## #### ## ### ############# ## ### #### #/# ##############.

9.5. #######

####### ### ####### ####### ## ### ### ###### ##### ## ##### ## ## ########. ##### ######### ## ##### ## ##### ######### #### ###### ### ###### ### ####### ## ####### ####(), ### ## # ####### ###### ## ######### ########## ## ##### ### ###### #### ######(2).

#####(9), ### ###### ## ### ######## ######, ### #### ###### ####### #######.

10. ### ######

Written by Sergey Babkin.
Modifications for Handbook made by Murray Stokely, Valentino Vaschetto and Wylie Stilwell.

10.1.

######. ### ########### ######### #### ## ###### ######## ### ########### ## ### #### #### ### ## ##### #### ###########. ## ###### ### ####### ########## ## ### ####### ## ### ##########. ### ######### ######## ### ## ##### ## ### ###### #### ## #### #######. ## ########## ### ####### ep ### aha ### #### ####### ## ###########.

10.2. #####

#####:

```
#include <sys/module.h>
#include <sys/bus.h>
#include <machine/bus.h>
#include <machine/resource.h>
#include <sys/rman.h>

#include <isa/isavar.h>
#include <isa/pnpvar.h>
```

#########.

#######, ### #### ########## ### ######## ## ########## ###### #########.

###. ### # ########### ###### ##### ##### #### ##### ##:

- static void xxx_isa_identify (driver_t *, device_t); ######## #### ### ### #######, ### ###### #######. ### ### ### ####### #### ###### ### #### ####### ###: ## ### ###### ######## #### ############### (#######) ### ## ########### ####### #### ####### ### ######### ##.
- static int xxx_isa_probe (device_t dev); ##### ### # ###### ## # ##### (## ###) ########. #### ####### ### #### ########## ############### ############## ## ########## ### ######### ########## #######.
- static int xxx_isa_attach (device_t dev); ###### ### ########## ######.
- static int xxx_isa_detach (device_t dev); ###### ###### ###### ######### ### ###### ######.
- static int xxx_isa_shutdown (device_t dev); ####### ######## ## ### ###### ###### ###### ########.
- static int xxx_isa_suspend (device_t dev); ####### ### ###### ###### ### ###### #### ## ### ########## #####. ### #### ##### ########## ## ### ########## #####.
- static int xxx_isa_resume (device_t dev); ###### ### ###### ######## ##### ###### #### ########## #####.

xxx_isa_probe() ### xxx_isa_attach() ### #########, ### #### ## ### ######## ### ########, ######### ## ### ##–###### #####.

############.

```
/* table of supported bus methods */
static device_method_t xxx_isa_methods[] = {
```

```
    /* list all the bus method functions supported by the driver */
    /* omit the unsupported methods */
    DEVMETHOD(device_identify,  xxx_isa_identify),
    DEVMETHOD(device_probe,     xxx_isa_probe),
    DEVMETHOD(device_attach,    xxx_isa_attach),
    DEVMETHOD(device_detach,    xxx_isa_detach),
    DEVMETHOD(device_shutdown,  xxx_isa_shutdown),
    DEVMETHOD(device_suspend,   xxx_isa_suspend),
    DEVMETHOD(device_resume,    xxx_isa_resume),

DEVMETHOD_END
  };

  static driver_t xxx_isa_driver = {
    "xxx",
    xxx_isa_methods,
    sizeof(struct xxx_softc),
  };


  static devclass_t xxx_devclass;

  DRIVER_MODULE(xxx, isa, xxx_isa_driver, xxx_devclass,
    load_function, load_argument);
```

xxx_softc ## # ############### ######### #### ######## ####### ###### #### ### ########### ### ### ######## #########. ### ### #### ############# ######### ### ##### ########## ### ###### ## ######.

load_function() ## ###### ## ## ############### ############## ## ######## #### ### ###### ## ###### ## ######## ### ####_######## ## ###### ## ### ## ### #########. ## ### ###### #### ### ####### ####### ####### (## ##### ##### ## #### ###### ## ###### #### ### ######) #### ##### ###### ###### ## ### ## 0 ### ### #### ########## ##### #### ####:

```
DRIVER_MODULE(xxx, isa, xxx_isa_driver,
    xxx_devclass, 0, 0);
```

#######. ### ##### ######## ## # #### ## ### ### ######### ## #### ###### ### ############## ############ ## ### ######## ##### ### ###### ###### ##### ###. ## ##### ####:

```
  static struct isa_pnp_id xxx_pnp_ids[] = {
    /* a line for each supported PnP ID */
    { 0x12345678,   "Our device model 1234A" },
    { 0x12345679,   "Our device model 1234B" },
    { 0,        NULL }, /* end of table */
  };
```

#####, ####:

```
  static struct isa_pnp_id xxx_pnp_ids[] = {
    { 0,        NULL }, /* end of table */
  };
```

10.3. device_t

device_t ## ### ####### #### ### ### ###### #########. #### ## ######## #### ### ####### ########## #### ### ###### ###### ######## ##########. ### ####### ## ########## ###### ## ### ###### ######### ###:

- device_t device_get_parent(dev) ### ### ###### ### ## # ######.
- driver_t device_get_driver(dev) ### ####### ## ### ###### #########.

- char *device_get_name(dev) ### ### ###### ####, #### ## "xxx" ### ### #######.
- int device_get_unit(dev) ### ### #### ###### (##### ### ######## #### 0 ### ### ####### ########## #### #### ######).
- char *device_get_nameunit(dev) ### ### ###### #### ######### ### #### ######, #### ## ####0#, ####1# ### ## ##.
- char *device_get_desc(dev) ### ### ###### ###########. ######## ## ######### ### ##### ##### ## ###### ## ############## ####.
- device_set_desc(dev, desc) ### ### ###########. #### ##### ### ###### ########### ##### ## ### ###### #### ##### ### ### ## ########### ## ####### ##### ####.
- device_set_desc_copy(dev, desc) ### ### ###########. ### ########### ## ###### #### ## ######## ########## ######### ######, ## ### ###### #### ### ## ####### ########## ####### ####### #######.
- void *device_get_softc(dev) ### ####### ## ### ###### ########## (###### xxx_softc) ########## #### #### ######.
- u_int32_t device_get_flags(dev) ### ### ##### ######### ### ### ###### ## ### ############# ####.

device_printf(dev, fmt, ...) ### ## #### ## ##### ### ######## #### ### ###### ######. ## ############# ######## ### ######## ### ##### ## ### #######.

######_# ####### ### ########## ## ### #### kern/bus_subr.c.

10.4. ############## #### ### ### ##### ## ########## ### ####### ######

####:

```
device xxx0 at isa? port 0x300 irq 10 drq 5
      iomem 0xd0000 flags 0x1 sensitive
```

####, ### ### ## ## ### ######### ## ### ######## ###### ########## #### ### ######. #### ### ########, ######### ## ### ######## ##### ### ######### ### ##################. ### #######, #### ####### ## ### #### ### ## ### ### #### ##### ### ###### ## #### ### ### ####### #### ### ###### ######–####### #####. ## # ####### ### ######## ### ##### ### ##### ### ### ## ######### ## ### ############ ####, #### isa0 ## isa1, ######### ### ###### ##### ## ######## ### ## ### ### ### #####.

sensitive ## # ######## ########## #### #### ###### #### ## ###### ###### ### ############# #######. ## ## ######### ### #### ### #### ## ## #### ## ### ####### ######.

##########. ### #### ###### ## ## ########## ## ### ###### #### #### # ###### ####. ## ### ####### ## #### #### ### ######### ## ### ###### ### ##### ## #### ### ############## #### ### ### ############## ######, ##:

```
device xxx0 at isa?
```

##########.

######–##### ######## ### ############## #### ## ###### ## ######### ### ### ####### ## ### ######, #### ### ### ##### ## #### ######:

```
device xxx at isa?
```

####. ### ##########–#### ####### #### ## ##### ##############.

#######:

(######### ### ### ######## ####### ##### ########## ### ### ### #######) ### ###### ## ###### #####. ## #### ######## ### ####### #### ### #### ## ### #### ## ### ### ###. ######## ### ######## ######## ######## ######### ##### ####### #### ### ### #######. ### ### ######## ####### #### ### #### ##### ### ##### ####### ### ## ## #### ### ######### ### #### ### ### ####### ## ####.

#######.

sensitive ### ######. ## ##### ### # ###### #### #######–#####, ### ###### ####### ## ###### ### ##.

########.

#######: #/# ### ###### ####### ######, #### ### ####, ### ## #### ### ########### #### ### ######## ###### #######.

######. ### ##### ### #### ###### ### ###### #### ########. ## ## ######## #### ######## ####### ##### ##### ### ###### #### ######### ########; ## #### ####, ### ################ ###### ####. ### ##### ######## #### #### ISA_PNP_PROBE() ## ######## ### ###### ### ## #### ### #### ## ### ### ######### ## ### ###### ### ## ### ## ## ### ## ### ##### ###### #######. #### ##### #### ########## ##### ######, #### ### #### ### ########## ### ### ######## #### #### ISA_PNP_PROBE(), ## ##### #### ## ##### ### ## ##### ## ###### ####### ## ######## ### ########.

(### ##### ####) ## #####, #### ## ######## ##### ## ########.

##########. ### #######, ## ##### ############# ######### ### # ##### ######## ######### ##### ### ######### ## ######### ###–####. #### #### ######## ##### ###### ### ######. ### ###### ##### ######## # ###### ##### ## ### ##### ####### ##### ########## (## ##### #####, ### ###### ######### 0 ### ######## ##########, ######### #1 ## ####, ######### #2 ## ##### ## ### ## ##). ## ###### ### ######## ##### ######## #### ### ### ######### #### ## ######## ## ### ### ###### (##### ###### ###### #1 #### ### ##### ########) ##### ### ######## ########## ### ### ######### ## #### #### ## ######## ## ### ### ###### (##### ###### ###### 0 #### ### ##### ########). ## ######### ######## ###### ### #### ##### #### ### ### ###### ##### ####. ## ## # ###### ######## ##### 0 ## ### ## #### #### ## ### ### ######### ############.

######. #### ### ### ######## ## ### ##### ### ###### ### #### ######, #### ### #### #### ###. #### ######## ## ### ############ ## ### ######### ###### ### ## ### ########## ######## ## #### #########.

######## ### ### ######## ### ######### #### ######## ### ###### ######## #### #### ### ## ######### ##### (#### ## ###### ### #### ## ###). ### ## #### ## ################ ######## ######## ## ## ### ######–######### ## ### ###### ## #### #### #### ### #### ###### #### ### ## ######### ## ### ###### #####: #### ## ###### ################ ### #### ## ################.

######## ######### ############ ### ### ################ ######## (#### ### ### ################) ## #### ### ##### ### ### ## ####### ## #### #### ### ###### ############## ####. ## #### #### ###### ### ### ### ##### ## ### ## ### ### ##### #### ### ###### #### 0 ### ### ### ################ ######## ## ### ### ###### ######### ######## ## #####.

######–## #### ######### ## ######## resource_query_*() ### resource_*_value(). ##### ################ ### ######## ## kern/subr_bus.c. ### ### ### #### ###### i386/isa/wd.c ######## ######## ## #### ###. ### ### ######## ##### ## ############## #### ###### ## #########. ##### ######## ### ############# ######### ## ### ### ######–######## ####.

10.5.

#########. #### ########## ## ###### ## ### ### ############# #### ### #####–###### #### # ##### ## ######### ######_# ### ### ### ######### ########## #### ##. ### ####### ### ###### ### ############# ######### ######## ##### ######### resource_* ### #### ####### ##### ## ###–##########. #######, ######### #### ## ####### ###### ### ###########, ## #### ##### ## ### ######### ####### ####.

######. #### ### ########## ## #### ### ###### ###### ### ####. ### ### ### ### ### ######### ##### ### #######:

- *SYS_RES_IRQ* # ######### ######
- *SYS_RES_DRQ* # ### ### ####### ######
- *SYS_RES_MEMORY* # ##### ## ###### ###### ###### #### ### ###### ###### #####
- *SYS_RES_IOPORT* # ##### ## ###### #/# #########

0, ## ## # ###### ### ### ###### ####### ## ##### #### ##–####### ## #### SYS_RES_MEMORY ######## 0 ### 1. ### ######## #### ### ####### ## ## #### ### # ###–##### ####, ### ### ######## ###### #### ### # ######## #### unsigned long ### #### ## #### ## #########. ### ######## ####### ## ### #### ## ## ##########, ######## ### ### #### ######## ##### ##. ### ######### ######## ####### ### ### ####### ###:

```
IRQ: 0-1
DRQ: 0-1
MEMORY: 0-3
IOPORT: 0-7
```

######, #### # ##### ##### ### #####. ### ### ### ### ######### ### ##### ##### ######## ## ##### ## 1. ### ###### ### ###### ##### ## ### ######## #########.

#########:

- ###/###
- ########/#######
- ########/##########

####### #### ### ##### #### ## ### ########. ########## ######## ### ######### ##### #### ## ##### ###### ##### ## #### ## ####### ## (### ######## #### ## ##### ###### ######## #### ##### #######). ########## ##### ### ######## ########## ## ### ###### ## ##### ######## ## ######### ### #### (### #######, ### ###### ## ##### ## ####### #### ### ###### ####### ####### #####).

###:

- int bus_set_resource(device_t dev, int type, int rid, u_long start, u_long count)

  ### # ##### ### # ########. ####### 0 ## ##########, ##### #### #########. ########, #### ######## #### ###### ## ##### #### ## ### ## type, rid, start ## count ### # ##### #### ##### ### ## ### ######### #####.

  - ### # ######## ######
  - #### # #### ## ########, ###_###_#
  - ### # ######## ###### (##) ###### ####
  - #####, ##### # ######## #####

- int bus_get_resource(device_t dev, int type, int rid, u_long *startp, u_long *countp)

  ### ### ##### ## ########. ####### 0 ## ##########, ##### #### ## ### ######## ## ### ####### ###.

- u_long bus_get_resource_start(device_t dev, int type, int rid) u_long bus_get_resource_count (device_t dev, int type, int rid)

  ########## ######### ## ### #### ### ##### ## #####. ###### 0 ## #### ## #####, ## ## ### ######## ##### ### 0 ##### ### ########## ###### ## ##### ## ########## ## #### ## ### ##### ## 0 ## ## ##### ########. #######, ## ### ######### ### ###### ####### ### #### # ##### ##### ##### ## 0.

- void bus_delete_resource(device_t dev, int type, int rid)

  ###### # ########, #### ## #########.

- struct resource * bus_alloc_resource(device_t dev, int type, int *rid, u_long start, u_long end, u_long count, u_int flags)

  ######## # ######## ## # ##### ## ##### ###### ### ######### ## ###### ####, ######### ####### ##### ### ###. ####, ######### ## ### #########. ## ### ######## ### ### ### ### ## ## ############## #######. ### ####### ###### ## ##### 0 ### ### #0 (### ####) ##### #### ### ##### ###### ########## ### ## bus_set_resource() #### ## #### #######: ##### ### ##### ## ########## ### ###=(#####+#####), ## #### #### ## ### ######## ### ### ####### ###### #### ## ##### ## ########. ######## ### ## ###### ## ######### ## ## ### ### ######## ## ### ######## ########## #### ## ### ### ###. (### ##### ##### ### ### # ######### ######## ### ###### ##).

######, ### ##### ########## ### ### ###### ###:

- *RF_ACTIVE* # ###### ### ######## ## ## ############# ######### ##### ##########.
- *RF_SHAREABLE* # ######## ### ## ###### ## ### #### #### ## ######## #######.
- *RF_TIMESHARE* # ######## ### ## ########### ## ######## #######, #.#., ######### ## ### #### #### ## #### ### ######### #### ## ### ## ### ##### ###### ## ####.
- ####### 0 ## #####. ### ######### ###### ### ## ######## #### ### ######## ###### ##### ####### rhand_*().
- int bus_release_resource(device_t dev, int type, int rid, struct resource *r)
- ####### ### ########, # ## ### ###### ######## ## bus_alloc_resource(). ####### 0 ## #######, ##### #### #########.
- int bus_activate_resource(device_t dev, int type, int rid, struct resource *r) int bus_deactivate_resource(device_t dev, int type, int rid, struct resource *r)
- ######## ## ########## ########. ###### 0 ## #######, ##### #### #########. ## ### ######## ## ##### ###### ### ######### ######### ## ######## ###### #### EBUSY ## ########.
- int bus_setup_intr(device_t dev, struct resource *r, int flags, driver_intr_t *handler, void *arg, void **cookiep) int bus_teardown_intr(device_t dev, struct resource *r, void *cookie)
- ######### ## ############ ### ######### ######## #### # ######. ###### 0 ## ########, ##### #### ###–######.
- # # ### ######### ######## ######## ########## ### ###

  ##### # ### ######### ######## #####, ### ##:

  - INTR_TYPE_TTY # ######### ### ##### ######## ############## #######. ## #### #### ### spltty().
  - (INTR_TYPE_TTY | INTR_TYPE_FAST) # ######## #### ######## #### ##### ##### ######, ######## ## ### #### #### ## ##### (#### ## ### ############## ###### #####). ## #### #### ### spltty().
  - INTR_TYPE_BIO # ########## #######, ###### ##### ## ### ### ###########. ## #### #### ### splbio().

- INTR_TYPE_CAM # ### (###### ###### ######) ### ###########. ## #### #### ### splcam().
- INTR_TYPE_NET # ####### ######### ###########. ## #### #### ### splimp().
- INTR_TYPE_MISC # ############# #######. ##### ## ## ##### ### ## #### #### #### ## splhigh() ##### ##### ### ##########.

######. ### #### ######### ## ### #### ##### ### ##### ## ##### ########## ### ###### ### ##### ## ### ###### ## ### ##### #########.

- *handler* # ####### ## ### ####### ########, ### #### ######_####_# ## ####### ## void driver_intr_t(void *)
- *arg* # ### ######## ###### ## ### ####### ## ######## #### ########## ######. ## ## #### #### ##### ## ### #### #### ## ### #######. ### ### ########## ### ### ### ######### ######## ### ## ### ### #### ###### ## ########, ### ### (###########) ########## ## ###### # ####### ## ### ###### ##### #########.
- *cookie[p]* # ### ##### ######## #### setup() ## #### ## ######## ### ####### #### ###### ## teardown()

(###### ######## #). ##### ## ##–###### ## ### ###### ###### ####### ###:

- u_long rman_get_start(r) u_long rman_get_end(r) ### ### ##### ### ### ## ######### ######## #####.
- void *rman_get_virtual(r) ### ### ####### ####### ## ######### ###### ########.

10.6. ### ######

######. ### ######## ### ########:

(#) ###### ## ####### ## ### ###### ####

(#) ###### ## ### #### ###### ## ### ########

(#) ### ###### ###### ###### ### #### #### ### ##### ####### ### ####### ###### ### ### #### ###### ## #########. ## ### ### ####### ###### #### ### ###### ####### ####### ##### ### ######## ####### ### ###### ## ### ####### ###### #### ## ####### ## # SYS_RES_MEMORY ########. #### ######## ### #### ## ######### ### #########, ### ### ####### ####### ######## ##### rman_get_virtual(). ### ##### ####### #### ### ######## pmap_mapdev() ### #### #######, ##### ###### ### ## #### ######## ### ####. ### ## ## ### ## ### ######## ##### ## ######## ##########.

640###1##. #### ## ### ### ##### ####### ###### ###### ###### ##### ###### ## ###### ######### ##### 16## (####### ## ### 24#### ####### ########## ## ### ### ###). ## #### #### ## ### ####### ### ##### ###### #### ### ##### ####### ## ### ###### ###### (## ##### #####, #### #######) # ###### #### #### ## ########## ## ### ####### ##### #### ## #######. #### ###### ##### ############## ## # ###### #### ## 1## ######## ## 14## ## 15##. ####### ### ###### ### ###### ##### ######## ## ### #### ####### #### ######## (#### ####### ### ## ###### ## ### ######).

(#) #### ### ####### ## ### #### ## #### ## ### ######, ### ### ###### #### ### ## ######## ###### ### #### ## ### #### ######. ### ########## ### #######: #####, ### ##### ### #### ###### ###### ##### 16##. ######, ### ########## ##### ## ####### ####### ##### ### ### ## ########## ## ######## ####### #####, ## ### ###### ### #### ## ## #######/###### ##########. ### ### ######### ######## ##### ######### ### #### ## ##### ########, ### #### ### ## ## #### ## ### ####### ##########.

##########, bus_dma_tag_t ### bus_dmamap_t. ### ######### ### ####–###### ######## ### ### ### ######. ### ########## # ###### ##### ######### ######### ## ##### ####–######. ######## #### ### ## ########## #### ### #### ###.

##########. # ##### ### ######## ### ### ############ ## ### ###### ###, ### ### #### #### #### ###### ### ##### #### #####.

######## ### ######### ### (#### ## ######) ## ######## ### #### ###### ####. ## ######## ###### ##### #### ######### ############ ### ###### ### #### ###### #### # ### ### #### ## #### ### ## ######## ## # ##### ## ### ###### ###.

####.

#####, # ##### ## ########## ###### ########## #### ### ### ############ ### ## ######### (### ##### ### ## #####). #### ## ######## #### ## ######## ########## ########## ##### ## ###### ### #######–###### #### ### ######. ######## ## #### ###### #### # ### ## ########: ## ## ###### ########## ## ### ##### ## ### ########### ######## ###### #####.

######, ## ######### #### ## ######## ###### ### ## ###### #### # ###. #### #### ## #### ###### #### ## ######## ### ########## ## ### ### ###########. ## ## ######## #### ## ## #### ## ### ######## ########. ## ## ## ### #### # ##### ########## ######## ##### ## ######### ### #### ## ############ #######. #### ######## ### #### #### ### ############### ######## ##### #### #### ## ###### ## ##### ###### ##### ##### ### #### ########### #### ### ###### ##### ## ### ######. #### ######## ### #### ##### ## #### ### ###### ## ### ###### ##### ### #### ###### ## ##### ############### ######## #####. ### ######## ## ######## ######## ### ######## ### ###### ##### ## ###### ###############. #### ## ######## #### ## # ############ #####: ###### ### #### ######## ##### ## ######, ######## #### ### ###### ########.

###:

- int bus_dma_tag_create(bus_dma_tag_t parent, bus_size_t alignment, bus_size_t boundary, bus_addr_t lowaddr, bus_addr_t highaddr, bus_dma_filter_t *filter, void *filterarg, bus_size_t maxsize, int nsegments, bus_size_t maxsegsz, int flags, bus_dma_tag_t *dmat)

  ###### # ### ###. ######## 0 ## ########, ### ##### #### #########.

  - *parent* # ###### ###, ## #### ## ###### # ######### ###.
  - *alignment* # ######## ######## ######### ## ### ###### #### ## ## ######### ### #### ###. ### ##### 1 ### ### ######## ##########. ######## #### ## ### ###### bus_dmamem_alloc() ### ### bus_dmamap_create() #####.
  - *boundary* # ######## ######## ######## #### #### ### ## ######## #### ########## ### ######. ### ##### 0 ### ### #########. ######## #### ## ### ###### bus_dmamem_alloc() ### ### bus_dmamap_create() #####. #### ## ##### ## 2. ## ### ###### ## ######## ## ## #### ## ############ ### #### (#.#., ### ### ######### #### ## ######## ### ## ### ###### ###### ### ## ### ### ### ##########) #### ### ######## #### ## ## ###### #### 64## (64#1024) ### ## ### ########### ## ### ### ########.
  - *lowaddr, highaddr* # ### ##### ### ######## ##########; ##### ###### ### #### ## ##### ### ######### ##### ## ######## ######### #### ## ######## ### ######. ### ##### ######## ###### ######### ## ### ######## ###### ###:

    - ### bus_dmamem_alloc() ### ### ######### #### 0 ## ########1 ### ########## #########, ### ###### #### ### #########.
    - ### bus_dmamap_create() ### ### ######### ######## ### ######### ##### [########; ########] ### ###–####### ##########. ### ######### ## ##### ###### ### ##### ### ###### ## ### ###### ######## ##### ######## ## #### ### ##########. ## ## ###### ######## ## ######## #### ### ### ##### ## ########## ############.
    - ### ### ### ######## ### ###### ###### (#### ## ###### ########) ###:

      ######## = ###_#####_########_24###

      ######## = ###_#####_########

- *filter, filterarg* # ### ###### ######## ### ### ########. ## #### ## ###### ### ###### #### ### ##### ##### [#######, ########] ## ########## ############ #### ##### bus_dmamap_create(). ######### ### ######## ####### ## #### ######### #### ## ##### [#######; ########] ## ###### ## ### ###### ####–#### ##### ####### ## ## ## ##########. ### ######### ## ### ###### ######## ##: int filterfunc(void *arg, bus_addr_t paddr). ## #### ###### 0 ## ### #### ## ##########, ######## #########.

- *maxsize* # ### ####### #### ## ###### (## #####) #### ### ## ######### ####### #### ###. ## #### ## ## ######### ## ######## ## ##### ## ########### ###, ### ##### ### ### ####### ##### ## BUS_SPACE_MAXSIZE_24BIT.

- *nsegments* # ####### ###### ## ############## ######## ######### ## ### ######. ## ############ #### ### ##### BUS_SPACE_UNRESTRICTED ###### ## ####. #### ##### ## ########### ### ### ###### ####, ### ###### ########### ##### #### ## ######### ### ### ########## ####. #### #### ######### ##### ## BUS_SPACE_UNRESTRICTED ### ### ## #### ## ######## #### ####, #### ### ## #### #### ## ###### ####. ### ######### ##### ### ######### ##### ## ## ##### 250#300, ###### ###### #### ##### ###### ##### ######## (### ######## ### ### ######## ####### #### #### ############## ####### ######).

- *maxsegsz* # ####### #### ## # ############## ####### ######### ## ### ######. ### ####### ##### ### ### ###### ##### ## BUS_SPACE_MAXSIZE_24BIT.

- *flags* # # ###### ## #####. ### #### ########## ##### ###:

  - *BUS_DMA_ALLOCNOW* # ######## ## ######## ### ### ########## ###### ###### ##### #### ###–##### ### ###.

  - *BUS_DMA_ISA* # ########## #### #### #### ## ##### ########. ## ## ### ####### ### ### #386 ########. ######## ## ###### ## #### ## ### ### ### ####### ### ##### ######## ### ## ##### #### ##### ### ## #### ####### ###.

- *dmat* # ####### ## ### ####### ### ### ### ### ## ## ########.

- int bus_dma_tag_destroy(bus_dma_tag_t dmat)

  ####### # ###. ####### 0 ## #######, ### ##### #### #########.

  #### # ### ### ## ## #########.

- int bus_dmamem_alloc(bus_dma_tag_t dmat, void** vaddr, int flags, bus_dmamap_t *mapp)

  ######## ## #### ## ########## ###### ######### ## ### ###. ### #### ## ###### ## ## ######### ## ##### #######. ######## 0 ## #######, ### ##### #### #########. ### ###### ##### ### ## ## ###### ## bus_dmamap_load() ###### ##### #### ## ### ### ######## ####### ## ### ######.

  - *dmat* # ### ###

  - *vaddr* # ####### ## ### ####### ### ### ###### ####### ####### ## ### ######### #### ## ## ########.

  - ##### # # ###### ## #####. ### #### ########## #### ##:

    - *BUS_DMA_NOWAIT* # ## ### ###### ## ### ########## ######### ###### ### #####. ## #### #### ## ### ### #### ### ####### ## ####### ## ##### ##### ### ###### ####### ##########.

  - *mapp* # ####### ## ### ####### ### ### ### ### ## ## ########.

- void bus_dmamem_free(bus_dma_tag_t dmat, void *vaddr, bus_dmamap_t map)

  #### ### ###### ######### ## bus_dmamem_alloc(). ## #######, ####### ## ### ###### ######### #### ### ############ ## ### ###########. ####### ## #### ### ########## ##### ## ### ## ## #### ### ######

########. ## ### ####### #### #### #### ### #### ####### ######## ## #####. #### #### ### #### #### bus_dmamem_free() ###### ### ## #### ## ###: ######### ## #### ## ####–#### ########### ####.

- *dmat* # ### ###
- *vaddr* # ### ###### ####### ####### ## ### ######
- *map* # ### ### ## ### ###### (## ######## #### bus_dmamem_alloc())

- int bus_dmamap_create(bus_dma_tag_t dmat, int flags, bus_dmamap_t *mapp)

  ###### # ### ### ### ###, ## ## #### ## bus_dmamap_load() #####. ####### 0 ## #######, ### ##### #### #########.

  - *dmat* # ### ###
  - *flags* # ##############, # ### ### ## #####. ### ## ##### ### ####### ###, ## ## ####### ## #### ## ###### 0.
  - *mapp* # ####### ## ### ####### ### ### ### ### ## ## ########

- int bus_dmamap_destroy(bus_dma_tag_t dmat, bus_dmamap_t map)

  ####### # ###. ####### 0 ## #######, ### ##### #### #########.

  - #### # ### ### ## ##### ### ### ## ##########
  - ### # ### ### ## ## #########

- int bus_dmamap_load(bus_dma_tag_t dmat, bus_dmamap_t map, void *buf, bus_size_t buflen, bus_dmamap_callback_t *callback, void *callback_arg, int flags)

  #### # ###### #### ### ### (### ### #### ## ########## ####### ## bus_dmamap_create() ## bus_dmamem_alloc()). ### ### ##### ## ### ###### ### ####### ### ########### ## ### ### ############ ### ### ##### ### ########## ### ###### ##### ### #########. ## ##### ## ######## ####### ########### ## ##### ### ###### ## ### ######## #######. #### ######## ####### ## #### ######## ## ###### ## ## #### ###. ### ###### ## ###### ####### ## ### ###### ## #######, ## ## ### ###### ####### ### ###### ### ### ########### ######### ### ####### #### ## ###### ### ### ######## #### ## ###### #### ### ###### ####### #### ###### #########. ####### 0 ## ### ######## ### ######## ########### ## ########### ## ### ####### ### ###### ### ###### #########. ## ### ###### #### ### ############### #### ###### ######## ####### ## ### ############### ## ### ######.

  - *dmat* # ### ###
  - *map* # ### ###
  - *buf* # ###### ####### ####### ## ### ######
  - *buflen* # ###### ## ### ######
  - *callback*, callback_arg # ### ######## ######## ### ### ########

  ### ######### ## ######## ######## ##:

  void callback(void *arg, bus_dma_segment_t *seg, int nseg, int error)

  - *arg* # ### #### ## ########_### ###### ## bus_dmamap_load()
  - *seg* # ##### ## ### ####### ###########

- *nseg* # ###### ## ########### ## #####

- *error* # ########## ## ### ####### ###### ########: ## ## ## ### ## ##### #### ### ###### ### ### ### #### ### ####### ###### ## ######## ######### ## ### ###. ## #### #### #### ### ######### ###### ## ########## #### ## ## ### #####. ######## ## #### ######### ## ## ## ### ######: ######### ## ### ####### ######### ## ### ###### ######## #### ## ##### ## ##### ### ###### ## ### ### ###### ### ###### #### ##########

  #### ##### ## ### ######## ##### ######## ### ######:

- *ds_addr* # ######## ### ####### ## ### #######

- *ds_len* # ###### ## ### #######

- void bus_dmamap_unload(bus_dma_tag_t dmat, bus_dmamap_t map)

  ###### ### ###.

  - *dmat* # ###

  - *map* # ###### ###

- void bus_dmamap_sync (bus_dma_tag_t dmat, bus_dmamap_t map, bus_dmasync_op_t op)

  ########## # ###### ###### #### ### ###### ##### ###### ### ##### ######## ######## ## ## #### ######. #### ## ### ######## #### #### ### ### ######### ####### ## #### ####### ### ######## ###### ### ### ###### #######. ### ####### #### ## ############ #### ###### ### ##### ##### ### ########.

  - *dmat* # ###

  - *map* # ###### ###

  - *op* # #### ## ############### ######### ## #######:

  - BUS_DMASYNC_PREREAD # ###### ####### #### ###### #### ######

  - BUS_DMASYNC_POSTREAD # ##### ####### #### ###### #### ######

  - BUS_DMASYNC_PREWRITE # ###### ####### ### ###### ## ######

  - BUS_DMASYNC_POSTWRITE # ##### ####### ### ###### ## ######

######, ## #### #### ### ## ####### ## ### ######. ############### ## ### ###### ### ### ###### ######## #### bus_dmamem_alloc().

bus_dmamap_load() ### ####### ##### ## ###### ## ### #####. ### ## #### ############## ### ### ####### ###### ## ######## ####### ## ### ###. ####### ## #### ### ######### ##### ### ### ###### ## ######## ## #386 ############ ## ##### 250#300 (### ###### ##### ## 4## ##### ### #### ## ### #### #########, #### ## # ####### ##### ##### ## 8 #####, ### #### ##### #### ## ####). ######## ### ##### ## ######### ##### ## ### ####### ###### #### ##### #### ### ## ### ###### #### ###### ######. ############, ### #### ## ######## ### ####### ######### ###### ## ######## ## #### #####. ### ## ### ###### ##### ## ###### ####### #### # #### ##### ###### ## ############## ######## ## ###### ## #### ## ########: #### #### ## ### ######, ######## ## ## ### ######, #### #### #### ## ### ######, ### ## ##.

####### ######### ########## ## #### ### ###### ## ######## ### ##### ### #### ## ### ######. ## ### ### ##### ## ### ###### ###### ## ## ########## ############## #### ### ####### ######### ###### #### ### #### ########## #### ##### ## (######### # ####_####). ### #######, ## # ####### ###### ## 10 ###–

#386 ####### ######### ######### ###### #### ##### ## 40#. ## # ###### #### ## ####### #### ####### ###### ###### ## #### ## ### ######.

###.

###. ### ########## #> ### #### ## #### ### #### ## ####.

######:

###_######_##### #> ###_######_#### #> ...### ######... #> #> ###_######_###### #> ###_######_####

######:

```
bus_dmamap_create ->
-> bus_dmamap_load -> bus_dmamap_sync(PRE...) -> do transfer ->
-> bus_dmamap_sync(POST...) -> bus_dmamap_unload ->
...
-> bus_dmamap_load -> bus_dmamap_sync(PRE...) -> do transfer ->
-> bus_dmamap_sync(POST...) -> bus_dmamap_unload ->
-> bus_dmamap_destroy
```

bus_dmamem_alloc() ### ###### ######## ### #### ## ### ###### #### ## ### #### ## #### ## bus_dmamem_alloc(). ## #### #### ## ## ########## #### ### ##### ###### #### ## ###### ## ### ####### (## ### ######## ### ## ##### ## #### ##########) ### ### ####### #### ## ######## ########### (########### #### ##### ## ########). ### ### ######## ##### ## ## ## #### #### ## ## #### ### ######## #######.

##:

```
 static void
alloc_callback(void *arg, bus_dma_segment_t *seg, int nseg, int error)
{
 *(bus_addr_t *)arg = seg[0].ds_addr;
}

 ...
 int error;
 struct somedata {
   ....
 };
 struct somedata *vsomedata; /* virtual address */
 bus_addr_t psomedata; /* physical bus-relative address */
 bus_dma_tag_t tag_somedata;
 bus_dmamap_t map_somedata;
 ...

 error=bus_dma_tag_create(parent_tag, alignment,
  boundary, lowaddr, highaddr, /*filter*/ NULL, /*filterarg*/ NULL,
  /*maxsize*/ sizeof(struct somedata), /*nsegments*/ 1,
  /*maxsegsz*/ sizeof(struct somedata), /*flags*/ 0,
  &tag_somedata);
 if(error)
 return error;

 error = bus_dmamem_alloc(tag_somedata, &vsomedata, /* flags*/ 0,
    &map_somedata);
 if(error)
    return error;

 bus_dmamap_load(tag_somedata, map_somedata, (void *)vsomedata,
```

```
        sizeof (struct somedata), alloc_callback,
        (void *) &psomedata, /*flags*/0);
```

##. ### ######### ########## ##: ## ######## ###### ##### ### ######### ###### ######## ## ##### ## # ###### #### #### ## ####### #### ### #### ### ######### ### ######## ## ### (## ### ######### ### ######## ########## ######).

bus_dmamap_create() ####### ######## #### ## ###### ## ########## #### ### ######## ## #### ## ##### ## ########. ### #### ##### #### ####:

```
{
 int s;
 int error;

 s = splsoftvm();
 error = bus_dmamap_load(
    dmat,
    dmamap,
    buffer_ptr,
    buffer_len,
    callback,
    /*callback_arg*/ buffer_descriptor,
    /*flags*/0);
 if (error == EINPROGRESS) {
    /*
     * Do whatever is needed to ensure synchronization
     * with callback. Callback is guaranteed not to be started
     * until we do splx() or tsleep().
     */
   }
 splx(s);
}
```

###:

1. ## ######## ### ######### ## ####### #### ########## ## #### (#### ## ### ### ########) #### ## ###### ## ####### ## ### ### ### ####### ########## #### ### ######## ###### ##### ##### #### ### ####### #### ## ## ####. #### ### #### ##### ############### ## ######. ### ### #### ####### ####### ## ### ## # #### #### ## ###### ### ######## ##### ##### #### ####### #### #########.

2. ## ######## ### ######### #### ### ######## ######## (#### ## ####### #### ## ##### ######## ## ####–##### #######) #### # ############### #### ###### ## ### ## ### ###### ########## ### tsleep() ######. ##### #### ### ######## #### ###### ## #### ## ### ########## ### ##### #### ############### ####. ## ## ## ### #### ### ######## ###### ##### # ######. ## #### ######## ### ######## ######## ##### ###### ## ### ### ###### ########## (#### #### ### ######## ####) ## ###### #### ### ######## ##### ## ### ###### ##########. #### ##### ######## ######### ### ####### ######## ##### ### #### ##### ######## ##### ### ## ### ### ##########.

10.7.

(###) ## ########## ## ### ### ### ####### ### ### ########## (########, ### ## #### ### #### ## ## ########## ######). ## #### ### ##### ### ####### ###### ### ##### ### ##### ## ### ### ####### ### ####### ########## ### ############ ## ### ### ##########. ###########, ######## ######## # ### ## ######### #### ###### #### ### ######## ######## ## ### ### ########## #### ### ###### #######.

#######. #### ### ### ###### ####### ## ### #### ### ######## ### ### ###### ### ###### ######### ### ## ##########. ### #### ##### #### ###### #### #### ### ### ########## ## ### ###########. ## ### #### ####### #### ####### ## ## ######## ##### ### ###–

########. ### ### #### ##### ###### #### ### ###### ### ########## ## ## ###### ### ######## #### ## # ### ####### ## ####### ### ######### ######## #### ######### ### ######:

void isa_dmacascade(int channel_number)

######. #### ######### ### ###### ## ########### ######### #### ## ## ######.

###########. ### ######### #### ###:

- int isa_dma_acquire(int chanel_number)

  ####### # ### #######. ####### 0 ## ####### ## ##### ## ### ####### ### ####### ######## ## #### ## # ######### ######. #### ## ### ### ####### ### ### #### ## ##### ### ########, ## ######## #### ######## ## ###### #### ######### # ######. #### ########### ### #### ######### ## ### ###### ######### ## ### ######### ### ##### #### ## #### ## ######## ## ### ######. ## ### #### #### #####, ##### ### ######## #### #####.

- int isa_dma_release(int chanel_number)

  ####### # ########## ######## ### #######. ## ######### #### ## ## ######## #### ### ####### ## ######## (## ######## ### ###### #### ### ### ## ######## ######## ##### ### ####### ## ########).

- void isa_dmainit(int chan, u_int bouncebufsize)

  ######## # ###### ###### ### ### #### ### ######### #######. ### ######### #### ## ### ###### ### ### ###### 64##. #### ###### ###### #### ## ############## #### ##### ## # ######## ###### ####### ## ## ### ########## ########## ## ####### ## ### ###### ########## ## ### ### ### ## ######## ### 64## ########. ## ### ######### #### ## ###### #### #### ####### ##### ####### ## ##### ########## (#### ## ##### ######### ## bus_dmamem_alloc() #### ###### ###########) #### isa_dmainit() #### ### #### ## ## ######. ### ## ## ##### ########## ## ######## ######### #### ##### ### ### ##########. ### ###### ###### #### ############## #### ## ### ############## ######.

  - *chan* # ####### ######

  - *bouncebufsize* # #### ## ### ###### ###### ## #####

- void isa_dmastart(int flags, caddr_t addr, u_int nbytes, int chan)

  ####### ## ##### # ### ########. #### ######## #### ## ###### ## ### ## ### ### ########## ###### ######## ######## ######## ## ### ######. ## ###### #### ### ###### ## ########## ### ##### #### ### ### ###### #####, ## ### #### ### ###### ###### ## ############## ####. ## ###### ###### ## ######## ### ### ### ## ## isa_dmainit() ## ### ##### ### ### ######### ######## #### #### ### ###### #### #####. ## #### ## # ##### ####### #### ###### ###### ### #### #### ## ############## ###### ## ### ###### ######.

- ##### # # ####### ########### ### #### ## ######### ## ## ####. ### ######### #### #_#### ### #_##### ### ######## #########.

  - #_#### # #### #### ### ### ### #### ######

  - #_##### # ##### #### ### ###### ## ### ### ###

  - #_### # ## ### #### ### ### ########## #### ######## ### ###### ### ##### ### ### ## ######## #### ############# ############## ###### ## ###### ######## ## ### #### ###### ##### (## ######, ### ###### ### ###### ### #### ## ### ###### ###### ########## ####### ######## ## ### ######). ## ### ### #### ### ########## #### #### #### ### ### ########, ### isa_dmastart() #### #### ## ## ###### ##### ###### ########## ### #### ########. ##### #_### ##### ##### #### ## ### ###### ###### ## ### ####.

- #### # ####### ####### ## ### ######

- ###### # ###### ## ### ######. #### ## #### ## ##### ## 64##. ###### ## 0 ## ### #######: ### ### ########## #### ########## ## ## 64## ##### ### ###### #### #### ########## ## ## 0 ### #### ##### ##### ############# #######. ### ######## ###### 4 ### ###### ### ###### #### ## #### ####### ##### ######## ######## 2 ##### ## # ####. ## #### ## ## ### ###### ### #### #### #### ### ## ##########.

- #### # ####### ######

- void isa_dmadone(int flags, caddr_t addr, int nbytes, int chan)

  ########## ### ###### ##### ###### ####### #### ######## ## ####. ## #### ### # #### ######### #### # ###### ###### #### ### #### #### ## ###### #### ### ###### ###### ## ### ######## ######. ######### ### ### #### ## ### isa_dmastart(). #### #_### ## ######### ### ## #### ### ###### isa_dmadone() ## ### ###.

- int isa_dmastatus(int channel_number)

  ####### ### ###### ## ##### #### ## ### ####### ######## ## ## ##########. ## #### ### #### #_#### ### ### ## isa_dmastart() ### ###### ######## #### ##### ## ##### ## ####. ## ### ### ## ######## ## #### ## ############# ##### #### ## ### ###### ## ######. ### ###### ### ## ## ##### ### ###### ## ##### #### ##### ### ###### ####### #### ### ######## ## #########. ## ### ###### ## ##### ## ### 0 #### ######### ######## #### ##### #### #### ########.

- int isa_dmastop(int channel_number)

  ###### ### ####### ######## ### ####### ### ###### ## ##### #### #############.

10.8. ###_###_#####

#######. ## ### ###### ######## ############## ## #### #### ## ###### ############## (#### ## ######### ###### ## ###### #######) #### ############## #### ## #### ## #### #######.

###, ## ### ###### ###### ## ######## ## ## ######## ### ###### ### ######### ## #### ##### ####### ######## #### ## ####### # ######## ##### ## #####. ### ##### ##### #### ## ######## ## ### ###### ## ### #######. ##### ##### ###### ### #### ##### ##########. #### ## ######## ###### #### #######. #### ## ### ####### ###### #### ## #######.

##########. ### #######, ## ##### ############## ######### ### # ##### ######## ######### ##### ### ######### ## ######### ###–####. #### #### ######## ##### ###### ### ######. ### ###### ##### ####### # ###### ##### ## ### ##### ####### ##### ########## (## ##### #####, ### ###### ######### 0 ### ####### ##########, ### ######### #1 ## ####, ### ######### #2 ## ##### ## ### ## ##). ## ###### ### ####### ##### ####### #### ### ### ######### #### ## ####### ## ### ### ###### (##### ###### ###### #1 #### ### ##### #######) ##### ### ####### ########## ### ### ######### ## #### #### ## ####### ## ### ### ###### (##### ###### ###### 0 #### ### ##### #######).

###_##### ## ######### ## ### ###### ###### ####### ### ##### #######. ## ### ##### ####### ####### ## ##### ### ########## #### ## ############# ########## ## ### ######. ## ## # ####### ##### ###### ### ###### #### #### #### #### ### ### ######### ## #### ###### ##### ### ########## ### #### ####### ##### ### ########## #### ##### ###### ##########. ## ### ##### ###–###### ############ ### ########## #### ## ######### ## ### ###### ### ##### ###### ## ### ####### xxx_isa_attach(). ## # ###### ####### # ######## ##### ## ### ### ## #### #### ## #### #### ### ####### ###–##### ### ### ###### ####### #### ## ######. ## ## #### #### ## #### #### ####### ### ### ######### ###### ######### ### ## ######### ######## #### ##### ## ### ###### #######. #### xxx_isa_probe() ####### 0 ######### ### ######### ###### ######### ## #### # #### #### ### # ############ ###### ###### ## ##. ### ## ##### ##### ##### ## #### ####### #### ######### ### ######### ### ###### ## ####### ## #### ######### ####### ######### 0 #### ### ##### ####### ### ######### ## ### ###### #######.

####:

```
        struct xxx_softc *sc = device_get_softc(dev);
         int unit = device_get_unit(dev);
         int pnperror;
         int error = 0;

         sc->dev = dev; /* link it back */
         sc->unit = unit;
```

#######. ### ##### ## ####### ### ## # ##### ########## ### #### ## ### ### ######### ## #### ###### ### ############## ############ ## ### ###### ###### ############ ## ##### ###.

```
      pnperror=ISA_PNP_PROBE(device_get_parent(dev), dev,
      xxx_pnp_ids); if(pnperror == ENXIO) return ENXIO;
```

###_###_##### ## ### #########: ## #### #### (###### ####) ### ### ######## ## ### #### ###### #### ## ########. ## ## ### ######## ## ### ### ### ######## ## #### ### ##### ### ## ### ### ## ### ##### #### ##### ## ########. #######, ## ## ### ### ####### ### ## ####### ## ## ### ### ## ### #####, 0 ## ######## ### ### ########## ########## #### ### ##### ## ### ## device_set_desc().

####:

```
         if(pnperror != 0)
            return pnperror;
```

####.

#########, #### ## #/# #### ###### ## #### ### #### ### ##### ##. ######### ## ### ######## ### ###### ### ## #### ## ######## ### ##### ######### ######### ##############. ### ### ####### #### ### ### ######### ####### ## ### ### #########, ## ### ###### #### ### #### ## ######## #### ## ######.

######### ### ####### ########### ######## ## ### ###### ## ### ###### ## ### #/# #### ######. #### #### ####### ##### ## ### ### #### ## ########### #### ### ###### ############# ######### (###### ### ### ####### ## ####). ## ##### ## ### ## ### ### #### ##### #####:

```
sc->port0 = bus_get_resource_start(dev,
      SYS_RES_IOPORT, 0 /*rid*/); if(sc->port0 == 0) return ENXIO;
```

###. ## ## #### ## #### #### ##### #### ####### ### ######## ######## #### #### ##### ## ############# ####. ## ## ## ### ### # #### ## #### ###### ## #####. #### ###### ####### ### ####### ## ###### ### ### ## ##### ### ### ######## #####, #### ####:

```
       /* table of all possible base I/O port addresses for this device */
       static struct xxx_allports {
          u_short port; /* port address */
          short used; /* flag: if this port is already used by some unit */
       } xxx_allports = {
          { 0x300, 0 },
          { 0x320, 0 },
          { 0x340, 0 },
          { 0, 0 } /* end of table */
       };

       ...
```

```
int port, i;
...

port =  bus_get_resource_start(dev, SYS_RES_IOPORT, 0 /*rid*/);
if(port !=0 ) {
   for(i=0; xxx_allports[i].port!=0; i++) {
      if(xxx_allports[i].used || xxx_allports[i].port != port)
         continue;

      /* found it */
      xxx_allports[i].used = 1;
      /* do probe on a known port */
      return xxx_really_probe(dev, port);
   }
   return ENXIO; /* port is unknown or already used */
}

/* we get here only if we need to guess the port */
for(i=0; xxx_allports[i].port!=0; i++) {
   if(xxx_allports[i].used)
      continue;

   /* mark as used - even if we find nothing at this port
    * at least we won't probe it in future
    */
    xxx_allports[i].used = 1;

   error = xxx_really_probe(dev, xxx_allports[i].port);
   if(error == 0) /* found a device at that port */
      return 0;
}
/* probed all possible addresses, none worked */
return ENXIO;
```

######, ######## ### ######## identify() ####### ###### ## #### ### #### ######. ### ##### ### ## ### ##### ###### ### ## ### ## ###### ## ## #### ## probe(): ## #### ##### ##### ##### #### ##### ######### ###### #####. ### ##### ######## ### ####### #### ############## ## ### sensitive ####: ### ######### ##–##### ### ###### ##### ### ### #### ## ### ####### #####. ### ### identify() ######## ### ###### ###### ### ######, ## #### #### ## ####### ## ### ######### ####### ### ### ##### ####.

###, ##### ## ### ### ######## #### ## #### ## ### ### #### ##### (###### ### ### #######) ####### ### ###### #### ### #### #### ########### ## ### ############## ####.

```
if(pnperror /* only for non-PnP devices */
&& bus_set_resource(dev, SYS_RES_IOPORT, 0, sc->port0,
XXX_PORT_COUNT)<0)
   return ENXIO;
```

####### ######## ### ######## # ##### ## #### ####### ##### (####### ###### ## ##### ### ### #### #### ##### ## ### ## bus_set_resource()#):

```
sc->port0_rid = 0;
sc->port0_r = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_IOPORT,
&sc->port0_rid,
   /*start*/ 0, /*end*/ ~0, /*count*/ 0, RF_ACTIVE);

if(sc->port0_r == NULL)
   return ENXIO;
```

##. ## ## #### ### #### ##### ## ######## #### ##### ###### ## ## ###### ## ### ## #### #######.

######## ######## ## ### ### ## ### ######### ######## ##### ### ###### ########. ######## #### ## ###### ## ### ######## #### ##### ### DELAY() ######## ### ########. ### ##### ######## #### ##### #### ########, ### ### ##### ### ### ###### #### ## #### #### #########. ## ### ###### #### ### ######## ###### ### #### ## ## ######## ###### ## ############## ### ### ###### #### ###### #####. #### ############ ### ######## ######## #### ### ###### #### ##### #### ## ## ## ### #### ####: ######## DELAY() ## ######## ## ##### ### ### #### ###### ## #### ## ### ######## ## ### #### ###### ## #####, ######### ## ### ##### ###.

###. ### #### ## ### ############.

```
/* implemented in some very device-specific way */
if(error = xxx_probe_ports(sc))
   goto bad; /* will deallocate the resources before returning */
```

xxx_probe_ports() ### #### ### ### ###### ########### ######### ## ### ##### ##### ## ###### ## #########. ### ## ##### ## #### ### ######### ###### ##### #### ### ## ## #### #### ## # ######### ###. ## ######, ### ### ### ######## ### ### ######## #### ### ########### #### ### ##### ##############.

```
if(pnperror)
   device_set_desc(dev, "Our device model 1234");
```

####. ## #### ######## ## #### ## ######## ## ######## #######. ### ##### ######## ###### ## ## ############## ## ########, ## ########## ### ##### ## ############## ## ### #### ## ######### (######## ### #####) ##### ## ###### #### ## ### ###### ########.

#########. ## #### ######## ### ######### ### #########, ##### ### ###### ## ####? ######## ## ### #### ######## ## ### ### ######## ########## ## ### ###### ############## #### #### #### #### #### ### ##### ### #### ### ###### #### ##########. ## ######## ## ############## ##### ##:

```
/* try to find out the config address first */
sc->mem0_p = bus_get_resource_start(dev, SYS_RES_MEMORY, 0 /*rid*/);
if(sc->mem0_p == 0) { /* nope, not specified by user */
   sc->mem0_p = xxx_read_mem0_from_device_config(sc);


if(sc->mem0_p == 0)
      /* can't get it from device config registers either */
      goto bad;
} else {
   if(xxx_set_mem0_address_on_device(sc) < 0)
      goto bad; /* device does not support that address */
}

/* just like the port, set the memory size,
 * for some devices the memory size would not be constant
 * but should be read from the device configuration registers instead
 * to accommodate different models of devices. Another option would
 * be to let the user set the memory size as "msize" configuration
 * resource which will be automatically handled by the ISA bus.
 */
 if(pnperror) { /* only for non-PnP devices */
   sc->mem0_size = bus_get_resource_count(dev, SYS_RES_MEMORY, 0 /*rid*/);
   if(sc->mem0_size == 0) /* not specified by user */
      sc->mem0_size = xxx_read_mem0_size_from_device_config(sc);
```

```
        if(sc->mem0_size == 0) {
            /* suppose this is a very old model of device without
             * auto-configuration features and the user gave no preference,
             * so assume the minimalistic case
             * (of course, the real value will vary with the driver)
             */
            sc->mem0_size = 8*1024;
        }

        if(xxx_set_mem0_size_on_device(sc) < 0)
            goto bad; /* device does not support that size */

        if(bus_set_resource(dev, SYS_RES_MEMORY, /*rid*/0,
                sc->mem0_p, sc->mem0_size)<0)
            goto bad;
    } else {
        sc->mem0_size = bus_get_resource_count(dev, SYS_RES_MEMORY, 0 /*rid*/);
    }
```

######### ### ### ### ### ### #### ## ##### ## #######.

#######.

```
    xxx_free_resources(sc);
    return 0;
```

#######, ###### ### ########### ##########. ### ### ######### ###### ## ########### ###### #########. ## #### ### ## ### #### #### ###### ### ######### ##### ## ###### ## ## ## #### ###### ###, ## ## ### #### ### ## #### ######## ### #########: #### ### ########## ## ########.

```
    bad:

    xxx_free_resources(sc);
    if(error)
        return error;
    else /* exact error is unknown */
        return ENXIO;
```

#######. ######## ## ######### ## #### #### ######## ######, ## ## ## ##### ## # ######## ##### ### #### ####:

```
static void
    xxx_free_resources(sc)
        struct xxx_softc *sc;
    {
        /* check every resource and free if not zero */

        /* interrupt handler */
        if(sc->intr_r) {
            bus_teardown_intr(sc->dev, sc->intr_r, sc->intr_cookie);
            bus_release_resource(sc->dev, SYS_RES_IRQ, sc->intr_rid,
                sc->intr_r);
            sc->intr_r = 0;
        }

        /* all kinds of memory maps we could have allocated */
        if(sc->data_p) {
            bus_dmamap_unload(sc->data_tag, sc->data_map);
            sc->data_p = 0;
        }
         if(sc->data) { /* sc->data_map may be legitimately equal to 0 */
            /* the map will also be freed */
            bus_dmamem_free(sc->data_tag, sc->data, sc->data_map);
            sc->data = 0;
        }
```

```
    if(sc->data_tag) {
        bus_dma_tag_destroy(sc->data_tag);
        sc->data_tag = 0;
    }

    ... free other maps and tags if we have them ...

    if(sc->parent_tag) {
        bus_dma_tag_destroy(sc->parent_tag);
        sc->parent_tag = 0;
    }

    /* release all the bus resources */
    if(sc->mem0_r) {
        bus_release_resource(sc->dev, SYS_RES_MEMORY, sc->mem0_rid,
            sc->mem0_r);
        sc->mem0_r = 0;
    }
    ...
    if(sc->port0_r) {
        bus_release_resource(sc->dev, SYS_RES_IOPORT, sc->port0_rid,
            sc->port0_r);
        sc->port0_r = 0;
    }
}
```

10.9. ###_###_######

######. ## ### ##### ####### ######## 0 #### ### ###### ####### ### ###### ## ####### ### ###### ######### ##### ######, ## ## ### ### ## ### ##### #######. #### ## ### ##### ####### ######## 0 ## ### ###### #### ### ###### ####### ### #### ###### ##### ## ###### ## #### ##### ## ### ######. ## ### ##### ####### ####### # ######## ##### #### ### ###### ### #### #### ## ##### ###########.

0 ## ## ######### ############ ## ##### #### #########.

#######, #### ####### #### ########## #### #### #### #### ########## #########.

```
struct xxx_softc *sc = device_get_softc(dev);
int unit = device_get_unit(dev);
int error = 0;
```

#########. ####### ######## ### #### ##### #### ## ##–
#####, ## ### ## ## ######### #####. ## ###### #### ### ##### #######
######## ### ### ### ######## ######, ## #### ## ##### #### ## ### ######### #####. ## ### ##### #######
(##### ##### ##
#####).

```
sc->port0_rid = 0;
sc->port0_r = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_IOPORT,  &sc->port0_rid,
    /*start*/ 0, /*end*/ ~0, /*count*/ 0, RF_ACTIVE);

if(sc->port0_r == NULL)
    return ENXIO;

/* on-board memory */
sc->mem0_rid = 0;
sc->mem0_r = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_MEMORY,  &sc->mem0_rid,
    /*start*/ 0, /*end*/ ~0, /*count*/ 0, RF_ACTIVE);
```

```
    if(sc->mem0_r == NULL)
        goto bad;

    /* get its virtual address */
    sc->mem0_v = rman_get_virtual(sc->mem0_r);
```

(###) ## ######### ########. ## ########## ## ### ######### ## ### isa_dma*() ######. ### #######:

```
isa_dmacascade(sc->drq0);
```

(###) ## # ### #######. ####### ########## ### ######## ######### ####### ###### ## ########## #### ##. ############ ## ### ### ### ####### ### ######## ###### ## ### ###### ## ### ######### ####### ### ### ###### #### ######. ### ## ###### ####### ### ########## ######## ####### ### ####### ## ######### #####. ### ######### ###### ## #### #### ### ########## ##### ### ######### ########### #### ####### ### #### ###### #### ##### ## #### ##### ####### ##### #### ### #### ###### ## #########. #### #### ########## ##### ### ######## ### ######### ##### #### #### ####### ### ###### #### ## ##### ### ####: #### ### #### ### ### #####, ######, ###### ### ##### ############ ######## ##### ### #### ## ### ###### #### ### ## ###### ##### ####.

```
    sc->intr_rid = 0;
    sc->intr_r = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_MEMORY,  &sc->intr_rid,
        /*start*/ 0, /*end*/ ~0, /*count*/ 0, RF_ACTIVE);

    if(sc->intr_r == NULL)
       goto bad;

    /*
     * XXX_INTR_TYPE is supposed to be defined depending on the type of
     * the driver, for example as INTR_TYPE_CAM for a CAM driver
     */
    error = bus_setup_intr(dev, sc->intr_r, XXX_INTR_TYPE,
       (driver_intr_t *) xxx_intr, (void *) sc, &sc->intr_cookie);
    if(error)
       goto bad;
```

######:

```
    error=bus_dma_tag_create(NULL, /*alignment*/ 4,
       /*boundary*/ 0, /*lowaddr*/ BUS_SPACE_MAXADDR_24BIT,
       /*highaddr*/ BUS_SPACE_MAXADDR, /*filter*/ NULL, /*filterarg*/ NULL,
       /*maxsize*/ BUS_SPACE_MAXSIZE_24BIT,
       /*nsegments*/ BUS_SPACE_UNRESTRICTED,
       /*maxsegsz*/ BUS_SPACE_MAXSIZE_24BIT, /*flags*/ 0,
       &sc->parent_tag);
    if(error)
       goto bad;

    /* many things get inherited from the parent tag
     * sc->data is supposed to point to the structure with the shared data,
     * for example for a ring buffer it could be:
     * struct {
     *   u_short rd_pos;
     *   u_short wr_pos;
     *   char    bf[XXX_RING_BUFFER_SIZE]
     * } *data;
     */
    error=bus_dma_tag_create(sc->parent_tag, 1,
       0, BUS_SPACE_MAXADDR, 0, /*filter*/ NULL, /*filterarg*/ NULL,
       /*maxsize*/ sizeof(* sc->data), /*nsegments*/ 1,
```

```
        /*maxsegsz*/ sizeof(* sc->data), /*flags*/ 0,
        &sc->data_tag);
    if(error)
        goto bad;

    error = bus_dmamem_alloc(sc->data_tag, &sc->data, /* flags*/ 0,
        &sc->data_map);
    if(error)
         goto bad;

    /* xxx_alloc_callback() just saves the physical address at
     * the pointer passed as its argument, in this case &sc->data_p.
     * See details in the section on bus memory mapping.
     * It can be implemented like:
     *
     * static void
     * xxx_alloc_callback(void *arg, bus_dma_segment_t *seg,
     *     int nseg, int error)
     * {
     *    *(bus_addr_t *)arg = seg[0].ds_addr;
     * }
     */
    bus_dmamap_load(sc->data_tag, sc->data_map, (void *)sc->data,
        sizeof (* sc->data), xxx_alloc_callback, (void *) &sc->data_p,
        /*flags*/0);
```

##########. ### ############### ### ####### ####### #### ### ### ######## ######## ### ##########.

```
    if(xxx_initialize(sc) < 0)
         goto bad;
```

#####. ### ## ### ###### ##### ## ##### #### ##### ########## ##### ### ###### ## ### ## ##, ### #######:

```
    device_printf(dev, "has on-card FIFO buffer of %d bytes\n", sc->fifosize);
```

##–####### ##### ## #### ###########.

######. ### ##### ### ## ## ## ####### ## ### #### ## ### ######: # ######### ######, # ##### ######, # ####### ######, # ### #### ### ###### ### ## ##.

#######.

```
    error = xxx_attach_subsystem(sc);
    if(error)
        goto bad;

    return 0;
```

#######, ###### ### ########## ##########. ### ### ######### ###### ## ########## ###### ######### ## #####. ## #### ### ## ### #### #### ###### ### ######### ##### ## ###### ## ## ## #### ###### ###, ## ## ### #### ### ## #### ######## ### #########: #### ### ########## ## ########.

```
    bad:

    xxx_free_resources(sc);
    if(error)
        return error;
    else /* exact error is unknown */
```

```
        return ENXIO;
```

#######.

10.10. ###_###_######

########. #### ## ## ######### ####### ## ### ######## ######## ### ####. ### ### ### ### #### ### ####### ### ####, ## #### ####### ## ### ############ ######### ### ### ### #######. ### ####### ## ###### # ###### ### ## ###### #### ######### ##, ### ## #### ##### ############ ## ### ### ####### ## ### ###### ##### ## ######## #### ##### ### ### ####### ####### ###### ### ###### ### # ###### #### ## ###### ######, ## ### ####### ##### ## ####### ### ###### ####### ### ### ## ##### ##. ####### ######## #### ######### ##### ##### ######### ### ####### ## # ########## ####### ##### ## ## ###### ###########. ########## # ### ####### ## # ###### ## # ######### ######### ##### ###### ##### ## ######### ## # ########## ####### (### ##### ## ### ######### #### ### ###### ## ####### ## ###### ####). #####, ### ###### ####### ### ## ######## ### ### #### ## ############.

0 ## ### ###### ### ############ ######## ## ### ##### #### #########.

######. ### ##### ##### ## ## ## ## ###### ### ###### #### ### ###### #########. ## ### ###### ## ######### #### #### ### ###### ### ### #######: ###### ## ## ######## ## ######## ##### ### ####### #### ######. ### ###### #### ####### ## ### ####### ## ### ########## ###### ######### ## ## # ###### ##### ### ## ### ########### ## ### ######## ######. ######### ### ###### ##### ##### ## ## ### ######### ###########.

```
    struct xxx_softc *sc = device_get_softc(dev);
    int error;

    error = xxx_detach_subsystem(sc);
    if(error)
        return error;
```

#####. #### ######## ######## ### ####### #########, ######### ### ### ######## ### ########## ## ##### ###### ########## ## ### ######. ### #### ## ### ####### #### ## ####### #### ### ######## ####### ####, ## ## ## ## ######## ## ### ###### ## ### #### #### ##.

xxx_isa_shutdown(dev);

#######.

```
    xxx_free_resources(sc);
    return 0;
```

10.11. ###_###_########

####. ## ## ######## ## ##### ### ######## ## #### ########## #####. ### #### ## ### ### ####### ## ####### ###### ## ########, ## ### ######## ## ### ###### ######### ####### ### ###### #### ## ############## ## ###### ######. ### #### ######## #### ## ## #### #### #### # ####### #########, ## #### #### #### #### #### ## ######## ######## ##### #### ###### (#### ## ########## #### ### #### ####### #### ########## ############## #########). ## ### #### ######### ### ### ########## ## ### ###### ######### ### ######## ### ####### ######### ## # #### ####. ### ##### ###### ####### ## ### ########, ## ## ## ### ######## ## #### ## ### ######.

10.12. ###_####

##–
####. ### ### ### #### ### ####### ######### ####### (###### ## #### ####### #####) ## ## ######## ##
######. #####,
######### ####### #### #### ### ###### ######### ### #### #### #### ### ######### ### ######### ##
######. ## ### ## ###### #### ######.

########. #### ## ##–
######, ### ### ### ####### ####### ######## ######## ### ######### ### #### ## ### ###### #######
bus_setup_intr(). ## ### ### ########## ## ###### ## ### ####### ## ### ######### #####. ##
######### ####### ######## ###### ##:

```
static void
xxx_intr(struct xxx_softc *sc)
{
```

bus_setup_intr().
###–
#####.

####:

```
while(xxx_interrupt_pending(sc)) {
   xxx_process_interrupt(sc);
   xxx_acknowledge_interrupt(sc);
}
```

###–
#######, ### ###### ##### #### ## ### ######.

11. ###

###.

11.1. ##### ###

########## #### ##### ### ### ### ### #### ######## ####### ### ########## ####### ### ### ## # ##### ###### ### #### ###### ## ### ## ####.

11.1.1. ###### ###### ###### (**mypci.c**)

```
/*
 * Simple KLD to play with the PCI functions.
 *
 * Murray Stokely
 */

#include <sys/param.h>  /* defines used in kernel.h */
#include <sys/module.h>
#include <sys/systm.h>
#include <sys/errno.h>
#include <sys/kernel.h>  /* types used in module initialization */
#include <sys/conf.h>  /* cdevsw struct */
#include <sys/uio.h>  /* uio struct */
#include <sys/malloc.h>
#include <sys/bus.h>  /* structs, prototypes for pci bus stuff and DEVMETHOD macros! */

#include <machine/bus.h>
#include <sys/rman.h>
#include <machine/resource.h>

#include <dev/pci/pcivar.h> /* For pci_get macros! */
#include <dev/pci/pcireg.h>

/* The softc holds our per-instance data. */
struct mypci_softc {
 device_t my_dev;
 struct cdev *my_cdev;
};

/* Function prototypes */
static d_open_t  mypci_open;
static d_close_t mypci_close;
static d_read_t  mypci_read;
static d_write_t mypci_write;

/* Character device entry points */

static struct cdevsw mypci_cdevsw = {
 .d_version = D_VERSION,
 .d_open = mypci_open,
 .d_close = mypci_close,
 .d_read = mypci_read,
 .d_write = mypci_write,
 .d_name = "mypci",
};

/*
 * In the cdevsw routines, we find our softc by using the si_drv1 member
 * of struct cdev.  We set this variable to point to our softc in our
 * attach routine when we create the /dev entry.
```

```
 */

int
mypci_open(struct cdev *dev, int oflags, int devtype, struct thread *td)
{
 struct mypci_softc *sc;

 /* Look up our softc. */
 sc = dev->si_drv1;
 device_printf(sc->my_dev, "Opened successfully.\n");
 return (0);
}

int
mypci_close(struct cdev *dev, int fflag, int devtype, struct thread *td)
{
 struct mypci_softc *sc;

 /* Look up our softc. */
 sc = dev->si_drv1;
 device_printf(sc->my_dev, "Closed.\n");
 return (0);
}

int
mypci_read(struct cdev *dev, struct uio *uio, int ioflag)
{
 struct mypci_softc *sc;

 /* Look up our softc. */
 sc = dev->si_drv1;
 device_printf(sc->my_dev, "Asked to read %d bytes.\n", uio->uio_resid);
 return (0);
}

int
mypci_write(struct cdev *dev, struct uio *uio, int ioflag)
{
 struct mypci_softc *sc;

 /* Look up our softc. */
 sc = dev->si_drv1;
 device_printf(sc->my_dev, "Asked to write %d bytes.\n", uio->uio_resid);
 return (0);
}

/* PCI Support Functions */

/*
 * Compare the device ID of this device against the IDs that this driver
 * supports.  If there is a match, set the description and return success.
 */
static int
mypci_probe(device_t dev)
{

 device_printf(dev, "MyPCI Probe\nVendor ID : 0x%x\nDevice ID : 0x%x\n",
     pci_get_vendor(dev), pci_get_device(dev));

 if (pci_get_vendor(dev) == 0x11c1) {
  printf("We've got the Winmodem, probe successful!\n");
  device_set_desc(dev, "WinModem");
  return (BUS_PROBE_DEFAULT);
 }
 return (ENXIO);
}
```

```
/* Attach function is only called if the probe is successful. */

static int
mypci_attach(device_t dev)
{
 struct mypci_softc *sc;

 printf("MyPCI Attach for : deviceID : 0x%x\n", pci_get_devid(dev));

 /* Look up our softc and initialize its fields. */
 sc = device_get_softc(dev);
 sc->my_dev = dev;

 /*
  * Create a /dev entry for this device.  The kernel will assign us
  * a major number automatically.  We use the unit number of this
  * device as the minor number and name the character device
  * "mypci<unit>".
  */
 sc->my_cdev = make_dev(&mypci_cdevsw, device_get_unit(dev),
     UID_ROOT, GID_WHEEL, 0600, "mypci%u", device_get_unit(dev));
 sc->my_cdev->si_drv1 = sc;
 printf("Mypci device loaded.\n");
 return (0);
}

/* Detach device. */

static int
mypci_detach(device_t dev)
{
 struct mypci_softc *sc;

 /* Teardown the state in our softc created in our attach routine. */
 sc = device_get_softc(dev);
 destroy_dev(sc->my_cdev);
 printf("Mypci detach!\n");
 return (0);
}

/* Called during system shutdown after sync. */

static int
mypci_shutdown(device_t dev)
{

 printf("Mypci shutdown!\n");
 return (0);
}

/*
 * Device suspend routine.
 */
static int
mypci_suspend(device_t dev)
{

 printf("Mypci suspend!\n");
 return (0);
}

/*
 * Device resume routine.
 */
static int
```

```
mypci_resume(device_t dev)
{

 printf("Mypci resume!\n");
 return (0);
}

static device_method_t mypci_methods[] = {
 /* Device interface */
 DEVMETHOD(device_probe,  mypci_probe),
 DEVMETHOD(device_attach, mypci_attach),
 DEVMETHOD(device_detach, mypci_detach),
 DEVMETHOD(device_shutdown, mypci_shutdown),
 DEVMETHOD(device_suspend, mypci_suspend),
 DEVMETHOD(device_resume, mypci_resume),

 DEVMETHOD_END
};

static devclass_t mypci_devclass;

DEFINE_CLASS_0(mypci, mypci_driver, mypci_methods, sizeof(struct mypci_softc));
DRIVER_MODULE(mypci, pci, mypci_driver, mypci_devclass, 0, 0);
```

11.1.2. **Makefile** ### ######

```
# Makefile for mypci driver

KMOD= mypci
SRCS= mypci.c
SRCS+= device_if.h bus_if.h pci_if.h

.include <bsd.kmod.mk>
```

Makefile #### # #########, ### ### ### make ## ####### ### ###### ######. ############, ### ### ### make load ## #### ### ###### #### ### ######### ####### ###### ### make unload ## ###### ### ###### ##### ## ## ######.

11.1.3. ##########

- ### ####### ######## #####
- ### ###### ############, ###### ####### ## ### #######, ## ##.

11.2. ###

####### ######## ## ############### ######### ### ########## ######### #### # ###### ###. ###### ### ####### #### ## # ##### ###### ## #### #### ## ### (###, ###, ###, ####, ###) ### ##### ####### #### ## ####### ######### #### ##### ###### ### (#### ## ###### ########, ######### #####, ## ### ########).

11.2.1. #### #######

Base Address Registers (####) #### ### ### ############# #####. ### ############ ####### ## ######### ### ### ### ########## ## ### bus_alloc_resource() ########.

#######, # ######## ###### ##### #### ######### ######## ## #### ## ### attach() ########:

```
    sc->bar0id = PCIR_BAR(0);
```

```
    sc->bar0res = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_MEMORY, &sc->bar0id,
      0, ~0, 1, RF_ACTIVE);
    if (sc->bar0res == NULL) {
        printf("Memory allocation of PCI base register 0 failed!\n");
        error = ENXIO;
        goto fail1;
    }

    sc->bar1id = PCIR_BAR(1);
    sc->bar1res = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_MEMORY, &sc->bar1id,
      0, ~0, 1, RF_ACTIVE);
    if (sc->bar1res == NULL) {
        printf("Memory allocation of PCI base register 1 failed!\n");
        error =  ENXIO;
        goto fail2;
    }
    sc->bar0_bt = rman_get_bustag(sc->bar0res);
    sc->bar0_bh = rman_get_bushandle(sc->bar0res);
    sc->bar1_bt = rman_get_bustag(sc->bar1res);
    sc->bar1_bh = rman_get_bushandle(sc->bar1res);
```

####### ### #### #### ####### ######## ### #### ## ### softc ######### ## #### #### ### ## #### ## ##### ## ### ###### #####.

bus_space_* #########. ### #######, # ###### ##### ####### # ######### ######## ## #### #### # ##### ######## ######## #### ####:

```
uint16_t
board_read(struct ni_softc *sc, uint16_t address)
{
    return bus_space_read_2(sc->bar1_bt, sc->bar1_bh, address);
}
```

#########, ### ##### ##### ## ### ######### ####:

```
void
board_write(struct ni_softc *sc, uint16_t address, uint16_t value)
{
    bus_space_write_2(sc->bar1_bt, sc->bar1_bh, address, value);
}
```

8###, 16###, ### 32### ######## ### ### ###### ### bus_space_{read|write}_{1|2|4} ##–#########.

7.0 ### #####, ### ### ### ### bus_* ######### ####### ## bus_space_*. ### bus_* ######### #### # ###### ######## # ####### ####### ## # ### ### ### ######. ####, ### ##### #### ### ### ### ### ### ###### ####### #### ### softc ### ####### ### board_read() ######## ##:

```
uint16_t
board_read(struct ni_softc *sc, uint16_t address)
{
 return (bus_read(sc->bar1res, address));
 }
```

11.2.2.

########## ### ######### #### ### ############### ### #### ## # ### ####### ## ### ###### #########. ##### ## ### ######## #### ## ######### #### ### ###### ###, ### #### ### ######### ######## #### ## ### ## ## #### #### #### ###.

#####, # ###### #### # ###### attach() ######## #### #### #### #####.

```
/* Get the IRQ resource */

    sc->irqid = 0x0;
    sc->irqres = bus_alloc_resource(dev, SYS_RES_IRQ, &(sc->irqid),
      0, ~0, 1, RF_SHAREABLE | RF_ACTIVE);
    if (sc->irqres == NULL) {
  printf("IRQ allocation failed!\n");
  error = ENXIO;
  goto fail3;
    }

    /* Now we should set up the interrupt handler */

    error = bus_setup_intr(dev, sc->irqres, INTR_TYPE_MISC,
      my_handler, sc, &(sc->handler));
    if (error) {
  printf("Couldn't set up irq\n");
  goto fail4;
    }
```

######. ### #### ######## ### ######## ######### ######, ### ###### ### ######### ########. #### bus_teardown_intr() ### ########, ### #### #### #### ######### ######## #### ## ###### ## ###### ### #### ### ######## #### ##### #### #### ######### #### ######### ######## #### ########. ##### #### ######## ### #####, ### #### ### #### ### ######## #### ######## #### ########.

11.2.3.

########, ### ######## #### ### ########## ########. ### ###### ######## ### ######## #### ##### ###### ## ## ### ### bus_space_dma*() ######### ########. #### ######### ### ## ######## #### #### ######## ## ######## ## ######## #### #####. ########, ## ### ######, ### ### ## ## # ### ## ####, ## #### #### ######## ####, ## ##### ## #### ## ###### #### ######## ## ######## ####.

##, ############ #### #### ## ## ############## ### #### #### #### ######## #########. #### ## # ######## ##### ######## #### ######## ###### ### ##### ###### ############ #### ####### #########. ###–########, ##### ## # ########, vtophys() ## ####.

```
#include <vm/vm.h>
#include <vm/pmap.h>

#define vtophys(virtual_address) (...)
```

########, ### #### ## ###### #### ## # ######## ###### vtobus().

```
#if defined(__alpha__)
#define vtobus(va)      alpha_XXX_dmamap((vm_offset_t)va)
#else
#define vtobus(va)      vtophys(va)
#endif
```

11.2.4. ############

attach(). #### #### ## ##### ## ########## ### ######## ##### #### ## # ######## ######### ## #### ### ###### #### ###### ###### ##### #### ###### ####.

12. ###### ###### ###### ####

Written by Sergey Babkin.
Modifications for Handbook made by Murray Stokely.

12.1.

########. #### ## ### ########## ## #### ######## ### ######### #### ### #######:

- ### (/sys/pci/ncr.c) ## ######## ########## ### ###### #####
- ### (/sys/dev/sym/sym_hipd.c) ## ###### #######
- ###7### (/sys/dev/aic7xxx/aic7xxx.c) ## ###### #. #####

(## ###### #. #####, ### /sys/cam/*). #### #### ######## ###### ### #### ####### ### ### ########## ######## ######### #### ### #### ## ###### #. #####, # ###### ## ## ############.

##########. ######## ######### ### ######## #### #### ####### ### #### #### #### ####, ## ## ##### ##########. ## ### ####### ## ########## ### ######## ## ## ############## ###. ### # #### ###### ##### ########## ### ## #### ####### ### #########. ## #### ######### #### ### ######## #######, ## #### ## ###### #### ##### ##### ### ########### ######## ## #### ### ######## ## ## ######### ## ### ##### ######## ## ### ########## ########. #### ####### ### ######## ##### ## ##### ## ######### #### ########## #####, ######## ## ################. #####–###### #### #### ######### ######## #### ### ### ####### ### ## ##### ## ### #### #######.

12.2. #######

######. ## ## # ####### ### ## ####### ### #/# ##### ## # ######### ###. #### ###### # ########## ## ### ####### ###### ####### #### ### ####### ########## ### #/# ###: ### ####### ### #### ###### ####### #### ## ####### ##### ## #### ####, ###, ###/## ### ##### ### ## ### #### ###### ####### #### ### #### ## ## ######### (## ###### ### ########) ### ##### ### #/# ###. #### ### ### #### ######### ###### ######## ###:

- *Peripheral Modules* # # ###### ### ########## ####### (####, ####, ######, ###.)
- *SCSI Interface Modules* (###) # # #### ### ####### ####### ### ########## ## ## #/# ### #### ## #### ## ###.

##, ######## #### ## # ######## ## #### ######## ### ###### ##### #### ######## ## # #### ######### ######. ### #### ######### ###### ## ########## ### ####### ##### ######## ## ### ###### ######## (## ## ### ###### ######## ## ### #### ###, ### ########, ### #### #### ########## ### #### ######## ## ### ###### ######## ## ### #########).

####### ## ### ########## ## ####### # #### ####### ###### ####, #### #### ##### ## ## #### ######## ########## #### ### ### ##########.

#####:

```
#include <cam/cam.h>
#include <cam/cam_ccb.h>
#include <cam/cam_sim.h>
#include <cam/cam_xpt_sim.h>
```

```
#include <cam/cam_debug.h>
#include <cam/scsi/scsi_all.h>
```

#########. #### ## #### ###### ### ######## xxx_attach() ######## (#### ### ####### ###_ ## #### ## ###### ### ###### ###### #### ######). ### xxx_attach() ######## ###### ## ###### ## ### ###### ### ################## #### ##### ## ## ### ##–###### ####.

#####: ##### ## ## ######### ## ######## ### ##### ## ######## ########## #### #### ###:

```
struct cam_devq *devq;

if(( devq = cam_simq_alloc(SIZE) )==NULL) {
   error; /* some code to handle the error */
}
```

SIZE ## ### #### ## ### ##### ## ## #########, ####### ###### ## ######## ## ##### #######. ## ## ### ###### ## ######## #### ### ### ###### ### ###### ## ######## ## ### #### ####. ######## ## ### ## ########## ##:

```
SIZE = NUMBER_OF_SUPPORTED_TARGETS * MAX_SIMULTANEOUS_COMMANDS_PER_TARGET
```

###:

```
struct cam_sim *sim;

if(( sim = cam_sim_alloc(action_func, poll_func, driver_name,
      softc, unit, mtx, max_dev_transactions,
      max_tagged_dev_transactions, devq) )==NULL) {
   cam_simq_free(devq);
   error; /* some code to handle the error */
}
```

devq #### ####### ## ### ## ####### #### #### ## ### ## #### ## ######## ######.

cam_sim #########.

###, ## ## #### ### devq ######### ### #### ## ### #### ###? ### ###### ##### ## ### ######## ## ### ### #### ##: ###### ###, ## ### ######## ###### #######.

###:

- action_func # ####### ## ### ######## xxx_action ########.

  static void **xxx_action** (*struct cam_sim *sim*, *union ccb *ccb*);

  *struct cam_sim *sim*, , *union ccb *ccb* ;

- poll_func # ####### ## ### ######## xxx_poll()

  static void **xxx_poll** (*struct cam_sim *sim*);

  *struct cam_sim *sim* ;

- ######_#### # ### #### ## ### ###### ######, #### ## ##### ## #####.

- softc # ####### ## ### ######## ######## ########## ### #### #### ####. #### ####### #### ## #### ## ### ###### ## ###### ## ### ####### ####.

- #### # ### ########## #### ######, ### ####### ### ########## ####0# #### ###### #### ## 0

- ### # #### ########## #### #### ###. ### #### #### ##### #### ##### #######, #### ## #####. ### #### #### ##, #### ## ### #### #### ## ##### #### ##### #### ##########. #### #### #### ## #### #### ###_##–#### ### ###_#### ### ######.

- ###_###_############ # ####### ###### ## ############ ############ ### #### ###### ## ### #### ###### ####. #### ##### #### ## ###### ########## ##### ## 1, #### ######## ########## #### ### ### ######## #####. #### ### ####### #### #### ## #### ######### ## ######### ### ########## ##### ####### ### ## ######## ### ### ## ## 2 ### #### #### ### #### ## ## ##### ### ##########.

- ###_######_###_############ # ### #### #####, ### ## ### ###### ####. #### ### ### #### ### ## #####–### ######## ############ ## # ######: #### ########## ## ######## # ###### ### ### ### ########## ## #### ## ### ######. #### ### ###### ######### #### ########## ## ##### #### ### ###### ######## #### ### ### ## #### ### #### ####### (### ### ######) ### #### ##### ########## ### #########. #### ######## ## #### ##### ## ### ####### ### #####. ## ####### ## ### ######### ## ### #### #######.

####### ## ######## ### #### ##### ########## #### ### #### #######:

```
if(xpt_bus_register(sim, softc, bus_number) != CAM_SUCCESS) {
   cam_sim_free(sim, /*free_devq*/ TRUE);
   error; /* some code to handle the error */
}
```

devq ######### ### #### ### (#.#., ## ######## # #### #### ######## ##### ## ######## ##### #### ### ### ####) #### ### ### ###### #### ###### ## 0, ######### #### ### ## ### #### #### ###### ## ### # ######## ######. #### ### ##### ### ### ######## ######### ###_###.

######. ### ##### ## devq ### ## ######### ###: ### #### ## ###### ## ## ######## ## ### ####### ##### #### ### ### #### ### ## ####### #### ##.

######. #### ###### ######### #### ### ##### ###### (### ### #######), #### ###### ######### #### ### ########## #######, #### ###### ######### #### ### ### ######### ######. ### ###### ### ######## ######### ### #### ##### ## ### ############ ######, ## #### ## ##### ## ######## ## ##### ###### #####.

#####. #### ########## ### ##### ######### ### ##–##### ## ##### ## ####### ## ### ##### ## ######. ### ############### ###### ######## ##### ###### # ########## #### #### ######. ## ### #### #### #### ########## ### ## ####### ## ###### #### ##### (#### ## #### ####### ### ##### #### ## ###### ## ### ##### ######### ####### ### ### ########## ### ###### ######## #######). #### ## ## #### ## ######## ##### ########## ## ### #### ######### ### ##–####### ########, ######## #### ###### ####### ########, ### # ######## ####### #### #### ######## ## #### ##### ### ## ## #### ###### ## #### ####. ### # ### ##### ##### ## #### ## ###### # ######## #### ######### ### ####### ## ### ###. ## ## ### ###### ### #### ### ### ###### ### ##### ###### ## ####### ### ##### ######## #### ### ###### ###### ########:

```
struct cam_path *path;

if(xpt_create_path(&path, /*periph*/NULL,
        cam_sim_path(sim), CAM_TARGET_WILDCARD,
        CAM_LUN_WILDCARD) != CAM_REQ_CMP) {
   xpt_bus_deregister(cam_sim_path(sim));
   cam_sim_free(sim, /*free_devq*/TRUE);
   error; /* some code to handle the error */
}

softc->wpath = path;
softc->sim = sim;
```

########:

- ## ## ### ########## ###### (#### #### ####### ## #### ####)

- ## ## ### ### ###### (cam_sim_path(sim))

- #### ###### ###### ## ### ###### (###_######_######## ##### #### ########)
- #### ### ###### ## ### ######### (###_###_######## ##### #### #####)

########, ## ## #### #### ## ###–###### #### #### ###.

softc ######### ### ###### ###. ##### #### ## #### ### ##### ## ### (## ## ### #### ####### ## ## ### #### #### xxx_probe() ## ## ####).

##############. ## ## ###### ##### ##### ## ### #### ##### ####.

#####: #### # ###### ###### ## ########## ####. ## #### #### ######### ### #### ############ #### #### ###### ### ## # #### ####. ## ## ######## # ######## ### #### ##### #### ###. ### ####### ## ###### ## ### ## ########## ### ###### ## # ### ####### ##### ### #### #### ## #######:

```
struct ccb_setasync csa;

xpt_setup_ccb(&csa.ccb_h, path, /*priority*/5);
csa.ccb_h.func_code = XPT_SASYNC_CB;
csa.event_enable = AC_LOST_DEVICE;
csa.callback = xxx_async;
csa.callback_arg = sim;
xpt_action((union ccb *)&csa);
```

xxx_action() ### xxx_poll() ###### ##### ######.

static void **xxx_action** (*struct cam_sim *sim*, *union ccb *ccb*);

*struct cam_sim *sim*, , *union ccb *ccb* ;*

#########. ### ######### ### ### ### ### #######, ### ## ### ####### ######. ### ###### ### #### ####### ######. ## ## # ##### ## #### ######## #########, #### ########## ######### ### #### #### ## ############. ### ## ##### ######### ##### ### ### ###### ##### ### ###### #### ## ######### ## ######.

(########) #### ### ###### (########## # #### ######) ####. #### ## #### ######## ### #### ######## ## ### ######### ####.

(## ##### #####, #######) ####### ## ###### ### ###### #### ## ### ###### ###:

- cam_sim_path(sim) # ### #### ## (### #####)
- cam_sim_name(sim) # ### #### ## ### ###
- cam_sim_softc(sim) # ### ####### ## ### ##### (###### ####### ####) #########
- cam_sim_unit(sim) # ### #### ######
- cam_sim_bus(sim) # ### ### ##

######, xxx_action() ### ### ### #### ###### ### ####### ## ### ######### ##### ##### ##### #########.

ccb->ccb_h.func_code. ## ######### xxx_action() ######## ## # ### ######:

```
struct xxx_softc *softc = (struct xxx_softc *) cam_sim_softc(sim);
struct ccb_hdr *ccb_h = &ccb->ccb_h;
int unit = cam_sim_unit(sim);
int bus = cam_sim_bus(sim);

switch(ccb_h->func_code) {
```

```
case ...:
   ...
default:
   ccb_h->status = CAM_REQ_INVALID;
   xpt_done(ccb);
   break;
}
```

(## ## ######## ######## ### ########) ### ###### #### ## ### ######## ## ### #### ccb->ccb_h.status ### ### ######### ### ## ######## #### ## ### ## ######## xpt_done(ccb).

xpt_done() #### ### #### ## ## ###### #### xxx_action(): ### ######## ## #/# ######## ### ## ######## ###### ### ### ###### ###/## ### #### ##########. #### #### ### ###### ##### #### ## ######### ######### #### ### ########## ## #### ######## ## ######## xpt_done() ### ## ###### #### ### ######### ######## ########.

########, ### ### ###### ## ### #### ######## ## # ###### #### ### # ### ### #### ###### ### ### ####. ###### ### ## ###### ## ### xxx_action() ######## ## #### ### ###### ###_###_###### ######## #### ## ## ## ########. ##### ### # ########## ###### ## ###### ###### ######## ## /sys/cam/cam.h ##### ###### ## #### ## ######### ### ###### ## # ######## ## ##### ######. #### ########### ###, ### ###### ## ## #### # ######## ### ## ## ########## ###### ##### (### ##### 6 ####) ### ######## ######### ######### #### (### ##### ####). ### ########## ###### #### ## ######### ##### ## #### ######. ### ######## ## #### ### ## ##### ## ### ###### ######## ########. ### ######## ###### ##### ###:

- *CAM_DEV_QFRZN* # ## ### ### ###### #### # ######## ##### (### ########, ### ###### #### ### ######## ## ### ######### ## ###### ### #### ########) #### ########## # ### ## ###### ###### ### ######## ##### ## ######## xpt_freeze_simq(), ###### ### ##### ######### ### ### ######### ### #### ### #### ###### #### ## ### ### #####, #### ### #### #### ### ### ########### ### ### #### xpt_done(). #### #### ###### ### ### ######### ## ######### ### ##### ##### ## ######## ### #####.

- *CAM_AUTOSNS_VALID* # ## ### ###### ######## ## ##### ######### ### ### #### ###_###_######### ## ### ### ## ### ### ### ###### #### ######## ### ######## ##### ######## ############# ## ######## ### ##### (######## ##### ############) #### #### ### ######. ## #### ######## ### ########## ### ##### #### ###### ## ##### ## ### ### ### #### #### ###.

- *CAM_RELEASE_SIMQ* # #### ###_###_##### ### #### ## #### ##### ## #### ######## (## ######## #####–###) #### ### #### ########## ######. #### ### ### ###### ######### ## ### ########## ###### ## ######## ## xpt_freeze_simq(). ### ########## ##### #### ## ######### ##### ### ### ###### ######### ### ######### ### ######## ### ## ######### #### ### #### #### #### ###.

- *CAM_SIM_QUEUED* # #### ### #### # ### #### ### ######## ##### #### #### ###### ## ### (### ######## #### #### ### #### ######### ###### ##### ######### #### ## ###). #### #### ## ### #### ######### ## ### ### #### ###, ## ### ######## ## ###### ##########.

- *CAM_QOS_VALID* # ### ### #### ## ### #####.

xxx_action() ## ### ######## ## #####, ## ### ### ################ ### ######## ###### #### ## #### ##### ### ## ###### ##### ########. ######## ### ############## ##### ### ### ######### ######### ######### xpt_release_simq() ### xpt_release_devq() ## ######### ### ###### ########, ######## ######## # ### ## ###.

######:

- *path* # #### ## ### ### ########
- *target_id* # ###### ###### ## ### ### ########
- *target_lun* # ### ## ## ### ###### ######
- *timeout* # ######## ######## ### #### ########, ## #############
- *timeout_ch* # # ############ ##### ### ### ### ###### ## ##### ### ######## ###### (### ### ######### ###### #### ### #### ### ############ ##### ##)

- *flags* # ####### #### ## ########### ##### ### ####### #####_###0, #####_###1 # ###### ######## ### ####### ### ## ### ### ###### (#### ## ####### ## ### ### ###### ## ### ####### ####### ######); ########, #### ##### ## ######: #####_###0 ### #####_###1 #### ### #### (#### #), #####_#####0 ### #####_#####1 #### ### #### ######## ####, ###_####.#######[0].##### ### ###_####.#######[1].##### ### #### ###### ## ### #### ########## #### ### ##### ########### ## ### ##### ### ###_####.##### ## ### #####, ##### ######.

######, ####:

```
#define ccb_some_meaningful_name    sim_priv.entries[0].bytes
#define ccb_hcb spriv_ptr1 /* for hardware control block */
```

###:

- *XPT_SCSI_IO* # ####### ## #/# ###########

  ### ######## ####### ###_###### ##### ## ### ##### ### ## #### ## ######## ### #########. #### ###:

  - *cdb_io* # ####### ## ### #### ####### ###### ## ### ###### ######
  - *cdb_len* # #### ####### ######
  - *data_ptr* # ####### ## ### #### ###### (#### # ### ########### ## #######/###### ## ####)
  - *dxfer_len* # ###### ## ### #### ## ########
  - *sglist_cnt* # ####### ## ### #######/###### ########
  - *scsi_status* # ##### ## ###### ### #### ######
  - *sense_data* # ###### ### ### #### ##### ########### ## ### ####### ####### ## ##### (### ### ###### ## ######## ## ### ### ####### ##### ####### ############# ## #### #### ## ### ### #### ###_###_##–####### ## ### ###)
  - *sense_len* # ### ###### ## #### ###### (## ## ####### ## ## ###### #### #### ## #####_#### ### ### ###### #### ######## ###### ### ####### #####) #####, #####_##### # ## ### ######## ## #### ## #### ##### ######## ## ##### ##### ### ### ######## ######## ## ### ######## (### ###########) ####. #### ## ### #### ## ## ########## ##########, ## ## # #### #### #### ### ######### ## ####### (###, ######## ##### ## ### #### ############ #### ######) ## ########### ##### #### ## ## ####. ### # ############ ######### ######## #### #### ## ### ## ####.
  - *tag_action* # ### #### ## ### ## ###:
    - ###_###_######_#### # ## ### ### #### ### #### ###########
    - ###_######_#_###, ###_####_##_#_###, ###_#######_#_### # ##### ##### ## ### ########### ### ####### (### /###/###/####/####_#######.#); #### ##### #### ### ### ####, ### ### ###### #### ##–#### ### ### ##### ######

  ### ####### ##### ## ######## #### ####### ## ### #########:

  ### ##### ##### ## ## ## ## ##### ### ######## #####, ## #### #### #### ### ####### ### ### ### ####### #### ## ### ####### ## ### #####:

```
    struct ccb_scsiio *csio = &ccb->csio;

    if ((ccb_h->status & CAM_STATUS_MASK) != CAM_REQ_INPROG) {
        xpt_done(ccb);
        return;
    }
```

##########:

```
if(ccb_h->target_id > OUR_MAX_SUPPORTED_TARGET_ID
|| cch_h->target_id == OUR_SCSI_CONTROLLERS_OWN_ID) {
   ccb_h->status = CAM_TID_INVALID;
   xpt_done(ccb);
   return;
}
if(ccb_h->target_lun > OUR_MAX_SUPPORTED_LUN) {
   ccb_h->status = CAM_LUN_INVALID;
   xpt_done(ccb);
   return;
}
```

(#### ## ############## ######## ####### #####) ## #### ## ####### #### #######. ## ## ### ### #### ###### ### ### ##### ### ######## #### ## #### # ######## #########, ###### ### ### #### ### ### ### ## ######## ##. ##### #### ### ######### ###### ######### ### ### ##### #### ## ######## ## ######### # ### #### ### CAM_SIMQ_RELEASE ### ### ## ### ######. #########, ## ### #### ####, #### ### ### #### ### ######## ####### ##### (###) ### #### ## ## ######.

```
struct xxx_hcb *hcb = allocate_hcb(softc, unit, bus);

if(hcb == NULL) {
   softc->flags |= RESOURCE_SHORTAGE;
   xpt_freeze_simq(sim, /*count*/1);
   ccb_h->status = CAM_REQUEUE_REQ;
   xpt_done(ccb);
   return;
}

hcb->ccb = ccb; ccb_h->ccb_hcb = (void *)hcb;
ccb_h->status |= CAM_SIM_QUEUED;
```

####### ### ###### #### #### ### #### ### ######## ####### #####. ##### ## ## ### ##### ## ###### # ### ### ## ### #### ######## ## ###### ### ### ##### ### #### ### ########. ### ### ###### ## ##–## ########## ### ########### #### ### ####### ## ### ### ####### ######## ######### ### #####, ########## #### ### ######.

```
hcb->target = ccb_h->target_id; hcb->lun = ccb_h->target_lun;
generate_identify_message(hcb);
if( ccb_h->tag_action != CAM_TAG_ACTION_NONE )
   generate_unique_tag_message(hcb, ccb_h->tag_action);
if( !target_negotiated(hcb) )
   generate_negotiation_messages(hcb);
```

#######. ### ####### ####### ### ## ######### ## ### ### ## #### ########## ####, ######### ## ### ### #####. ### ####### ###### ### ## ######### ## ### ## ####### ##, ## ### ###### #### ### ####### ### ## ######## ## #######. ##### ### ######## ######## ##### ######## ####### ## ###### ####### ### ####### ## ### ######## ###, ######### ##### ### ###### ###.

###_###_#######, ### ####### ####### ## ####. ## ######### # ######## ####### ### ## #### ######### ## ###### #### ## # ####### ####### ### #### ### ####, ## ## ## ### ## ####.

```
if(ccb_h->flags & CAM_CDB_POINTER) {
   /* CDB is a pointer */
   if(!(ccb_h->flags & CAM_CDB_PHYS)) {
      /* CDB pointer is virtual */
      hcb->cmd = vtobus(csio->cdb_io.cdb_ptr);
   } else {
      /* CDB pointer is physical */
      hcb->cmd = csio->cdb_io.cdb_ptr -;
```

```
    }
  } else {
    /* CDB is in the ccb (buffer) */
    hcb->cmd = vtobus(csio->cdb_io.cdb_bytes);
  }
  hcb->cmdlen = csio->cdb_len;
```

####. #####, ### #### ####### ### ## ######### ## ### ### ## #### #####–###### ####, ######### ## ### ### #####. ##### ## ### ### ######### ## ### #### ########. ### ######## #### ## ## ##### ## ## #### ## ########:

```
  int dir = (ccb_h->flags & CAM_DIR_MASK);

  if (dir == CAM_DIR_NONE)
    goto end_data;
```

####, ### ### ######### ### ######## ## #######. ### #### ########## ### ## #### ## ###### #### # ####### ###### ## ###### ## ####### ######. ## ### ####### #### #### ########## ## ###### ## #####. ## ### # ####### ######## ## ###### ### ### ## ###### ## ### ##### ### ### ######## #########. ### ######### ## ### ###### ### ################, ### #### ## ##### #### ####### ######## ##############. ### ########## ## ### #### ####### (###) ######## ### ### ####### ## ### ################## ######. ## #### ######### ## ### ######### ## ########## ## ######### #### # ########## #### ## ## ## ## ###### ### ###### ###_###_#######. ####–####, ## ##### #### ### ############## ####### ## ### #### ######## ## ### ### #### ###. ### ## ##### ### #### ### # ###### ############# ####### ###### #### ## ##########, ## ## ######## #### ## ###.

```
  int rv;

  initialize_hcb_for_data(hcb);

  if((!(ccb_h->flags & CAM_SCATTER_VALID)) {
    /* single buffer */
    if(!(ccb_h->flags & CAM_DATA_PHYS)) {
      rv = add_virtual_chunk(hcb, csio->data_ptr, csio->dxfer_len, dir);
      }
    } else {
      rv = add_physical_chunk(hcb, csio->data_ptr, csio->dxfer_len, dir);
    }
  } else {
    int i;
    struct bus_dma_segment *segs;
    segs = (struct bus_dma_segment *)csio->data_ptr;

    if ((ccb_h->flags & CAM_SG_LIST_PHYS) != 0) {
      /* The SG list pointer is physical */
      rv = setup_hcb_for_physical_sg_list(hcb, segs, csio->sglist_cnt);
    } else if (!(ccb_h->flags & CAM_DATA_PHYS)) {
      /* SG buffer pointers are virtual */
      for (i = 0; i < csio->sglist_cnt; i++) {
        rv = add_virtual_chunk(hcb, segs[i].ds_addr,
          segs[i].ds_len, dir);
        if (rv != CAM_REQ_CMP)
          break;
      }
    } else {
      /* SG buffer pointers are physical */
      for (i = 0; i < csio->sglist_cnt; i++) {
        rv = add_physical_chunk(hcb, segs[i].ds_addr,
          segs[i].ds_len, dir);
        if (rv != CAM_REQ_CMP)
          break;
      }
    }
  }
```

```
if(rv != CAM_REQ_CMP) {
    /* we expect that add_*_chunk() functions return CAM_REQ_CMP
     * if they added a chunk successfully, CAM_REQ_TOO_BIG if
     * the request is too big (too many bytes or too many chunks),
     * CAM_REQ_INVALID in case of other troubles
     */
    free_hcb_and_ccb_done(hcb, ccb, rv);
    return;
}
end_data:
```

###:

```
if(ccb_h->flags & CAM_DIS_DISCONNECT)
    hcb_disable_disconnect(hcb);
```

###_###_######### ###### #### ## ###### ## ##, ## ####### ######## ####### ##### ## ### ### ###–###### #### ### #### ##.

#######, #### ### ### ## ### ######## ### ######, ### #### #### ## #### ## ### ######### ####### (## ####### #######).

```
ccb_h->timeout_ch = timeout(xxx_timeout, (caddr_t) hcb,
    (ccb_h->timeout * hz) / 1000); /* convert milliseconds to ticks */
put_hcb_into_hardware_queue(hcb);
return;
```

###:

```
static void
free_hcb_and_ccb_done(struct xxx_hcb *hcb, union ccb *ccb, u_int32_t status)
{
    struct xxx_softc *softc = hcb->softc;

    ccb->ccb_h.ccb_hcb = 0;
    if(hcb != NULL) {
        untimeout(xxx_timeout, (caddr_t) hcb, ccb->ccb_h.timeout_ch);
        /* we're about to free a hcb, so the shortage has ended */
        if(softc->flags & RESOURCE_SHORTAGE)  {
            softc->flags &= ~RESOURCE_SHORTAGE;
            status |= CAM_RELEASE_SIMQ;
        }
        free_hcb(hcb); /* also removes hcb from any internal lists */
    }
    ccb->ccb_h.status = status |
        (ccb->ccb_h.status & ~(CAM_STATUS_MASK|CAM_SIM_QUEUED));
    xpt_done(ccb);
}
```

- *XPT_RESET_DEV* # #### ### #### #### ###### ###### ####### ## # ######

###–###_##. ######### ## ### ########## ######## # ######## ####### ##### #### #### ### ### ###_####_## ####### ### ## ########### (### ###_####_## ####### ###########) ### #### ## ### ########## ## ### #### ########## ### ## ########### ########## ## #### #### ##### ####### ## ### ###### ## #### ##–##### ### ## #### ### ######### (### ###### ### ###### ###_###_#######). #### ## ########## ## ### ####### ### ### ############ ############ ### #### ###### #### ## ####### (######## ## ### #####–#### #######).

#####, ## #### ##### ## ####### ###. ## #### ######## ### ## ########, ####### ###### ### ###### ##### ####### ############## ## ### #### ###########.

- *XPT_RESET_BUS* # #### ### ##### ###### ## ### #### ###

  ## ######### ### ###### ## ### ###, ### #### ########### ######## ## ### #### ### ######### ## ### ###### ### #######.

  # ############ ############## ##### ###### ### #### ############ ### ### ### ####### ## ### ### ### ###### ### ###### ###_###_###.

  ### ###### ############## ##### ## ######## ######## ##### ### #### ### (######## #### ##### ### #### ##########) ### #### ### ### #### ##### #########, #### ##### ## ### ######## ##### ### ##### ##### ############, ## #### #### ### ###### ###_####_###_#####. ####:

```
int targ, lun;
struct xxx_hcb *h, *hh;
struct ccb_trans_settings neg;
struct cam_path *path;

/* The SCSI bus reset may take a long time, in this case its completion
 * should be checked by interrupt or timeout. But for simplicity
 * we assume here that it is really fast.
 */
reset_scsi_bus(softc);

/* drop all enqueued CCBs */
for(h = softc->first_queued_hcb; h != NULL; h = hh) {
   hh = h->next;
   free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_SCSI_BUS_RESET);
}

/* the clean values of negotiations to report */
neg.bus_width = 8;
neg.sync_period = neg.sync_offset = 0;
neg.valid = (CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID
   | CCB_TRANS_SYNC_RATE_VALID | CCB_TRANS_SYNC_OFFSET_VALID);

/* drop all disconnected CCBs and clean negotiations  */
for(targ=0; targ <= OUR_MAX_SUPPORTED_TARGET; targ++) {
   clean_negotiations(softc, targ);

   /* report the event if possible */
   if(xpt_create_path(&path, /*periph*/NULL,
         cam_sim_path(sim), targ,
         CAM_LUN_WILDCARD) == CAM_REQ_CMP) {
      xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, path, &neg);
      xpt_free_path(path);
   }

   for(lun=0; lun <= OUR_MAX_SUPPORTED_LUN; lun++)
      for(h = softc->first_discon_hcb[targ][lun]; h != NULL; h = hh) {
         hh=h->next;
         free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_SCSI_BUS_RESET);
      }
}

ccb->ccb_h.status = CAM_REQ_CMP;
xpt_done(ccb);

/* report the event */
xpt_async(AC_BUS_RESET, softc->wpath, NULL);
return;
```

  ############ ### #### ### ##### ## # ######## ### ## # #### #### ####### ## ##### ## ####### ## ### ####### ######## ## # #### ###### ## ### ###### ## #####.

- *XPT_ABORT* # ##### ### ######### ###

###_##### #### ## ### ##### ###. ### #### ######## ##### ## ## ##:

abort_ccb # ####### ## ### ### ## ## #######

###_##_#####. #### ## #### ### #### ### ## ###–###### ######### #### ####, ###### ###_##_##### ## ### ####.

########. ##### ##### #### ##### ####### ## # #### #####–######:

```
struct ccb *abort_ccb;
abort_ccb = ccb->cab.abort_ccb;

if(abort_ccb->ccb_h.func_code != XPT_SCSI_IO) {
    ccb->ccb_h.status = CAM_UA_ABORT;
    xpt_done(ccb);
    return;
}
```

#####. #### ### ## #### ## ####### ### #### ## ### ### ######## ####### ###### ## ###### ### ### ########## #### #### ###:

```
struct xxx_hcb *hcb, *h;

hcb = NULL;

/* We assume that softc->first_hcb is the head of the list of all
 * HCBs associated with this bus, including those enqueued for
 * processing, being processed by hardware and disconnected ones.
 */
for(h = softc->first_hcb; h != NULL; h = h->next) {
    if(h->ccb == abort_ccb) {
        hcb = h;
        break;
    }
}

if(hcb == NULL) {
    /* no such CCB in our queue */
    ccb->ccb_h.status = CAM_PATH_INVALID;
    xpt_done(ccb);
    return;
}

hcb=found_hcb;
```

###. ## ### ## ###### ####### ## ### ##### ####### ## ## #### ## ### #### ###, ##### ########### ##### ###, ## ############ ### ####### ### ### ###### ## ### #######, ## ######## ######### ## ######## ### ### ### ###### ## #### ## ########. ## #### #### #### ## ## ### ### ## ### ##### #### ######## ## #### ### ### ## ##### #######, ## #### ## #### ### ## ##### ## ## #### ## ### #### ### ### #### ########## #### ### #### #### ### #### ##.

```
int hstatus;

/* shown as a function, in case special action is needed to make
 * this flag visible to hardware
 */
set_hcb_flags(hcb, HCB_BEING_ABORTED);

abort_again:

hstatus = get_hcb_status(hcb);
```

```
    switch(hstatus) {
    case HCB_SITTING_IN_QUEUE:
        remove_hcb_from_hardware_queue(hcb);
        /* FALLTHROUGH */
    case HCB_COMPLETED:
        /* this is an easy case */
        free_hcb_and_ccb_done(hcb, abort_ccb, CAM_REQ_ABORTED);
        break;
```

########. ### #### ######### ##### ### ### #### ######### ###### ### #### ### ###### ######## ## ## #### ## ##### #######. ## #### ##### ### ####### ## #### #### #### ### ###### ## ### ######## #######. ## ### ####### ##### ### ### ####### ## #### ########## #### #### 10 ####### ### ####### ####### ##### ## ##### ### ##### ### ##### #### ###. ####### ### ####### #### ## ####### ## #### ########## #### ## ### #### ###### ### ##### ####### ### ## ############ #########, ### #### ### ####### ### ## ####### (### ### #### ## ## #### ###).

```
    case HCB_BEING_TRANSFERRED:
        untimeout(xxx_timeout, (caddr_t) hcb, abort_ccb->ccb_h.timeout_ch);
        abort_ccb->ccb_h.timeout_ch =
            timeout(xxx_timeout, (caddr_t) hcb, 10 * hz);
        abort_ccb->ccb_h.status = CAM_REQ_ABORTED;
        /* ask the controller to abort that HCB, then generate
         * an interrupt and stop
         */
        if(signal_hardware_to_abort_hcb_and_stop(hcb) < 0) {
            /* oops, we missed the race with hardware, this transaction
             * got off the bus before we aborted it, try again */
            goto abort_again;
        }

        break;
```

#####. ##### ### ####### ### ###### ### ##### ####### ## ## #########.

```
    case HCB_DISCONNECTED:
        untimeout(xxx_timeout, (caddr_t) hcb, abort_ccb->ccb_h.timeout_ch);
        abort_ccb->ccb_h.timeout_ch =
            timeout(xxx_timeout, (caddr_t) hcb, 10 * hz);
        put_abort_message_into_hcb(hcb);
        put_hcb_at_the_front_of_hardware_queue(hcb);
        break;
    }
    ccb->ccb_h.status = CAM_REQ_CMP;
    xpt_done(ccb);
    return;
```

#######, ######## ##### ## ### #### #####. ####### ### ##### ####### ###### ### ### ####### ############ ## # ### ## #### ## #### ### ### ##### ###### ############ ## #### ### ## #######. #### ###### ## #### ## ### ######### #######, ##### ### ########### #### #######.

############ ### ### ##### ## # ######## ### ## ##### # #### ####, #### ######## ### ## ####### ## ## #/ # ########### ##### ###. ### #### ########## ##### ## #### ### ##### ### ########### ##### ###### ### ###### ###_###_####### ### ### ##### ### #######. #### ### #### ###_##### ##### ## #####, #### ####:

```
    case XPT_ABORT:
        struct ccb *abort_ccb;
        abort_ccb = ccb->cab.abort_ccb;

        if(abort_ccb->ccb_h.func_code != XPT_SCSI_IO) {
            ccb->ccb_h.status = CAM_UA_ABORT;
            xpt_done(ccb);
            return;
```

```
    }
    if(xxx_abort_ccb(abort_ccb, CAM_REQ_ABORTED) < 0)
        /* no such CCB in our queue */
        ccb->ccb_h.status = CAM_PATH_INVALID;
    else
        ccb->ccb_h.status = CAM_REQ_CMP;
    xpt_done(ccb);
    return;
```

- *XPT_SET_TRAN_SETTINGS* # ########## ### ###### ## #### ######## ########

  ### ######### ### ########### ## ### ######## ####### ###_#####_####### #### ## ### ##### ###:

  - *valid* # # ####### ####### ##### ######## ###### ## #######:
  - *CCB_TRANS_SYNC_RATE_VALID* # ########### ######## ####
  - *CCB_TRANS_SYNC_OFFSET_VALID* # ########### ######
  - *CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID* # ### #####
  - *CCB_TRANS_DISC_VALID* # ### ######/####### #############
  - *CCB_TRANS_TQ_VALID* # ### ######/####### ###### #######
  - *flags* # ######## ## ### #####, ###### ######### ### ############## ## ##############. ### ###### ######### ###:
    - *CCB_TRANS_DISC_ENB* # ###### #############
    - *CCB_TRANS_TAG_ENB* # ###### ###### #######
  - ### ############## ###:
    - *CCB_TRANS_CURRENT_SETTINGS* # ###### ### ####### ############
    - *CCB_TRANS_USER_SETTINGS* # ######## ### ####### #### ###### ####_######, ####_###### # ################, ## ####_######==0 #### ### ############ #### ## ######### ###_##### # ### #####, ## #### (### #####)

  ### #### ## ########## ########## ### #########, ### #### ######## ### ### ####### ########. ### #### ######## ### ### ###### #### #### ## ### ### #######, #### ## ###### #### # ##### ## ###### ##### ### ##### ###### ### ##### (### ##### ######) ### ##### ##### ### ##########. ####### ### #### ########## #### ### ##### ############## ## ### ######## #####. ### #### ### #### ########## #### # ########## ## #### ##### ### ### ###### ###### #### ### #### ##########, ## ## ## ########## ### ### ########.

  ### ####### ######## ###, ## ### #### ####, #######. ######## #### ##### #### ### ########## #### ## ############ ## ### #### ########. #####, ##### #### ####### ######### ### ### ######## ## ## ###### ## ### ######, #### #### ### #### ## ### ####### #### ## ############. #### #### #### ## ####### ## ###### ############ ## ### #### ##########: ### #######, ## ### #### ########## ### 8#### ### ### ### ####### #### ## ### 16#### #### ######### #### ######### #### ## ######## ######### ## 8#### ######### ###### ####### ## ## ### ######.

  ### ###### ## #### ### ### ##### ### ########## ########## ### ### ###### ##### ### ############ ### ### ######## ########## ### ### ###.

  ### ########## ############## ## ## #### 3 #### ## ########## (### ##### ### ########## ########) ##########:

  - *user* # ### #### ###, ## #####

- *current* # ##### ######## ## ######
- *goal* # ##### ######### ## ####### ## ### ######### ##########

####:

```
struct ccb_trans_settings *cts;
int targ, lun;
int flags;

cts = &ccb->cts;
targ = ccb_h->target_id;
lun = ccb_h->target_lun;
flags = cts->flags;
if(flags & CCB_TRANS_USER_SETTINGS) {
   if(flags & CCB_TRANS_SYNC_RATE_VALID)
      softc->user_sync_period[targ] = cts->sync_period;
   if(flags & CCB_TRANS_SYNC_OFFSET_VALID)
      softc->user_sync_offset[targ] = cts->sync_offset;
   if(flags & CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID)
      softc->user_bus_width[targ] = cts->bus_width;

   if(flags & CCB_TRANS_DISC_VALID) {
      softc->user_tflags[targ][lun] &= ~CCB_TRANS_DISC_ENB;
      softc->user_tflags[targ][lun] |= flags & CCB_TRANS_DISC_ENB;
   }
   if(flags & CCB_TRANS_TQ_VALID) {
      softc->user_tflags[targ][lun] &= ~CCB_TRANS_TQ_ENB;
      softc->user_tflags[targ][lun] |= flags & CCB_TRANS_TQ_ENB;
   }
}
if(flags & CCB_TRANS_CURRENT_SETTINGS) {
   if(flags & CCB_TRANS_SYNC_RATE_VALID)
      softc->goal_sync_period[targ] =
         max(cts->sync_period, OUR_MIN_SUPPORTED_PERIOD);
   if(flags & CCB_TRANS_SYNC_OFFSET_VALID)
      softc->goal_sync_offset[targ] =
         min(cts->sync_offset, OUR_MAX_SUPPORTED_OFFSET);
   if(flags & CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID)
      softc->goal_bus_width[targ] = min(cts->bus_width, OUR_BUS_WIDTH);

   if(flags & CCB_TRANS_DISC_VALID) {
      softc->current_tflags[targ][lun] &= ~CCB_TRANS_DISC_ENB;
      softc->current_tflags[targ][lun] |= flags & CCB_TRANS_DISC_ENB;
   }
   if(flags & CCB_TRANS_TQ_VALID) {
      softc->current_tflags[targ][lun] &= ~CCB_TRANS_TQ_ENB;
      softc->current_tflags[targ][lun] |= flags & CCB_TRANS_TQ_ENB;
   }
}
ccb->ccb_h.status = CAM_REQ_CMP;
xpt_done(ccb);
return;
```

#/# ####### #### ## ######### ## #### ##### ## ## ### ## ############, ### ####### ## ####### ### ######## ######_##########(###). ## ### ## ########### #### ####:

```
int
target_negotiated(struct xxx_hcb *hcb)
{
   struct softc *softc = hcb->softc;
   int targ = hcb->targ;

   if( softc->current_sync_period[targ] != softc->goal_sync_period[targ]
   || softc->current_sync_offset[targ] != softc->goal_sync_offset[targ]
```

```
    || softc->current_bus_width[targ] != softc->goal_bus_width[targ] )
        return 0; /* FALSE */
    else
        return 1; /* TRUE */
}
```

##########, ## ### ###### #/# ########### ### ####### ### #### ########## ##### ## ### #### ### target_negotiated() ##### ###### ####. #### ### #### ## ########### (## xxx_attach()) ### ####### ########## ###### #### ## ########### ## ###### ########### ####, ### #### ### ####### ###### #### ## ###–######## ## ### ####### ###### ######### ## ##########.

XPT_GET_TRAN_SETTINGS # ### ###### ## #### ######## ########

###_###_####_########. #### ## ### ### ######## ####### ###_#####_####### #### #### #### ## ######### ## ### ##### ###_#####_#######_######## ## ###_#####_####_######## (## #### ### ### #### ### ######## ####### ###### ### ####### ########). ### ### ### #### ## ### ##### #####.

XPT_CALC_GEOMETRY # ######### ####### (####) ######## ## ### ####

###_####_######## #### ## ### ##### ###:

- *block_size* # #####, ##### (#.#.# ######) #### ## #####
- *volume_size* # #####, ###### #### ## #####
- *cylinders* # ######, ####### #########
- *heads* # ######, ####### #####
- *secs_per_track* # ######, ####### ####### ### #####

####. ### ####### ########### ####### ##### #### ### ###7### ###### ##:

```
struct    ccb_calc_geometry *ccg;
u_int32_t size_mb;
u_int32_t secs_per_cylinder;
int   extended;

ccg = &ccb->ccg;
size_mb = ccg->volume_size
    / ((1024L * 1024L) / ccg->block_size);
extended = check_cards_EEPROM_for_extended_geometry(softc);

if (size_mb > 1024 && extended) {
    ccg->heads = 255;
    ccg->secs_per_track = 63;
} else {
    ccg->heads = 64;
    ccg->secs_per_track = 32;
}
secs_per_cylinder = ccg->heads * ccg->secs_per_track;
ccg->cylinders = ccg->volume_size / secs_per_cylinder;
ccb->ccb_h.status = CAM_REQ_CMP;
xpt_done(ccb);
return;
```

####, ### ##### ########## ####### ## ### ###### ## ### ########## ####. ## #### ######## ## ### ### ### ######### ############ #### ## ###### #### #### ###### ######## ## ####### ##### ## 1. ##### ####### ########## ###:

```
128 heads, 63 sectors - Symbios controllers
16 heads, 63 sectors - old controllers
```

#######, ### ####### # ###–######## ## ####### 875/895 #### ### ####### #### ### #### ######## 128/63 ##### ##### ## ### 255/63 ##### # #### ##### ## #### ######.

- *XPT_PATH_INQ* # #### #######, ## ##### ##### ### ### ### ###### ### #### ########## (#### ##### ## ### # #### ### #######) ##########

  ### ########## ### ######## ## ### ######## ####### ###_####### #### ## ### ##### ###:

  - #######_### # ### ### ###### ####### ######, ### ### ####### ### 1
  - ###_####### # ####### ## ######## ######### ## ### ##########:
  - ##_###_#### # ######## ### ####### (######### #### ####3?)
  - ##_####_32 # ######## 32 ### #### ####
  - ##_####_16 # ######## 16 ### #### ####
  - ##_####_#### # ### ######### ########### ######## ####
  - ##_######_### # ######## ###### ########
  - ##_###_#### # ######## ###### ########
  - ##_####_### # ######## #### ##### ########### (#### ##### ### #### ##### ### ######## ######### ###### # #### ###)
  - ######_#### # ##### ### ###### #### #######, 0 ## ###########
  - ###_#### # ############# ########## ########:
  - ###_######## # ### ##### #### #### ## ## ### ##
  - ###_######## # ######### ####### ### ######## ## ####
  - ###_########### # ######### #### ### #########
  - ###_########## # #### ### ######## ####### ### #####
  - ###_###_### # ########## ### ###### #####, ######### ####### ## ##########, ### ## ###### ### ## 0
  - #####_##### # ############## #####, ###### ###
  - ###_###### # ####### ######### ###### ## (7 ### 8#### ###, 15 ### 16#### ###, 127 ### ##### #######)
  - ###_### # ####### ######### ### ## (7 ### ##### #### ###########, 63 ### ##### ####)
  - #####_##### # ####### ## ######### ##### #######, ###### ###
  - #####_## # ####### #### ## ## ### #########, ###### ###
  - ####_###### # ### ########## #### ######, ###_###_####(###)

- ###_## # ### ### ######, ###_###_###(###)
- #########_## # ### #### ## ## ### ########## ######
- ####_########_##### # ####### ######## ##### ## ##/# ### ############ ###### #########, ###### ## 3300 ### ####
- ###_### # ### ######## ###### ##, # ################ ###### ## ####### ###### ###_##### ######### ### ########### ####
- ###_### # #### ############ ###### ##, # ################ ###### ## ####### ###### ###_##### ##–####### ### ########### ####
- ###_#### # ###### ###### ####, # ################ ###### ## ####### ###### ###_##### ######### ### ########### ####, ##### ## ###_###_####(###)

#######, ####:

```
strncpy(cpi->dev_name, cam_sim_name(sim), DEV_IDLEN);
```

###_###_### ### #### ### ### ## ####.

12.3.

static void **xxx_poll** (*struct cam_sim *sim*);

*struct cam_sim *sim* ;

(### #######, #### ### ###### ### ######## ### ## ######## ### ###### ####). ### ### ######### #### ### ###### ######### ##### ###### ####### ### #### #######. ## ### ## ##### ## ## ## ## #### ### ######### ####### (## ### ##### ### ######, ### #### ####### ### ## ##### ### #### ###### ### ### ######### ####### ##### #### #### ### #### #######). ### ###### ##### # ######## ######## ####? ####### ## ######### ####### ############. ### xxx_poll ####### #### ### ###### ###_### ####### ## ### ######## #### ### ### ######### ####### ## ###### ########## #### ####### ## ### ###### xxx_softc ### ### ### ######### ####### #### #### ### ###### #### ######. ## ### #### ####### ##### ######## #### ##:

```
static void
xxx_poll(struct cam_sim *sim)
{
   xxx_intr((struct xxx_softc *)cam_sim_softc(sim)); /* for PCI device */
}
```

##

```
static void
xxx_poll(struct cam_sim *sim)
{
   xxx_intr(cam_sim_unit(sim)); /* for ISA device */
}
```

12.4. ############

#######.

```
static void
ahc_async(void *callback_arg, u_int32_t code, struct cam_path *path, void *arg)
```

- ########_### # ### ##### ######## #### ########## ### ########
- #### # ########## ### #### ## #####
- #### # ########## ### ####### ## ##### ### ##### #######
- ### # ############## ########

############## ### # ###### #### ## #####, ##_####_######, ##### ####:

```
struct xxx_softc *softc;
struct cam_sim *sim;
int targ;
struct ccb_trans_settings neg;

sim = (struct cam_sim *)callback_arg;
softc = (struct xxx_softc *)cam_sim_softc(sim);
switch (code) {
case AC_LOST_DEVICE:
   targ = xpt_path_target_id(path);
   if(targ <= OUR_MAX_SUPPORTED_TARGET) {
      clean_negotiations(softc, targ);
      /* send indication to CAM */
      neg.bus_width = 8;
      neg.sync_period = neg.sync_offset = 0;
      neg.valid = (CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID
         | CCB_TRANS_SYNC_RATE_VALID | CCB_TRANS_SYNC_OFFSET_VALID);
      xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, path, &neg);
   }
   break;
default:
   break;
}
```

12.5.

(###, ### ### ## ##) ## ##### ### #### ########## ## #########.

######. ## splcam() ###### ## #### ## ### ###### ## ########### ######## ####### ### ######### ####### ### ### #### ## ### ###### (### # ################### ###### ###### ### ### #### ########### ### ## ###### #### #### ####). ### ####–####### ## #### ######## ####### ####### ### ######## ## ###############. ### #### #### #### ### ##–#### ####. # ############# ######## ## ## ### splcam() ## ### ##### ## ### ##### ######## ### ##### ## ## ###### #### ########## #### ## ### ### ######## #######. ## #### #### #### ### ######### ##### #### ## ###### ######## # ####### ######## ### ## #######, ####:

```
static void
xxx_action(struct cam_sim *sim, union ccb *ccb)
{
   int s;
   s = splcam();
   xxx_action1(sim, ccb);
   splx(s);
}

static void
xxx_action1(struct cam_sim *sim, union ccb *ccb)
{
   ... process the request ...
}
```

###########. ## ### ##### #### ### ######### ## ### spl() ###### #### ###### #### ########, ## #### ###### ## #### ######## ######## ### ### ## #### ######.

########. ## ######## ### ### ## ######### ##########.

#####, ## ##### ## # #### ##### ### ########## ## ### ### (######## ###### ## ####### #### ########## ## ### #### #### ###). ## ## ## #### ### ### ######## ### ########### ########, ###### ### ###### ### ### ########## ### #### ##########. ## ## ######### #### ###### #### ############## ### ########## #### ### ##### ####### ##### ## #### ### ########## ## ### #### #### ### ##### ######### ###### #######. ### #### ## ##### ########## #####/#### ##### ## ####### ## ### #### #####, ### ## #### ######## #### #### ####### ##### ###### ## ### #### ### ## ##### ### ###### ## ### ########### #### ### #### #######.

```
int fatal=0;
struct ccb_trans_settings neg;
struct cam_path *path;

if( detected_scsi_reset(softc)
|| (fatal = detected_fatal_controller_error(softc)) ) {
   int targ, lun;
   struct xxx_hcb *h, *hh;

   /* drop all enqueued CCBs */
   for(h = softc->first_queued_hcb; h != NULL; h = hh) {
      hh = h->next;
      free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_SCSI_BUS_RESET);
   }

   /* the clean values of negotiations to report */
   neg.bus_width = 8;
   neg.sync_period = neg.sync_offset = 0;
   neg.valid = (CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID
      | CCB_TRANS_SYNC_RATE_VALID | CCB_TRANS_SYNC_OFFSET_VALID);

   /* drop all disconnected CCBs and clean negotiations  */
   for(targ=0; targ <= OUR_MAX_SUPPORTED_TARGET; targ++) {
      clean_negotiations(softc, targ);

      /* report the event if possible */
      if(xpt_create_path(&path, /*periph*/NULL,
            cam_sim_path(sim), targ,
            CAM_LUN_WILDCARD) == CAM_REQ_CMP) {
         xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, path, &neg);
         xpt_free_path(path);
      }

      for(lun=0; lun <= OUR_MAX_SUPPORTED_LUN; lun++)
         for(h = softc->first_discon_hcb[targ][lun]; h != NULL; h = hh) {
            hh=h->next;
            if(fatal)
               free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_UNREC_HBA_ERROR);
            else
               free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_SCSI_BUS_RESET);
         }
   }

   /* report the event */
   xpt_async(AC_BUS_RESET, softc->wpath, NULL);

   /* re-initialization may take a lot of time, in such case
    * its completion should be signaled by another interrupt or
    * checked on timeout - but for simplicity we assume here that
    * it is really fast
```

```
        */
       if(!fatal) {
          reinitialize_controller_without_scsi_reset(softc);
       } else {
          reinitialize_controller_with_scsi_reset(softc);
       }
       schedule_next_hcb(softc);
       return;
    }
```

#####. ######### ## ### ######## ##### ### ## ##### ############### ######, ## #### ## ### ######## #### ####. #### ## ####### #### ######## ## #### ###:

```
    struct xxx_hcb *hcb, *h, *hh;
    int hcb_status, scsi_status;
    int ccb_status;
    int targ;
    int lun_to_freeze;

    hcb = get_current_hcb(softc);
    if(hcb == NULL) {
       /* either stray interrupt or something went very wrong
        * or this is something hardware-dependent
        */
       handle as necessary;
       return;
    }

    targ = hcb->target;
    hcb_status = get_status_of_current_hcb(softc);
```

######.

```
    if(hcb_status == COMPLETED) {
       scsi_status = get_completion_status(hcb);
```

###.

```
       if(hcb->flags & DOING_AUTOSENSE) {
          if(scsi_status == GOOD) { /* autosense was successful */
             hcb->ccb->ccb_h.status |= CAM_AUTOSNS_VALID;
             free_hcb_and_ccb_done(hcb, hcb->ccb, CAM_SCSI_STATUS_ERROR);
          } else {
       autosense_failed:
             free_hcb_and_ccb_done(hcb, hcb->ccb, CAM_AUTOSENSE_FAIL);
          }
          schedule_next_hcb(softc);
          return;
       }
```

#########, ### #### ######### ## #######. ## ########## ## ### ######## ### #### ### ### ### ######## ### ###### #### ##### #### #### ### ####### ##### ####### ## ####### #### ####.

```
       hcb->ccb->csio.scsi_status = scsi_status;
       calculate_residue(hcb);

       if( (hcb->ccb->ccb_h.flags & CAM_DIS_AUTOSENSE)==0
       && ( scsi_status == CHECK_CONDITION
            || scsi_status == COMMAND_TERMINATED) ) {
          /* start auto-SENSE */
          hcb->flags |= DOING_AUTOSENSE;
          setup_autosense_command_in_hcb(hcb);
          restart_current_hcb(softc);
          return;
       }
```

```
    if(scsi_status == GOOD)
        free_hcb_and_ccb_done(hcb, hcb->ccb, CAM_REQ_CMP);
    else
        free_hcb_and_ccb_done(hcb, hcb->ccb, CAM_SCSI_STATUS_ERROR);
    schedule_next_hcb(softc);
    return;
}
```

######: ########### ######## ######## #### # #### ###### (## ###### ## ### ########### ####### ## ## ######## ##########) ## ### ###### ## ###### ## ######### (####### ### ########### ######## ## #### ### ###### ####).

```
switch(hcb_status) {
case TARGET_REJECTED_WIDE_NEG:
    /* revert to 8-bit bus */
    softc->current_bus_width[targ] = softc->goal_bus_width[targ] = 8;
    /* report the event */
    neg.bus_width = 8;
    neg.valid = CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID;
    xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, hcb->ccb.ccb_h.path_id, &neg);
    continue_current_hcb(softc);
    return;
case TARGET_ANSWERED_WIDE_NEG:
    {
        int wd;

        wd = get_target_bus_width_request(softc);
        if(wd <= softc->goal_bus_width[targ]) {
            /* answer is acceptable */
            softc->current_bus_width[targ] =
            softc->goal_bus_width[targ] = neg.bus_width = wd;

            /* report the event */
            neg.valid = CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID;
            xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, hcb->ccb.ccb_h.path_id, &neg);
        } else {
            prepare_reject_message(hcb);
        }
    }
    continue_current_hcb(softc);
    return;
case TARGET_REQUESTED_WIDE_NEG:
    {
        int wd;

        wd = get_target_bus_width_request(softc);
        wd = min (wd, OUR_BUS_WIDTH);
        wd = min (wd, softc->user_bus_width[targ]);

        if(wd != softc->current_bus_width[targ]) {
            /* the bus width has changed */
            softc->current_bus_width[targ] =
            softc->goal_bus_width[targ] = neg.bus_width = wd;

            /* report the event */
            neg.valid = CCB_TRANS_BUS_WIDTH_VALID;
            xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, hcb->ccb.ccb_h.path_id, &neg);
        }
        prepare_width_nego_rsponse(hcb, wd);
    }
    continue_current_hcb(softc);
    return;
}
```

######. ######### ## #### ###### ## ### ######## #####.

```
    if(hcb->flags & DOING_AUTOSENSE)
        goto autosense_failed;

    switch(hcb_status) {
```

##########. ##### ## ########## ###### ##### ## ##### ## ### ###### ##### ####### ### ######## ## ##### #####.

```
    case UNEXPECTED_DISCONNECT:
        if(requested_abort(hcb)) {
            /* abort affects all commands on that target+LUN, so
             * mark all disconnected HCBs on that target+LUN as aborted too
             */
            for(h = softc->first_discon_hcb[hcb->target][hcb->lun];
                    h != NULL; h = hh) {
                hh=h->next;
                free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_REQ_ABORTED);
            }
            ccb_status = CAM_REQ_ABORTED;
        } else if(requested_bus_device_reset(hcb)) {
            int lun;

            /* reset affects all commands on that target, so
             * mark all disconnected HCBs on that target+LUN as reset
             */

            for(lun=0; lun <= OUR_MAX_SUPPORTED_LUN; lun++)
                for(h = softc->first_discon_hcb[hcb->target][lun];
                        h != NULL; h = hh) {
                    hh=h->next;
                    free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_SCSI_BUS_RESET);
                }

            /* send event */
            xpt_async(AC_SENT_BDR, hcb->ccb->ccb_h.path_id, NULL);

            /* this was the CAM_RESET_DEV request itself, it is completed */
            ccb_status = CAM_REQ_CMP;
        } else {
            calculate_residue(hcb);
            ccb_status = CAM_UNEXP_BUSFREE;
            /* request the further code to freeze the queue */
            hcb->ccb->ccb_h.status |= CAM_DEV_QFRZN;
            lun_to_freeze = hcb->lun;
        }
        break;
```

###:

```
    case TAGS_REJECTED:
        /* report the event */
        neg.flags = 0 & ~CCB_TRANS_TAG_ENB;
        neg.valid = CCB_TRANS_TQ_VALID;
        xpt_async(AC_TRANSFER_NEG, hcb->ccb.ccb_h.path_id, &neg);

        ccb_status = CAM_MSG_REJECT_REC;
        /* request the further code to freeze the queue */
        hcb->ccb->ccb_h.status |= CAM_DEV_QFRZN;
        lun_to_freeze = hcb->lun;
        break;
```

##########, #### ########## ######### ####### ## ####### ### ### ######:

```
    case SELECTION_TIMEOUT:
        ccb_status = CAM_SEL_TIMEOUT;
        /* request the further code to freeze the queue */
```

```
    hcb->ccb->ccb_h.status |= CAM_DEV_QFRZN;
    lun_to_freeze = CAM_LUN_WILDCARD;
    break;
  case PARITY_ERROR:
    ccb_status = CAM_UNCOR_PARITY;
    break;
  case DATA_OVERRUN:
  case ODD_WIDE_TRANSFER:
    ccb_status = CAM_DATA_RUN_ERR;
    break;
  default:
    /* all other errors are handled in a generic way */
    ccb_status = CAM_REQ_CMP_ERR;
    /* request the further code to freeze the queue */
    hcb->ccb->ccb_h.status |= CAM_DEV_QFRZN;
    lun_to_freeze = CAM_LUN_WILDCARD;
    break;
  }
```

##:

```
  if(hcb->ccb->ccb_h.status & CAM_DEV_QFRZN) {
    /* freeze the queue */
    xpt_freeze_devq(ccb->ccb_h.path, /*count*/1);

    /* re-queue all commands for this target/LUN back to CAM */

    for(h = softc->first_queued_hcb; h != NULL; h = hh) {
      hh = h->next;

      if(targ == h->targ
      && (lun_to_freeze == CAM_LUN_WILDCARD || lun_to_freeze == h->lun) )
        free_hcb_and_ccb_done(h, h->ccb, CAM_REQUEUE_REQ);
    }
  }
  free_hcb_and_ccb_done(hcb, hcb->ccb, ccb_status);
  schedule_next_hcb(softc);
  return;
```

####–#####.

12.6. ######

#/# ####### #### ###### ### ## #####. ### ###### ## ##### ### ## ######## ## ### ### ###### #### ##### ######. ######## ## ### ### ###### ########## #### ########. ### ############ #### ## ### ####### ## ########## ######### ### ### ####### ##### ##########:

- *CAM_RESRC_UNAVAIL* # #### ######## ## ########## ########## ### ### ### ###### ###### ######## ## ##### #### ## #### ###### #########. ## ####### ## #### ######## ##### ## #### ################ ######## ######## ### ##### ### ########## #### ### ######## ## ######### #### ## ####### #########.
- *CAM_UNCOR_PARITY* # ########## ###### ##### ########
- *CAM_DATA_RUN_ERR* # #### ####### ## ########## #### ##### (##### ## ##### ######### #### ####–##### ## ###_###_####) ## ### ######## ###### ### #### ########
- *CAM_SEL_TIMEOUT* # ######### ####### ######## (###### #### ### #######)
- *CAM_CMD_TIMEOUT* # ####### ####### ######## (### ####### ######## ###)

- *CAM_SCSI_STATUS_ERROR* # ### ###### ######## #####
- *CAM_AUTOSENSE_FAIL* # ### ###### ######## ##### ### ### ####### ##### ####### ######
- *CAM_MSG_REJECT_REC* # ####### ###### ####### ### ########
- *CAM_SCSI_BUS_RESET* # ######## #### ### #####
- *CAM_REQ_CMP_ERR* # ############ #### ##### ######## ## ######### #### ## ##### ## #### # ####### ##### ## ####### ###### ## ### #########
- *CAM_UNEXP_BUSFREE* # ########## ########## ########
- *CAM_BDR_SENT* # ### ###### ##### ####### ### #### ## ### ######
- *CAM_UNREC_HBA_ERROR* # ############# #### ### ####### #####
- *CAM_REQ_TOO_BIG* # ### ####### ### ### ##### ### #### ##########
- *CAM_REQUEUE_REQ* # #### ####### ###### ## ######### ## ######## ########## ########. #### ###–###### ###### #### ### ### ########## ## ##### #### ###### ###### ### ##### ### #### ##### ##### ###### ######## ### ### ###### ## ### ### ##### #### #### ### ### #####. ####### ##### ## #### ###### ### ######### ########, ####### ######## ### ##### #### ##########. ## #### ##### ### ########## ####### ####### ### ###### ########## ### #####, ### ### ### ##### ######## ##### #### ### ## #### ## ### ### ### ### #########.
- *CAM_LUN_INVALID* # ### ### ## ## ### ####### ## ### ######### ## ### #### ##########
- *CAM_TID_INVALID* # ### ###### ## ## ### ####### ## ### ######### ## ### #### ##########

12.7. #######

#######, #### #### #### ## ###_##### #######. ### #### ########## ## ##### ### ######## ###### ## ####### ####### ###### ## ###_###_####### ####### ## ###_###_####### (#### ## ### ############### ## ### ##### ###### ## #### ## # ########). ### ##### ## ### #### ######## #######: #### ## ### ##### ####### ###### #### ### #####? ## #### #### ### #### ### ###### ## #####, #### #### #### ## ###_#####_### ####### (### ### #### ##### ############ ## ## # ######## ###### #### #### ###### ####### #### ###). #### ## ###### ##### ### ##### #### ### ## # ###### ##### ####### ### #####. ## ##### ### ### ####### ######## ##### #### ####:

```
static void
xxx_timeout(void *arg)
{
    struct xxx_hcb *hcb = (struct xxx_hcb *)arg;
    struct xxx_softc *softc;
    struct ccb_hdr *ccb_h;

    softc = hcb->softc;
    ccb_h = &hcb->ccb->ccb_h;

    if(hcb->flags & HCB_BEING_ABORTED
    || ccb_h->func_code == XPT_RESET_DEV) {
        xxx_reset_bus(softc);
    } else {
        xxx_abort_ccb(hcb->ccb, CAM_CMD_TIMEOUT);
    }
}
```

######/### ### ####### ###. ## ##### ####### # ########, ###### ## ###### #### #### ###### ###_###_####### ## ###_###_#######?

###_###_#######. #### ##### ####### ####### ## ### ####### ### ##### ### #### ######## ######### ###### ### ## ######### ## ### ######, ## ## #### ##### ### ## ######### #### ##### #### ### ## ##########.

13. ###

Written by Nick Hibma.
Modifications for Handbook made by Murray Stokely.

13.1.

(###) ## # ### ### ## ######### ####### ## ######## #########. ### ### ##–
########## ######## ####### ############# ### ### #### ######### ## # ######## ## ####### #####–
####. ### ####### ## ######## ## ### #######
######## ### ## ######### ######### ## ### ######## ##### ###. ####### ############ ## ### ########
#######.
##
##########, ######### ####### #### ### #### ############. ####### ### ### ######## ### #####–
#######.
####. ### ### #####–
######### ## ### ### ######### # ###### ## ######## ## ### ### #########.

Lennart Augustsson has done most of the implementation of the USB support for the NetBSD project. Many thanks for this incredible amount of work. Many thanks also to Ardy and Dirk for their comments and proofreading of this paper.

- ####### ####### ## ##### ## ### ######## ######## ## ## ####### ###### ####, ####### # ########
  ###### #########.

- ### ####### ### ## ######### ### ############ ## ### ####.

- ####### ### ####### ########## ### ####### ####### ## ### #### ######

- ## ### ####### ### ## ####### #### ### ###, ### #### ######## ### ## #### ##### ## ##### ####### ###
  #### ###.

- ######### ####### ## ####### ############ ## ### ######### ###### ##### ######## #### ### #######
  ## 126 ####### #### ### ## ######### ## ### #### ###, ####### ###### ########## ## ######### ## ###
  ###### ### ## #### #### ######### ## ### 12#### ######### #########. (#### 400#### #### ### 2.0)

- ####### ### ########### ### ####### ###### ########## ########## ##### ##########

####–
########## #### #### #### ######### ### #### ## #########. ##### ############## ### ######## #####–
#####. ##### ### #### #### ###### ## ####### ### ######### ##### #######,
###
######. #### ####### ##### ## ####### ######### ########### ###
2.0 ############## ##### ## #######/######. ## ## ###########
2.0 ############## ### ##### ######### #########:

- ### 2.0 ############# (####://###.###.###/##########/####/###20_####/)

- ######### #### ########## ######### (####) ############# (###://###.######.###/###/######/####/
  #####/####11#.###)

- #### #### ########## ######### (####) #############(###://###.######.###/###/##############–
  ####/######/####1_0#.###)

- ######### ####### ## ### #### #### (####://###.###.###/##########/)

13.1.1. ######### ## ### ###

######. ### ###### ##### ######## ### #### ########## ######, ######### # ######## ######### ## ### ######## ### ### ########## ##########. ## ######## ###–########## ## ### ########, ########## ## ######### ### ######## ## ######### ###/## ###### #####–####. #### #### ########## ###### ########## # ######## ### ######### ######## ########## ###### ## ### ######### ########## ### #### ##### ## ### #### ## ### ########.

##############, ##### ############## ## ### ######, ###### #########, ### ############## ######## (#####) ### #### ######## ##########. #### ######## ##### #### ######## ### ######## ##### ### ### ###### ######## ########## #### ####.

(######## ##) ########. ##### ######## ######### ### ######## #### ## #### #### ### ##### ##### #### ### ######## ####. #### #### ######### ########## ############## ## #### ### ###### ######### ## ##### ##### ## ### ###### ## ########. #### ### ### ### ###### ######### (#####) ######## ## ### ######## #####.

13.2. ####

(##) ######## ### ############ ## ######## ## ### ###. ###### ## 1 ########## ### ####. ## ### ##### ## #### ##### ### #### ########## ######### # ##### ## ##### (###) ######.

######. ###### #### ##### ######## ### ###########, ###### #### #### ## ###### (###) ## #### ###### ## #### (##). ######### ### ###### ######### ## ### #### (###### #########). ######### ##### ### #### ## ### #### ### ### ###. #### ######## ## # ###### ### # ###### ##### ## ##### ### ######### ## ### #### ### ###### ###### ### (########## #########), ### (#####), ##### (##### #########) ## ######## (######## #### #####, ###### ### ######### ## ############). ######## 8.5 ## ### ### 2.0 ############## ######## ### ######## ## ######## ## #### ######. #### ######### ##### ## ######### ### ##### ## # ### ###: ########, ####, ######### ### ###########. ### ##### ## ######### ### ##### ############### ### ######### #####.

######.

(######## #########) ## ### ######## ######### ### ########. #### ######## ## ### ## ###### ######: #####, #### (########) ### ######. ### ###### ###### ## #### ## ### ######. ## ##### ## # #### #####, ### ######### ## ### #### ######(#) ## ##### ## ### ###### ######. ### ######### ## ### ###### ##### ## ### ######## ## ### ######### ###### ### #### #####, ## ## ## ##### ### ## #### #####. ### #### ########## ######## #### ######## ######### #### ### ######## ###### ## ### #### ##### ### ### ######## #### #### ######## ##### ### #### ##### ## ### ###### ###### ########. ###### ## ##### ######### ## ######## ######## # ########### ### ## ######### ## ### ### ##############. ### ######## ### #### ###### #### ### ### ###### ##### ##### ## ######## 11 ## #### ##############. ## #### ######## # ######## #### ######## ##### ###### ######## ### ## #### ## ##. ## ######## ### ######## ###### ##### ######## ### ## ###########. ## ###### #### ######## ## ######### #### #### ######## ######## ######### ## ### #####. ##### ### ######### ### ############### ### #### ########### #########: ######### #### ########## ######### (####) #### ##### ### #### #### ########## ######### (####) #### ######, #########, ### ##–###### ##############. ### #### ############## ### #### ######## ## ###### ######## ########## ## ##–######## ### #### ########## ###### ## ###### # ######## ######## ## ### ######### ### #### #####. #### #### ########### ### #### #### ########### ## ######### # #### ######## ######### ##### # ### ## #### ##########.

13.2.1.

1024 ######## ## ### ##### #### ##########. ## ########### ### ######### #### #####: ######## ########### (##) ### ##### ##### (##). #### ## ########## # ###### ## ## ############ ## ## #### # ###### ########. ### ### # ##### ## ######## (### ###) ########.

#######. ### #### ###### ###### ##### ######### #### ######## #######. ### ##### ########, ##### #### ########### #########, # ## ## #########. ### ##### #### ## ######## ##### ### ### ######### ## # ## ### #### ####. ########### ######### #### ## ## ######## ##### ####### ## ### ##### ####### ########### ### ### ######## ######## ## ## ### ####### ## ### #########. ### #### ########### ## ###### ## ### ## ### ######### ######### ### #### #####. ### ### ### ######### ######### ##### ## ### ## ### ####### #########, ##### ## #### ###### ## ### ## ### #### #########. ### ######### ####### ##### # ######### ######## ## ####:

#####. ##### ######## ### ####### ### ### ####### ##### #### ### ######### ### ########### ##### ######## ### ### ### ### ### ########### ####### ## #### #####. ### #### ## ##### ### ###### ## ### ## ### ### ######### ######### ### #########. ### #### ########### #### #### ####### #### #### ## ## ### ### ### ### ########### ######### #########. ##### ######### #### #####, ### ## ### ### ######### ######### #### ##### ### ########### ## ### ## ### ### ####### #########. ## #### ####### ### ### ######### ######### #####, ######## ## ### ### ######### ###### ## ### #### ##. ## ########### ### ######## ## ######## ## ###### ######### ######### ##### ## ########### ### ######### ## ### ######## ## ### ### ## #### #####. ## ### #### ## ### # ######## ### ############ ########## ### ## ### ## ### ## ###### ## #### ## ######### #### ### ######## ### #########. ## ##### ######### ## ####### ## # ## ####### ### ####### ##### #####. ## ### ##### ###### ###### ### ## ### ## # ## ### #### #### ### ### ###### ###### ## ########### #### ######### ## ####### ## ###### ### ########### ###### ## ### ######### ########. ## ## ### #### ########### ######## #### ## #### ### ##### ######## ### ######### ## ######## ## #####. #### ###### ### ######### ####### ####### #### ###### ### ### ######## ######### ### #### ##### #########.

###########.

13.2.2.

########### ## #### #### ########## ## #### #######. ### ########## ####### #### # ### ## ######### ## #########, ### ## ##### ## ########## ########## ### ### ######## ## ### ##### ## ######### ## # #####. ### #### #### ######### #### ## ### #### ########## ## ### ######## ########## (##) ## ##### # ##### ## ######## ########### (###) ## ########. ### ## ######## ### ####### ###### #### ####### ### ## ######## ### ### ########## ######## #### ### ######### #### #######. ### ######## ## ### #### ####### ### ####### ##### #### ######## ### #### ### ##### ### ### ####### ### #####, ### ## ## ####### ## ### ##########. ### #### ##### ## ######### (#########, ###########, #######, ### ####) #### ##### ### ######. ####### ### #### ######### ### ###### #### ## ##### ### #####. ######### ### ### ###### ## # ####, #### ### ##### ## ### #### ######## ### ######### ## ##### #### ###.

#######. ### ########## #### ##### ### ### ############ ####### ### #### ######, ## ## # #### ##### ### ## ### ## ######. #### ### ######### ######### ### #### ##### ###### ### ###, ## ##### ### ##### #### #### ## ### ##### ###### ## ## ##### #### ##### 0 ## ### #### ## ########## ###. ## ### ### ## #### #### ### ########### ### ### ######### ### ##### ### ######### ############. ### ########### ### ####### ### ##### ###### ## ### ##### ##### ### ######## ###### ## ### ##. ##### ### ### ######## ######### #### #### ###, ### ####### ### #### ###### ### ######### #####. ############ ### ######### ####### ####### ## ###### ## ####### ### #### ##### ### #### ### ######### ### #### ######## ### ########## ######### ### ########### #########.

###########. ### ###### ##### ######## ###### ## ### ###### ## # ########## ### ### ######### ######### ## ### ## ### ######### ####### ### ### ######## #####. ### ##### ##### #### ## ### ######### #######:

- ### ###### ############## ###########
- ### ##### ## ########### #### # ######
- ####### ### ######### ### ######### #### # ######.

13.3. ### ######

13.3.1. ###### ############

###########. #### ###### ### ### ## #### ###–###########, ## ##### ### ## ######## ###### #####/######. # ############ ######## ##### ### ####–##### ###########. ###### #### ############ ##### ### ## ######## ##########. # ###### ######### ## # ########## ## #########. ### ####### ### ######## ### #### ## ######### ### ### ##### #### (##### #####) ### ## ######### ### ### #####, ##### ### ####### (### #####). ### ########## ## # ############ ### ###### ## ### #### #### ### ### ## ######## ## ## ######### #######. #### ######### ### #### ##–########, ######### ######### ####### ## ####### ##########. ## ### ####### ####### #### ## #### ## ####### ######### ##### ##### ### ####### ## ###### ### ######.

#########, 0 ## #### ######### ### ## #########. ######### ### ### ############## ###### ###### ### ############## #### # ######. #### ####### ####### ## ########## ##### ######## ## ######## #### #### ### ######. #### ######## ### # ###### ####### ###### # #############, ### ########## ###### #### ### #########. ### ####### ########, ######## 0, ## ### #### ## ### ######### ### ######### ## ### ##############. ## ## ####### ## ### ######## ##### ### ### ######## ######### ## ###### #######.

#######–#### (### ####### 9.6 ## ### ### ##############). #### ### ## ######### ####### ### ### ########## ##–#####. ### ######## ##### ###### ##### ########## ## ##### ########## ######### ## ### ### ###. ##–#### ## ### ########## ## ######## ####### ######## #####.

- ###### ###########: ####### ########## ##### ### ######, #### ######, ####### ### ######## ##, ###–###### ###### #####, ######## ### ######## ## ##########, ####### ###### #### ### ### ####### ###–#####, ###.

- ############## ###########: ### ###### ## ########## ## #### ##############, ####### ### ###### ####–######### ######### ### ##### ############.

- ######### ###########: ######### #####, ######## ### ######## ## ##########, ###### ## ######### ######## ### ### ######### ### ### ###### ## #########.

- ######## ###########: ######## #######, ######### ### ####, ####### ###### #### ######### ### ####### ######### ## #### ## ######### ########. ##### ## ## ########## ### ### ####### ######## (######## 0) ### ## ## ##### ######## ## ## ######### ##########.

- ###### ###########: ## ### ##### ########## ###### ####### ### ######## ### #### ######.##### ### ## #### ## ######## ########## #######, ######## ## ######## #########.

#######.

#####. ####### ###### ######### ## ######### ## # #### ### ####### # ######## ## ## ###### ## ########## ## ####### ## ### ######## (############ #########) ## #### ### ########## (############ ########). ######### ## ## ######## ### ########## ## ### ####. # ######## ### ###### ########, #### ## ######## (## # ######## ### #### ###). ##### ### ### ##### ## ######### ### #########. ######### ### ###### ### ## ######## ## ### ###### (############). ##### ######### ### #### ## ######## ### ### ## ### ## ############## ## ### ######. # ###### #### ## ######## ## ########### ## ######## ### ## ######### #### # ######## #### ### ######## ###### # ######### ###### ## #### (#######). ##### ### ###### ## # ###### ############## ########## (###) ### ########## #######. ### ##### ### #### ## ### ###### ### ##### ##### ## ####### ####, ###### ###### ## ####### ## ######## ######.

##########, ### #### ########## (####) ## ### ## ###### (####) #### ##### ### ######## #### ####### ## ####### ###### ####, #### ### #### ###### ######## ####### #### ### ####### ###### ####.

######### ## ## ### # ####### ### # ###### ## ###### #### #### #### #########. ### ####### ######### ######## ## # ##### ##### ####### 200 ##### ## ####, ### ### ##### ### #### 5 ##### ######### ## #### ####. ### ###### ### ### ### ##### ###### (###) ####. ## ###### ### #### ########## ## ###### # ###### #### ## ### ###### ## #### ########## ## #### #### #########. #### #### ## #### ##### ### ##########, ## ### ###### ## #### ## ## #### ## # ###### ## ###### ##### ##########. ## ## ############## ##### ###### ## # ###### ###### # ######## ### #### ## #######. ###### ### #### #### ## ######## ## #### ### ###### ##### ## ####### ### ##### ## ### ##### ### ##### ### ######## ##### ######### ####### #### ### ##### ######## #### ###### ####### #### ### ####### ####. ### ####### ######## ###### ##### #####.

#####: # ####### #### / ####### ####: ##### ## ### ####### #### ### ######, ######### ## ### ####### ######## (######## 0). ### #### ####### ### ###### ######## ### ########## ####. ### ########## ####### ######### #### ### ####### #### ### ##### ##### ## #### ### ######## ### ### ######### ## ######### ## ### ### ##############. ##### ##–###### ### #### ## ##### ### ######### ### ######. # ##### ### ## ######## #### #### ## ######### ## #### ###### ## ######## ## ####### 9 ## ### ### ##############. ### ######## ######### ## #### #### ### ## ######## ## # ###### ##### ############## ## ####### ########## ##############.

- #### ####: #### ## ### ### ########## ## # ### ############ ######.
- ######### ####: ### #### ##### # ####### ### #### ## ### ###### ### ## ### ###### ### ####### ## ####, ## #### ### ### #### ######. ######### ######### ### ######### ## # ######### ######### #### ######## ### ####.
- ########### ####: ##### ##### ### ######## ### ########### ####, ### ####### ##### ## ##### #######, #### ##### #######, ### ## ########## ########. #### ####### ### ##### ## #### #### ## ######### ## ### ####### ##############. ####### ## #######, #### ### ######### ######### ### ####### ## ## ##### ###### ###### ############ ## ### ###### ############ ### ###### ########## (###) ### ## ### ####### #### ## ###### ##### ## ##### ### ######## ####. ########### ####### ### ####### ### ####### ## #### ## ###### ######## ## ### ## # ###### ## #### ##### ####### ### ###### ###########.

####. ######### ### ######### ###### ###### ## 1 ###########. ### ######### ########## ###### # ##### ## ########## ## ### ### ##############, ####### 5.6 [2]. ########### ### ######### ######### ### ####### ## ####### ## ## 90% ## ### ######### ###### # #####. ####### ### ####### ### #### ######### ### ######### ##### ### ########### ### ######### ####### ### #### ####### ### ### ######### #########.

5 ## ### ### ##############, ####### 1.3 ## ### #### ############, ### ####### 3.4.2 ## ### #### ##############.

13.4. ###### ##### ###

#########, ### ####### ##### ######## ## ### ####, ######### ### ###### #### 100 ## ## #######. ## #### ##### ### ###### ## ## ### ####### ##### ### ######### ## ###### ####### 0. ### ######## ##### #### ####### ## ######## ### ####### ########### ####### ### ####### ####. ##### #### ## #### #### # ### ####### ####### ## #### ### ###### #### #### ### ####### ###### ####### (####### 0). ######## ###### ####### ##### ## #### ## ####### ### ######. ### ####### # ##### ###### ##### ## #### ## ####### ## #### ## ####### ### ## ############## #########. # ###### ### #### ######## ##### ## ### #### ####### ##### ####### ## #### ## ####### #### ###### ####### ### #### ######. ## ####### #### ###########, ### ###### ###### ########## ########## ##### ##### ## #######. ####### ### # ######## ######## ## # ####### ##### ### ####### ### ### ####### ###### ### ###### ########. ## ##### #### ## #### ######## ####### ##### ###### ## ### ###### ## ##### ### ######## ########## ###### ### ##############. #### ###### #### ##### ## ####### # ###### ## ### ##########.

#######. ## ### #####, ### ##### #### ######## #### ### ######### ############## ##### # ###### ######## ## # ######–

#######. ## ####### ####### #### ######## ####### ## ######### ##########, ### ##### ######## #### ### ########## ## # ############## #### #### ### ### #### ####### ## # ######. ############## #### ###### ### ##### ###### ### ### ### ### ########. ###### ###### ### ###### ###### ########## ### ###### ## ### ###### #####, ### ### ##### ##, ## #### #### #### ### ###### ########## ###### #### ### ### ### ######## ### ####### ####### ### ##. ## ##### ######### ########## ######### ###### ### ##### ### ######### #### ## ###### ####, ### ###### ######## ########## ### #### ##### ### #### ## ###### ### ### #### ## ######## ####. #### ### #### ## ###### ### #### ###### ## ###### #####, #### ###### ### ###### ##### ##### ## ########.

13.4.1. ###### ########## ###

######. ### ###### ## ### ######## ### ########## ### ############## ## ####### ## ### ##### ## ####. ####### ###### #### #### #### #### #### ## ### ##### ##### #### ### ###### ##########.

########## # ###### #### ### #### ########## ### ########## #### ### ## ########## ## ### #### ###### ########. #### ##### ###### ## ### ###### #### #### ####### ####### ###### ####### (### ### ###### ##########) ## ##### ##### ## ######## ## ######## ### # ###### #### #### #########.

######. ### ###### ###### ########## ######### ##### #### ### #### # ########## ######. ### ###### ###### ###### ### ### ###### ####### ### ### ###### ######### ## #### #### ### ###### ### ### ########## ####### ##. ## ### #### ###### ######### #### ## ### #### #### # ###### ### #### ######### ## #### ####, ### ######### ### ######## ### ######### ### ###### #### ## #######. # ###### ##### #### ####### # ################## ######## ## ### ### ### #### ## ####### ## ######### #####.

13.5. ### ####### ########

##############. #####–###### ## #### ### ## ##### #### ####### #######. ### #### ######## ###### ## ### ########## ####### ## ### ### #### #####. #### ##### #####, # ####### ###### ## ########## ############## ### #########. ##### ############## ####### #### # ######### ###### ###### #### #### #### # ###### ##########, ##–### ############## ## ##### ## ######## ### ### ######## #### ## ## ## #### #### ### #############–####. ### ### ############## ######## ### ########## ## ### ### #####. # ##### ############## ### ##### ######### ####### (###) ### #### ####### ## ##### ### #########, #######, ######## #######, #######, #####, ########, ###. # ##### ####### ## ### ##### ############## ### #### ####### #######. ### # #### #### ## ###### ####### ### ### ########## ####### ## ### ### #### #####.

#######. ########## ## ### ###–##### ##### #### ##### ## ######### #### ### ####### ###### ### ######. #### ######### #### ######## ### ## #### # ### ########## ######### (###) ###### ###### ### ### ##############. #### ## #### ##### ######### ###### ### ###### #### ######.

####### #### ###### ## ########## ## ### ##### ###### #######, ## # ###### ## ######### #### ######## ## ####### ####### ### ##### ### ##### ########. ## ## ###### # #### #### ## ######## ### ######## ## ##### ####### ### ##### ###### ## ##########.

#######: ##### ######### ######## ### ############## ### ### ##### ######### ######## #### #########, ####, ########, ########, #####,###. ## ######### ## ## ##### ###### ##### ############## ### ## #### ## #### #######.

##########. #### #### ######## # ### ######## ## # ######## ######### ### ### ######## ### ##### ## ### ##### ## ### ######. ### #### ## #### ### ### ######## ######## #####. ## ## ########–####### ## ##### ######## ### ##### ########## ######## ### ######### ###### ### ######## ######### ######## #### ### ### ##### ###### ## ### ######## ######. ######## ###### #### ###### ## ##

####. ## ##### ###### ### #### ## ######### ### ######## ### # ### ### ## ### ##–####, ############# ######## ### ##### #### ######## #### ### ##/2 #### ## ### #### ## ### ######## ### ### ### ####### #### ### ######## #### ### ######## ########## ## ### #### #############. ### ##### ### ######## ####### #### ###### ## ### ########## ######### ### ######## ### ##### ## ### ### ##–######### #########.

#######: ######## ######## #### ####### #### #### #### ######### ### ##### ## # ####### ####### ######### #### ## ########## ### #### ##### ## ##. ####### ### ########## ## ####### ### ######## ### ### ### ####### ## ##### #### ###, #### ####### ####### ### ########## ## ### ######## ##### #### #### #### #########.

###############. ### ###### ########## ###### ####### # ###### ### ######## ##. ### ##### ###### ###### ### ######## ## ## ### ######### ### ######## #### ##. ##### #### ### ###### #### ###### ###### ### ### ###### ## ########. ##### # ##### ##### ### ###### ######### ### ######## ## ### ###. ### ###### #### #### ####### ### ######/#######/######## ## ## ####### ### #### #### ## ### #### ######## #### ######## ### ## # ########## # ###### ###### #### ##### ## ### ###### ## ##.

#/# #####, ##### ## ### ###### ####. ### #### #### # ####### ######## ########## ## #########. ### ######## ########## #### ### ########## ##### ######## ### ######## ##. ## #### #### ####### # #### ##### ## ### ### #### ## ### ###### #### ## ########## #### ### ### ### ### ##### #########.

#######: #### ####### ####### ####### ### #### ####### ####### ## ###### ##### ###### ######## #####–####. ### ###### ### ######## ## ##### ## ### #### ####### ## ##### #####. ### #### ######## ### ###### ######## ### ####### ## ###### ### ########## #### ### #### ##### ### ###### ## ### #### ### ######, ######### # #### ########## #### ### ### ####. ##### ### ### ######## ### ######### ## # ####### #######.

2 ######### ##### ## ######## ## ### ####### #####.### ####### ####### ### ##### ## ####### ### ####### ### ###### ####### ### ####### #### ### ##### #### ######### ### ### #### ## ## ##### ####### ### #### ### ### ######. ##### ## ########## # ###### ######## ### ######## #### ### ##### ## ######## ### ####### ### ###### ###### ### ####### #### #### ### #### ### ### ## ########. ### ############## ######### ####### #### ### ## ###### #### ### #### ### ## ## #### ## #### ## ##### ######### ## ############. ### ####### ######### #### ####### ####### ### ##### ####### ## ## ### ### ##### ######## #### ### ######## ####### ### #### ####### ########. ### ######## ##### ## ## #### ## # ###### ######## ####### ###. ##### ## #### ###### ## ############ ### ### ######### ### ##### ### #### ######### ###########.

########.

14.

Written by Jeroen Ruigrok van der Werven (asmodai) and Hiten Pandya.

Special thanks to Matthew N. Dodd, Warner Losh, Bill Paul, Doug Rabson, Mike Smith, Peter Wemm and Scott Long.

######.

14.1. ######

14.1.1. ####### ## # ######

(#.#., ####, ####### #######) ### ### ###### ############## ## ### ##########. ### *device driver interface (DDI)* ## ### ####### ######### ####### ### ###### ### ### ###### ###### #########.

14.1.2. ##### ## ######

####®, ### #### #######, ## ##### ##### #### #### ##### ## ####### #######:

- ##### ###### #######
- ######### ###### #######
- ####### ###### #######
- ############# #######

Block devices ######### ## # ### #### #### ##### #### ###### [## ####]. #### #### ## ###### ######## ## ### ######### *buffer cache*, ##### ### ###### ######## ###### ## #### ## # ######### #### ## ######. ##### #### ###### ##### ### ##### ## ############, ##### ##### #### #### #### ### ######## ## ###### ## ### ###### ## #### ######## ### ###### ### ### ########## #### ########, #### ########## ######.

14.1.3. #########

#######, ## ### ######## ## ####### 4.0 ### ###### ### ########### ####### ##### ### ######### ####### ###### ############.

14.2. ######## ##

Newbus ## ### ############## ## # ### ### ############ ##### ## ########## ###### ##### ### ### ############ ## ####### 3.0 #### ### ##### #### ### ######## #### ### ###### ####. ## ### ### ##### 4.0 ###### ## ###### ### ####### ###### ## ### ### ###### #######. ### ##### ### ## ####### # #### ##–############# ##### ## ############### ### ####### ###### ### ####### ##### # #### ###### ######## ## ### *Operating System*.

######:

- ####### #########
- #### ############## ## #######
- #############

######.

“root” ###### ##### ## ### ###### ## #### ### ##### ####### ##. ### #### ############, ##### ## ######### # ###### ##### ## ###### ##### ### #### ###### ## *host-to-PCI bridges*, ###. ######## ## ##. ### #86, #### ###### ###### ## ### *“nexus”* ######. ### #####, ####### ######### ###### ## ##### #### ######### ######### ####### ############# ## ### ######### ######## ########, ######### *lca*, *apecs*, *cia* ### *tsunami*.

######. ### ######## #### ### ###### ## ########### ## # ###### ######. ### ###### ## ### ###### ### #### ########; # ###### ##### ### ######## ## ##### ###### # *“bus”*. ######## ## ###### ###### ## ### ###### ### ### ### ###, ##### ###### ##### ## ####### ######## ## ### ### ### ###### ############.

#####, # ########## ####### ######### ##### ## ### ## ########### ## # *“bridge”* ######, ##### ######## ### ### ##### ### ### ######## ###. ## ####### ## #### ## # *PCI-to-PCI bridge* ##### ## ########### ## # ###### *pcibN* ## ### ###### ### ### ### ### # ##### *pciN* ### ### ######## ###. #### ###### ########## ### ############## ## ### ### ### ####, ######## ###### #### ## ## #### ### #### ######### ### ####### ######.

#########. ### ###### #### #### ### ### ###### ##### ### ##### ## ########. ##, ######### ### ##### ## ### #### #### ## ### ###### ###### ##### ##### ##### ### #########.

###

0x230, ## ## #### ### ######, ## #### #### ### ### ###. ### ### ### ##### ## #### ## ### ########## ###### ##### ## ### #### #### ### ### ###, ##### ######## ### ########### ###### ### ######## ### #####. ### ###### ## #### ########## ######## ## #### ##### ## #### ## ######### ### ########. ### ########, ### 0x230 ## #### ######## ##### ###### ############## ## 0xb0000230 ## # #### ### ## ### ### ######.

######## ########## ### ## ########## ## ### ##### ## ### ###### ####. ### ######## ## #### ##### ####–#####, ### ########## ### ######## ########## #### ### ########## ### ######## ########### ### ### ########## ### ######## ## ### ######## ### ### ######. ## ###32, ### ### ### ########## ### #### ######## ## ### ######### ##### ######. ### #### #####, ###### ### #### ######## ##### ## ######## ## # ###### ###### # ##### ### ###32 ### ### ######## ######## ###### ## ##### (#.#., ### ## ########).

#########, ###### ########## ### bus_space #### #### ######. ##### ######## # ###### ### ## ######## ###/#### ### ###### ###### #####/######. ### #####–#### ## #### ## #### # ###### ###### ### ###### ### ###### ############## ######### ## ########### ######### (#### ######## ######## ####).

#########. #### # ######## ## #########, # ###### ### ######## ### ########## bus_space_tag_t ### bus_space_handle_t #### ### ########.

########. ##### ### ### .m ##### #### ### ##### ##### ### src/sys #########.

#####. #### ###### ## ### ###### ### # ##### ## ######## ##### ## ########. ### ###### ### ##### ######## #### ##### ######## ## ######## ### ###### ### ######## #########. ### ######### ######## ######### ## # ###### ### ######## ## # ###### ## #############. ## ############ ## ###### # ##### ## ######## ######## ##### ### ## ############ ## # ######.

######, ### ######## ### # ###### ### ######## ## ### ######## ###### ######## ## ### ######. #### # ###### ## ######## ## # ###### ###### *auto-configuration*, ## #### ### ###### ##### ######## ##

######. # ###### ### ##### *detach* #### ### ###### ### *re-attach* ## # ### ###### #### # ### ###### #####. #### ###### ####### ########## ## ####### ##### ### ## ###### ### ###### ##########.

##–#### ##### ########## ### #### #######. ### ######### ##### ## ###### ## # ####### #### (##### ##### ######## ## ##### foo_if.m).

14.1. ######

```
    # Foo subsystem/driver (a comment...)

  INTERFACE foo

METHOD int doit {
 device_t dev;
};

# DEFAULT is the method that will be used, if a method was not
# provided via: DEVMETHOD()

METHOD void doit_to_child {
 device_t dev;
 driver_t child;
} DEFAULT doit_generic_to_child;
```

########, ## ######### # ###### #### #foo_if.h# ##### ######## ######## #######–#####:

```
int FOO_DOIT(device_t dev);
int FOO_DOIT_TO_CHILD(device_t dev, device_t child);
```

####, #foo_if.c# ## #### ####### ## ######### ### ############# ######### ###### ####; ## ###–##### ############### ## ##### ######### ##### #### ## ### ######## ## ### ######## ######### ## ### ######## ###### ##### ### #### #### ########.

##########. ### ##### ########## ######### ## ###### *“device”* ### ##–###### ####### ##### ### ######## ## ### #######. ####### ## ### *“device”* ######### ######## *“probe”*, *“attach”* ### *“detach”* ## ####### ######### ## ######## ### *“shutdown”*, *“suspend”* ### *“resume”* ### ####–#### ##### #############.

######, #### ####### ######### ## *“bus”*. #### ######### ######## ####### ######## ### ####### ##### #### ########, ######### ####### ## ###### ### ######## ########## ########## [1], ##### ######–###### (*child_detached*, *driver_added*) ### ######## ########## (*alloc_resource*, *activate_resource*, *deactivate_resource*, *release_resource*).

######. ##### ######## ##### ######## ### ### ##### ### ######### ## ######## ### ######## ### ######## ### ### ##### ###### ##### ## ########## ### ########. ## ######### ###### ####, ##### ## ##### ######## #### #####–### ######### ##### ###### ### ###### ### #### # ###### ## ### ######. ### ######## ### ###### BUS_TEARDOWN_INTR(device_t dev, device_t child, ...) ### ## ###### ##### ### ######## bus_teardown_intr(device_t child, ...).

########–#####. ### ########, ### ### ### ###### ######## ### ##### ######### ##### ### ### ######## *read_config* ### *write_config* ### ######### ### ############## ######### ## # ### ######.

[1] ###_#######_####_####(9) ### ###_#######_#####_####(9)

14.3. ######

####, #### ####### ##### #### ###### ## ########## ##. #### ########## ## #### ## ### #### ######## ## #### ########.

14.3.1. ######### ######### ## ### ######

src/sys/[arch]/[arch] # ###### #### ### # ######## ####### ########### ####### ## #### #########. ### #######, ### i386 ###########, ## ### SPARC64 ###########.

src/sys/dev/[bus] # ###### ####### ### # ######## [bus] ####### ## #### #########.

src/sys/dev/pci # ### ### ####### #### ####### ## #### #########.

src/sys/[isa|pci] # ###/### ###### ####### ###### ## #### #########. ### ###/### ### ####### #### #### ## ##### ## #### ######### ## ####### ####### 4.0.

14.3.2. ######### ########## ### ####

devclass_t # #### ## # #### ########## ## # ####### ## # struct devclass.

device_method_t # #### ## ### #### ## kobj_method_t (### src/sys/kobj.h).

device_t # #### ## # #### ########## ## # ####### ## # struct device. device_t ########## # ###### ## ### ######. ## ## # ###### ######. ### src/sys/sys/bus_private.h ### ############## #######.

driver_t # #### ## # #### ########## ##### ########## struct driver. ### driver ###### ## # ##### ## ### device ###### ######; ## #### ##### #### ####### ## ### ######.

```
 struct driver {
KOBJ_CLASS_FIELDS;
void *priv;   /* driver private data */
 };
```

14.1. *driver_t*

device_state_t ####, ##### ## ## ###########, device_state. ## ######## ### ######## ###### ## # ###### ###### ###### ### ##### ### ################## #######.

```
 /*
  * src/sys/sys/bus.h
  */
 typedef enum device_state {
DS_NOTPRESENT, /* not probed or probe failed */
DS_ALIVE,  /* probe succeeded */
DS_ATTACHED, /* attach method called */
DS_BUSY   /* device is open */
 } device_state_t;
```

14.2. ###### ###### *device_state_t*

15. #####

Contributed by Jean-Francois Dockes.

15.1.

####. #### ##### ## ###### ## ### ####### ### ### ########.

###(4) ######### ## ### ####### ##### ## ### ##### #########. ## ###### ########## ### ######### ########:

- # ###### #### ######### (####, #####, ######) ## ######### ##### ### ##### #########. ### ##### ###–#### ### ## ########## #### ### ###### *OSS* ## *Voxware* #########, ######## ###### ########## #####–####### ## ## ###### ####### ############.
- ###### #### ### ########## ##### #### (###### ###########, ####### ########).
- # ####### ######## ######### ## ################## ##### ######### #######.
- ########## ####### ### #### ###### ######## ########## (##97), ## ###### ################## #### (##: ### ### ########).

#######, ##### ####### ####–### ### ##### ########## ## #### #### ### ####### pcm ####.

#######, ### #### pcm #### ##### ## ### #######, ###### #### ## ### ##### ######, ## ####### ## ### ################## #######.

#########. ###, ##### ### ##### #### ## #### ### #####, ## ## #### ###### ###### ## ########. #### ######## ##### ## #### ## ######## ## ### ######### ######### ### ###### #### ######### #### ### ##### ##### ######## ### ######## ####.

##########, ## ## ######## ## ######## #### # ####### #######, ### ### #### # ######### ###### ######## ## #####://#######.########.###/###/#########.#

15.2.

/usr/src/sys/dev/sound/, ###### ### ### ###### ##### ######### ##########, ##### ## /usr/src/sys/sys/soundcard.h

/usr/src/sys/dev/sound/, ### pcm/ ######### ##### ### ####### ####, ##### ### pci/, isa/ ### usb/ ########## #### ### ####### ### ### ### ### ######, ### ### ### ##### #######.

15.3. #######, #########, ###.

######. ### ##### #### ## #### ## ### ### ## ### ######## ######## ## ### ######## ### #### ###########.

#######, ##### ####### ###### ## #### ####:

- #### ####### ########## ## pcm ##### #######, #### # struct snddev_info ###### ####### #########:

```
        static driver_t xxx_driver = {
```

```
    "pcm",
    xxx_methods,
    sizeof(struct snddev_info)
};

DRIVER_MODULE(snd_xxxpci, pci, xxx_driver, pcm_devclass, 0, 0);
MODULE_DEPEND(snd_xxxpci, snd_pcm, PCM_MINVER, PCM_PREFVER,PCM_MAXVER);
```

######. # ####### #### ######### ## ####### ######### ## ### ###### #######. ### ####### ## ###### ## pcm ## ### ##### ## pcm_register() ### mixer_init(). pcm ##### ###### #### #### ####### ## # ######### ## ##### ## ### ##### ###### ##########.

- ### ##### ###### ###### ####### ###### ####### ### ##### ## ##97 ######### ## pcm ## ####### mixer_init(). ### # ##### #########, #### ###### ## #### # #### ## xxxmixer_init().

- ### ##### ###### ###### ####### ######## ### ####### ####### ############# ## pcm ## ####### pcm_register(dev, sc, nplay, nrec), ##### sc ## ### ####### ### ### ###### #### #########, #### ## ####### ##### #### pcm, ### nplay ### nrec ### ### ###### ## #### ### ###### ########.

- ### ##### ###### ###### ####### ######## #### ## ### ####### ####### ## ##### ## pcm_addchan(). #### #### ## ### ####### #### ## pcm ### ###### ## #### # #### ## xxxchannel_init().

- ### ##### ###### ###### ####### ###### #### pcm_unregister() ###### ######### ### #########.

#######:

- ### # device_identify() ###### (#######: sound/isa/es1888.c). ### device_identify() ###### ###### ### ### ######## ## ##### ######### ###, ## ## ##### # ######### ######, ####### # ### ### ###### ##### ## #### ###### ## #####/######.

- ### # ###### ###### ############## #### ########### ##### ### ### ####### (#######: sound/isa/mss.c).

pcm ####### ###### ######### device_suspend, device_resume ### device_shutdown ########, ## #### ##### ########## ### ###### ######### ######## #########.

15.4.

pcm #### ### ### ##### ####### ## ####### ## ##### ## ###### #######.

#######: *CHANNEL* ### ###### *MIXER* ## *AC97*.

AC97 ######### ## # #### ##### ######## ###### (######## ####/#####) #########, ########## ## ####### ### ######## #### ## ##97 #####. ## #### ####, ### ###### ##### ######### ## ######## ## ### ###### ##97 #### ## pcm.

15.4.1. ### #######

15.4.1.1. ###### ##### ### ########

######, ### ### ######### ### #### #### ### ###### #### ####### #### ## ########.

#########, ### ##### ######### ## ## ###### #######.

#########, ###### ### channel_init() ##### ### # ####### ## ### ####### ###### ######### (### ####### ### ####### ####### ### ####### ### ## pcm).

15.4.1.2. ######## ## #### ########

#########, ### pcm #### ### ### ##### ####### ########## ####### # ###### ###### ####, ######### ## # struct snd_dbuf.

struct snd_dbuf ## ####### ## pcm, ### ##### ####### ###### ###### ## ######## ## ##### ## ######## ######### (sndbuf_getxxx()).

sndbuf_getsize() ### ## ####### #### ##### #### ###### ## sndbuf_getblksz() #####.

#######, ### ####### ######## ######### ## ## ####### (####### ### #### ### #########):

- pcm ######### ##### ## ### ######, #### ##### ### ##### ######## xxxchannel_trigger() ######## #### # ######### ## #######_#####.
- ### ##### ###### #### ######## ## ########## ######## ### ##### ###### #### (sndbuf_getbuf(), sndbuf_getsize()) ## ### ######, ## ###### ## sndbuf_getblksz() #####. ## ##### #### ### chn_intr() pcm ######## ### #### ########## ##### (#### #### ######### ###### ## ######### ####).
- chn_intr() ######## ## #### ### #### ## ### #### #### ### ########## ## ### ###### (### ####), ### #### ########## ####### ## ### snd_dbuf #########.

15.4.1.3. #######_####

xxxchannel_init() ## ###### ## ########## #### ## ### #### ## ###### ########. ### ##### ### ######### #### ### ##### ###### ###### #######. (### ### ##### ### ###### #######).

```
static void *
xxxchannel_init(kobj_t obj, void *data,
  struct snd_dbuf *b, struct pcm_channel *c, int dir)❶
{
   struct xxx_info *sc = data;
   struct xxx_chinfo *ch;
    ...
   return ch;❷
 }
```

❶ b ## ### ####### ### ### ####### struct snd_dbuf. ## ###### ## ########## ## ### ######## ## ####### sndbuf_alloc(). ### ###### #### ## ### ## ######## # ##### ######## ## ### ######### #### ######## #### ### #### ######.

c ## ### pcm ####### ####### ######### #######. #### ## ## ###### ######. ### ######## ###### ##### ## ## ### ##### ####### #########, ## ## #### ## ##### ##### ## pcm (##: chn_intr(c)).

dir ######### ### ####### ######### (PCMDIR_PLAY ## PCMDIR_REC).

❷ ### ######## ###### ###### # ####### ## ### ####### #### #### ## ####### #### #######. #### #### ## ###### ## # ######### ## ##### ####### ######### #####.

15.4.1.4. #######_#########

xxxchannel_setformat() ###### ### ## ### ######## ### ### ######### ####### ### ### ######### ##### ######.

```
static int
xxxchannel_setformat(kobj_t obj, void *data, u_int32_t format)❶
{
   struct xxx_chinfo *ch = data;
    ...
   return 0;
 }
```

❶ format ## ######### ## ## AFMT_XXX value (soundcard.h).

15.4.1.5. #######_########

xxxchannel_setspeed() #### ## ### ####### ######## ### ### ######### ######## #####, ### ####### ### ######## ######## #####.

```
static int
xxxchannel_setspeed(kobj_t obj, void *data, u_int32_t speed)
{
   struct xxx_chinfo *ch = data;
    ...
   return speed;
}
```

15.4.1.6. #######_#############

xxxchannel_setblocksize() #### ### ##### ####, ##### ## ### #### ## #### ############ ####### pcm ### ### ##### ######, ### ####### ### ##### ###### ### ### ######. #########, #### ##### ## ### ###### ## ##### #####–###### ###### ## ######### ######. ###### # ########, ### ##### ###### ###### #### pcm## chn_intr() ##### #### #### #### ### #### ############.

####, ## ## #### #### ## ###### ######## #### ## #######.

```
static int
xxxchannel_setblocksize(kobj_t obj, void *data, u_int32_t blocksize)
{
   struct xxx_chinfo *ch = data;
     ...
   return blocksize;❶
}
```

❶ ### ######## ####### ### ######## ######## ##### ####. ## #### ### ##### #### ## ###### #######, sndbuf_resize() ###### ## ###### ## ###### ### ######.

15.4.1.7. #######_#######

xxxchannel_trigger() ## ###### ## pcm ## ####### #### ######## ########## ## ### ######.

```
static int
xxxchannel_trigger(kobj_t obj, void *data, int go)❶
{
   struct xxx_chinfo *ch = data;
    ...
   return 0;
}
```

❶ go ####### ### ###### ### ### ####### ####. ### ######## ###### ###:

- PCMTRIG_START: ### ###### ###### ##### # #### ######## #### ## ## ### ####### ######. ## ######, ### ###### #### ### #### ### ## ######### ######## sndbuf_getbuf() ### sndbuf_getsize().
- PCMTRIG_EMLDMAWR / PCMTRIG_EMLDMARD: #### ##### ### ###### #### ### ##### ## ###### ###### ### #### #### ########. #### ######## #### ###### ##### #####.
- PCMTRIG_STOP / PCMTRIG_ABORT: ### ###### ###### #### ### ####### ########.

###, sndbuf_isadma() ###### ## ###### ###### ########## ####### ## ### ######, ### #### #### #### ## ### ### #### #### ## ######.

15.4.1.8. #######_######

xxxchannel_getptr() ####### ### ####### ###### ## ### ######## ######. #### #### ######### ## ###### ## chn_intr(), ### #### ## ### pcm ##### ##### ## ### ######## ### ####.

15.4.1.9. #######_####

xxxchannel_free() ## ###### ## #### ## ####### #########, ### ####### #### ### ###### ## ########, ### ###### ## ########### ## ### ####### #### ########## ### ########### ######### ## ## sndbuf_alloc() ### ### #### ### ###### ##########.

15.4.1.10. #######_#######

```
struct pcmchan_caps *
xxxchannel_getcaps(kobj_t obj, void *data)
{
   return &xxx_caps;❶
 }
```

❶ ### ####### ####### # ####### ## # (####### ##################) pcmchan_caps ######### (####### ## sound/pcm/channel.h. ### ######### ##### ### ####### ### ####### ######## ###########, ### ### ######– ## ##### #######. #### ## ### ##### ###### ### ## #######.

15.4.1.11. ####

channel_reset(), channel_resetdone(), ### channel_notify() ### ### ####### ######## ### ###### ### ## ########### ## # ###### ####### ########## ## ## ### ####### ########## ####### ####.

channel_setdir() ## ##########.

15.4.2. ### #####

15.4.2.1. #####_####

xxxmixer_init() ########### ### ######## ### ##### pcm #### ##### ####### ### ######### ### ####### ### #########

```
static int
xxxmixer_init(struct snd_mixer *m)
{
   struct xxx_info   *sc = mix_getdevinfo(m);
   u_int32_t v;

   [Initialize hardware]

   [Set appropriate bits in v for play mixers]❶
   mix_setdevs(m, v);
   [Set appropriate bits in v for record mixers]
   mix_setrecdevs(m, v)

   return 0;
}
```

❶ ### #### ## ## ####### ##### ### #### mix_setdevs() ### mix_setrecdevs() ## #### pcm #### ####### #####.

soundcard.h (SOUND_MASK_XXX ###### ### SOUND_MIXER_XXX ### ######).

15.4.2.2. #####_###

xxxmixer_set() #### ### ###### ##### ### ### ##### ######.

```
static int
```

```
xxxmixer_set(struct snd_mixer *m, unsigned dev,
             unsigned left, unsigned right)❶
{
   struct sc_info *sc = mix_getdevinfo(m);
   [set volume level]
   return left | (right << 8);❷
}
```

❶ ### ###### ## ######### ## # SOUND_MIXER_XXX #####

❷ ### ###### ###### ### ######### ## ##### [0#100]. # ##### ## #### ###### #### ### ######. ## ### ######## ###### ######## #### ### ##### ### ##### #####, ### #### ######## #### #####, ### ####### ####### ### ###### ##### ###### (## ##### 0#100) ## #####.

15.4.2.3. #####_#########

xxxmixer_setrecsrc() #### ### ######### ###### ######.

```
static int
xxxmixer_setrecsrc(struct snd_mixer *m, u_int32_t src)❶
{
   struct xxx_info *sc = mix_getdevinfo(m);

   [look for non zero bit(s) in src, set up hardware]

   [update src to reflect actual action]
   return src;❷
 }
```

❶ ### ####### ######### ####### ### ######### ## # ### #####

❷ ### ###### ####### ### ### ######### ### ########. #### ####### ### #### ### ### ###### ### ######–###. ### ######## ###### ###### #1 ## ## ##### ######.

15.4.2.4. #####_######, #####_######

xxxmixer_uninit() ###### ###### #### ### ##### ## ##### ### ## ######## ##### ######## ###### ## ####### ####

xxxmixer_reinit() ###### ###### #### ### ##### ######## ## ####### ## ### ### ######## ### ########## ## mixer_set() ## mixer_setrecsrc() ### ########.

15.4.3. ### ##97

AC97 ######### ## ########### ## ####### #### ## ##97 #####. ## #### ### ##### #######:

- xxxac97_init() ####### ### ###### ## ##97 ###### #####.
- ac97_read() ### ac97_write() #### ## ##### # ######### ########.

AC97 ######### ## #### ## ### ##97 #### ## pcm ## ####### ###### ##### ##########. #### ## sound/pci/maestro3.c ## #### ###### ##### sound/pci/ ### ## #######.

16. ##

######. #######, ## ####### ## #### ######### ### ## ### # ### ###### ## ## ######## ###### ######.

16.1. ###### #

#######. ##### ## # ##### ## ######### ####### ## ### ###### #### ####### ### ## ###### ## # ######.

16.1.1.

####, #### ##### ## ### *Card Information Structure* (###) ###### ## ### ####. ### ##### ###### ## ## ### ####### ############ ### ####### #######. ### ###### ###### ## ## ### ### ##### ######## ####### #### ### #### ######### ## ### ###. ### ## #### ### #### # ########## ######## ### #### ###### ## ########## # ###### ####### ## #### ### ###### ###### ##### ####### ## ### ######.

######## ######### ############# (####) ##### ####### # ######### ###### ### # ## #### #######, #### #### #### ###### ## ##### ######### ## ######. ##### ######### ###### ### ######, ###### ### ####### ## ##### ###### ######## ## ########## ####, ### ### ##### ### #### ##### #### ### ####. ### ########## ## ### ######## #### ### ######### #### #####, ## ### ######## ### #### ## ###. ## ########## ##### #####, ##### ####### ##### ##### ####### #### ## ### ##### ######## ####### ## ### ### #####, ### ##### ### ############ ### ####### ### #########.

####### ## #### ########, ######## ######## ######## #### ## ####### ### ### ###### ###############. ###### ####### ### ### # ########### ######## ########### ###### ### ### ####### ### ##### ## ### ######. ### #### ######### ##### ## ### ### ###### #### ### ####, ########## #### ## ####### #### ### ###### ### #### ### #### ##### ####### #### # ######### ############ ## ###### ## ### ####### ########. #######, ######, ### ####### ### # ###### ## ## ############## ## ### ######## #### ##### #### ### #### ######. ##### #### ####### ### ## #### ## ##### ##### ##### #### ## ####### ### ######. #####, ##### ####### #### ### #### ### #### ############ ### ####### ###.

###########, ### ### ##### ###### ## ########## #### ####, ## /sys/dev/pccard/pccarddevs. ## #### ######## # ### ## ###### #### ##### ### ## ###### ######### ###### ######## ## ### ##### ### ###### #### ## ##### #######.

#######, #### ###### ### ### ####### ## ### ######## ############ ############## ## ###. ##### ####### #### ## ######## ## ######## ### ##### ######## ### #######. ##### ## ##### ## #### ## ## ### ### #### #### ###### ## # ########, ## ## ######### ### #### #### ### ### ###### ####### ### ######## #####. #### ###### ###### ######### ## #######, ### # ###### ## ######## ### ###### ## #### ####### ####### #### #### ##### ##### ## ### ########### ## ### ### ###### ## ### ## #### ########. #### ###### ### #######, ###### ##### ### ######## ######.

16.1.2. ###### ## **pccarddevs**

pccarddevs #####. ### ##### ####### ##### ### ############ ####### ### ####### #### ### ####. #### ####### ## ###### ## ######### #####. ### #### ####### ### ### ## ### ####–#### #### ### #### ## ##### #######, ##### #### ##### ####### ## ######## ### # ########### ######. ### ########### ###### ######### ## ### #### (######## ## ### ### ######## ########### ##### ## ### ##### ######## ###, #### ## ## ##### ## ### ######## ########). ##### ### ######## ### #### ######## ### ######## #### ### ### ###### ######## ######. ########, ######## ######## ######## ## /* ### */ ########## ### ##–##### ######## ## ### ####.

###. ###### #### #### #### ###### ## ####### #####. ####, ###### ########## ####### ## #### #### ####### ## ##### ## #### ###### ## #### ########## # ###### ######## ##### ### #### ###########. ### #######, #### ### ### ##### ### ###### ###:

```
vendor FUJITSU   0x0004  Fujitsu Corporation
vendor NETGEAR_2  0x000b  Netgear
vendor PANASONIC  0x0032 Matsushita Electric Industrial Co.
vendor SANDISK   0x0045 Sandisk Corporation
```

####### ### #### #### #### ### NETGEAR_2 ##### ## ###### ## ### #### ####### ######### ##### #### ### ### ###### ## ####### ### ##### ##### ### ####### ## ### #### #### ####### ### ##### ####### ###### ##. ##### ####### ### ###### ###############. ### ###### ####### ####### ### #### ## #### #### #### ##, ######## ## ### #### ## ### ######. #### #### #### ## ######## ##### ## pccarddevs, ## #### ## #### ## ### ######## ##### ######, ## #### ## ##### ### # ##### # ##########. # ####### ## ## ### ########## ### ############. ## ### ### ### ## ### #### 0xffffffff ## 0xffff ####### ##### ### ######## ### (### ###### ## ### ## #### ##### ### ###### ## ######### #### ## ######### #### ####### ##### ## ### ## ######## ######). ####### ##### ## # ###### ########### ## ### ####### #### ##### ### ####. #### ###### ## ### #### ## ####### ### ######## ### ########## ########.

########. ## ##### ## #### #######, ### ###### ## ####### ## ### ###### #####:

```
/* Allied Telesis K.K. */
product ALLIEDTELESIS LA_PCM 0x0002 Allied Telesis LA-PCM

/* Archos */
product ARCHOS ARC_ATAPI 0x0043 MiniCD
```

product ####### ## ######## ## ### ###### ####, ######## #### #####. #### ## ######## ## ### ####### ####, ##### ## #### ## ### ###### ### ###### ## # ##### # ##########, ### ### #### ##### #### # ######. ## #### ### #######, ### ### ####### ## ### #### #### ####### ### #### ########## ### 0xffffffff ### 0xffff. #######, ##### ## # ###### ########### ## ### ###### ######. #### ###### ######### ## ### #### ## ####–###, ##### ######### ###### ### ###### #### ######### # ###### #### ### ##### ######## ### #######, ### ## ### ## #### ## ### #### ##### ##### #### ## ####### ############. ### ######## ### ## ############ ##### ## ############, #### ######### ##### ## ####### ##. #### #### # # ####### ###### #### #######–####### ####### ### ##### ## # ##### #### ####### #######.

#######, ### #### ### ## ### ############ ####### ### ### ## -1, ####### ###### ######## ###### ## ### ####### ###### ### ####. ##### ##### ### # ##########, ##### ##### #### ## ######. ######### ### ###### ## ######### ## ### ##### ####### ## ### ####.

#######. #### ######### ###### ## # ###### ######### #### ### ####### #######:

```
product ADDTRON AWP100  { "Addtron", "AWP-100&spWireless&spPCMCIA", "Version&sp01.02", NULL }
product ALLIEDTELESIS WR211PCM { "Allied&spTelesis&spK.K.", "WR211PCM", NULL, NULL } Allied Telesis WR211PCM
```

product ####### ## ######## ## ### ###### #### ### ### #### ####, #### ## ## ### ###### ####### ## ### ####. #### ### ###### ######## #### #### #### #######. ##### ## # {} ########, ######## ## # ###### ## ########. ##### ####### ########## ## ### ######, #######, ### ##### ########### #### ## ####### ## # ###_#### #####. ##### ####### ### ######## ## ### ####### #### ######### pccarddevs.h ## ####### &## #### # #### #####. #### ####### #### #### ### ############## #### ## ### ##### ###### ## #######. ### ####### ##### #### ######## # ### #####. ## ###### ### ####### ### ####### ###### ###### #### ## ######## ### ### ######### ## ### ####. ######### ####### #### #### #### ######### ######## ## ### #### ## ### ##### #### ### ####, ## ##### #### #### ########### #### ##### ## ###### ### ####### #### # ####### #### ## ### ## #### ########. ######### ## ## ######### #### # ###### ###### ## #### #### ######### ##### ##### ### #### ##### ### ## ###### ############## (############, #####, ### ## #####). #### ## ### ## ######## ## ############## ### #### ## ##### #### ##### ##### ### ###### #### ### #### ############/######## ####. ######## ########## ######## ## ### ######### ## #### ####.

16.1.3. ###### #####

#######, ### #### ########## ### ##### ###/
####. ## ## ########## # ###### ## ######## 5.# ######## #####
####. ##### #### ### ################ ## #########,
######### ######## #### ## ######### ####.

```
static const struct pccard_product wi_pccard_products[] = {
 PCMCIA_CARD(3COM, 3CRWE737A, 0),
 PCMCIA_CARD(BUFFALO, WLI_PCM_S11, 0),
 PCMCIA_CARD(BUFFALO, WLI_CF_S11G, 0),
 PCMCIA_CARD(TDK, LAK_CD011WL, 0),
 { NULL }
};

static int
wi_pccard_probe(dev)
 device_t dev;
{
 const struct pccard_product *pp;

 if ((pp = pccard_product_lookup(dev, wi_pccard_products,
     sizeof(wi_pccard_products[0]), NULL)) != NULL) {
  if (pp->pp_name != NULL)
   device_set_desc(dev, pp->pp_name);
  return (0);
 }
 return (ENXIO);
}
```

########. ## ###### #####, ### #### ###
(## ## ## ### foo_pccard_probe() ## #### ## foo_pccard_match()). ### ######## pccard_product_lookup() ## # ############
######## #### ##### ### ##### ### ######## # ######## ## ### ##### ##### #### ## ########. #### ########
######,
#####. ### #### ########### ## #### #### ### ## ### ##### ####
struct pccard_product ## ### ##### ########.

######## ## ### ##### wi_pccard_products, ### ######## #### ### ### ######## ### ## ### #### PCMCIA_CARD(*foo*, *bar*,
baz). ### *foo* #### ## ### ############ ## #### pccarddevs. ### *bar* #### ## ### ######## ##. *baz* ## ### ########
######## ###### ### #### ####. #### ######## ### #### ######## #########, ### #### ### ## ############
######## 1 #### ######## 0 ## ######. ### ### ### PCMCIA_CARD_D, ##### ######## ### ###### #######–
pccarddevs. ### ### #### ### PCMCIA_CARD2 ### PCMCIA_CARD2_D ##### ### #### #### ### ####
#######, ## ### #### ### ######## ############ ### #####
########### #### ########### ########.

16.1.4. ######## ## ###

######, ### #### ##### ###### ### ############### ############ #### ### ######. ###
devinfo -v. ###### ######:

```
       cbb1 pnpinfo vendor=0x104c device=0xac51 subvendor=0x1265 subdevice=0x0300 class=0x060700 at slot=10 function=1
         cardbus1
         pccard1
           unknown pnpinfo manufacturer=0x026f product=0x030c cisvendor="BUFFALO" cisproduct="WLI2-CF-S11" -
function_type=6 at function=0
```

manufacturer ### product ### ### ######## ### ### #### ########, ##### cisvendor ### cisproduct ### ### ######## ##–
########## ######## #### ### ###.

######, ##### ### ## ######### ## ##### ##### ## ####.
########. ### ###### ## ########,
#####:

```
vendor BUFFALO   0x026f BUFFALO (Melco Corporation)
```

####. ####### ## ####:

```
/* BUFFALO */
product BUFFALO WLI_PCM_S11 0x0305 BUFFALO AirStation 11Mbps WLAN
product BUFFALO LPC_CF_CLT 0x0307 BUFFALO LPC-CF-CLT
product BUFFALO LPC3_CLT 0x030a BUFFALO LPC3-CLT Ethernet Adapter
product BUFFALO WLI_CF_S11G 0x030b BUFFALO AirStation 11Mbps CF WLAN
```

######, ## ### #### ### #### ##### ## pccarddevs:

```
product BUFFALO WLI2_CF_S11G 0x030c BUFFALO AirStation ultra 802.11b CF
```

########, ### #### ### ## ##### ## ### ######. #### ## # ###### ######### ## ###### ### ####:

```
static const struct pccard_product wi_pccard_products[] = {
 PCMCIA_CARD(3COM, 3CRWE737A, 0),
 PCMCIA_CARD(BUFFALO, WLI_PCM_S11, 0),
 PCMCIA_CARD(BUFFALO, WLI_CF_S11G, 0),
+ PCMCIA_CARD(BUFFALO, WLI_CF2_S11G, 0),
 PCMCIA_CARD(TDK, LAK_CD011WL, 0),
 { NULL }
};
```

#+# ## ### #### ###### ### #### #### # #####, ### #### ## ###### ## ######### ### ####. ## ### ### ## ## ### ###### ######. #### ### #### ##### ### ####, ### ### ######### #### ###### ## ###### ### #### ##. ## ### ###### ## ########## ### #####, ###### ###### # #####. ## ## #### ### ####, ###### ###### ### #### ## ###### ## #### ## #### ### ###### # #####. ## ### ###### ## ### ########## ## ###, ### #### #### ######### ##### ### ###### ####### #### ####.

#########, ### ########## ####### ## ## #######, #### ### ### ###### ### ####### ## ### ####. #######, ##### ### #### ##### ###### ###### ## ## ##########. pccarddevs #### ## ######### ## ### #### #####. #### pccarddevs.h #### ## ########## ### ######### ## # ###### ####, ######## #### ### ##### ######### ### ## ## ### ###### ####. #######, ###### ### ######### ## ### ######.

16.1.5. ########## # ###

########. #######, ###### #### ## # ## ### #### ### ###### ### ## ###### ### ### #######. #### ####### #### ####### ### ### ####. #### ########## # ##, ## ## ########## ## ####### ### pccardevs.h ##### ## ### #####, ##### ##### #### ## ##########. ## ## ######### ## ####### # ########## ## ### ######, ## #### ## ### ####### ## ### ###### ######. ## ### ## ### #### ### ####, ### ###99 ## ### ####, ### ### ###### #### ###### ###99 ########## ##### ##############. ########## ###### ### ###### ###99, ### ####### #### ### ####### ### ##### ### ###### ### #### #### ####.

###.

########

########### 285

##########

[1] ######## #### ########, ##### ######, ####### # ######, ### #### # ##########. ######### © 1996 ############## ########## #######, ###.. 0#201#54979#4. ############## ########## #######, ###.. *The Design and Implementation of the 4.4 BSD Operating System*. 1#2.

#####

#
##97, 276
#####, 265
############, 181
##########, 31
########## ######### #########, 32

#
######## ###### ######, 45
#############, 35
####, 5, 247
#######, 201, 267
#######, 5
#######, 203

#
#######, 277
######, 233
######### #######, 198, 267
###, 277
#####, 35
(###), 233
###########, 181
####### ########, 183
###########, 185
######## ########, 183, 185

#
######, 277
#####, 45
###, 27
######, 197, 267
    ############, 267
    ###, 203
    #########, 207
#######
    #####, 272
#####, 197
(###), 215
#######, 207
####### ##############, 49

#
###, 24

#
##########, 46
########, 5

#
(###), 26

#
######## ####### #####, 239

#
###32, 5
###, 233
#########, 35
######### ########## ##### (###), 26
######### #######, 225
######### ########, 182
######### #######, 182
###, 205
###, 203
    #######, 205

#
####, 39, 186
    ###### ############, 40
    ######## #######, 39

#
##############
    #######, 49
######, 49
#######
    #######, 197
(###), 197
######, 204
#######, 49, 186
    #######, 197
    #######, 197
    #########, 197
#######, 35
    #####, 37
    #########, 36
    ######, 37
###############, 181

#
#######, 182
####, 49
#######, 277
#######, 31
#######, 31
#####
    #######_####, 32
    #######_####, 31
    #####, 31
    ########_####, 32
    #####_####, 31
    ###### #########, 32
    ##86###_####, 31

#
###, 186
###, 6

########, 181
######, 35
################, 31
#####
    #####, 190
    ####, 190
#######, 31
    ####, 184

#
######, 259
#######, 277
####### #######, 201
######, 187, 267

#
######, 35
###############, 35
###############, 203

#
######, 178
######, 177
##########, 25
####, 277
    #####, 279
###, 227
    #### ####### #########, 230
    ###, 232
    ##########, 231
    #########, 230
######## ######, 177
###, 204
####, 5
##########, 182
#########, 45
#############, 197
#############, 49

#
#####, 182
#########, 207
####, 39

#
#########, 187
####, 233
    #######, 235
    ####, 247
    ###, 234
    ######, 255
    ##########, 250
########, 39
##########, 44
######, 44
##########, 181
#######, 31
#######, 44
#####, 204
#########, 271
#######, 184
#########, 179
######, 40
#######, 49
####### #######, 28
#########, 271
##############, 5
###, 43

#
####, 233
#########, 184
##########, 190

#
####### ###### #####, 177
######### ###### ### (###), 259
###
    ##########, 264
    ########, 265
    #### ##########, 260
    ####, 261
    #####, 263
    ####, 260

#
####### ######, 177
####### #86 ####, 18
##_######_# #########, 177
##_####_# #########, 177
#####, 178

#
#######, 190
#####, 182