® ##

<rdivacky@FreeBSD.org>

#######: 53680

2019#12#11 23:12:58 ### #####.

######

#####® (# ####### *Linuxulator*). # ###### ### ########## # ###### #### ##### ### # ############### ## #####® 2.6. #### ### ########### # ##############, # ###### #####® 2.6.16 ### #########. # ######### # ############# ####### ## ############# ## #######. ##### ##### ## ######### ### ###### ## ###### ## 2006 #### ##### ## ## ######### ## ######### ## ###### ###### ## ####. # #### ### ###### # ######## ## *NPTL* (#### ########## ## ####### #####®) ### ###### ## ####### ## ########, ######### *TLS* (###### ##### #######), *futexes* (####### ####### ## ###### ## #######), *PID mangling*, # ####### ###### ###### #######. ###### ######## ######### ##### ############# # ##########. ### ######### ### ########## ###### ## ########### ## ########## ## ####### # ### ### ###### ## 7.0# #######. ###, # #### ## ################ ## ######## ####### ########### ## ######## ## #####® 2.6 # ###### ## ######### #### ## ## #######.

######

1.

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

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

####### # ##### ## 2006, # ###### ###. ########## ## ####### ### ## ########### ## ######## # ###### ## ######## ## #####® (# ####### ###########) ## ####### #### ####### ############ ## #####® 2.6. #### #### # ####### #### ##### ##### #######.

2. ## ##### #### ######…

#######. #### #### ##### ### ########, ########## ###., #### # ######## ## ##### #####. ###### ########### # ####### #### #### ######## ########## ###### ####®, #### # ### # ## ###, # ### # ### ######, ###. ## ######## ########, ####### ##### #### ####® ## ########## ####® #### ### ##### ## #####.

2.1. # ### # # #### ®

####® # ## ####### ########### ### ## ##### ######### ### ########### ##### ##### ## ###### ######## ############ ########## ## ###. ######### ## ###### ## 1960, ### ############### ######## ### #### (###### ## ######## ##########). # ############### ## ####® #### ## ######## ## #### ###### ##########: ## ######## #### # ###### ###/#. #### ## ############## ########## ## ########### ## ###### ####® #####. ##### ## ############## ########## ## ###, ####### ###### ####### #######, #### ###/##, ### # ###### ######. # ########### ####### ########### #### ## ########## ## ########### ##### ######### ####, #############, ###. ####® ## ## ### ###### ####, ### #### ###### ### #### ###### ### ###### ###### ######## ############ ###### ######## ##### ## ######## ######## ############ #### ####®. #### ## ### ## #### ########## ### #####®, ####### # ############# (### ##### #####) #######. ####### ######## ####® ## ########## ######### #### (###, ##### ###.), ### ##### ##### #### ### #### ######## #### ## ######## ##### ###########. ##### ####### ## ############### ####### ## ####®.

2.2. ########

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

2.2.1. ########### ##### # ###### # # ######## ## ###### ##

####® ###### ### ####### #### ### ##### ## ###### ######## ## ## ######## ## ###### ## ####### #### # ######. # ############# #### ##### # ###### ### ######### ## ###########

############# (##### ## ########## SYSENTER/SYSCALL #### ##32). ######## ### ######### ### ## ######. ### #######, ## #######, # ####### ###### 85 # # ####### ######(2) # # ####### ###### 132 # # ####### ######(2). ####### ######## ######## ## ##########, ### ### ######## ## ###### ## ####### #### # ###### ## ###### ## ###### ######## (########## ## #############). ######## ### #########.

trap. ## ##### ####### ## ##### ########## #### # ########## ## ##### ###### (####### ### ####, ##### ## ######, ###.). ### #### #### ### ############ #### ## ######## (##### ## ######) ## #### ######## ## ### ###### #### # ##### ## ## *signal* (####### ### ####).

2.2.2. ########### #####

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

2.2.3. ############# ##

(####### ####). #### ######## ## ######## #### ##### ### ##### ######## ###### # ####### ####(2). ####### ####### ############ ########### ##### ####### ##### ############, ### # ######### ###### # # #####. #### ######## ## ######## #### ## ########### ## ##### ##### ######## ###### # ####### ####(3). ####### ############ ##### ####### ##### ############, ### ##### ###### ## ##### ######### ######. ## ######### ######## #### ##### ######## # ####### ####(2). #### ######## # ############ ### ## ###### ##### ####### ###. #### ######## ### ## ######## ### ######## (############ #### ### ###).

2.2.4. ############# ##

####® ########### ### ####### ####### ### ### ############# #### #########, ######## #####® ###### ### ### ## #########, ### # ############# # ##########. ################, ##### #### ######## ## ########### #######. ############### #### ######### ######### (######### 1:1) ## ######## #### # ##### ## ###### ## ## ######### # ############ # ########## ## ###### ## ####### (######### 1:#). ########## ## ########## ############### ## #### #########:

1:1 #########

- # ####### #######
- # # ############ ### #### ### ######## #### ####### (############ ######## #### ### ##### ®)
- + ### ######### ## ############ ## #######
- + #### ######## ###### ####

1: # #########

- + ####### #####
- + ########### #### ### ########## ######## #### #######
- # ######## ##### ### ###############
- # ### #### ######## #### ## ### ###

2.3. # ### # # #######?

######. # ## ########### ###### ## ########## ####®, ########, ####### ####### ### ### # ## ########## ####® ###### ## ######### ## ############# ### ######## ####. # ###### ## #######

90, ###### ### ###### ## ######## ### ######## # ####### ########### 386###. ####### ##### ######## ###### ## #### ####### ###########, ####### ####### ### ### ####### #######. ##### ##### ##### # ####### ########### ###### ### ########## ######### ## #####. ##### ### ########## ## #######.

####® ### ##### ## ######## ## ####®. ########### ##########, ############ ## ############, #### ###/##, ######## ## #######, ####### # ################## #########, ####### ####### ### ## ######## # ##### ## ######, ##### #### ##### ##. ## ### ######## ############# # ############ ##### # # ########## ## ###### ###### ######## ############ ####®#####. # ###### ## ######## ## 2006 # ## ############### ## 7########, ## ######### ############### ## ######## ### ##########:

- ######## #######/#386 ## #######/###64
- ######## ## #######/#386 ## #######/##64
- #############® ## ####### ########### ##### ® ## #######
- ######## ## #### ## ########## ## ####### ## #### ## #######
- ######## ## ###### ## ####### ########### ######
- ####### ###### #### ############ ###### ## #######
- ######## ###4 ## ####® ###### # ####### 4

######### ########## ############# ### # ###### #####® # ###### ####### ##################. ###### ### ##### ######### ############ ### ### ############ ### #### ## ####.

2.3.1. ########

####® ## ####### ## ####### # ######## ### ######### ## #### #######: ###### ## ###### # ######## ## ###### ## #######. ####### #### ##### ## ####### ## ######## ## ######: ### ####### # ### ####. ## ###### ### ####### ## ########. ### ###### ############, ############# ## #### ###### ##/#### # ######. #### # ######### ## ###### # ########### #386, #### # ########### ## ###### ##, ### # ######## # ########## ## ###### ############. # ########## ### ######## ## [1] # ## ###### #####.

2.3.1.1. ######## ##

########, ### # ### ####### ## ####### ######(2). #### ####### ### ######### sysentvec, ### ######## ### ### ##########. ### ###### ###### #### ###### ## ######## ## #####, ###### ## ######## ## ######, ###### ####### #### ####### ## ############ ## ####### (######## ## #####, ###########, ###.). #### ### ### # ###### ## ####### ###### ######## #### ####### #### #########, #### # ##### ############## ## ###### ## ############# ## ####### # ## ###### ###### #######. ## ######### ## ####### ### ######## ##### ############# ## #####, #### ####### ####### # ###### ## ###### # # ###### ## ####### ## ### ## ###.

2.3.1.2.

######## ## ####### ### ######## ########## # ########### 0x80 ### # ########### %eax ######## #### ## ###### ## ####### ######## ### ########## ######## ## #####.

0x80, # ####### ############ ## #### int0x80 # ########## (######## ## sys/i386/i386/exception.s), ### ####### ########## (## ####, ######## #### # #####) #### ### ####### #### ### ###### # #######(2) (######## ## sys/i386/i386/trap.c), ### ######## # ######### #######. # ############# ######## ## ######## # ####### (########## ## ####### sysvec), ############ ## # ####### # ## 32 ## 64 #### (#### # ####### ### ##########), ##### ## ########## ### ########, #########

#######. ## #######, # ###### ####### #### # ######### ### # ############# ## ###### ## ####### (##### ######### #### ##### ERESTART # EJUSTRETURN). ##########, ## userret() # ########, ######## # ######## ## ##### ## ##### ## #######. ## ########## #### # ####### ############ ##### ### ######## ## ##### ## ########## struct thread *td , struct syscall args* #### # ####### ######### # ## ######## #### # ####### ## ######### ## ##########.

2.3.1.3. ########## (#####)

########. ###### ### ###### ### ####, ## ########### ## ######### # #######. # ######### ##### ########, ######## ### #### #### ## ########, ########## ## #### ## ####. #### ############ ####### ########## #### ### ####### #### ### ###### # trap() (######## ## sys/i386/i386/trap.c), ### ##### ######## # #### ########. #### # #############, ### #### ###### ## ##### #### # ######## #/## #### #### # ###### ## ####### ###### userret().

2.3.1.4.

doreti, ################# ## # ###### ### #### ######## ### #### ## ### #### ## ### #######. #### ######## # ###### ## ######## ## ##### # ####### ## ###### ## #######.

2.3.1.5. ########## ####®

####®, #### #### ######## ###### ## ###### ## ############# #####, # ####### *PID* (## ## ########). ####### ### ### ######## ## ##### ###### ## ######### ######## ## 0 #### PID_MAX. # ######## ## ####### ### # ##### ###### ######## ###### ## ###### ###. #### ###### ## ## ######## ###### # ##### ###### ### #### ######### ## ####### ######(2).

########## ####### #### ######## ## ########### # ######### ## #######. # ######## ####### # # ######### #:# ####### #### ###### ## ######### 1:1. # ########## ###### ##### # # ######### #:# (libpthread) # #### #### ######## ## ##### ## ######## #### ######### 1:1 (libthr). # ##### # ##### #### # ########## 1:1 ### ###### ## #####. ###### ##### #### ########### #### ## ###### ########## ## ######, #### ### ######### ### ###(#) ##########. # ########## #:# ### # ####### kse_* ### ######## ######## # ########## 1:1 ### # ####### thr_* ### ########. ### ##### #####, ### ###### ## ######## ##### ## ## ## ######### ############# ##### # ###### # # ###### ## #######. ##########, ## #### ########### ## ####### ########### # ### ## ## ## ######### #######. #### ######### ## ####### (#### ######## ### struct thread) ###### ############### ## ###, ### #### ### # ########### ######### # ###### ## ###### ## ####### # ##### ###### ## ############ ## ######. ### ####### # ##### #### # ########## ## ######### 1:1 #### # ## ## ######### ## #######, ### # ########### ##### # ####### # ########## # ### #### ### #########.

#############, ####### #### ############## ## ####### ## #######. # ########## #:# ###### # ######## ##### # ###### ## ###### # # ###### ## #######. ###### # ### ######## ### # ######## ## ######, ### #### ########### ###### ####### ## ####### ## #########. ####### # ## ######### ### ######## #### ####### # ## ######, ############ ######## # ######## # ########## ## ######## # ########### ## ##################. #### ########### ##### # ############# ##### ### ####### ## ###### ## ###### ## [1]. # ########## 1:1 ###### ########### ## ######## ######## #### ### ###### ## ######, ############# ##### # #######. ###### ###### ####### ########## ## ######### ##### (### ######### ### ############, ### ### ######## ############ ###### ###### ##### ######## # ###### # ###### #### ####### ## #####).

2.4. # ### # #####®

#####® # ## ###### ## #### ####® ############# ############ ### ##### ########, # ##### #### ##### ########### ### ### ###### ########## ## ############## ## #### # #####. ## ### ####### ###### ### ####, ### ##### ####### ## ######## #### ### ## ######, # #####® #### ##### ######### ## ### ###### ##### ## ###############, ####### ######## # ######## # ### ########### ###### ####### ## ###########.

#####® ####### ## 1991 #### ## ####### ###### ## ############ ## ######### ## #########. ##### #####, ### ###### ##### ## ######## ## ## ####### ########### ########## ## ####:

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

2006, # ##### ###### ### # ####### ########### ## ###### ###### #### ######### ### # ##### ## ############ ############# ## ######## #### ######, ############, #####, ###. # ####### ### ######### ########## ############ #### #####® ## #### ### ###### ## ##### #######, ######## # ############ #### ###### ######## ############ # ##########.

#####® ######## ## ## ####### ## ######## ## ###### ###. # ### # ## ####### ###########, ## #### ### ### ###### ### ##### ####### ## ###### #####®, ### ####### ############ ### ############ ############ # ########. # ####### ## ###### ## ###### ############ #### #####® ######## ## ###### ####### #.#.#.#. ##########, # ############### ######## ## 2.6.#.#, #### # ########## # ###### #########, #### ##### ######## ### ########### ## #########, ######## # # ### ###### ########## ####### #### ######### ## ####.

[3].

2.4.1. ########

#####® ##### # ####### ########### ## ####® ## ####### # ######## ## ## ######## ## #### #######: # ###### # # ###### ## #######. # ###### #### ### ######## ## #### ########: ### #### ## ### #######. # ####### # ####### ###### ## ### #######. # ######### #### ######### ######### ## #####® 2.6 ## ########### #386™. #### ########### ### ######## ## [2].

2.4.1.1.

######## ## #####® ### ########## (## ###### ## #######) ###### ###### syscallX #### # ######### ## ###### ### ########## # ###### ## ########## ## ####### ####. #### ##### ###### ## ###### ### ####### # ######## %eax ### ## ###### ## ######## # ####### # ########### 0x80. ###### #####, ## ###### ## ####### # #######, # ### ###### ####### ## ####### ######### #### ####### errno ######### # ###### res #### -1 ## #### ## ####. ###### ### # ########### 0x80 # #######, # ######## ##### ## ###### ## ########### ## #### ### ########. #### ###### ##### ##### ## ######### ## ##### # ##### # ####### ####### ###########. #### ### # ######### ## ######## #####® ###### ### ## ########## #### # ####### ##### ######## ##### ############# #### ######## ####:

1. ######### #> %ebx
2. ######### #> %ecx
3. ######### #> %edx
4. ######### #> %esi
5. ######### #> %edi
6. ######### #> %ebp

####### ####### ########, #### #####® ### ########## ########## ## ####### (#### ############ # ####### clone).

2.4.1.2. ########## (#####)

arch/i386/kernel/traps.c # # ####### ###### ############# #### ## arch/i386/kernel/entry.S, #### # ########### ### ##### #########.

2.4.1.3.

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

2.4.1.4. ########## ####®

2.6, # ####### ########### #####® ######### ####### ### ########## ############ ## ####®, ############# ###, ### # ######. # ### # ######## #### ### ### ######### #### ##### #########, ########, #### ###### ######### (#########) #######(2) ####### # ##### #####. # ############# ######### ## ######## # ######### #### ###. #### ###### ###### # *NPTL* (#### ########## ## ######### #####®) ###### ######### #### ##### ######### ####### (##### ####### ######### 1:1). ##### ## #### ######## ## #####® 2.6 ######## ###### # ####### clone (## ######### ## #### ### ############### ########). #### ####### ##### ###### ## ######## ## ############# ### ####### # ############# ## ######## ## ######## ## ####### # ############# ## #########. # ######### # ## ##### #######, #### ### ###### ### ##### ######## ####### # ####### #### ##### ### ######.

###:

- CLONE_VM # ## ######### ############ ### ###### ## #######
- CLONE_FS # ########### #####, ### # #########
- CLONE_FILES # ############ ######## #######
- CLONE_SIGHAND # ########### ############# ## ###### # ######## ######
- CLONE_PARENT # ########### ######## ###
- CLONE_THREAD # ### # ###### (#### ########### ######)
- CLONE_NEWNS # #### #########
- CLONE_SYSVSEM # ########### #### ### ##########
- CLONE_SETTLS # ######### # ### ## ######## #########
- CLONE_PARENT_SETTID # ###### # ### ## ######## ###
- CLONE_CHILD_CLEARTID # ##### # ### ## ######## #####
- CLONE_CHILD_SETTID # ###### # ### ## ######## #####

CLONE_PARENT ###### # ######## #### #### # ######## ### ## ############. #### # #### #### ####### ######, ## # ###### # ##### # ###### #, ######## ### # ###### # ########## #### # ######## ### ## #### # ##### ## #######. CLONE_THREAD ### ########## # ##### ##### ### CLONE_PARENT, CLONE_VM # CLONE_SIGHAND, ######### # ### #### ### # ##### ### ### ## ############, ###### # ##### ## ##### #### #### # ##### ## ##### ## #######. CLONE_SETTLS ######### ######## ### #### ########## ## ###. # ######### ## ##### CLONE_*_*TID ######/##### # ######## ######### #### ####### #### ### ## 0.

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

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

#######_######(3) ## #### ###### ## ##### ## ##### #### ####:

```
int clone_flags = (CLONE_VM | CLONE_FS | CLONE_FILES | CLONE_SIGNAL
```

```
 | CLONE_SETTLS | CLONE_PARENT_SETTID

| CLONE_CHILD_CLEARTID | CLONE_SYSVSEM
#if __ASSUME_NO_CLONE_DETACHED == 0

| CLONE_DETACHED
#endif

| 0);
```

CLONE_SIGNAL # ########

```
#define CLONE_SIGNAL (CLONE_SIGHAND | CLONE_THREAD)
```

0 ######### ### ###### ##### # ####### ###### ######## ### ### ####### ########.

2.5. # ### #

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

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

####### ## ##### ## ##### ## ##############, ####### #### ########### ########## #### # ############# ## #########. #### #### ###### # ##### #### # ######### ######### ######## ## ###### ########, ######## # ###### ####### # ######## # ##### ####### ### #### ## ###### #/## ## #######. ##### #### ## ######## ### ###### ########## ########## # ########### #### ### ############ ## ######## ###### #### ######## ###########/#########. # ########### # ### # ############# ## ### ######### # ######## #######, ######### # ######## # #####. ## ###### #####, ####### #### ### ######### #### #######. ####### ### ##### ###### ###### ### ########### ### ####### ## ######## #### # ####### ## ### ########## ### ####### ## ####### #### # ########. # ##### ### ### ## ########### ## ### ###### ## ######### ########, ### # ####### ######## ## ##### ######## # ##########. ## #####, # ######### ## ######## # ##### ########## ## #######, ########, ###### ### ###### #### ## ###### ######### # ########## #### ######### ### ######## ########## #########! #### #### #### ###, #### # ##### ##### ######### ## ###########, ########, ##### ######## # ######## # ###### ## ### # ######### #########. ### # ######### ########## # ### ## #### ######### ##### ########### # ##########. # ######### ########## ######## ## #### ###########. ## ######## ### ######, ## ####### ### ######### ## ###### #########, #########, ## ## #### ## #########, # #### ######## # # ##### ######## ### ##### #### ###### ## ######## ######## ### # ######## ######## ######## #####.

####® ## ####®, ### # ########## # ####, #### ###### ### ###### #### ## ######## # ########## #### ######### ######## ########. # ### ## ####® ######## ## ## ######## ## #########, ### ########## ### ######### # ### ###### ##### ###### ###### ## ######.

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

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

####®. # ####### ### ######### #### ##### ### ## ######## ##### ######## ## ######## ###########. ##### ######## ###### # ### ## #### ####### (####(2)/#####(2),####(2)######,######(3)########, ####(3), ######(2) ###), ########, # ##### ###### ###### ### ######### # ############# ##### ##### ## ####®, ### ####### ####.

3.

3.1. #### ######## # ######## ##

#############, # ####### ####### # ######## ## ######## # ###### ## ###### ###### ####®. #### ######## ###### # ####### ### ### ######### ####### ###### ## ####### ## ########. #### ## ####### ## ####### ######(2), ##### ###### ######(2) #### ####### # ######## ## ####### ### ####### ### ####.

####### ########### #### ##### ## ######## ## #######. ####### ## ##### ########### # ##### ### ### ############# ### #! #### #### #### ######### ########## # ######## ####### (########### *ELF*), ### ### ### ############# ## ## ###### ########## #########. # ###### ####### (####### ##### ##### ####) ## ######## ## ####### # ## #### ###. ## ######### ### ###### ## #########, ### ########## # ### ## ## #### #### ####### ###. ## ### ##### ###########, # ####### ########### #### ########## ### ######## # #### ## ####### ## ####### #########.

#######. #### ###### ## ###### ## ####### ########### ###### ## #######. #####, ###### ######(2) ####### ## #######, ### ##### ####### ## ##### ## #### ########### # ###### ### ######## # #######, ### ###### # #### ## ########### ######## ## ######### ## ### ## ## (### ###### #######, ###### ## ######## errno, ###.). #####, #### ### ### # ######## ##### ### #######, ### ### ### ####### ######## ## ######## ## ### ## ### ######. #### ############ ####### ### ####### ##### ######## # ##### ## ######## # ######## ## ###### ######## ########.

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

#, ## ####, ##### ### ########### ## ###### ###### ########### #### ########### # ###### ## ######## ## #####®.

3.2. ########## ###### ## ###### ##

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

3.2.1. ########## ##

########### ###: ####### ### <attilio@FreeBSD.org>

##########.

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

- ######### ######## # ######### ## #######
- #####
- ######### ## ###########

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

3.2.1.1. ######### ######## # ######### ##

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

3.2.1.2.

######### ### ########## #### ######### ########## ## ##########. #### ### ############# ### #### ## ######### ######## # ########### # ### ###### ###### #### ##### ## ### # ######## ## ########## # # ##### ##### # ### #########, ########, ### ##### #### #### ## ########## # ########. #### # ######### ## ########## #### ##########, #### ## ##### ## # #####, ########## #### ######, #### ############## ####### ###### # ######## ## ########## ## ###### ######## ## ##########. ### ####### ########## ######## ### ###### ##########, ###### ######### sys/refcount.h #### ### ##### ##### ## ### #########.

3.2.1.3.

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

1. ########

2. ########

3. ########

####

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

3.2.1.4. ########

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

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

3.2.1.5.

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

3.2.1.6.

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

##########, ### ###### #### ############# ## ######## ###### # ######### ## ##### ## ########, ### ###### ###### # ######### ## #### #### ###### ###### ########### ########## # ######### ## #########. ## #### ### ### ###### ## ###### #####, # ##### ####### # ###, ## ## ######## ######## ## #### ## ##### # (#### # ##### # # ###### ####### ####### ## #### ## ########), ### # ######### ######## ## #### ## ###### ########## , #### #### ######### # ######### ############ #### ## #######. ### #######, ## ### ###### ######## ## #### ## ##### (##### 2), ### ###### ######## ## #### #### (##### 1), ### ### ## ##### #### (##### 3), #### ## ##### ## ##### ### ########## # ######## ######## ####### ### # ##### #### (##### ###### ### ### ##### ######### ######## ## ########### ## #########, ## #######).

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

- #### ##### # ######## # #####(9)
- ##### ##### # ######## # #####(9)
- #### ##### # ######## # ###_####(9)
- ####### ##### # ######## # #####(9) ##### ###### ###### ###### #### ###### ## ###### ##
- ####### # ######## # #######(9)
- ##### # ######## # ######(9)
- ###### # ######## # ##(9)
- ####### # ######## # #######(9)
- ######### # ######## # ####(9)

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

3.2.1.7. ######### ##

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

- ###### ######## (# #########)
- #####_####

- #####_###

##########, #### ##### ### ###### ###### ## ## ######## ########## #, ##### ### ###### ########## #########, #### ##### ### ######## ###### #### ### ######## # ########### ## ######### ####### ### ########### ## ######### ## ######## (#### #######(4)).

3.2.1.8. ######

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

3.2.1.9. #####_###/#####_#####

sched_pin(). ## ## ###### ## ###### # ####### ## ### ## ####### sched_pin() # sched_unpin(), # ######### ### # ########## ######, ##### ### ##### ### ##########, ###### ### ######### ## ##### ###. ##### # ##### ###### ## #### ########## ###### ##### ### ####### ### ##### ## ### # ########## ### ###### ####### ### #### ####### ##### #####. # ###### ######## ########### ### ##### ####### #### ### ######## ##### ##### #### # ##### ######.

3.2.1.10. #####_####/#####_######

sched_bind # ### ### ##### #### ######## ### ###### # ### ### ## ########## ####### #### # ##### ## ### ### ####### # ######, ### ### ### ####### ## ###### sched_unbind ### # ##########. #### ####### ### ## ##### ########## ## ######### ## ### #### ### #### ####### ## ###### ##### ### #### (### #######, ## ######## ######## ## #############), ## ### #### ###### ###### ### ### ###### ##### ## #### ########. #### sched_bind # sched_unbind ######### ## ########## ######## ## #########, #### ######## ##### ##### # #########/######### ## sched_lock ###### ######.

3.2.2. #########

########. ### #### ######### ######### ######### (### #####, ### ###### ###.) ######## ##### ##### #### #### ########, ### #### ##### # ### ##### # ######## #######. #### ######## #### ########, # ######### proc ## ####### ###### p_emuldata, ### # ## ######## ##### #### ###### ##### ########### ## ###### ## ########. #### ####### proc # ######### #### ##### ####.

proc ## ####### ###### ### ####### p_sysent ### ##########, #### ### #### ######## #### ##########. ## #######, # ## ######## #### # sysentvec ######## #####. ########, ########## #### ######## ### # ######## ## ### # ######### sysentvec ## ### ############ #### ##########, ####### ########### ######### ## # ######## ######## # ##### ###### ## ########. # ###### ########### ## ###### ###:

```
if (__predict_true(p->p_sysent != &elf_Linux®_sysvec))
  return;
```

###, ###### ############ # ########### __predict_true #### ######## # #### #### ##### (######## ## ########) #### ### ######## ## ####### #######, ########### ##### # #### ##########. #### ###### #### ### ############ ## ### ##### ###### ########## ### # ##### ########, ## ####, ### ########## ######## #####®64 ### ######## #.### #####® ## #386.

3.2.3.

########, ### # ###### ## ######## #####® ### ###### ## ####### ########### ####### ## ### ### ### ########. ### #### ###### ## ###### ## ############ ## ########.

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

3.2.3.1.

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

3.2.3.2. ##_########

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

3.2.3.3. ######### ##

- fgetvp # #### ## ############ # ## ###### ## ######### ## #######, ### ####### # ##### #########
- ##_####(9) # ######## ## #####
- vn_unlock # ########### ## #####
- ###_#######(9) # ## ## ######### ############ ### ## #####
- ###_#######(9) # ##### ######### ## ## ####### ## ######### ############ ### ## #####
- ###_######(9) # ####### ## ####### #### ## ########### #########
- ###_####(9) # #### ## ####### ############ ### ## #####
- ###_#####(9) # ##### ## ####### ############ ### ## #####
- ####(9) # ########## # ######## ## ### #### ## ##### # # ###########
- #####(9) # ####### # ######## ## ### #### ## #####
- ####(9) # ########## # ######## ## ### #### ## #####

3.2.3.4. ######### ## ########### ##

- fget # #### ### ###### # ## ####### ## #### ##########, ### ####### # ########### ## ######## ######### # ### ########## # ###
- fdrop # ####### ### ########## # ## ########### ## ########
- fhold # ### ########## # ## ########### ## ########

4. ##### ## ###### ## ######### ### ## #####®

#####® ## ####### ########### #######. ### ######## ######## # ##### ########## ## ####### ####### ##### #### # #### # ######### ##### # ####### # # ###### # ############. ### #### ##### ########, #######, ######, #####, ######## ## #####. ####

####### # #386, ### ### # ####### ########## #### ### ###### ############ ### ##### ##### ##########. # ####### ##### # # ##### ############ ## ####### ## ############. #### ##### ####### ###### # ########## ## #386 # ###. #.### #### ######## # ### ### #######.

4.1. ########### ##

linux_sysvec.c, ### ##### # ######## ### ####### ######### ## ######### sysentvec. ###### ## ######## #####® ######### ## ####### ##### ## ########, # ###### ####### ##### ##### # ###### ########### ## ##### #### # ### ## #####®.

4.1.1. #####®

#####® ##### ########## ### ############# ## ######## (#### ###### ### # ######## # 6 ######### ## #386) ######## # ####### ### ### #####. # ###### ########### ## #####® #### ###### ########## ### ############# #### # #####. # ##### ### ############# #: %ebx, %ecx, %edx, %esi, %edi, %ebp. # #### # ### #### # ########## ###### #### *a maioria* ### ########. ####### (#### ############# clone) #### ### ##### #########, ### # ############### ##### ## ####### ######### ## ######### ##### ## ######### linux_clone.

4.1.2. ##########

syscalls.master. # ##### ## ####### #:

```
...
 AUE_FORK STD  { int linux_fork(void); }
...
 AUE_CLOSE NOPROTO { int close(int fd); }
...
```

#######. # ####### ###### # #### ####### ## #########. # ######## ###### ########## # #### ## #######. # STD, OBSOL, NOPROTO # UNIMPL. STD # ### ####### ###### ### ######### # ############## #########. OBSOL # ######### # ###### ###### # #########. NOPROTO ######### ### # ####### # ############ ## ##### #####, ########, ### ####### # ####### ## ###, ###. UNIMPL ######### ### # ####### #### ########### #### ####### nosys (### ####### ###### ####### ### ######## ##### # ####### ### ##### ############ # ########## ENOSYS).

syscalls.master, #### #### ########: linux_syscall.h, linux_proto.h # linux_sysent.c. # linux_syscall.h ###### ########## ## ##### ## ####### # #### ####### #########, ### #######:

```
...
#define LINUX_SYS_linux_fork 2
...
#define LINUX_SYS_close 6
...
```

linux_proto.h ###### ########## ## ######### ## ########## #### #### #######, ### #######:

```
struct linux_fork_args {
  register_t dummy;
};
```

##########, linux_sysent.c ###### ### ######### ########### # ###### ## ####### ## #######, ##### #### ######### ###### ## #######, ### #######:

```
{ 0, (sy_call_t *)linux_fork, AUE_FORK, NULL, 0, 0 }, /* 2 = linux_fork */
{ AS(close_args), (sy_call_t *)close, AUE_CLOSE, NULL, 0, 0 }, /* 6 = close */
```

###, linux_fork # ############ ## ####### ###########, ##### # ######### # ## #### STD # ### ###### #########, ### # ####### #### ######### ## ######### ########. ### ##### ####, close # ###### ## ####### #### # ########## #####(2) ## ####### #### ### ### ### ###### ######### ## ########## ##

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

4.1.3. #####

#####® ### #### ########, #### ####### ######## ### ##### ############# ############ # ####### ### ##### #############. # ###### ## ######## ####### ## ####### #### ###### ######## ### ############# ### # ##### DUMMY. ##### ########## ######### ####### ## linux_dummy.c ## ### ##### ## DUMMY(syscall); , ### # ##### ######### #### ###### ######## ########## ## ####### # # ############# ######## ## ######## ### ######## ####### ### #### ####### ### #### ############. # ######### UNIMPL ### # ##### ###### ######## ### ####### ## ########### # #### ## ####### ### ### ####### #### ##### # ### # #### ########## ########### ## ########.

4.2. ######## ##

###############. # ###### ## ################ ## #####® ###### # rotina linux_sendsig #### #### ##########.

4.2.1. #####®

SA_SIGINFO, #### ## ### ##### # ###### linux_rt_sendsig. #### #####, ### ##### (## ######### ## ######## ## ############# ## ##### ## #########) # #### ### ##### ## ########## #### # ########### ## ######. ### ####### # ###### ## ###### ####### ## ###### ## ######## ## ######, ####### ## ###########, ###### # ######. ## #######, ### ##### # ######## #### # ###### sigreturn (###### #############, ###### ## #### ######### # ####### ## ######). ##########, ##### # ######## ## ###### #### # ###### ## ####### # ####### # ######## #### ### # ########### ## ##### #### #### #########.

4.2.2. #####_##_#######

linux_sendsig ###### # ########## ## ######## ## ##### # #########. ######## siginfo, ucontext # ####### ###### ## #####®. #### ##### # #### ########### ## ##### #### ####### ### ######## ### ######### ### ## ######### ## ##### ########## ## ###### #, #############, ### ##### ######## #### ######.

4.2.3. #####_#########

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

4.3.

####® ########### # ####### ######(2) #### ######## ###### ######## ## ############ # ######### . #### ####### ####### ### # ######## ## ############ ####### ###### ########### ##### # ######## #########, #### ######### ## ########, ######## ####### ## ###### ## ######## ## ########, ###. # ###### #### ######## # ########, #### ## ### ######### ## ##### ######## ## ####### (######## # #####). ######(2) ###### ####### ####### ###### ########### ## ######## ## ############ (#########, ###.). ######(2) # ## ###### ## #### # ####® ############ ## ####### ### ####®## ## #### # #####.

######## ## #####® ## ####### ########## # ########## ######(2) ## linux_ptrace.c. ## ####### #### ######### ############# ##### #####® ### ####### # # ##### ######## ## #######, ####### ######(2). # ####### # ## ##### ##### ## ####### ### ########## ## ########### ## ####### #### #### ####### ######(2). ## ######## ######(2) ### ## ### ####### ##### ##### #####® # ####### ##### ### ####### ########### # ##########. ### #######, PT_GETREGS ## #####® ##### ########### ### ##### ######## # ####### ### ## ######## #### # #### # ###### ######## # ####### ######(2) (######), ### ##### #### ### ##### ### ######### # ######### ## #####®.

######(2) ## ############ ### ####### ######### ##########. ##### ###### ## #### # strace (### # ## ########## ######(2)) ## ######## ###########. PT_SYSCALL ###### ### #### ############.

4.4. ########### (#####)

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

```
static int
translate_traps(int signal, int trap_code)
{

  if (signal != SIGBUS)
    return signal;

  switch (trap_code) {

    case T_PROTFLT:
    case T_TSSFLT:
    case T_DOUBLEFLT:
    case T_PAGEFLT:
      return SIGSEGV;

    default:
      return signal;
  }
}
```

4.5. ######## ##

execve, ########, ### ######### #### ### ##### #### ######## ####. ############, #### ####### #### # #########, ########, # ###### ## ######## #### ######## ### ####### ###### ## ######## ## ###### #### ##### ####. # ##### ######## ### # ###########. # elf_linux_fixup ############ ##### #### ### #### # ###### # ###### # ##### ## ######## ## ###### ## ####### #### ####### #### #### ##### ####. #####, # #### ######## ## ####### ###########.

4.6. ####### #### #.###

#####® ## #386 ###### ####### ## ######## #####® #.###. ############ #### # ### ### ######## ### ###### ########## #### ### ############ #### # ####### #.### (#### ## ######## ## ##### # # ##### ## ######). # ####### #### ######## #.### ### # #### #######, ############# # ######## 2.6 ### ######## ### ###, ### #### ### ##### ###### ########, ## ### ## ##### ########## ############# ### ######## ######## #.###. #### ####### ############# #### ######### ## ######. # ####### ### ###### ########### #### ######## ## ######## #####® #.### #### ## ####### imgact_linux.c.

5. ##### ## ###### ## ######### ### ## #####®

###########. ### ##### # ############### ## ######## ########## #### # ######## ## #####® 2.6, # ############# ## ### (###### ##### ########) (## #386) # ## #######. ##### ####### ########## ##### ####### ########.

5.1. ######### ##

#####® 2.6 ### # #########. ##### ## 2.6, # ####### ## ######### #####® ### ############ ## ########## ############. # ########## ### ### ############# ####### ## ######### #####®. # ########### ### ############ ####### ######### ######### #### #### ######### ###### # ####### clone #### ######## ### #### ############ # ######

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

######, ### ### ######## ##### ########, ##### # ########### ########### ##### ## ####. ##### #### ###### #### # ############ ## ####### ## ### ######### ## ######## # #######. # ######## ##### ######### ### # ###, ### ### # ########### ####### #### ####, ### #### # ########## ## ####### ## #### ####### ####. ##### ######### ########## ## ##### ###### ########## # ############ ### ## #######. # #### # ### ########## ## ######### ###### ### ######## #####® ##########.

##########. # ###, ####### # ### ########, ### ##### #### ####### ## ########## #####®. ###### ###### ######### #### ### ###### #####.

5.2. ################ ## ######### ## #####® 2.6

#####® ### ########### # #### ### ######### #### ## #######.

5.2.1. ############ ## ##### ## ######### ## ######### 2.6

#####® ## ####### ####### # ############ ## ##### ## ######### ## ###### #######. #### # ##### ### ######(8), # ##### compat.linux.osrelease. # ############ ##### ######(8) ##### # ############# ## ##### ## ######### ## ####### ## #########. ###### ######### #### 2.6.#, ### ######### # ##### ## linux_use_linux26 ######## # ############# #### #### #### # ####### ### #########. #### ######### (#### ######### ### ###### ## ##### ####) ######### ## # ############### 2.6 (############## # ###) # ##### ## ###### ## ###. # ############ ## ####### # ##### ## #### # ######## # #### ##### ##### ## ######### #####®. # ######(8) ### #### ### ######### ## ######### ######### ######## ## #####®, #### #### ###### ##### .

5.2.2. ######### # ################ ## ########## #####®

#####® # ## ##### ####### # ### ### ############ ############ ######### ## #######. ## ######### ## #####® ######### ## ### struct task ############ #### ###### ################ # ### # ####. # ### *não é* ## ## ## #########, ### # ## ## ## #######. # #### ########### ## ##### ## ####### ## ###### #########, ## #########. #### # ######### ################, # ### # ###### ## ####.

(# ## ##############, # #####). #### # #### ######### ## ##### ####### ### ## ## ######### #####. ### ## ########## ## ## ###### ############### #### ###### ######### ####### #### ## #######. #### #### ###### ########## ## ########### # ######### ############### ## #####. # ###### #####® ###### #### # ###### #> ##### ## ########### ## ###### ####### # ########### ## ####### ## ###### ####### # #### ### # ##### ########### # ###### ######### # #####.

clone ### ## ######## ########## ## ##### (#### ## ####### #########). # #### ########## ############ ###### ## 1:1.

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

```
struct linux_emuldata {
  pid_t pid;

  int *child_set_tid; /* in clone(): Child.s TID to set on clone */
  int *child_clear_tid;/* in clone(): Child.s TID to clear on exit */

```

```
  struct linux_emuldata_shared *shared;

  int pdeath_signal; /* parent death signal */

  LIST_ENTRY(linux_emuldata) threads; /* list of linux threads */
};
```

#########. child_se_tid # child_clear_tid ### ####### #### ##### ## ######## ### ###### ## ######## ###### # # ######. # ######## shared ###### #### ### ######### ############# ##### ## #######. # ######## pdeath_signal ########## # ###### ## ##### ## ######## ### # # ######## threads # ##### #### ######## #### ######### # ##### ## #######. # ######### linux_emuldata_shared ## ###### ###:

```
struct linux_emuldata_shared {

  int refs;

  pid_t group_pid;

  LIST_HEAD(, linux_emuldata) threads; /* head of list of linux threads */
};
```

refs # ## ######## ## ########## ##### ##### #### ########## ###### ####### ####### # ######### #### ###### ########## ## #######. # group_pid # #### ########### # ### (=####) ## #### # ######## (=##### ## #######). # ######## threads # # ######### ## ##### ## ######### ## ########.

linux_emuldata #### ### ###### # ###### ## ######## ###### em_find. # ######### ## ###### #:

```
struct linux_emuldata * em_find (struct proc *, int bloqueado);
```

####, proc # # ######## ## ### ######## # ######### ######## # # ######### ###### ######### ## ######## ## ### ########. ## ####### ####### ### EMUL_DOLOCK # EMUL_DOUNLOCK. #### ###### # ######## #### #####.

5.2.3. #########

#####® ### ##### ### ######## # #### ## ###### #####. ### ####### #### #### ######## ## ###. #### ######### ### ### ############ # ### ## ### (=####) # ## ### (=###) # ##### # ###### # # ########. # ##### # ### ## ###### (## ###########) ###=### # ####=##### ## ## #> ############# # #### ######## ### ############ PID=shared -> group_pid # TID=proc -> p_pid. # ###### ### ## ######### linux_emuldata # ## ### ## #######.

#######, #######, ######. #### ###### ###/####, ################. ## ##### ## #### ## child_clear_tid # child_set_tid ######## # ### #######.

5.2.4. #######

clone # # #### #### ## ####### ### ####### ## #####®. # ######### ####### # #####:

```
int linux_clone(l_int flags, void *stack, void *parent_tidptr, int dummy,
void * child_tidptr);
```

flags ####### # ####### #### ########## ## ######### ##### ### ########. #### ######## #####, # #####® #### ##### ######### ############## ###### ###### ################, ### #######, #### ######### ##### ############ #### ###########, ### ### ##, ###. ###### #### ## ######### flags # # ##### ## ##### ## ######## ############. # ######### stack ## ### NULL ###, #### #### # ##### ## ######### # ## # NULL ### ####### ################## ######## # ##### ## ######### (#### #, ### # ###### ###### ## ####(2)). # ######### parent_tidptr # ##### #### ## ######## #### ###### # ### ## ######## (## ####, # ## ## ######), ### ### ### # ######## ###### ############### ###########, ### ##### ### #### ##########. # ######### dummy #### #### ###### # ######### ## ####### ##### ######## ##### ####### ## #386. ### ### ## ############# ########### # ### ##### # ########## ##### # ### ####### ## ########### ##

####### #####. # ######### child_tidptr # ##### #### ## ######## #### ###### # ### ##### ### # ######## ######## ## ######## # ###### # ######## ########.

########. ### #######, ##### CLONE_VM #### ##### (############### ## ##), ###. # ##### ### #### # CLONE_FS # CLONE_FILES ###### # ####### ### ####### ########## #### #############, ##### ### # ############ ### ############ ##### (######## # ###### ## # ###### ########### ##) ## ######## ### ##### ####### ########. #### ### ##### ###### ########, ###### ##### ##### ### ###### ######### ######. ###### ## ######## ## #####, # ######## # ######### ###### # ###### fork1 #######, # ######### # ############# #### ### ### ######## ## ### #### ## ########, ## ####, ### #### ### ######## #### ###########. ###### ### # ########## # #####, ############# ######### # ######## ############ #### ####### # ######### CLONE_PARENT. # ####### ##### #### ####### ## ##### ## ########. ####### ## #####® ### ######### #### ######### ####, ##### ### ######### # ##### ## ##### #### 0 #### ############ ####. ###### ### # ############ ## child_set_tid # child_clear_tid # #########, ########### # ############## ############## ## ######. ##### #####, ######## # ### #### # ######## ############ ### parent_tidptr. # ############ ## ##### ## ######### # ##### ############ ############ # ######## ## ###### ## ##### %esp (%rsp ## ###64). # ####### ##### # ########## # ### #### # ######## ###### ######. ###### #####, # ######### #####(2) #### ### ####### #, ##########, # ######## ############ # ######## ## ### #### ## ######## # ######## ### ### #### # ######## ### ####### ## ##### ## ####### clone # #####.

clone # ##### # ## #### # ##### #### ######## ## ######## ####() # #####(2). # ##### #### #### ## ## #### ## ###### 2.6 ### # clone #### ########### ######## ####(2) # #####(2).

5.2.5.

####. ####### #### #########: emul_lock ##### #### ######## # ########### ## linux_emuldata # emul_shared_lock ##### #### ######### linux_emuldata_shared. # emul_lock # ## ##### ########## ### #########, ######## emul_shared_lock # ## ######## ######## sx_lock. ###### ## ######## ### ##########, ####### #### ###### ######### # # ### #### ### # ####### ####### # ###### ### ########.

5.3.

######.

5.3.1. ########## ##

####### ## ####### ## ########### ### ######### ### ## ######## ### ##### ### ######### ################# ## ######## #####. ## ####### ### ######### ############# ###### ##### ## ######### (#### ###########, ###.) ### ###### ### ### ######## ##### #### #### ######## #####. ####### ##### # ####### #### ## ############## ##### ## ##### #### ### ######. ####### ## #### ## ### ###### #### #####. # ########### ### ## ######### ## ####®, ######## ##### ## ####### #### #### ## #######_###_######(3), #######_###########(3) ### #######_###########(3) #### # ###### #### ##### ### ##### #### ## ##### ## ###### ##### #######_###########(3) ## #######_###########(3) #### ######### ##### #####. #### #### ### ### ##### ### # # ####### #### ########### ### ####### ### #####. ##### ###### ########## ## ############ #/#++ ############ ## ####### ######. #### ######### ### #### ##### ############ ## ###### ### ########## ### # ######### # ########## ## ### ######. ## #### ###### ## ####### ## ######### ### ########### #### (## ###### ## #386). # ###### ######## ##### # ### ############ ## ####### ## ####### #### ### ###### ## ###### #######. # ########### #### ### ####### ### # ##### ###. ##### # #### ###### (## #386) ############# ## ######### #### ######### ## ########, #### # #### ## ### # ##########, ##### # ##### ###### ## ######## ## ### ####### # ###### ########## ## ########### ## ######### #### # ############# ### ##. ## ############# ## ######### ### ########## %gs # %fs ###### #### ######### ## ########. #### ###### ### ### ####### #### #### ## ##### ## ###### ##### ### ########### # # ######## #### ### ######### ## #### ##### ## ########. #### ###### # ##### ###### # ##### ## #### ##### ## ##### ## ####® #386. ##### ####### # #####® ########### ### ######### # #### ########## ### #### ##### ####. ##### ##### ######## # ### ### ########## # ######## ## #### ##### ## ######## ### #### ###### # ######## #####. ####### ##### ###### #### ########## ###### ###### 1 ######### ## ######## ########

#####® ### 3. ############ ### #### ##### ##### ### #### ### 1 ######### (###### # #### ###### #### 2) ##### # #####® #### #### ##### ############# ## ##### ## ########.

5.3.2. ######### ## #386

#386 ########## ## ##### ######## #########.## ######## # ### ######### ## ## ###### ## #######. # #### ## ######## (#####) ## #### ## #######, # ### ##### (####), ####, ########, ###. # ####### ######## ### ## ######## #### ### ######## ###### ## ####### ## ######## (%cs, %ds, %ss, %es, %fs, %gs). ### #######, ##### ### ##### ### ##### ## ######## ### #### ## ######## 0#1234 # ########### # #### ######:

```
mov %edx,%gs:0x10
```

% edx ## ########### ## ####### 0#1244. ###### ############# ## ######## ### ## ### #########, ### ####### % cs # ##### #### ######## ## ###### # % ss # ##### #### # ######## ## #####, ### % fs # % gs ########## ### ### #######. ## ########## ### ########### ## ### ###### ### ###### ## ## ### ###### ### #####. # ### # ######## ### #### ## ### ####### ## ###. # ### #### ######### #### ##### ## #########. ### #### ### ### ########. ##### ## ####### ####### ### 8191 ########.

5.3.3. ############# ## #####® #386

####### #### ######## ########## ## ########## # ### ## #####®. #### ### ######## ## ###### ## ######## ###### # ####### clone ## ### #### ###### set_thread_area. ###### ## ######## ##### # #### CLONE_SETTLS #### clone, # ###### ###### ### # ####### ######## #### ########### % esi ### ############# #####® ## ###### ## ####### ## ## ########, ### # ######### #### # ############# ## ####### ## ## ######## # ######### ## ## #### ###. # #### ### #### ### ############ ### ## ###### ## #1 #### ### #####, # ### ######### ### # ####### ####### #### ######## # ######## #### #####. ## #######, # ###### ####### ### ######### ### ###### ### ####### ## ### # ### ## ####### ### # ###### ## #######. ### ########## #### ## ######## # ########## #####.

5.3.4. ######## ## ### ## #####®

5.3.4.1. #386

set_thread_area ######## # ### # ######### #### ## ####### ######## ## clone # ##### ## ##### ######## ## clone. ##### #### ####### ### ##### ###########. # ##### ######### # # ############ #### ## ######## ###, ### ######## ## ####### ##### ## ######## #### # ######## ############, ######## set_thread_area #### ######## #### ###########. # ###### ########### ### ####. ### ##### # ########## ## ######## ## ########## #####® ## #### ## #######. # ###### ######## # ###### ## #########, ### #### #### ###### ##### # ####### # # #####®, ######### ## #####. ### ########## ###### ####### ## 6, 3 # #1. # ###### 6 # ####### ## #####®, 3 # ####### ## ####### ### # #1 ######### ### #### #######. ## ########, ######### # ###### ## ######### #### ######### 3 # ######## #### #### # ###### ## #######. ######## ### # ######## ## ###### ## ####### ###### # ###### ## #########, ### #### ######## ## ##### ##### ## ##### (##### ## ## #### ## ### #### ### #########), #### # ######### ## ###### ## ####### ########### ##### ## 1. #####, ########### # ######### ## ###### ## #####® #### ## ########## ########## ## ####### (#### #, ############ ## ####### ###########) # ##### #### #### # ######### ## ######## ######## #### #######. ########## ####### ##########. ########## # ######### ## ####### ### (##### ## ######## ## #########) # ########## # ######## % gs ###### load_gs. #### ############ #### ### ##### ## ### ##### ####### #### ### #### ##### ### ###########. # #### CLONE_SETTLS ######## ########## #### ####, ###### # ############ ###### load_gs ### # #########. # ######## ##### #### #### (######## ###### 3) # ############# #### #### ### ###### ## ######### ## ####### # ## #####® #### ### # ###### ## ######## #####® ### ######## ####### ########## ##### # #######.

5.3.4.2. ###64

###64 # ########## # ## #386, ### ############ ### ##### ## ########## ## ######## ## 32 #### ##### #### #### ######### (### #### ### ######## ####### ## ### ## 32 #### ###########),

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

5.4.

5.4.1. ########## #

####### ######## ## ##### #### ## ############# # #####® ######## ###### #####: ####### #### ######## #####, ######### ## #######/######### #### ######### ##### ### ######## ## ########### ## ######## # ######### # ######### ## ######## #### ######### ## ######## ## ######. # ############ ######## ### # ### ## ###### #####® ### ### ######## #### #########. ##### ############## ## ######## ## ############# ### ######### ########### ## #### ## ######## # ######### ### #####. ## ###### #### 1:# (###### ## #######), # ############# #### ### ##### ###### ## ###### ## ######## #, ########, ### ##### ####### (## ######### ## ######## ############# ##### ############# ###### #######, ## ####, ### ######) # ########. ## ###### 1:1, # ######### ###### # ######### ##### # ## ######### ##### ### ############# ###### ## ########### ## ###### (# ### # ##### ##### ###### ### ######## #### ### #########). # ######## #:# ##### ####### ###### # ######### # # ####### ######### ## ######## ###### ## #######. # ############## ## ######## # ### ##### ##### ## ########### ####### ### ######## # ### ########### #### ###### ##### # ######## ##########. ########### ######### ## ######## ########### ####### ######### ### ### ############# ##_#### ######### ##### 40% ## ########### ## *ZFS* (## ######## ## ######), #### # #### ##########, ### ###### ########### #### ########### # # ########### ### ########### ## #############. .

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

5.4.2. ########## #

#####® ########## # ########### 1:1, ## ####, ### ## ######### ########### ## ############# ## ######. #### ######### #############, ######### ########### ### ######### ######## ##### ######### ## #########. #####, ### ########## ###### ####### ### ########## #### #### ######### ## ########### ## ##### ## #######/ ####### #######, ### # ##### ######, ######### ########### #### ######## # ######:

```
pthread_mutex_lock(&mutex);
....
pthread_mutex_unlock(&mutex);
```

1:1 ### ##### # ######### #### ######### #### ## ######### #####, # ### # ##### #####.

#####® 2.6 ########## # ######## ## ########. ####### ########### # ########### ## ######### ## ####### ## ######## # ##### ########### ## ####### ###### ## ## #### ## #########. #####, # #### ###### ###### ### ######### ########### ## ######. #### ####### ### ############# ## ########### ## ############# ############# ###### # #########.

5.4.3. ### ##

#####:

```
int futex(void *uaddr, int op, int val, struct timespec *timeout, void *uaddr2, int val3);
```

uaddr # ## ######### ## ##### ## ####### ## ########, op # ### ######### ### ######## ####### # ######## # ## ###### ########### ### ########### ### #########.

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

- FUTEX_WAIT

- FUTEX_WAKE
- FUTEX_FD
- FUTEX_REQUEUE
- FUTEX_CMP_REQUEUE
- FUTEX_WAKE_OP

5.4.3.1. #####_####

uaddr # ##### val # #######. ## ###, EWOULDBLOCK # #########, #### #########, # ###### # ########### ## ##### # # ########. ## # ######### timeout ### ######### ## ####, ### ############ # ##### ###### #### # #########, #### #########, # ######### #### ########.

5.4.3.2. #####_####

uaddr # ###### ## ######### ####### val ############ ##### #####.

5.4.3.3. #####_##

#####.

5.4.3.4. #####_#######

val ############ ## ##### ## uaddr, ######### # #### ## ######## ####### val2 # ############ ## ##### ## uaddr2.

5.4.3.5. #####_###_#######

FUTEX_REQUEUE, ### ######## ## val3 # ##### # val ########.

5.4.3.6. #####_####_##

val3 (### ###### ##### ##### ##### ##########) # uaddr. #####, ### ###### ####### val ## ##### ## uaddr # ## # ######## ####### ######## ## ###### ########, ### ##### ## ########## val2 ## ##### ## uaddr2.

FUTEX_WAKE_OP:

- FUTEX_OP_SET
- FUTEX_OP_ADD
- FUTEX_OP_OR
- FUTEX_OP_AND
- FUTEX_OP_XOR

####

val2 ## ######### ## #####. # val2 # ###### ## ######### struct timespec *timeout #### ## ######### FUTEX_REQUEUE, FUTEX_CMP_REQUEUE # FUTEX_WAKE_OP.

5.4.4. ######## ## ##### ##

###. ### # ######## ### ######## linux_futex.c # linux_futex.h. # ######### futex ## ###### ###:

```
struct futex {
  void *f_uaddr;
  int f_refcount;

  LIST_ENTRY(futex) f_list;

  TAILQ_HEAD(lf_waiting_paroc, waiting_proc) f_waiting_proc;
};
```

waiting_proc #:

```
struct waiting_proc {

  struct thread *wp_t;

  struct futex *wp_new_futex;

  TAILQ_ENTRY(waiting_proc) wp_list;
};
```

5.4.4.1. #####_### / #####_###

futex_get, ### ##### ### ##### ###### ## ####### # ####### # ########## ## #### ## #### #####. ## ####### ## ##### ## ###, ######## # ###### futex_put, ### ####### ## ######## ## ########## ## ##### #, ## # ######## ###### # ####, ### # ########.

5.4.4.2. #####_#####

######, ### #### ### ######### working_proc # ###### #### ######### ## ##### ###### ## ######### ## #####, ##### ###### ####### ## ######(9) #### ######### # #########. # ##### #### ### ########. ###### ## ######(9) ######## (# ###### ### ######## ## #######) # ######### working_proc # ######## ## ##### # # #########. #### #### # ##### ## ###### futex_sleep. ## ### ###### ######### ## futex_wake ### ##### wp_new_futex ###### ##### ### ######## ####. ##### #####, ## #### ############## # ##### ##### ######.

5.4.4.3. #####_####

####### ### ###### ## ##### ## ### ##### # ########## ## ###### futex_wake. ######## ##### ###### ### ######## # ############# ######## ## #####®, #### ### ###### # ####### #### ##### ## #########, # ##### ####### # ### ## ######### ####### ### ########## ## ####### #+1. ### #### ########## ### ### #########, #### ####### ######### ##### ## #######. ## ####### ## ###### ## #### ### ######### # #######, ###### ##### ### ######## ## ###### ## #### ##### #### ###########. ## ##### ###, ### ############ ######### ### #2 ####### ## #### #####. #### ####### ### # futex_sleep.

5.4.4.4. #####_####_##

FUTEX_WAKE_OP # ######## ##########. ######## ### ####### #### ####### ### ######### uaddr # uaddr2 # ##### ########## # ######## ####### ###### val3 # uaddr2. ##### ## ####### val ## ######## ##### ### ######### # ## # ######## ## ######## ####### ## ######, ### ######### # ###### val2 (## timeout) ## ####### #####.

5.4.4.5. ######## #######

encoded_op # uaddr. # ######## ##########, ######## # ######## ## ##, ######### #####, ######### ## ######## # ######### ## ##########. # ############ ## ######## # #### ####:

```
oldval = *uaddr2
```

```
*uaddr2 = oldval OP oparg
```

############. ########, ### ##### ## ###### ## uaddr # ######### # # ######## # #########. # ###### ######## ###### ## ###### #, ## ####### ##### ## ###### #######, oldval # ######### ## ######### cmparg ### # ########## ###.

5.4.4.6. ########

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

5.5. ############# ## ######

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

5.5.1. ### ####### ##

####### # ############### ## ###### 2.6.16 ## #####®, ## ### ######## ##### ###########. ##### ######## (openat, ### #######) ######### ########## #### #### ############ #########, ### # ####### ####### ## ######### dirfd. #### ######### #### #### # ####### ####, ## #### # ####### #### ### #########, ####. ###### # ######### filename # ######## dirfd # ########, ### ###### # ####### #### # ####### # ########, ### # #######. # ######### dirfd # ## ######### ######## ## #### # #### ## ####### ######## # ##########. # ######### dirfd # ## #### ########## ## ##### ######### ## AT_FDCWD. #####, ### #######, # ####### openat #### ### #####:

```
file descriptor 123 = /tmp/foo/, current working directory = /tmp/

openat(123, /tmp/bah\, flags, mode) /* opens /tmp/bah */
openat(123, bah\, flags, mode)  /* opens /tmp/foo/bah */
openat(AT_FDWCWD, bah\, flags, mode) /* opens /tmp/bah */
openat(stdio, bah\, flags, mode) /* returns error because stdio is not a directory */
```

########. ####### ### ## ######## ######## ## #### #######, ###### # # ###### #. ###### # ##### open (./tmp/foo/bah., Flags, mode) # ##### ## ######## ### ## ######## # # ###### # # #########. # ###### # ### ## ######## ### ## ############ ## ###### # # ######## ## ###### # /tmp/foo/. ### ##### ### #######. #### ###### ####, ####### ##### # /tmp/foo # ###### #### dirfd #### # ####### openat. #### ###### ####### ### # ####### ########## ########## ## ######## ### ######.

#####® ## ### ######## ######: linux_openat, linux_mkdirat, linux_mknodat, linux_fchownat, linux_futimesat, linux_fstatat64, linux_unlinkat, linux_renameat, linux_linkat , linux_symlinkat, linux_readlinkat, linux_fchmodat # linux_faccessat. #### #### # ############ ###### # ###### ########## #####(9) # # ####### ###### ## ###### ##########.

5.5.1.1.

#####(9) (######## #####) #### ##### # ######### ######### dirfd ## ### ######### nameidata , ### ########## # ##### ####### ## ######### ## #### ## #######, ## ### ## #### # ######### ## ######### ##### ##### ## #####. # ######### ## dirfd ## ###### ## #### ########## #### ## ###### # ##### ## ### ######## ######. ###### dirfd # AT_FDCWD, # ####### dvp ## ######### nameidata # NULL, ### dirfd # ## ###### #########, ####### ## ####### #### #### #### ##########, ########### ## #### ####### # ###### # ## ## ##### ####### # ###, ##### ####### ## #####. ##### ### ########### #### ##### ### ### ## #########. ## ###### #### #####(9) ############ ############ # ######## dvp ##### #### ######## dp ## ###### #####(9), ### ######### # ##### ## #######. # #####(9) ### # ##### ##########, ### ####### ## ## ############ ## ########## ####### ## ###### ######. ### #######, # openat # #####:

```
openat() --> kern_openat() --> vn_open() -> namei()
```

######, kern_open # vn_open ##### ### ######### #### ########## # ######### dirfd #########. ####### ###### ## ############### # ###### #### #####, ###### ### ## ###### ######## ##### # ## ########

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

5.5.2.

############. ### ##### ### ### ## ##### ### ## ############ ####### ##### #####® # #######, ##### ###### ######## ##### ### ######### #### ##### # ######## ## ######## ## ##### ############. # ######## ##### # ############ ## linux_ioctl.c, #### # ###### linux_ioctl # ########. #### ###### ############ ##### ##### ######### ## ############# ##### #### ######### ## ########### ### ########## ## #### #######. # ####### ##### ### #### ##########, # #### ##########, ####### # ## #########. # ####### # ## ###### ## 16 ####, ###, ## ######, # ######## ## #### ###### ############ ## 8 #### ## ####### ##### # 8 #### ######, ### ### # ####### #### ###### ## ######## ####. # ######## ######### #### #######. ############# ############# #### #### ########, #### sound_handler ## disk_handler. #### ########### ### ## ####### ###### # ## ####### ###### ########, ### # ##### #### ########## #### ########### # #####. ####### ######## ######### ### #### ######### ###### #####® ### ### # ####### ######## ################, ### #### ## ###### #### ## ######## ######### ##### ###### ## ## ######## ## #### ### ##### ######### (###### ######### #### ###### ## ##### ########, ###.). # ####### ########## ### ########## ###### ###### ## #####® (######### ## ######, ### #######), ### # ##### # ###### ## ## ######. # ######### # #### # ###### #####® ##### ### ####### ####### ## #######, ###### # ##### ############# ### ###########.

5.5.3.

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

6.

6.1.

2007, # ###### ## ######## ## #####® # ##### ## ###### # ###### #####® 2.6.16 ##### ###. ## ######### ############# ##### ######## # #######, ######### ## ####### ## ######## ###, ####### ## ###### #############, ##### ## epoll # inotify # ############# ###### #### ### ##### ### ###########. ###### #####, ##### ####### ## ######## ########### ##### ## ######### #####® ######### ## ####### ## ##### ## ####### ### # ###### #### 4 ## 2.6.16 # ## ###### ####### ############ ## ####### ### # ###### #### 6 ## 2.6.16. # #####_#### ## ###### #### 6 ### ############ ############ ########## ###### ###### ########## ## ###### ## ######## # ### ##### #### ####### ##### #### ####### ### ######## #### ########### # ######## ### #### ########.

###/#############, ######/##### # ###### ##### ## ####### ### #####. ###### ### ######### ###### ### ############# ## ######## 2.6, ### #### #### ########## ### ############ #, #########, #### ######### ## #####. # ##### ###### ######### ### ## #### ### ### ######## # # ####™ ########### ### ## #####® # #### # ###### ## ######### ## epoll ########## ### ### #### ########### ########### ## ###### ## #####® 2.6.

######### ######### # ######## 2.6.16 ### ###### ##### ##### ###### ### # ####### 7.0 ### ####### #### ##### #### ##### ## ###### ## ######## 2.6 #### ###### ###### #### ######. ##### ####, ####### ##### #### # ###### #### 6 #####_####, ### # # ##### #####.

6.2. ########

#######, ########### # ######## ## ####### ## ########, ######## # ####### ## ##### # ############# ########### ## ######## ## epoll # inotify.

######### ##### ######## ## ######### #### ########### ### ######### ## #####, ### #### ######### ######## #### # ######## 2.6 ### ###### # ##### ## ###### #### 6 # #####_#### ###### ###### # ##### ########## ##### ###### #### 4 ### # #### #########.

############. # ###### ### ##### ####### #### ######## 2.6, ### #### ##### ## ### ######### # ### ### ######### #######. # ############ ########## ##### ######### ## ###### ## ######### ## 2.6.

##########, #### # #####® ## ##########, ########### ## ########## ### ###############, ############# # ######## ################. ###### ### ## ##### ########. ####### ######## ## ############# ###### ### ######### ###########, ### ####### mremap # ######. ###### ############## ## ########## ###### ##### ### ######, ## #### #### ######## # ######.

6.3.

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

- #### ####### <jhb@FreeBSD.org>
- ########## ######## <kib@FreeBSD.org>
- ######## #######
- #### ######
- ####### ### <jkim@FreeBSD.org>
- ######### ######### <netchild@FreeBSD.org>
- ######## ####### <ssouhlal@FreeBSD.org>
- ## ####
- ##### ## <davidxu@FreeBSD.org>

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

7.

1. ######## #### ######## # ###### #. ###########. ###### ### ############## ## ### ####### ######### ######. ##############, 2005.
2. https://tldp.org
3. https://www.kernel.org