

Manual de creación de módulos de Kernel

Se inicia con la creación de un archivo make para poder compilar el módulo de kernel

```
Makefile x
modulos > memo_200412956 > M Makefile
1  # If KERNELRELEASE is defined, we've been invoked from the
2  # kernel build system and can use its language.
3  ifneq ($(KERNELRELEASE),)
4  |   obj-m := memo_200412956.o
5  # Otherwise we were called directly from the command
6  # line; invoke the kernel build system.
7  else
8  |   KERNELDIR ?= /lib/modules/$(shell uname -r)/build
9  |   PWD := $(shell pwd)
10 default:
11 |   $(MAKE) -C $(KERNELDIR) M=$(PWD) modules
12
13
14 clean:
15 |   rm -rf *.o *.ko *.mod.* *.mod *.symvers *.order *.cmd.* *.cmd .memo*
16
17 endif
18
```

Programación del módulo

Imports:

```
#include <linux/init.h>
#include <linux/module.h>
#include <linux/kernel.h>
#include <linux/sys.h>
#include <linux/mm.h>
#include <linux/proc_fs.h>
#include <linux/seq_file.h>
```

Funciones para crear archivo en el directorio proc

Estas funciones contienen el código necesario para crear el contenido del archivo proc

```
static int memo_proc_show(struct seq_file *m, void *v)
static int memo_proc_open(struct inode *inode, struct file *file)
```

Estructura que contiene las operaciones a realizar en el archivo proc y sus manejadores

```
//operaciones a realizar
static struct file_operations memo_proc_fops = {
    .owner = THIS_MODULE,
    .open = memo_proc_open,
    .read = seq_read,
    .llseek = seq_lseek,
    .release = single_release,
};
```

Funciones init y exit

Representan las funciones que se ejecutan al insertar y al eliminar un módulo en el kernel, respectivamente.

```
static int memo_init(void){
    //Mostrar carnets
    printk(KERN_ALERT "Carnets: 200412956 201123848\n");

    //Create proc file
    proc_create("memo_200412956", 0, NULL, &memo_proc_fops);

    return 0;
}

static void memo_exit(void){
    //Remover proc entry
    remove_proc_entry("memo_200412956", NULL);
    //Mostrar nombre del curso
    printk(KERN_ALERT "Sistemas Operativos 1\n");
}

module_init(memo_init);
module_exit(memo_exit);
```

Ambas deben registrarse con la llamada a los métodos module_init y module_exit respectivamente.

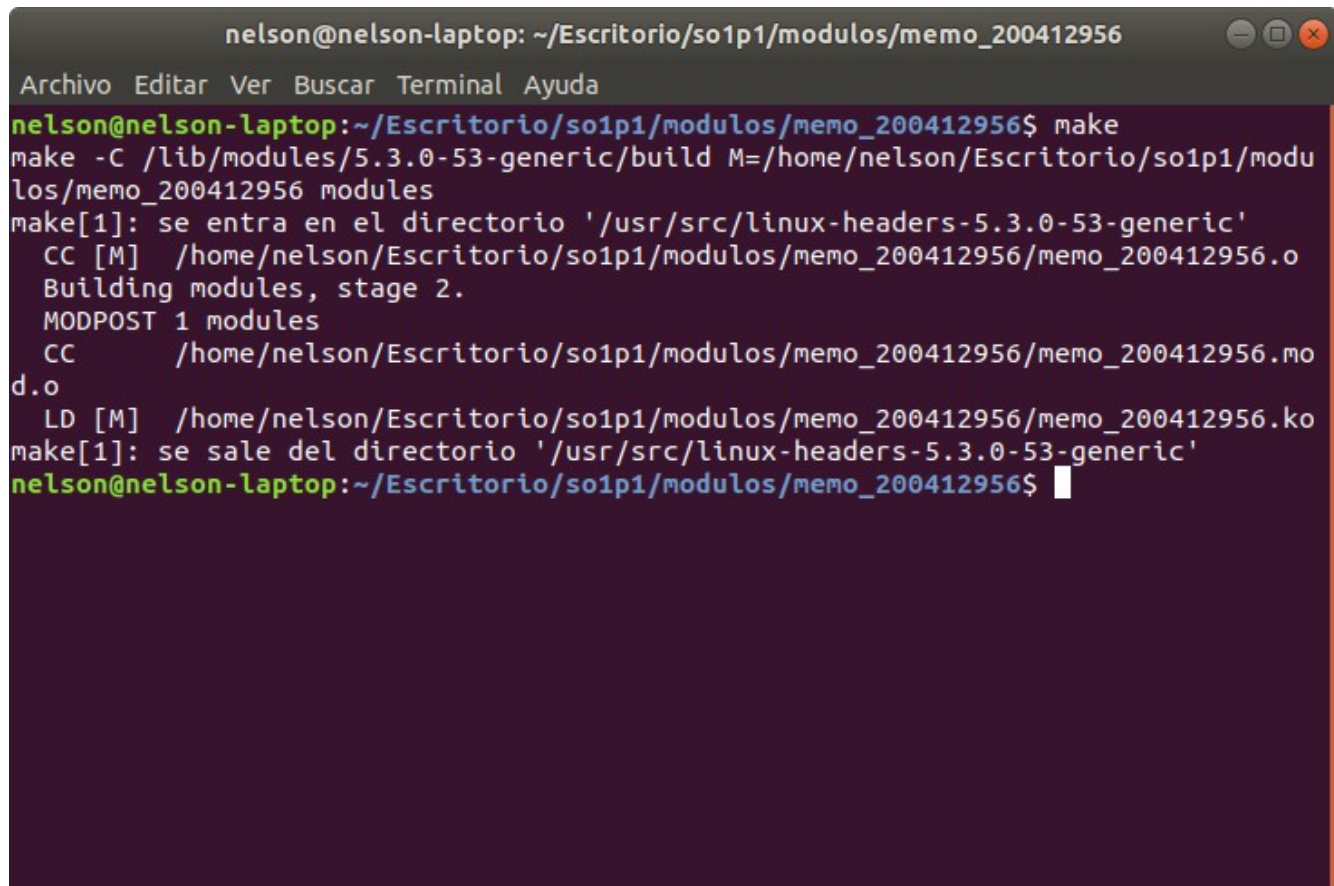
Metadata del módulo

Permite mostrar información relevante del módulo

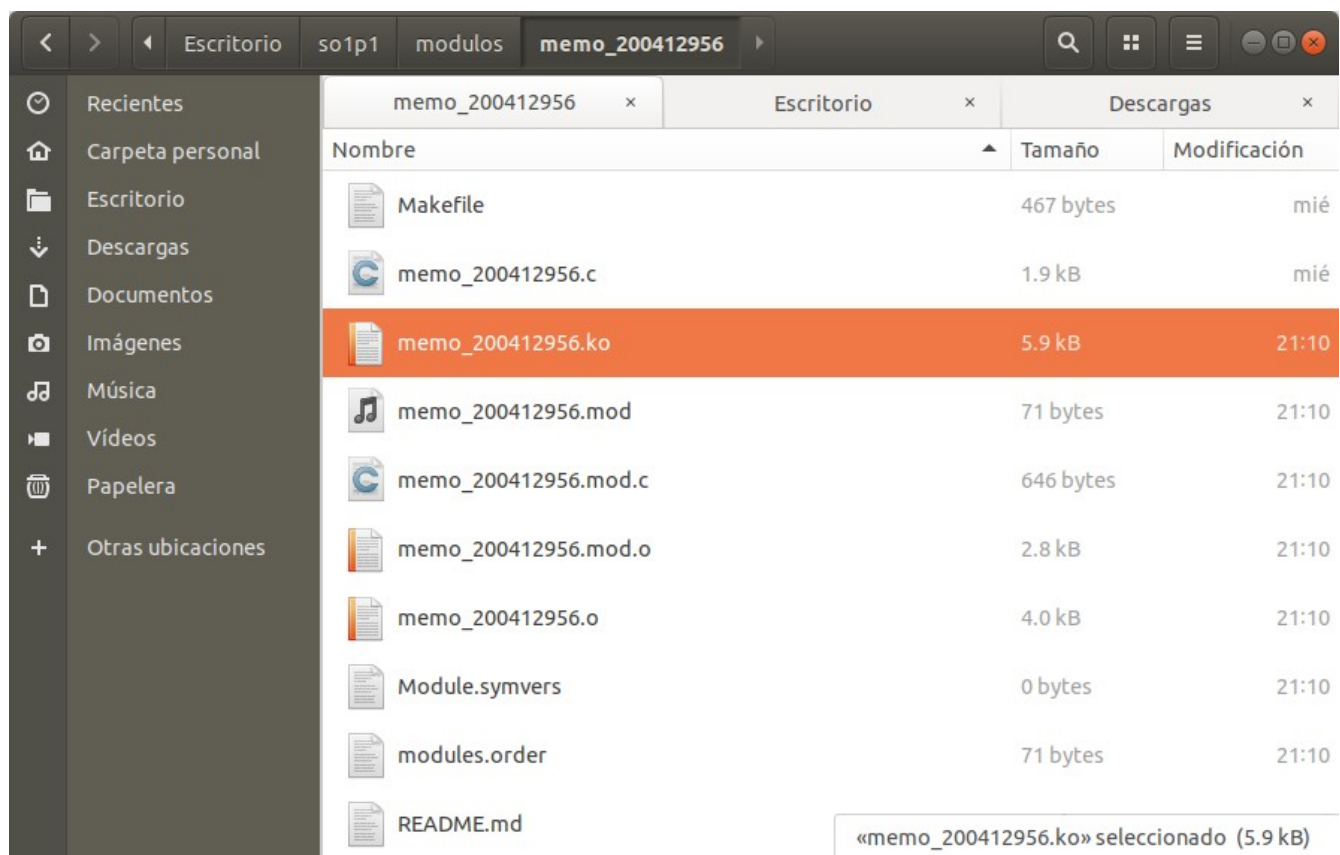
```
65  //----- metadata -----  
66  MODULE_AUTHOR("Nelson González");  
67  MODULE_DESCRIPTION("[S01] Moduclo de memoria");  
68  MODULE_LICENSE("GPL");  
69
```

Compilación

Basta con ejecutar el comando make para compilar el módulo. Con esto se generará una serie de archivos en el workspace, incluido el archivo con extensión .ko, el cual debe instalarse en el kernel como un nuevo módulo.



```
nelson@nelson-laptop: ~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956  
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda  
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$ make  
make -C /lib/modules/5.3.0-53-generic/build M=/home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956 modules  
make[1]: se entra en el directorio '/usr/src/linux-headers-5.3.0-53-generic'  
CC [M] /home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956/memo_200412956.o  
Building modules, stage 2.  
MODPOST 1 modules  
CC /home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956/memo_200412956.mod.o  
LD [M] /home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956/memo_200412956.ko  
make[1]: se sale del directorio '/usr/src/linux-headers-5.3.0-53-generic'  
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$
```



Instalación y desinstalación del módulo

Instalación con el comando insmod

```
nelson@nelson-laptop: ~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$ make
make -C /lib/modules/5.3.0-53-generic/build M=/home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956 modules
make[1]: se entra en el directorio '/usr/src/linux-headers-5.3.0-53-generic'
CC [M] /home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956/memo_200412956.o
Building modules, stage 2.
MODPOST 1 modules
CC /home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956/memo_200412956.mod.o
LD [M] /home/nelson/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956/memo_200412956.ko
make[1]: se sale del directorio '/usr/src/linux-headers-5.3.0-53-generic'
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$ sudo insmod memo_200412956.ko
[sudo] contraseña para nelson:
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$
```


Comprobación de mensaje de instalación

Con el comando `dmesg` puede verificarse si se muestra el mensaje registrado en el metodo `init` del módulo.

```
nelson@nelson-laptop: ~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
ration="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-def
aults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid
=1000 ouid=0
[21967.144924] audit: type=1400 audit(1592189416.854:59): apparmor="ALLOWED" ope
ration="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-def
aults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid
=1000 ouid=0
[21967.145546] audit: type=1400 audit(1592189416.854:60): apparmor="ALLOWED" ope
ration="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-def
aults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid
=1000 ouid=0
[21967.151893] audit: type=1400 audit(1592189416.858:61): apparmor="ALLOWED" ope
ration="open" profile="libreoffice-soffice" name="/home/nelson/.cache/mesa_shade
r_cache/index" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="wrc" denied_mask="wrc
" fsuid=1000 ouid=1000
[21967.152827] audit: type=1400 audit(1592189416.862:62): apparmor="ALLOWED" ope
ration="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-def
aults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid
=1000 ouid=0
[23363.209143] memo_200412956: loading out-of-tree module taints kernel.
[23363.209179] memo_200412956: module verification failed: signature and/or requ
ired key missing - tainting kernel
[23363.209324] Carnets: 200412956 201123848
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$
```

Para verificar la entrada en el `proc` puede hacerse `cat` del archivo correspondiente en la carpeta `/proc`

```
nelson@nelson-laptop: /proc
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
nelson@nelson-laptop:/$ cd /proc
nelson@nelson-laptop:/proc$ cat memo_200412956
Carnets: 200412956 201123848
Nombres: Nelson Gonzalez, Mario Alvarado
Cantidad total de memoria: 8242278400 bytes
Cantidad de memoria disponible: 1664634880 bytes
Memoria utilizada: 79 por ciento
nelson@nelson-laptop:/proc$
```

Desinstalación del módulo

Se desinstala el método con el comando `rmmmod`

```
nelson@nelson-laptop: ~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$ sudo rmmmod memo_200412956
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$
```

Se verifica la invocación del método `exit` haciendo `dmesg` de nuevo, ahí debe mostrarse el mensaje registrado en el método `exit` del módulo.

```
nelson@nelson-laptop: ~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda
aults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[21967.144924] audit: type=1400 audit(1592189416.854:59): apparmor="ALLOWED" operation="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-defaults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[21967.145546] audit: type=1400 audit(1592189416.854:60): apparmor="ALLOWED" operation="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-defaults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[21967.151893] audit: type=1400 audit(1592189416.858:61): apparmor="ALLOWED" operation="open" profile="libreoffice-soffice" name="/home/nelson/.cache/mesa_shader_cache/index" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="wrc" denied_mask="wrc" fsuid=1000 ouid=1000
[21967.152827] audit: type=1400 audit(1592189416.862:62): apparmor="ALLOWED" operation="open" profile="libreoffice-soffice" name="/usr/share/drirc.d/00-mesa-defaults.conf" pid=5791 comm="soffice.bin" requested_mask="r" denied_mask="r" fsuid=1000 ouid=0
[23363.209143] memo_200412956: loading out-of-tree module taints kernel.
[23363.209179] memo_200412956: module verification failed: signature and/or required key missing - tainting kernel
[23363.209324] Carnets: 200412956 201123848
[23658.606312] Sistemas Operativos 1
nelson@nelson-laptop:~/Escritorio/so1p1/modulos/memo_200412956$
```