

SEMINARIO LKM PDIH

Pablo Fernández Tello

En este seminario he implementado un programa en c que es un módulo del kernel de Linux que realiza un seguimiento de cuántas veces se carga y se carga y se descarga.

```
/**
 * @file    counter.c
 * @author  Pablo Fernandez
 * @date    30 May 2024
 * @version 0.1
 * @brief   A simple Loadable kernel module (LKM) that counts the number of times it is loaded
 * and unloaded, displaying the counts in the /var/log/kern.log file.
 */

#include <linux/init.h>           // Macros used to mark up functions e.g., __init __exit
#include <linux/module.h>         // Core header for loading LKMs into the kernel
#include <linux/kernel.h>         // Contains types, macros, functions for the kernel

MODULE_LICENSE("GPL");           ///< The license type -- this affects runtime behavior
MODULE_AUTHOR("Pablo");          ///< The author -- visible when you use modinfo
MODULE_DESCRIPTION("A simple Linux driver that counts loads and unloads."); ///< The description -- see modinfo
MODULE_VERSION("0.1");           ///< The version of the module

static int load_count = 0;        ///< Count of how many times the module is loaded
static int unload_count = 0;      ///< Count of how many times the module is unloaded

/** @brief The LKM initialization function
 * The static keyword restricts the visibility of the function to within this C file. The __init
 * macro means that for a built-in driver (not a LKM) the function is only used at initialization
 * time and that it can be discarded and its memory freed up after that point.
 * @return returns 0 if successful
 */
static int __init counter_init(void){
    load_count++;
    printk(KERN_INFO "Counter Module: Loaded %d times.\n", load_count);
    return 0;
}

/** @brief The LKM cleanup function
 * Similar to the initialization function, it is static. The __exit macro notifies that if this
 * code is used for a built-in driver (not a LKM) that this function is not required.
 */
static void __exit counter_exit(void){
    unload_count++;
    printk(KERN_INFO "Counter Module: Unloaded %d times.\n", unload_count);
}

/** @brief A module must use the module_init() module_exit() macros from linux/init.h, which
 * identify the initialization function at insertion time and the cleanup function (as
 * listed above)
 */
module_init(counter_init);
module_exit(counter_exit);
```

He hecho algunas modificaciones con respecto al código proporcionado el hello.c.

He declarado las variables **static int load_count = 0;** y **static int unload_count = 0** que cuentan cuantas veces se ha cargado y descargado el módulo respectivamente.

La función **counter_init** se ejecuta cuando el módulo se carga en el kernel. Incrementa el contador de cargas (load_count) y usa printk para registrar un mensaje en el registro del kernel indicando cuántas veces ha sido cargado el módulo.

La función **counter_exit** se ejecuta cuando el módulo se descarga del kernel. Incrementa el contador de descargas (unload_counter) y usa printk para registrar un mensaje en el registro del kernel indicando cuántas veces ha sido descargado el módulo.

Cuando se cargue este módulo, se ejecutará la función counter_init(), y cuando se descargue el módulo se ejecutará la función counter_exit().

Para compilar el módulo he usado el siguiente Makefile:

```
obj-m+=counter.o

all:
    make -C /lib/modules/$(shell uname -r)/build/ M=$(PWD) modules
clean:
    make -C /lib/modules/$(shell uname -r)/build/ M=$(PWD) clean
```

Como resultado he obtenido un LKM llamado counter.ko en mi directorio.

```
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ uname -a
Linux pablo-VirtualBox 6.5.0-35-generic #35~22.04.1-Ubuntu SMP PREEMPT_DYNAMIC Tue May  7 09:00:52 UTC 2 x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ make
make -C /lib/modules/6.5.0-35-generic/build/ M=/home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo modules
make[1]: se entra en el directorio '/usr/src/linux-headers-6.5.0-35-generic'
warning: the compiler differs from the one used to build the kernel
The kernel was built by: x86_64-linux-gnu-gcc-12 (Ubuntu 12.3.0-1ubuntu1~22.04) 12.3.0
You are using:          gcc-12 (Ubuntu 12.3.0-1ubuntu1~22.04) 12.3.0
CC [M] /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/counter.o
MODPOST /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/Module.symvers
CC [M] /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/counter.mod.o
LD [M] /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/counter.ko
BTF [M] /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/counter.ko
Skipping BTF generation for /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/counter.ko due to unavailability of vmlinux
make[1]: se sale del directorio '/usr/src/linux-headers-6.5.0-35-generic'
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ ls -l
total 252
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 2178 may 30 17:52 counter.c
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 113888 may 30 18:03 counter.ko
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 48 may 30 18:03 counter.mod
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 968 may 30 18:03 counter.mod.c
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 96352 may 30 18:03 counter.mod.o
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 18976 may 30 18:03 counter.o
-rw-r--r-- 1 pablo pablo 2424 may 11 2020 hello.c
-rw-r--r-- 1 pablo pablo 156 may 30 17:52 Makefile
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 48 may 30 18:03 modules.order
-rw-rw-r-- 1 pablo pablo 0 may 30 18:03 Module.symvers
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
```

A continuación he cargado el módulo usando las herramientas del módulo del kernel:

```
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ sudo insmod counter.ko
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ lsmod
Module
counter                12288  0
binfmt_misc            24576  1
nls_iso8859_1          12288  1
snd_intel8x0           53248  2
```

```

pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ modinfo counter.ko
filename:       /home/pablo/Descargas/S-modulo/modulo/counter.ko
version:        0.1
description:    A simple Linux driver that counts loads and unloads.
author:         Pablo
license:        GPL
srcversion:     FD7932D3818E93B48CD82C4
depends:
retpoline:      Y
name:           counter
vermagic:       6.5.0-35-generic SMP preempt mod_unload modversions
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ sudo rmmod counter.ko
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$
pablo@pablo-VirtualBox:~/Descargas/S-modulo/modulo$ sudo su -
root@pablo-VirtualBox:~# cd /var/log
root@pablo-VirtualBox:/var/log# tail -f kern.log
May 30 18:03:25 pablo-VirtualBox kernel: [ 1262.728493] audit: type=1107 audit(1717085005.399:87): pid=573 uid=102 auid=4294967295 ses=4294967295 subj
=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_signal" bus="system" path="/org/freedesktop/login1" interface="org.freedesktop.DBus.Properties" me
nber="PropertiesChanged" name=":1.13" mask="receive" pid=1765 label="snap.firefox.firefox" peer_pid=604 peer_label="unconfined"
May 30 18:03:25 pablo-VirtualBox kernel: [ 1262.728493] exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=102 hostname=? addr=? terminal=?
May 30 18:03:25 pablo-VirtualBox kernel: [ 1262.735731] audit: type=1107 audit(1717085005.407:88): pid=573 uid=102 auid=4294967295 ses=4294967295 subj
=unconfined msg='apparmor="DENIED" operation="dbus_signal" bus="system" path="/org/freedesktop/login1" interface="org.freedesktop.DBus.Properties" me
nber="PropertiesChanged" name=":1.13" mask="receive" pid=1765 label="snap.firefox.firefox" peer_pid=604 peer_label="unconfined"
May 30 18:03:25 pablo-VirtualBox kernel: [ 1262.735731] exe="/usr/bin/dbus-daemon" sauid=102 hostname=? addr=? terminal=?
May 30 18:04:09 pablo-VirtualBox kernel: [ 1306.482019] workqueue: blk_mq_run_work_fn hogged CPU for >10000us 4 times, consider switching to WQ_UNBOUN
D
May 30 18:05:43 pablo-VirtualBox kernel: [ 1400.845641] counter: loading out-of-tree module taints kernel.
May 30 18:05:43 pablo-VirtualBox kernel: [ 1400.845645] counter: module verification failed: signature and/or required key missing - tainting kernel
May 30 18:05:43 pablo-VirtualBox kernel: [ 1400.847585] Counter Module: Loaded 1 times.
May 30 18:09:10 pablo-VirtualBox kernel: [ 1608.023695] Counter Module: Unloaded 1 times.
May 30 18:09:11 pablo-VirtualBox kernel: [ 1609.139567] workqueue: ata_sff_pio_task hogged CPU for >10000us 4 times, consider switching to WQ_UNBOUND

```

```

May 30 18:05:43 pablo-VirtualBox kernel: [ 1400.847585] Counter Module: Loaded 1 times.
May 30 18:09:10 pablo-VirtualBox kernel: [ 1608.023695] Counter Module: Unloaded 1 times.

```

Se ha cargado correctamente y funciona correctamente ya que se ha cargado una vez y descargado otra como podemos ver.