

**Fecha de Entrega:** 4 de abril, 2025.

**Descripción:** este laboratorio reforzará sus conocimientos de diseño e implementación de sistemas operativos con tres ejercicios: creación y carga de un módulo propio al *kernel*; uso de la herramienta SystemTap; e instalación de un *bootstrap program* llamado LILO.

**Entregables:** Debe entregar en Canvas un archivo pdf con sus respuestas a las preguntas planteadas y con las capturas de pantalla solicitadas. Todo código debe ser incluido en un .zip con todos los archivos de código fuente correspondientes NO ejecutables, el PDF se debe subir a Canvas por separado en la misma entrega.

**Materiales:** una máquina virtual Linux.

### **Contenido**

#### **Ejercicio 1 (30 puntos)**

- a. Descargue la herramienta SystemTap con el siguiente comando:

```
sudo apt-get install systemtap
```

- b. Cree un archivo llamado `profiler.stp`, con el siguiente código:

```
probe timer.profile{  
    printf("Proceso: %s\n", execname())  
    printf("ID del proceso: %d\n", pid())  
}
```

- c. Ejecute su archivo usando el siguiente comando:

```
sudo stap profiler.stp
```

Durante la ejecución verá mucho *output*. Realice algunas acciones en su sistema operativo sin perder de vista el *output* que la terminal le muestra (e.g., minimice una ventana, abra un archivo de texto, etc.).

- ¿Qué puede ver en el *output* cuando realiza estas acciones?
- ¿Para qué sirve SystemTap?
- ¿Qué es una *probe*?
- ¿Cómo funciona SystemTap?
- ¿Qué es hacer *profiling* y qué tipo de *profiling* se hace en este ejercicio?

#### **Ejercicio 2 (30 puntos)**

- a. Abra su máquina virtual y tómela una *snapshot*.
- b. Cree un programa en C llamado `simple.c`. Este programa deberá #incluir los siguientes encabezados:
  - `<linux/init.h>`
  - `<linux/kernel.h>`
  - `<linux/module.h>`
  - `<linux/list.h>`
- c. Escriba dos métodos en su programa llamados `simple_init` y `simple_exit`. Ambos métodos deben declarar como parámetro únicamente `void`, y el primero debe retornar tipo `int` mientras que el segundo tipo `void`. El primer método debe devolver cero.
  - ¿Cuál es la diferencia en C entre un método que no recibe parámetros y uno que recibe `void`?
- d. En el primer método incluya la siguiente instrucción:

```
printk(KERN_INFO "Loading Module\nSistops");
```

Reemplace el texto `Sistops` por un mensaje personalizado. En el segundo incluya la siguiente instrucción:

```
printk(KERN_INFO "Removing Module\nSistops");
```

Nuevamente reemplace el texto `Sistops` por un mensaje personalizado.

- ¿Qué diferencia hay entre `printk` y `printf`?
  - ¿Qué es y para qué sirve `KERN_INFO`?
- e. Abajo de sus dos métodos incluya las siguientes instrucciones (reemplazando `<Su nombre>` con su nombre y `<Descripcion>` con una descripción personalizada):

```
module_init(simple_init);  
module_exit(simple_exit);  
MODULE_LICENSE("GPL");  
MODULE_DESCRIPTION("<Descripcion>");  
MODULE_AUTHOR("<Su nombre>");
```

Grabe su programa.

- f. Cree un archivo *Makefile* para su programa, que contenga el siguiente código:

```
obj-m += simple.o

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

- ¿Qué es una **goal definition** o definición de meta en un *Makefile*, y qué se está haciendo con la definición de meta `obj-m`?
  - ¿Qué función tienen las líneas `all:` y `clean:`?
  - ¿Qué hace la opción `-C` en este *Makefile*?
  - ¿Qué hace la opción `M` en este *Makefile*?
- g. Ejecute el comando `make` en el directorio donde haya creado `simple.c` y su correspondiente *Makefile*.
- h. Ejecute los siguientes comandos:

```
sudo insmod simple.ko
dmesg
```

Tome una captura de pantalla de los resultados de ambos comandos e inclúyala en sus entregables.

- ¿Para qué sirve `dmesg`?
  - ¿Qué hace la función `simple_init` en su programa `simple.c`?
- i. Ahora ejecute los siguientes comandos:

```
sudo rmmod simple
dmesg
```

Tome una nueva captura de pantalla de los resultados de ambos comandos e inclúyala en sus entregables.

- ¿Qué hace la función `simple_exit` en su programa `simple.c`?
- Usted ha logrado crear, cargar y descargar un módulo de Linux. ¿Qué poder otorga el ejecutar código de esta forma?

### **Ejercicio 3 (40 puntos)**

- a. Si todo ha salido bien con los demás ejercicios, tómese una *snapshot* a su máquina virtual. De lo contrario no continúe con este ejercicio y complete los demás, asegurándose de que su sistema queda estable. Repito: **no continúe este ejercicio sin sacar una *snapshot* estable de su máquina primero**. Deje constancia de los pasos seguidos y comandos ejecutados apoyándose de screenshots.
- b. Ejecute el siguiente comando en una terminal (note el guion al final):

```
sudo apt-get --purge install lilo grub-legacy-
```

Durante la instalación aparecerá una pantalla que le indicará ejecutar `liloconfig` y `/sbin/lilo` más adelante. Presione *Enter* e ignórela. Estos comandos harían automáticamente lo que los siguientes incisos le ayudarán a hacer “a pie”.

- c. Vaya al directorio `/dev/disk/by-id` y ejecute el comando `ls -Al`. El resultado le mostrará varios *links* simbólicos (si está utilizando la máquina virtual de Linux Mint los links están marcados en un celeste brillante), algunos de los cuales se dirigen a algo igual o parecido a `../../sda`. Anote el nombre del *link* que no incluye algo como “partN” y que apunta exactamente a `../../sda`. Además, anote la ruta completa de la ubicación del *link*.
- d. Vaya al directorio `/etc` y lea el contenido del archivo `fstab`. Verá una tabla (probablemente desalineada) y deberá buscar la fila cuya columna llamada `<mount point>` contenga `“/”`. De esa fila anote el contenido de la columna `<file system>`.
  - ¿Qué es y para qué sirve el archivo `fstab`?
  - ¿Qué almacena el directorio `/etc`? ¿En Windows, quién (hasta cierto punto) funge como `/etc`?
  - ¿Qué se almacena en `/dev` y en `/dev/disk`?
- e. En ese mismo directorio `/etc` cree un archivo llamado `lilo.conf` que contenga lo siguiente:

```
boot=<la dirección completa del link hacia sda>
compact
default=Linux
delay=40
install=menu
large-memory
lba32
map=/boot/map
root="<el file system anotado>"
read-only
vga=normal
image=/boot/vmlinuz
    label=Linux
    initrd=/boot/initrd.img
image=/boot/vmlinuz.old
    label=LinuxOld
    initrd=/boot/initrd.img.old
optional
```

En este archivo debe reemplazar `<la dirección completa del link hacia sda>` con la dirección **absoluta** hacia el *link* que anotó en el inciso c; y `<el file system anotado>` con lo que anotó en el inciso d (note que `<el file system anotado>` está rodeado de comillas).

- ¿Por qué se usa <la dirección completa del link hacia sda> en lugar de sólo /dev/sda, y cuál es el papel que el programa udev cumple en todo esto?
  - ¿Qué es un *block device* y qué significado tiene sd $x$ N, donde  $x$  es una letra y N es un número, en direcciones como /dev/sdb? Investigue y explique los conceptos de *Master Boot Record* (MBR) y *Volume Boot Record* (VBR), y su relación con UEFI.
  - ¿Qué es hacer *chain loading*?
  - ¿Qué se está indicando con la configuración root="*<el file system anotado>*"?
- f. Abra, en el mismo directorio /etc, el archivo kernel-img.conf, y asegúrese de que incluya las siguientes líneas (i.e., modifique y agregue según sea necesario):

```
do_symlinks = yes
relative_links = yes
link_in_boot = yes
```

- g. Vaya al directorio /boot y elimine los *links* simbólicos llamados vmlinuz e initrd.img.
- h. En el directorio /boot cree *links* simbólicos hacia vmlinuz-<su versión de kernel> e initrd.img-<su versión de kernel> con nombres vmlinuz e initrd.img respectivamente. Asegúrese del orden en el que se especifican los parámetros para crear un *link* simbólico (puede consultar man ln). En este paso debe reemplazar <su versión de kernel> por la versión de kernel que esté utilizando en su máquina virtual.
- ¿Qué es vmlinuz?
- i. En este mismo directorio elimine el subdirectorio grub con el siguiente comando:

```
sudo rm -r /boot/grub
```

- j. Vaya al directorio /etc/kernel y ejecute ls. Verá varios directorios. Acceda a cada uno y elimine los archivos que encuentre (si encuentra) que tengan "grub" en su nombre.
- k. Vaya al directorio /etc/initramfs/post-update.d y elimine los archivos que encuentre (si encuentra) que tengan "grub" en su nombre.
- l. Ejecute el siguiente comando:

```
sudo dpkg-reconfigure linux-image-<su versión de kernel>
```

- m. Si todo ha salido bien hasta ahora, reinicie su máquina virtual. Su sistema cargará el sistema operativo por medio de LILO en lugar de GRUB, y deberá iniciar sin pasar por el menú de selección de *kernel*. Cree una nueva *snapshot* de su máquina virtual y luego use esta y la *snapshot* anterior para tomar fotos del proceso de *booteo*, evidenciando el empleo de GRUB y LILO en cada caso. Incluya sus fotos o capturas con sus entregables.
- Mencione tres diferencias funcionales entre GRUB y LILO.