

LPIC-2 / Examen 201 - Kernel de Linux

201.4 Gestionar dispositivos de hardware y kernel

Teoría

Uno de los roles primordiales del kernel es interactuar con el hardware de la computadora. El kernel detecta el hardware durante el arranque, carga los controladores (drivers) apropiados (a menudo como módulos, ver 201.3) y crea interfaces para que los procesos de usuario puedan acceder a esos dispositivos.

Conceptos Clave:

1. Detección de Hardware por el Kernel:

- Durante el proceso de arranque, el kernel sondea los buses del sistema (PCI, USB, etc.) para identificar el hardware presente.
- Basándose en la información identificada (IDs de fabricante/dispositivo, etc.), el kernel carga los controladores de dispositivos (drivers) necesarios. Estos drivers permiten al kernel "hablar" con el hardware.
- Puedes ver mensajes de detección de hardware en los logs del kernel (`dmesg`).

2. El Sistema de Archivos `/dev`:

- Es un sistema de archivos virtual (en RAM) que contiene "archivos de dispositivo" (device nodes). Estos archivos no contienen datos en el sentido usual; son interfaces que representan dispositivos físicos o virtuales para los procesos de usuario.
- Los archivos de dispositivo se caracterizan por tener un **número principal (major number)** y un **número secundario (minor number)**.
 - El número principal identifica el tipo de dispositivo y el controlador asociado (ej: 8 para dispositivos SCSI/SATA, 1 para dispositivos de memoria como `/dev/mem`).
 - El número secundario identifica una instancia específica del dispositivo (ej: 0 para `/dev/sda`, 1 para `/dev/sda1`, 1 para `/dev/sdb`).
- **Tipos de Archivos de Dispositivo:**
 - **Dispositivos de Bloque (b):** Representan dispositivos a los que se accede en bloques de tamaño fijo (ej: discos duros, particiones, unidades USB). Se pueden montar sistemas de archivos sobre ellos. (Ej: `/dev/sda`, `/dev/sda1`).
 - **Dispositivos de Carácter (c):** Representan dispositivos a los que se accede como un flujo de bytes (secuencialmente). No se pueden montar sistemas de archivos sobre ellos. (Ej: terminales `/dev/tty*`, puertos serie `/dev/ttyS*`, `/dev/zero`, `/dev/random`).

- En sistemas SysVinit, `/dev` se poblaba estáticamente en gran medida, y los nombres de dispositivos podían ser inconsistentes entre arranques.

3. udev - El Gestor de Dispositivos Moderno:

- `udev` es un demonio (servicio) que se ejecuta en el espacio de usuario y gestiona dinámicamente el directorio `/dev/`.
- Funciona basándose en eventos enviados por el kernel cada vez que se añade o elimina un dispositivo, o cambia su estado.
- **Funciones de udev:**
 - **Creación de Nodos de Dispositivo:** Crea y elimina automáticamente los archivos de dispositivo apropiados en `/dev/` cuando el hardware se detecta o se retira.
 - **Carga de Módulos:** Puede cargar automáticamente los módulos del kernel (drivers) necesarios para un dispositivo cuando este es detectado.
 - **Configuración de Permisos y Propiedad:** Establece dinámicamente los permisos y el propietario/grupo de los archivos de dispositivo en `/dev/` según reglas configurables.
 - **Nombres de Dispositivos Predecibles y Enlaces Simbólicos:** Crea enlaces simbólicos en subdirectorios como `/dev/disk/by-uuid/`, `/dev/disk/by-label/`, `/dev/disk/by-id/` que apuntan a los nombres de dispositivo estándar (`/dev/sda`, etc.). Estos enlaces son **persistentes** entre arranques, lo que es fundamental para configurar `/etc/fstab` o LUKS de forma fiable.

4. Reglas de udev:

- El comportamiento de `udev` se define mediante archivos de reglas en directorios específicos.
- `/usr/lib/udev/rules.d/`: Contiene las reglas por defecto proporcionadas por los paquetes de software y la distribución.
- `/etc/udev/rules.d/`: Contiene las reglas personalizadas del administrador del sistema. Los archivos aquí anulan (si tienen el mismo nombre) o se añaden (si tienen nombres diferentes, procesados en orden numérico/alfabético) a las reglas en `/usr/lib/udev/rules.d/`.
- **Sintaxis de una Regla (`<numero>-<nombre>.rules`):** Cada regla es una línea de texto con pares clave-valor separados por comas.
 - **Claves de Coincidencia (Matching keys):** Identifican el dispositivo que activa la regla (ej: `KERNELS`, `SUBSYSTEMS`, `ATTRS`, `DRIVERS`, `BUS`). Puedes usar comodines.
 - **Claves de Asignación (Assignment keys):** Definen propiedades para el dispositivo o la acción a realizar (ej: `NAME`, `SYMLINK`, `MODE`, `OWNER`, `GROUP`, `ENV`, `RUN`).
 - **Clave `RUN+=`:** Ejecuta un programa externo al procesar la regla.

- Ejemplo básico: `SUBSYSTEM=="usb", ATTRS{idVendor}=="091e", ATTRS{idProduct}=="0003", MODE="0660", GROUP="plugdev", SYMLINK+="android_adb"` (Regla para un dispositivo USB específico, cambia permisos/grupo y crea un enlace simbólico).

5. Comando **udevadm**:

- La herramienta de línea de comandos para interactuar con **udev**.
- **udevadm monitor**: Muestra eventos de kernel y udev en tiempo real. Útil para ver qué sucede cuando conectas/desconectas hardware.
- **udevadm info <path_a_dispositivo>**: Muestra la información de atributos (ATTRS) que udev puede usar para identificar un dispositivo (ej: **udevadm info /dev/sda**).
- **udevadm trigger**: Dispara eventos de udev para que las reglas se procesen de nuevo (útil después de cambiar reglas o conectar hardware que no se detectó).
- **udevadm test <path_a_dispositivo>**: Prueba cómo udev procesaría un dispositivo específico, mostrando las reglas que coinciden y las propiedades resultantes. Útil para depurar reglas.

6. Herramientas de Listado de Hardware:

- **lspci**: Lista los dispositivos conectados al bus PCI (tarjetas gráficas, de red, controladoras de disco, etc.).
- **lsusb**: Lista los dispositivos conectados a los puertos USB.

Diferencias Debian vs. Red Hat (Dispositivos/Udev):

- **Convenciones de Nombres de Interfaces de Red**: Los nombres predecibles `enpXSY`, `wlpXSY` son estándar en ambos con udev/systemd, reemplazando a `ethX`, `wlanX`.
- **Ubicación de Reglas de Udev**: Ambas ramas usan `/etc/udev/rules.d/` para reglas locales y `/usr/lib/udev/rules.d/` para reglas de paquetes. La diferencia puede estar en el *contenido* específico de las reglas por defecto proporcionadas por la distribución.