

Sistemas Operativos

Contenido

El computador.....	1
Hardware.....	2
Software.....	3
Sistemas operativos.....	3
Interfaz usuario / computador.....	3
Manejo de recursos.....	4
Capacidad de evolución.....	5
Componentes del sistema operativo.....	5
Kernel o núcleo.....	5
Procesos.....	5
Interrupciones.....	6
Modos usuario y superusuario.....	6
Manejo de memoria.....	6
Memoria virtual.....	7
Multitarea.....	7
Acceso a discos y sistemas de archivos.....	7
Controladores de dispositivos (drivers).....	7
Redes de datos.....	8
Seguridad.....	8
Interfaz de usuario.....	8
Principales sistemas operativos.....	9
Referencias, lecturas complementarias.....	9

Este capítulo es una introducción al concepto de sistema operativo. Define algunos términos esenciales y resume conceptos básicos necesarios para poder operar eficientemente en un sistema Linux. Algunos conceptos pueden resultar difíciles de comprender solo en la lectura; el uso y experimentación del sistema operativo Linux ayudará a asimilar mejor esos conceptos.

El computador

Un *computador*, *computadora*, u *ordenador*, comprende dos categorías de elementos: hardware y software.

Hardware, o más específicamente *hardware de computador*, es el conjunto de los elementos físicos que componen una computadora. El hardware de un computador corriente comprende monitor, teclado, ratón, procesadores, memoria interna, placa gráfica, placa de sonido, discos, tarjetas SD, parlantes, cámara, antena WiFi, más otra serie de elementos necesarios u opcionales.

Software, o más específicamente *software de computador*, comprende los datos y las instrucciones que pueden ser almacenadas y ejecutadas por el hardware. El software ejecutable se

implementa a través de un conjunto de instrucciones llamado *programa*, El software abarca toda la información procesada por un computador, ya sean programas o datos; incluye programas básicos para el funcionamiento, programas en bibliotecas adicionales, programas agregados por el usuario para tareas específicas, así como datos no ejecutables tales como documentación en línea o medios digitales. El software ejecutable está integrado por *componentes*, también llamados *módulos*, *subsistemas* o *paquetes*. Cada componente realiza algunas tareas específicas; la realización de estas tareas puede ser solicitada por un usuario o por otros componentes, a quienes se devuelven los resultados.

Un *sistema de computación* reúne hardware y software. El hardware y el software en un sistema de computación son mutuamente dependientes; no funcionan uno sin el otro, y deben ser compatibles entre sí.

El software puede clasificarse en dos grandes grupos:

- *software de sistema*: posibilita el funcionamiento del computador, está diseñado para proveer servicios a otro software. Realiza tareas tales como recibir digitaciones del teclado, leer información de un disco, realizar cálculos matemáticos o processar cadenas de caracteres, iluminar los pixeles del monitor para presentar gráficos, convertir datos digitales en sonido a través de los parlantes, y un sinnúmero de otras tareas básicas.
- *software de aplicación, programas de aplicación*, o simplemente *aplicaciones*: realizan tareas de interés para los usuarios. Son ejemplos de programas de aplicación un procesador de textos, una planilla electrónica, un sistema de contabilidad, un navegador web, un reproductor de música o video, un simulador de vuelo, un juego de computadora, un editor de imágenes.

Un *sistema operativo* es un conjunto de componentes de software de sistema encargado de manejar el hardware del computador y otros recursos de software con el objetivo de brindar los servicios necesarios a los programas de aplicación. Un procesador de textos, un programa de video, un navegador web necesitan del sistema operativo para poder cumplir sus funciones.

Hardware

En el hardware pueden distinguirse cuatro elementos estructurales:

- *Procesador, unidad de procesamiento, CPU* (Central Processing Unit): es un circuito electrónico que controla todo el funcionamiento del computador y realiza operaciones sobre una fuente de datos, usualmente la memoria principal o algún flujo de datos que recibe. Actualmente un computador suele tener varios procesadores o *núcleos*.
- *Memoria, memoria principal, RAM* (Random Access Memory): elementos de hardware destinados a almacenar información para el uso inmediato, en comunicación directa con el procesador, de muy rápido acceso. Es volátil, se borra cada vez que se apaga el computador.
- *Módulos de entrada/salida, E/S, I/O* (Input/Output): son las partes del hardware encargadas del intercambio de datos con otros dispositivos, tales como un teclado, una antena de WiFi o



Figura 1: Estratos de acceso desde el usuario al computador (Wikipedia)

un pendrive. Las entradas (*inputs*) son señales o datos recibidos por el sistema desde esos otros dispositivos, y las salidas (*outputs*) son las señales o datos enviados por el sistema hacia otros dispositivos.

- *Bus del sistema*: permite la comunicación entre el procesador, la memoria principal y los dispositivos de entrada salida. Un *bus* es un conductor común a varios dispositivos que permite distribuir información entre ellos.

El procesador cuenta con varios registros internos para acceder a la memoria o a los dispositivos de entrada salida, y para intercambiar datos con ellos. La memoria es un conjunto de localizaciones individuales numeradas secuencialmente; cada localización contiene un conjunto de bits (0s o 1s) que pueden ser interpretados como un dato o como una instrucción para el procesador. Un módulo de entrada salida transfiere datos entre un dispositivo externo y el procesador o la memoria. Existen registros de almacenamiento temporal (*buffer*) para retener datos hasta su utilización, y optimizar así el acceso a los dispositivos, normalmente muy lento con respecto a la memoria principal. La comunicación entre procesador, memoria y módulos de entrada salida se realiza a través del bus.

Software

El programa a ser ejecutado por el procesador consiste en una serie de instrucciones almacenadas en la memoria. El procesador extrae una instrucción de la memoria, la ejecuta, y va a buscar a la memoria la siguiente instrucción. Las acciones del procesador son de cuatro tipos:

- transferencia de datos entre el procesador y la memoria.
- transferencia de datos entre el procesador y los dispositivos de entrada salida.
- procesamiento de datos; el procesador realiza operaciones aritméticas o lógicas sobre los datos.
- control: una instrucción puede cambiar la secuencia de operaciones, dirigiendo al procesador hacia una localización de memoria particular para buscar la siguiente instrucción.

Sistemas operativos

Los sistemas operativos tienen tres objetivos principales:

- **Conveniencia**: facilitar el manejo del computador; el sistema operativo actúa como una interfaz entre el usuario y la máquina.
- **Eficiencia**: mejorar el uso de los recursos del computador, optimizando tiempos y tareas.
- **Evolución**: facilitar el desarrollo e introducción de nuevas funciones.

Interfaz usuario / computador

El sistema operativo puede verse como un intermediario entre el usuario y el computador. El usuario interactúa con las aplicaciones, programas escritos en un lenguaje de programación. Las aplicaciones utilizan los servicios ofrecidos por el sistema operativo. El sistema operativo se encarga de las tareas asociadas al manejo del hardware, liberando a las aplicaciones de estas complejidades. El sistema operativo brinda los siguientes servicios:

- Desarrollo de programas: provee facilidades y servicios para el desarrollo de aplicaciones (escritura de programas en lenguaje de programación).
- Ejecución de programas: se encarga de cargar datos e instrucciones en memoria, seguir la secuencia de ejecución de las instrucciones, manejar archivos y dispositivos de entrada salida, etc.
- Acceso controlado a los archivos: interpreta las estructuras internas de los archivos, controla el acceso a ellos según los permisos de los usuarios y las operaciones que tienen autorizadas.
- Acceso al sistema: controla el acceso a los distintos recursos por los distintos programas y usuarios, protege datos y recursos ante usuarios no autorizados, resuelve conflictos cuando varios usuarios intentan acceder los mismos recursos al mismo tiempo (conurrencia).
- Detección de errores y respuesta: varios tipos de errores pueden ocurrir, tanto de hardware como de software; el sistema operativo debe detectarlos e intentar manejarlos con el menor impacto posible para las aplicaciones en curso. La respuesta puede ser terminar el programa causante del error, reintentar la operación, o solo informar del error a la aplicación.
- Contabilidad: estadísticas de uso y rendimiento, tiempos de respuesta.

En una perspectiva más técnica, se reconocen en los sistemas operativos las siguientes interfaces:

- *Arquitectura del computador o ISA (Instruction Set Architecture)*: es un modelo abstracto del computador, expresado como un conjunto de instrucciones. Una realización concreta de un ISA se denomina una *implementación*. El ISA actúa como una interfaz entre el software y el hardware. Diferentes implementaciones de un mismo ISA sobre distinto hardware aseguran la compatibilidad, permitiendo el intercambio de datos y programas entre diferentes modelos de máquina.
- *Interfaz binaria de aplicación o ABI (Application Binary Interface)*: define estructuras y métodos para permitir a una aplicación invocar bibliotecas o código ya compilado en lenguaje de máquina. La ABI define el formato binario de intercambio entre componentes de software o el sistema operativo. La ABI es utilizada sobre todo al escribir los compiladores de lenguajes de programación, bibliotecas, o sistemas operativos.
- *Interfaz de programación de aplicaciones o API (Applications Programming Interface)*: es un conjunto de definiciones de subrutinas (secuencias de instrucciones para objetivos específicos), protocolos y herramientas para construir software de aplicaciones. En esencia, provee un conjunto de métodos claramente definidos para comunicar componentes de software. Una buena API provee todos los bloques necesarios para la construcción de un programa mediante un lenguaje de programación. Un programador de aplicaciones debe conocer sobre todo la API; ahí encuentra la forma de acceder a los recursos del sistema. La API permite transferir un programa a otros computadores que soporten la misma API, mediante recompilación (conversión del lenguaje de programación a ejecutable binario).

Manejo de recursos

El sistema operativo es responsable del manejo de los recursos para el movimiento, almacenaje y procesamiento de datos, así como del control de estas funciones. Sin embargo, por momentos el sistema operativo cede el control a los programas en ejecución, quienes utilizan los recursos del computador para realizar su tarea, conforme ciertos parámetros de acceso a esos recursos y tiempos

concedidos. Una vez cumplida la tarea o agotado el tiempo asignado para la ejecución, el control vuelve al sistema operativo. El procesador es también un recurso, y el sistema operativo determina el tiempo a conceder a cada programa que lo utiliza.

Capacidad de evolución

El sistema operativo evoluciona en el tiempo, originando las diferentes versiones, en respuesta a cambios o nuevas necesidades:

- Evolución del hardware, aparición de nuevos tipos de hardware.
- Nuevos servicios, a medida que se detectan insuficiencias en los servicios existentes o surgen nuevas necesidades.
- Correcciones: los sistemas operativos son muy complejos, y suelen tener errores; se los va corrigiendo a medida que son descubiertos, a veces cuando el sistema operativo ya ha sido distribuido extensamente. En estos casos, se publican actualizaciones del software, para corregir errores o brechas de seguridad.

El diseño del sistema operativo debe prever esta evolución desde sus inicios.

Componentes del sistema operativo

El sistema operativo debe asegurar el trabajo coordinado de todas las partes del computador. Esta coordinación se realiza a través de diferentes componentes y facilidades propias del sistema operativo.

Kernel o núcleo

Junto con los manejadores de dispositivos (drivers) y el firmware (programas fijados en dispositivos) el *kernel* o núcleo del sistema operativo provee el nivel más básico de control sobre todos los dispositivos de hardware del computador. Maneja el acceso a memoria, asigna recursos de hardware a los programas, regula la operativa del procesador para optimizar su uso, organiza los datos para su almacenamiento permanente en sistemas de archivos residentes en discos y otros dispositivos.

Procesos

El sistema operativo intermedia entre una aplicación y el hardware, estableciendo la manera de acceder al hardware. Ofrece un conjunto de servicios que simplifica el desarrollo y ejecución de los programas de aplicación. La ejecución de un programa de aplicación implica la creación de ciertas estructuras administrativas y la asignación de los recursos necesarios para realizar sus tareas; este conjunto de estructuras y recursos conforman un *proceso*, la situación de un programa mientras está en ejecución. Al solicitarse la ejecución de un programa, el kernel crea un proceso para este programa, le asigna ciertos recursos (memoria, tiempo de procesamiento, prioridad, acceso a dispositivos, etc.), carga el código binario del programa en memoria e inicia la ejecución de sus instrucciones en el procesador. Al finalizar la ejecución, se restituyen los recursos como disponibles, y se termina el proceso.

Interrupciones

Casi todos los computadores disponen de algún mecanismo por el cual es posible interrumpir la secuencia de ejecución de instrucciones para atender otra tarea, como puede ser un clic en el ratón, la lectura de datos de un disco, la llegada de paquetes a la tarjeta de red, un tiempo agotado, la solicitud de un proceso, o aún una falla en el hardware. El uso de interrupciones permite mejorar el rendimiento del procesador, realizando otras tareas mientras se aguarda la culminación de una operación más lenta, como la lectura de un dispositivo externo o la llegada de datos por la red. El acceso a dispositivos de entrada salida es muy lento comparado con el acceso a memoria y la velocidad del procesador. Cuando el procesador pide datos a un dispositivo de entrada salida, éste demorará bastante en realizar la operación. Entretanto, el procesador puede continuar con otra tarea. Cuando el dispositivo de entrada ha terminado la lectura, genera una interrupción para avisar al procesador que tiene los datos disponibles.

Cuando se produce una interrupción, se suspende el programa que está corriendo, se guardan sus datos y su estado, y se retoma el proceso que produjo la interrupción, recuperando sus datos y estado previamente guardados. Las interrupciones pueden provenir del hardware o del programa en ejecución. El mecanismo de interrupciones permite compartir eficientemente los recursos, aprovechando los tiempos de espera por alguna acción ejecutando otro programa. Si bien el cambio de un programa a otro tiene un costo en tiempo y procesamiento, la diferencia de tiempos en la ejecución de diferentes tareas justifica ampliamente este costo.

Modos usuario y superusuario

Los sistemas operativos modernos soportan al menos dos modos de operación: usuario y superusuario. El modo superusuario permite el acceso irrestricto a todos los recursos del computador. El modo usuario limita el uso de instrucciones e impide el acceso directo a los recursos. El kernel opera en modo superusuario para acceder los recursos de hardware. Los programas de aplicación corren en modo usuario, y solo pueden acceder a los recursos a través del kernel mediante una interrupción. En el modo usuario existe una protección ante tareas posiblemente dañinas para el sistema. En el modo superusuario no existen restricciones.

Manejo de memoria

El kernel debe asegurar a cada aplicación el uso de una cierta cantidad de memoria, el acceso independiente a ella, y la no interferencia con la memoria usada por otros programas. Esta protección de memoria se realiza por varios mecanismos, como la segmentación de memoria y el paginado. Si un programa intenta acceder una región de memoria no autorizada (*violación de segmento*) se genera una interrupción por la cual el procesador entra en modo supervisor y termina el programa.

Almacenamiento primario es la memoria principal, usualmente RAM, la más cercana al procesador y la más rápida. Este tipo de memoria es un recurso caro, generalmente limitado; en un computador personal suele estar entre 4 GB y 16 GB (1 gigabyte = 1000 millones de bytes). Además, es volátil, los datos se borran cuando se apaga el computador. El *almacenamiento secundario* reúne un conjunto de dispositivos de almacenamiento de datos menos accesible, más lento, pero no volátil y de mucho mayor volumen. Una tarjeta SD puede almacenar 32, 64, 128 o 256 GB. Los discos rígidos de 1 TB (terabyte = 1000 GB) son hoy comunes y de costo accesible. El almacenamiento primario se complementa con el almacenamiento secundario, por volumen y por persistencia (no es volátil).

Memoria virtual

Al ser la memoria principal un recurso compartido, es posible que un programa intente acceder a una porción de memoria que le ha sido adjudicada pero no está disponible; esto se denomina error de página (page fault). Esta situación genera una interrupción, a la cual el kernel responde reasignando memoria y concediendo al programa solicitante la memoria necesaria. Al escasear la memoria interna (almacenamiento primario) el kernel transfiere datos a los otros dispositivos de memoria (almacenamiento secundario), recuperándolos cuando se necesiten. Con este manejo del kernel el programa percibe su espacio de memoria como continuo y único, independiente de su ubicación física y del uso de memoria por otros programas; es la llamada *memoria virtual*.

Multitarea

Multitarea es la ejecución de varios programas independientes al mismo tiempo en la misma máquina. Cada programa se percibe como corriendo solo, con todos los recursos de la máquina a su disposición, no percibe la ejecución de otros programas. El usuario a su vez percibe la ejecución de varias aplicaciones como si fuera simultánea, aunque en realidad se atiende de una por vez, o a veces dos o más, según la cantidad de núcleos en el procesador. Esta forma de atención donde se concede un cierto tiempo a cada programa se denomina *tiempo compartido*. El kernel realiza la asignación de tiempos de ejecución a cada proceso, cambiando de uno a otro sin que este cambio sea percibido por los programas ni por los usuarios.

Acceso a discos y sistemas de archivos

Los computadores guardan datos en discos u otros dispositivos usando archivos. Un archivo es un conjunto de datos estructurados para permitir un acceso rápido, con alta confiabilidad, y buen uso del espacio. La forma específica de organización interna de los archivos se denomina *sistema de archivos*. Existe variedad de sistemas de archivos; en Linux es común el `ext4`, en MS Windows el `FAT32` o el `NTFS`. No todos los sistemas de archivos resultan legibles en un determinado sistema operativo.

Los archivos se identifican por un nombre, y tienen diversos atributos como tamaño, hora de acceso, permisos y otros. El sistema de archivos permite guardar varios archivos bajo un mismo nombre en un *directorio* o *carpeta* (denominación en MS Windows). El sistema de archivos permite crear también directorios dentro de otros directorios, generando así un árbol de directorios.

Controladores de dispositivos (drivers)

Un *controlador* o *driver* es un programa desarrollado para interactuar con un dispositivo de hardware. Este software actúa como una interfaz para la comunicación entre el kernel y el dispositivo. Según el dispositivo, el intercambio de datos se realiza a través del bus del computador o de un subsistema de comunicación al cual está conectado ese hardware, como puede ser USB (Universal Serial Bus). El controlador suele ser específico para uno o varios dispositivos de determinadas marcas y modelos. El controlador es un software específico para cada sistema operativo: un controlador de red WiFi para Linux no funcionará en MS Windows, ni viceversa.

Redes de datos

Actualmente los sistemas operativos soportan variedad de protocolos de comunicación, equipos y aplicaciones. Esto posibilita que diferentes equipos con diferentes sistemas operativos puedan

participar en una misma red de datos, compartiendo recursos tales como procesamiento, archivos, impresoras, escaners; la comunicación puede establecerse a través de conexiones cableadas como Ethernet o inalámbricas como WiFi.

Una red permite a un computador usar recursos de otros computadores tal como si fueran propios. En la *arquitectura cliente servidor*, una máquina denominada *servidor* implementa una serie de servicios y los coloca a disposición de otras máquinas llamadas *clientes*, que usan esos servicios sin tener que implementarlos ellas mismas. El acceso a un servicio remoto desde un cliente se realiza dirigiéndose a la *dirección IP* de la máquina servidor, y a un cierto *puerto* o dirección interna donde ese servicio está disponible: la dirección 192.168.11.101:8000 indica la máquina identificada con la dirección de red 192.168.11.101 y su puerto 8000. Los puertos permiten acceder a distintos servicios usando distintos números dentro de una misma máquina. Por ejemplo, un servidor puede atender pedidos de páginas web en el puerto 80, conexiones para envío de correo electrónico en el puerto 25, y clientes de un programa de gestión en el puerto 8000.

Seguridad

El sistema operativo provee acceso a un conjunto de recursos, tanto al software que corre en la máquina local como a otras máquinas de la red, a través del kernel. El sistema operativo debe poder distinguir entre los pedidos que deben ser atendidos y los que deben ser rechazados. Además de distinguir entre acceso privilegiado (superusuario) y no privilegiado (usuario), los sistemas requieren alguna forma de *identificación*, tal como un nombre de usuario, y algún procedimiento de *autenticación*, como una contraseña o una huella digital, para poder determinar si ese usuario es efectivamente quien dice ser. Como parte de la identificación surge la *autorización*, qué puede hacer ese usuario. La *cuenta de usuario* es un registro donde se consignan estos aspectos. SI bien algunas máquinas brindan servicios públicos sin restricción alguna, como los sitios web, para acceder a una máquina una persona debe disponer de una cuenta de usuario en esa máquina, e introducir su contraseña para poder acceder a sus servicios.

El sistema operativo también suele proveer un sistema de *auditoría*, por el cual registra quienes acceden a esa máquina, cuántas veces, qué recursos solicitan, durante cuánto tiempo.

Interfaz de usuario

La interfaz de usuario es necesaria para permitir a una persona interactuar con el computador. La interfaz de usuario permite visualizar la estructura de directorios y solicitar servicios al sistema operativo. El usuario envía datos al sistema operativo mediante dispositivos de entrada (teclado, ratón, lector de tarjetas magnéticas, etc.). El sistema operativo presenta indicadores para el ingreso de comandos, mensajes de estado, resultados de operaciones, en los dispositivos de salida (pantalla, impresora). La interfaz de usuario se denomina comúnmente *shell*.

Las dos formas más comunes de interfaz de usuario son la *interfaz de línea de comando*, en la cual el usuario digita línea a línea cada comando, y la *interfaz gráfica de usuario* (GUI, Graphical User Interface) en la cual se provee una presentación visual con ventanas, íconos, menús y punteros.

```
victor@uma -  
drwxr-xr-x 2 mdm mdm 4096 ago 25 10:17 hsperrdata mdm  
drwxr-xr-x 2 victor victor 4096 ago 25 13:17 hsperrdata_vict  
or  
drwx----- 2 mdm mdm 4096 ago 25 10:17 icedteapugin-m  
dm-EI0knH  
victor@uma ~ $ hostname  
uma  
victor@uma ~ $ uname -a  
Linux uma 4.4.0-21-generic #37-Ubuntu SMP Mon Apr 18 18:33:37  
UTC 2016 x86_64 x86_64 x86_64 GNU/Linux  
victor@uma ~ $ whoami  
victor  
victor@uma ~ $ date  
vie ago 25 15:40:22 UYT 2017  
victor@uma ~ $
```



Interfaz de línea de comandos (bash). Cada comando se escribe luego de un indicador o “prompt”; el resultado aparece a continuación, hacia la parte inferior de la pantalla.

Interfaz gráfica de usuario (Cinnamon). Los programas se muestran como imágenes, los archivos, directorios y aplicaciones como íconos y símbolos. El ratón selecciona y actúa sobre esos elementos.

Principales sistemas operativos

Los sistemas operativos se encuentran en todos los equipos que incluyen algún tipo de dispositivo equiparable a un computador: computadoras de escritorio, notebooks, tablets, teléfonos celulares (smartphones), consolas de videojuegos, servidores de sitios web, computadoras grandes (mainframes), supercomputadoras.

En computadoras de escritorio el sistema operativo dominante es Microsoft Windows por un muy amplio margen, seguido de macOS de Apple, con Linux en tercer lugar con un pequeño porcentaje. En dispositivos móviles (smartphones y tablets), Android de Google domina ampliamente, seguido muy lejos por iOS de Apple. En servidores y supercomputadoras dominan ampliamente las diferentes distribuciones de Linux.

Referencias, lecturas complementarias

- Wikipedia, artículos principales: [hardware](#), [software](#), [operating system](#).
- Stallings, William. *Operating Systems: Internals and Design Principles*, 8th edition, 2015. Pearson Education Inc. ISBN 10:0-13-380591-3, ISBN 13: 978-0-13-380591-8.



Copyright: Victor Gonzalez-Barbone.

Esta obra se publicada bajo una Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.