Firmware: Software de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo [contacto directo con el Hardware para controlarlo y ejecutar instrucciones externas (instrucciones en lenguaje máquina para propósitos específicos 🡪 Microprogramas, microinstrucciones)]

BIOS: Firmware de una computadora cuyo propósito es activar una máquina desde su encendido y preparar el entorno para cargar el Sistema Operativo en la memoria RAM y en el disco duro

Registros del procesador:

* Tipo de memoria de acceso más rápido y capacidad menor con respecto a la memoria principal
* Hay 2 tipos:
  + Registros visibles para el usuario: Permiten al programador en lenguaje máquina o en ensamblador minimizar las referencias a memoria principal
  + Registros de control y estado: Utilizados por el procesador para controlar su operación y por rutinas privilegiadas del SO para controlar la ejecución de programas.

Tipo 1:

* Registros de datos
* Registros de dirección (direcciones de memoria):
  + Registros índice (base + índice = dirección de memoria
  + Puntero de segmento: Memoria dividida en segmentos
  + Puntero de Pila: Registro en la cima de la pila

Tipo 2:

* Contador de Programa (PC): dirección de memoria donde se encuentra la próxima instrucción a ejecutar
* Registro de instrucción (IR): última instrucción leída
* Program Status Word (PSW)
  + Códigos de condición
  + Habilitar/Inhabilitar interrupciones
  + Modo usuario/supervisor

Instrucciones de Entrada/Salida

Además de intercambiar información con la memoria, el procesador puede intercambiar datos con un módulo de E/S (ej. Controlador de disco duro, impresora).

Dispositivo E/S 🡪 Identificador 🡪 Módulo E/S

1. E/S programada

Instrucción E/S 🡪 invoca a una rutina de E/S (utilidad del sistema que se encarga de realizar la operación de E/S). Esta rutina tiene 3 partes:

* + 1.1- Secuencia de instrucciones para preparar la operación real de E/S (copiar los datos en un buffer especial, preparar los parámetros de un mandato para el dispositivo).
  + 1.2- Mandato real de E/S: Implica para la E/S programada:
    - Posibilidad 1: El programa de usuario se detenga y espere a que el dispositivo de E/S realice la función solicitada
    - Posibilidad 2: El programa esté preguntando al dispositivo de E/S si ha acabado o no, o el procesador va realizando operaciones de comprobación
  + 1.3- Completar la operación de E/S e indicar si ha sido correcta o no

Las operaciones de E/S duran un tiempo largo hasta que se completan (muchos ciclos de reloj). Ejemplos:

* PC que opera a 1 GHz (ejecutar 109 instrucciones por segundo).
* Disco duro 🡪 Velocidad de rotación de 7200 revoluciones por minuto con un tiempo de rotación de media pista de 4 ms 🡪 4 millones de veces más lento que el procesador

El programa de usuario se queda detenido un tiempo considerable hasta que termina la operación de E/S

1. E/S dirigida por interrupciones

INTERRUPCIÓN: Mecanismo por el cual otros módulos (ej. Módulos de E/S, memoria) pueden interrumpir el comportamiento secuencial del procesador para mejorar la utilización del mismo (evitar tiempos muertos de espera).

TIPOS DE INTERRUPCIONES:

1. Por temporizador: Generadas por un temporizador del procesador (procesador 🡪 Sistema Operativo)
2. E/S: Generadas por un controlador de E/S para indicarle al procesador que la operación actual de E/S ha terminado correctamente o enviar un código de error

Proceso:

* Cuando el programa de usuario llega a una instrucción de E/S se ejecuta el código de preparación (1.1) y el mandato real de E/S (1.2)

Preparación (copia datos)

Instrucción:

Buffer

* Se devuelve a continuación el control al programa de usuario:

Mandato real (imprime)

* 1. El dispositivo de E/S está ocupado aceptando los datos del buffer de memoria e imprimiéndolos
  2. La operación de E/S se lleva a cabo de forma concurrente con la ejecución de instrucciones en el programa de usuario
  3. Cuando el dispositivo de E/S requiere de más datos del procesador envía una señal de interrupción al procesador 🡪 se interrumpe la ejecución del programa de usuario

1. Acceso directo a memoria (DMA)

En el método (2) todavía se requiere la intervención activa del procesador para transferir datos entre la memoria y el dispositivo de E/S (copiar nuevos datos en el buffer). Esto provoca 2 inconvenientes:

1. La tasa de transferencia de E/S está limitada por la velocidad con la que el procesador pueda comprobar el estado del dispositivo y ofrecerle servicio
2. El procesador está involucrado en la gestión de las transferencias de información durante la operación de E/S

SOLUCIÓN: El procesador delega su trabajo a un módulo DMA (módulo separado conectado en el bus del sistema que se encarga de ir controlando las transferencias de información durante la operación de E/S)

Interrupción vs Excepción