

Formas de Organización/Microarquitectura

- Arquitectura Von Neumann: Un único espacio de direccionamiento, y única ruta de acceso al CPU.
- Arquitectura Harvard: Memoria de datos y memoria de instrucciones tienen rutas de hardware diferentes hacia el CPU, además de espacios de direccionamiento separados.
- Arquitectura Harvard Modificada: rutas de hardware diferentes para el CPU Cache, y un espacio de direccionamiento único.

Clasificación de los ISA

Otros ISAs

- ISA ortogonal: El código de operación y el operando son independientes.
- Cualquier instrucción puede usar cualquier operando.

Longitud fija vs longitud variable:

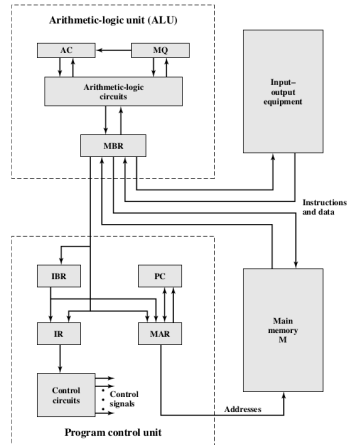
- Longitud fija: *Fetching y decoding* por hardware es rápido.
- Longitud variable: *Fetching y decoding* por hardware es lento.

Arquitectura Von Neumann: Características VIEJA

- La información se representa por medio de direcciones.
- Memoria unificada**, una única memoria para datos y programa.
- Las instrucciones almacenadas y ejecutadas secuencialmente: Program counter debe actualizarse ($PC=PC+1$) para obtener siguiente instrucción.
- Ciclo de Fetch: Búsqueda, Decodificación, Ejecución, Almacenado.
- Cuenta con un ISA de 21 instrucciones.

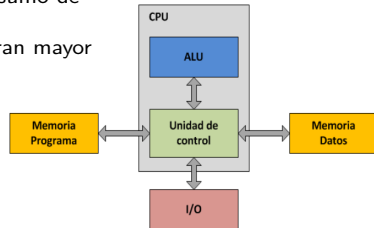
En la versión original se listaron las siguientes partes:

- Central Arithmetic (CA)*: Unidad encargada de llevar a cabo las operaciones aritméticas de suma, resta, multiplicación y división.
- Central Control (CC)*: Lógica de control del computador, encargado de llevar la secuencia correcta del programa.
- Memoria (M): Almacena largas cantidades de operaciones (programa). Se ejecuta secuencialmente.
- I/O Equipment (I,O)*: Periféricos del sistema.



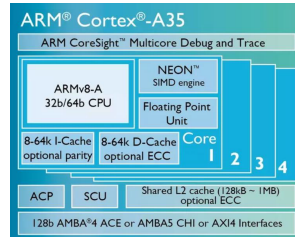
Arquitectura Harvard: Características

- Memoria de datos y memoria de programa están **físicamente** separadas.
- Acceso a memoria de datos e instrucciones puede ser simultáneo.
- Ventaja: mayor rendimiento (paralelismo).
- La mayoría de DSP poseen una arquitectura tipo Harvard pues necesitan buscar datos y operaciones al mismo tiempo.
- Desventajas de la arquitectura de Harvard:
 - El espacio de direccionamiento separado implica 2 memorias físicas diferentes: mayor espacio, consumo de potencia.
 - Rutas diferentes (mayor ancho de banda) generan mayor consumo de potencia dinámica.



Arquitectura Harvard Modificada

- Desventajas de la arquitectura de Harvard:
 - El espacio de direccionamiento separado implica 2 memorias físicas diferentes: mayor espacio, consumo de potencia.
 - Rutas diferentes (mayor ancho de banda) generan mayor consumo de potencia dinámica.
- Arquitectura de Harvard Modificada:
 - Disminuye el impacto de la separación de memoria.
 - Rutas separadas para instrucciones y datos, con único espacio de direccionamiento.
 - Provee instrucciones para acceder a los contenidos de la memoria de instrucciones como si fueran datos.
 - Una única memoria principal.
 - Utiliza dos memorias caché de CPU, para la separación de datos e instrucciones.
 - Una única memoria principal.
 - Desde el punto de vista macro se comporta como una arquitectura Von Neumann, pero internamente separa instrucciones y datos.
 - ¿Dónde está lo complicado?



La mayoría de las arquitecturas modernas-Harvard son en realidad Harvard Modificada.

Clasificación de los ISA

Tipo de operando

Tipos de operando que existen:

Load/Store → Divide las operaciones en dos categorías:

- Accesos a memoria (instrucciones: Load/Store en memorias y registros).
- Operaciones con ALU (solo entre registros).

Ejemplos: ARM, RISC-V, MIPS.

Tipo de operando: Register/Mem

Operaciones pueden ser entre registros y entre espacios de memoria.

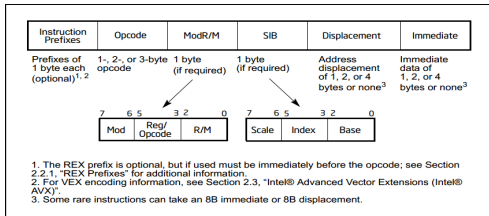


Figure 2-1. Intel 64 and IA-32 Architectures Instruction Format

Clasificación de los ISA

Complejidad de instrucciones: CISC

Complex Instruction Set Computer:

- Enfoque inicial de arquitectura.
- El ISA contiene gran variedad de instrucciones: instrucciones poderosas y complicadas.
- Facilidad de programación.
- El compilador no realiza traducciones complejas: instrucciones son similares a lenguajes de alto nivel.

Ejemplo: x86.

Características típicas del set:

- Ventajas:
 - Facilidad de programación: Tareas complejas se realizan en menos tiempo.
 - Múltiples modos de direccionamiento simplifican las tareas.
 - Tamaño de código pequeño.
 - Desventajas:
 - Instrucciones de tamaño variable: diferente tiempo de búsqueda y ejecución hacen muy complicado tener sistemas determinísticos. Hardware es complicado (área, dinero).
 - Muchas de las instrucciones especializadas no son utilizadas con frecuencia: El 98 % de las instrucciones en un programa típico corresponden al 20 % de las instrucciones del set.
- Múltiples modos de direccionamiento (forma de acceder a datos en memoria).
 - Formato de instrucciones variable.
 - Duración de instrucciones variable.
 - Bajo número de registros de propósito general. x86: RAX, RBX, RCX, RDX.
 - Las instrucciones son capaces de ejecutar tareas complejas.
 - Decodificación de instrucciones implica mayor lógica de hardware.

Clasificación de los ISA

Complejidad de instrucciones: RISC

Reduced Instruction Set Computer:

- Enfoque moderno: DSPs, CPUs para sistemas embebidos.
- El set está compuesto por pocas instrucciones con funcionalidad simple.
- La dificultad está en el programador (bajo nivel) o el compilador.

Ejemplos: MIPS, ARM.

Reduced Instruction Set Computer:

Características típicas del set:

- Ventajas:
 - Instrucciones de tiempo y tamaño fijo: simplifica hardware y brinda determinismo.
 - Mejor aprovechamiento de hardware.
 - Permite pipeline.
- Desventajas:
 - Tamaño de código mayor.
 - Carga pesada para el software (programa de bajo nivel o compilador).

Pocos modos de direccionamiento (1-4).

Las instrucciones tienen un tamaño fijo.

El tiempo de ejecución de cada instrucción es el mismo.

Alto número de registros de propósito general (16, +32).

Decodificación de instrucciones simple.