

# Arquitecturas Computacionales

Procesador secuencial vs pipelined

Facultad de Ingeniería / Escuela de Informática  
Universidad Andrés Bello, Viña del Mar.

# Máquina de estados elemental

- En la década del 40 Von Newman definió un modelo básico de CPU, que a estas alturas está más que superado.
- Sin embargo algunos conceptos de ese modelo viven en los más modernos procesadores.
- Uno de ellos es la máquina de ejecución

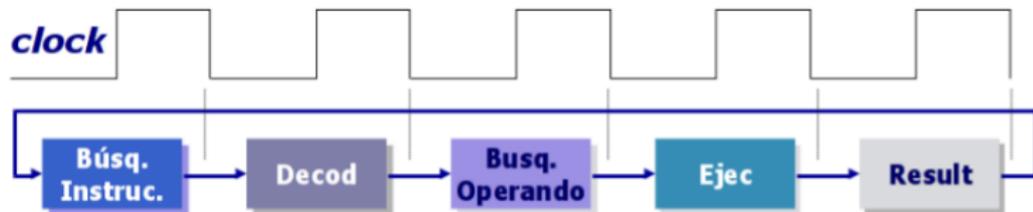


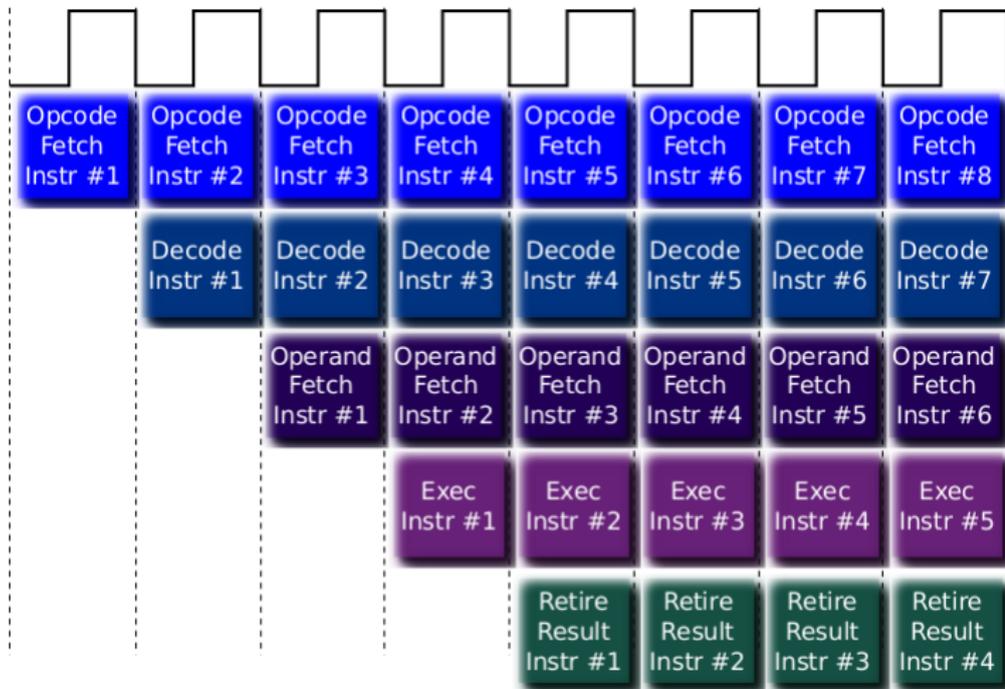
Figura: Etapas mínimas en la ejecución de una instrucción

- En las primeras generaciones de microprocesadores cada etapa de este ciclo se ejecutaba en un ciclo de clock, y la CPU entera estaba dedicada a esa tarea.
- Ejecutar una instrucción insumía de varios ciclos de clock

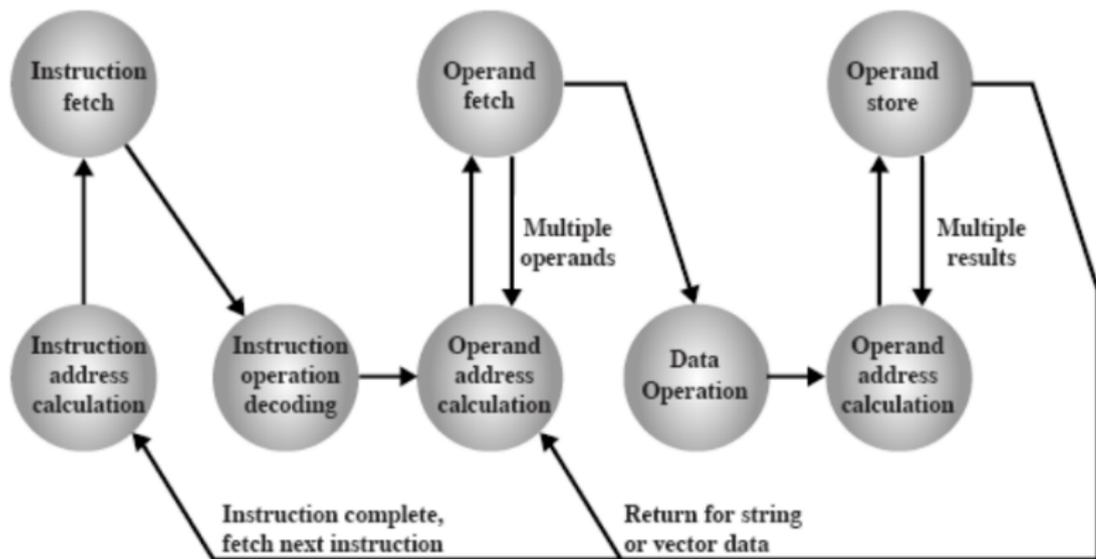
- Arquitectura que permite crear el efecto de superponer en el tiempo, la ejecución de varias instrucciones a la vez.
- Con él se formaliza el concepto de ***Instruction Level Paralelism (ILP)***.
- Requiere muy poco o ningún hardware adicional.
- Solo necesita que los bloques del procesador que resuelven la máquina de estados para la ejecución de una instrucción, operen en forma simultánea.

- Se logra si todos los bloques funcionales trabajan en paralelo pero cada uno en una instrucción diferente.
- Es algo parecido al concepto de una línea de montaje, en donde cada operación se descompone en partes, y se ejecutan en un mismo momento diferentes partes de diferentes operaciones.
- Cada parte se denomina etapa (stage)

# Pipeline



# Deep Pipeline



# Casos prácticos: Profundidad del Pipeline

Procesador / uArquitectura	Etapas	Procesador / uArquitectura	Etapas
ARM7TDMI(-S)	3	ARM7EJ-S	5
ARM810	5	ARM9TDMI	5
ARM1020E	6	XScale PXA210/PXA250	7
ARM1136J(F)-S	8	ARM1156T2(F)-S	9
ARM Cortex-A5	8	ARM Cortex-A8	13
AVR32 AP7	7	AVR32 UC3	3
DLX	5	Intel P5 (Pentium)	5
Intel P6 (Pentium Pro)	14	Intel P6 (Pentium III)	10
Intel NetBurst (Willamette)	20	Intel NetBurst (Northwood)	20
Intel NetBurst (Prescott)	31	Intel NetBurst (Cedar Mill)	31
Intel Core	14	Intel Atom	16
LatticeMico32	6	R4000	8
StrongARM SA-110	5	SuperH SH2	5
SuperH SH2A	5	UltraSPARC	9
UltraSPARC T1	6	UltraSPARC T2	8
WinChip	4	LC2200 32 bit	5

- ¿Porque querríamos aumentar y aumentar el número de etapas?
- Para un tiempo ya establecido de procesamiento interno de una instrucción para una arquitectura “no pipelinezada”, intuitivamente puede comprenderse que en principio cuantas mas etapas podamos definir para ejecutar esta operación, al ponerlas a trabajar a todas en paralelo en un pipeline, el tiempo de ejecución de la instrucción se reducirá proporcionalmente con la cantidad de etapas.

$$TPI = \frac{\text{Tiempo por instrucción en la CPU "No - Pipeline"}}{\text{Cantidad de etapas}} \quad (1)$$

Donde **TPI** significa Time Per Instruction

# Observaciones del Pipeline

- Considerar la situación teórica e ideal dada por la ecuación (1) no es 100 % cierto, sin embargo, se aproxima bastante a la situación real.
- En la práctica existen overheads introducidos por el pipeline, que suman pequeñas demoras, pero de todos modos el tiempo se aproxima mucho al ideal.

- El resultado es que la reducción puede apreciarse como si se requiriesen finalmente menos CPI para completar una instrucción.
- El pipeline no reduce el tiempo de ejecución de cada instrucción individual, sino que al aplicarse en paralelo al flujo de instrucciones, incrementa el número de instrucciones completadas por unidad de tiempo.

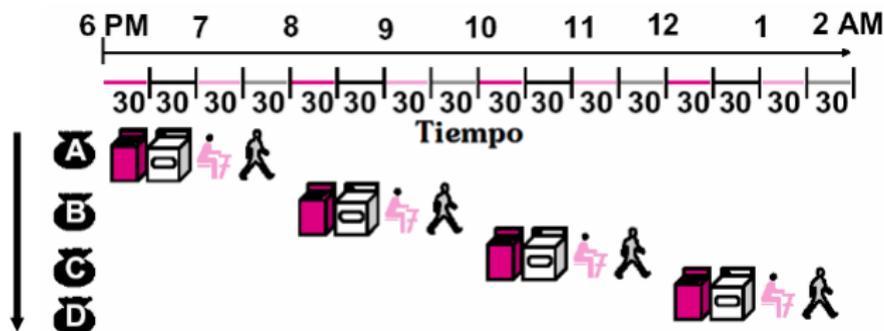
# Observaciones del Pipeline

- De hecho el overhead del pipeline perjudica el tiempo de ejecución individual, de manera poco significativa, pero agrega tiempo a cada instrucción.
- El rendimiento (throughput) del procesador mejora notablemente ya que los programas ejecutan notablemente mas rápido.

- Es una técnica de implementación por medio de la cual se puede traslapar la ejecución de instrucciones.
- En la actualidad la segmentación es una de las tecnologías utilizadas para hacer procesadores más rápidos.

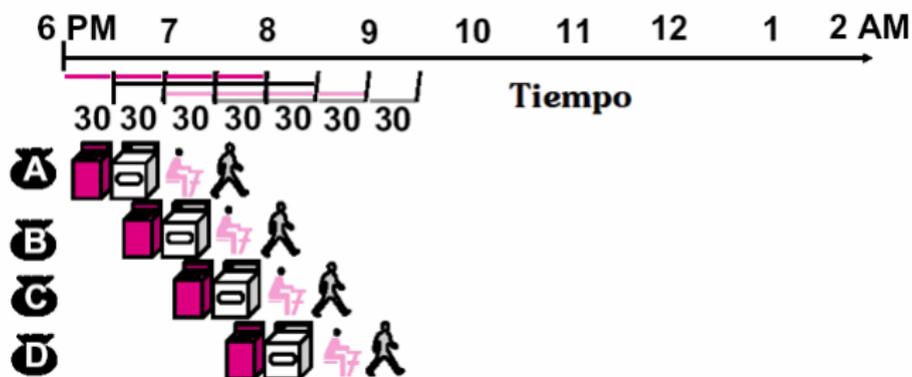
- Luis, Juan, Gabriela, Lucrecia cada uno tiene una carga de ropa para lavar, secar y doblar.
  - Las lavadoras toman 30 minutos
  - Las secadoras toman 30 minutos
  - Doblarla toma 30 minutos
  - Acomodarla toma 30 minutos

# Lavandería secuencial



- La lavandería secuencial toma 8 horas en procesar cuatro cargas.
- Si lo realizamos con la tecnología segmentada, cuánto tardaría?

# Lavandería segmentada



- Tardaría 3.5 horas en procesar las cuatro cargas.