

Evaluación del coste

■ Factor de yield: fracción de circuitos correctos

■ Coste de un circuito integrado

$$\text{Coste de un circuito integrado} = \frac{\text{Coste del die} + \text{Coste de testeo} + \text{Coste de empaquetado y test final}}{\text{Yield final (test)}}$$

■ Coste del die (dado)

$$\text{Coste del die} = \frac{\text{Coste del waffer}}{\text{Dies per waffer} \times \text{Die yield}}$$

coste de oblea

dados buenos

■ Dies per waffer (oblea)

$$\text{Dies per waffer} = \frac{\text{Waffer area} / \text{die area}}{\text{Die area}} = \frac{\pi \times (\text{diametro}/2)^2}{\text{Die area}} - \frac{\pi \times \text{diameter}}{2 \times \text{Die area}}$$

Compensación por los "dies" incompletos de los bordes

■ Die yield rendimiento

$$\text{Die yield} = \text{Waffer yield} \times \left(1 + \frac{\text{defectos por unidad de área} \times \text{die area}}{\alpha} \right)^{-\alpha}$$

- α = medida de la complejidad, se aproxima al número de máscaras críticas

• Se asume que la distribución de dudos malos es uniforme.

• Se asume que los dudos errores (el número) es inversamente proporcional a la complejidad (α).

Rendimiento de un procesador

$$\frac{1}{\text{Rendimiento}} = \text{Tiempo de ejecución} = N \times \text{CPI} \times T_c$$

Número de instrucciones ejecutadas Tiempo de ciclo

\uparrow Tiempo ejecución $\Rightarrow \downarrow$ Rendimiento Número medio de ciclos por instrucción

$$\frac{1}{\text{Rendimiento o Programa}} = \frac{\text{tiempo}}{\text{Programa}} = \frac{\text{instrucciones}}{\text{Programa}} \times \frac{\text{ciclos}}{\text{instrucción}} \times \frac{\text{tiempo}}{\text{ciclo}}$$

■ Métricas para caracterizar la fiabilidad:

- Fiabilidad: tiempo de funcionamiento continuo sin fallos
 - ✓ MTTF = Mean Time To Failure
- Tasa de fallos (Failure rate)

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTTF}}$$

- Interrupción del servicio se mide como el tiempo medio necesario para restablecerlo
 - ✓ MTTR = Mean Time To Repair
- Tiempo medio entre fallos (Mean Time Between Failures)
 - ✓ MTBF = MTTF+MTTR
- Disponibilidad (availability): Fracción del tiempo en que un sistema está funcionando.

$$\text{Availability} = \frac{\text{MTTF}}{\text{MTTF} + \text{MTTR}}$$

Latencia y Ancho de Banda

■ LATENCIA: tiempo que transcurre entre la solicitud de un dato (a memoria por ejemplo) y la disponibilidad del mismo. Se mide en ciclos o unidades de tiempo (s).

■ ANCHO de BANDA: número de bytes transmitidos por unidad de tiempo. Se mide en KB/s, MB/s, GB/s (siempre potencias de 10).

	Latencia	Ancho de Banda
Memoria DDR3-1600	8,75 ns (10^{-9} s)	12,8 GB/s
Gigabit Ethernet	190 μ s (10^{-6} s)	1 Gb/s
Disco Duro SATA-600	7 ms (10^{-3} s)	145 MB/s

■ El tiempo entre fallos se aproxima a una distribución exponencial donde:

- p = probabilidad de que se produzca un fallo
- $\lambda = 1/\text{MTTF}$ (failure rate)
- t = tiempo transcurrido

$$p = 1 - e^{-\lambda t}$$

■ ¿Cómo calcular el MTTF de un sistema, dado el MTTF de los componentes?

- Dados dos componentes con fallos independientes y distribución exponencial
 - ✓ Probabilidades de fallo p_1 y p_2
 - ✓ Tasas de fallo λ_1 y λ_2
 - ✓ Tiempos medios entre fallos MTTF₁ y MTTF₂
- probabilidad de que se produzca un fallo es $1 - "probabilidad que no falle ninguno"$, o sea:

$$p = 1 - (1 - p_1) \times (1 - p_2) = 1 - e^{-\lambda_1 t} \times e^{-\lambda_2 t} = 1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}$$

- Que sigue una distribución exponencial con $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$ de donde se deduce que :

$$\frac{1}{\text{MTTF}} = \frac{1}{\text{MTTF}_1} + \frac{1}{\text{MTTF}_2}$$

■ Medida de Rendimiento CACHÉ

• Tasa de Aciertos

$$h = \frac{\# \text{aciertos}}{\# \text{referencias}}$$

• Tasa de Fallos

$$m = \frac{\# \text{fallos}}{\# \text{referencias}} = 1 - h$$

■ Medida de Rendimiento

• Tiempo medio de acceso (coste de un acceso a memoria): Tma

• Componentes:

- ✓ Coste de un acceso en acierto: tsa
- ✓ Coste de un acceso en fallo: tsf = tsa + tpf
- ✓ Penalización de un fallo: tpf

• Tiempo medio de acceso a Memoria:

$$\begin{aligned} \text{Tma} &= h \cdot \text{tsa} + m \cdot \text{tsf} \\ &= \text{tsa} + m \cdot \text{tpf} \end{aligned}$$

$$\text{CPI} = \text{CPI}_{\text{ideal}} + \text{CPI}_{\text{mem}} = \text{CPI}_{\text{ideal}} + mr (\text{Tma} - \text{thit})$$

RENDIMIENTO

$$\frac{1}{\text{Rendimiento}} = T_{exe} = m \cdot CPI \cdot T_c$$

$$\text{Speed UP (porcentaje)} = \left(\frac{T_{old}}{T_{new}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$MiPS = \frac{m}{t_{exe} \cdot 10^6}$$

$$MFLOPS = \frac{Mops}{t_{exe} \cdot 10^6}$$

Ley Amdahl: $\frac{\text{Crono total}}{\text{Crono mejorado}} = t_{exe} \cdot \left(\frac{\text{parte mejorada}}{\text{parte mejorada}} + \frac{\text{parte mejorada}}{\text{speedup}} \right)$

CONSUMO

$$P_{cons} = P_{com} + P_{fuga}$$

$$\begin{cases} P_{com} = C \cdot V^2 \cdot \text{frec.} \\ P_{fuga} = V \cdot Ifuga \end{cases}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{rendimiento}}{\text{watt}} = \frac{1}{P_{ot} \cdot t_{exe}} = \frac{1}{E_{cons}}$$

FIABILIDAD

$$\text{tasa de fallos} = \lambda = \frac{1}{MTTF}$$

$$\text{tiempo entre fallos} = MTBF = MTTF + MTTR$$

$$\text{disponibilidad} = \frac{MTTF}{MTBF}$$

$$\text{Prob. fallo} = p = 1 - e^{-\lambda t}$$

$$\lambda_{total} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m$$

redundancia: $MTTF_{doble} = \frac{MTTF^2}{2 \cdot MTTR}$

FABRICACIÓN OBLEAS SILICIO

$$\frac{\text{Dodos/obla}}{\text{A obla}} = \frac{A_{obla}}{A_{dado}} - \frac{\pi \cdot P_{obla}}{\sqrt{2 \cdot \text{AreaDado}}}$$

$$\text{coste/dado} = \frac{\text{coste obla}}{\text{dodos/dado} \cdot \% \text{ dodos buenos}}$$

CACHE

DIRECT : 1-way set

ASOCIATIVE: m-way set

FULLY-ASSOCIATIVE: 1 set



Replacement:

- Random
- FIFO
- LRU

write Hit:

- Write Through: always disk
- Copy Back: cache

write Miss:

- No allocate: cache ~~→~~ block
- Allocate: cache \leftarrow block

	READ	WRITE
Hit	t _{SA}	tiempo escritura en disco
Miss	2-t _{SA} + tiempo lectura disco	tiempo escritura en disco

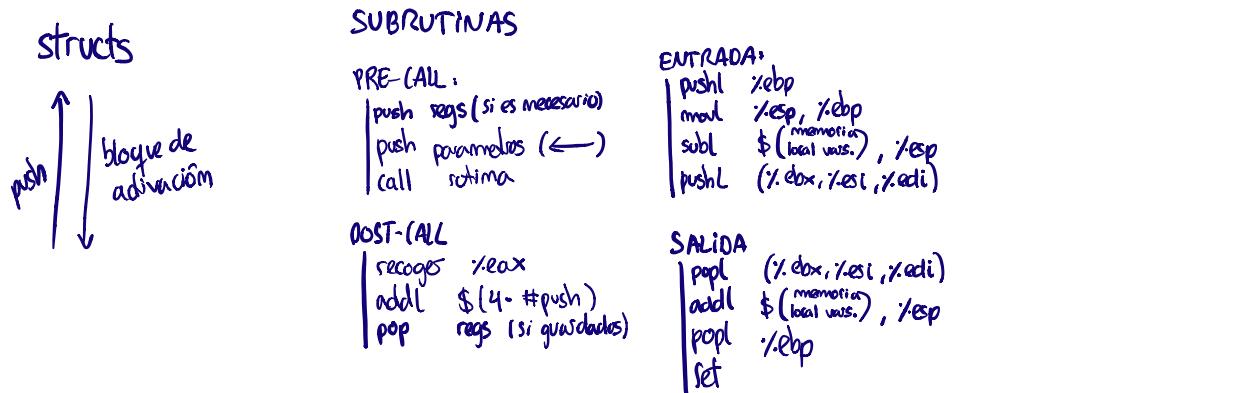
	Reemplazo	No Reemplazo
Hit	t_{SA}	t _{SA}
Miss	2-t _{SA} + write disk + read disk	2-t _{SA} + read disk

Rendimiento:

$$CPI = CPI_{ideal} + CPI_{mem}$$

$$CPI_{mem} = \#refs \cdot (T_{ma} - t_{sa}) = \underbrace{\#refs \cdot m \cdot tpf}_{\text{solo lecturas}} = \#refs \cdot (m \cdot tpf + h \cdot tph) = \#refs \cdot (m \cdot tpf + (t_{fpv} - m) \cdot tph)$$

$$\hookrightarrow L = \#refs \cdot m \cdot tpf + CPI_{wr}$$



PAGINACIÓN

<u>@ lógica</u>	<u>VPN</u>	<u>desp</u>
<u>@ física</u>	<u>PPN</u>	<u>desp</u>

$$\# \text{bits_desp} = \log_2 (\text{Tam. Pág})$$

$$\text{Tam. Tabla páginas} = \underbrace{(2 + \# \text{bits desp})}_{\substack{\text{ancho tabla} \\ \uparrow \\ \text{bits P/V}}} \cdot \underbrace{2}_{\substack{\text{altura tabla} \\ (\# \text{entradas}) \\ (\# \text{bits VPN})}}$$

FIABILIDAD RAID

$$MTTF_{RAID0} = \frac{MTTF_{disco}}{N}$$

Si $N=2$ RAID $\left\{ \begin{array}{l} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 1 \end{array} \right\} \Rightarrow$ puede fallar un disco \Rightarrow sistema falla si \Rightarrow durante MTTR falla el 2º

RAID 6 : fallan 3 discos → falla sistema

$$MTTF_{RAID\ 5} = \frac{MTTF_{disco}^2}{N \cdot (N-1) \cdot MTTR}$$