

Historia de los sistemas operativos

Gustavo Romero López

Arquitectura y Tecnología de Computadores

13 de marzo de 2017

Índice

- 1 Definición
- 2 Historia
- 3 Estructura
- 4 Ejemplos
- 5 Comparativa

Lecturas recomendadas

Jean Bacon Operating Systems (2, 26)

Abraham Silberschatz Fundamentos de Sistemas Operativos (2)

William Stallings Sistemas Operativos (2)

Andrew Tanuenbaum Sistemas Operativos Modernos (1,12)

Motivación

- La **arquitectura** de un SO marca de forma vital su funcionamiento.
- Cada posible elección tendrá **consecuencias** ineludibles.
- Ejemplo: el **compromiso** velocidad/espacio:

```
-----
int bit_count(int byte) {
    int count = 0;
    for (int i = 0; i < 8; i++)
        if ((byte >> i) & 1)
            ++count;
    return count;
}
-----
#define bit_count(b) ((b>>0)&1) + ((b>>1)&1) + ((b>>2)&1) + ((b>>3)&1) +
                    ((b>>4)&1) + ((b>>5)&1) + ((b>>6)&1) + ((b>>7)&1);
-----
#define bit_count(b) b&1 + b&2 + b&4 + b&8 + b&16 + b&32 + b&64 + b&128;
-----
char bits[256] = {0, 1, 1, 2, 1, 2, 2, 3, 1, 2, 2, 3, 2, 3, 3, 4, 1, 2,...};
-----
unsigned popcount(unsigned elem) {
    unsigned count;
    asm("popcnt %1, %0" : "=r"(count) : "r"(elem));
    return count;
}
-----
```

Definición

¿Qué es un sistema operativo?

- ¿Todos los programas que vienen con el ordenador al comprarlo? \implies no.
- ¿Todo lo que viene en el CD/DVD del creador del SO? \implies no.
- Los programas que nos permiten utilizar el ordenador (... *con suerte eficientemente*) \implies si.
 - Interfaz con el ordenador:
 - desarrollo de programas
 - ejecución de programas
 - acceso a dispositivos de E/S
 - acceso al sistema de ficheros
 - protección y seguridad
 - detección y respuesta a errores
 - contabilidad
 - Gestor de recursos.

Historia

Historia

- Primera generación (1945-55)
- Segunda generación (1955-65)
- Tercera generación (1965-80)
- Cuarta generación (1980-hoy)

Primera generación (1945-55)

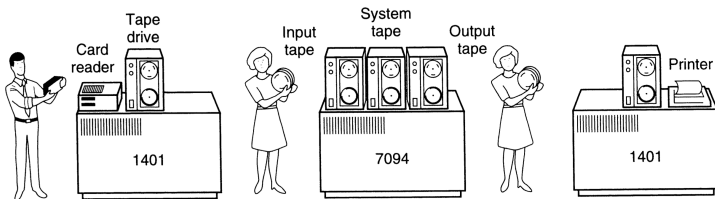
Tubos de vacío y paneles

- Utilidad: máquinas de cálculo.
- Tecnología: dispositivos mecánicos \Rightarrow tubos de vacío y paneles.
- Método de programación: cables \Rightarrow interruptores y tarjetas perforadas.
- Diseño/construcción/operación/programación/-mantenimiento: genios como Aiken, von Newman o Mauchley.

Segunda generación (1955-65)

Transistores y sistemas por lotes

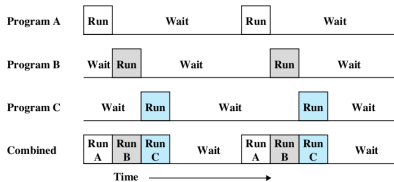
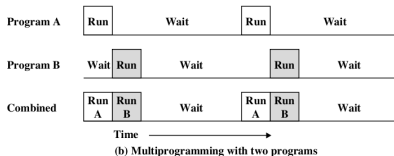
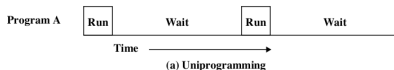
- Utilidad: cálculo científico e ingeniería.
- Tecnología: la invención del transistor redujo su tamaño y precio y los popularizó \Rightarrow **mainframes/IBM 1401/7094**.
- Método de programación: **ensamblador** y lenguajes de alto nivel (**FORTRAN**) sobre tarjetas perforadas.
- Paso de procesamiento **secuencial** a procesamiento **por lotes**.
- Ejemplos: **FMS** y **IBSYS**.



Tercera generación (1965-80)

Circuitos integrados y multiprogramación

- 2 usos principales:
 - cálculo científico e ingeniería.
 - procesamiento de caracteres.
- **Circuito integrado** \Rightarrow +barato \Rightarrow +popular \Rightarrow **IBM 360, GE-645, DEC PDP-1.**
- Logros destacables:
 - **multiprogramación.**
 - **spooling.**
 - **tiempo compartido.**
- Ejemplos: **OS/360, CTSS, MULTICS, UNIX.**



Cuarta generación (1980-hoy)

Ordenador personal (era μ)

- **(V)LSI** \Rightarrow ++barato \Rightarrow ++popular \Rightarrow **IBM PC**.
- μ **P**: 8080, Z80, 8086, 286, 386, 486, Pentium, Core 2, Athlon, Alpha, Ultrasparc.
- Logros destacables:
 - **GUI**.
 - SO de **red**.
 - **SMP**.
 - SO **distribuidos**.
- Ejemplos: UNIX, CP/M,

MS-DOS, Linux, MacOS, Windows 1..10.



Estructura

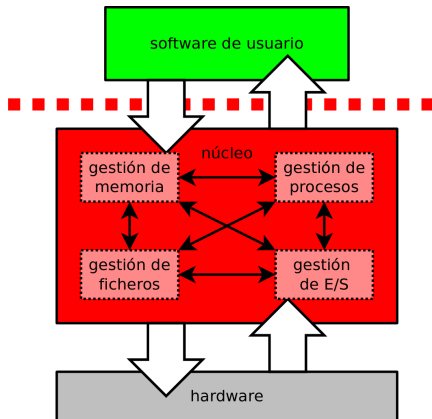
Clasificación de SO según su estructura

¿Cómo se organiza internamente el SO?

- Clasificación:
 - Estructura simple:
 - monolíticos
 - capas
 - modulares
 - Estructura cliente/servidor:
 - micronúcleo
 - exonúcleo
 - Máquina virtual.
 - Híbridos.
- Tendencias:
 - Núcleos extensibles.
 - Multiservidores sobre un micronúcleo.
 - Núcleos híbridos.

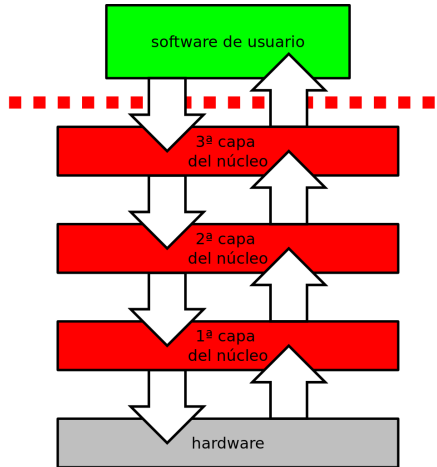
Monolítico

- El SO completo se ejecuta en modo protegido.
- Nula protección entre los componentes.
- Ventajas:
 - Economía de cambios de contexto \Rightarrow **+eficiente**.
- Inconvenientes:
 - Falta de protección \Rightarrow **-fiabilidad** (controladores).
 - Manejo de la complejidad: Es más sencillo escribir 10^3 programas de 10^3 líneas que uno de 10^6 .



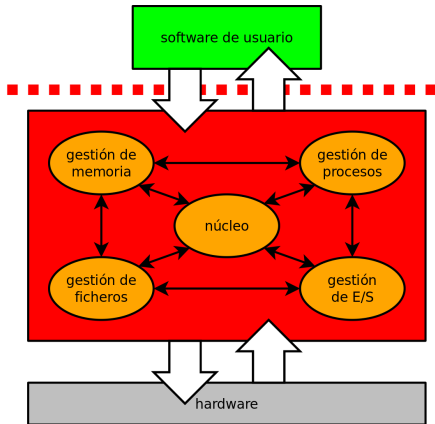
Capas/Niveles

- El SO completo se ejecuta en modo protegido.
- Escasa protección entre los componentes.
- Ventajas:
 - Economía de cambios de contexto \Rightarrow **+eficiente**.
 - Menor complejidad.
- Inconvenientes:
 - Falta de protección \Rightarrow **-fiabilidad** (controladores).
 - Menos flexible que monolítico.
- ¿Cómo subdividir en capas?



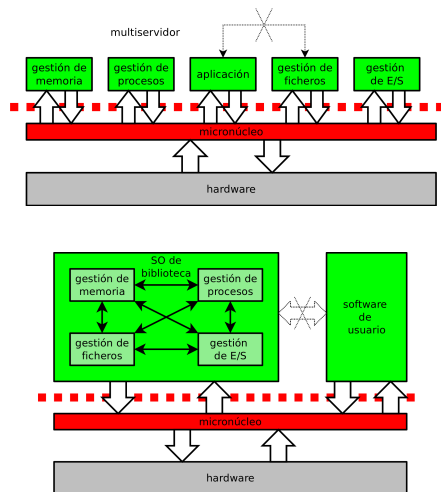
Modular

- El SO completo se ejecuta en modo protegido.
- Escasa protección entre los componentes.
- Ventajas:
 - Economía de cambios de contexto \Rightarrow **+eficiente**.
 - Menor complejidad.
- Inconvenientes:
 - Falta de protección \Rightarrow **-fiabilidad** (controladores).
 - Menos flexible que monolítico.
- ¿Qué colocar en el núcleo y qué en módulos?



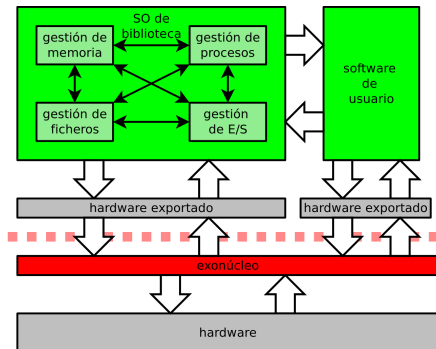
Micronúcleo

- Una mínima parte del SO se ejecuta en modo protegido.
- Ventajas:
 - Perfecta protección entre componentes \Rightarrow **+fiabilidad.**
 - Manejo de la complejidad.
 - Facilidad de programación.
- Inconvenientes:
 - Sobrecarga en las comunicaciones \Rightarrow **-eficiencia.**



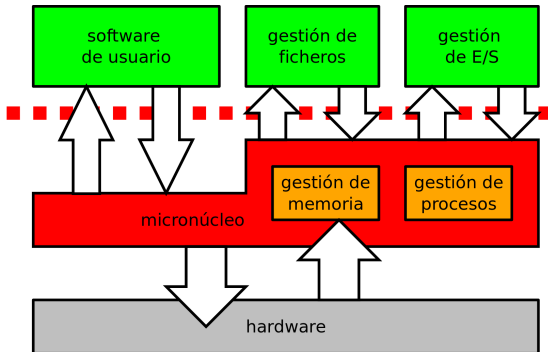
Exonúcleo

- Apenas existe SO, sólo un gestor de recursos.
- Dejamos que el software acceda directamente al hardware.
- Ventajas:
 - Perfecta protección entre componentes \Rightarrow **+fiabilidad.**
 - Acceso directo al hardware \Rightarrow **máxima eficiencia**
- Inconvenientes:
 - Pobre reutilización de código.



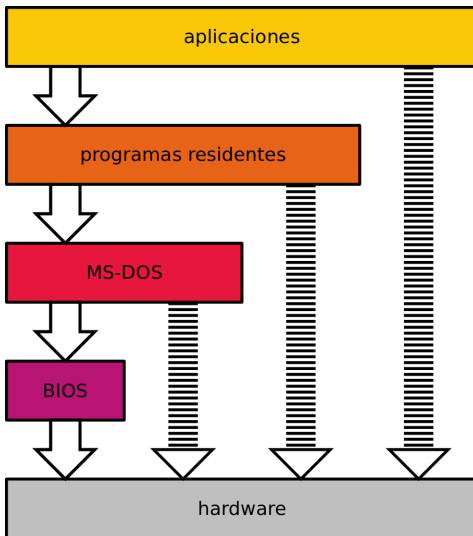
Hídrida

- Mezcla más frecuente: **micronúcleo** + **monolítico**.
- Ventaja: \Rightarrow ganamos velocidad respecto a micronúcleo.
- Inconveniente: \Rightarrow perdemos protección entre componentes.

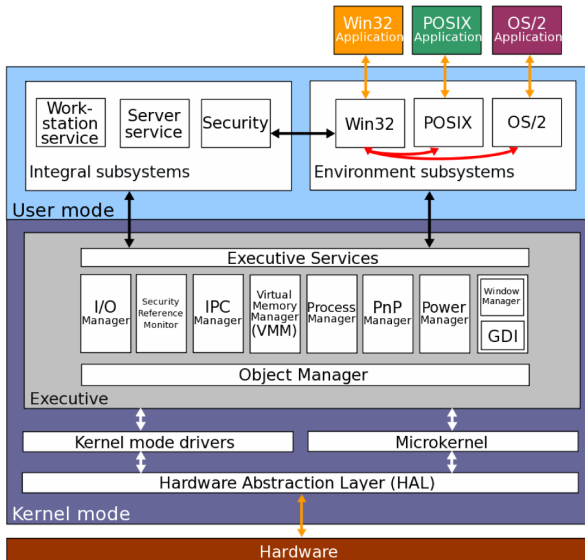


Ejemplos

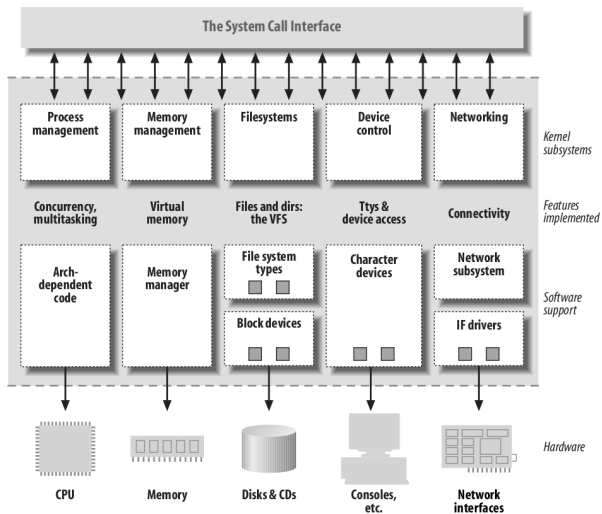
MS-DOS



Windows 2000

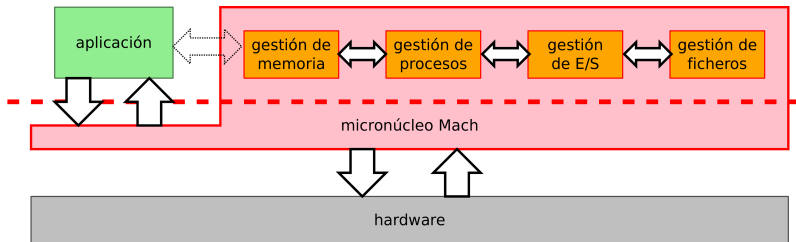


Linux

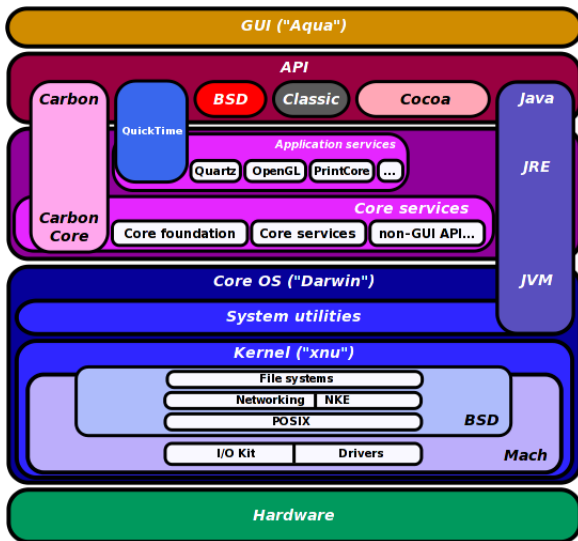


 features implemented as modules

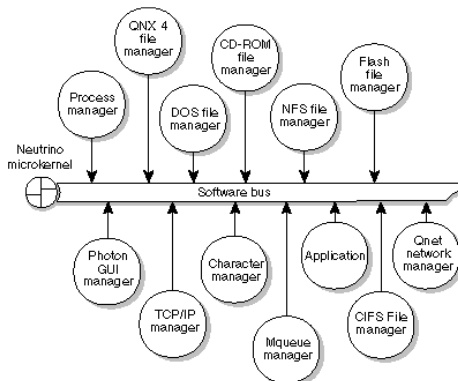
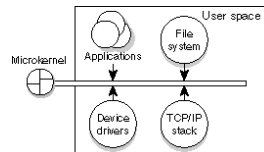
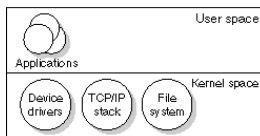
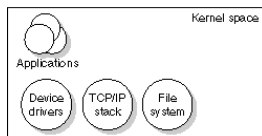
Mach



MacOS X



QNX



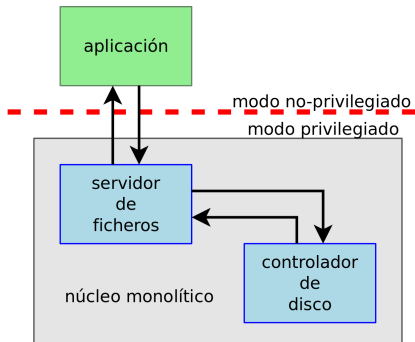
Comparativa

Coste estructural: monolítico

- **1 llamada al sistema:**

- entrada al núcleo.
- cambio al espacio de direcciones del núcleo.
- recuperar el espacio de direcciones original.
- salida del núcleo.

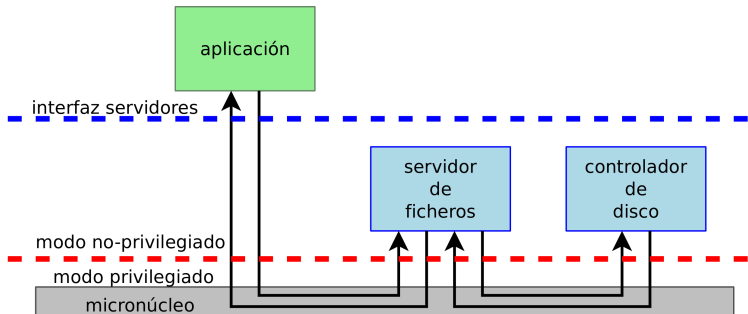
- **1 llamada a procedimiento:** llamada y retorno en el interior del espacio de direcciones del núcleo y pudiendo compartir información.



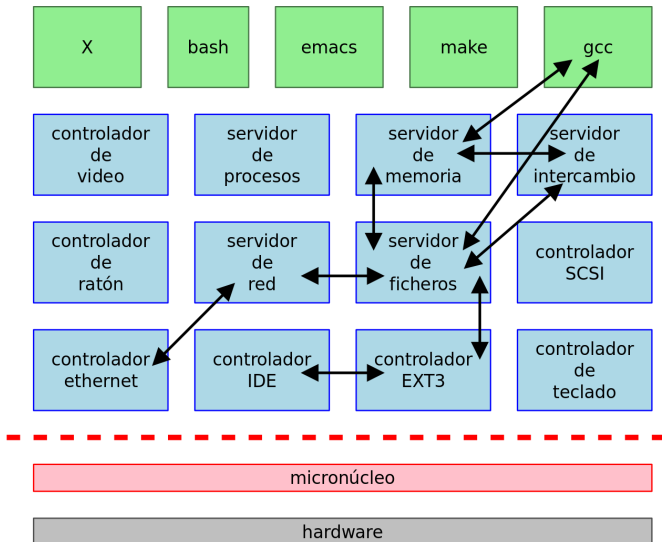
Coste estructural: micronúcleo

• 4 llamadas al sistema:

- entrada al micronúcleo.
- cambio al espacio de direcciones del micronúcleo.
- transferencia del mensaje.
- recuperar el espacio de direcciones original.
- salida del micronúcleo.

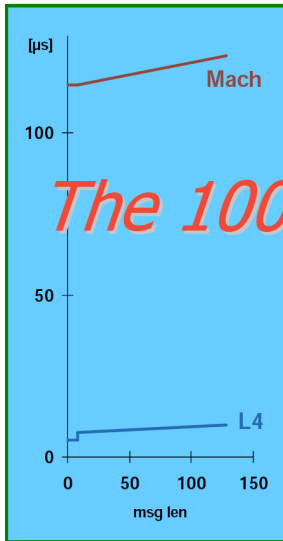


Coste estructural: multiservidor

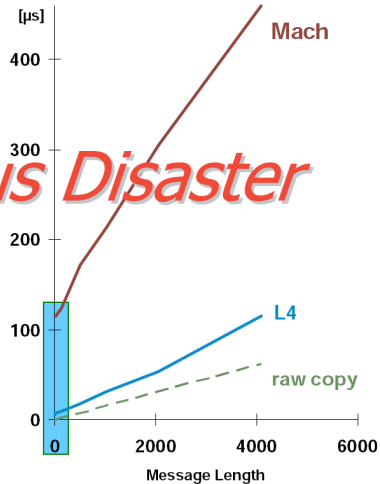


El desastre de los 100 μs (micronúcleos de 1ª generación)

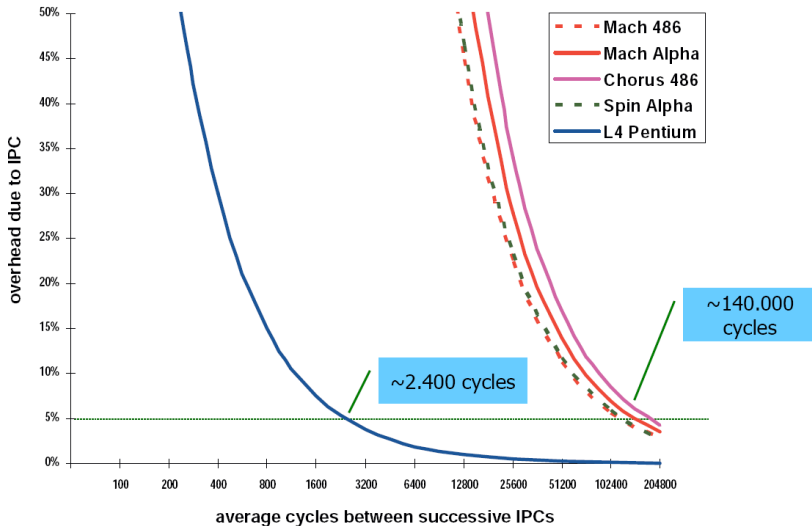
$\text{SYSCALL} \leftrightarrow \text{RPC} \approx 2 \times \text{IPC}$: $\text{Mach}_{\text{IPC}} = 115 \mu\text{s}$, $\text{Linux}_{\text{IPC}} = 20 \mu\text{s}$, $\text{L4}_{\text{IPC}} = 5 \mu\text{s}$ (486 50MHz)



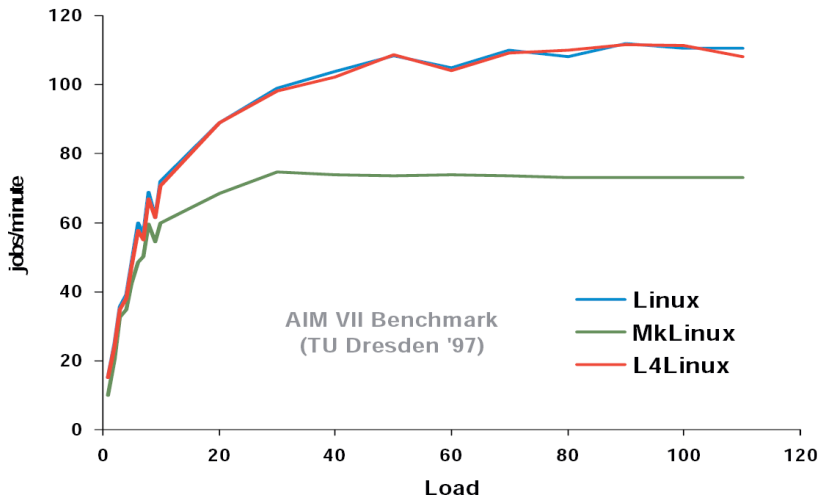
The 100- μs Disaster



Sobrecarga por comunicación entre procesos



L4Linux



Coste estructural: cambio de contexto

- Linux 2.4.21: 13200 ciclos/ $5.4\mu\text{s}$ en un Pentium 4 a 2.4GHz
- L4 (Liedtke, Achieved IPC performance):

	Pentium		R4600		Alpha	
	<i>instructions</i>	<i>cycles</i>	<i>instructions</i>	<i>cycles</i>	<i>instructions</i>	<i>cycles</i>
enter kernel mode (trap)	1	52	23	25	1	5
ipc code	43	23	47	50	60	38
segment register reload	4	16	–	–	–	–
exit kernel mode (ret)	1	20	9	11	1	2
total	50	121	79	86	62	45
	166 MHz: $0.73\ \mu\text{s}$		100 MHz: $0.86\ \mu\text{s}$		433 MHz: $0.10\ \mu\text{s}$	

	Pentium		R4600		Alpha	
	<i>cache lines</i>	<i>L1 cache usage</i>	<i>cache lines</i>	<i>L1 cache usage</i>	<i>cache lines</i>	<i>L1 cache usage</i>
kernel code (I-cache)	6	2.3%	14	2.7%	13	5.1%
global kernel data (D-cache)	2	0.8%	1	0.2%	0	0.0%
thread kernel data (D-cache)	2×2	1.6%	2×2	0.8%	2×2	1.6%
total (I+D-cache)	12	2.3%	19	1.9%	17	3.3%

¿Te aburres?

- Barrelfish
- PikeOS
- L4 \Rightarrow seL4
- Singularity \Rightarrow Midori \Rightarrow ... 