



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*“El ritmo de cambio tecnológico es tal, que cualquier diseño que comience hoy pueda estar obsoleto antes de llegar al mercado, por lo que debes usar tecnología ya desarrollada en vez de reinventar la rueda”*

**The Art of 'Tech' War**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## **Avances Tecnológicos**

- **Microcontroladores**
- **Estado del arte de la memoria FLASH**
- **Precio de la memoria RAM**
- **Comunicaciones**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## **Consecuencias (de mercado)**

- **Demanda de nuevas funcionalidades**
- **Aumento de la competencia**
- **Nuevas versiones cada poco tiempo**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## **Consecuencias (de ingeniería)**

- **Aumento de la complejidad**
- **Disminución tiempo de desarrollo**
- **Necesidad librería de software**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## **Librería de Software Propietaria**

- **Alto coste de mantenimiento**
- **Poca flexibilidad**
- **Funcionalidades limitadas**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

**Cómo conseguirlo?**

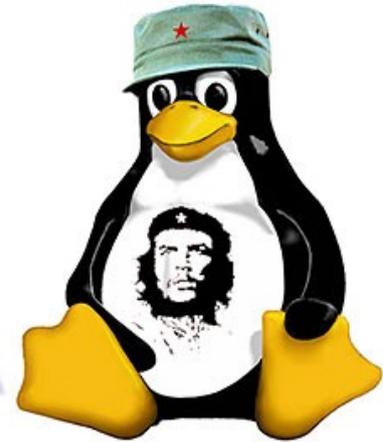
**Cómo ser competitivos?**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *LINUX Revolution*

**Desde 1991**



- **Servidores Web: Apache(1993)**
- **Clusters (1994)**
- **Embedded (1998)**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Embedded Revolution*

- **Madurez**
- **Fiabilidad**
- **Modelo de desarrollo**
- **IBM, HP, Novell, SGI, Nokia, Motorola, Intel, AMD, RedHat, Suse, WindRiver, Montavista, ... Microsoft?**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Razones Estratégicas*

- **Modelo de desarrollo: Coste de mantenimiento compartido**
- **Open Source (y I): Independencia del proveedor**
- **Open Source (y II): Arquitecturas abiertas**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Razones Estratégicas*

- **Open Source (y III): El caso Nokia**
  - **Más fácil y rápido llegar al mercado**
  - **Mayor facilidad para subcontratar**
    - ♦ **Evaluación de empresas**
    - ♦ **Discusiones técnicas sin trabas**
    - ♦ **Modificaciones posteriores sin problemas**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *El punto de vista técnico*

- *Fiabilidad, Robustez, Transparencia*
- *Independencia del proveedor*
- *Disponibilidad del código fuente*
- *Portabilidad (uClinux)*
- *Facilidad de uso, Adaptabilidad*
- *Mano de obra especializada*
- *Software disponible: Librería no Propietaria*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Desventajas ... (?)*

- **Facilidad de uso**
- **Soporte Comercial**
- **Licencia GPL**
- **Tiempo Real**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *La Licencia GPL*

- **GPL y LGPL**
- **Se puede ejecutar código no GPL en Linux**
- **Se puede compilar código noGPL con las librerías GNU**
- **Módulos del kernel?**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Tiempo Real*

- **Soft Real Time: determinismo estadístico**
  - **Ejemplo: frames de video**
- **Hard Real Time: determinismo 100%**
  - **Ejemplo: control robots, central nuclear**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Linux Tiempo Real (y I)*

- **Linux es un GPOS**
- **Linux 2.4: soft real time?**
- **Linux 2.6: hard real time?**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Hard Tiempo Real*

- **Necesario determinismo**
- **Necesario núcleo mínimo**
- **VxWorks, QNX, LynxOS, ...**
- **Funcionalidades mínimas y limitadas**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Hard Tiempo Real*

**Los desarrolladores demandan nuevas funcionalidades a los sistemas operativos de tiempo real: TCP/IP, GUI's, DB, protocolos estándar.**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Hard Tiempo Real*

- **RTOS propietarios + funcionalides ?**
- **GPOS + tiempo real ?**
- **Coste demasiado elevado**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

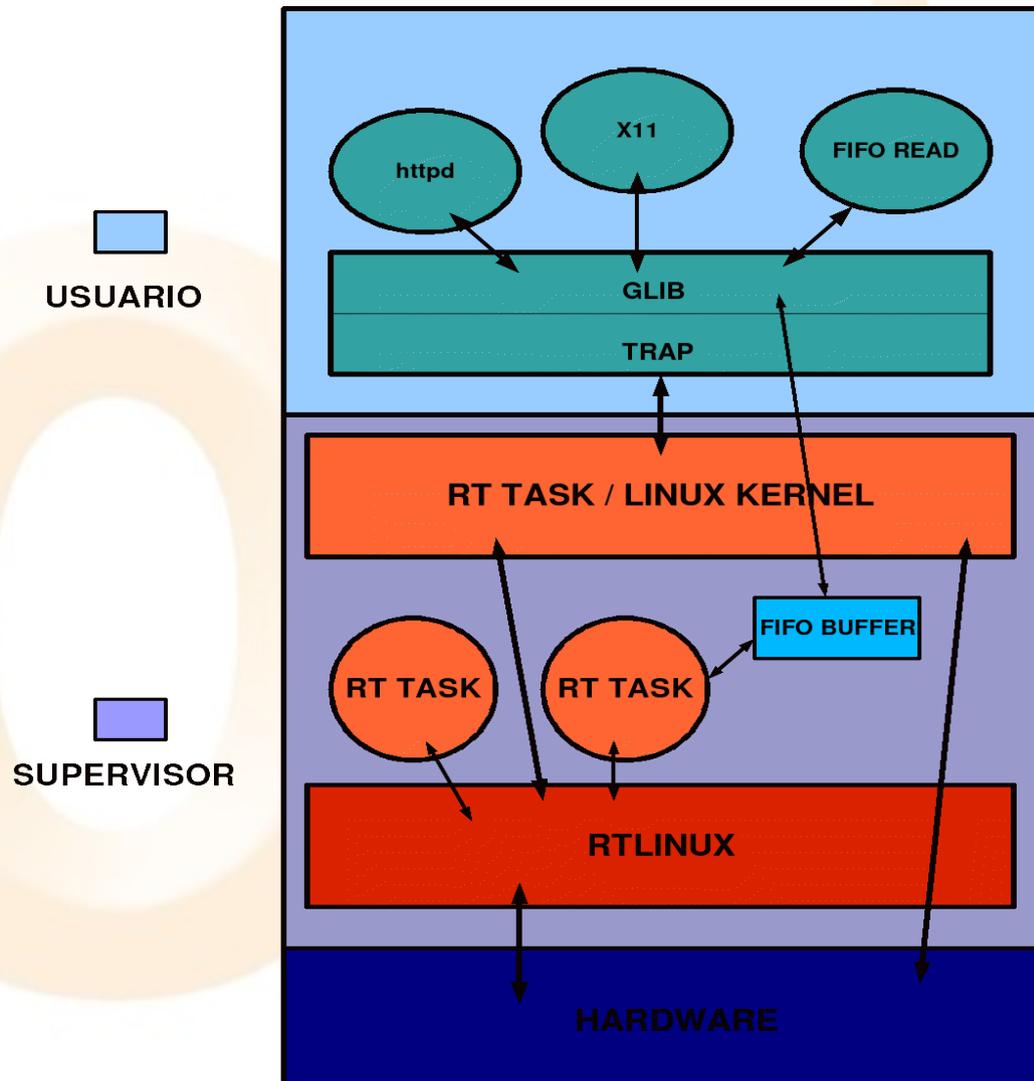
## *Linux Tiempo Real (y II)*

- **Virtualización del HW**
- **Distintos dominios de ejecución**
- **Ejemplos: RTLinux, RTAI, Jaluna, Xen, Bosch**



# LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS

## RTLinux





# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *RTLinux*

- **FSMLabs**: RTLinuxPro y RTLinuxFree
- Más de 8 años en producción
- Intel, PowerPC, ARM, MIPS, ..., **Microblaze**
- **OS3** distribuye RTLinuxPRO en España y Portugal. Además: Soporte técnico, consultoría, desarrollo y formación.



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Dónde se está usando?*

- **PDA's y ordenadores de bolsillo**
- **Móviles (Smartphone)**
- **Teléfonos VoIP**
- **Robots**
- **Dispositivos de audio y video**
- **Tablets and webpads**
- **Gateways, Wireless access points**
- **Cámaras seguridad (uClinux)**
- **Automoción**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Dónde se está usando?*

**Pioneer E28 FMC SmartPhones (Feb. 14, 2006)  
3G/WiFi live-call handoff**





# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Dónde se está usando?*

**Fujitsu HOAP-1 (Sep. 11, 2001)**  
**RTLinux Inside**





# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Dónde se está usando?*

**Comtrend CT-702 "triple play" STB (Aug. 1, 2005)**

- **broadband TV**
- **video-on-demand (VOD)**
- **Internet and voice-over-IP (VoIP)**





# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Dónde se está usando?*

**Axis 2120 network camera (Oct. 23, 2000)**

- **uClinux**





# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Dónde se está usando?*

**Dodge Super8 Hemi concept car (Jan. 9, 2001)**

- **Ethernet-networked PC-compatible computers -- all running on embedded Linux**





# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Dónde se está usando?*

[www.linuxdevices.com](http://www.linuxdevices.com)



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Dónde se piensa usar?*

- **SmartPhones**
- **Productos de consumo electrónico**
- **Automatización industrial**
- **Dispositivos médicos**
- **Industria militar y aeroespacial**
- **Telecomunicaciones (VoIP, Carrier Grade Linux)**
- **Automoción**



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Estudios de Mercado*

[www.vdc-corp.com](http://www.vdc-corp.com)

[www.gartner.com](http://www.gartner.com)

[www.abiresearch.com](http://www.abiresearch.com)

[www.semichips.org](http://www.semichips.org)



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Impacto Linux*

*Compañías del tamaño de Sony, Motorola, Philips, Panasonic, Siemens y otras consideran a Linux como una tecnología clave, y todo ello pese a algunas de las desventajas de Linux como su tamaño o sus limitaciones a la hora de trabajar con tiempo real*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Impacto Linux*

*Conforme los desarrolladores de sistemas empotrados busquen incorporar nuevas funcionalidades a sus diseños con el mínimo coste posible, Linux ofrece una alternativa robusta, libre de royalties y con las ventajas que ofrece el modelo de software abierto frente a las plataformas propietarias.*

*Los desarrolladores demandan soluciones basadas en código abierto para tener más acceso/control sobre el código final del dispositivo.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Impacto Linux*

*Las tendencias del mercado de los sistemas empotrados que fortalece la posición de Linux son:*

- Incremento de la capacidad de procesamiento*
- Incremento en la demanda de comunicaciones*
- Incremento de la presión en el precio final del producto.*
- Introducción de nuevas funcionalidades/periféricos que ya están disponibles en el ecosistema Linux.*
- La entrada de empresas consolidadas en el mercado de los sistemas empotrados en el uso de Linux, como es el caso del líder en el sector Wind River.*
- Los proveedores de hardware soportan soluciones basadas en Linux para ser utilizadas con sus productos.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Algunos datos*

- *En el mercado de los móviles SmartPhones Linux pasó del 3.4% en 2004 al 14.3% en el 2005*
- *Windows empotrado creció del 2.9% al 4.5% en el mismo período.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Algunos datos*

- En el año 2004 el mercado del software en los sistemas empotrados continuó su crecimiento siguiendo las tendencias de años anteriores.*
- En la categoría de sistemas operativos para sistemas empotrados pasó de 748 millones en el año 2003 a los 905 millones del 2004, un incremento del 20.9%.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Algunos datos*

- El volumen de mercado para el año 2007 se estima en 2460 millones de dólares. En la categoría de sistemas operativos empotrados se estima en el 62.4% del total, es decir 1535 millones de dólares.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Algunos datos*

*De acuerdo con un estudio de la Semiconductor Industry Association el mercado de microcontroladores alcanzará los 13.500 millones de dólares en el 2007, y se estima que dentro de cinco años se venderán 9000 millones de microcontroladores.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Algunos datos*

*Siguiendo el estudio anterior, mientras que la mayoría de los microcontroladores fueron diseñados para pequeñas aplicaciones de control, hay una clara tendencia a aumentar las prestaciones de los mismos lo que conlleva la posibilidad de ejecutar complejas aplicaciones como las de los actuales PC's.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *Estudios de Mercado: Algunos datos*

*En el mercado del hardware y servicios telemáticos en automoción pasará del 6100 millones de dólares en el 2004 a 14100 millones de dólares en el 2008.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *DSO y Wind River*

- *Device Software Optimization*
- *Acusado de ser sólo Marketing*
- *Principales objetivos:*
  - *Reutilización de código*
  - *Compartición de código*
  - *Open Source, Open Standards*
  - *Esfuerzo en el nivel de aplicación*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

## *DSO y Wind River: Porqué?*

- *Más de la mitad de los proyectos con sistemas empotrados son finalizados con 3-4 meses de retraso.*
- *Un tercio de ellos nunca cumple con el rendimiento básico requerido.*
- *El 24% se cancelan antes de su finalización.*
- *De los que llegan al mercado, dos tercios sobrepasaron el presupuesto calculado.*



# *LINUX EN SISTEMAS EMPOTRADOS*

*Alejandro Lucero  
OS3, SL  
alucero@os3sl.com*