

PLATAFORMA DE DESARROLLO DE SISTEMAS EMPOTRADOS BASADO EN EL PROCESADOR 68EZ328

A.M. ESCUELA, J. M. CEREZO, A. VEGA, J. MONAGAS

Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017-Las Palmas de Gran Canaria. España.

Los sistemas empotrados (embeded systems) son aquellos sistemas electrónicos de cómputo específico, de reducido tamaño y prestaciones limitadas. Se desarrollan alrededor de plataformas con un alto grado de integración funcional como son los procesadores específicos o microcontroladores de altas prestaciones, sistemas de almacenamiento en estado sólido y circuitos integrados de aplicación específica o bien periféricos genéricos. El hecho de que actualmente el 80% de la producción total de circuitos integrados se dedica a dar soporte hardware a los sistemas empotrados es un dato muy significativo sobre la evolución de la tendencia de la industria electrónica. Este artículo trata de describir el desarrollo de un equipo de prácticas de bajo coste donde el alumno puede experimentar nuevas metodologías de diseño hardware-software en el desarrollo de estos nuevos productos.

1. Introducción

Los sistemas empotrados se caracterizan por ser sistemas autónomos, donde aparecen pantallas LCD, displays, teclados mínimos, memorias flash para almacenar el sistema operativo y toda una gama de procesadores como Intel i960, ARM7, PowerPC, MIPS, Motorola Coldfire/683xx y otros. Esta moda de miniaturizar dispositivos electrónicos con capacidad de proceso se denomina en USA “Information Appliance” (dispositivos de información) y define a sistemas orientados a tareas específicas donde surge el concepto de la conectividad. No están diseñados para sustituir al PC pues su uso está orientado al control de la información relacionada con el cliente que las usa (agendas, calendarios, ..), al menos así se concibieron, pero la realidad ha sido otra ya su uso se ha hecho extensivo a la domótica, webTV, impresoras (en red), dispositivos de control de redes (router), webcams, control remoto a través de internet y un largo etcétera.

El desarrollo de nuevos chips que facilitan el diseño de sistemas con posibilidades de interconexión a través de protocolos muy estandarizados (como el TCP/IP) y los esfuerzos por reducir el software al mínimo por las restricciones propias de los nuevos diseños han dado excelentes resultados.

Con el fin de estudiar los costos del desarrollo de este nuevo tipo de productos empotrados se estudian varias soluciones. Se puede optar por desarrollar código genuino como núcleo de la aplicación, pero el tiempo de desarrollo puede aumentar considerablemente disparándose el coste del desarrollo software. Otra solución es empotrar un sistema operativo para tal

propósito, pero además del coste del desarrollo del propio software, hay que asumir otros costes no menos importantes como son los royalties derivados del uso de ese sistema operativo en cada unidad puesta a la venta. Quedan más opciones, aunque la más atractiva es empotrar Linux en sistemas mínimos, inicialmente el código está disponible de forma gratuita en Internet y las ventajas económicas son fácilmente deducibles, pero los disgustos no hacen más que empezar pues la puesta en marcha de un sistema operativo de estas características con procesadores sin MMU, con sólo 2 MB de memoria flash y 4 MB de DRAM (configuraciones típicas) no deja de ser una odisea.

Sin embargo, al superar este escollo, nos encontramos con un sistema que facilitará enormemente el desarrollo de aplicaciones sobre un hardware que ya no parecerá tan obtuso, y si estas aplicaciones están orientadas a la conectividad del dispositivo a Internet, la pila de protocolos TCP/IP nativo de linux acortará considerablemente el coste del ingeniero de desarrollo. Cabe añadir que los fabricantes de chips que necesitan drivers de algún tipo, ponen a disposición en sus páginas webs, los fuentes de los mismos para ser compilados en Linux.

Con este panorama se hace necesario introducir en los programas de las asignaturas relativas a la docencia de sistemas electrónicos nuevos conceptos que permitan a los alumnos conocer metodologías de diseño de equipos empotrados basadas en la integración software-hardware.

2. Plataforma del equipo de prácticas

Siguiendo las pautas descritas en la introducción se ha diseñado un equipo de prácticas de bajo coste y alta integración, que permite la modularidad de la plataforma permitiendo escalar el equipo en función de las necesidades docentes (prácticas de laboratorio).

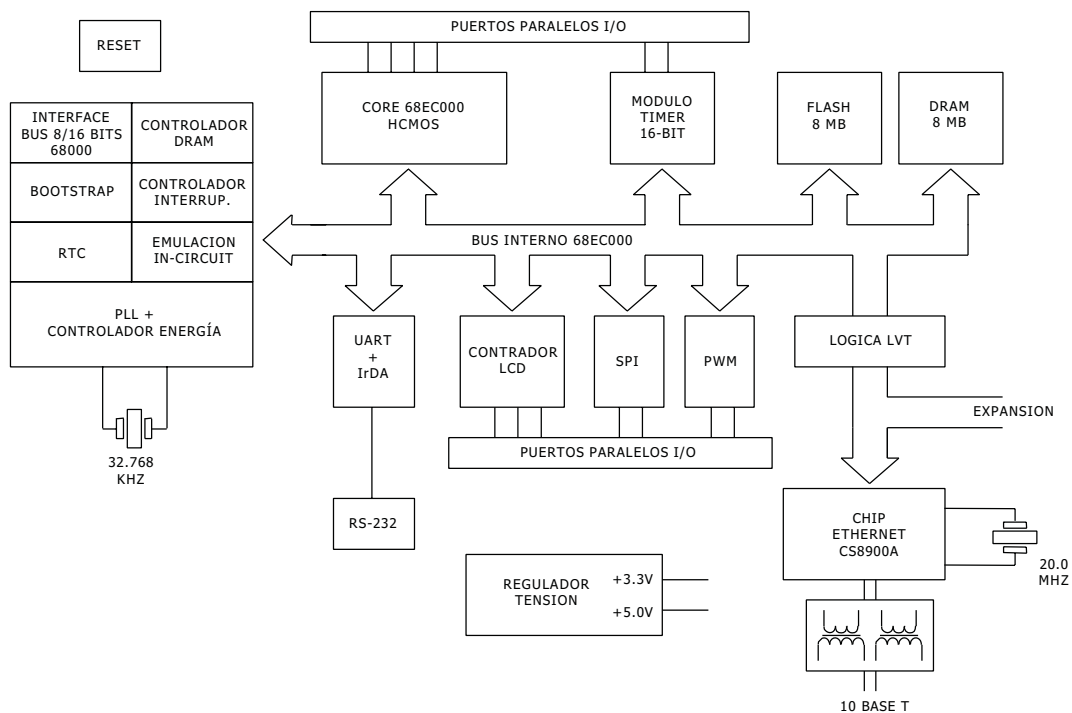


Figura 1: Diagrama de bloques de la plataforma de desarrollo

En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques de la plataforma de desarrollo que consta de los siguientes módulos y características:

- a) Módulo CPU. Con una tensión de 3.3 voltios integra los siguientes elementos:
- Procesador 68EZ328 de Motorola. Integra hasta 20 periféricos en un mismo integrado (core EC000, lógica de chip select y control del bus, PLL, control de energía, controlador de interrupciones, puertos I/O de propósito general, capacidades PWM, timers, interface SPI, UART, soporte IrDA para comunicaciones por infrarrojos, controlador LCD, reloj en tiempo real (RTC), controlador de RAM dinámica, módulo de emulación *in-circuit*, modo *bootstrap*)
 - 16 Megabytes en dos bancos (8 MB DRAM + 8 MB de Flash).
 - Lógica LVT para adaptar niveles lógicos con otras tarjetas de distintas tecnologías.

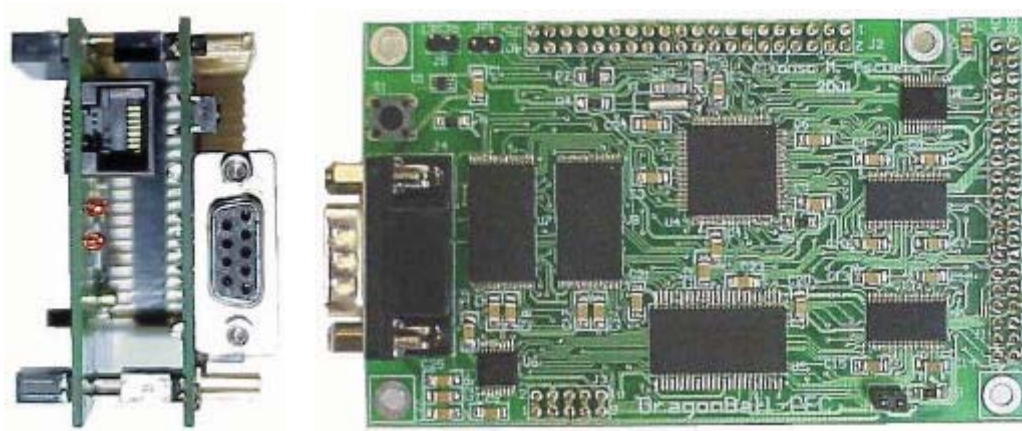


Figura 2: Tarjeta de CPU

- b) Módulo Ethernet: Funciona a 5 voltios y consta de los siguientes elementos:
- Chip Ethernet CS8900A de Cirrus Logic.
 - Transformador ethernet + lógica de decodificación + cristal.

Las tarjetas se pueden apilar con facilidad permitiendo la flexibilidad de un diseño abierto. Esta modularidad (figura 2) se ha conseguido separando la CPU y los dispositivos de memoria (DRAM y FLASH) en una tarjeta de 6x10 cm con conectores tipo PC104 y otras de aplicación específica (tarjeta de red) con las mismas dimensiones.

3. Metodología en el desarrollo del software

Desarrollar software para este tipo de sistema varía notablemente de la forma tradicional. Hay que tener en cuenta de que las memorias flash son del tipo SMD TSOP y van soldadas a la PCB, por lo que no podrán ser extraídas para su programación. Esto se resuelve usando las prestaciones del bootstrap del 68EZ328, que permite volcar código nativo o arrays de datos en formato .B (muy parecido al clásico .S19 de Motorola) desde el puerto serie a la DRAM. Después de inicializar el micro en modo bootstrap se descarga la imagen de la aplicación en localizaciones de la DRAM, también se transfiere a la DRAM el programa que vuelca el contenido de la DRAM sobre la FLASH (algoritmos de programación de la flash, direcciones origen y destino, tamaño segmento del código, vectores de inicialización).

Existen distribuciones de Linux para este procesador, concretamente el uClinux. Este sistema operativo dispone de una gama de herramientas basadas en productos GNU como compiladores de C, ensambladores, depuradores junto con otras utilidades que, por supuesto, son gratuitas.

Estas herramientas deben ser ejecutadas bajo Linux en PC (Suse 7.0) y permiten generar kernel “ROMable” donde se ejecutará la aplicación original, pero con todas las ventajas que ofrece el soporte de un sistema operativo abierto. Esta metodología experimental presenta ciertas dificultades en el comienzo del desarrollo de las primeras aplicaciones, pues es necesario que el alumno conozca conceptos relacionados con los sistemas operativos, bootloaders, arquitectura de los procesadores, funcionamiento de un chip de red y conceptos de TCP/IP, lo que hace aconsejable introducir estos sistemas en los últimos años de las carreras de ciclo largo. Una propuesta de esta metodología podría resumirse en la figura 3.

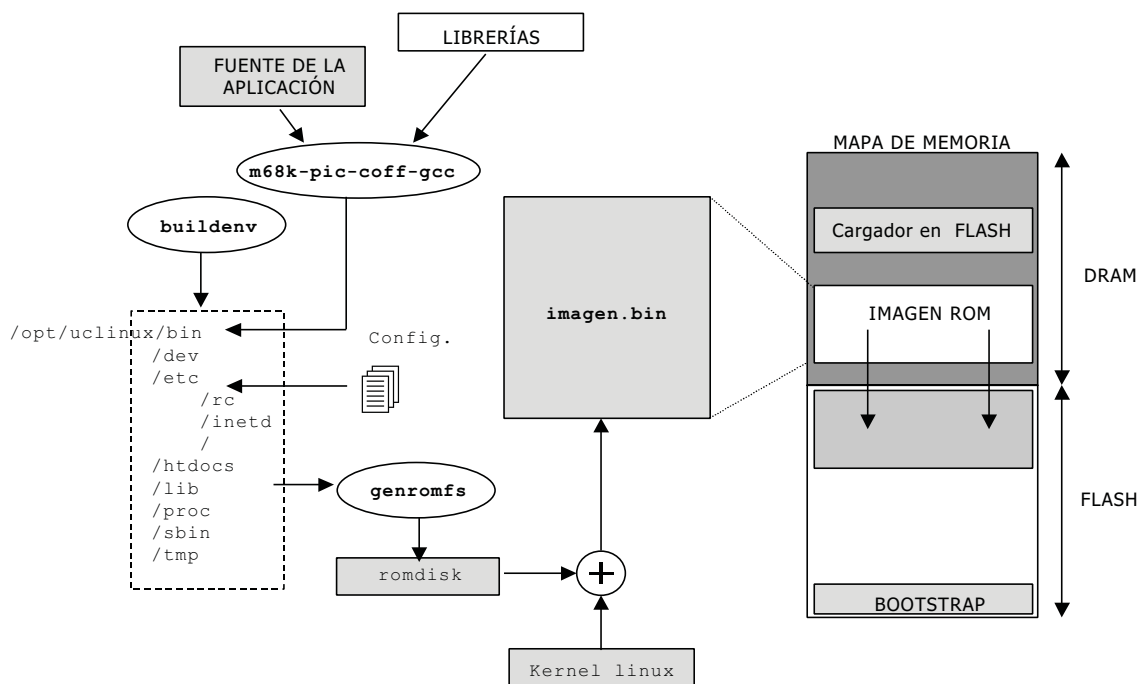


Figura 3: Esquema de la metodología para desarrollar software en un S.O. empotrado.

4. Conclusiones

Este trabajo experimental intenta aportar a la docencia de electrónica nuevos métodos en el desarrollo de sistemas empotrados, donde el alumno tendrá que aplicar conceptos multidisciplinares adquiridos en su formación académica e integrarlos en el diseño de prototipos que se acercan bastante a la realidad de los nuevos productos que aparecen en el mercado.

Referencias

- [1] *CRYSTAL LAN CS8900A. Technical Datasheet.* Cyrrus Logic (2000).
- [2] *DragonBall MC68EZ328 Integrated Processor User Manual.* Motorola (1999).
- [3] *uClinux 2.0.38.* Lineo (2000).