Sistemas embebidos y Hardware libre

Juliana Carolina Roman Bueno
Escuela de Ingeniera de Sistemas e Informtica
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Santander
Email: rjulianaj3@gmail.com

Kelly Johanna Gonzalez Mantilla
Escuela de Ingeniera de sistemas e Imformtica
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Santander
Email: kellygonzalezmantilla@hotmail.com

***Abstract*—En el contenido de este artículo se encuentra un estudio puntual de los conceptos y las evoluciones pertenecientes al área de sistemas embebidos tambien conocido como sistemas embarcados y hardware libre, esto con el propósito de plantear una alternativa optima y módica aplicada a la Universidad Industrial de Santander, haciendo uso de uno de los modelos de Raspberry-Pi, el cual es un computador de placa simple de bajo coste que tiene como objetivo de estimular el aprendizaje de ciencia de la computación en escuelas. El cual es un protecto de hardware libre perteneciente a la fundación Raspberry Pi.**

***palabras clave*—Embebidos,hardware,Raspberry-Phy.**

***Abstract*—The content of the following article have a punctual study of the concepts and evolutions of the areas as embedded system and free hardware, with the purpose of present an optim and moderate alternative applied to the University Industrial of Santander making use of one of the model of Raspberry-Phy, this one is a series of small single-board computers to promote the teaching of basic computer science in schools. This is a proyect of free software made by the fundation Raspberry-Phy.**

***Key Words*—embedded, hardware, Raspberry-Phy.**

I. INTRODUCCIóN

Cuando hablamos de Hardware libre nos referimos a aquellos dispositivos que sus especificaciones, diagramas etc son de acceso publico. Aunque no conozcamos el concepto de hardware libre como el de software libre trabajan de forma similar ya que el software libre puede compartir sus modificaciones, su funcionamiento y otras cosas con el hardware libre sucede lo mismo se puede compartir su disposición física, lista de materiales etc.[8]

Esto no significa que tanto el software libre y hardware libre sean libres, el hardware libre nacio con el propósito de defender los cuatro principios que defiende el software libre pero no se puede tratar de la misma manera. El software libre abarca tanto los ficheros ejecutables como código y en el hardware está el objeto físico y los archivos del diseño. El problema radica en que los principios del software libre no se le puede aplicar al objeto físico ya que este o se puede crear o copiar como pasa con el software.[9]

Los sistemas embebidos combinan interfaces de entrada, un procesador interno y un perifrico de salida, poseen gran cantidad de recursos fsicos y estn diseados para realizar diferentes funciones como lo son las repetitivas, frecuentemente en un sistema de computacin en tiempo real, estn diseados para cubrir un amplio rango de necesidades.Por lo general los sistemas embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador o microprocesador incorporado sobre el mismo, o también, utilizando los compiladores específicos, [12]

II. MARCO TEÓRICO

A. Sistemas embebidos

1) Definición: Un sistema embebido, también conocido como sistema embarcado o empotrado (integrado, incrustado) es un sistema de computación creado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. Al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general (cmo por ejemplo un computador personal) que está proyectado para cumplir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos estan proyectados para cubrir necesidades específicas.

Se entiende por sistemas embebidos una combinación de hardware y software de computadora, sumando tambien algunas piezas mecánicas o de otro tipo,esbozado para que tenga (como ya fué mencionado) una función específica.

Es común ver el uso de estos aparatos, pero pocos se dan cuenta de que hay un procesador y un programa que se esta ejecutando y que este es el que les permite funcionar.[1]

En un sistema embebido la mayoría de los componentes se encuentran incluidos en la placa base (tarjeta de vídeo, audio, módem, etc.) y muchas veces los dispositivos resultantes no tienen el aspecto de lo que se suele asociar a una computadora. Algunos ejemplos de sistemas embebidos podrían ser dispositivos como un taxímetro, un sistema de control de acceso, la electrónica que controla una mquina

expendedora o el sistema de control de una fotocopiadora entre otras múltiples aplicaciones. [1]

Los sistemas embebidos se encuentran disponible a cada momento de nuestra vida. el horno microondas, el auto, el ascensor, el equipo de audio, el avion, son controlados por computadoras que normalmente no poseen una pantalla, un teclado o disco rígidos, y no responden a lo que comúnmente denominamos PC.

figura1.Ejemplos de sistemas embebidos

Los sistemas embarcados suelen tener en una de sus partes una computadora con características especiales conocidas como microcontrolador que viene a ser el cerebro del sistema. Este no es mas que un microprocesador que incluye interfaces de entrada y salida en el mismo chip. Normalmente estos sistemas poseen una interfaz externa para efectuar un monitoreo del estado y hacer un diagnostico del sistema.[2]

2) Historia: El primer sistema embebido reconocido fue el sistema de guía de Apolo desarrollado por el laboratorio de desarrollo de la MIT para las misiones Apolo hacia la luna. Cada vuelo hacia la luna tenía dos de estos sistemas. La función era manejar el sistema de guía inercial de los módulos de excursión lunar. En un comienzo fue considerado como el elemento de mas riesgo presentada en Apolo. Este sistema de cómputo fue el primero en utilizar circuitos integrados y utilizaba una memoria RAM magnética, con un tamao de palabra de 16 bits. El software fue escrito en el lenguaje ensamblador propio y constituía en el sistema operativo básico. pero capaz de soportar hasta ocho tareas simultáneas. El primer sistema embebido producido en masa, fue el computador guía del misil norteamericano Minuteman II en 1962. El principal aspecto del esbozo del computador de Minuteman, es que además de estar construido con circuitos integrados, permitía reprogramar los algoritmos de guía del misil para la reducción de errores y permitía realizar pruebas sobre el misil ahorrando así el peso de los cables y de los conectores.[2]

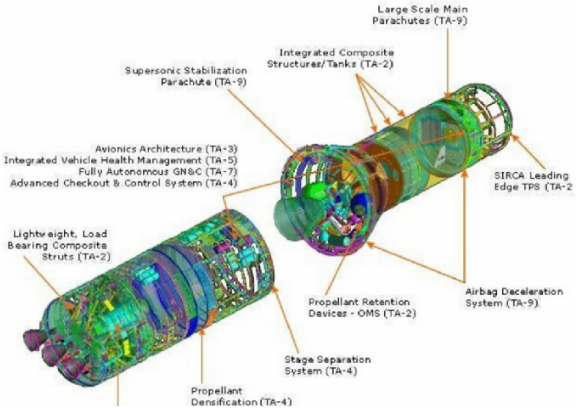


figura2.demostratres 13 embedded technologies on NASA space Launch Initiative Contract

3) como estan construidos?: Los Sistemas Embebidos suelen tener en una de sus partes una computadora con características especiales conocida como microcontrolador que viene a ser el cerebro del sistema. Este no es más que un microprocesador que incluye interfaces de entrada/salida en el mismo chip. Normalmente estos sistemas poseen una interfaz externa para efectuar un monitoreo del estado y hacer un diagnóstico del sistema.[3]

Por lo general, los Sistemas Embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador o microprocesador incorporado sobre el mismo, o también, utilizando los compiladores específicos que utilizan lenguajes como C o C++ y en algunos casos, cuando el tiempo de respuesta de la aplicacin no es un factor crítico, también pueden usarse lenguajes interpretados como Java.[3]

figura3.Raspberry-pi tipo B+

4) Características: Las principales características de un Sistema Embebido son el bajo costo y consumo de potencia. Dado que muchos sistemas embebidos son concebidos para ser producidos en miles o millones de unidades, el costo por unidad es un aspecto importante a tener en cuenta en la etapa de diseo.[3]

Un Sistema Embebido está conformado por un microprocesador y un software que se ejecuta sobre él mismo. Sin embargo, este software necesita un lugar donde pueda guardarse para luego ser ejecutado por el procesador. Esto podría tomar la forma de memoria RAM o ROM, la cual cierta cantidad es utilizada por el Sistema Embebido.[3]

5) Arquitectura básica de una PC embebida: Una PC embarcada o embebida posee una arquitectura similar a la de un PC, acontinuacion se enunciaran brevemente estos elementos básicos.

- Microprosesador:es el encargado de realizar las operaciones de cálculo principales del sistema. Ejecuta código para realizar una determinada tarea y dirige el funcionamiento de los demás elementos que le rodean, a modo de director de una orquesta.[1]
- Memoria:en ella se encuentra almacenado el código de los programas que el sistema puede ejecutar así como los datos. Su característica principal es que debe tener un acceso de lectura y escritura lo más rápido posible para que el microprocesador no pierda tiempo en tareas que no son meramente de cálculo.
- Caché:memoria más rápida que la principal en la que se almacenan los datos y el código accedido últimamente. Dado que el sistema realiza microtareas, muchas veces repetitivas, la caché hace ahorrar tiempo ya que no hará falta ir a memoria principal si el dato o la instrucción ya se encuentra en la caché. [1]
- Disco duro:en él la información no es volátil y además puede conseguir capacidades muy elevadas. A diferencia de la memoria que es de estado sólido éste suele ser magnético. Pero su excesivo tamao a veces lo hace inviable para PC embebidas, con lo que se requieren soluciones como unidades de estado sólido.[1]
- Disco flexible:su función era la de almacenamiento, pero con discos con capacidades mucho más pequeas y la ventaja de su portabilidad. Normalmente se encontraban en computadora personal estándar pero no así en una PC embebida.[1]
- BIOS-ROM:BIOS (Basic Input and Output System, sistema básico de entrada y salida) es código que es necesario para inicializar la computadora y para poner en comunicación los distintos elementos de la placa madre. La ROM (Read Only Memory, memoria de sólo lectura no volátil) es un chip donde se encuentra el código BIOS.[1]
- Chipset:Chip que se encarga de controlar las interrupciones dirigidas al microprocesador, el acceso directo a memoria (DMA) y al bus ISA, adems de ofrecer temporizadores, etc. Es frecuente encontrar la CMOS-RAM y el reloj de tiempo real en el interior del Chip Set.[1]
- Entradas al sistema: Pueden existir puertos para mouse, teclado, vídeo en formato digital, comunicaciones serie o paralelo, etc.[1]

figura4.Box pc embebido con procesador intel core

- Ranuras de expansión para tarjetas de tareas específicas: Que pueden no venir incorporadas en la placa madre, como pueden ser más puertos de comunicaciones, acceso a red de computadoras vía LAN (Local Area Network, red de área local) o vía red telefónica: básica, RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Loop, Lazo Digital Asíncrono del Abonado), Cablemódem, etc. Un PC estándar suele tener muchas ms ranuras de expansión que una PC embebida. Las ranuras de expansión están asociadas a distintos tipos de bus: VESA, ISA, PCI, NLX (ISA + PCI), etc.[1]

6) Algunas aplicaciones de un sistema embebido: Los lugares en donde podemos encontrar sistemas embebidos son amplios y numerosos, a continuación sealaremos algunas posibilidades de estos dispositivos:

- En una fábrica, para controlar un proceso de montaje o producción. Una mquina que se encargue de una determinada tarea puede contener numerosos circuitos electrónicos y eléctricos para el control de motores, hornos, etc. que deben ser gobernados por un procesador, el cual ofrece una interfaz personamquina para ser dirigido por un operario e informarle al mismo de la marcha del proceso.[1]
- Puntos de servicio o venta (POS, point of sale). Las cajas donde se paga la compra en un supermercado son cada vez más completas, integrando teclados numéricos, lectores de códigos de barras mediante láser, lectores de tarjetas bancarias de banda magnética o chip, pantalla alfanumérica de cristal líquido, etc. El sistema embebido en este caso requiere numerosos conectores de entrada y salida y unas características robustas para la operación continuada.[1]

- Puntos de información al ciudadano. En oficinas de turismo, grandes almacenes, bibliotecas, etc. existen equipos con una pantalla táctil donde se puede pulsar sobre la misma y elegir la consulta a realizar, obteniendo una respuesta personalizada en un entorno gráfico amigable.[1]

- Decodificadores y set-top boxes para la recepción de televisión. Cada vez existe un mayor número de operadores de televisión que aprovechando las tecnologías vía satélite y de red de cable ofrecen un servicio de televisión de pago diferenciado del convencional. En primer lugar envían la seal en formato digital MPEG-2 con lo que es necesario un procesado para decodificarla y mandarla al televisor. Además viaja cifrada para evitar que la reciban en claro usuarios sin contrato, lo que requiere descifrarla en casa del abonado.[1]

- Sistemas radar de aviones. El procesado de la senal recibida o reflejada del sistema radar embarcado en un avión requiere alta potencia de cálculo además de ocupar poco espacio, pesar poco y soportar condiciones extremas de funcionamiento (temperatura, presión atmosférica, vibraciones, etc.).[1]

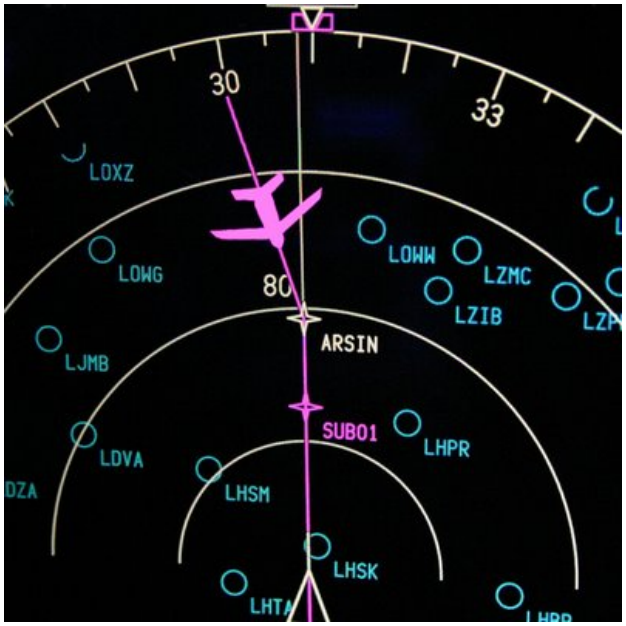


figura5.Radar del avión electrónico

- Máquinas de revelado automático de fotos.[1]

- Cajeros automáticos.[1]

- Pasarelas (Gateways) Internet-LAN.[1]

- Equipos de medicina en hospitales y en ambulancias UVI movil .[1]

figura6.UCI de un hospital

Como ya fue dicho, las aplicaciones de los sistemas embebidos son muy bastas, las áreas en las que más destaca el uso de sistemas embebidos son:

1) Control de flota en tiempo real: los productos embebidos permiten cumplir con éxito las exigencias que requiere la óptima presentacion de una flota, que son principalmente fiabilidad y rapidez.[4]
2) Autoventa/preventa: gracias a sus características de gran potencia y a su pantalla TFT en colores, estos dispositivos permitirán informatizar todo los aspetos de la venta a distancia, una labot que habitualmente se realizaba en forma manual.[4]
3) Robótica: Control y automatización de todo tipo de procesos y tareas de difícil ejecuión como la soldadura de grandes tuberías o de las cubiertas de los barcos, obteniendo y corrigiendo información en tiempo real .[4]
4) Domotica y otras: existen placas que incorporan todas las capacidades necesarias para dar inteligencia a los edificios, capacidades que también se pueden transladar a otros múltiples campos, como son el control y lainstrumentación, mediciones analógicas y digitales, vigilancia, seguridad y estaciones remotas.[4]

7) Ventajas de un sistema embebido sobre las soluciones industriales tradicionales: Los equipos industriales de medida y control tradicionales estn basados en un microprocesador con un sistema operativo privativo o específico para la aplicación correspondiente. Dicha aplicación se programa en ensamblador para el microprocesador dado o en lenguaje C, realizando llamadas a las funciones básicas de ese sistema operativo que en ciertos casos ni siquiera llega a existir. Con los modernos sistemas PC embebida basados en microprocesadores i486 o i586 se llega a integrar el mundo del PC compatible con las aplicaciones industriales.

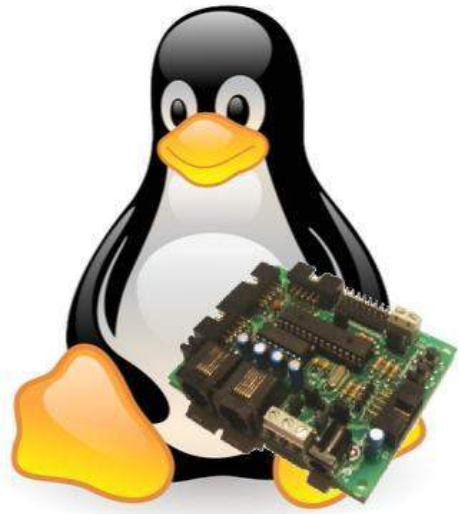
esto implica ventajas como la posibilidad de utilización de sistemas operativos potentes que ya realizan numerosas tareas: comunicaciones por redes de datos, soporte gráfico, concurrencia con lanzamiento de threads, etc. Estos sistemas operativos pueden ser los mismos que para PC compatibles

(Linux, Windows, MS-DOS) con fuertes exigencias en hardware o bien ser una versión reducida de los mismos con características orientadas a los PC embebidos.rambien implica la reducción en el precio de los componentes hardware y software debido a la gran cantidad de PC en el mundo.[1]

III. HARDWARE LIBRE

1) Definición: Le llamamos hardware libre o hardware de código abierto a aquellos dispositivos de hardware cuyas especificaciones , diagramas esquemáticos diseños, tamaños y otra información acerca del hardware son de acceso público, ya sea bajo algún tipo de pago, o de forma gratuita y tiene los mismos principios del software libre en lo referente a cuatro libertades que son libertad de uso, de estudio y modificación, de distribución, y de redistribución de las versiones modificadas.

Como no existe una definición muy clara de lo que es el hardware libre, cada autor lo interpreta a su manera. Se han creado licencias, algunas de las cuales están todavía en desarrollo, dependiendo del enfoque, pueden ser establecidas dos clasificaciones: la primera tiene en cuenta cómo es su naturaleza (estático o reconfigurable) y la otra en función de su filosofía.



2) Clasificación: figura 7.Linux

- HARDWARE RECONFIGURABLE: El hardware reconfigurable es totalmente diferente al hardware estático. Se describe por medio de un lenguaje HDL(Hardware Description Language) y proporciona especificaciones con todo detalle su estructura y funcionalidad. Se desarrolla de una manera muy similar a como se hace con el software, mediante archivos de texto, que contienen el código fuente.

  Se les puede aplicar directamente una licencia libre, como la GPL. Los problemas no surgen por la definición de qué es libre o qué debe cumplir para serlo, sino que aparecen con las herramientas de desarrollo necesarias. Para hacer que el hardware reconfigurable sea libre, sólo hay que aplicar la licencia GPL a su código.[5]

- HARDWARE ESTATICO: Es el conjunto de elementos materiales o tangibles de los sistemas electrónicos. Ya que el software carece de existencia física. No se pueden aplicar directamente las cuatro libertades del software libre al hardware, dada su diferente naturaleza. Uno tiene existencia física, el otro no.

- SEGÚN SU FILOSOFÍA: Como no se tiene una definición muy clara de lo que es el Hardware libre este se puede interpretar de mÚltiples maneras. Existen muchos argumentos relacionados con el diseño del hardware libre que provienen de quienes hablan en las comunidades de software y hardware.

  Una causa de esto es el simple hecho de que la palabra ”software” refiere tanto al cdigo fuente como a los archivos o ficheros ejecutables, mientras que las palabras ”hardware” y ”diseño de hardware” se refieren claramente a dos cosas distintas. Usar la palabra ”hardware” como taquigrafa para el diseo y el objeto fsico es una receta para la confusión. Los tÉrminos siguientes se han utilizado en discusiones de este asunto.[6]

  -Diseño de Hardware Libre (Free hardware design)
  -Libre hardware design
  -Open source hardware
  -Open Hardware
  -Free hardware[6]

3) Historia:

La historia comienza en el siglo xx en los inicios de la informática.En 1970 Lee Felsenstein estableció el Homebrew Computer Club, el cual era un híbrido de los elementos del movimiento radical del colegiado de los aos 1960, de los activistas que trabajaban el rea de computación de la comunidad de Berkeley y de los aficionados a los hobbys electrónicos. El texto Participatory Democracy From the 1960s and SDS into the Future On-line, escrito por Michael Hauben, quién describe las ideas de Los estudiantes para una Sociedad Democrática explica cómo ellos transformaron los movimientos que trabajaban en el área de la computación de la comunidad de los aos 1970 y más adelante.

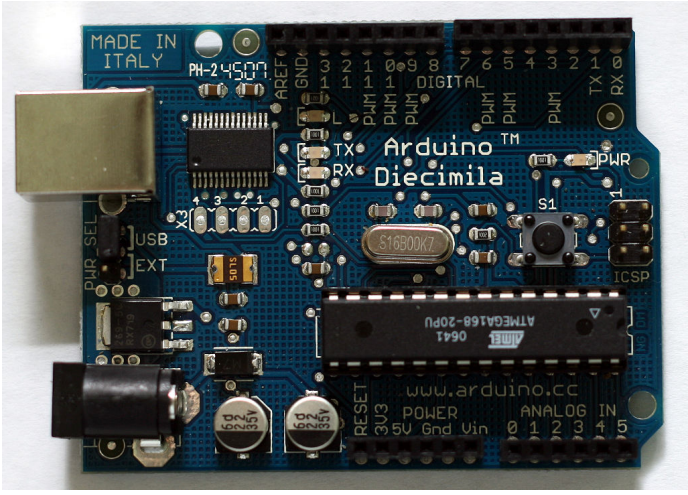


figura 8. Arduino Diecimila

Ya en los aos noventa FPGA y Open Design Circuits, surgen en los aos 1990, en el sitio web de Reinoud Lamberts. Open Design Circuits fue el primero en proponer la creación de una comunidad de diseo de hardware con el espíritu del software libre. En teora, FPGA permitira el intercambio de diseños libres electrónicamente, de la misma manera que los programas pueden ser intercambiados. Pero en la práctica, la comunidad que creció alrededor del sitio nunca agregó diseos libres por la carencia de software libre para el diseño electrónico (que entonces no existía) para lo cual se debatió sobre el uso del software libre o el freeware comercial, hasta el extremo que no se creó ningún diseo real en el sitio en sí mismo.

Pero las discusiones involucraron a una gran cantidad de personas, muchas que estaban implicadas en otras empresas libres de diseo de hardware. Esta fue la primera vez que un gran grupo de gente había discutido seriamente acerca de qué era práctico y qu no era práctico con respecto al hardware. Con la creación de este sitio web, Open Design Circuits sentó las bases para una comunidad entera.

4) Ventajas y Desventajas:

VENTAJAS:

- Reutilización y adecuación permitiendo mejorar a nivel mundial.
- Ahorra costos y tiempos de diseño en los trabajos.
- El hardware pueda ser de calidad, los estándares abiertos y que sean más económicos.
- Protege y defiende la independencia, permitiendo a las naciones no depender de ninguna otra que le provea los recursos necesarios para su desarrollo e independencia tecnológica.

DESVENTAJAS:

- Cuando tratamos de fabricar cierto diseño es posible no poderlo realizar por falta de material (Puede que en algunos pases no).A esto le llamamos disponibilidad de los componentes.
- Para verificar que el diseño que se quiere utilizar funciona es necesario la fabricación de este y este tiene un costo.
- La distribución depende de la facilidad de reproducción del diseño y de la capacidad de reproducirlo por parte del usuario final.
- Las patentes son una realidad, por eso muchos de las motivaciones de los autores de este concepto es que no se libere el código o el diseño si no lo desea, pero se anima a que nuevas empresas desarrollen y liberen nuevo hardware.[10]

5) Problemas Actuales: Hay problemas que dificultan llevar a la práctica lo que llamamos hardware libre. A continuación, mencionaremos algunos.

- Dependencia tecnolgica por componentes importados: Cuando intentamos fabricar cierto diseño podemos encontrarnos con un problema que es la falta de material. En ciertos países puede no encontrarse este problema, pero existen otros en los cuales no se encuentras los materiales necesarios. Las TIC son herramientas de suma importancia e indispensables para el desarrollo de una nación.
- El conocimiento lo poseen algunas empresas: A pesar de que exista la filosofía del hardware libre se sigue reteniendo información y conocimiento de grandes industrias y por esto los consumidores se tienen que adaptar al producto que ofrece el mercado y por lo general no cumple con todas las necesidades que el consumidor en cierto caso llega a necesitar y es ahí donde no se le da al usuario la libertad de elegir.
- Gran inversión de tiempo en trabajos de diseño redundantes: Existen muchos diseños que son redundantes(repetidos), todo ese conocimiento y tiempo invertido en diseñar lo ya hecho podría invertirse para crear nuevas áreas de investigación y producción. [11]

figura 9. Raspberry Pi : Adafruit Industries..

6) Arduino y Raspberry PI: El proyecto Arduino fue una de las primeras iniciativas conocidas bajo el nombre de hardware libre, consiste en una placa que tiene varias entradas y salidas que permiten el desarrollo de múltiples proyectos para el control de objetos.Raspberry Pi es un computador de placa reducida, de bajo costo y tiene el objetivo de estimular la enseanza.Aunque no se sabe explícitamente si es hardware libre o con derechos de marca cualquiera puede convertirse en revendedor o redistribuidor de las tarjetas por lo que se dice que es un producto con propiedad registrada pero de uso libre.Estas dos son las mas conocidas cuando hablamos de hardware libre, sin embargo ambas no son completamente libres

IV. CASO DE APLICACIÓN

Raspberry Pi y Arduino son los proyectos de hardware libre más conocidos por el gran público. Pero podemos encontrar un extenso listado de iniciativas y proyectos que siguen la senda del hardware libre que vale la pena conocer.Los dos son muy conocidos por el mundo y son los claros ejemplos de lo que es Hardware libre es decir, dispositivos que sus especificaciones, esquemas y diseños son de acceso público.

Algunos proyectos que se han hecho usando el hardware libre son:

- REPRAP: Es una idea muy curiosa que trata sobre la impresión en 3D, hoy en dia podemos encontrar una amplia gama de ejemplos de impresoras en 3D y muchas de estas con dispositivos libres pero RepRap es un proyecto de Hardware libre que tiene entre sus objetivos el ser capaz de autoreplicarse es decir RepRap era capaz de fabricar componentes para montar otra impresora RepRap, una especie de cadena con la que facilitar el acceso a esta tecnología.

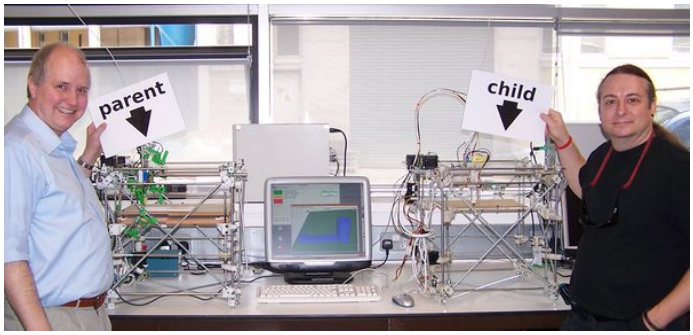


figura 10. Mquina RepRap fabricada con un prototipo rpido convencional

- UZEBOX: Es un proyecto no tan nuevo ya que lleva varios aos ya andando. Esta tenía como objetivo desarrollar una consola de juegos libre y abierta y que nos permite rescatar los mandos de nuestra ”clsica” SuperNES y jugar con ellos. La consola Uzebox está basada en el microcontrolador AVR de Atmel en una placa de hardware extremadamente simple con 4 KB de memoria RAM, 64 KB de memoria de programa, una velocidad de reloj de 28.61818 Mhz (con overclocking del microcontrolador), sonido en 8-bits mono y puerto MIDI en un sistema que usa un kernel basado en interrupciones con el que se sincronizan a tiempo real la generación del vdeo o la mezcla del audio [7].

- OPEN COMPUTE PROJECT: Es una propuesta muy atractiva ya que tiene un enfoque en los servidores y data centers. Esta surgió de la mano de Facebook donde la compañóa impulsa el diseño y la fabricación de servidores propios cuyos esquemas comparte y as abrir este sector para que se puedan implementar servidores a medida o extremadamente optimizados.

figura 11. Open compute project

- CUBIEBOARD: Se le conoce como la rival de Raspberry pi. Ofrece una placa de hardware muy potente en la que se puede instalar un disco duro SATA con 1GB de memoria RAM, un procesador ARM A10 de 1 GHz y un almacenamiento ya cargado de 4 GB en el que se ha instalado un Android 4.0.4. Se puede podremos instalar distribuciones Linux como Ubuntu y plantearnos aplicaciones que requieran un mayor rendimiento o, incluso, introducirnos en el mundo de Linux con un computador de gran potencia y muy bajo coste.

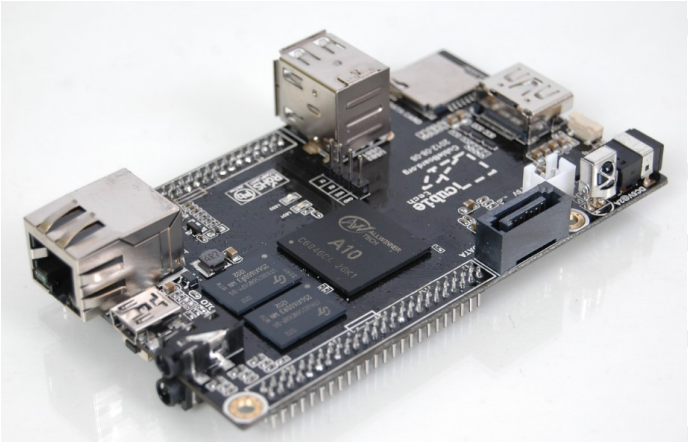


figura 12. Primer prototipo de Cubieboard

- VIA OPENBOOK: Soportado por la empresa Via technologies que tenía como objetivo marcar las pautas con las que construir netbooks y siguiendo una especie de estándar común. La idea bastante curiosa ya que ofrecía esquemas bajo licencia Creative Commons para que los fabricantes productores OEM desarollaran sus propios netbooks sin depender de las grandes marcas.

V. CONCLUSIONES

Los sistemas embebidos tienen amplias aplicaciones en el mundo actual que no solo se pueden encontrar individuales si no que tambien se puede encontrar irmensos en sistemas mayores, estos sistemas electronicos son altamente utilizables ya que cumplen o desarrollan una o más funciones específicas.

El hardware libre ha sido de gran importancia para el avance en el desarrollo tecnológico ya que impulsa a la investigación y para el crecimiento del conocimiento. Gracias a este hubo un gran desarrollo en proyectos, Pero no solo por esto es importante el hardware libre sino también por la lucha que tiene con las grandes empresas y sus patentes de las cuales proviene casi todo el hardware que conocemos.

REFERENCES

[1] wikipedia, "Sistema embebido", $https : //es.wikipedia.org/wiki/Sistema_embebido$

[2] Antonio Nadal Galania Llinares, sistemas embebidos,$https : //es.slideshare.net/marcoreyes1972/sistemas - embebidos - 62000647$.

[3] "Sistemas embebidos:Innovando hacia los sistemas inteligentes",$http : //www.semanticwebbuilder.org.mx$.

[4] Raul Sanchez Vitores, "Aplicaciones de los sistemas embebidos", $http : //www.tecnicaindustrial.es/tiadmin/numeros/15/07/a07.pdf$

[5] Ivan Gonzlez, Juan Gonzlez, Francisco Gmez-Arribas , "Hardware libre: clasificacin y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux", $http : //http : //es.tldp.org/Presentaciones/200309hispalinux/8/8.pdf$

[6] wikipedia, "Hardware libre", $https : //es.wikipedia.org/wiki/Hardware_libre$

[7] 5 proyectos de hardware libre que vale la pena conocer, "Hardware libre", $https : //hipertextual.com/2013/05/5 - proyectos - de - hardware - libre - para - conocer$

[8] Qu es el Hardware Libre?, "Hardware libre", $http : //www.softeingenio.com/tecnologia/hardware/51 - hardware - industria/95 - hardwarelibre.html$

[9] Diferencias con el software libre, "Hardware libre", $http : //wikis.fdi.ucm.es/ELP/Hardware_libre$

[10] Ventajas y desventajas, "Hardware libre", $https : //es.wikipedia.org/wiki/Hardware_libre$

[11] Problemas actuales, "Hardware libre", $https : //es.wikipedia.org/wiki/Hardware_libre$

[12] Que se entiende por sistema embebido?, "Sistemas embebidos", $http : //www.monografias.com/trabajos104/sistemas - embebidos/sistemas - embebidos.shtml$