

Extendiendo el modelo del software libre al hardware

Open Source Hardware

Jorge Ernesto Guevara Cuenca Fredy J. Pulido López

¹Colibri - Comunidad de Usuarios de Software Libre en Colombia
<http://www.slcolumbia.org>

²AltalImpedancia
<http://www.altaimpedancia.org>

FLISoL 2010 Buga
Universidad del Valle sede Buga
24 de abril de 2010



Agenda

1 Como se hace el hardware

- Lo que se necesita
- Como se hace
- Lo que se obtiene

2 Que es Open Source Hardware

- Definiciones formales
- Para que el Open Source Hardware

3 Proyectos de Open Source Hardware



Objetivos

Principal

Mostrar que el Open Source Hardware es una realidad.

Especificos

- Presentar una descripción general de como se hace el hardware.
- Definir y contextualizar el término Open Source Hardware y otros necesarios para entenderlo.
- Mostrar algunos proyectos de Open Source Hardware.



Objetivos

Principal

Mostrar que el Open Source Hardware es una realidad.

Especificos

- Presentar una descripción general de como se hace el hardware.
- Definir y contextualizar el término Open Source Hardware y otros necesarios para entenderlo.
- Mostrar algunos proyectos de Open Source Hardware.



Objetivos

Principal

Mostrar que el Open Source Hardware es una realidad.

Especificos

- Presentar una descripción general de como se hace el hardware.
- Definir y contextualizar el término Open Source Hardware y otros necesarios para entenderlo.
- Mostrar algunos proyectos de Open Source Hardware.



Objetivos

Principal

Mostrar que el Open Source Hardware es una realidad.

Especificos

- Presentar una descripción general de como se hace el hardware.
- Definir y contextualizar el término Open Source Hardware y otros necesarios para entenderlo.
- Mostrar algunos proyectos de Open Source Hardware.



Objetivos

Principal

Mostrar que el Open Source Hardware es una realidad.

Especificos

- Presentar una descripción general de como se hace el hardware.
- Definir y contextualizar el término Open Source Hardware y otros necesarios para entenderlo.
- Mostrar algunos proyectos de Open Source Hardware.



Agenda

1 Como se hace el hardware

- Lo que se necesita
- Como se hace
- Lo que se obtiene

2 Que es Open Source Hardware

- Definiciones formales
- Para que el Open Source Hardware

3 Proyectos de Open Source Hardware



Herramientas EDA

¿Qué es CAD?

- CAD es el acrónimo de Computer Aided Design (Diseño asistido por computador).
- En principio se refiere a aplicaciones para hacer dibujos.
- Se usa en general para cualquier campo del conocimiento en el que se pueda diseñar por medio de un computador.
- ECAD es el acrónimo de Electronic Computer Aided Design (Diseño electrónico asistido por computador).



Herramientas EDA

¿Qué es CAD?

- CAD es el acrónimo de Computer Aided Design (Diseño asistido por computador).
- En principio se refiere a aplicaciones para hacer dibujos.
- Se usa en general para cualquier campo del conocimiento en el que se pueda diseñar por medio de un computador.
- ECAD es el acrónimo de Electronic Computer Aided Design (Diseño electrónico asistido por computador).



Herramientas EDA

¿Qué es CAD?

- CAD es el acrónimo de Computer Aided Design (Diseño asistido por computador).
- En principio se refiere a aplicaciones para hacer dibujos.
- Se usa en general para cualquier campo del conocimiento en el que se pueda diseñar por medio de un computador.
- ECAD es el acrónimo de Electronic Computer Aided Design (Diseño electrónico asistido por computador).



Herramientas EDA

¿Qué es CAD?

- CAD es el acrónimo de Computer Aided Design (Diseño asistido por computador).
- En principio se refiere a aplicaciones para hacer dibujos.
- Se usa en general para cualquier campo del conocimiento en el que se pueda diseñar por medio de un computador.
- ECAD es el acrónimo de Electronic Computer Aided Design (Diseño electrónico asistido por computador).



Herramientas EDA

¿Qué es EDA?

- EDA es el acrónimo de Electronic Design Automation (Automatización de diseño electrónico).
- Se refiere a todas las herramientas involucradas en el desarrollo de hardware.
- Es todo el software ECAD y hardware requeridos para el desarrollo de hardware.
- Hardware requerido
 - HDK (Hardware Development Kits)
 - HPP (Hardware Prototyping Platforms).



Herramientas EDA

¿Qué es EDA?

- EDA es el acrónimo de Electronic Design Automation (Automatización de diseño electrónico).
- Se refiere a todas las herramientas involucradas en el desarrollo de hardware.
- Es todo el software ECAD y hardware requeridos para el desarrollo de hardware.
- Hardware requerido
 - HDK (Hardware Development Kits)
 - HPP (Hardware Prototyping Platforms).



Herramientas EDA

¿Qué es EDA?

- EDA es el acrónimo de Electronic Design Automation (Automatización de diseño electrónico).
- Se refiere a todas las herramientas involucradas en el desarrollo de hardware.
- Es todo el software ECAD y hardware requeridos para el desarrollo de hardware.
- Hardware requerido
 - HDK (Hardware Development Kits)
 - HPP (Hardware Prototyping Platforms).



Herramientas EDA

¿Qué es EDA?

- EDA es el acrónimo de Electronic Design Automation (Automatización de diseño electrónico).
- Se refiere a todas las herramientas involucradas en el desarrollo de hardware.
- Es todo el software ECAD y hardware requeridos para el desarrollo de hardware.
- **Hardware requerido**
 - HDK (Hardware Development Kits)
 - HPP (Hardware Prototyping Platforms).



Herramientas EDA

¿Qué es EDA?

- EDA es el acrónimo de Electronic Design Automation (Automatización de diseño electrónico).
- Se refiere a todas las herramientas involucradas en el desarrollo de hardware.
- Es todo el software ECAD y hardware requeridos para el desarrollo de hardware.
- Hardware requerido
 - HDK (Hardware Development Kits)
 - HPP (Hardware Prototyping Platforms).



Herramientas EDA

¿Qué es EDA?

- EDA es el acrónimo de Electronic Design Automation (Automatización de diseño electrónico).
- Se refiere a todas las herramientas involucradas en el desarrollo de hardware.
- Es todo el software ECAD y hardware requeridos para el desarrollo de hardware.
- Hardware requerido
 - HDK (Hardware Development Kits)
 - HPP (Hardware Prototyping Platforms).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc...
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc...
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc...
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Herramientas EDA

- Lenguajes de descripción de circuitos.
 - netlist, ejemplo spice.
 - HDL, ejemplo verilog.
- Captura esquemática y modelado gráfico.
 - Diagramas de flujo.
 - ASM.
 - etc. . .
- Simuladores y visualizadores.
- Fabricación de tarjetas de cirtuitos impresos (PCB).
- Fabricación de circuitos integrados (VLSI).
- Programación de dispositivos lógicos (FPGA, PAL, PLD).



Agenda

1 Como se hace el hardware

- Lo que se necesita
- **Como se hace**
- Lo que se obtiene

2 Que es Open Source Hardware

- Definiciones formales
- Para que el Open Source Hardware

3 Proyectos de Open Source Hardware





Figura: Metodología universal de diseño [Güichal 2005].



Agenda

1 Como se hace el hardware

- Lo que se necesita
- Como se hace
- Lo que se obtiene

2 Que es Open Source Hardware

- Definiciones formales
- Para que el Open Source Hardware

3 Proyectos de Open Source Hardware



Producto terminado

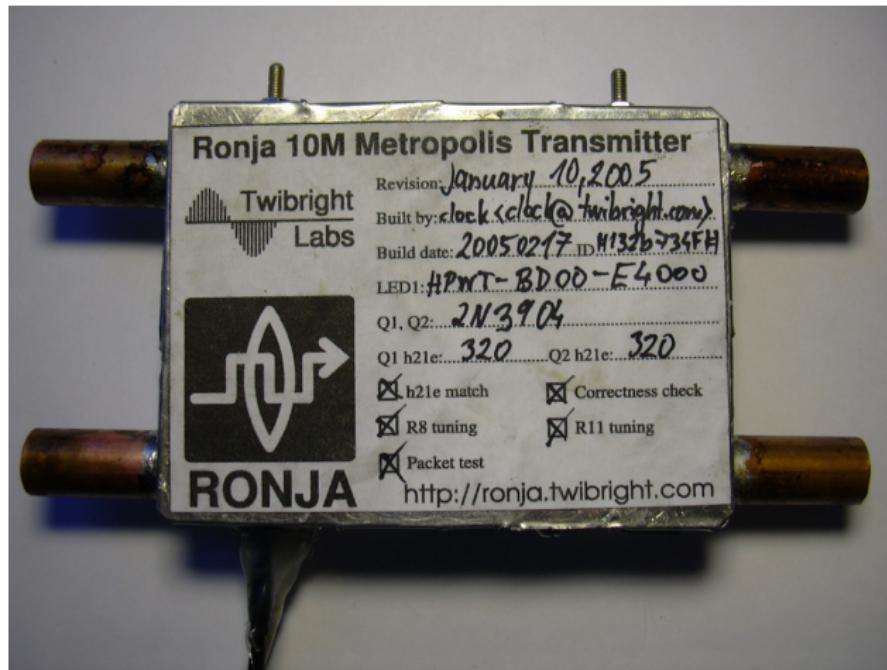
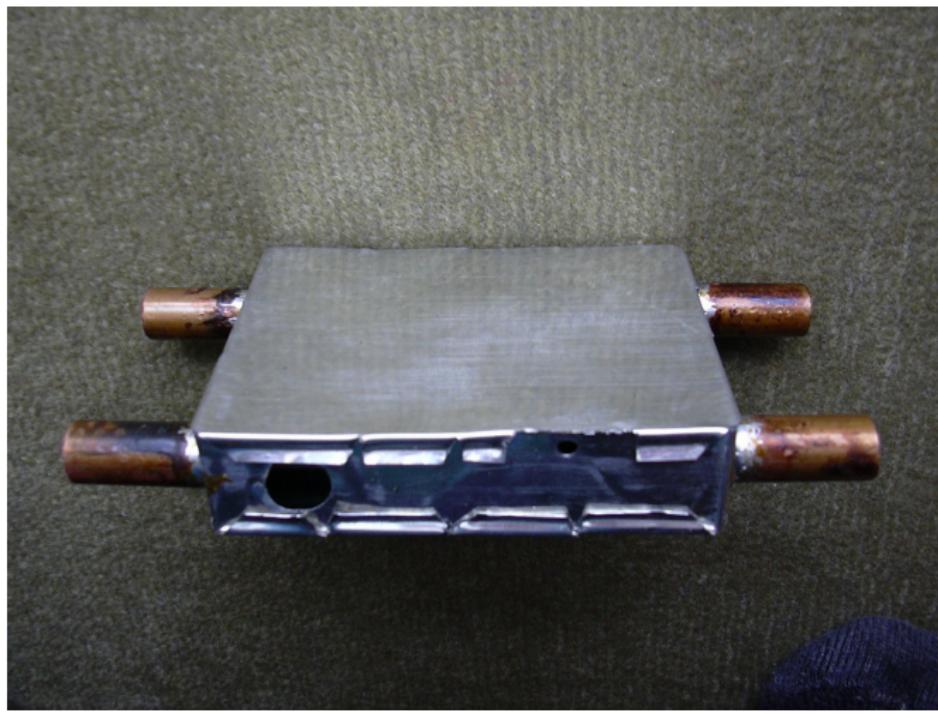


Figura: Transmisor Ronja 10M Metropolis



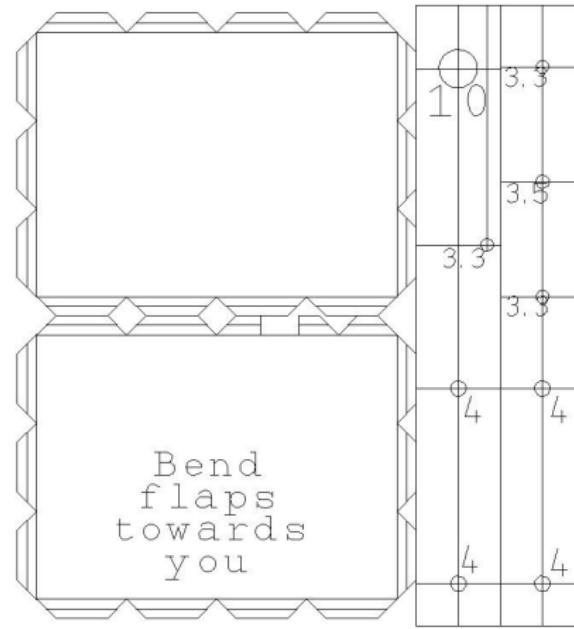
Hardware mecánico



Diseño Hardware mecánico

Hecho en **qcad** - http://www.ribbonsoft.com/qcad_downloads.html

Ronja TX PCB
Box Template



Hardware mecánico

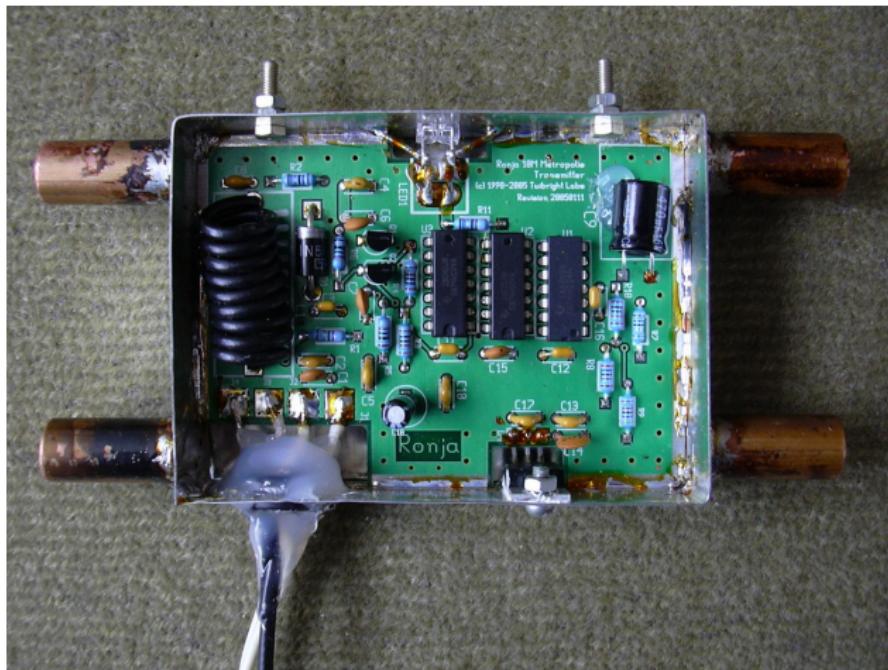


Figura: Dentro esta el Hardware electrónico



Hardware electrónico

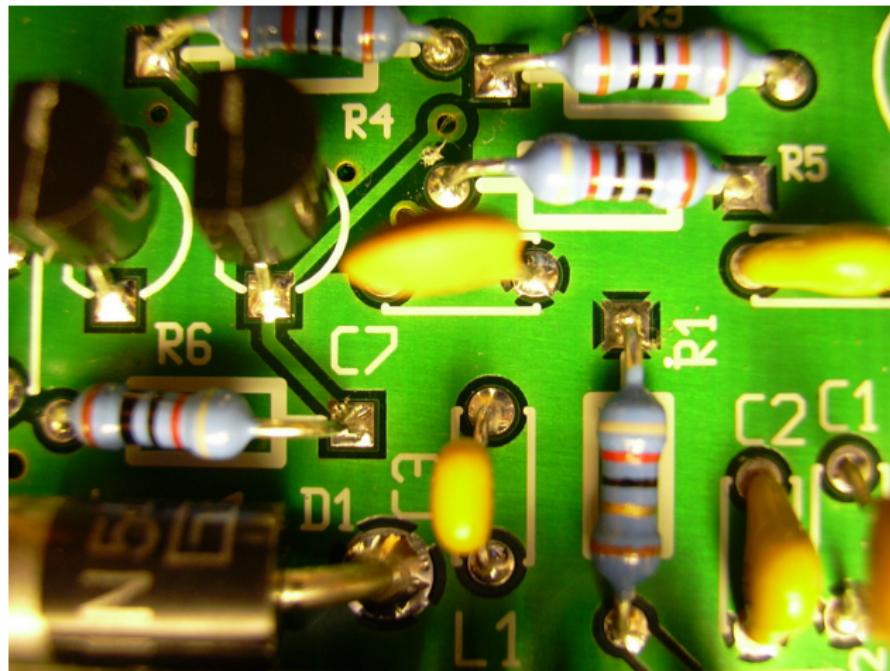


Figura: Tarjeta con dispositivos electrónicos



Hardware electrónico

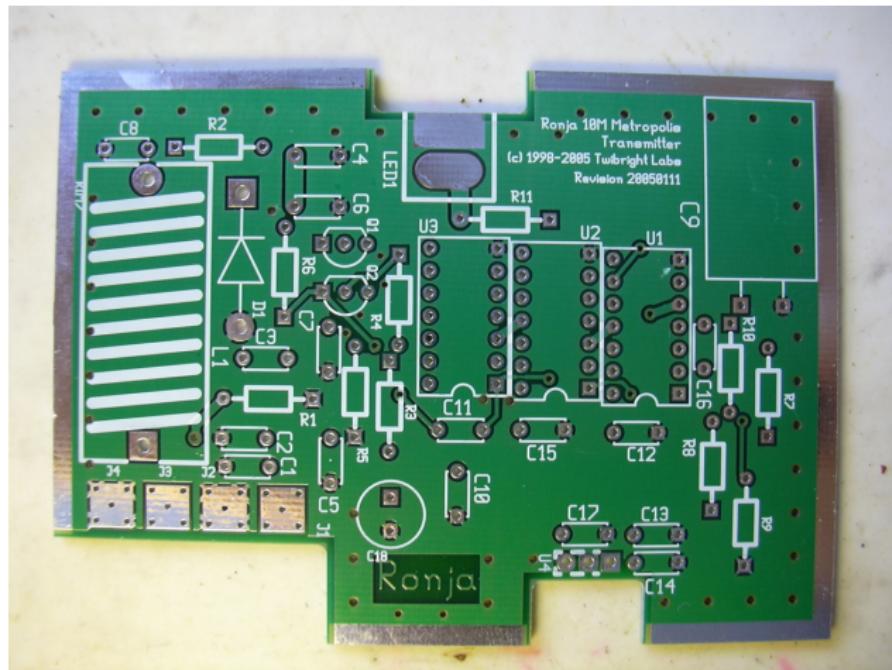


Figura: Tarjeta de circuito impreso (PCB)



Hardware electrónico

Se visualiza con **gerbv** - <http://gerbv.sourceforge.net>

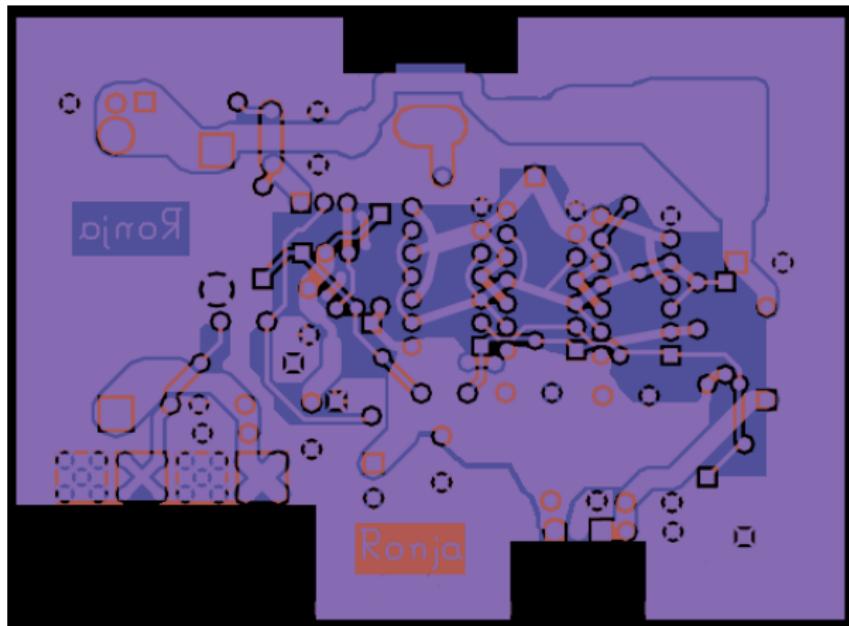


Figura: Archivo gerber



Diseño de Hardware electrónico

Se edita con **pcb** - <http://pcb.gpleda.org>

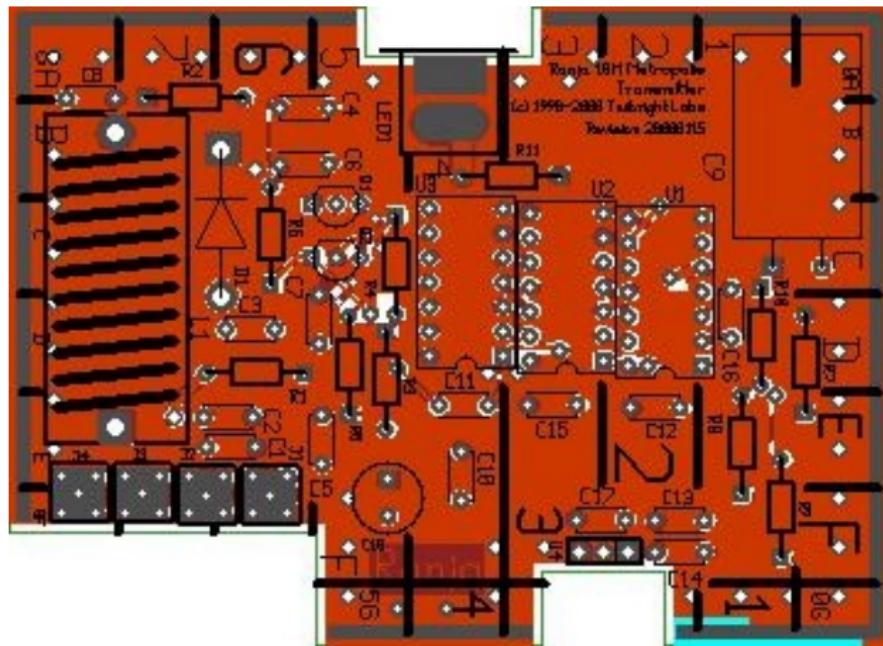


Figura: Archivo PCB



Diseño de Hardware electrónico

Creado con gEDA/gschem - <http://www.gpleda.org>

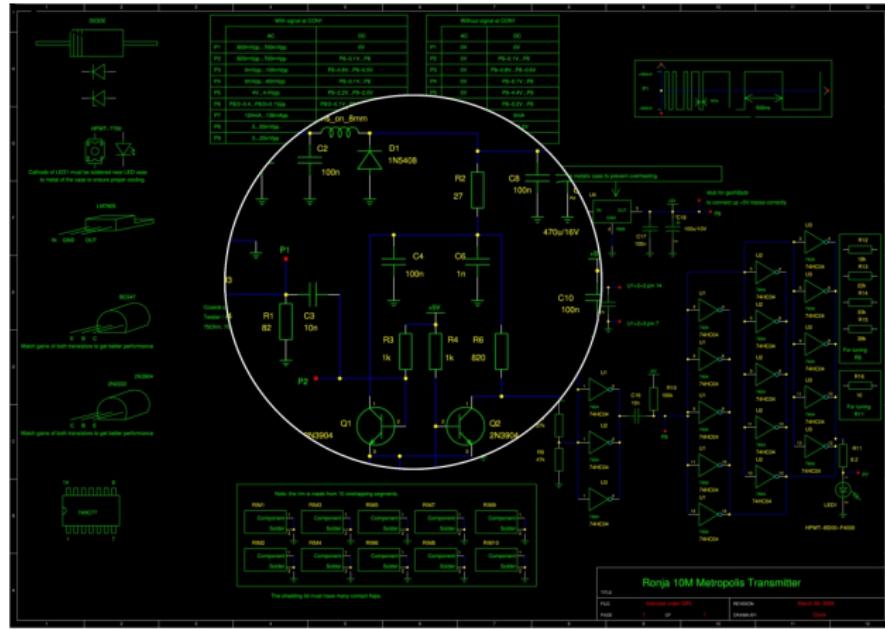


Figura: Archivo del diagrama esquemático

Producción de Hardware

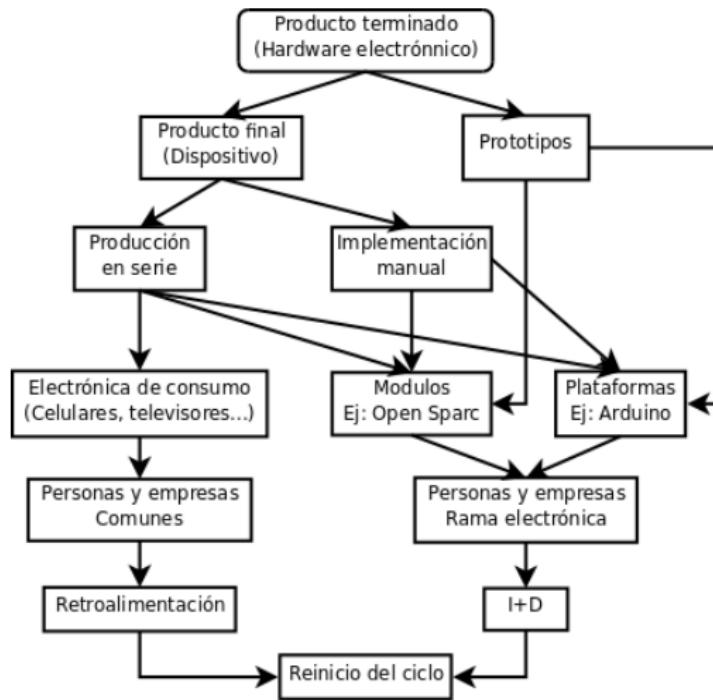


Figura: Objetivos de los productos

Agenda

1 Como se hace el hardware

- Lo que se necesita
- Como se hace
- Lo que se obtiene

2 Que es Open Source Hardware

- **Definiciones formales**
- Para que el Open Source Hardware

3 Proyectos de Open Source Hardware



Free hardware design

Libre hardware design

- Se refiere a un diseño que se puede copiar, distribuir, modificar y fabricar libremente.
- Libre para hacer claridad que es libre y no gratis.



Free hardware design

Libre hardware design

- Se refiere a un diseño que se puede copiar, distribuir, modificar y fabricar libremente.
- Libre para hacer claridad que es libre y no gratis.



Open source hardware

- Se refiere al hardware que tiene disponible toda su información de diseño.
- El Open Source Hardware puede estar basado en Free Hardware Design.
- o también en diseños que no son totalmente libres.



Open source hardware

- Se refiere al hardware que tiene disponible toda su información de diseño.
- El Open Source Hardware puede estar basado en Free Hardware Design.
- o también en diseños que no son totalmente libres.



Open source hardware

- Se refiere al hardware que tiene disponible toda su información de diseño.
- El Open Source Hardware puede estar basado en Free Hardware Design.
- o también en diseños que no son totalmente libres.



Open Hardware

- Es marca registrada del Programa Open Hardware Specification.
- Es una forma limitada de Open Source Hardware
 - Garantiza la disponibilidad de especificaciones para escribir controladores para el dispositivo.



Open Hardware

- Es marca registrada del Programa Open Hardware Specification.
- Es una forma limitada de Open Source Hardware
 - Garantiza la disponibilidad de especificaciones para escribir controladores para el dispositivo.



Open Hardware

- Es marca registrada del Programa Open Hardware Specification.
- Es una forma limitada de Open Source Hardware
 - Garantiza la disponibilidad de especificaciones para escribir controladores para el dispositivo.



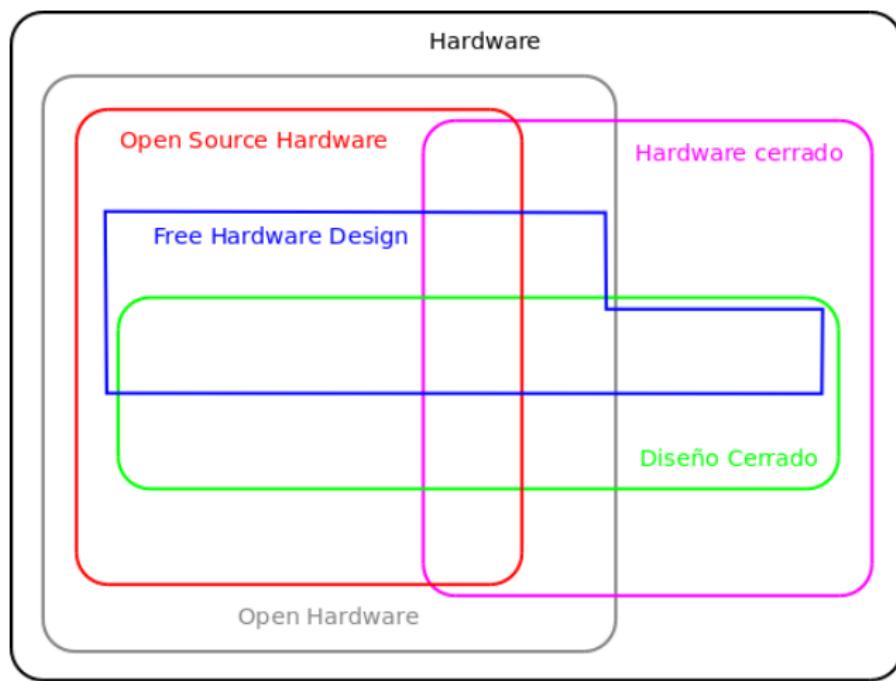


Figura: Categorías de hardware



Problemas y restricciones

Herramientas y formatos ECAD

- Históricamente los formatos han estado ligados al software.
- EDIF estandar fallido.
- No hay un formato estandar aceptado para intercambio de archivos ECAD.
- Práctica común de compartir imágenes.
 - Aunque no son editables con las herramientas que fueron creadas son consideradas código fuente.



Problemas y restricciones

Herramientas y formatos ECAD

- Históricamente los formatos han estado ligados al software.
- EDIF estandar fallido.
- No hay un formato estandar aceptado para intercambio de archivos ECAD.
- Práctica común de compartir imágenes.
 - Aunque no son editables con las herramientas que fueron creadas son consideradas código fuente.



Problemas y restricciones

Herramientas y formatos ECAD

- Históricamente los formatos han estado ligados al software.
- EDIF estandar fallido.
- No hay un formato estandar aceptado para intercambio de archivos ECAD.
- Práctica común de compartir imágenes.
 - Aunque no son editables con las herramientas que fueron creadas son consideradas código fuente.



Problemas y restricciones

Herramientas y formatos ECAD

- Históricamente los formatos han estado ligados al software.
- EDIF estandar fallido.
- No hay un formato estandar aceptado para intercambio de archivos ECAD.
- Práctica común de compartir imágenes.
 - Aunque no son editables con las herramientas que fueron creadas son consideradas código fuente.



Problemas y restricciones

Herramientas y formatos ECAD

- Históricamente los formatos han estado ligados al software.
- EDIF estandar fallido.
- No hay un formato estandar aceptado para intercambio de archivos ECAD.
- Práctica común de compartir imágenes.
 - Aunque no son editables con las herramientas que fueron creadas son consideradas código fuente.



Problemas y restricciones

Herramientas y formatos ECAD

Software	Formato Nativo ¹	
	Abierto ²	Cerrado
Libre	0	1
Gratis	2	3
Pago	4	5

Cuadro: Niveles de restricción

¹Si es imágen se debe reescribir

²Libre o estandar



Agenda

1 Como se hace el hardware

- Lo que se necesita
- Como se hace
- Lo que se obtiene

2 Que es Open Source Hardware

- Definiciones formales
- Para que el Open Source Hardware

3 Proyectos de Open Source Hardware



Globalización y sociedad del conocimiento

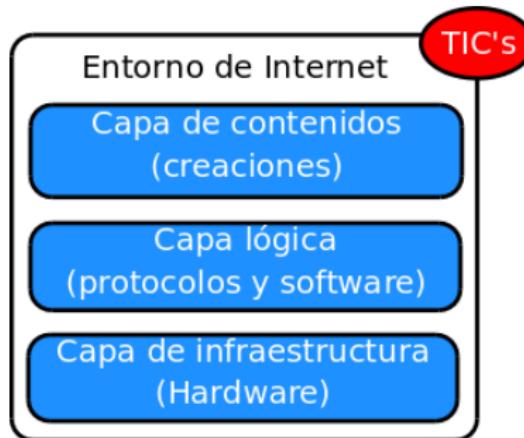


Figura: Modelo de descripción y descomposición de Internet en capas [Bercelli 2006].



Modelo del Software Libre

- Garantiza a cualquier persona derechos para usar, estudiar, modificar y compartir el software.
- La garantía se establece legalmente con un contrato (Licencia).
- Procura el uso de protocolos estandar.
- Abre la capa lógica a la sociedad del conocimiento.



Modelo del Software Libre

- Garantiza a cualquier persona derechos para usar, estudiar, modificar y compartir el software.
- La garantía se establece legalmente con un contrato (Licencia).
- Procura el uso de protocolos estandar.
- Abre la capa lógica a la sociedad del conocimiento.



Modelo del Software Libre

- Garantiza a cualquier persona derechos para usar, estudiar, modificar y compartir el software.
- La garantía se establece legalmente con un contrato (Licencia).
- Procura el uso de protocolos estandar.
- Abre la capa lógica a la sociedad del conocimiento.



Modelo del Software Libre

- Garantiza a cualquier persona derechos para usar, estudiar, modificar y compartir el software.
- La garantía se establece legalmente con un contrato (Licencia).
- Procura el uso de protocolos estandar.
- Abre la capa lógica a la sociedad del conocimiento.



Cultura Libre

- Extensión del modelo del software libre.
- Garantiza el derecho a compartir los recursos culturales.
- También se hace por medio de licenciamiento.
- Abre la capa de contenidos a la sociedad del conocimiento.



Cultura Libre

- Extensión del modelo del software libre.
- Garantiza el derecho a compartir los recursos culturales.
- También se hace por medio de licenciamiento.
- Abre la capa de contenidos a la sociedad del conocimiento.



Cultura Libre

- Extensión del modelo del software libre.
- Garantiza el derecho a compartir los recursos culturales.
- También se hace por medio de licenciamiento.
- Abre la capa de contenidos a la sociedad del conocimiento.



Cultura Libre

- Extensión del modelo del software libre.
- Garantiza el derecho a compartir los recursos culturales.
- También se hace por medio de licenciamiento.
- Abre la capa de contenidos a la sociedad del conocimiento.



Open Source Hardware

- Para abrir la capa de infraestructura se deben tener en cuenta:
 - Free Hardware Design.
 - Open Source Hardware
- El modelo del software libre se puede extender hasta Free Hardware Design.
- Debe usarse otro modelo para la implementación de Open Source Hardware.



Open Source Hardware

- Para abrir la capa de infraestructura se deben tener en cuenta:
 - Free Hardware Design.
 - Open Source Hardware
- El modelo del software libre se puede extender hasta Free Hardware Design.
- Debe usarse otro modelo para la implementación de Open Source Hardware.



Open Source Hardware

- Para abrir la capa de infraestructura se deben tener en cuenta:
 - Free Hardware Design.
 - Open Source Hardware
- El modelo del software libre se puede extender hasta Free Hardware Design.
- Debe usarse otro modelo para la implementación de Open Source Hardware.



Open Source Hardware

- Para abrir la capa de infraestructura se deben tener en cuenta:
 - Free Hardware Design.
 - Open Source Hardware
- El modelo del software libre se puede extender hasta Free Hardware Design.
- Debe usarse otro modelo para la implementación de Open Source Hardware.



Open Source Hardware

- Para abrir la capa de infraestructura se deben tener en cuenta:
 - Free Hardware Design.
 - Open Source Hardware
- El modelo del software libre se puede extender hasta Free Hardware Design.
- Debe usarse otro modelo para la implementación de Open Source Hardware.



Openmoko

<http://www.openmoko.com>



Figura: Teléfono móvil.



The Open Graphics Project

<http://opengraphics.org>

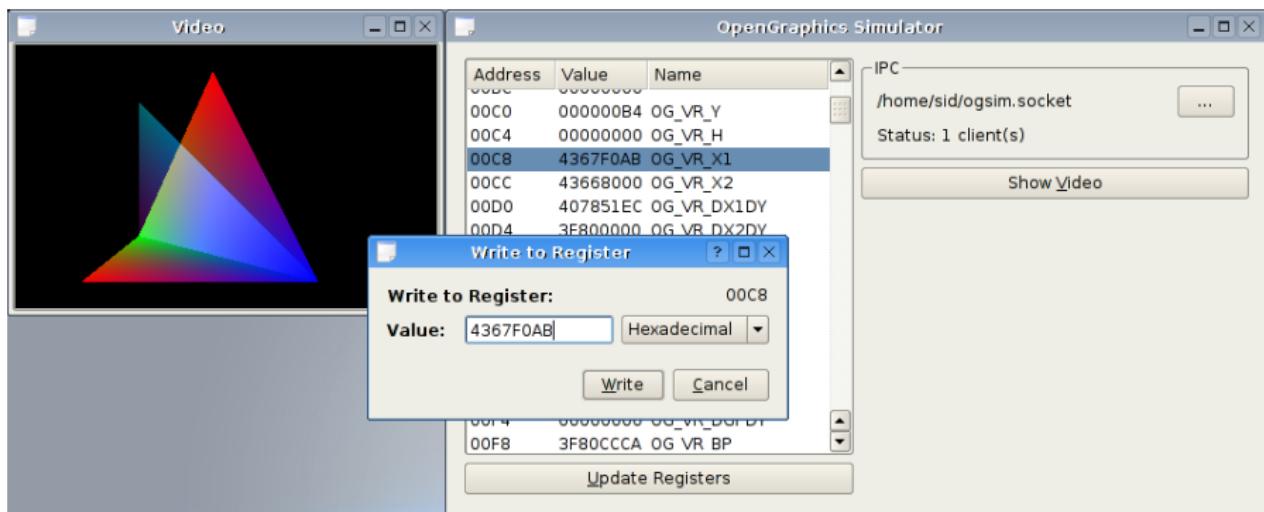


Figura: Tarjeta de video.



Open sparc

<http://www.opensparc.net>

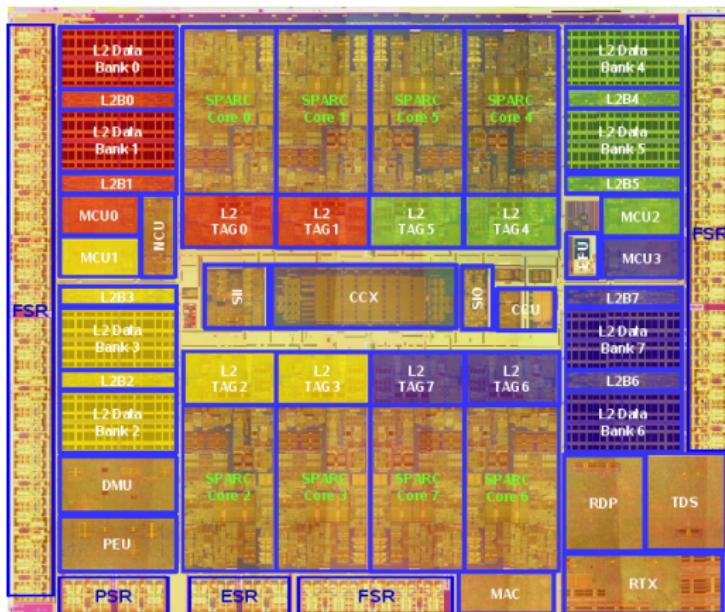


Figura: Procesador de 64 bits.



Ronja

<http://ronja.twibright.com>



RobotCub

<http://www.robotcub.org>

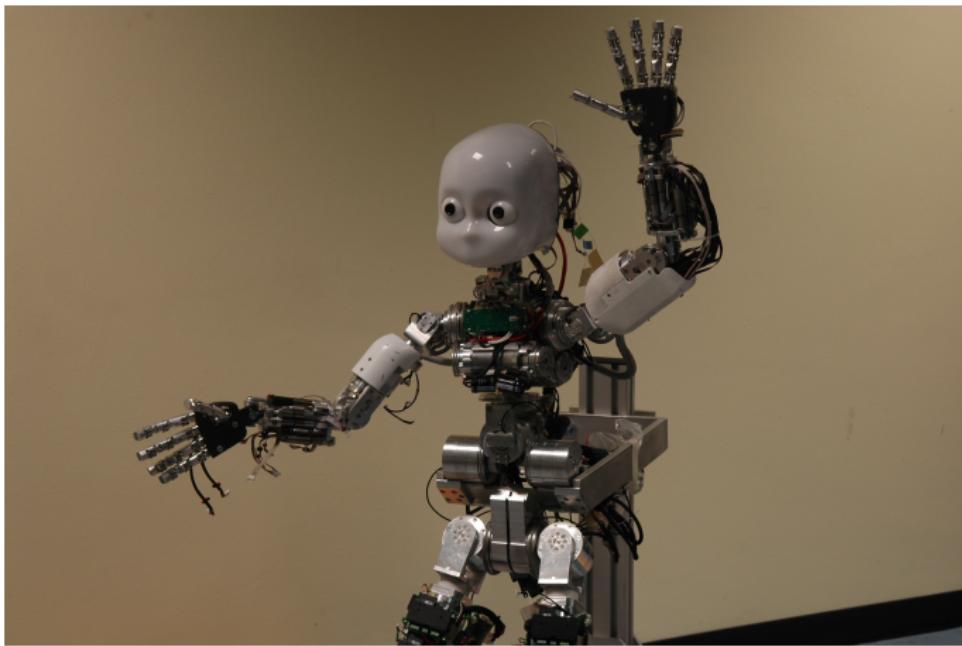


Figura: iCub.



ECB AT91 V2

<http://www.emqbit.com>



Figura: Free open SBC design Single Board.



Arduino

<http://www.arduino.cc>

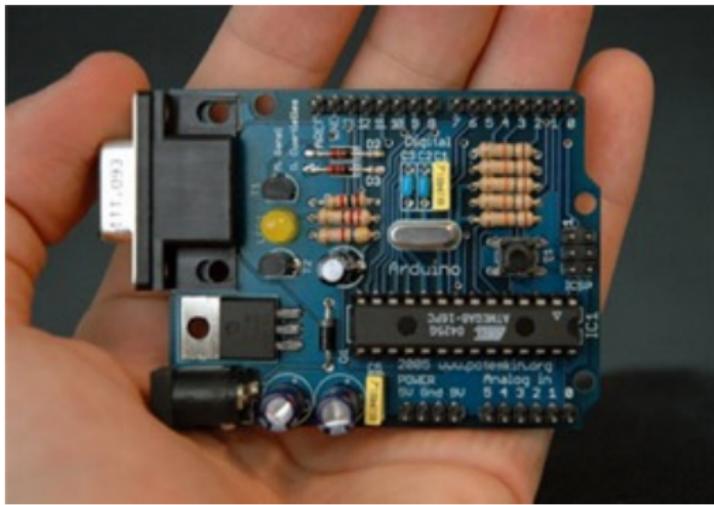


Figura: Plataforma para prototipado.



Conclusiones

- El Diseño de hardware es un proceso que esta al alcance de todos, tiene grandes alcances y es importante buscar modelos que lleven el diseño a la producción en masa.
- Ya existen varios proyectos de gran envergadura que son Open Source Hardware.
- Hay un grave problema de interoperabilidad entre formatos y herramientas.



Conclusiones

- El Diseño de hardware es un proceso que esta al alcance de todos, tiene grandes alcances y es importante buscar modelos que lleven el diseño a la producción en masa.
- Ya existen varios proyectos de gran envergadura que son Open Source Hardware.
- Hay un grave problema de interoperabilidad entre formatos y herramientas.



Conclusiones

- El Diseño de hardware es un proceso que esta al alcance de todos, tiene grandes alcances y es importante buscar modelos que lleven el diseño a la producción en masa.
- Ya existen varios proyectos de gran envergadura que son Open Source Hardware.
- Hay un grave problema de interoperabilidad entre formatos y herramientas.



Conclusiones

- El Diseño de hardware es un proceso que esta al alcance de todos, tiene grandes alcances y es importante buscar modelos que lleven el diseño a la producción en masa.
- Ya existen varios proyectos de gran envergadura que son Open Source Hardware.
- Hay un grave problema de interoperabilidad entre formatos y herramientas.



Agradecimientos

- Karel “Clock” Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Agradecimientos

- Karel "Clock" Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Agradecimientos

- Karel "Clock" Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Agradecimientos

- Karel "Clock" Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Agradecimientos

- Karel "Clock" Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Agradecimientos

- Karel "Clock" Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Agradecimientos

- Karel "Clock" Kulhavý - Ronja.
- Graham Seaman - Open Collector.
- Andres Calderon - emQbit.
- Carolina Botero.
- Gabriel Zea.
- Organización de FLISoL Buga 2010.
- Jorge Eliecer Guevara (Patrocinar el transporte aereo de altaimpedancia)



Bibliografía I

-  **Fernando Pardo Carpio y José A. Boluda Grau**
VHDL, Lenguaje para síntesis y modelado de circuitos, 2a. edición
Alfaomega, 2004
-  **Ariel Bercelli**
Aprender la Libertad
2006
<http://www.aprenderlalibertad.org/libro-all>



Bibliografía II



Guillermo Güichal

Diseño Digital Utilizando Lógicas Programables

Junio 29, 2005

<http://fpga.com.ar/notas/NotasCompletas.pdf>



Ivan González, Juan González y Francisco Gómez-Arribas

*Hardware libre: clasificación y desarrollo de hardware
reconfigurable en entornos GNU/Linux*

6 de Septiembre de 2003

[http://www.iearobotics.com/personal/juan/
publicaciones/art4/hardware-libre.pdf](http://www.iearobotics.com/personal/juan/publicaciones/art4/hardware-libre.pdf)



Infografía I



gEDA - GPL Electronic Design Automation,

http://www.geda.seul.org/talks/deluge_ales.pdf



Ronja 10M Metropolis Transmitter,

<http://ronja.twibright.com/transmitter/index.php>



Definitions, <http://www.opencollector.org/Whyfree/definitions.html>



The Open Hardware Certification Program,

<http://web.archive.org/web/20010203155900/www.openhardware.org/>



La definición de Software Libre,

<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>



Licencia



Creative Commons Atribución-Compartir Obras Derivadas Igual 2.5
Colombia <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/co>

Creado con L^AT_EX/Beamer



Licencia



Creative Commons Atribución-Compartir Obras Derivadas Igual 2.5
Colombia <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/co>

Creado con L^AT_EX/Beamer



Altalimpedancia



<http://www.altalimpedancia.org>

Es un Special Interest Group (SIG) en Electrónica con Software Libre, Free Hardware Design (FHD) y Open Source Hardware (OSH).

Contacto

Jorge Ernesto Guevara Cuenca

ernesto@altalimpedancia.org

Fredy Pulido López

digitalfrey@altalimpedancia.org

Altalimpedancia



<http://www.altalimpedancia.org>

Es un Special Interest Group (SIG) en Electrónica con Software Libre, Free Hardware Design (FHD) y Open Source Hardware (OSH).

Contacto

Jorge Ernesto Guevara Cuenca

ernesto@altalimpedancia.org

Fredy Pulido López

digitalfrey@altalimpedancia.org