

**Curso de diseño
de circuitos
impresos
(CESE-FiUBA)**

**Taller de
Electrónica
(DIIT-UNLaM)**

**GLOSARIO
Documentación y
esquemático**

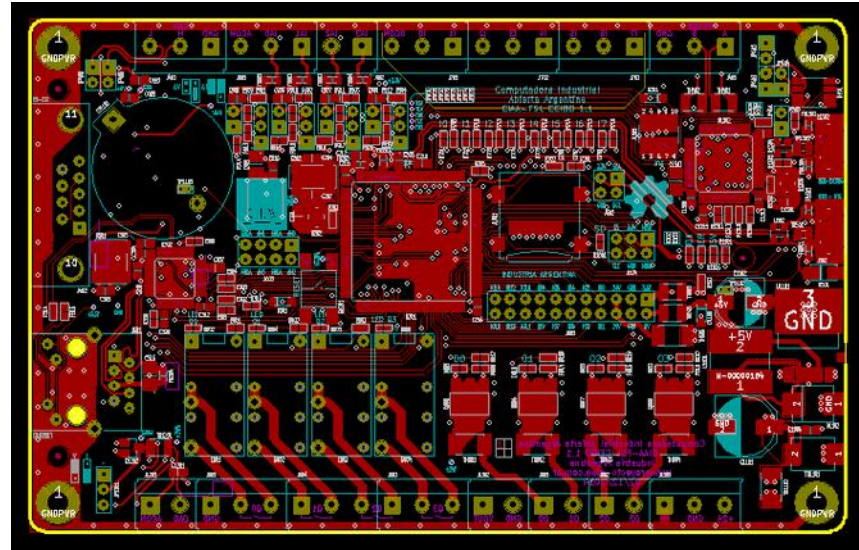
Preparado por:

- Diego Brengi
- Ignacio Zaradnik

Circuito impreso complejo

Definimos un circuito impreso complejo, aquel que reúne más de uno de los siguientes aspectos:

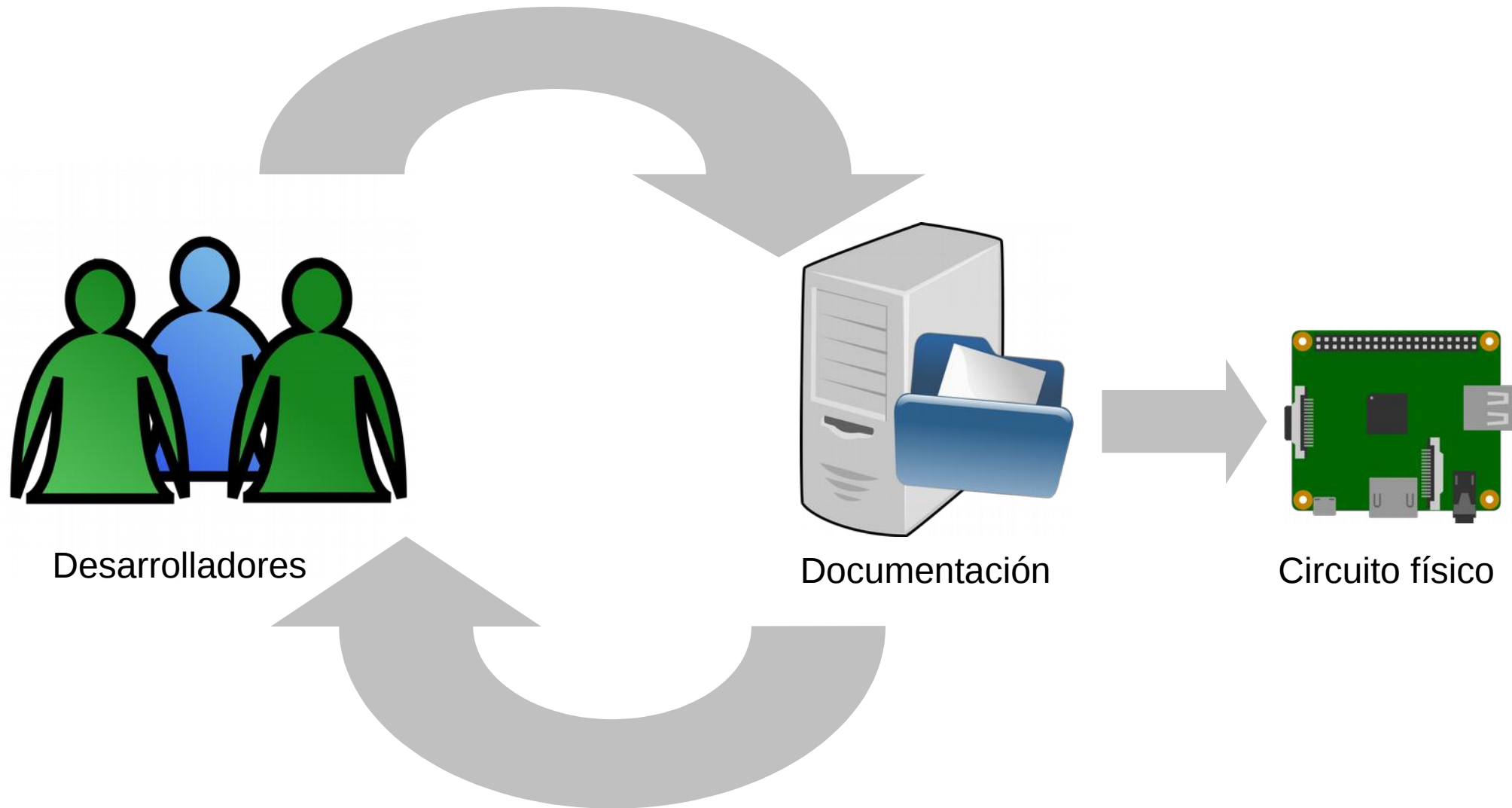
- Posee muchos componentes.
- Posee alta densidad de componentes.
- Posee uno o más componentes complejos (número de conexiones).
- Funciona a alta velocidad (donde empiezan a influir los aspectos del PCB).
- Posee más de dos capas.
- Posee muchos requisitos a cumplir (temperatura, tamaño, normativas, etc).
- Posee varias señales de tratamiento especial (HDMI, SATA, Ethernet, USB, RF, señal débil, señales analógicas, etc.).



El curso esta orientado al diseño de circuitos impresos complejos.

Documentación

En el contexto de este curso, definimos a la documentación como la fuente principal de información de los desarrolladores, y al mismo tiempo el lugar donde realizan su aporte.



La documentación de un diseño está compuesta por un conjunto variado de elementos como por ejemplo:

- El repositorio o sistema de control de versiones de archivos.
- Una estructura de directorios y archivos con información.
- Documentos administrativos
- Hojas de datos y notas de aplicación.
- El esquemático, el PCB y los archivos de fabricación.
- Notas de ingeniería.
- Cotizaciones y presupuestos.
- Especificaciones del fabricante de PCB.
- Revisiones por pares.
- Hoja publicitaria (Brochure).
- Información del autor, empresa y su licencia.

La documentación es de vital importancia para reproducir un diseño, reutilizarlo, mejorarlo, transferirlo, estudiarlo, comprenderlo, revisarlo o consultarlo a mediano plazo.



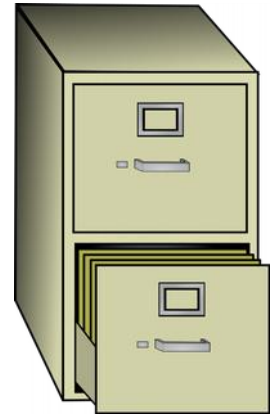
Documentación – Sistema de control de versiones

El sistema de control de versiones es un software que permite llevar un registro organizado de nuestro archivos.

Básicamente nos permite guardar los archivos, manteniendo registro de las versiones anteriores.

Algunos aspectos positivos:

- Ayuda a organizarnos y saber cuál es la última versión de un archivo.
- Ayuda a recuperar o comparar contra archivos previos.
- Mantiene registro de quién modifica un archivo y la fecha y hora en que esto ocurre.
- Permite trabajar coordinadamente con otras personas.
- Todo queda registrado, lo que disminuye la pérdida de información.
- Permite tener centralizados los archivos, sin quitar la posibilidad de trabajar localmente.
- Facilitan el seguimiento de un proyecto o diseño.



Podemos ver al sistema de control de versiones como un mueble archivador donde todo se organiza solo y donde los documentos que entran ya nunca se pierden.

Un sistema moderno maneja versiones, marcas o etiquetas, ramas, réplicas, clientes, servidores y algunos hasta modelos distribuidos de trabajo.

Documentación – Estructura de directorios

El sistema de control de versiones nos ayuda a manejar archivos, pero los mismos deben estar organizados en directorios.

La estructura de directorios nos debe ayudar a organizar la información y la documentación para luego encontrarla fácilmente.



*Es mala práctica tener mezclado
en un solo directorio todos los
archivos.*

La estructura de directorios debe estar pensada al inicio para alojar organizadamente todos los archivos de diseño y su documentación asociada.

ADMINISTRATIVOS

Los documentos administrativos son todos los relacionados con el cliente y el manejo interno como permisos, acuerdos, contratos, solicitudes, pagos, gestión de recursos humanos, etc.



REQUERIMIENTOS

El documento de requerimientos del cliente (incluso si el cliente es uno mismo) es de vital importancia para tomar decisiones de diseño y comprender estas decisiones luego de un tiempo.

Esta documentación brinda información contextual importante sobre un diseño. Es poco común verla en proyectos abiertos de hardware.

HOJAS DE DATOS

Poseen información de los componentes utilizados en un diseño y son provistas por los propios fabricantes.

Un mismo componente puede tener versiones de distintos fabricantes, razón por la cual es conveniente guardar la misma hoja de datos que se utilizó durante el diseño.

Además muchas veces los fabricantes cambian las hojas de datos o simplemente dejan de proveerlas y se puede hacer difícil volver a conseguirla después de unos años.

En proyectos abiertos no siempre se incorporan al diseño, principalmente por falta de permiso de los fabricantes para redistribuir las hojas de datos. Se utilizan las urls en estos casos.

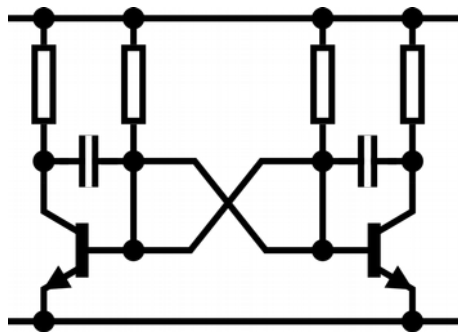
NOTAS DE APLICACIÓN

Las notas de aplicación que son consideradas para las decisiones relevantes de diseño deben formar parte de la documentación.



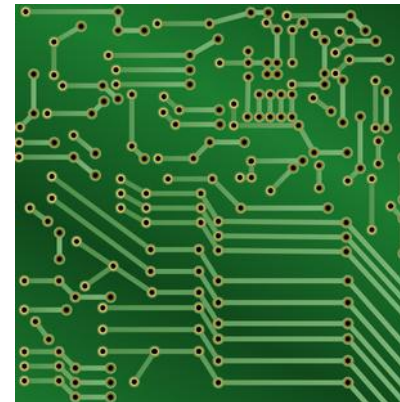
ESQUEMÁTICO

Es uno de los componentes más importantes de la documentación. Refleja simbólicamente el circuito, ayuda a comprender su funcionamiento, identifica los componentes del PCB y es fundamental para desarrollar el PCB.



CIRCUITO IMPRESO

Los archivos que contienen el diseño del circuito impreso reflejan exactamente el circuito físico que se ha fabricado.



Los archivos del esquemático y el PCB se los puede considerar como la piezas de documentación más importantes del circuito fabricado.

Llamaremos notas de ingeniería a todo documento técnico producido por el grupo de desarrollo del PCB específicamente para el diseño actual. Algunos ejemplos pueden ser:

- Estudio y justificación de los componentes utilizados.
- Mediciones.
- Análisis de topologías.
- Cálculos y estimaciones.
- Relevamiento y estudio técnico de proveedores y armadores.



Homework de Jack-Benny Persson - CC BY-SA 2.0
<https://www.flickr.com/photos/hades2k/9069174814/>

Las notas de ingeniería generalmente son varias y se hacen antes, durante y después de un diseño.

PROVEEDORES

Toda la información particularmente relacionada con nuestro diseño, acerca de los proveedores de componentes, de fabricación y de armado del PCB.



COTIZACIONES Y PRESUPUESTOS

Cotizaciones de proveedores de componentes y servicios de fabricación, armado, transporte, control de calidad, etc.

FACTURAS

Brindan información sobre costo, fecha, tipo de servicio y empresa proveedora.

Las cotizaciones y las facturas contienen información valiosa como el costo final, persona de contacto, los procesos o las características técnicas de fabricación o armado, códigos de producto, etc.

Documentación – Capacidades del fabricante y el armador

Al momento de diseñar un PCB es necesario considerar las capacidades y limitaciones del fabricante del PCB y del armador. Esto está relacionado con los procesos y las maquinarias utilizadas por los mismos, como también con los costos finales.

FABRICANTE DEL PCB

Debido a su proceso, tiene limitaciones en el ancho mínimo de pista, tamaños mínimos de agujeros y vías como también la mínima separación entre elementos. Además puede tener otras limitaciones en procesos superficiales, acabados, cortes, espesores, cantidad de capas y materiales utilizados.

ARMADOR

Debido a su proceso, tiene limitaciones en el posicionamiento de los componentes, procesos de soldadura, tipo de componentes a utilizar, orientaciones de los dispositivos, etc. Además tendrá diferentes costos según tipo y complejidad de soldadura y ensamblaje.

Los fabricantes y armadores ofrecen diferentes servicios con sus costos asociados. Es necesario conocerlos y evaluarlos para tomar decisiones de diseño.

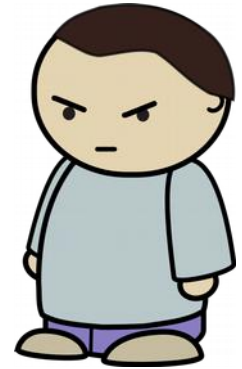
La información analizada y utilizada para estas decisiones constituye una parte importante de la documentación.



By Megger Ltd. - <http://www.megger.com>, CC BY 3.0
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5709977>

REVISIÓN

En diferentes etapas de un diseño es conveniente que otra persona o grupo revise el diseño. Las revisiones suelen hacerse sobre el esquemático (antes o mientras se pasa al PCB) y luego al finalizar el PCB. Adicionalmente se puede revisar luego de la ubicación inicial de componentes y antes de comenzar el ruteo.



CORRECCIONES

Luego de recibir un documento de revisión, además de aplicar los cambios, es conveniente generar un documento que detalle los mismos, respondiendo a la revisión.

Las revisiones independientes o de pares, son prácticamente obligatorias en un diseño complejo.

El brochure es un documento muy breve y visual que resume las características técnicas de nuestro diseño. Generalmente se lo realiza en la última etapa o una vez finalizado el diseño. Describe el circuito, sus características principales, un diagrama en bloques, una foto del PCB e información de contacto.

El brochure es lo primero que buscará una persona que desee saber rápidamente de que se trata un PCB.

S3PROTO-MINI

Características

- Dispositivo FPGAXilinx Spartan 3E (XC3S1600E) de 33.192 celdas lógicas.
- 2 Memorias de configuración XCF04S (4+4 Mbit).
- USB Transceiver TUSB1106 de 12 Mb/s (Full Speed) con conector tipo B.
- 2 Puertos seriales RS232 de hasta 300Kbps (ST3232). Uno con conector DB-9.
- 4 Pulsadores.
- 5 Dip switch.
- 4 LEDs.
- 1 Puerto JTAG.
- 26 Pines de I/O.
- Oscilador con zócalo.
- Alimentación simple de 5V.
- Dimensiones de 7x7 cm.

Descripción

La tarjeta S3PROTO-MINI es una plataforma básica y simple para desarrollo con FPGA y forma parte un proyecto de hardware libre que tiene por objetivo facilitar y fomentar la utilización de dispositivos FPGA en nuevos productos dentro del país. Cumple con los siguientes requisitos:

- Dispositivo FPGA capaz de alojar diseños digitales de mediana y alta complejidad (1600K compuertas).
- Desarrollada con herramientas de software libre (Kicad).
- PCB de 4 capas fabricado por una empresa nacional.
- Chip BGA soldado en el laboratorio con equipo infrarrojo accesible.
- Información de desarrollo y archivos de diseño disponibles para libre uso, réplica y modificación.

INTI – Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Av. General Paz 5445
(1650) San Martín
Buenos Aires, Argentina
(5411) 4724-6369
<http://www.inti.gob.ar>

Electrónica e Informática
DESol - Laboratorio de Desarrollo Electrónico con Software Libre
<http://utis.inti.gob.ar>
Proy. S3Proto: brengi@inti.gob.ar

Copyright © 2011 Instituto Nacional de Tecnología Industrial

AUTORES

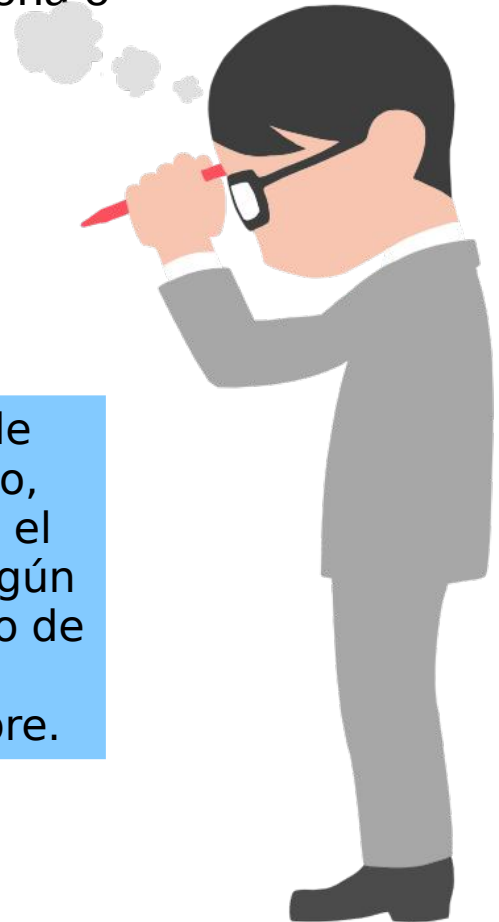
Debe colocarse siempre información sobre los desarrolladores (personas físicas), además de la empresa o institución donde realizan el trabajo.

LICENCIA Y COPYRIGHT

Salvo para los casos de uso meramente personal (muy raro en un diseño complejo), es necesario siempre definir los derechos de uso cuando se entrega la información de diseño (archivos) a otra persona o empresa.

Cuando para nuestro trabajo tomamos partes de desarrollos abiertos o de hardware libre, “generalmente” se debe mencionar a los autores previos y aclarar cuales fueron nuestras modificaciones y agregados.

Al omitir la información de licencia o derechos de uso, legalmente se asume que el autor no esta cediendo ningún derecho de uso (mecanismo de Copyright). Por eso es importante definirla siempre.



Software de diseño de PCBs

El software de diseño de PCB es la principal herramienta para el desarrollo del circuito impreso.

Esta dividido en dos grandes partes principales: Ingreso de esquemático (schematic capture) y dibujo del PCB (PCB layout).



Algunos de los programas GRATUITOS más conocidos son:

- Kicad
- Fritzing
- FreePCB
- Geda
- ZenitPCB
- Osmond PCB
- ExpressPCB CAD
- DesignSpark PCB

Algunos de los programas PAGOS más conocidos son:

- Altium (ex Protel)
- AutoTrax
- Eagle
- CADSTAR
- PADS
- Allegro
- Orcad

INGRESO
DE
ESQUEMÁTICO



DIBUJO DEL
CIRCUITO
IMPRESO

Si bien existe una metodología general para el diseño de un PCB, el software utilizado definirá algunos métodos, procedimientos y flujos de trabajo particulares asociados al mismo.

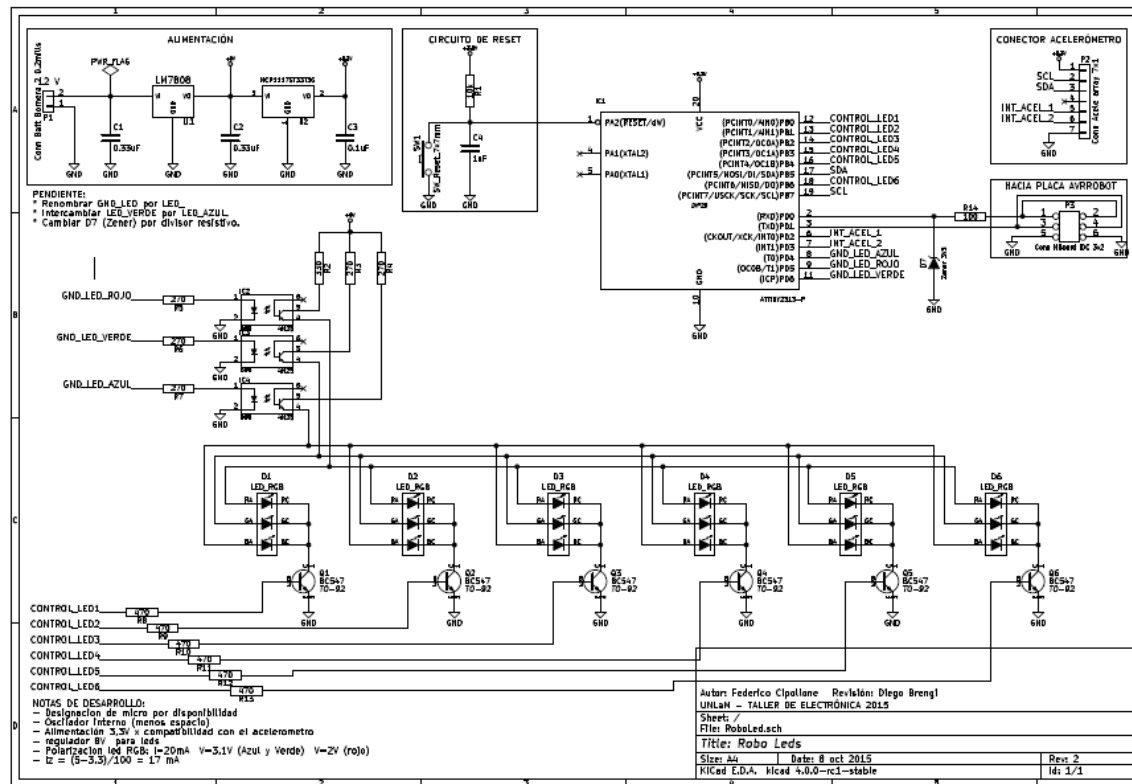
De las alternativas gratuitas, KiCad es sin dudas la más completa y avanzada.

Comparativa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_EDA_software

Esquemático

Un **esquemático** es una representación pictórica de un circuito eléctrico. Muestra los diferentes componentes del circuito de manera simple y con pictogramas uniformes de acuerdo a normas, y las conexiones de alimentación y de señal entre los distintos dispositivos.

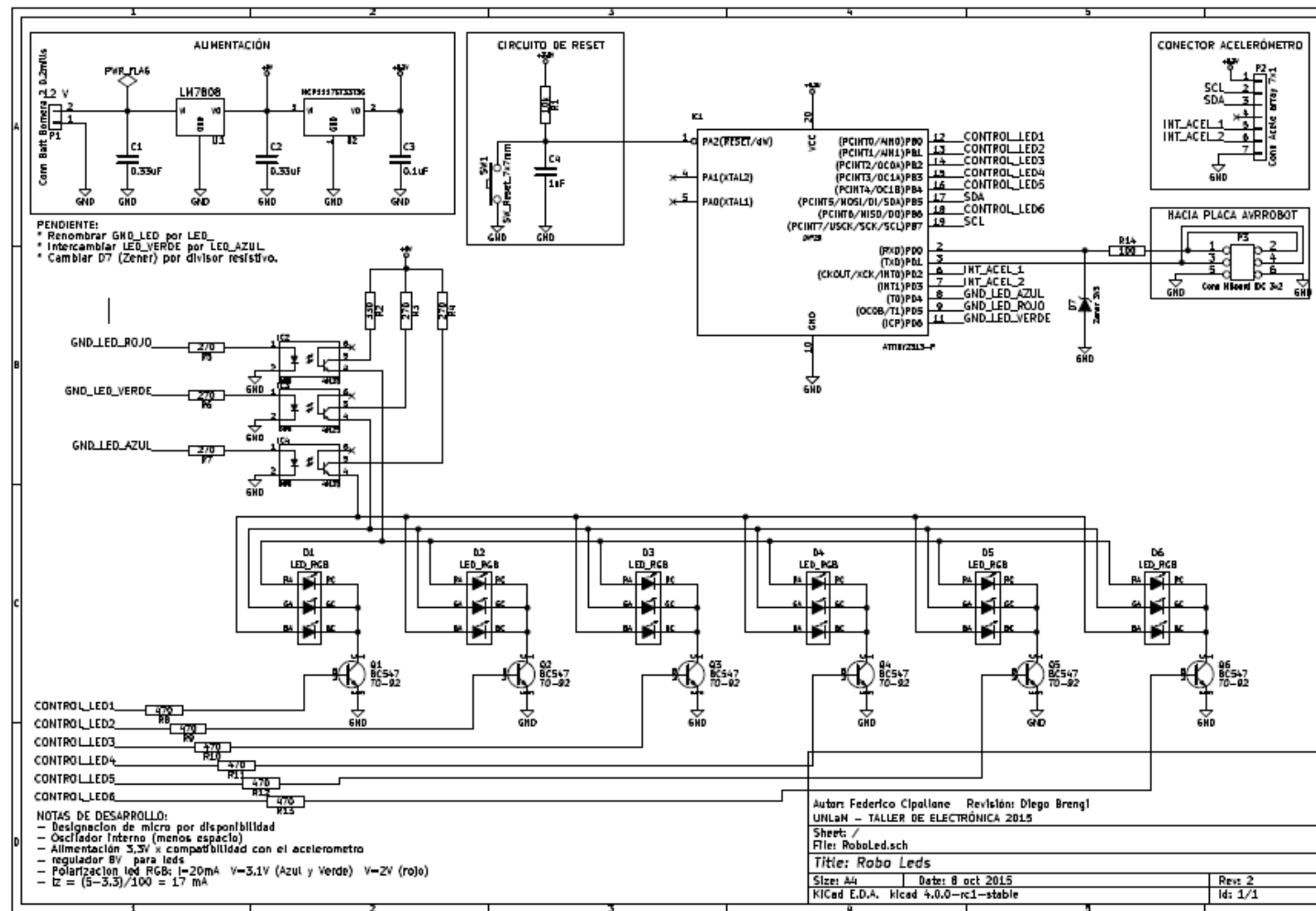


El arreglo de los componentes e interconexiones en el esquema no corresponde a sus ubicaciones físicas en el dispositivo terminado, pero sí nos brinda pautas de proximidad o asociaciones.

Definición obtenida de:

https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_electr%C3%B3nico

Podemos tener diseños esquemáticos de solo una hoja.



VENTAJAS

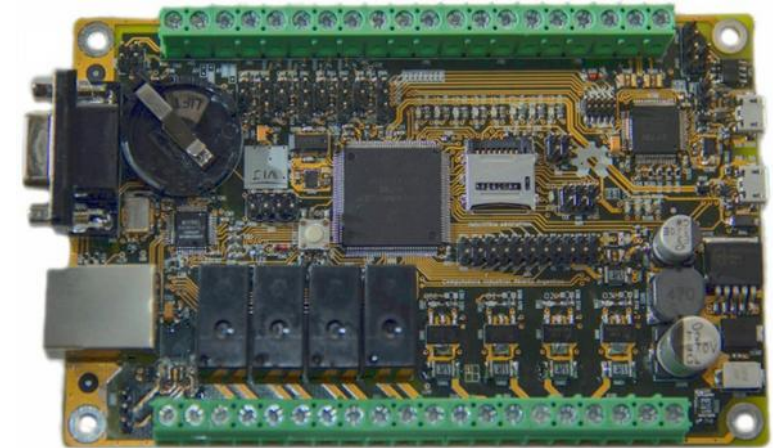
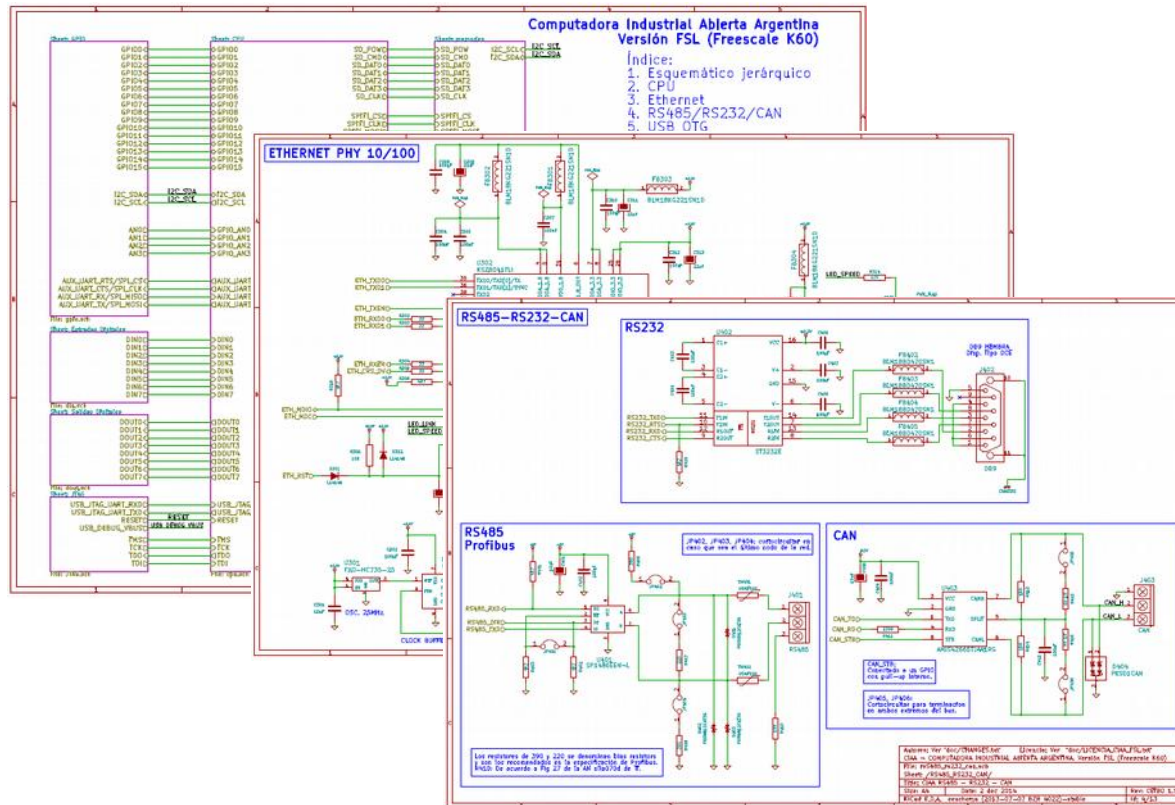
- Se ven fácilmente.
- Fácil de seguir.
- Fácil de editar.

DESVENTAJAS

- No permiten muchos componentes.
- Poco usado en diseños complejos.

Esquemático - Múltiples hojas

Podemos tener diseños esquemáticos de múltiples hojas, generalmente utilizados en diseños complejos.



VENTAJAS

- Permiten muchos componentes.
- Permiten organizar las hojas según los subcircuitos del diseño.

DESVENTAJAS

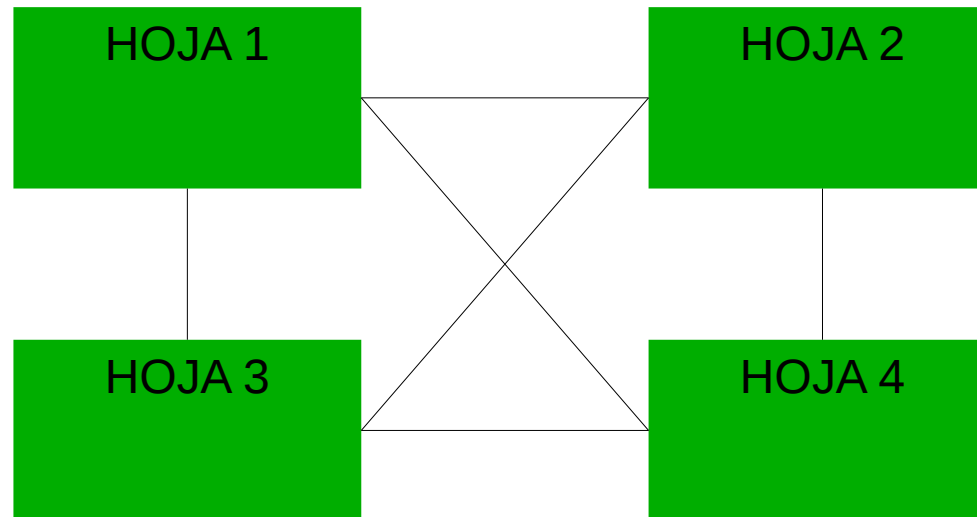
- Es más compleja su comprensión y el seguimiento de señales.

ATENCIÓN

Un esquemático en múltiples hojas puede ser plano o jerárquico.

Esquemático – Múltiples hojas - Sin jerarquía o plano

Significa que todas las hojas están interconectadas entre sí. Básicamente, una señal puede ir de una hoja a cualquier otra (etiquetas globales). Todas las hojas están al mismo nivel y cualquier hoja podría relacionarse con cualquier otra.

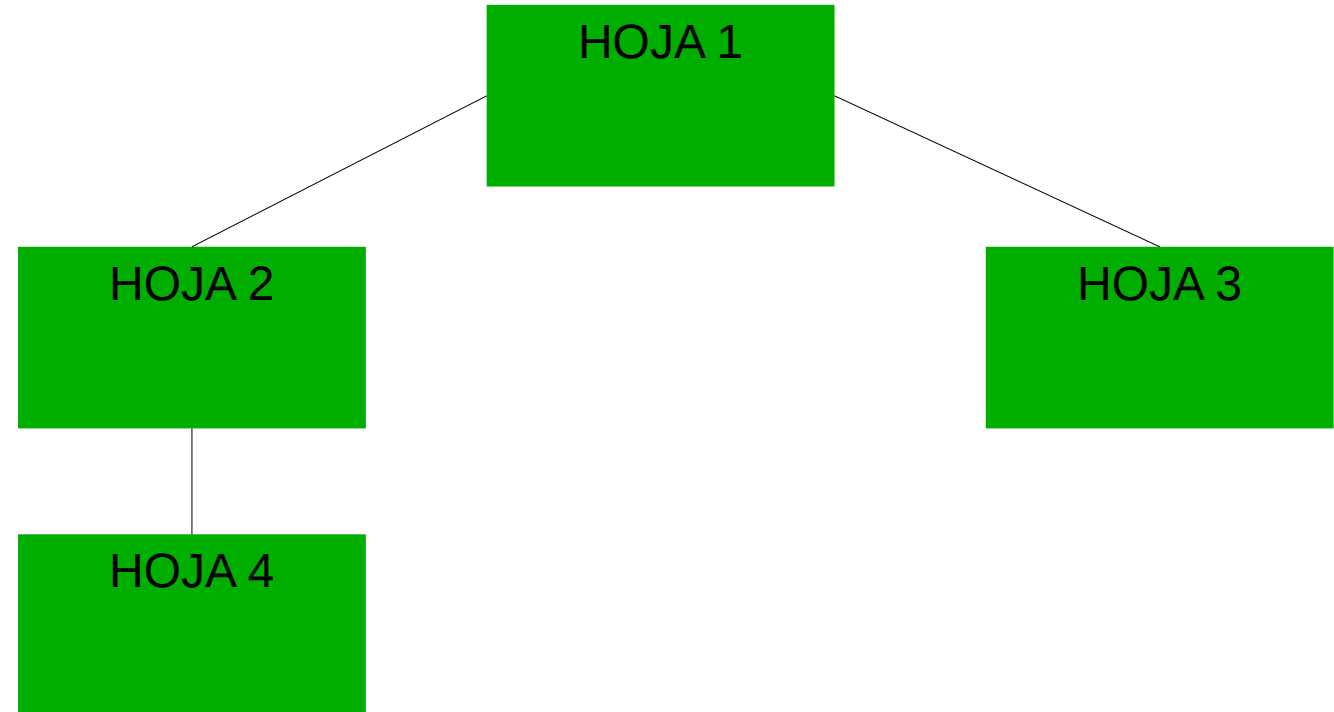


Esquemático – Múltiples hojas - Jerarquía

Las hojas se conectan entre ellas mediante un esquema organizado y definido por el diseñador. El esquema de jerarquía puede ser simple o complejo. En el diseño jerárquico, está “casi” prohibido el uso de etiquetas globales.

VENTAJAS

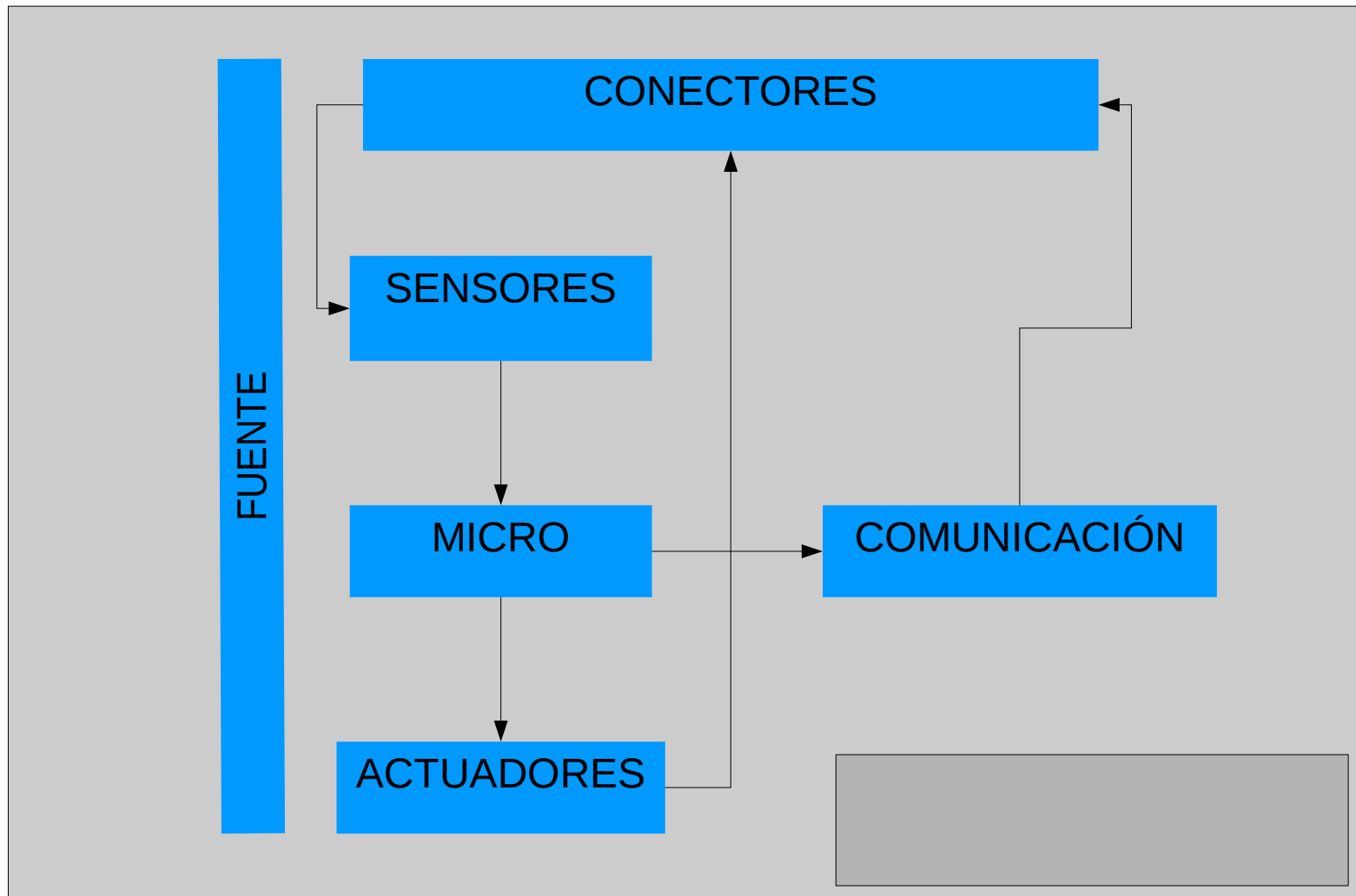
- La jerarquía, si está bien aplicada, refleja la organización del circuito.
- Cada hoja se puede considerar como un módulo con entradas y salidas bien definidas.
- Facilita el trabajo en grupo.
- Facilita el seguimiento cuando el diseño es multihoja.



Artículo sobre esquemático jerárquico vs. plano:
http://www.eetimes.com/author.asp?doc_id=1285266

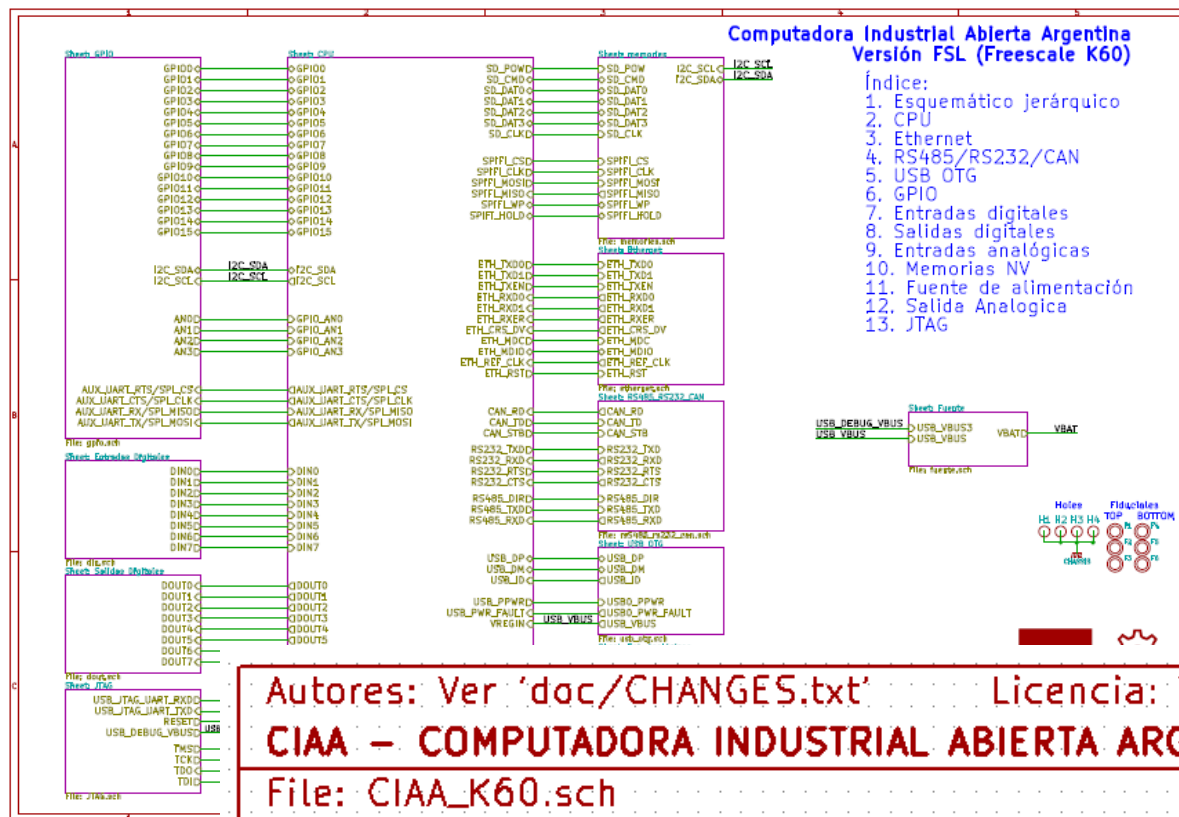
Esquemático - Diagrama en bloques

En esquemáticos de múltiples hojas, se puede comenzar con un diagrama en bloques general que ayuda a comprender el circuito que seguirá. Puede que no esté directamente relacionado con la estructura jerárquica.



Esquemático - Rótulo

El rótulo es de gran importancia, ya que detalla información como el nombre del proyecto, los autores, la revisión, la cantidad de hojas, etc.



Autores: Ver 'doc/CHANGES.txt'

Licencia: Ver 'doc/LICENCIA_CIAA_FSL.txt'

CIAA – COMPUTADORA INDUSTRIAL ABIERTA ARGENTINA. Versión FSL (Freescale K60)

File: CIAA_K60.sch

Sheet: /

Title: CIIA Freescale – Esquemático jerárquico

Size: A4

Date: 2 dec 2014

Rev: CEIBO 1.1

KiCad E.D.A. eeschema (2013-07-07 BZR 4022)-stable

Id: 1/13

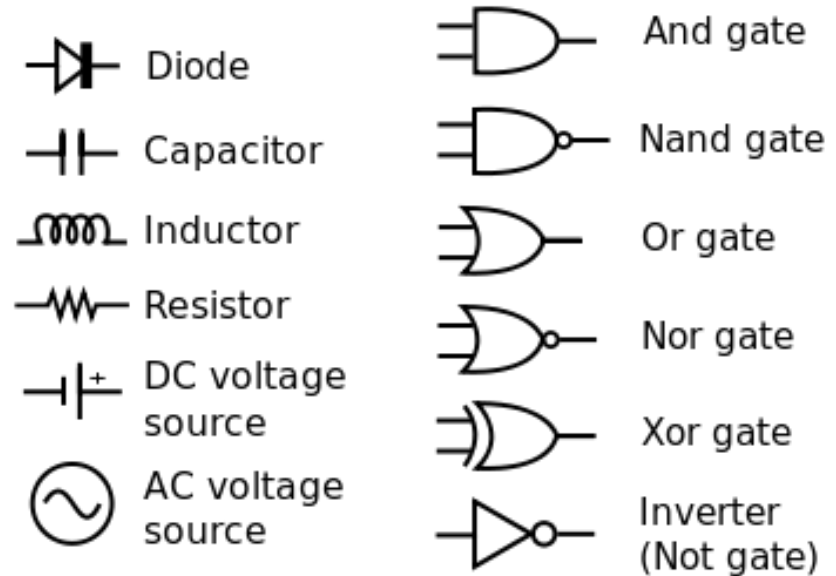
Símbolos del esquemático

Los símbolos del esquemático representan principalmente los componentes electrónicos.

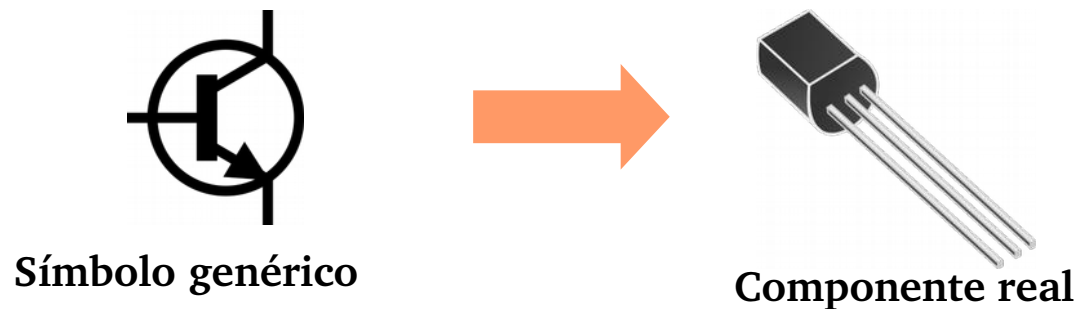
Aunque cada software tiene sus propios símbolos, hay normas que los estandarizan:

- IEC 60617.
- IEEE Std 315 (ANSI Y32.2).
- IEEE Std 91/91a.

Dependiendo el software, también se usan símbolos para representar logos del PCB, agujeros de sujeción, marcas fiduciales y otros elementos del PCB que no son componentes electrónicos.

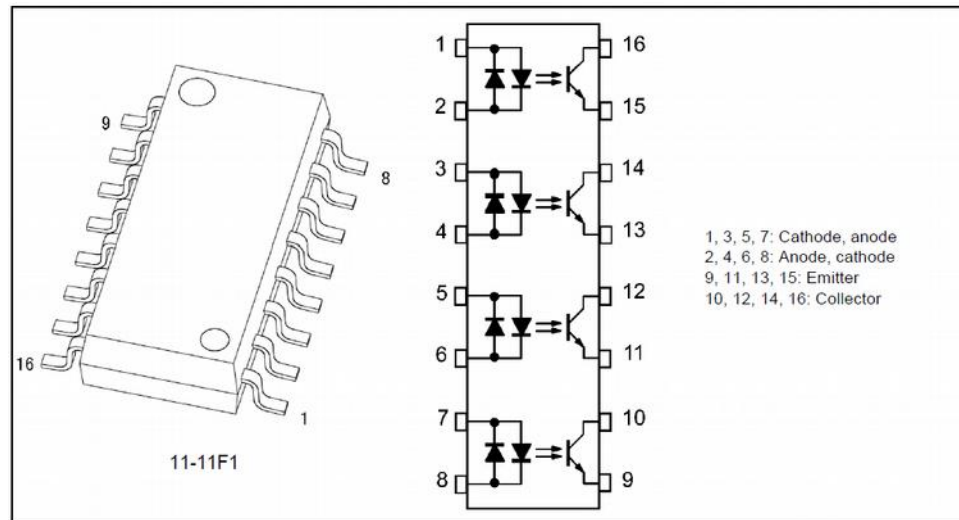


https://en.wikipedia.org/wiki/File:Circuit_elements.svg



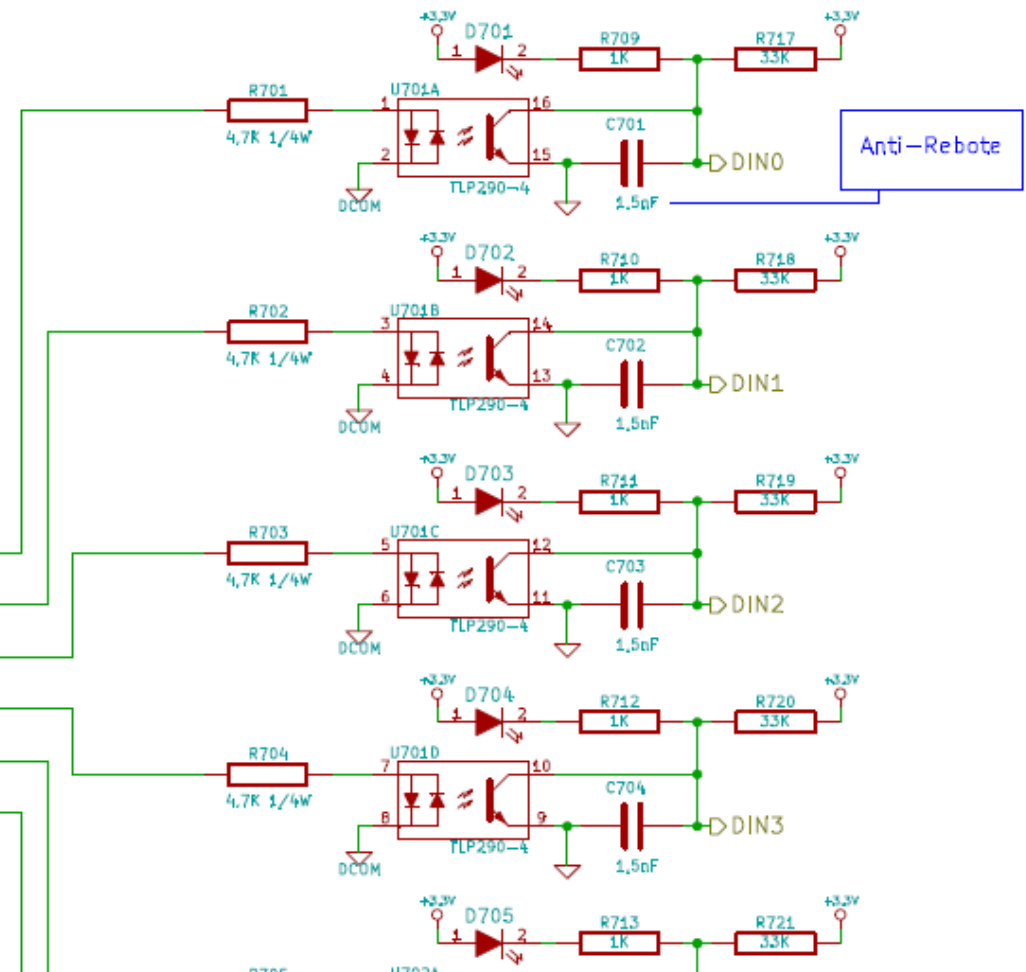
Símbolos del esquemático - multiparte regular

Los componentes con varias unidades iguales pueden representarse en un símbolo multiparte.



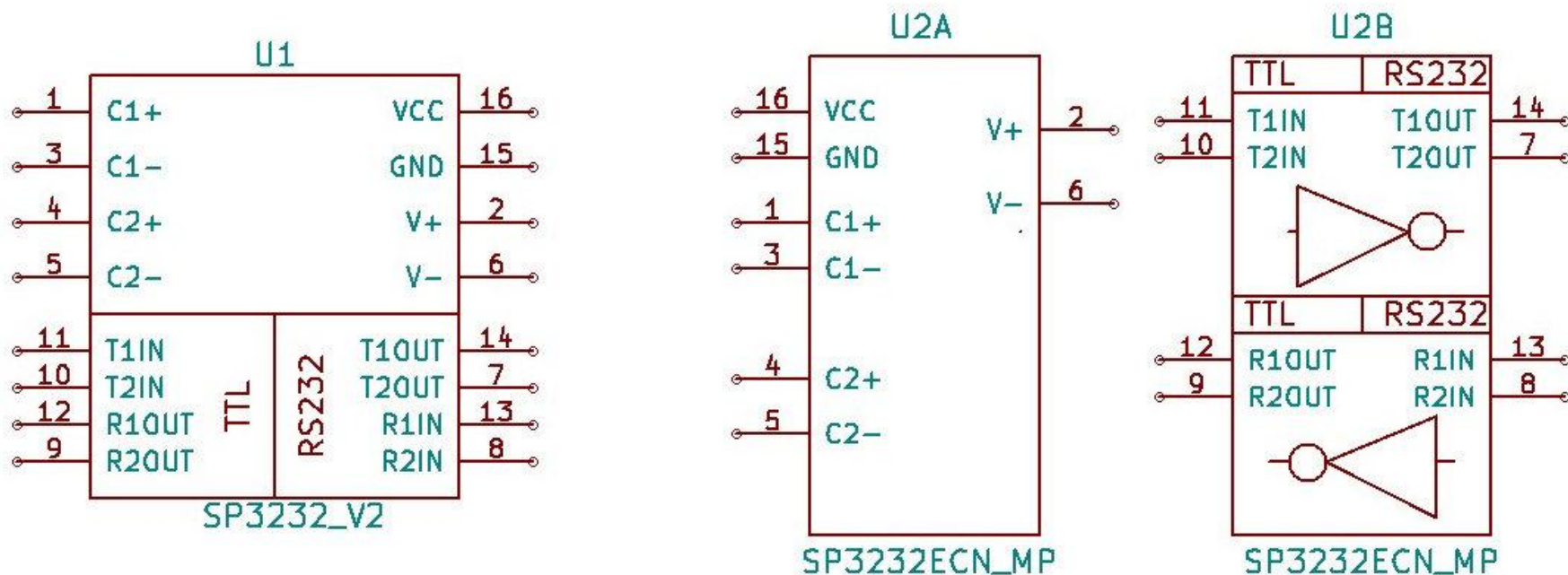
VENTAJAS

- Se desacopla el formato físico del componente de su utilización en el esquemático.
- Mejora la comprensión del circuito esquemático.



Símbolos del esquemático - multiparte irregular

Los componentes con varias unidades diferentes dentro también se pueden hacer como símbolo multiparte, pero irregular ya que sus partes no son todas iguales.

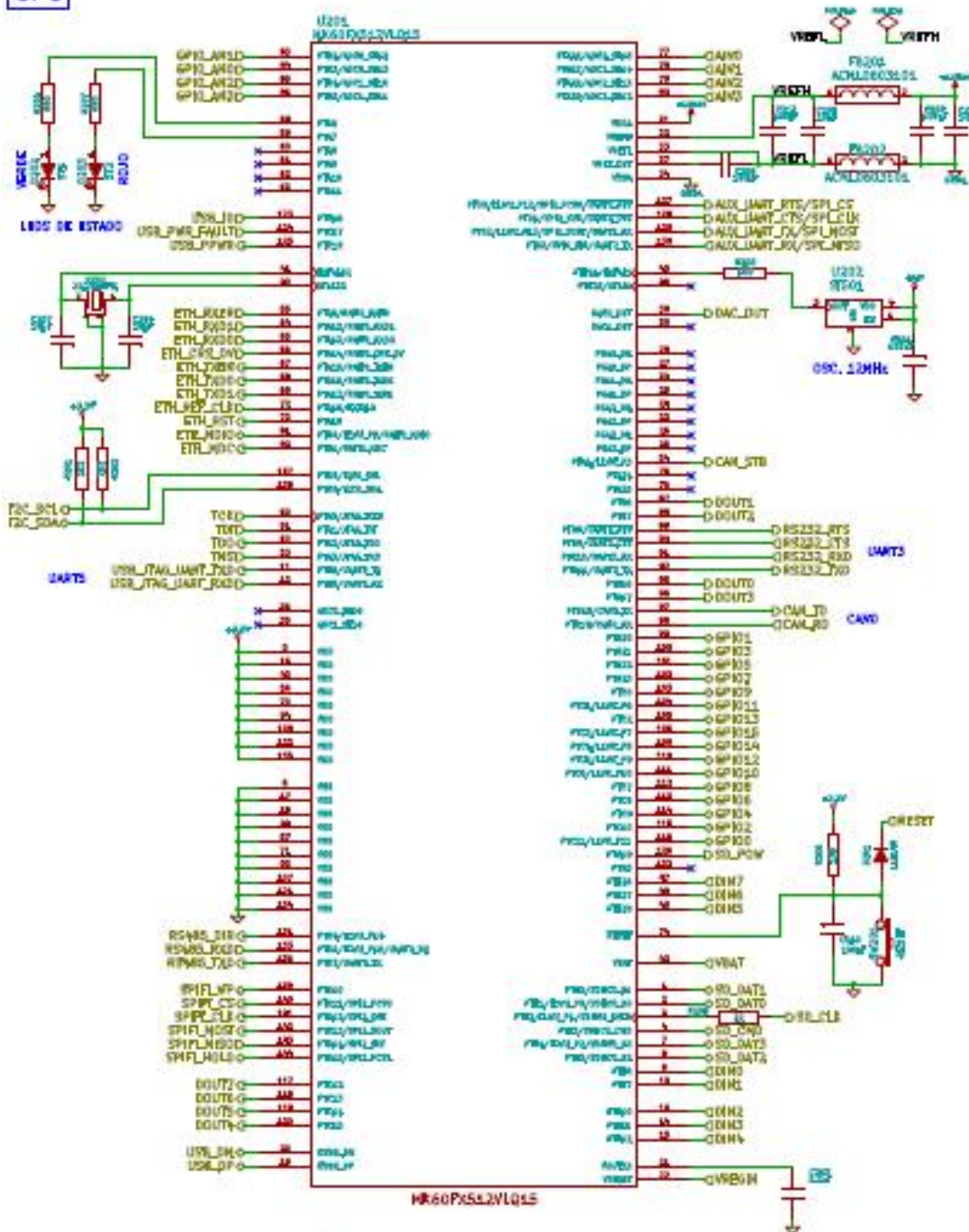


Un driver RS-232 como símbolo simple.

Un driver RS-232 como símbolo multiparte irregular.

En el ejemplo, el multiparte separa el conexionado de alimentación de los adaptadores de nivel, pudiendo aportar claridad al esquemático.

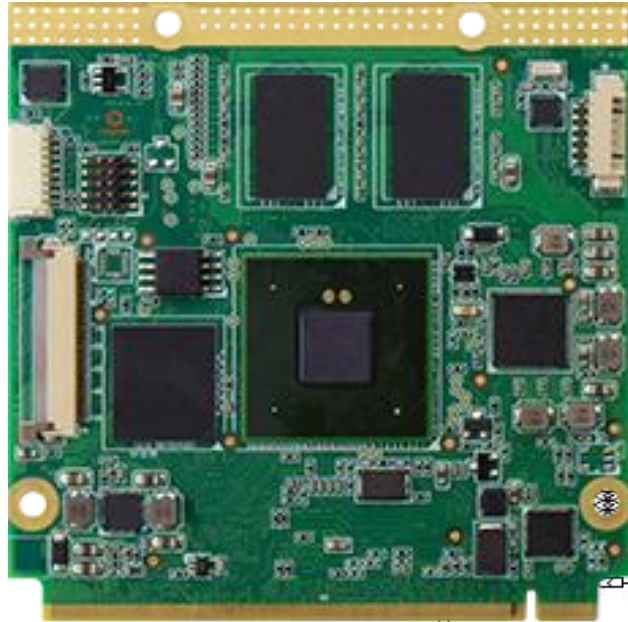
Símbolos del esquemático - De muchos pines



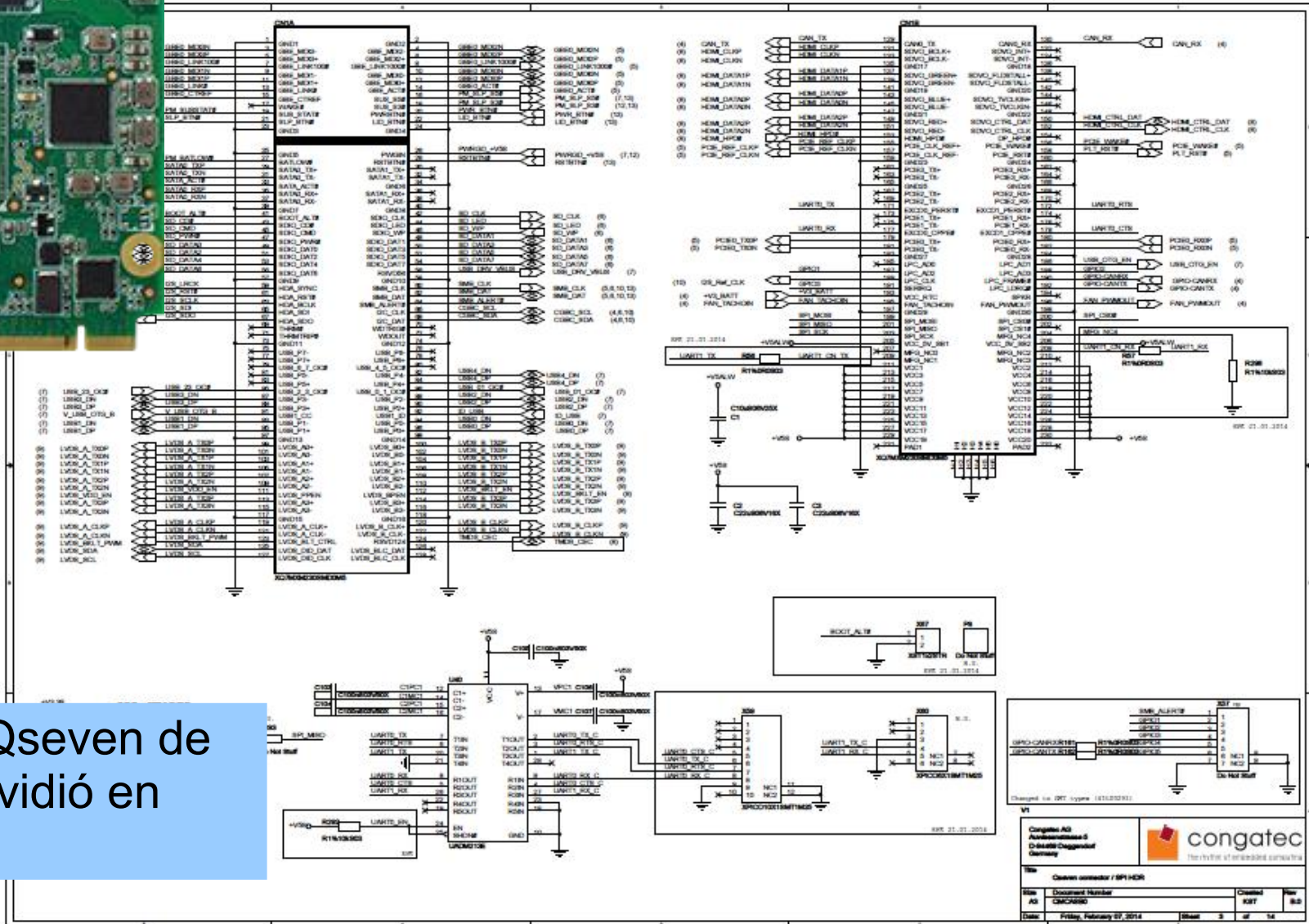
Los componentes de muchos
pines merecen atención
especial.
Se pueden incorporar como
un símbolo único.



Símbolos del esquemático - De muchos pines



O se pueden incorporar como un símbolo multiparte regular o irregular.



Este conector Qseven de 232 pines se dividió en dos unidades.

<http://www.congatec.com/en/products/qseven/conga-qmx6.html>

http://www.congatec.com/fileadmin/user_upload/Documents/Technical_Documents/qmcasb0.pdf

Símbolos del esquemático – Campos de información

Los símbolos del esquemático tienen campos de información asociados a ellos.

Obligatorios

REFERENCIA

Identifica al componente en todo el diseño. Es obligatorio. Compuestos por una o dos letras y un número.

VALOR

Valor del componente, o modelo. Es un campo libre para que el desarrollador complete.

HUELLA

Indica que footprint será asociado en el PCB. Debe ser completado por el diseñador, pero puede ser semi-automático.

DESCRIPCIÓN

Se pueden agregar campos, la mayoría son optativos. En diseños complejos se los debe aprovechar.

FABRICANTE

CODIGO

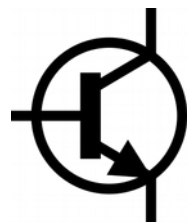
HOJA DATOS

PRECIO

TEMP.

Las letras usadas para las referencias están normalizadas en IEEE-315-1975. Más información en: https://en.wikipedia.org/wiki/Reference_designator

Un error muy común en los primeros esquemáticos es confundir REFERENCIA con VALOR.



Símbolos del esquemático – Campos de información

La mayoría de los programas para ingresar esquemático contemplan el uso de campos adicionales para el usuario además de referencia y valor.

KiCAD

Altium

Properties for Schematic Component in Sheet [SpiritLevel_UDM.SchDoc]

Properties

Designator: HDR3 ☒ Visible ☐ Locked

Comment: Header 10x2 ☒ Visible

Description: Header, 10-Pin, Dual row

Unique Id: UUYBYUTB

Type: Standard

Link to Library Component ☐ Use Vault Component

Design Item ID: Header 10x2

☒ Library Name: SpiritLevel_2E.SchLib

☒ Table Name:

Graphical

Location X: 510 Y: 770

Orientation: 0 Degrees ☐ Locked

Mode: Normal ☒ Lock Pins ☐ Mirrored

☐ Show All Pins On Sheet (Even if Hidden)

☐ Local Colors

Parameters

Visible	Name	Value
<input type="checkbox"/>	AEMS Code	
<input type="checkbox"/>	Manufacturer	
<input type="checkbox"/>	Revision	July-2002: Re-released for DXP

Models

Name	Type	Description	Vault
HDR2x10	Footprint		
HDR10x2	PCB3D	PCB3D Model	
Connector	Signal Integr		

Component Properties

Opciones

Unidad: 1

Orientation (Degrees)

☒ 0

☐ +90

☐ Rot 180

☐ -90

Espejo

☒ Normal

☐ Mirror ---

☐ Mirror |

Nombre de chip (en biblioteca)

MK60FX512VLQ15

☐ Convertir

Campos

Nombre	Valor ...
Referencia ...	U201
Valor ...	MK60FX512VLQ15
Módulo	LQFP144
Datasheet	~
Descripción	MCU ARM 512KB FLASH
Fabricante	Freescall Semiconductor
Nro. parte	MCIMX6D5EYM10AC
Path datasheet	../datasheets/K60/K60P144M150S
Digikey/Mouser	MK60FX512VLQ15-ND
Footprint estándar	~

Text Justification:

Horiz. Justify: ☐ Izquierda ☒ Centrar ☐ Derecha

Vert. Justify: ☐ Bottom ☒ Centrar ☐ Top

Visibility

☒ Show

☐ Rotación

Style:

☒ Normal

☐ Italic

☐ Bold

☐ Bold Italic

Field Name: Referencia ...

Field Value: U201

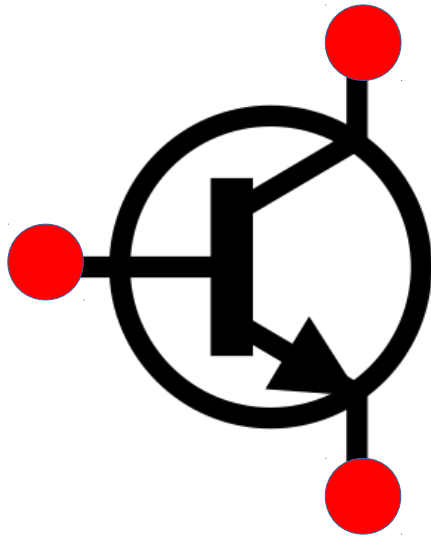
Tamaño (mm): 1,524

Pos X (mm): -26,670 Pos Y (mm): 99,060

[http://techdoc.altium.com/display/ADRR/Sch_Dlg-SchComponentPropertiesForm\(\(Properties+for+Schematic+Component\)\)_AD](http://techdoc.altium.com/display/ADRR/Sch_Dlg-SchComponentPropertiesForm((Properties+for+Schematic+Component))_AD)

Símbolos del esquemático – Pin de conexión

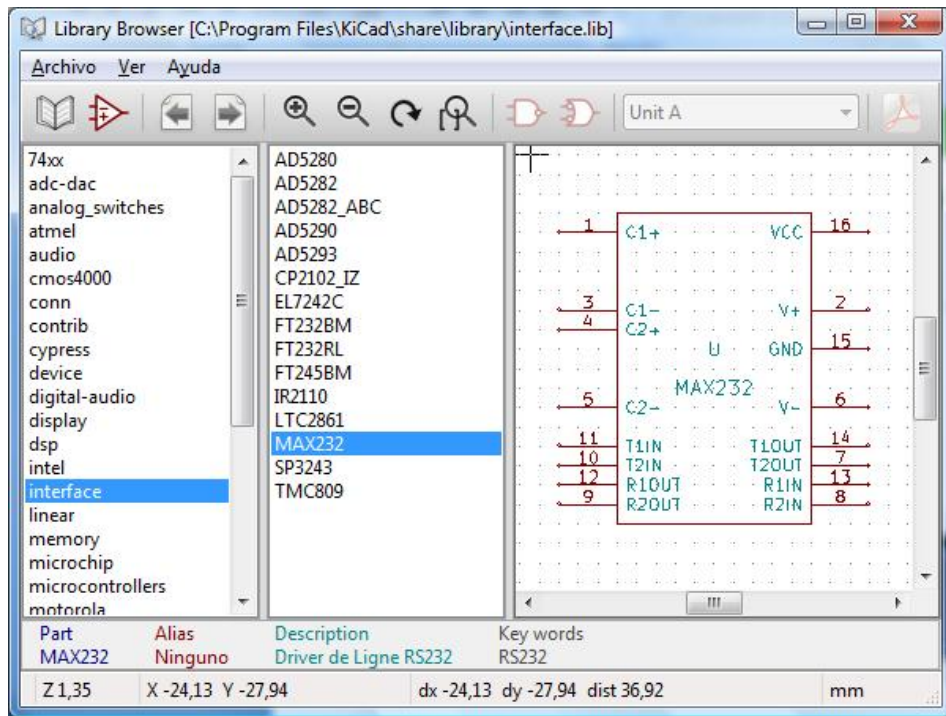
Los símbolos, además del dibujo propio, tiene puntos de conexión.
Estos puntos definen donde debe realizarse la conexión.
Además estos puntos tienen propiedades que indican el tipo de terminal.



Los puntos de conexión generalmente tienen asociada alguna propiedad que luego permite hacer una verificación general. Por ejemplo:

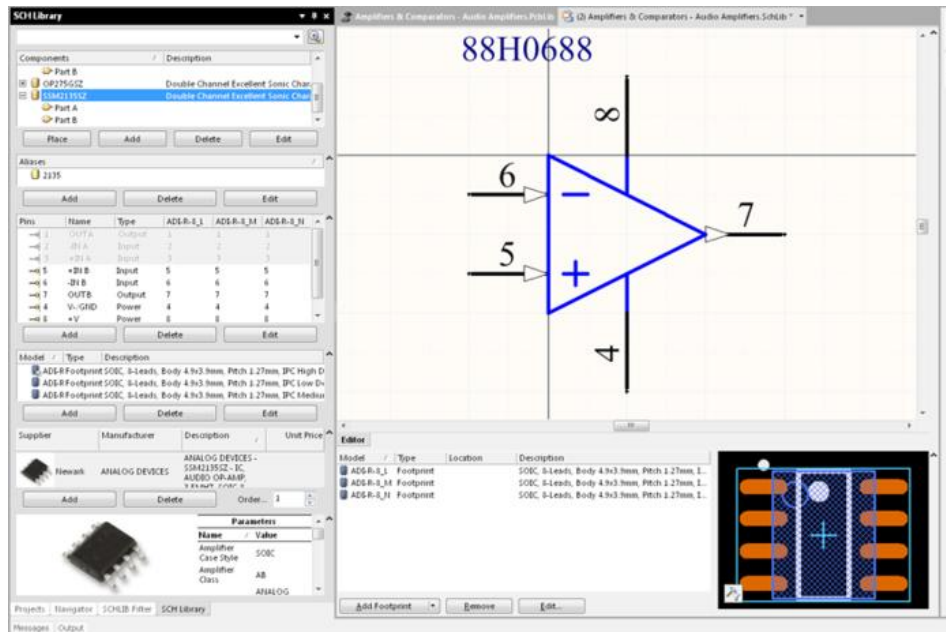
- Entrada
- Salida
- Entrada de alimentación
- Salida de alimentación
- Colector abierto
- Pasivo

Esquemático - Bibliotecas de símbolos



La mayoría de los símbolos se agrupan en bibliotecas (librerías). Dependiendo el software utilizado se agrupan con diferentes criterios:

- Tecnología.
- Fabricante.
- Funcionalidad.
- Tipo de elemento.



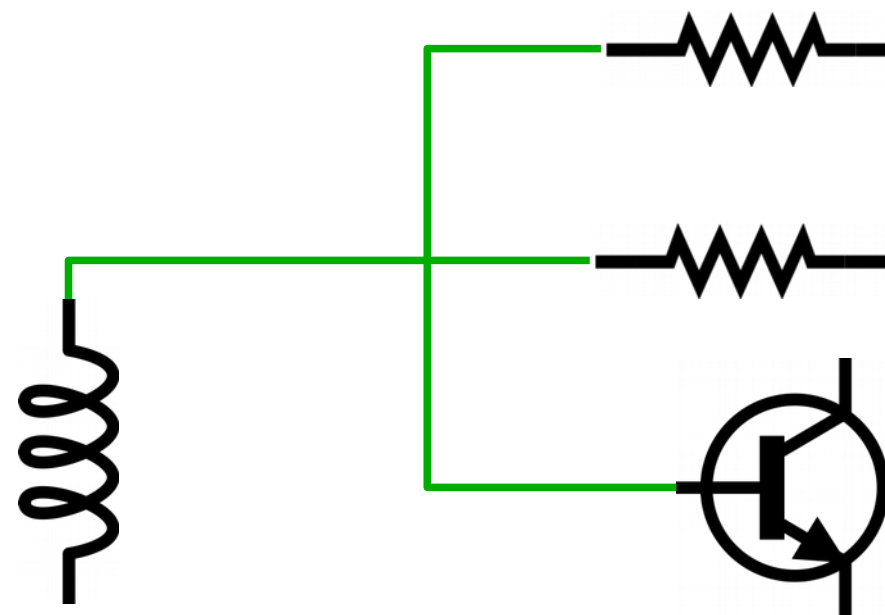
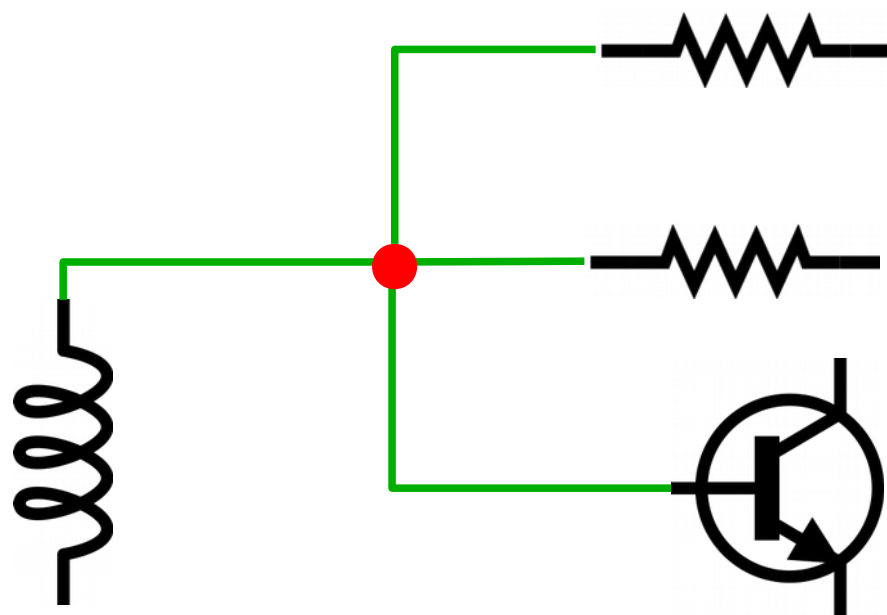
Según la procedencia de las bibliotecas podemos dividir las en:

- Provistas por el software de diseño.
- Propias.
- Provistas por un tercero.

Esquemático - Líneas de interconexión y uniones

Las líneas de interconexión (cables o wires) unen terminales formando los nodos.

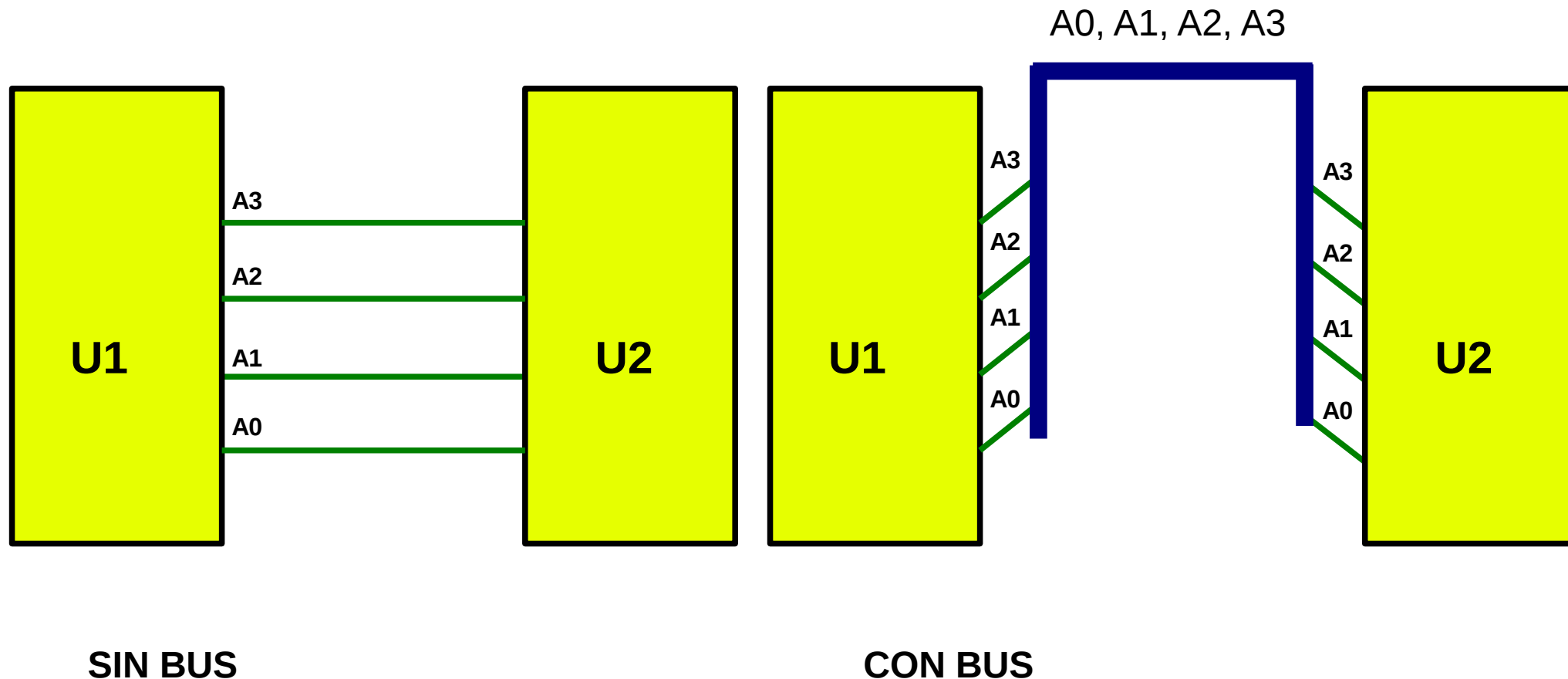
Las uniones (junction) marcan los puntos donde se unen segmentos. Son de utilidad para evidenciar los casos donde las líneas se cruzan pero no se conectan.



Esquemático - Interconexiones – buses

Las líneas de interconexión de bus, agrupan varias interconexiones.

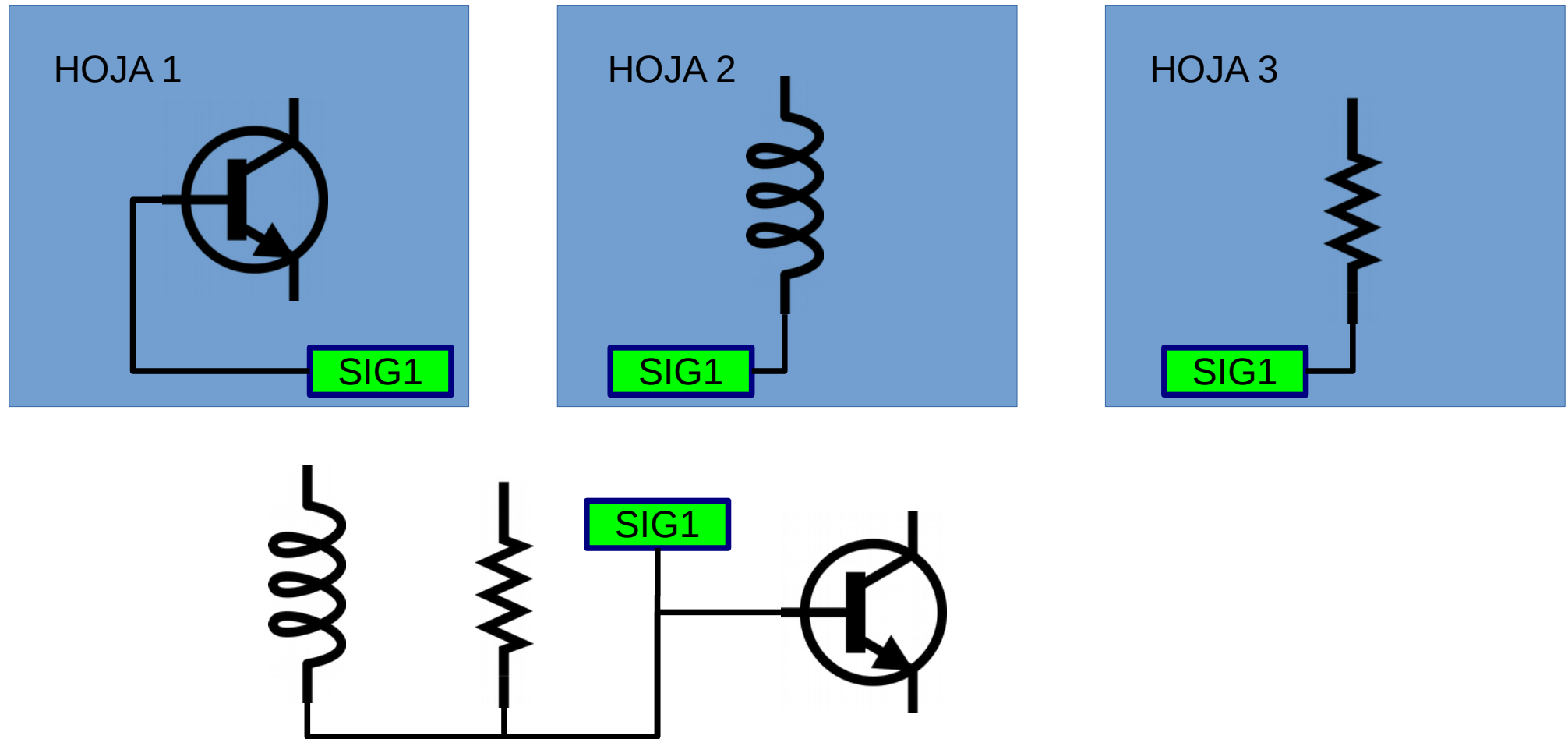
Se utilizan en los casos de señales asociadas y para dar claridad al esquemático.



Esquemático - Interconexiones – Etiquetas globales

Las etiquetas globales permiten definir nodos realizando interconexiones sin utilizar líneas visibles.

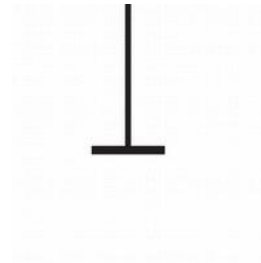
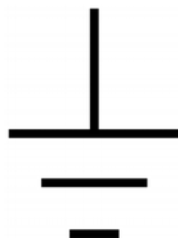
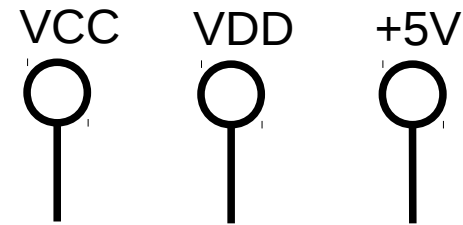
Las etiquetas globales aplican a todas las hojas de un esquema.



Esquemático - Interconexiones – Referencia de tensión

Las referencias de tensión son un tipo particular de etiquetas globales.

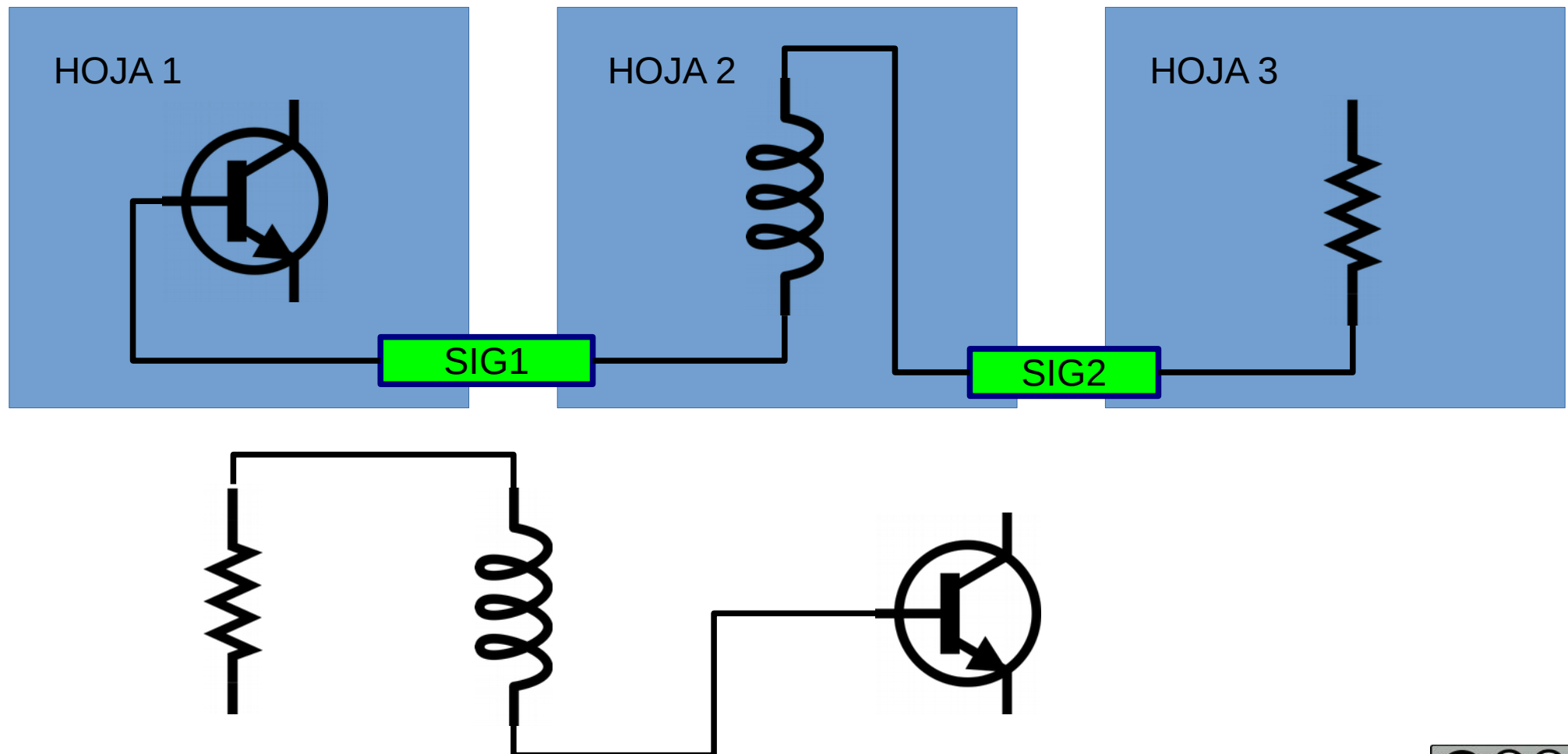
Aplican a todas las hojas de un circuito.



Esquemático - Interconexiones – Etiquetas jerárquicas

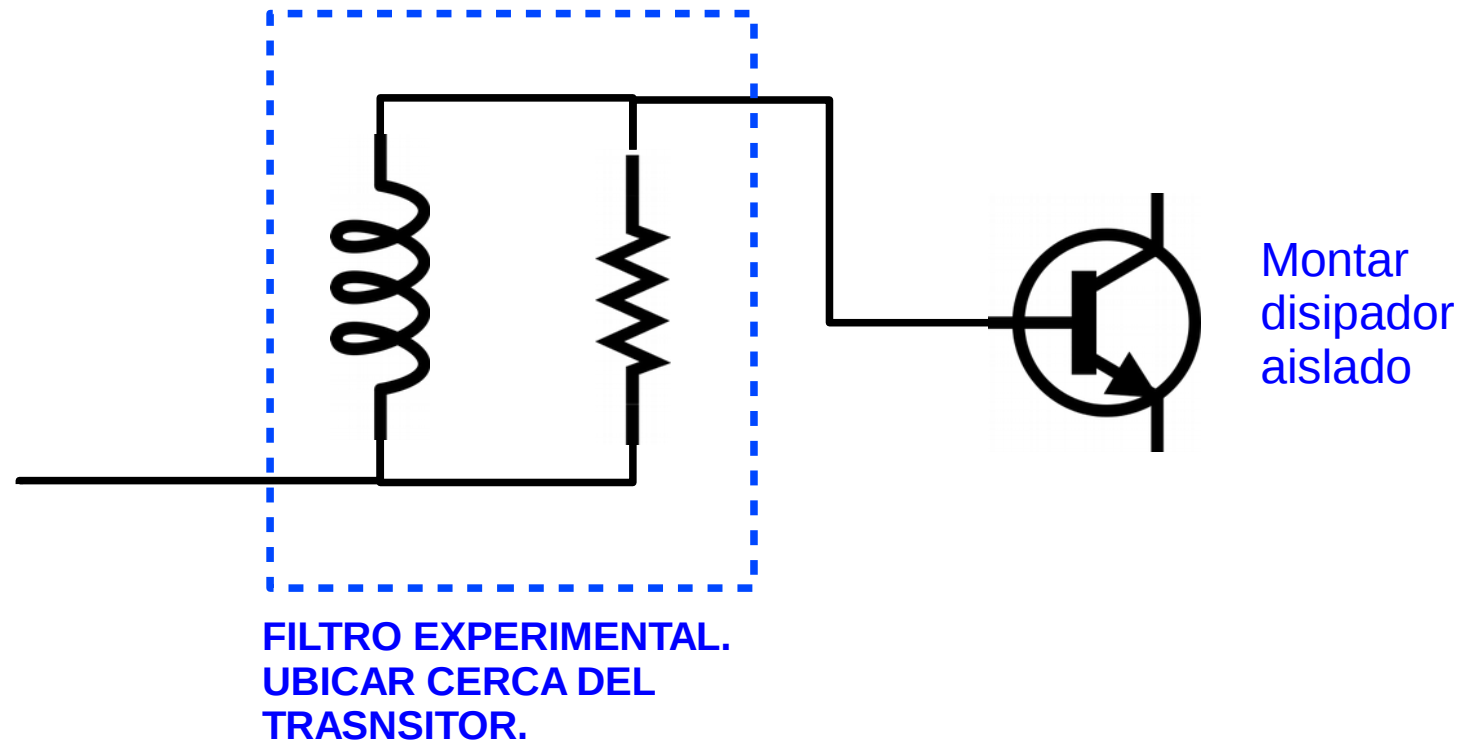
Las etiquetas jerárquicas permiten ir de una hoja a la otra en forma específica.

Las etiquetas jerárquicas solo aplican a las dos hojas involucradas.



Esquemático – Textos, gráficos y líneas adicionales

Los textos o notas en el circuito son de gran utilidad para el posterior diseño del pcb, fabricación, prueba y medición del circuito. Se pueden especificar ubicación de componentes, características de las líneas, información de jumpers, consideraciones de ensamblaje, aclaraciones de funcionamiento, etc.

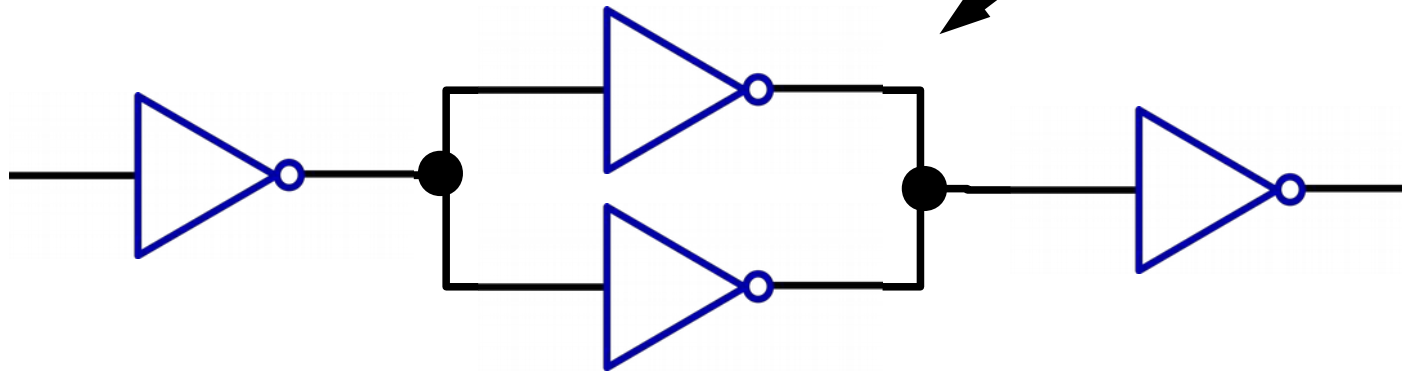


Esquemático – ERC (Electrical Rules Check)

El Electric Rule Check es una herramienta de verificación que analizará las conexiones realizadas, basándose en la información del tipo de pin y otras reglas generales.

Algunas de las situaciones que puede reportar el ERC:

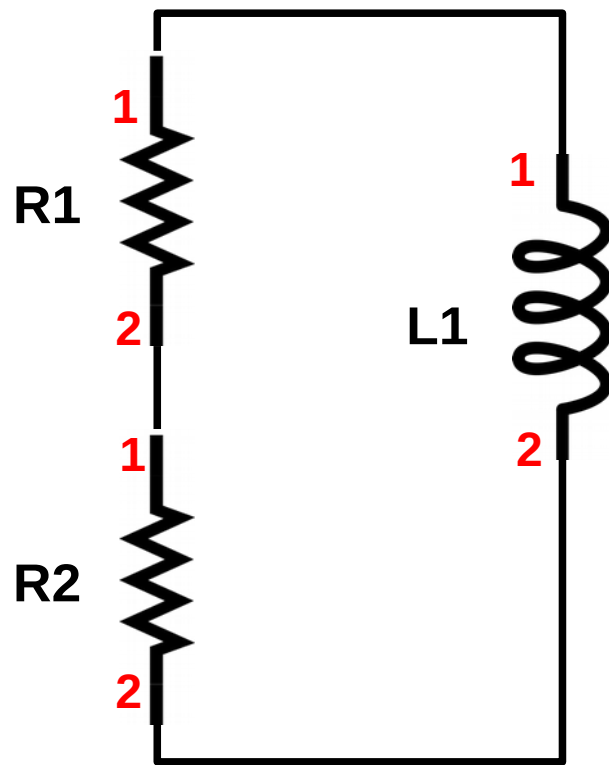
- Conexiones sin terminar (abiertas).
- Más de un pin de salida en un nodo.
- Un pin de entrada de alimentación sin un pin de salida de alimentación en el mismo nodo.



Error de ERC: Dos salidas en el mismo nodo.

Esquemático - Netlist

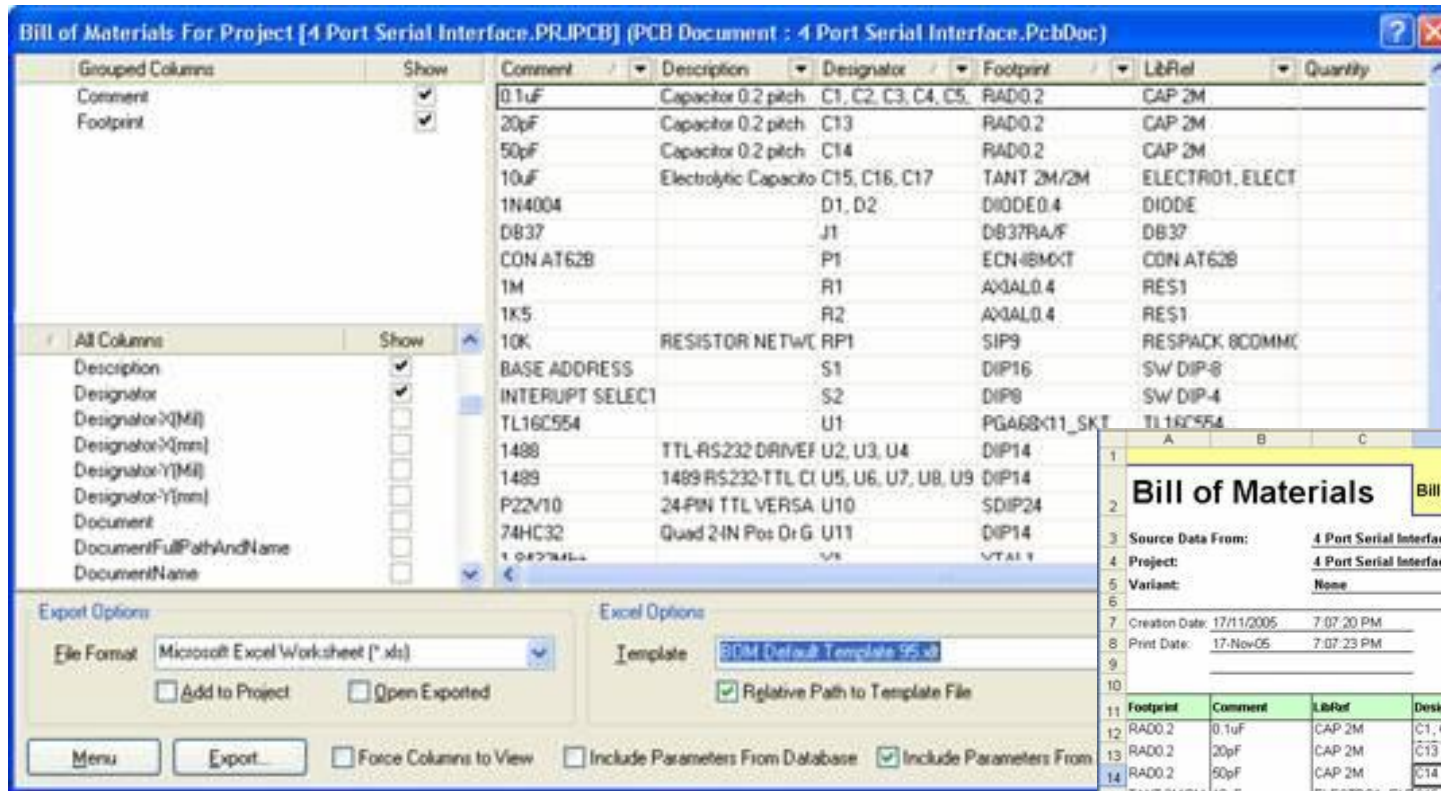
El Netlist es un listado de las conexiones eléctricas del circuito desarrollado. Es la forma más común de comunicar el esquemático con el PCB. Está estandarizado como EDIF (Electronic Design Interchange Format) .



```
NETS
NET 1
R1-pin1
L1-pin1
NET2
R1-pin2
R2-pin1
NET3
R2-pin2
L1-pin2
```

El netlist además puede tener información adicional como encapsulados, bibliotecas y nombres para recuperar los símbolos usados, información de valor y campos adicionales, etc.

Esquemático – Lista de materiales - Bill of Materials (BOM)



Es un listado de los componentes utilizados en el circuito.

La información de este listado se extrae de los campos de propiedades de los componentes.

Es parte importante de la documentación ya que sirve para calcular precios, ver cantidades y buscar proveedores.

Bill of Materials					
Bill of Materials For Project [4 Port Serial Interface.PRJPCB]					
Source Data From: 4 Port Serial Interface.PRJPCB					
Project: 4 Port Serial Interface.PRJPCB					
Variant: None					
Creation Date: 17/11/2005 7:07:20 PM					
Print Date: 17-Nov-05 7:07:23 PM					
Footprint	Comment	LibRef	Designator	Description	Quantity
RAD0.2	0.1uF	CAP 2M	C1, C2, C3, C4, C5, C8, C9, C10, C11	Capacitor 0.2 pitch	10
RAD0.2	20pF	CAP 2M	C13	Capacitor 0.2 pitch	1
RAD0.2	50pF	CAP 2M	C14	Capacitor 0.2 pitch	1
TANT 2M/2M	10uF	ELECTR01, ELECT	C15, C16, C17	Electrolytic Capacitor RB mount	3
DIODE0.4	1N4004	DIODE	D1, D2		2
DB37RA/F	DB37	DB37	J1		1
ECN-IBMKT	CON AT62B	CON AT62B	P1		1
AXIAL0.4	1M	RES1	R1		1
AXIAL0.4	1K5	RES1	R2		1
SIP9	10K	RESPACK 8COMMON	RP1	RESISTOR NETWORK 8 COMMON RESIS	1
DIP16	BASE ADDRESS	SW DIP-8	S1		1
DIP8	INTERRUPT SELECT	SW DIP-4	S2		1
PGA68K11_SKT	TL16C554	TL16C554	U1		1
DIP14	1488	1488_1	U2, U3, U4	TTL-RS232 DRIVER	3
DIP14	1489	1489_1	U5, U6, U7, U8, U9	1489 RS232-TTL CONVERTOR	5
SDIP24	P22V10	P22V10	U10	24-PIN TTL VERSATILE PAL DEVICE	1
DIP14	74HC32	SN7432	U11	Quad 2-IN Pos Or G	1
XTAL1	1.8432Mhz	CRYSTAL	X1		1
Approved					36
Notes					

<https://techdocs.altium.com/display/ADOH/Generating+a+Custom+Bill+of+Materials>

Autores de esta presentación y contacto:

Diego Brengi - djavier@ieee.org
Ignacio Zaradnik - izaradnik@yahoo.com.ar

Versión
26/07/16

Glosario: Documentación y esquemático.

“Curso de diseño de circuitos impresos”

Preparado para la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos del LSE-FIUBA (CESE)

Glosario: Documentación y esquemático.

“Taller de Electrónica”

Usado para el Taller de Electrónica de la Universidad Nacional de La Matanza.

Las imágenes de clipart se tomaron de: <https://openclipart.org/>

Imagen de portada de dominio público:

<https://pixabay.com/es/servidor-placa-de-circuito-906525/>

Todas las capturas de pantalla fueron realizadas por los autores y están bajo la misma licencia que esta presentación.

El resto de las imágenes se cita la fuente debajo de cada una.