

Diseño de PCBs usando software CAD

Julián Oreggioni

Instituto de Ingeniería Eléctrica.

Versión 1.0

Agosto 2020

Agenda

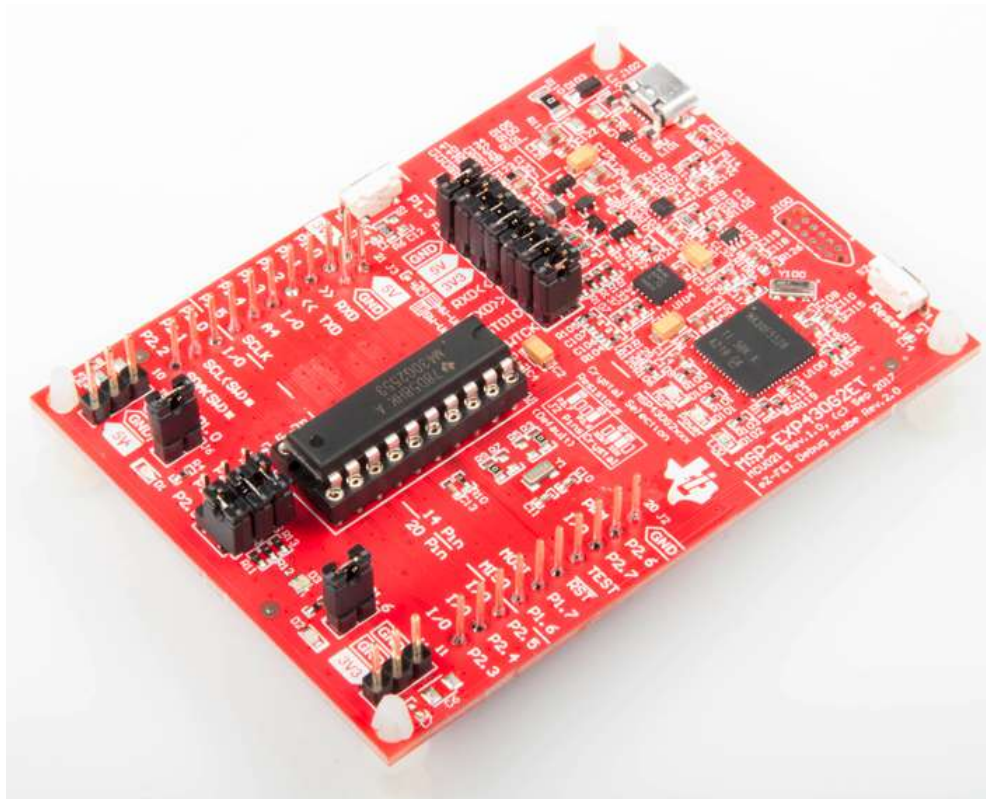
- ◆ Objetivos
- ◆ Introducción
- ◆ Diseño de esquemático
- ◆ Diseño del layout de PCB
- ◆ Diseño de componentes
- ◆ Ejemplo sencillo
- ◆ Tips adicionales para hacer layout de PCB

Objetivos

- ◆ Conocer la nomenclatura básica vinculada al diseño y fabricación de PCBs
- ◆ Conocer las distintas etapas del proceso de diseño de un PCB usando un software CAD
- ◆ Diseñar el esquemático y layout de un PCB sencillo en el software Eagle

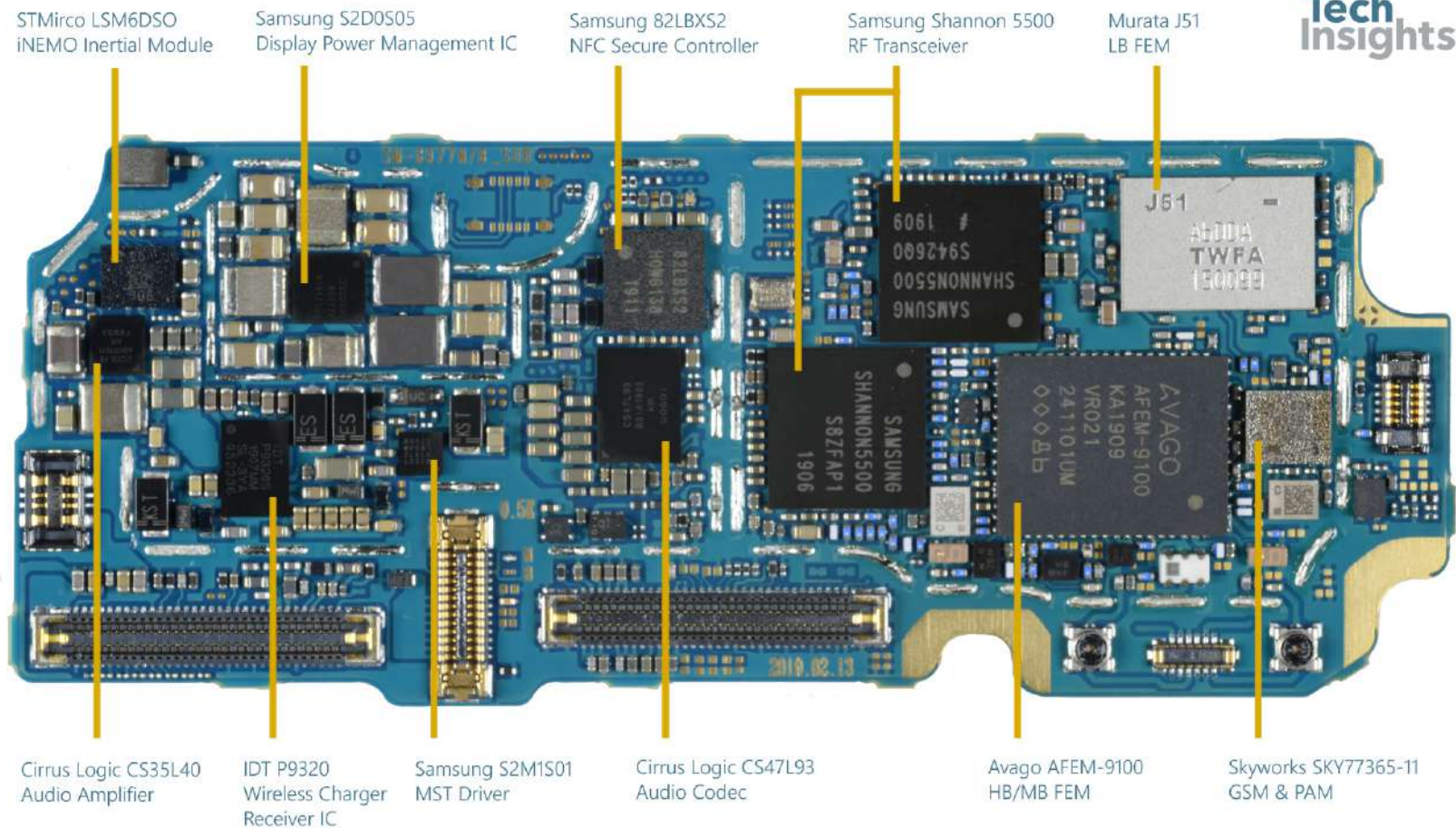
Introducción

- ◆ PCB = Printed Circuit Board



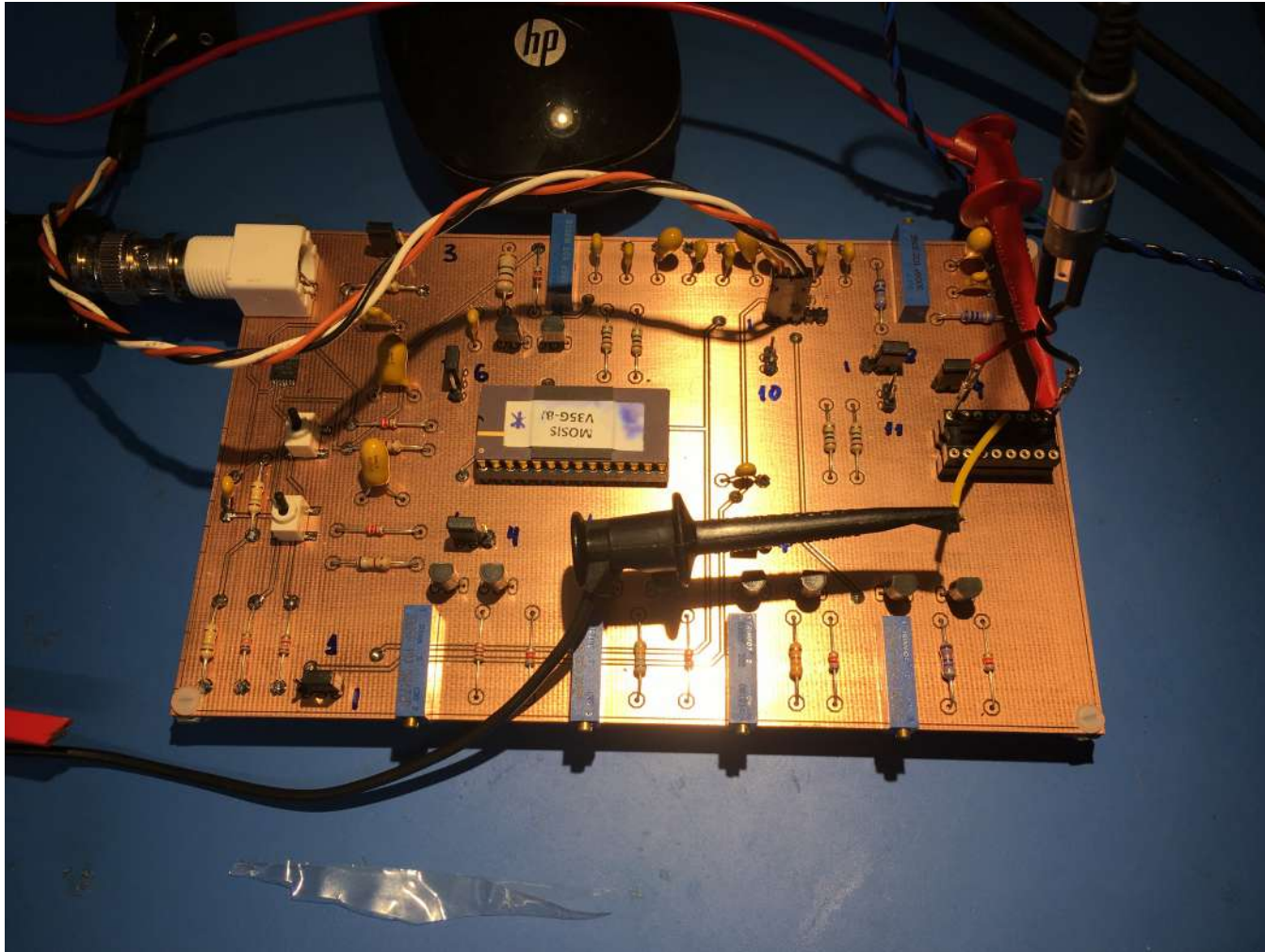
MSP-EXP430G2ET – Placa de Desarrollo de Texas Instruments, se utiliza en curso Sistemas Embebidos para Tiempo Real (sisem)

Introducción



Samsung Galaxy S10 5G, tomado de <https://www.techinsights.com>

Introducción



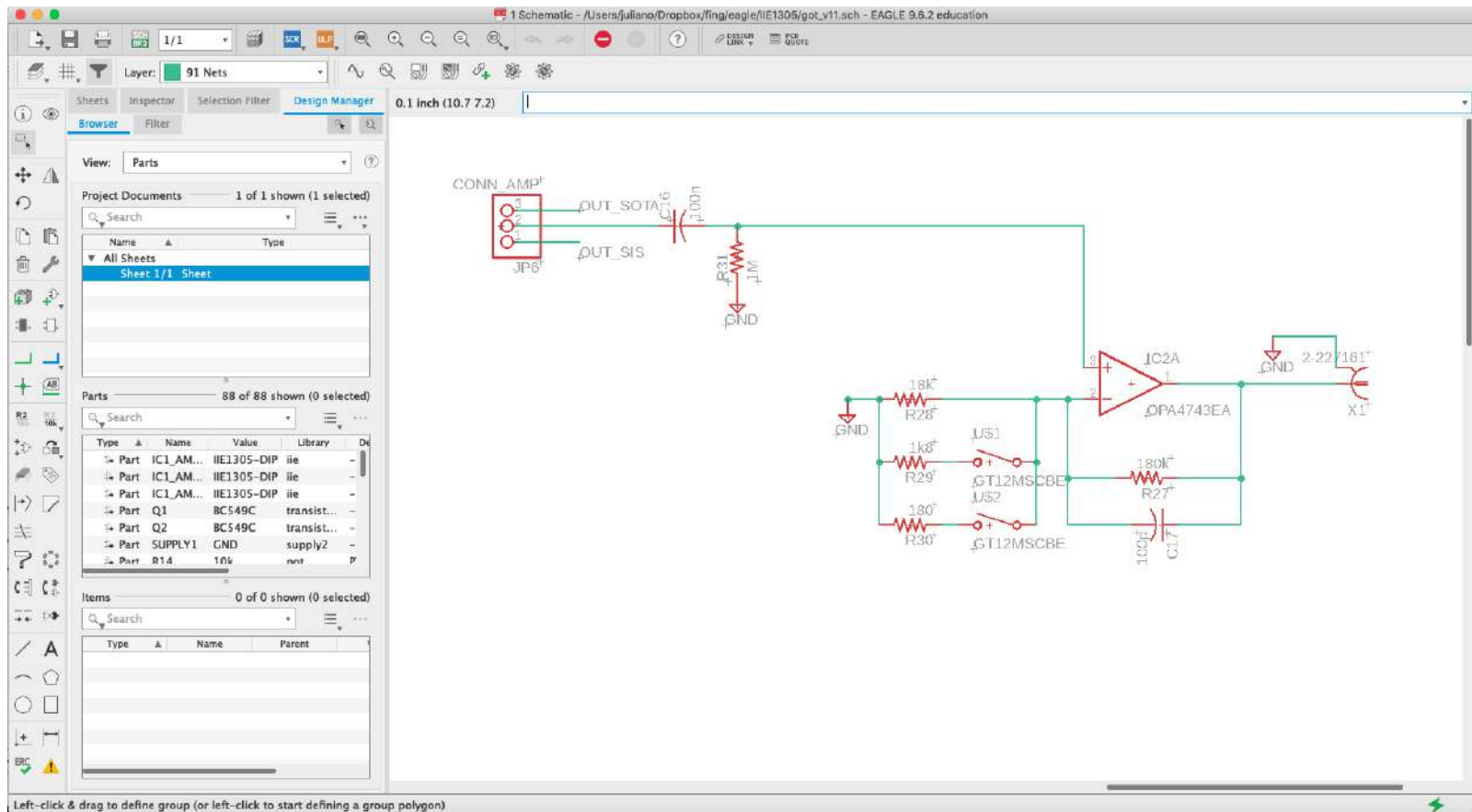
Amplificador de señales neurales (tesis doctorado Oreggioni)

Introducción

- ◆ Eagle = es un software CAD (Computer-Aided Desing) para diseñar PCBs.
 - ◆ Esta clase está focalizado en Eagle pero son conceptos generales
 - ◆ Hay muchos otros y en general son buenos: KiCad, OrCAD, etc.
- ◆ El manual del software CAD no muerde
 - ◆ Son muchas páginas pero diseñar buenos PCBs no es sencillo. Lean el manual y refieran a él ante dudas.
- ◆ Punto de partida: se tiene un diseño listo en papel
- ◆ Diseño jerárquico y modular: desing block
- ◆ El diseño se estructura en dos partes importantes:
 - ◆ Diseño del esquemático
 - ◆ Diseño del layout de PCB

Diseño de esquemático

- ◆ Eagle: archivo de extensión SCH (schematic)



Diseño de esquemático

- ◆ “Tour guiado” rápido que pasa por principales herramientas
 - ◆ info, show, move, add part, net, name, value, label, ERC,
- ◆ Definición de “Net Classes”: fija propiedades para diferentes clases de pistas (alimentación, tierra, señales delicadas)
- ◆ Conocer y ejecutar el ERC (Electric Rule Check):
 - ◆ Consistencia entre esquemático y layout (lo veremos más adelante)
 - ◆ Falta conectar algo, hay algo mal conectado, etc.
 - ◆ Depende de tener (o diseñar) una buena librería de componentes.

Diseño del layout del PCB

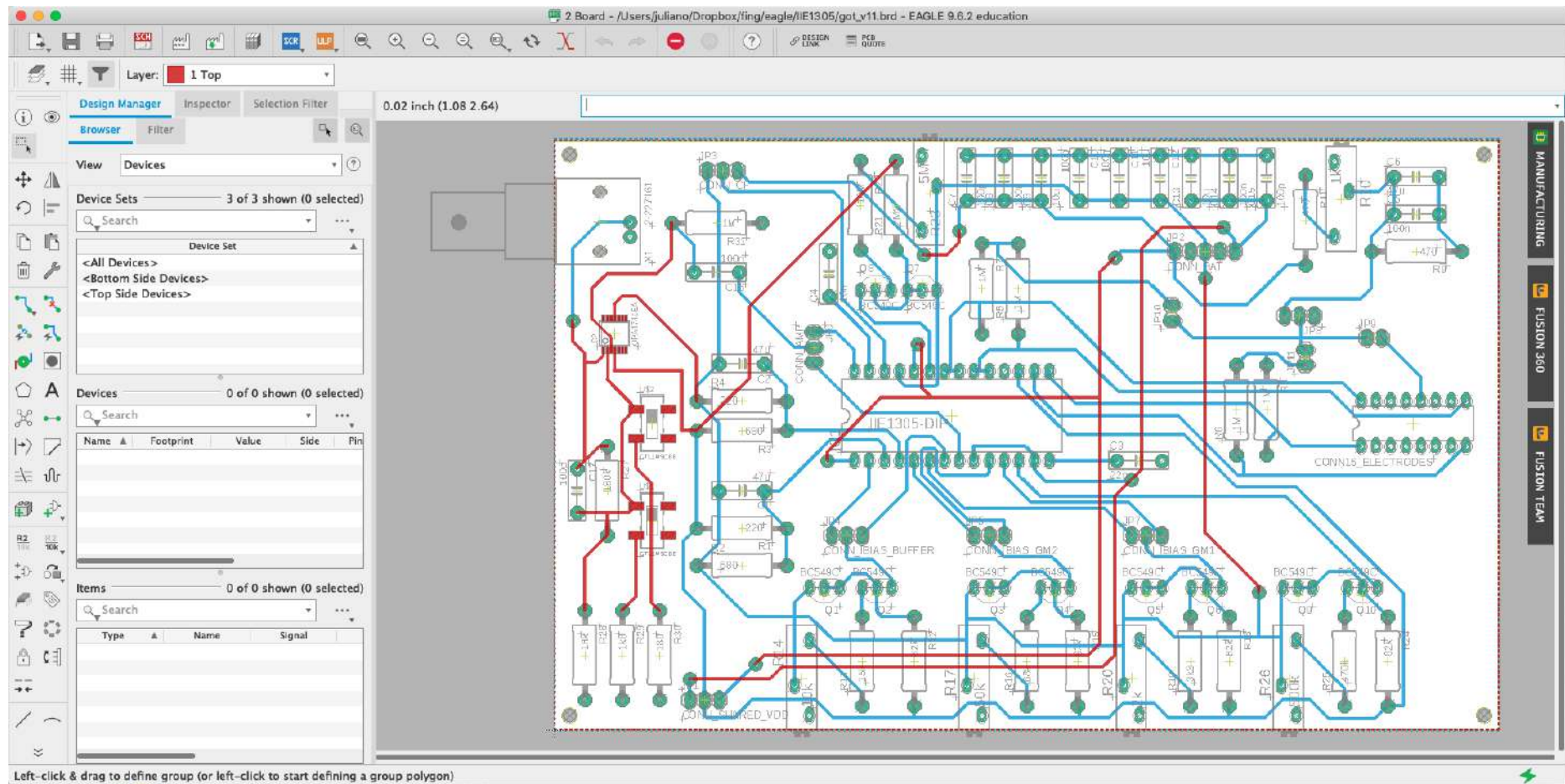
- ◆ Antes que nada hay que familiarizarse con el proceso de fabricación
 - ◆ Métodos rústicos/caseros (marcador indeleble + plancha)
 - ◆ Máquina fresadora
 - ◆ Proceso industrial en serie (exterior)
- ◆ También hay que tener claro el proceso de ensamblado
 - ◆ ¿Quién va soldar los componentes?
 - ◆ ¿Qué requerimientos tiene?

Diseño del layout del PCB

- ◆ Los fabricantes tienen ciertas capacidades de fabricación y en general proporcionan “reglas de diseño”
 - ◆ Capacidades de fabricación: ¿puede rutear en más de 1 capa? ¿en cuántas? ¿puede generar agujeros? ¿puede generar agujeros metalizados (vias, pads)? ¿deja zonas “huérfanas”?
 - ◆ Reglas de diseño: anchos mínimos de pistas, distancias mínimas entre pistas, entre pistas y vías o agujeros, espacio libre cerca de borde, y un largo etcétera.

Diseño del layout del PCB

- ◆ Eagle: archivo de extensión BRD (board)



Diseño del layout del PCB

- ◆ “Tour guiado” rápido que pasa por principales herramientas
 - ◆ info, show, change, route, ripup, mark, dimension, ratsnest, DRC
 - ◆ Diferentes capas (fabricación): top, bottom, pad, vias, tnames, tvalues
 - ◆ Otras capas (auxiliares): unrouted, dimension, tplace, tstop, tkeepout)
- ◆ Auto-router → necesita DRC
- ◆ Conocer y ejecutar el DRC (Design Rules Check):
 - ◆ Solicitar al fabricante si no tiene su propio archivo para DRC para Eagle, si no hay que configurarlo manualmente
 - ◆ Ejemplo: Sunstone provee su archivo para DRC (ver ref al final)

Diseño del layout del PCB

- ◆ La parte funcional/lógica del circuito siempre se trabaja a nivel de esquemático
 - ◆ Por ejemplo no se agregan componentes en layout o no se cambian conexiones en el layout.
 - ◆ Esto genera inconsistencias entre esquemático y layout
- ◆ Verificar que los footprints son los adecuados.
 - ◆ Chequear cuidadosamente dimensiones respecto a la hoja de datos
 - ◆ Siempre que se pueda es muy aconsejable imprimir una versión 1:1 del layout para verificar la adecuación básica con los componentes físicos (chequear que los tamaños y ubicación de los pads y su solder mask son los adecuados.
- ◆ Si el componente que necesitan no está en la librería de CAD, se puede descargar de Internet, y también se puede diseñar el componente

Diseño de componentes

- ◆ Eagle: archivo de extensión LBR (librería de componentes)

The screenshot displays the Eagle PCB design software interface. The main workspace shows three component symbols: AMP_SIS, AMP_SOTA, and AMP_SHARED. Each symbol is a rectangular box with pins and labels. AMP_SIS has pins for VDD, VDD_BUFFER, CF_SWITCH, VIN+ A, VIN+ B, VIN- A, and VIN- B. AMP_SOTA has pins for VDD, VDD_BUFFER, VIN+, and VIN-. AMP_SHARED has pins for VSS, VDD_RING, and VBIAS. The right panel shows a footprint editor for a component, displaying a circular footprint with red pins. The footprint is labeled with >NAME and >VALUE. Below the footprint is a table of package variants:

Package	Variant
DIL28-6	-DIP ✓
LCC28	-LCC ✓

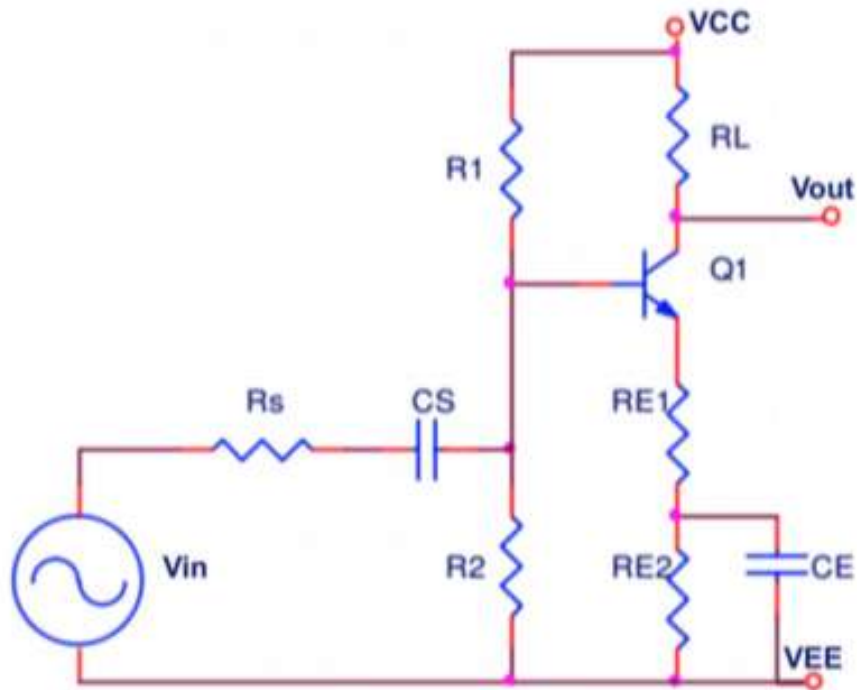
At the bottom of the footprint editor, there are fields for 'New', 'Prefix', and 'Value', along with 'Connect' and 'On/Off' radio buttons.

Left-click & drag to define group (or left-click to start defining a group polygon)

Diseño de componentes

- ◆ “Tour guiado” rápido que pasa por:
 - ◆ Footprint: se determina la parte del componente que va en layout
 - ◆ Symbol: se determina la parte del componente que va en esquemático
 - Se define los tipos de pines (I/O, Power, NC, etc.)
 - ◆ Device: se define el componente,
 - Se asocia uno o varios footprints a un symbol
 - Se definen variantes
 - Se conectan los pads del footprint a los pines del symbol
- ◆ De nuevo: verificar que los footprints de los componentes son los adecuados.

Ejemplo



Tips adicionales para hacer layout de PCB

- ◆ Leer hojas de datos de componentes y notas de aplicación, ver si hay recomendaciones para hacer PCB
- ◆ Tener en cuenta interacción física de PCB:
 - ◆ Orientación de los conectores viendo como se conectan
 - ◆ Preset que se ajusta con destornillador que se pueda operar
 - ◆ Prever agujeros para atornillar/sujetar la placa a la carcasa
 - ◆ el ajuste general con la carcasa
- ◆ Criterios de distribución de tierra / alimentación
 - ◆ Minimizar impedancia de la conexión a tierra / alimentación (minimizar largo, usar planos de tierra/alimentación)
 - ◆ Planos de tierra o alimentación en Eagle: Poligonos/Ratsnest
 - ◆ Minimizar la parte compartida de la conexión (conexión en estrella, evitar loops), separar las tierras digitales de analógicas.

Tips adicionales para hacer layout de PCB

- ◆ ¿El ancho de pista es acorde a la corriente que va a circular por ella? Esto en general es un tema a partir de 125mA con pistas de 4 mils, a menos que se trabaje a alta temperatura.
- ◆ ¿La separación entre pistas es acorde a la diferencia de tensión entre ellas? Esto en general es un tema a partir de 30V DC o AC pico para separaciones mínimas de 4 mils, igual tomar márgenes de seguridad.
- ◆ ¿Se pensó en la fase de prueba de la placa contemplando los aspectos necesarios? Por ejemplo:
 - ◆ R de 0 ohm (o jumper) para insertar shunt para medir consumo.
 - ◆ Puntos o conectores de test o espacio necesario entre componentes para poder acceder con punta para medir un cierto punto.

Tips adicionales para hacer layout de PCB

- ◆ Siempre que sea posible separar los circuitos analógicos de los digitales (especialmente para señales analógicas pequeñas).
- ◆ Los "Names" y "Values" de los componentes deben setearse y ser legibles en el PCB.
- ◆ Verificar que entre dos pads siempre haya máscara antisoldante
- ◆ Verificar que no haya silkscreen donde hay cobre expuesto para soldar (Pads SMD o TH).

Tips adicionales para hacer layout de PCB

- ◆ Algunos componentes (ej encapsulado QFN) tienen en la parte inferior una placa metálica para ayudar a la disipación (thermal pad). La adecuada conexión de dicha placa debe contemplarse como lo indica el fabricante del componente si la disipación lo amerita. Si la disipación no lo amerita, tener en cuenta igual que no pueden pasar pistas por debajo de este componente.

Referencias

- ◆ Eagle: <https://www.autodesk.com/products/eagle>
- ◆ KiCad: <https://kicad-pcb.org>
- ◆ MSP-EXP430G2ET Hardware Design Files:
<https://www.ti.com/lit/zip/slar153>
- ◆ OrCAD: <https://www.orcad.com>
- ◆ Sunstone (DRC):
https://www.sunstone.com/docs/dfm-rules/ssc-eagle-246_v1-0-0-3.zip?sfvrsn=e25d6abd_10