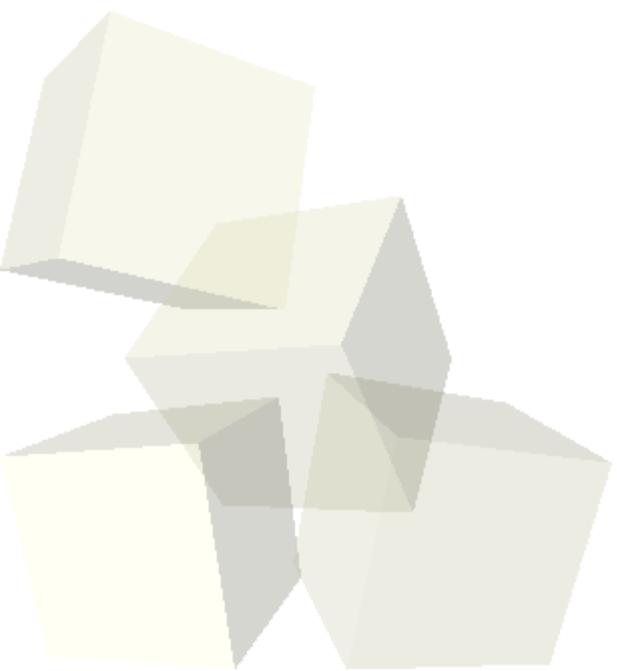




Normas Básicas y Recomendaciones en el Diseño de PCBs

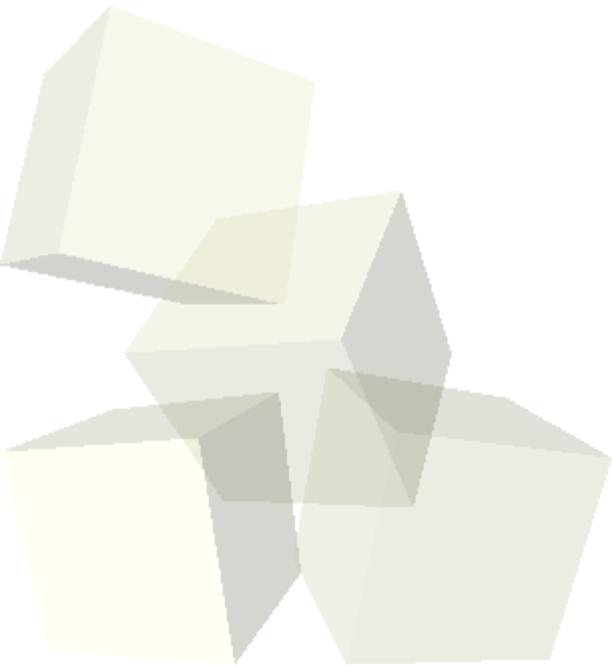
Manuel J. Bellido Díaz
Germán Cano Quiveu

Octubre de 2024





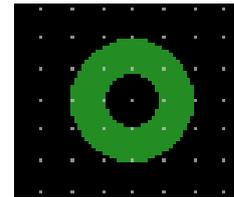
- **Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs**
- Normas y recomendaciones en el Esquemático
- Normas y recomendaciones en el layout



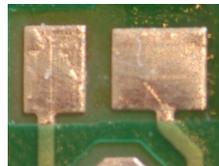
Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs

- **Esquemático** – o **diagrama esquemático**, representa una visualización de las interconexiones de los elementos del circuito a realizar
- **Boardfile – Layout**: El Boardfile es el archivo en donde se realiza el diseño físico de la tarjeta. El diseño de la misma se le conoce como Layout
- **Pad**: zona de contacto en la PCB de un pin o terminal de un componente.

- ♦ **Pad Through-hole**: Circulares; constan de área de cobre (zona de soldadura), agujero para inserción del terminal (**drill**)

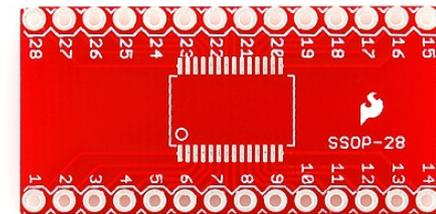
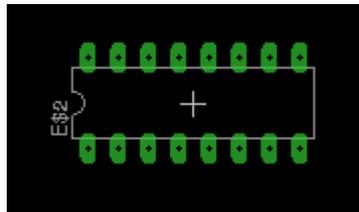
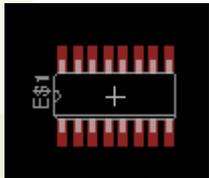


- ♦ **Pad smd**: Rectangulares: área rectangular de cobre, en cara TOP



Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs

- **Huella - Footprint** : Diseño de los pads para un componente particular. Existen huellas estándar (DIP de 14, 16, etc) y huellas específicas de componentes. En las hojas de datos de los dispositivos o componentes electrónicos los fabricantes suelen poner las dimensiones de los componentes con lo que se puede generar un footprint.

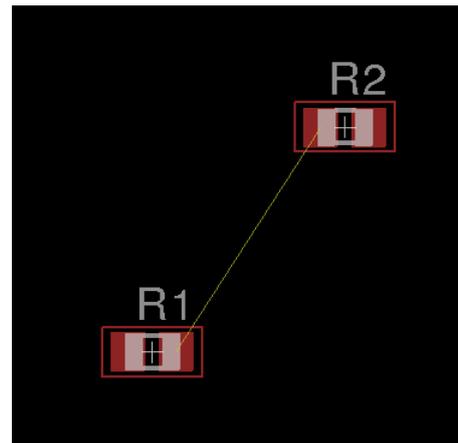
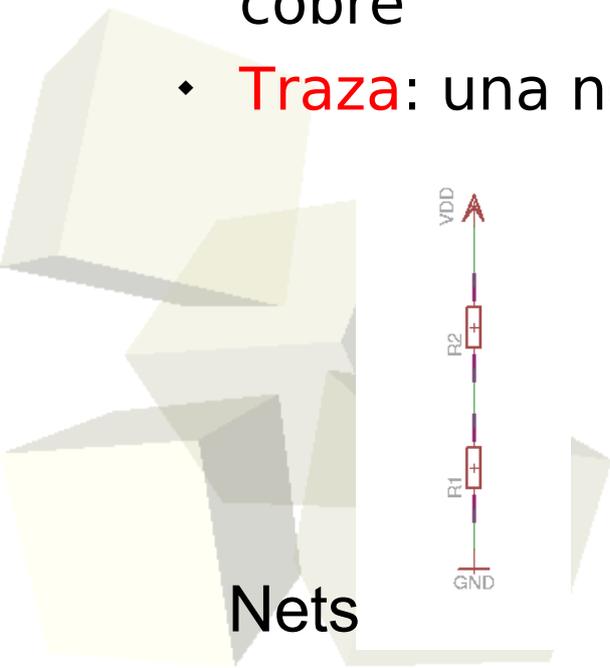


Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs

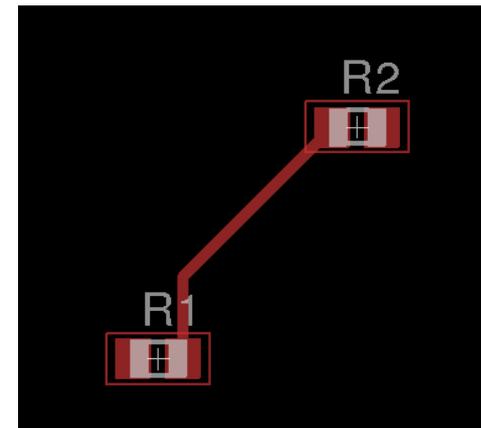
- **PITCH:** Distancia entre terminales (pads) en una huella. Se mide desde el centro del pad hasta el centro de pad consecutivo.
- **Mounting Holes - Agujeros de Montajes:** Son los agujeros que se disponen en una PCB para realizar su montaje bien con tornillos insertados o bien ajustado a algún envoltorio en el que se inserte la PCB
- **AWG:** American Wire Gauge. Calibre (grosor) del cable de un terminal
- **PCBA:** Printed Circuit Board and Assembly. Proceso de fabricación de PCB junto con el ensamblaje de componentes.
- **BOM:** Listado de componentes de un PCB.

Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs

- **Soldermask**: mascara de soldadura
- **Silkscreen**: mascara de serigrafía
- **Net - Señal**: Segmento de línea que comunica dos componentes o partes de la PCB. Se puede distinguir:
 - ♦ **Net en esquemático**: Comunica dos pines o terminales entre si en el esquemático. Tiene asociado un nombre (ej. N\$15, DATA_2, CLK)
 - ♦ **Rat**: Net en el boardfile que aun no se encuentra trazado en cobre
 - ♦ **Traza**: una net en boardfile que ya esta trazado en el cobre



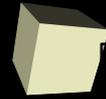
Rats



Traza

Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs

- **Via**: se utiliza para transferir una traza o net entre diferentes capas de una PCB. Tiene como parámetros de diseño el diámetro del pad y el diámetro de la perforación o drill
- **Layer**: Cada capa de diseño que corresponde a un proceso en la fabricación del PCB.
 - ♦ Capas de cobre: **Top (Front)**, **Bottom**.
 - ♦ Capas serigrafía: **names**, **values**, **place**
 - ♦ Capas de taladros: **drills**, **holes**.
 - ♦ Capas de información: **docu**, **info**
 - ♦ Capa de tamaño PCB: **dimension**, **Edge-cuts**
 - ♦ Capas que empiezan por **t (o f)**: están en el plano **TOP**
 - ♦ Capas que empiezan por **b**: están en el plano **BOTTOM**
 - ♦ El nombre de las capas cambia para diferentes programas de diseño, por lo que es recomendable ver los manuales de dichos programas.

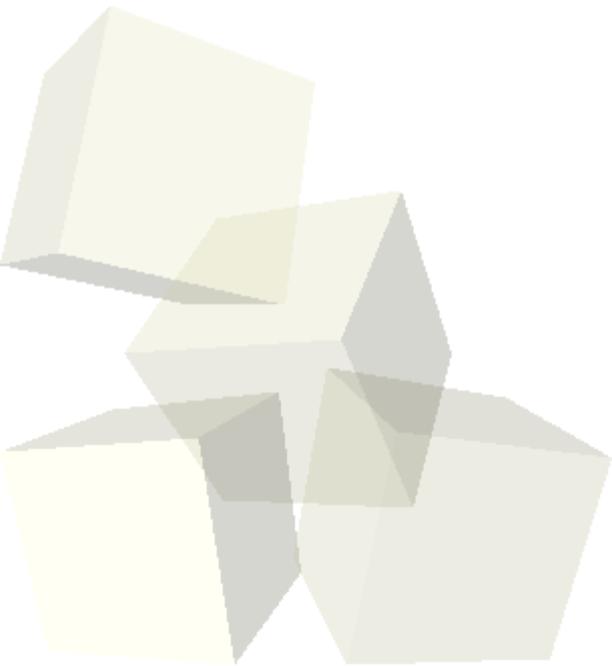


Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs

- **Gerber**: Formato de fichero estándar en la industria electrónica para comunicar la información del diseño de una PCB a un fabricante. La información de una PCB completa no va en un único fichero gerber sino en varios.
- Ficheros gerbers en el caso de PCB de double-side:
 - ◆ Fichero de las trazas en el cobre de la cara TOP
 - ◆ Fichero de las trazas en el cobre de la cara BOTTOM
 - ◆ Fichero de la solder mask en cara TOP
 - ◆ Fichero de la solder mask en cara BOTTOM
 - ◆ Fichero de la silkscreen en cara TOP
 - ◆ Fichero de la silkscreen en cara BOTTOM
 - ◆ Fichero con posición de los agujeros (drills)
 - ◆ Fichero con información del tamaño de agujeros
 - ◆ Fichero con información del contorno de la PCB
 - ◆ Fichero tipo README donde se indica que es cada uno de los ficheros gerbers



- Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs
- **Normas y recomendaciones en el Esquemático**
- Normas y recomendaciones en el layout



■ Funcionalidad del esquemático:

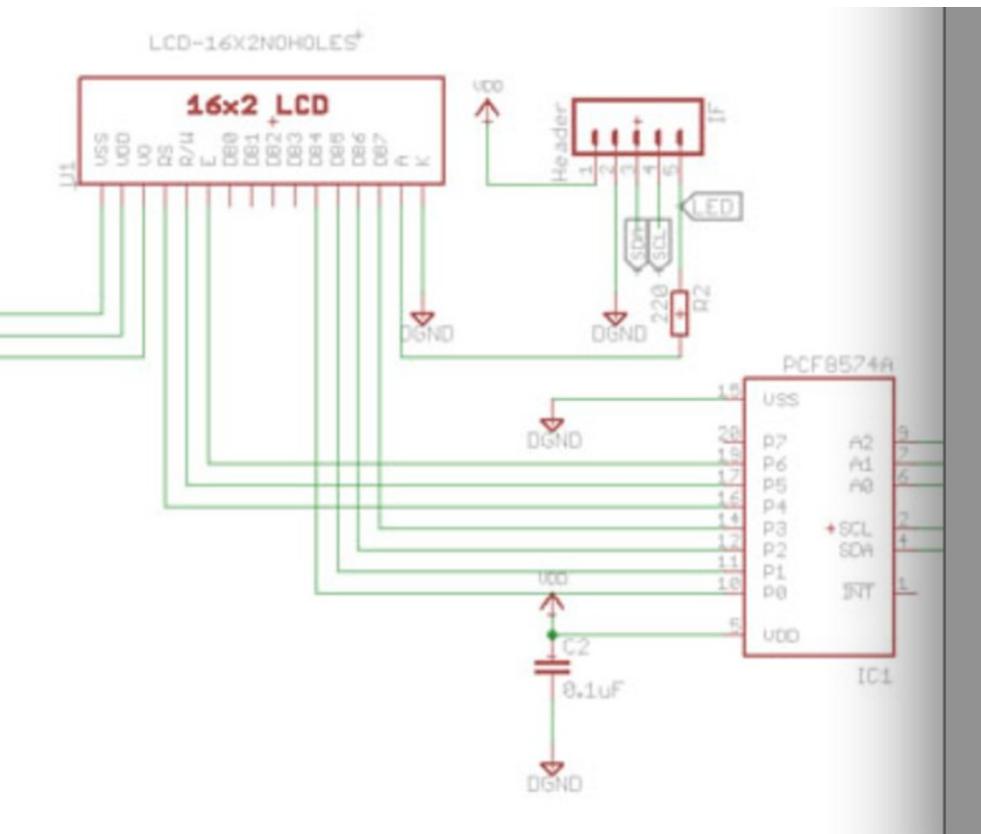
- Reflejar de forma **precisa** el **diseño**:
 - Componentes, alimentaciones, pines entrada/salida, conexión entre los componentes
- Proporcionar una **información** clara para que se pueda **reproducir y/o modificar el diseño** adecuadamente
 - Debe de poder identificarse bien los componentes desde el punto de vista de su tipo, valor, tolerancia y huella
 - Ej: R1, 10Kohm, 0,5%, axial
- Poder **generar** una **lista de materiales** completa y exhaustiva
- Un esquemático correcto es el **punto de partida** para diseñar el **LAYOUT** del PCB.
 - Hoy en día las herramientas de diseño de PCB permiten comprobar que el diseño de **esquemático y layout** son **coherentes** entre si

Normas y recomendaciones en el Esquemático

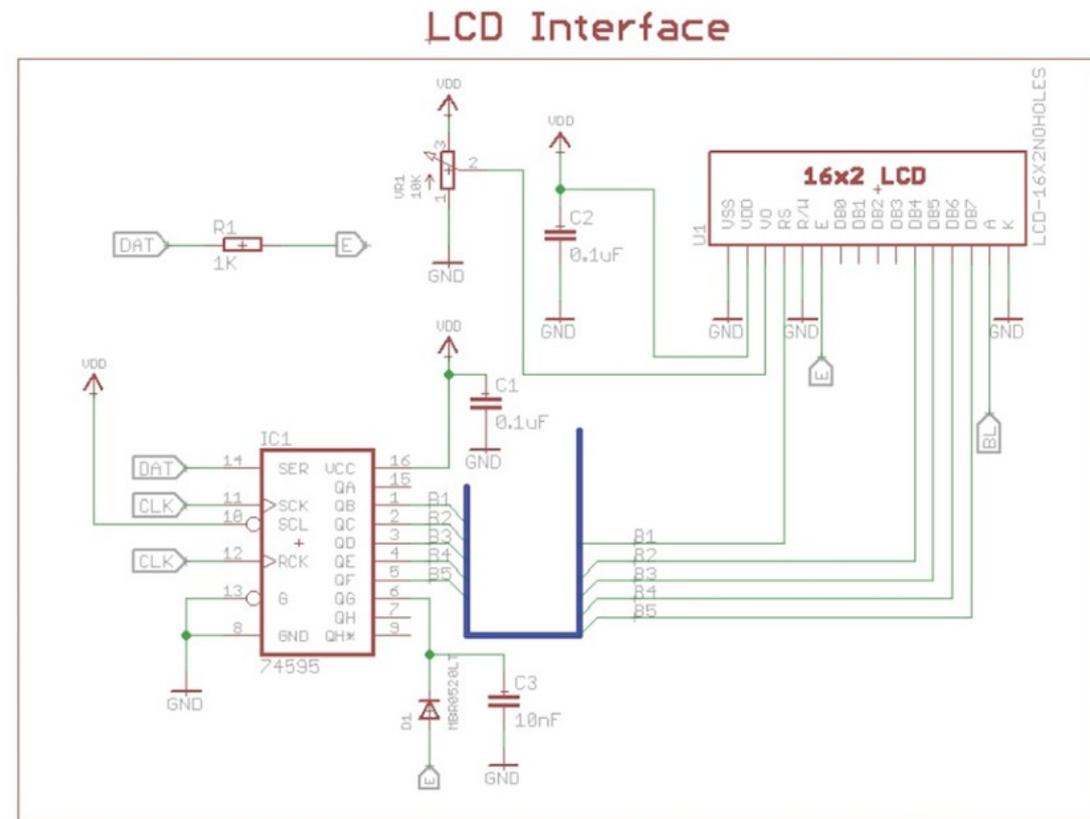
- Recomendaciones generales sobre el esquemático
 - En un esquemático los componentes deben estar bien **organizados, alineados e identificados** de manera que sea **legible**
 - En la medida de lo posible, las señales deben **fluir de izquierda** (entradas a la izquierda) **hacia la derecha** (salidas en la derecha)
 - En la medida de lo posible, es interesante que se dispusieran los **componentes en el esquemático como** nos gustaría que quedaran **en el diseño final** del PCB
 - Verificar que todos y cada uno de los componentes tienen su **identificador de componente** (designador) que identifica de forma unívoca todos y cada uno de los componentes que forman el diseño. Este tipo de información la suelen añadir de forma automática todas las herramientas.
 - **Evitar el cruce de señales**, dentro de lo que sea posible y asegurarse que queda claro qué se conecta con qué

Normas y recomendaciones en el Esquemático

- Recomendaciones generales sobre el esquemático
 - Ajustarse a las cuadrículas del grid (**snap to grid**). El grid que traen las herramientas por defecto suele servir.
 - **Emplear buses**, puede clarificar el esquemático



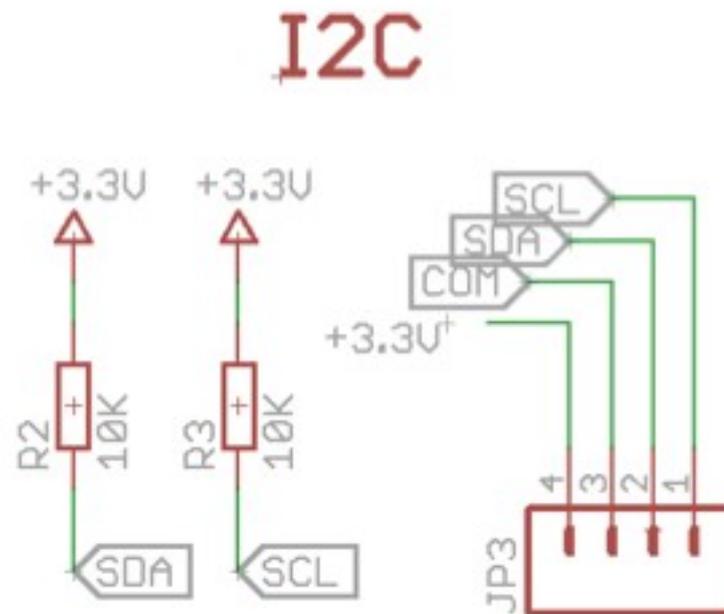
Sin Bus



Con Bus

Normas y recomendaciones en el Esquemático

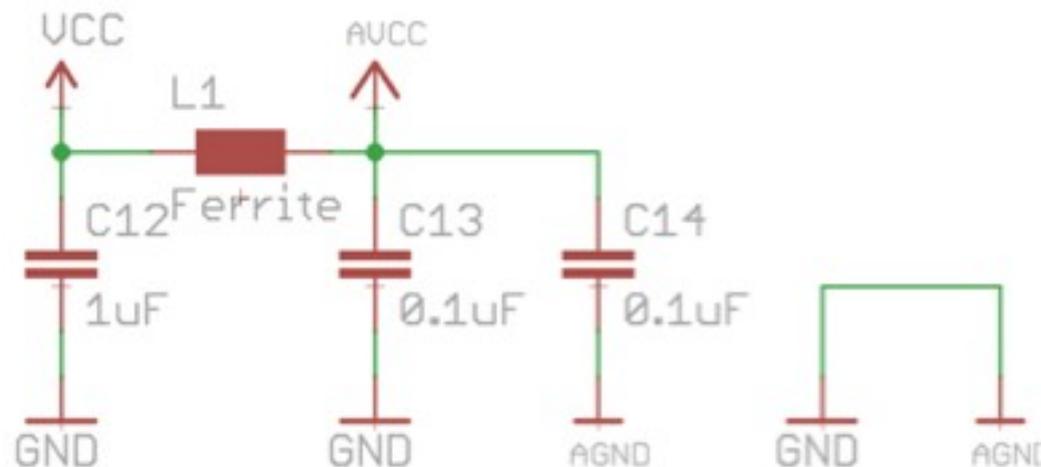
- Recomendaciones generales sobre el esquemático
 - ♦ **Nombrar las pistas.** Poner etiquetas. De esta forma, cuando trazar una pista sea complicado o de lugar a esquemáticos enrevesados, **se pueden conectar pistas por nombre,** añadiendo etiquetas para que quede clara la conexión en el esquemático



Normas y recomendaciones en el Esquemático

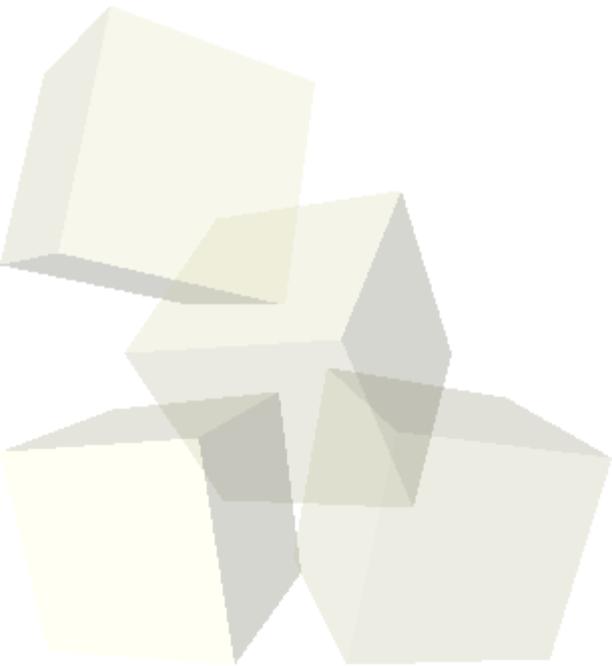
- Recomendaciones generales sobre el esquemático
 - Utilizar los **conectores globales** del circuito como por ejemplo, **GND, Vcc, Vdd**, etc. Emplear conectores globales en los diferentes puntos del esquemático donde se necesiten para evitar trazar señales con trazas muy largas. Recomendable, las flechas que representa Vcc apuntando hacia arriba y GND hacia abajo.

Analog Supply





- Terminología propia del diseño y fabricación de PCBs
- Normas y recomendaciones en el Esquemático
- **Normas y recomendaciones en el layout**





Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones generales sobre el Layout
 - Tener claro el **grid** (cuadrícula) que se va a emplear en la colocación de los componentes y en el trazado de las pistas o nets. Las herramientas suelen traer un grid por defecto de 50mil (0,05inch) y un **valor alternativo** menor, 25mils (se emplea con la tecla alt). Estos valores suelen ser adecuados con la mayoría de los componentes
 - Si se posee limitaciones en cuanto al tamaño de la PCB lo primero que se debe hacer es **ajustar el área** de PCB al **tamaño máximo** permitido
 - Realizar la **colocación de componentes**, comenzando por los componentes de entrada/salida. Estos deben colocarse de acuerdo al diseño que se tenga en mente sobre como debe quedar dispuestos los mismos.
 - Para el **resto de componentes**, se debe seguir el criterio de **agruparlos según bloques lógicos**. De esta manera se minimizaran las trazas de conexión. Siempre debe intentarse hacer las pistas mas cortas posibles minimizando así efectos parásitos resistivos y capacitivos



Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones sobre la **colocación de componentes**
 - 1.- **Coloca primero los componentes imprescindibles.** A menudo, hay componentes que deben colocarse en ubicaciones específicas, a veces debido a limitaciones mecánicas de la carcasa o debido a su tamaño. Es mejor colocar estos componentes primero y fijar su posición antes de continuar con el resto del diseño.
 - 2.- **Coloca procesadores y circuitos integrados (CI) grandes.** Los componentes, como los procesadores o los CI con un gran número de pines, suelen tener que conectarse a varios componentes del diseño. La ubicación de estos componentes en el centro facilita el enrutamiento de pistas en el diseño de la PCB.
 - 3.- **Agrupar componentes manteniendo funcionalidades separadas:**

Por ejemplo, separar parte analógica de digital. Parte de potencia (por ej. 220V) del resto (digital o analógica)



Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones sobre la **colocación de componentes**
 - 4.- **Intenta evitar que se crucen las redes.** Cuando los componentes se colocan en el diseño de la PCB, las redes sin enrutar suelen ser visibles. Lo mejor es intentar minimizar el número de redes que se cruzan. Si puedes eliminar los cruces de red con una colocación creativa de componentes, será más fácil implementar las mejores directrices de enrutamiento para un diseño de PCB.
 - 5.- **Reglas de diseño para SMD en PCB.** Se recomienda colocar todos los componentes del dispositivo de montaje superficial (SMD) en el mismo lado de la placa. Colocar todos los SMD en un lado te ayudará a evitar algunos costes de ensamblaje adicionales.
 - 6.- **Experimenta con la orientación.** Está bien rotar componentes para intentar eliminar las intersecciones de red. Intenta orientar los pads conectados de manera que se enfrenten entre sí, ya que esto puede ayudar a simplificar el enrutamiento.



Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones y normas sobre el **trazado de pistas**
 - ♦ Dónde colocar los planos de alimentación y tierra
 - Multicapas: Por lo general, la alimentación y la tierra se colocan en dos capas internas.
 - Dos capas: un plano de tierra grande en una capa y luego enrutar las pistas de señales y de alimentación en la otra capa.
 - Una capa: un plano de tierra grande en una capa y luego enrutar las pistas de señales y de alimentación
 - ♦ Regla básica de enrutamiento:
 - Las buenas prácticas de diseño de PCB recomiendan que siempre se coloquen **pistas cortas y directas entre los componentes** cuando sea posible



Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones y normas sobre el **trazado de pistas**
 - Seleccionar el **ancho de pista** que vaya a emplearse. El ancho de la pista debe ser suficiente para permitir el paso de la corriente máxima que vaya a circular por la pista.
 - En las PCBs habituales con ancho de cobre de 35micras:

- Ancho Pista	Corriente máxima
. 4mm	10A
. 2mm	5A
. 1,5mm	4A
. 1mm	3A
. 0,5mm	2A
. 0,2mm	0.5A (500mA)
 - En los señales digitales rara vez se superan corrientes máximas de 500mA (ejemplos: pines de salida arduino: máxima corriente 40mA, raspberri Pi: 16mA, motor de DC de 9volt, máxima corriente consumida 500mA)



Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones y normas sobre el trazado de pistas
 - La **separación** mínima **entre pistas** depende de la tensión que soporten.
 - Para tensiones de trabajo digitales (5v-10v) una separación mínima de 0,3mm es suficiente.

Dif. de Potencial en Voltios Separación en mm

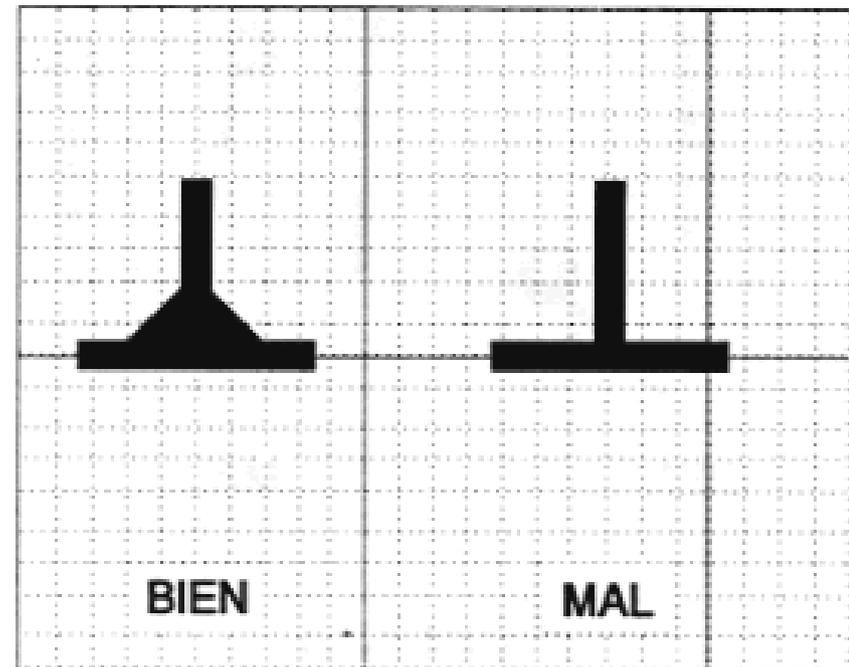
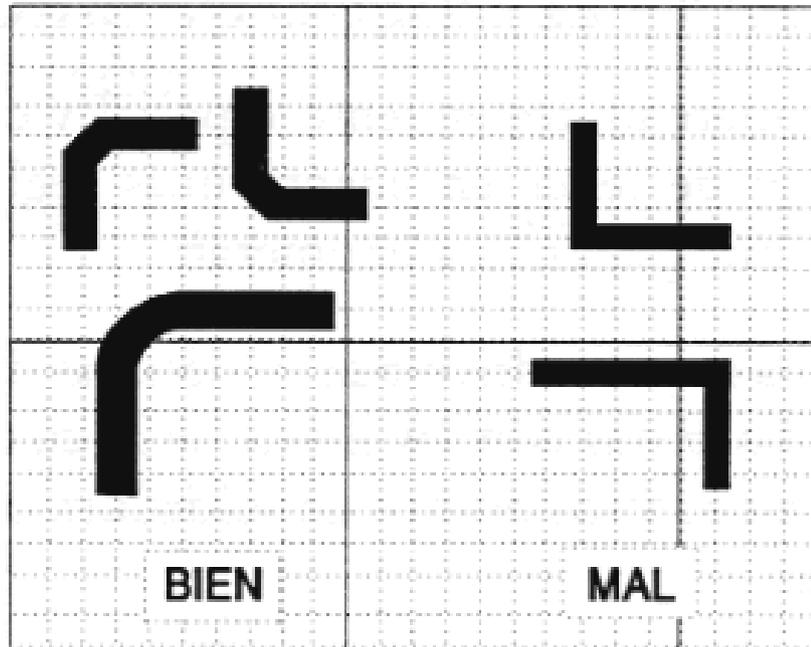
<i>DDP < 50</i>	<i>0.5</i>
<i>50 < DDP < 100</i>	<i>0.7</i>
<i>100 < DDP < 170</i>	<i>1</i>
<i>180 < DDP < 250</i>	<i>1.2</i>
<i>250 < DDP < 500</i>	<i>3</i>





Normas y recomendaciones en el layout

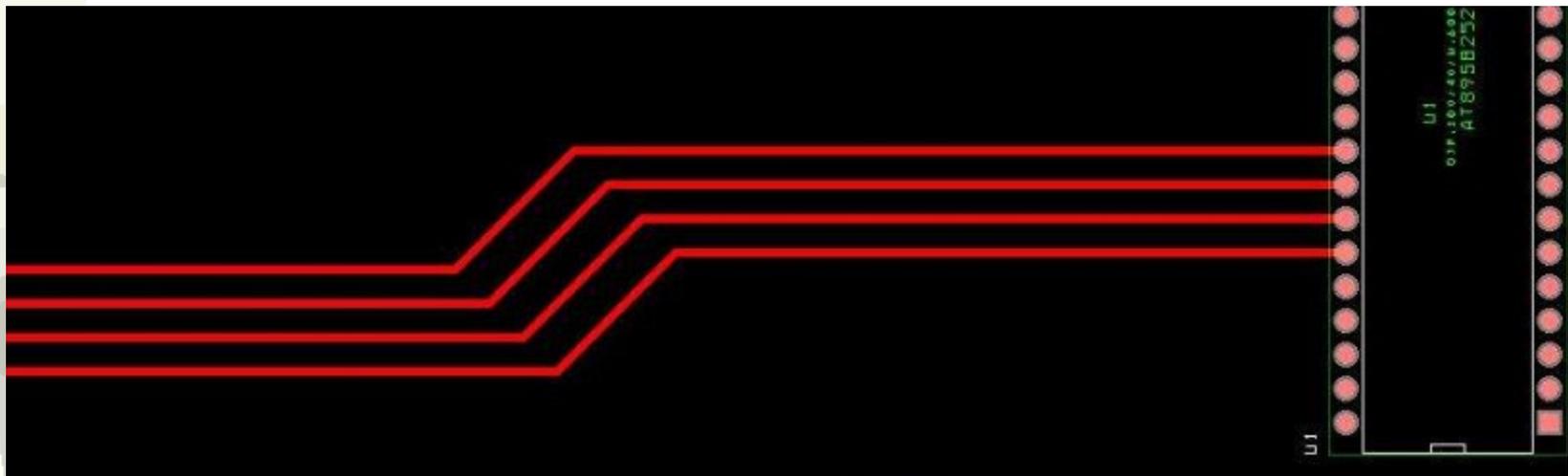
- Recomendaciones y normas sobre el trazado de pistas
 - ♦ En el trazado de las pistas es conveniente evitar el trazado de angulos de 90º.





Normas y recomendaciones en el layout

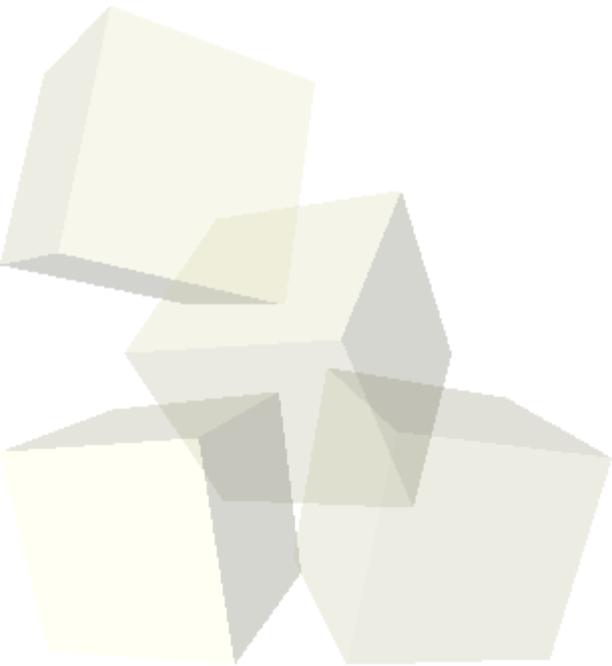
- Recomendaciones y normas sobre el trazado de pistas
 - La **distancia mínima entre pistas y los bordes** de la placa será de dos décimas de pulgada, aproximadamente unos **5 mm**.
 - **No** se pasarán **pistas entre** dos terminales de **componentes activos** (transistores, tiristores, etc.). Si se puede hacer entre terminales de componentes pasivos
 - Se debe prever la sujeción de la placa a un chasis o caja; para ello se dispondrá un taladro de 3 mm en cada esquina de la placa.
 - Cuando dos o mas pistas discurren paralelas debería mantenerse la distancia de separación





Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones y normas sobre el trazado de pistas
 - ♦ <https://resources.altium.com/es/p/pcb-layout-guidelines>
 - ♦ <https://resources.altium.com/es/p/pcb-routing>





Normas y recomendaciones en el layout

- Recomendaciones y normas sobre el trazado de pistas
 - La **distancia mínima entre pistas y los bordes** de la placa será de dos décimas de pulgada, aproximadamente unos **5 mm**.
 - **No** se pasarán **pistas entre** dos terminales de **componentes activos** (transistores, tiristores, etc.). Si se puede hacer entre terminales de componentes pasivos
 - Se debe prever la sujeción de la placa a un chasis o caja; para ello se dispondrá un taladro de 3 mm en cada esquina de la placa.
 - Cuando dos o mas pistas discurren paralelas debería mantenerse la distancia de separación

