



Práctica 6: Diseño de tarjetas impresas

Esta práctica muestra las consideraciones necesarias para realizar un diseño de tarjetas impresas (PCB) mediante el programa de diseño de tarjetas KiCad.

1. Objetivo

Introducir al estudiante en el manejo del software de diseño de tarjetas impresas KiCad, a través del diseño del circuito impreso de un oscilador 555.

2. Tarjetas de circuitos impresos

Una tarjeta de circuito impreso, en inglés Printed Circuit Board (PCB), es una placa delgada que cuenta con una o más capas de pistas (conductores en un mismo plano) que permiten la interconexión de diferentes componentes electrónicos de un circuito soldado sobre ella. Sus orígenes datan de los años 40's (siglo XX) con el objetivo de dar robustez a los circuitos eléctricos para su uso en aplicaciones militares. En una PCB se identifica el layout (trazado) que es la disposición de sus pistas. Las pistas finalizan siempre en círculos, los cuales son denominados "Pads", a través de los cuales pasan los terminales de los componentes. Generalmente sobre la misma tarjeta es dibujada también la disposición de los componentes del circuito (ver figura 1).

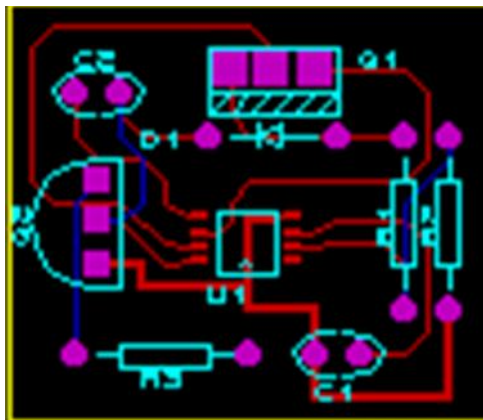


Figura 1: Ejemplo de una PCB.

El layout de una PCB suele realizarse por medio de herramientas computacionales (CAD). Existen en el mercado una gran cantidad de paquetes que permiten realizar este diseño. Como ventajas de las PCB, con respecto a los montajes hechos en protoboard, se pueden citar:



- Menor sensibilidad al ruido ya que no usan cables.
- Mayor compatibilidad electromagnética para lo cual se suelen emplear pistas de alimentación suficientemente gruesas y planos de tierra importantes, con mayor capacidad para conducir corrientes y blindar los componentes del ruido generado por otros componentes. Así mismo, se recomienda poner condensadores entre los pines de alimentación y tierra lo más cercanos posibles a los dispositivos integrados. Lo anterior con el fin de compensar los ruidos generados cuando los chips requieren mayores corrientes de alimentación en alta frecuencia.
- Continuidad de la impedancia de las pistas evitando rebotes no deseados de la señal, lo cual se da en el caso de las uniones entre cables y pistas en la protoboard.
- Robustez mecánica.
- Facilidad para producción en serie de cantidades grandes de un diseño.

Como desventajas frente al protoboard se tiene básicamente dos:

- Las PCB son diseñadas para circuitos particulares, por lo cual los cambios en etapas finales generan dificultad y se aumentan los costos.
- Para circuitos de prueba la protoboard ofrece la posibilidad de montajes en tiempos muy reducidos.

Entre los tipos de tarjetas impresas se encuentra:

- De acuerdo con el tipo de montaje:
 - Tarjetas impresas para circuitos de inserción (through-hole devices o THD).
 - Tarjetas impresas para circuitos de montaje superficial (surface mount technology o SMT).
- De acuerdo con el número de capas:
 - Tarjetas monocapas.
 - Tarjetas a doble cara.
 - Tarjetas multicapas (dos capas externas y múltiples capas internas).

2.1. Diseño de una PCB (Software)

Para el diseño de una tarjeta de circuito impreso, por medio del software que haya escogido, se tienen una serie de recomendaciones que buscan minimizar el ruido y el espacio para los circuitos y dispositivos que en ella se fijarán. Es muy importante tenerlas en cuenta para obtener diseños eficientes y robustos. Entre las más significativas se tiene:

- Lo primero que se debe disponer en la tarjeta, ya sea que se tenga un tamaño de área definida o no, son los conectores y led's que deben ir en un lugar específico de la tarjeta. De esta forma la ubicación de los componentes en la placa serán acordes con los espacios disponibles en la carcasa (caja) del circuito.
- En segundo lugar se ubican los circuitos integrados. Para ello se debe tener en cuenta que siempre se busca minimizar los espacios entre un circuito integrado y otro; y que se



debe señalar con un pad cuadrado el primer terminal del chip, lo cual permitirá una adecuada inserción del circuito al momento de la implementación física.

- Luego se adicionan al diseño los demás dispositivos, tales como resistencias, condensadores, diodos, entre otros. Es conveniente agregar puntos de prueba en aquellos nodos importantes del circuito. Generalmente estos nodos son la salida de una etapa importante del circuito total, donde se podrá luego a través de un cable o una terminal realizar mediciones para verificar el correcto funcionamiento del circuito por medio del multímetro o del osciloscopio. Estos puntos son denominados nodos de prueba o test point.
- El siguiente paso es agregar las alimentaciones de las componentes y el plano de tierra. Este último reviste especial importancia ya que se recomienda que ocupe todos aquellos espacios de la placa que no hayan sido utilizados. Esto con el fin de reducir los ruidos y mejorar la compatibilidad electromagnética.
- Finalmente se trazan las pistas a través de las cuales van las señales entre los componentes. Estas pistas no debe ser muy angostas ya que se corre el riesgo de eliminarlas con el proceso de “quemado” de la tarjeta cuando es introducida en el ácido (percloruro férrico), de levantarlas durante el proceso de soldadura o de ser dañadas ante elevadas corrientes de operación del circuito. Así mismo, las pistas no deben hacer giros con ángulos rectos, ya que para altas frecuencias estos sectores hacen las veces de antenas y son susceptibles de actuar como líneas de transmisión debido al cambio puntual de impedancias. Por otro lado, en el caso de darse un cruce inevitable entre dos pistas, se deberá hacer uso de un puente, ubicado en la cara de los componentes (estas conexiones son conocidas como “vías”).

Por último, es necesario tener cuidado con pistas largas que son ubicadas de forma paralela; estas tienen un efecto capacitivo que puede hacer que el circuito funcione inadecuadamente (fundamentalmente en aplicaciones de alta frecuencia), o en el caso de una sola pista larga, esta haría las veces de antena, siendo muy susceptible a los ruidos presentes en el ambiente. Para casos inevitables, es necesario tomar medidas adicionales como blindajes del circuito completo por medio de una jaula de Faraday.

2.2. Implementación física de una PCB

La implementación física de una tarjeta de circuito impreso consta básicamente de tres pasos:

1. Dibujo del layout sobre la tarjeta de cobre, lo cual se logra a través de la impresión del layout sobre mallas de screen, hojas termosensibles o acetatos; posteriormente a través de procesos fotosensibles (screen), termosensibles (hoja termosensible, acetato), procesos manuales (calcado con lapiz anti-ácido) o en procesos automatizados en empresas dedicadas a labores de diseño de PCB's, se transfiere dicho layout sobre la cara de cobre de la PCB.



2. Quemado de la placa, lo cual consiste en sumergir la tarjeta en ácido (percloruro férrico) para así corroer aquella parte de la tarjeta de cobre que NO esté protegida por el dibujo. De esta manera el cobre desprotegido se desprende y quedan solo las pistas y los pad's diseñados anteriormente. Este proceso puede tardar algunos minutos y dependerá principalmente del grado de concentración del ácido, de la temperatura del agua en la que ha sido disuelto el ácido y del tamaño de la tarjeta. Se recomienda estar moviendo el recipiente donde se encuentran la tarjeta y el ácido para acelerar el proceso (oxigenar la reacción). Así mismo, que el recipiente sea de plástico o de algún material no susceptible al percloruro férrico y de no entrar en contacto directo con el ácido (daños en ropa, contaminación permanente de elementos y posibles quemaduras de piel en personas susceptibles). Una vez se obtiene el desprendimiento de la parte del cobre que no emplea el layout, se debe lavar muy bien la tarjeta y con una lija muy suave o esponja desprender la pintura que se encuentra aún sobre las pistas. En caso de haber efectuado el ejercicio anterior con esponjilla, se deberá nuevamente limpiar muy bien la tarjeta verificando que no queden hilos minúsculos (invisibles) que hagan las veces de puentes entre las pistas.
3. Perforación de los pads empleando un motor-tool y una broca adecuada al tamaño del pad (1/16 o 1/32 de pulgada, generalmente son las usadas). Si el proceso se realiza a mano se recomienda emplear pistas y pads un poco más grandes respecto a los típicos implementados por el software, para facilitar el proceso de soldadura y evitar posibles averías por dificultades mecánicas y de disposición de los elementos.
4. Soldadura y fijación de los componentes, en esta etapa usualmente se inicia con los componentes que tienen menor altura como lo son resistencias, elementos de montaje superficial, transistores de pequeño tamaño, y luego en orden ascendente los de mayor tamaño.

Por último se recomienda agregar una capa de resina que proteja las pistas y los pad's de la corrosión. Esta dará una mayor vida útil a la tarjeta pero NO se debe aplicar si se está trabajando con un prototipo y aún no se realizan las pruebas finales.

Para mayor información y tener una visión clara acerca de este proceso se puede consultar: <https://www.youtube.com/watch?v=vylFn5Wy4fE>, video tutorial Universidad Pedagógica Nacional.

3. Software de diseño de tarjetas impresas: KiCad

El programa KiCad es un software libre empleado en el diseño de circuitos impresos, en el cual es posible diseñar esquemáticos, seleccionar “footprints” para los componentes, diseñar circuitos impresos (PCB) y visualizar los archivos Gerber.

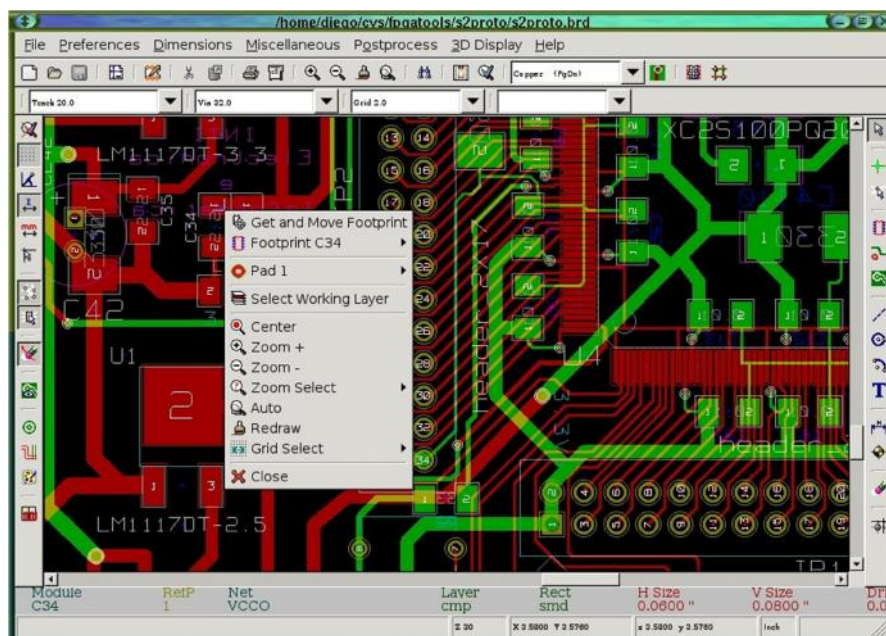


Figura 2: Diseño de un circuito impreso.

Tomado de: https://es.wikipedia.org/wiki/KiCad#/media/File:Kicad_Pcbnew_screenshot.jpg

En el siguiente enlace se presente un tutorial donde se explica el diseño de placas de circuito impreso en KiCad: <https://www.youtube.com/watch?v=13ZixE7oVdg>

4. Práctica No. 6

4.1.

Equipos y elementos necesarios para la práctica:

Computador.

4.2.

Procedimiento:

4.2.1.

Diseño del circuito impreso del oscilador 555

- 4.2.1.1.1. Realizar el esquemático del circuito oscilador 555, mostrado en la Figura 3.
3. Emplear los componentes de KiCad que están por defecto.

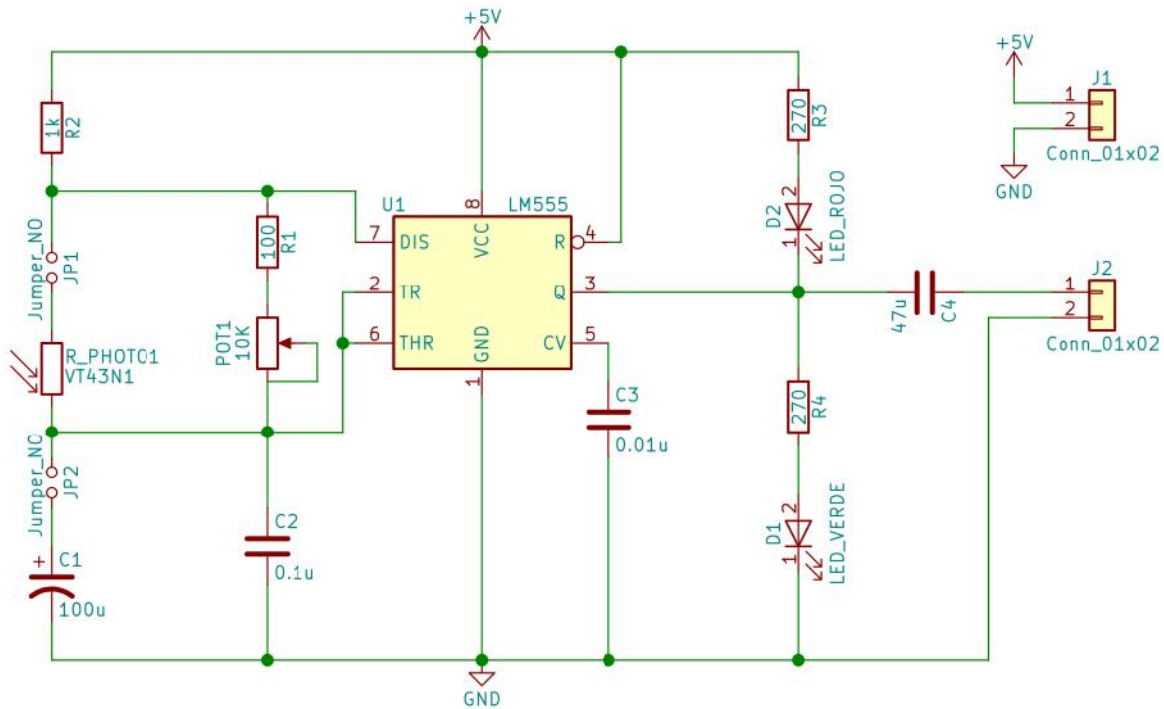


Figura 3. Esquemático en KiCad del circuito oscilador 555.

- 4.2.1.1.2. Realizar el diseño del circuito impreso del oscilador 555.
- 4.2.1.1.3. Adjuntar en formato PDF el esquemático con el formato diligenciado, adjuntando el nombre de los integrantes del grupo, la fecha y el nombre del esquemático.
- 4.2.1.1.4. Adjuntar los archivos en formato pdf de las capas de dimensiones, nombres, top, bottom, vías y pads y los gerber incluyendo el archivo Drill.

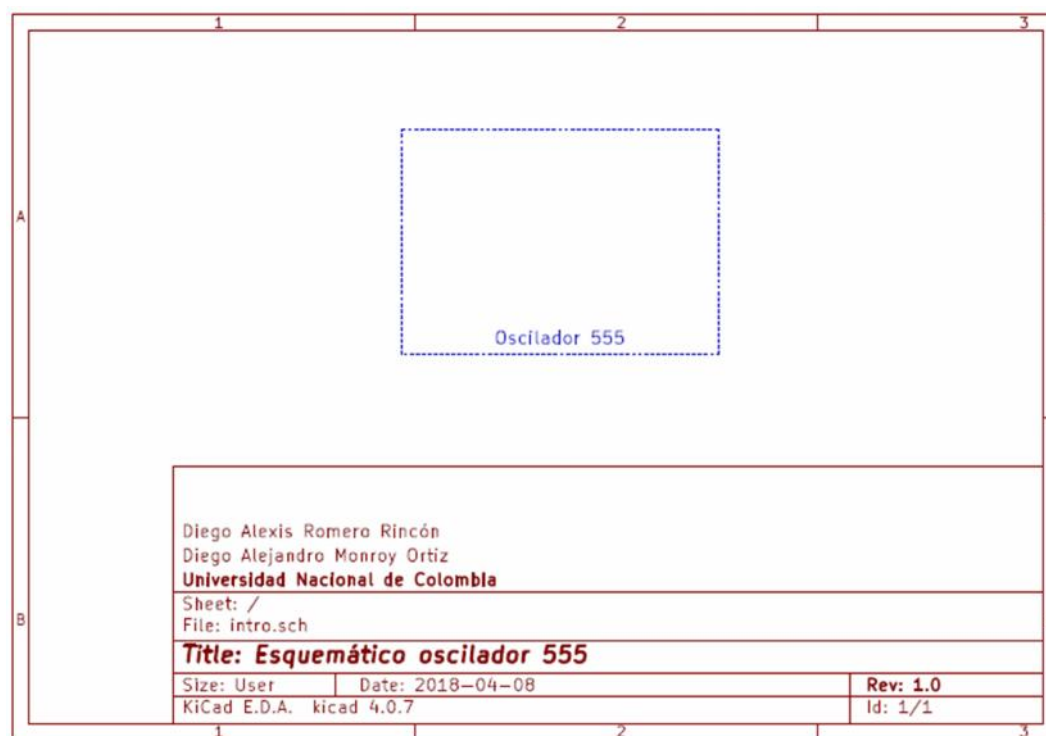


Figura 4. Formato del esquemático del circuito oscilador 555.

- 4.2.1.1.5. Así mismo, adjuntar en el PDF el layout del circuito impreso agregando una marca en cobre con las iniciales de los nombres de los integrantes del grupo.