

Curso de diseño de circuitos impresos

Introducción y
presentación de
contenidos

Preparado por:

- Diego Brengi
- Ignacio Zaradnik

La problemática de los diseños de PCBs complejos

USTED
ESTA
AQUÍ



Tareas y tiempos

Diseño de stack-up

Software EDA

Trabajo en equipo

Mecanismos para verificación

Limitaciones del fabricante y el armador

Simulaciones

El jefe

Documentación de proyecto

Normas y estándares

Revisiones

Control de versiones

Ensayos

El cliente

Puesta en marcha

Circuito esquemático

crosstalk

Impedancia controlada

Proceso de fabricación

Selección de componentes

Encapsulados

Selección de proveedores

Gabinete

Recomendaciones de cada chip

Fabricante del PCB

Diseño mecánico

Proceso de ensamblaje

Presupuestos y costo

Ruteo para alta frecuencia

Ubicación de conectores y componentes

Producción en serie

Modelo 3D

Ruteo digital

Ruteo analógico

Ruteo

Dispersiones y errores

Ruteo de bajo ruido

Disipación

Funcionamiento del circuito

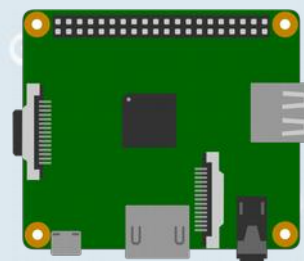
Firmware asociado

Alimentación

Prototipos

Técnicas de ruteo

META



La problemática de los diseños de PCBs complejos

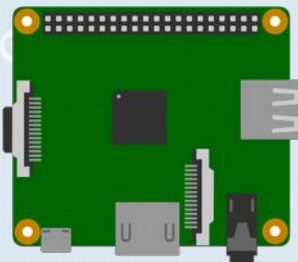
Los factores que intervienen son muy numerosos, razón por la cual para lograr el éxito es necesario:

- Planificar las tareas.
- Ser organizado, metódico y prolijo.
- Comprender las relaciones entre todos los factores que intervienen.
- Utilizar las herramientas adecuadas para cada tarea.

USTED
ESTA
AQUÍ



META



El curso “intenta” brindar una visión organizada

Factores que pueden intervenir en todo el proceso de diseño

Documentación de proyecto

Ensayos

Trabajo en equipo

Selección de proveedores

Tareas y tiempos

El jefe

El cliente

Control de versiones

Producción en serie

Dispersiones y errores

Normas y estándares

Limitaciones del fabricante y el armador

Recomendaciones de cada chip

Mecanismos para verificación

Firmware asociado

Factores más ligados al software de diseño de PCB

Circuito esquemático

Encapsulados

Ruteo del PCB

Selección de componentes

Diseño mecánico

Técnicas de ruteo

Presupuestos y costo

Simulaciones

Ubicación de
conectores y
componentes

Diseño de stack-up

Funcionamiento del circuito

Ruteo para alta frecuencia

Ruteo digital

crosstalk

Software de diseño (cont.)

Simulaciones

Proceso de fabricación

Prototipos

Revisiones

Fabricante
del PCB

Proceso de
ensamblaje

Puesta en
marcha

Gabinete

Ruteo de bajo ruido

Ruteo analógico

Disipación

Alimentación

Modelo 3D

Impedancia controlada

Alcance del curso

Aprender y dominar algunos de los conceptos y factores mencionados lleva años de experiencia, muchas horas de lectura en cada temática y otras tantas de práctica realizando diseños.

El curso debe ajustarse a una carga horaria total de 24 hs.

Por este motivo se dará prioridad a la práctica con el software de diseño de PCBs, a la metodología general y a los temas de base que incentiven a la investigación por cuenta propia.



Al finalizar el curso se tendrá conocimiento de los métodos, pautas y procedimientos a considerar cuando se realiza un diseño de mediana y alta complejidad. Además se reforzarán los conceptos llevándolos a la práctica utilizando KiCad y realizando los ejercicios propuestos.

El contenido listado a continuación es orientativo, pudiéndose quitar o agregar temas dependiendo de la evolución del curso.

Organización conceptual del curso

El curso esta organizado en cuatro módulos principales:

- 1)Glosario:** Se da una base de conocimientos y términos, mencionando los elementos, componentes y partes que intervienen en el proceso de diseño. Se presentan de manera simple conceptos que después serán necesarios para entender los procedimientos.
- 2)Procedimientos:** Se explican los pasos que debe seguir el diseñador en cada etapa. Aquí se agrupan técnicas, consejos, modalidades, y todos los pasos y consideraciones que deben realizarse para finalizar exitosamente un diseño.
- 3)Software EDA:** Capacitación en el uso del software EDA que se utilizará en el curso (KiCad).
- 4)Ejercicios:** Los ejercicios buscan consolidar los conocimientos aprendidos en los demás módulos.



Organización conceptual del curso

EJERCICIOS

Prácticas y ejercicios utilizando KiCad y aplicando los procedimientos vistos

KICAD

Capacitación en la utilización del software KiCad para el diseño de circuitos impresos

PROCEDIMIENTOS

Procesos, técnicas, instructivos, consejos y recomendaciones asociadas al diseño de circuitos impresos

GLOSARIO

Explicación y descripción de los términos, los elementos y las partes que intervienen en el diseño de un circuito impreso

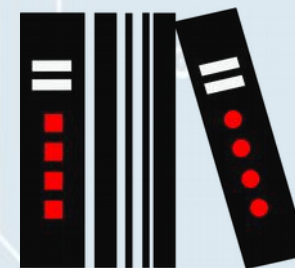
GLOSARIO

Explicación y descripción de los términos, los elementos y las partes que intervienen en el diseño de un circuito impreso

Documentación – Sistema de revisión
Documentación – Estructura de directorios
Documentación – Administrativos
Documentación – Requerimientos
Documentación – Hojas de datos y notas de aplicación
Documentación – Esquemático y PCB
Documentación – Notas de ingeniería
Documentación – Proveedores, cotizaciones y presupuestos
Documentación – Especificaciones del fabricante
Documentación – Revisiones del diseño
Documentación – Brochure
Documentación – Autores y licencia
Software EDA
Software de diseño de PCB
Esquemático
Esquemático – Única hoja
Esquemático – Múltiples hojas
Esquemático – Rótulo
Símbolo de esquemático
Símbolo – Multiparte regular
Símbolo – Multiparte irregular
Símbolo – Pin de conexión
Símbolo – Campos asociados
Símbolo – Muchos pines.
Símbolo – Bibliotecas de símbolos
Símbolo – Referencias de tensión

Esquemático – Líneas de interconexión
Esquemático – Uniones
Esquemático – etiquetas globales
Esquemático – Etiquetas jerárquicas
Esquemático – Buses
Esquemático – Líneas, gráficos y notas adicionales
Esquemático – ERC
Esquemático – Netlist
Esquemático – Listado de materiales
PCB
PCB – Rótulo y notas
PCB – Grilla y unidades
PCB – Bordes
PCB – Agujeros de sujeción
PCB – Fiduciales
PCB – Vías
PCB – Vías – Pasante o PTH
PCB – Vías – otros tipos
PCB – Vías – terminaciones (*tented via*)
PCB – pistas
PCB – pistas de alimentación
PCB – pistas diferenciales
PCB – pistas de impedancia controlada
PCB – pistas de alta velocidad
PCB – Crosstalk
PCB – Capas
PCB – Capas – Mecánica
PCB – Capas – Cobre
PCB – Capas – Serigrafía
PCB – Capas – Máscara antisoldante
PCB – Capas – Información de taladrado
PCB – Capas – Pasta de estaño
PCB – Capas – Adicionales.
PCB – Stackup
PCB – Stackup – Láminas de cobre, sustratos y núcleos
PCB – Stackup – Preimpregnado
PCB – Stackup – Espesores
PCB – Stackup – Impedancias

PCB – Huellas
PCB – Huellas – Pads
PCB – Huellas – Tipos de encapsulados
PCB – Huellas – Capas y propiedades
PCB – Planos de alimentación
PCB – Rellenos de cobre
PCB – Rellenos de cobre – alivio térmico
PCB – Áreas de exclusión
PCB – Ratsnest
PCB – Posicionamiento
PCB – Ruteo
PCB – Ruteo – Ic Fanout
PCB – Red de alimentación (PDN)
PCB – Puntos de prueba
PCB – Verificador de capas
PCB – DRC
PCB – DRC – Clearance
PCB – Cupón
PCB – Archivos Gerber
Fabricación – Acabados superficiales HASL, ENIG y OSP.
Fabricación – Panelizado
Fabricación – corte vscoring y milling
Armado – Montaje (*Pick&place*)
Armado – Soldadura (Horno/Ola)



PROCEDIMIENTOS

Procesos, técnicas,
instructivos, consejos y
recomendaciones asociadas al
diseño de circuitos impresos

METODOLOGÍA DE TRABAJO

- Ciclo general de diseño.
- Uso de git.
- Creación de la estructura de directorios.
- Proceso de documentación continua.
- Técnicas de trabajo en grupo.

DISEÑO DEL ESQUEMÁTICO

- Recomendaciones para un buen esquemático.
- Uso de los campos adicionales de los símbolos.
- Identificación de nodos y líneas especiales.
- Verificación ERC.
- Revisiones de terceros.



PLANIFICACION DEL PCB

- Creación de huellas.
- Elección del stackup.
- Reglas de diseño del fabricante.
- Selección del método de ensamblaje y soldadura.
- Cálculos de pistas de alimentación.
- Cálculo de impedancia (impedancia controlada).
- Cálculo de par diferencial.
- Reglas de diseño y DRC.
- Planificación del panelizado.

RUTEO DEL PCB

- Asociación de símbolos y huellas.
- Sectorización del PCB, planificación y técnicas para la ubicación de componentes.
- Distribución de la alimentación y planos de alimentación.
- Técnicas de ruteo.
- Fanout de encapsulados de muchas conexiones.
- Ruteo de líneas diferenciales.
- Mitigación de crosstalk.
- Técnicas para circuitos de alta velocidad.
- Utilización de estructuras para la verificación.
- Revisiones de terceros.

FABRICACIÓN Y ARMADO

- Modelado 3D.
- Diseño del cupón de pruebas.
- Generación de archivos gerber e instrucciones para el fabricante.
- Generación de información para el armador.

KICAD

Capacitación en la utilización del software KiCad para el diseño de circuitos impresos

TOUR KICAD

- Presentación de KiCad.
- Características (ventajas y desventajas).
- Vista de las partes principales.
- Flujo de archivos.
- Flujo de trabajo en KiCad mientras se realiza un circuito mínimo.
- Administrador de proyectos.
- Editor de esquemáticos.
- Archivo netlist y asociación de huellas.
- Editor de PCB.
- La Graphic Abstarction Layer de KiCad (GAL).
- Modificaciones posteriores al esquemático.
- Generación de archivos Gerber.
- Visualización de archivos Gerber.
- Reportes de taladrado.
- Vista 3D.

ESCUELA KICAD

- Git y kicad.
- Estructura de directorios de un proyecto.
- Editor de esquemáticos, hojas jerárquicas y etiquetas de jerarquía.
- Editor de símbolos, pautas y creación de un símbolo.
- Creación de un símbolo multiparte no intercambiable.
- El chequeo de reglas eléctricas en el esquemático y power flags.
- Etiquetas locales y buses.
- Campos adicionales de información de los componentes.
- Documentación: Rótulo.
- Generación de listado de materiales.
- Opciones de footprints soportados.
- Asociación de footprints. Problemática.
- Operaciones con bloques en el esquemático.
- Editor de footprints.
- Pautas para la creación de footprints.
- Creación de un componente nuevo.
- Editor de PCB.
- Utilización de modos de visualización.
- Cambios posteriores de footprints.
- Operaciones con bloques en el editor de PCB.
- Ruteo en cuatro capas.
- Áreas de cobre y zonas de exclusión.
- Verificaciones del DRC.
- Modelos 3D. Como obtenerlos y como aplicarlos prolijamente.

KICAD EXPERTO

- Técnicas de trabajo grupal en un mismo diseño con KiCad.
- Técnicas para símbolos complejos de muchas conexiones.
- Cálculo de costo de materiales.
- Opciones avanzadas del editor de footprint.
- Uso de la calculadora de KiCad para impedancia controlada.
- Opciones de ruteo interactivo.
- Ruteo de par diferencial, ecualización de longitud y ecualización de fase.



Los módulos de KiCad están basados en el material publicado de Diego Brengi, Noelia Scotti y Diego Alamon en relación al proyecto CIAA.

EJERCICIOS

Prácticas y ejercicios utilizando KiCad y aplicando los procedimientos vistos

Práctica 1

Circuito básico en KiCad, recorriendo su flujo de trabajo.

Práctica 2

Circuito simple multicapa en KiCad, utilizando gran parte de sus herramientas y opciones.

Práctica 3

Práctica a definir, trabajando en técnicas de ruteo de multicapa y stackup.

Práctica 4

Participación parcial en un proyecto colaborativo de largo plazo, aplicando algunos de los conceptos avanzados del curso.



PARA SACAR MÁXIMO PROVECHO AL CURSO, SE RECOMIENDA TRAER NOTEBOOK Y KICAD INSTALADO PARA EL PRIMER DÍA.



Las versiones para Windows y Linux se pueden bajar del siguiente enlace:

<http://kicad-pcb.org/download/>

**VERSION RECOMENDADA
PARA LA ACTIVIDAD:
4.0.2 (28 Feb 2016)**

Organización de las clases

CLASE 1

PROCEDIMIENTOS

GLOSARIO

KICAD

CLASE 2

GLOSARIO

KICAD

CLASE 3

GLOSARIO

KICAD

CLASE 4

GLOSARIO

KICAD

PRÁCTICA 1 y 2

PRÁCTICA 3

CLASE 5

PROCEDIMIENTOS

KICAD

CLASE 6

PROCEDIMIENTOS

KICAD

CLASE 7

PROCEDIMIENTOS

PRÁCTICA 4

CLASE 8

PROCEDIMIENTOS

EVALUACIÓN DE
EJERCICIOS

PRÁCTICA 3 y 4

Contacto e imágenes utilizadas

Autor de esta presentación y contacto:
Diego Brengi - djavier@ieee.org



“Curso de diseño de circuitos impresos”
Preparado para la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos del LSE-FIUBA (CESE)

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

Carátula principal:
Foto titulada “Rigol DS1054Z Oscilloscope Teardown PCB” de Dave Jones bajo licencia CC-BY 2.0 disponible en <https://www.flickr.com/photos/eevblog/15354008908/in/dateposted/>

Fondo de la presentación:
Foto titulada “Electronic Circuit Board” de Creativity103 bajo licencia CC-BY 2.0 disponible en: https://www.flickr.com/photos/creative_stock/5227842611/

Los demás logos corresponden a proyectos de Software Libre u Open Source.

Versión
23/05/16