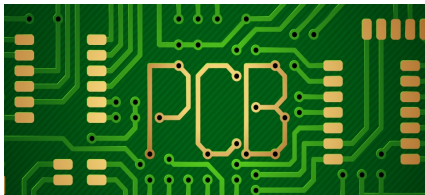


# Flujo de diseño de circuitos impresos

Diseño de Hardware para dispositivos IoT



**Marco Teran**

2021 - Bogotá

# Contenido

## 1 Planeación

## 2 Pasos para diseñar una PCB

## 3 Diseño de PCB manufacturables

# Planeación

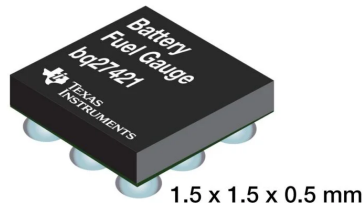
## Brainstorming: lluvia de ideas

- Objetivo: generar tantas ideas como sea posible!
- Utilice las "necesidades" como guía aproximada
- No (todavía) estar limitado por restricciones o requisitos formales
- Idealmente, una lluvia de ideas en un grupo para que surja la diversidad de perspectivas



## Ejemplo de lluvia de ideas: medición de energía en redes de sensores

- Necesidad: medir la energía consumida por una mota
- Lluvia de ideas
- Conceptos de diseño resultantes:
  - Batería de un solo chip "fuel gauge"
  - Resistive Current Sensing;
    - Resistencia de detección de lado alto + procesamiento de señal |
    - Resistencia de detección de lado bajo + procesamiento de señal
  - Regulador de conmutación modulado por frecuencia de pulso

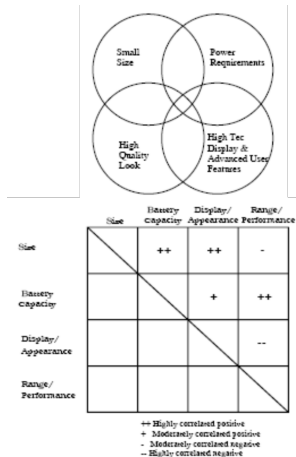


# Los requisitos y las limitaciones a satisfacer

## ■ Clasificación de los requisitos:

- Funcionalidad
- Performance
- Usabilidad
- Fiabilidad
- Capacidad de mantenimiento
- Costos

## ■ Los requisitos pueden estar en desacuerdo



## Los requisitos y las limitaciones a satisfacer

- **Objetivo:** identificar a los mejores candidatos para llevar adelante
- Usar requisitos y restricciones como métrica
- Obtener la participación de las partes interesadas en las decisiones
- Considerar también
  - Tiempo de salida al mercado
  - Factores económicos
    - Costes de ingeniería no recurrente (NRE)
    - Unit cost
  - Familiaridad
  - Opciones de segunda fuente
- Si ninguno de los candidatos pasa, dos opciones:
  - Volver a la lluvia de ideas
  - Ajuste los requisitos (aunque es difícil cambiar las necesidades)

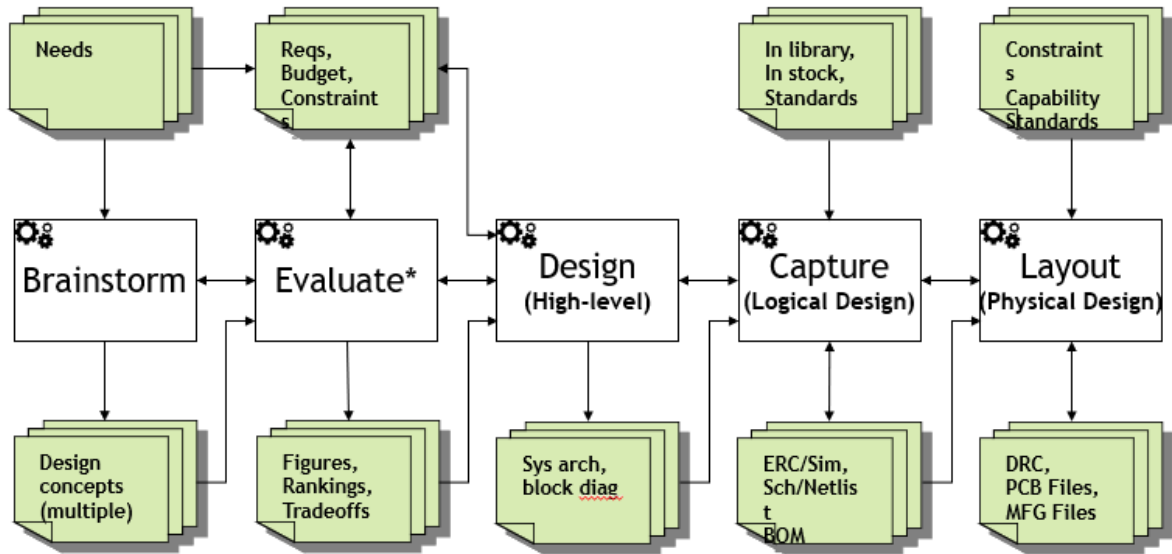
# Diseñar

- Traducir un concepto en un diagrama de bloques
- Traducir un diagrama de bloques en componentes
- De arriba hacia abajo
  - Comenzar a un alto nivel y descomposición recursiva
  - Definir claramente la funcionalidad del subsistema
  - Definir claramente las interfaces de subsistemas
- Ascendente
  - Comience con los bloques de construcción y el aumento de la integración
  - Añadir "pegamento lógico" entre los bloques del sistema
- Combinación
  - Bueno para diseños complejos con subsistemas de alto riesgo



# Diseñar

- El diseño puede ser difícil
- Se deben tomar muchas decisiones importantes
- ¿Sensado analógico o digital?
  - ¿Fuente de alimentación de 3.3V o 5.0V?
  - ¿Componentes single-chip o discretos?
- Hay que analizar muchas alternativas
  - ¿Mayor resolución o menor potencia?
  - ¿Mayor tasa de bits o mayor alcance, dada la misma potencia?
- Las decisiones pueden estar acopladas y ser de largo alcance
- Un cambio puede repercutir en todo el diseño
  - Evite estos diseños, si es posible
  - Difícil en diseños complejos y altamente optimizados



**\*evaluate through models,  
prototypes, and discussions**

Schematic Capture

Place Components

Route Traces

Generate Gerbers

Fab!

Iteration

```
graph TD; A[Schematic Capture] --> B[Place Components]; B --> C[Route Traces]; C --> D[Generate Gerbers]; D --> E[Fab!]; E --> C; C --> A; C --> B; subgraph Iteration; C --> A; C --> B; end
```

# Pasos para diseñar una PCB

# Decida qué funcionalidad necesita

- Convierta esa funcionalidad en pequeños módulos
  - Sensado de movimiento -> IMU
  - Comunicarse con el teléfono -> módulo Bluetooth
- Investigue los componentes de cada módulo
  - Lea siempre las hojas de datos
  - Compruebe que las huellas son soldables
- Elija un procesador o embebido que pueda interactuar con sus módulos y que cumpla con otros requisitos
  - Intente no elegir algo demasiado complicado

## Realice el esquemático del sistema

- Confirme que cada pieza tiene un símbolo esquemático y una huella
  - Si no los tiene, haz los tuyos propios
- Coloque todas las piezas en el esquema y conéctelas
- Recuerda añadir muchos tapones de derivación
- Comprueba los errores para asegurarte de que todo está bien conectado

# Realice la PCB

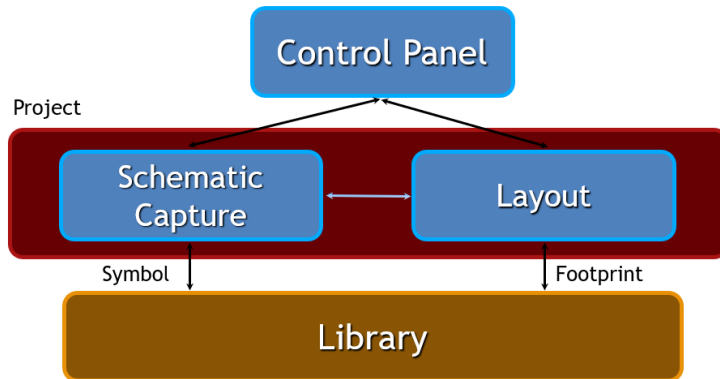
- Comprobar las normas y reglas de diseño
- Coloque las piezas en un lugar razonable (minimice las rats nest, conexiones incompletas entre huellas)
- Utilizar zonas de cobre para la alimentación y la tierra
- Rutear las rutas restantes (utilizar una anchura mayor para la corriente alta)
- Compruebe el DRC

# Cosas que necesito para empezar

- Un Plan
  - Diagrama de bloque / Bosquejo de servilleta
  - Selección de componentes
  - Conexiones y consideraciones de prueba
  - Consideraciones de potencia y rendimiento
- Un nuevo proyecto
- Acceso a las bibliotecas



# Una herramienta CAD para diseñar un tablero



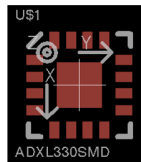
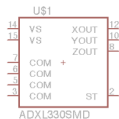
# Componente

Símbolo + Huella + Dispositivo = Componente

Symbol  
*Sym*

Device  
*Dev*

Footprint  
*Pac*



## La captura esquemática

La captura esquemática convierte un diagrama de bloques en un diseño detallado

- Selección de piezas

- ¿En la librería?

- **Sí:** genial, ¡úsalo! (¡PERO VERIFICA PRIMERO!)

- **No:** debe crear un símbolo esquemático.

- ¿En stock?

- **Sí:** genial, puede usarlo!

- **No:** elige un parque diferente (VERIFICAR TIEMPO DE ESPERA)

- ¿Bajo presupuesto?

- ¿Voltaje correcto? Cuidado: 1.8V, 3.3V, 5.0V

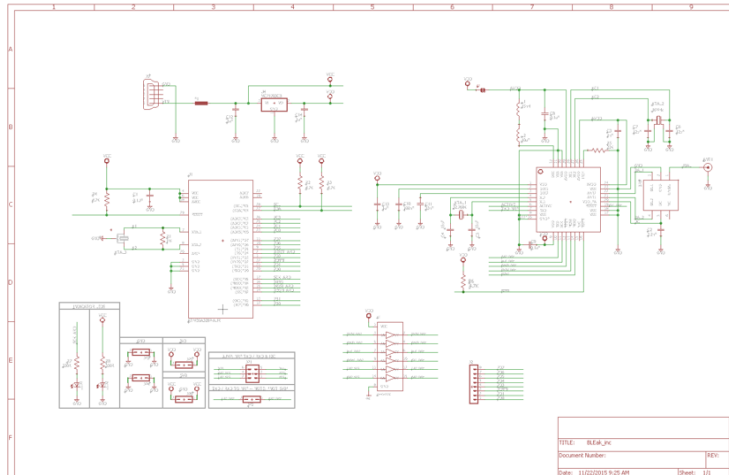
- Plan de trabajo aproximado

- Colocar las partes

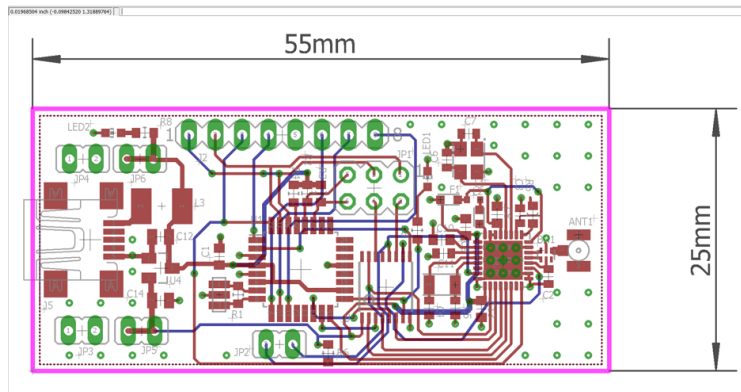
- Conectar las partes

- Establecer pautas de diseño (p. ej., trazas de 50 ohmios, etc.)

# El flujo de trabajo del diseño de circuitos: Captura de esquemáticos



# El flujo de trabajo del diseño de circuitos: diseño de PCB



# Diseño de PCB manufacturables

## Enfoque: El mundo no es ideal

- El cobre NO es un súper conductor, ni es soldadura
- El cobre no puede llevar cantidades infinitas de corriente
- ¡Los pads tienen que ser soldables! Debe pensar en la línea de montaje
- Las rutas de la PCB tienen resistencia, impedancia, inductancia
- Los pines y pads tienen capacitancia, impedancia
- Las vías son inductivas, capacitivas
- El acoplamiento ocurre entre pistas, zonas de cobre, planos, etc.
- El ruido se propaga a lo largo de las rutas de señal, planos de tierra
- Cuidado con los amplificadores
- Señales y componentes digitales son ruidosos
- Un circuito analógico es susceptible al ruido
- Las antenas lo oyen todo

# Diseño de PCB

El diseño es el proceso de transformación de un esquema (**netlist**) en un conjunto de Gerber y archivos de perforación adecuados para la fabricación

## ■ Entrada: esquemático (o netlist)

## ■ Utiliza: librerías de partes

## ■ Salidas

- Gerbers photoplots (capas top, bottom, middle layers)
  - Copper
  - Soldermask
  - Silkscreen
- Archivos de taladro (NC drill files)
  - Aperturas
  - Posiciones X-Y
- Dibujos de manufactura
  - Nombre del componente y ubicación

## ■ Acciones

- Crear piezas
- Definir el esquema de la junta
- Planificación del suelo
- Definir capas
- Colocación de piezas
- Enrutamiento manual (planos de tierra/suministro, señales de RF, etc.)
- Autoenrutamiento (señales no críticas)
- Verificación de las normas



## Diseño de PCB

Las restricciones de diseño pueden afectar el tamaño de la placa, la colocación de componentes y la selección de capas

- Las restricciones son requisitos que limitan el espacio de diseño (esto puede ser muy bueno)
- Ejemplos
  - El sensor de humedad debe estar expuesto
  - El circuito debe ajustarse a una huella dada
  - El sistema debe funcionar desde una fuente de alimentación de 3V
- Algunas restricciones son difíciles de satisfacer, pero fáciles de acomodar si hay buena negociación.
- Consejo: el requerimiento de "hacerlo lo más pequeño posible" no es una restricción. Más bien, es una receta para un diseño altamente denso y complejo.

# Muchas gracias por su atención

*¿Preguntas?*



**Contacto:** Marco Teran  
**webpage:** [marcoteran.github.io](https://marcoteran.github.io)