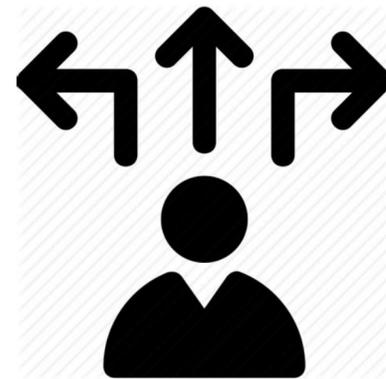




# 硬件工程师的职业方向

电路设计是一切硬件相关职业的基本技能

# 工作岗位及职业方向



系统工程师



应用工程师/现场应用工程师



硬件工程师



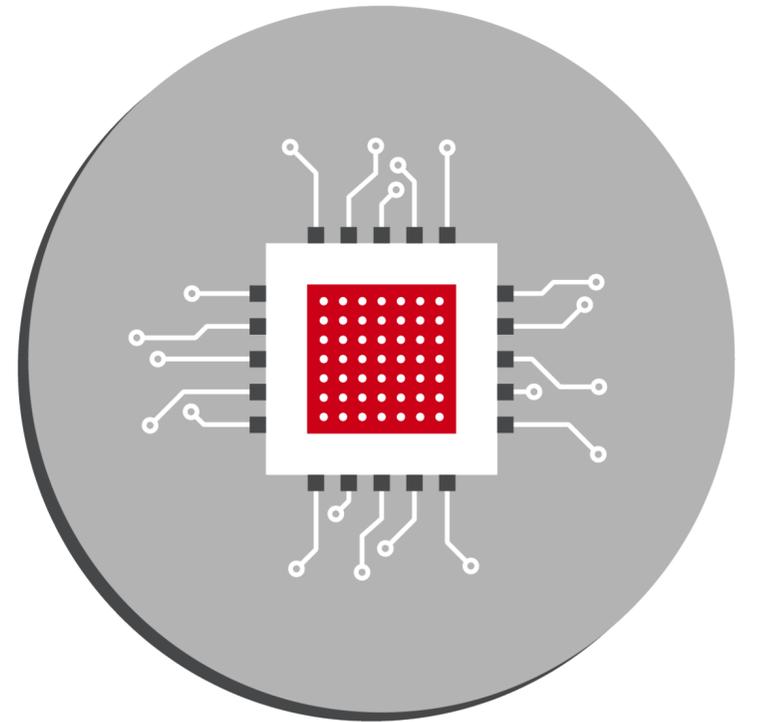
FPGA设计工程师



嵌入式系统工程师

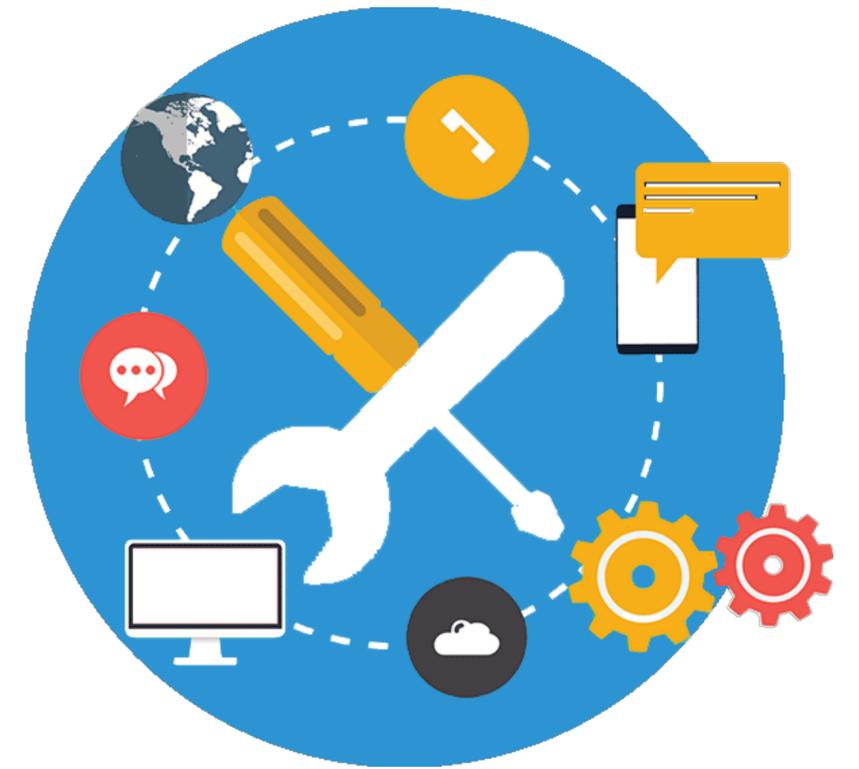
# 硬件工程师

- 重要的是“电路设计”，而不是“PCB工具的使用”
- 较好的电磁场基础、电路基础
- 对新产品、新技术的敏感，阅读英文文档的能力
- 规范化的设计流程
- “产品”设计的理念 - 可制造性、成本、上市时间
- 解决未知问题的能力



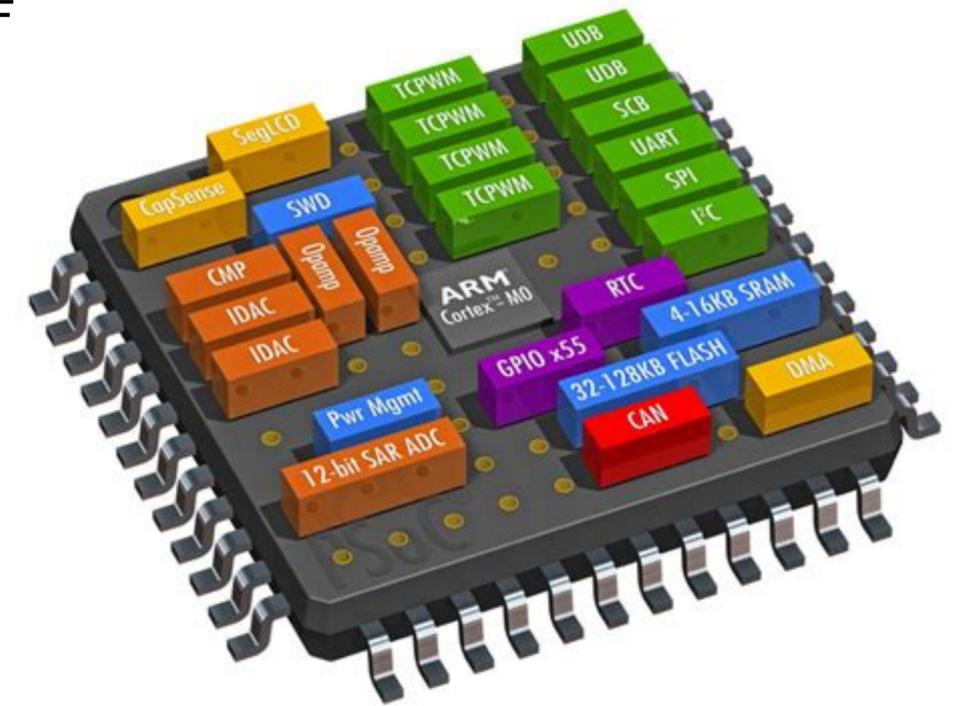
# 系统工程师

- 对硬件系统有全面的掌握 - 模拟、数字、电源、处理器、通信等
- 对软、硬件协同工作有丰富的经验
- 了解行业标准和市场的发展
- 具有“产品”设计的理念
- 方案论证、器件选型、成本控制、设计/加工流程、测试/报告



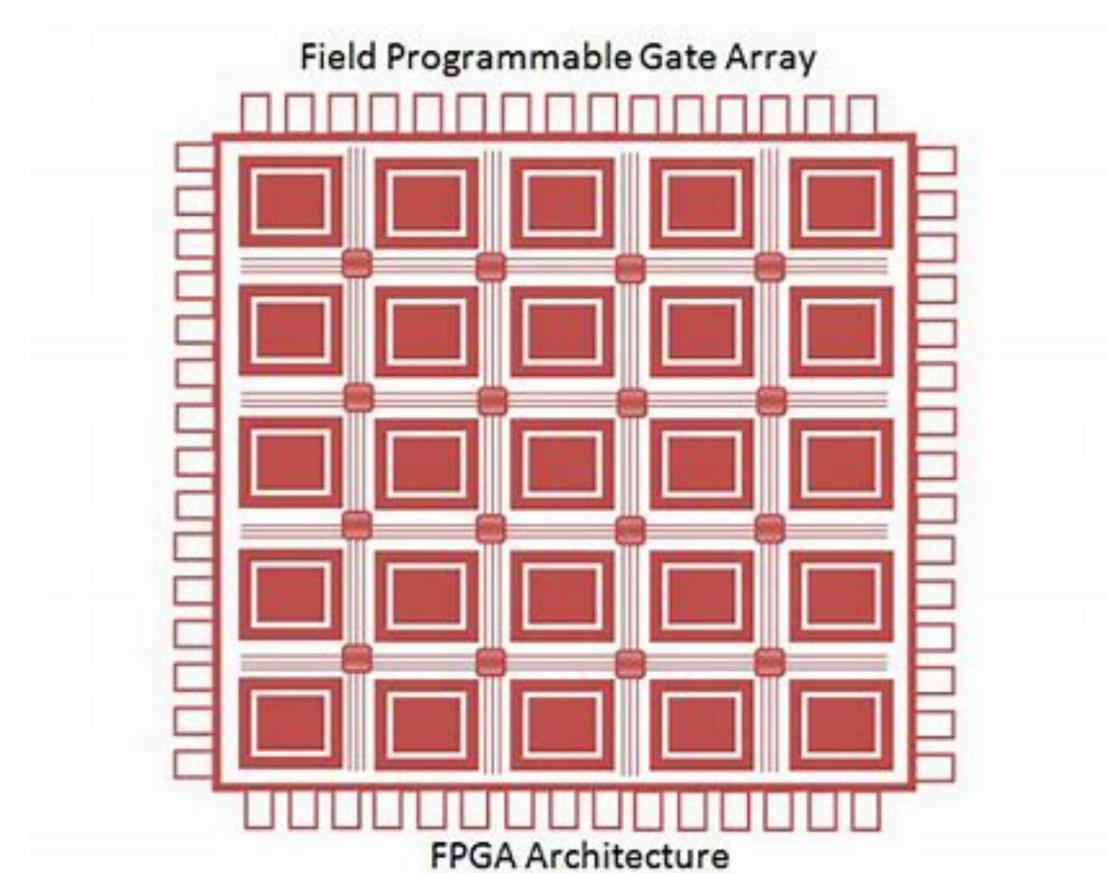
# 嵌入式系统工程师

- 深刻理解处理器架构、接口外设、存储管理、多任务等
- 嵌入式 - 硬件资源受限的情况下获得最佳的性能
- 嵌入式系统工程师 不等于 “C码农”
- 从硬件到软件到操作系统
- 对硬件底层深入了解 - 器件架构、每一个bit的功能，驱动程序
- 系统调试的能力



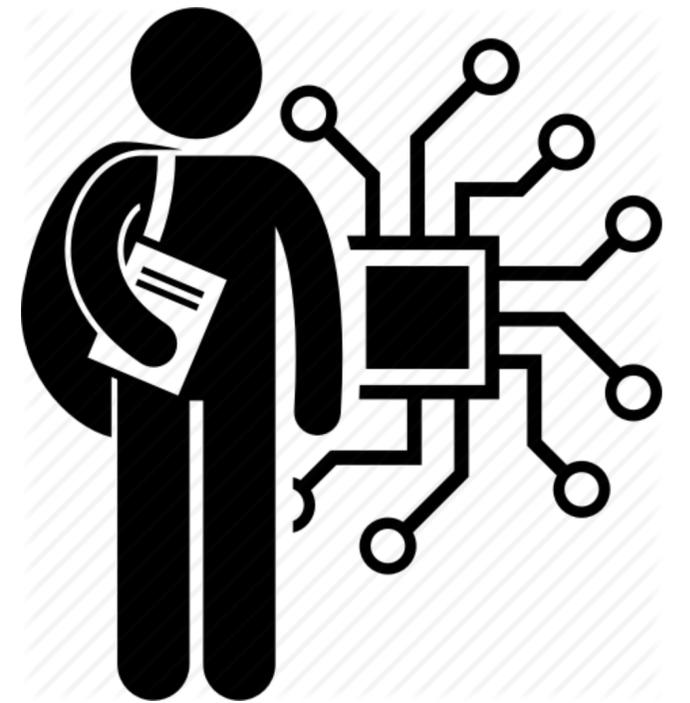
# FPGA工程师

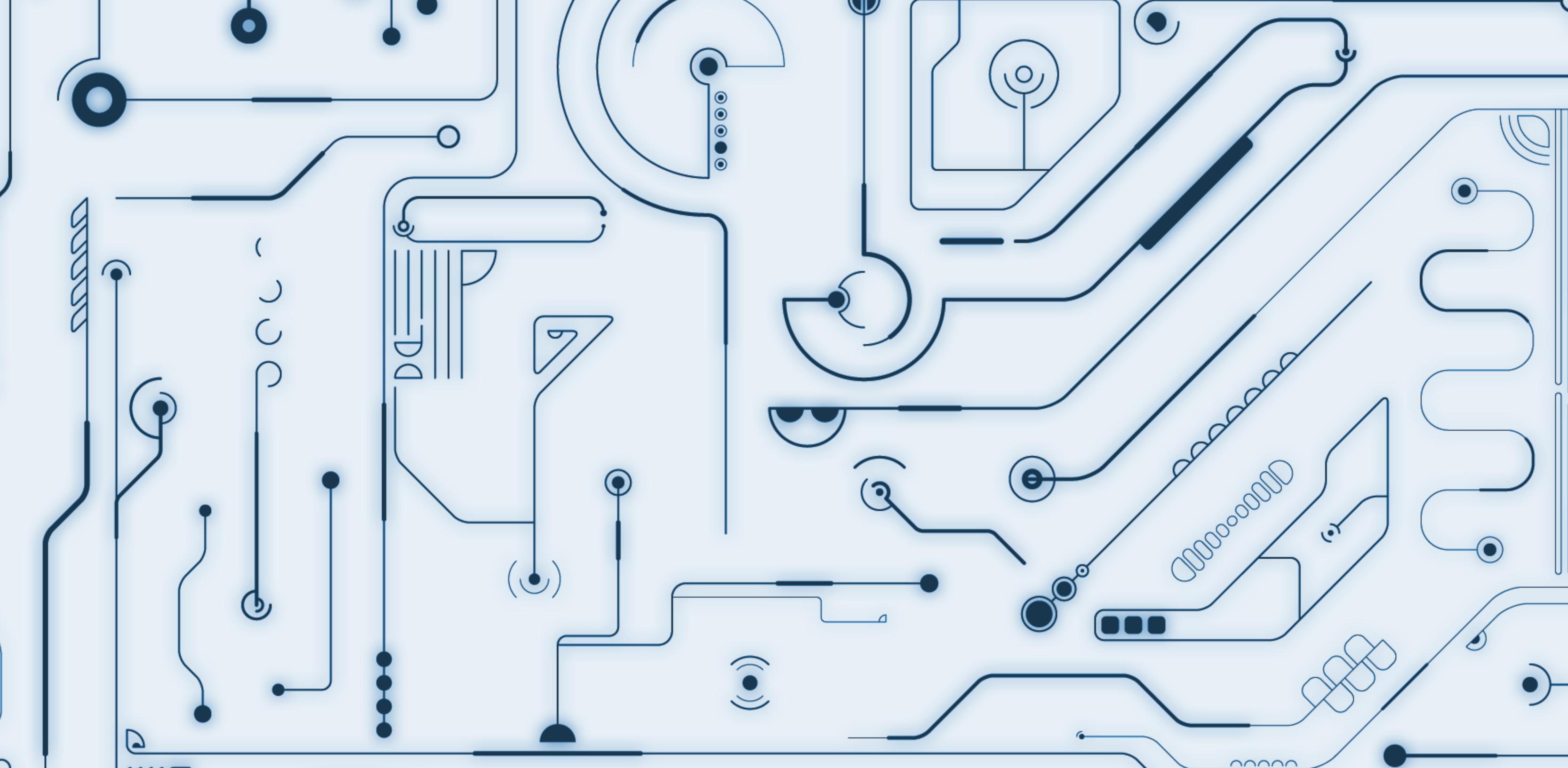
- 熟悉各个厂商、各个系列的器件的工作原理，根据实际的产品选用最佳性价比的器件
- 熟练使用硬件设计语言（HDL），善用IP
- 硬件设计的思想 - 并行、时序的概念牢记在心
- 充分利用资源 - 不做器材党
- 软件、硬件协同



# 应用工程师 - AE/FAE

- 丰富的硬件设计经验以及系统设计能力
- 沟通能力 - 内部资源调动、客户问题的沟通
- 专业英语能力 - 邮件、口语交流、技术文档阅读
- 解决未知问题的能力 - 每天都面对客户解决不了的问题
- 撰写报告 - 问题汇总、项目总结

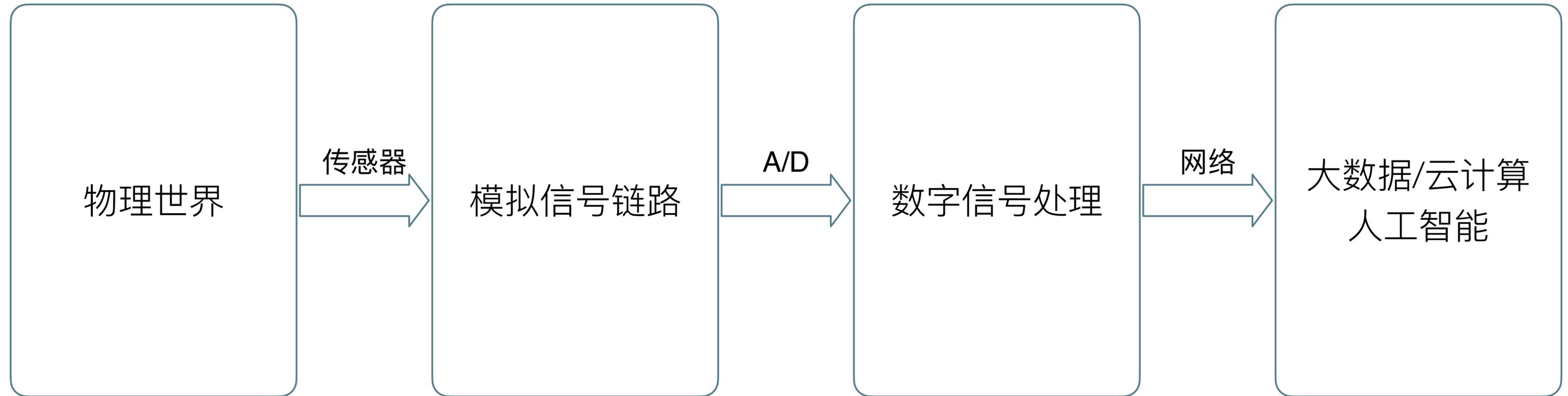




# 电子产品的系统构成及电路基础

由电流构成的回路，由电压/电流表征的信号

# 所有电子产品都是用电信号对物理世界进行表征和计算的过程



$$V=I \cdot R$$

时域

频域

数字域

# 基本的电路理论

# 主要公式

### Ohm's Law

**Power (P)**  
The total work performed by a current

**Voltage (V)**  
Electrical force or pressure

**Current (I)**  
The number of electrons passing in a single point

**Resistance (R)**  
Resistance to the flow of current

### Basic Units

Quantity	Unit
Capacitance	F Farad
Charge	C Coulomb
Current	A Ampere
Energy	J Joule
Force	N Newton
Frequency	Hz Hertz
Inductance	H Henry
Magnetic Flux	Wb Weber
Potential	V Volt
Power	W Watt
Resistance	Ω Ohm

### Kirchhoff's Laws

**Closed Loop Rule**  
The directed sum of the electrical potential differences (voltage) around any closed circuit is zero

$\sum \Delta V_{\text{close loop}} = 0$

$V_{AB} + V_{BC} + V_{CD} + V_{DA} = 0$

**Junction Rule**  
The sum of currents entering the junction are thus equal to the sum of currents leaving.

$\sum I_{in} = \sum I_{out}$

$I_1 = I_2 + I_3$

### Resistor Network

**Series**  
 $R_T = R_1 + R_2 + R_3$

**Parallel**  
 $\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

### Capacitor Network

**Series**  
 $\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

**Parallel**  
 $C_T = C_1 + C_2 + C_3$

### Unit Prefixes

Prefix	Symbol	Value
Tera	T	$\times 10^{12}$
Giga	G	$\times 10^9$
Mega	M	$\times 10^6$
Kilo	K	$\times 10^3$
Hecto	H	$\times 10^2$
Deka	Da	$\times 10^1$
(base)	-	$\times 10^0$
Deci	d	$\times 10^{-1}$
Centi	c	$\times 10^{-2}$
Milli	m	$\times 10^{-3}$
Micro	$\mu$	$\times 10^{-6}$
Nano	n	$\times 10^{-9}$
Pico	p	$\times 10^{-12}$

examples:  
 $25 \mu A = 25 \times 10^{-6} A = 0.000025 A$   
 $4.7 M\Omega = 4.7 \times 10^6 \Omega = 4,700,000 \Omega$

### Alternating Current

**Average AC Voltage**  
=  $0.637 \times \text{Peak}$   
=  $0.9 \times \text{RMS}$

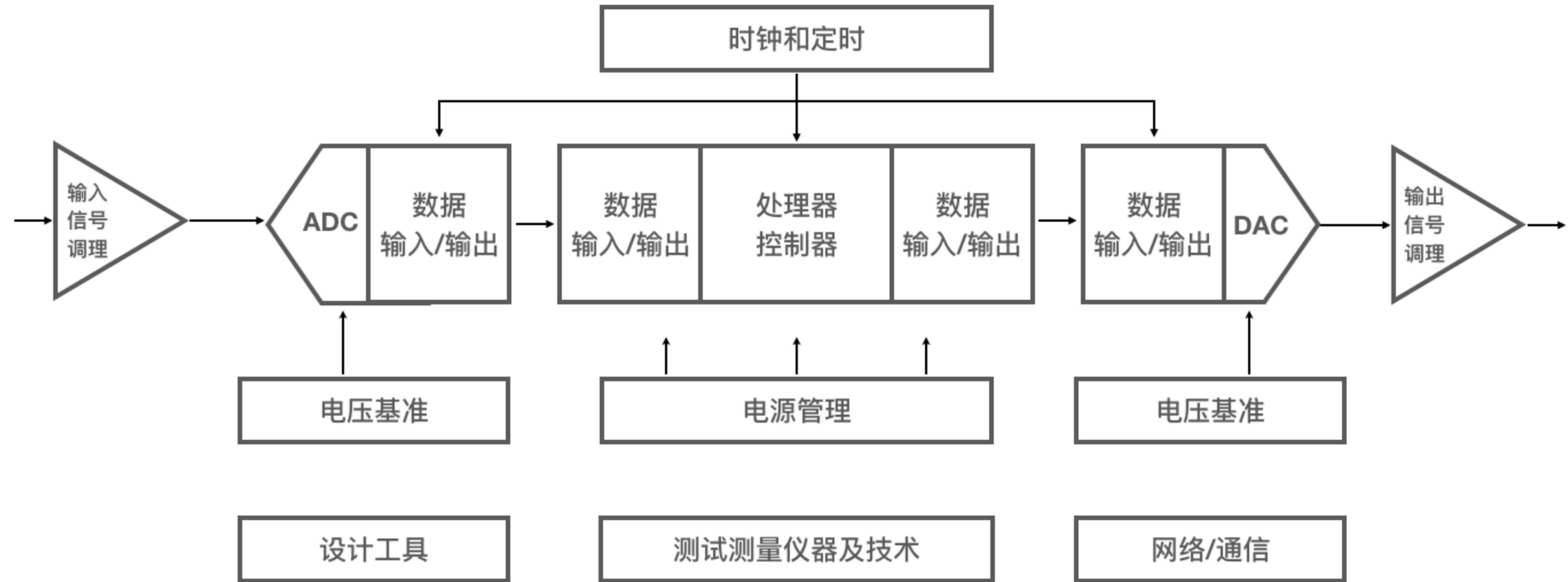
**RMS AC Voltage**  
=  $0.707 \times \text{Peak}$   
=  $1.11 \times \text{Average}$

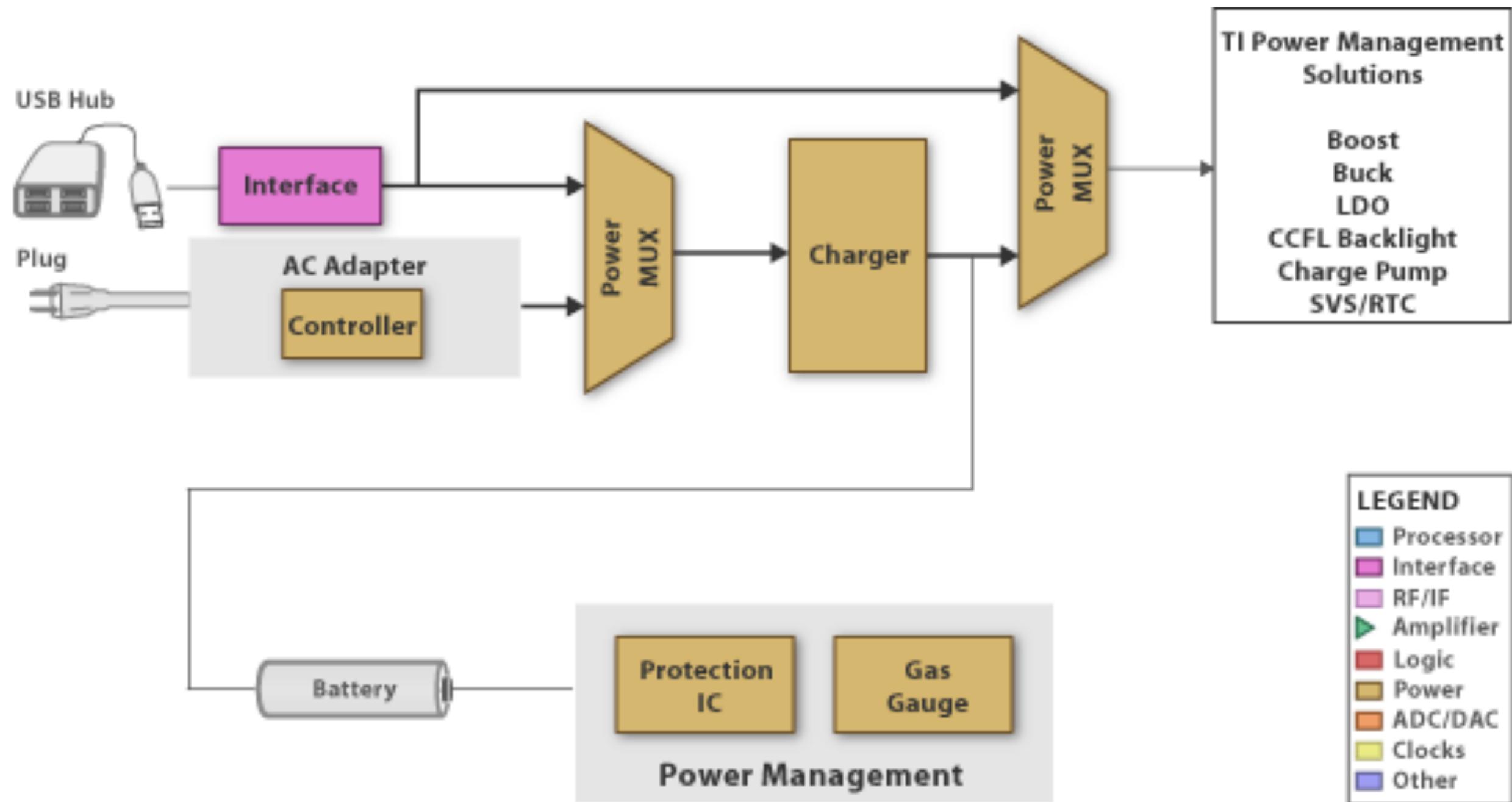
**Peak AC Voltage**  
=  $1.414 \times \text{RMS}$   
=  $1.57 \times \text{Average}$

**Basic Electronics Theory** [www.josericafort.com/shop](http://www.josericafort.com/shop)  
Email: me@josericafort.com

Parameter	Symbol	Measuring Unit	Discription
Voltage	Volt	V or E	Unit of Electrical Potential $V = I \times R$
Current	Ampere	I or i	Unit of Electrical Current $I = V \div R$
Resistance	Ohm	R or $\Omega$	Unit of DC Current $R = V \div I$
Conductance	Siemen or Mho	G or $\sigma$	Unit of Conductance $G = 1 \div R$
Power	Watts	W	Unit of Power $P = V \times I$
Capacitance	Farad	C	Unit of Capacitance $C = Q \div V$
Inductance	Henery	L or H	Unit of Inductance $V_L = -L(di \div dt)$
Impedance	Ohm	Z	Unit of AC Resistance $Z^2 = R^2 + X^2$
Charge	Coulomb	Q	Unit of Electrical Charge $Q = C \times V$
Frequency	Hertz	Hz	Unit of Frequency $f = 1 \div T$
Period	sec	s	Unite of Period $T = 1 \div f$

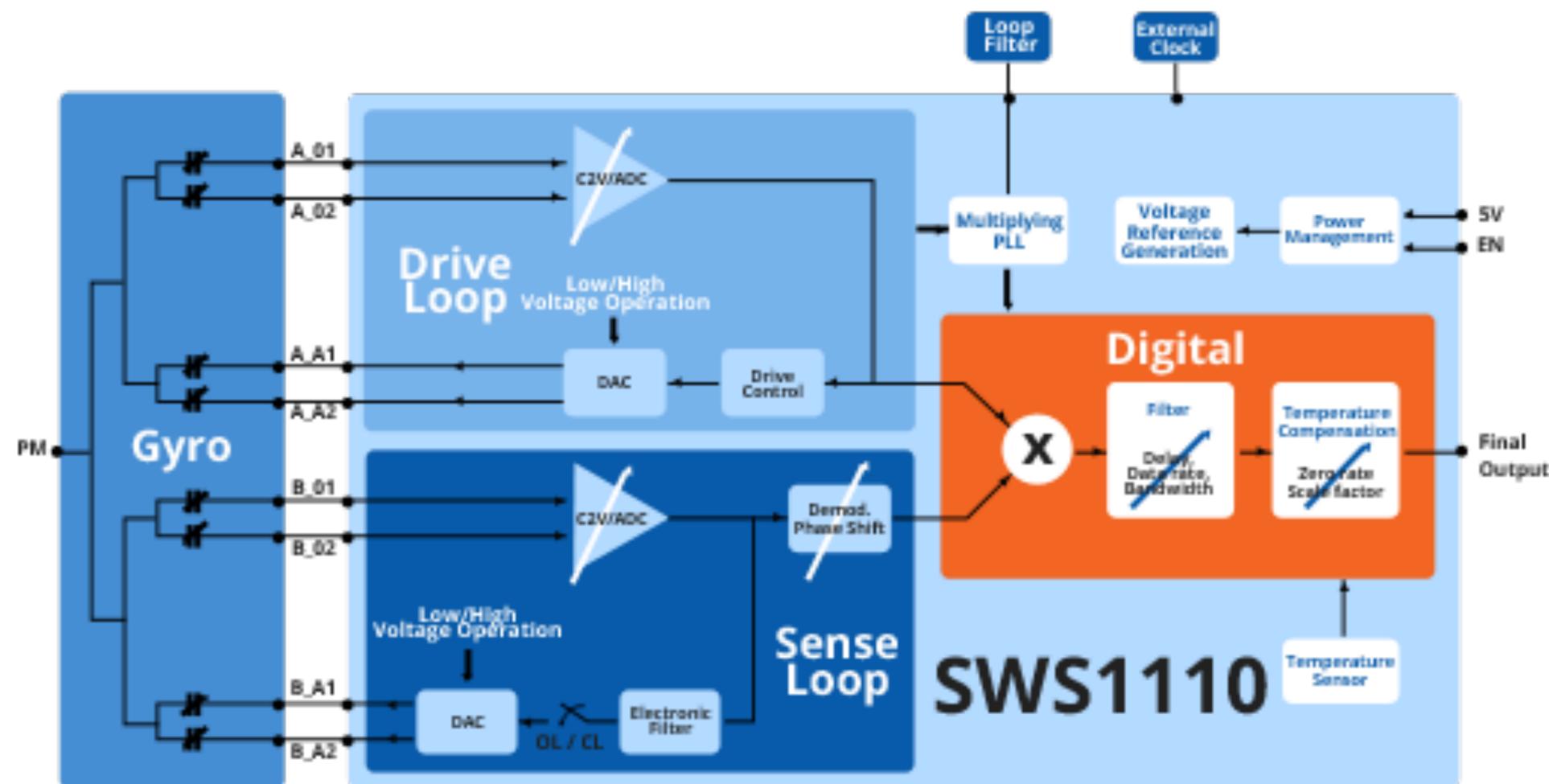
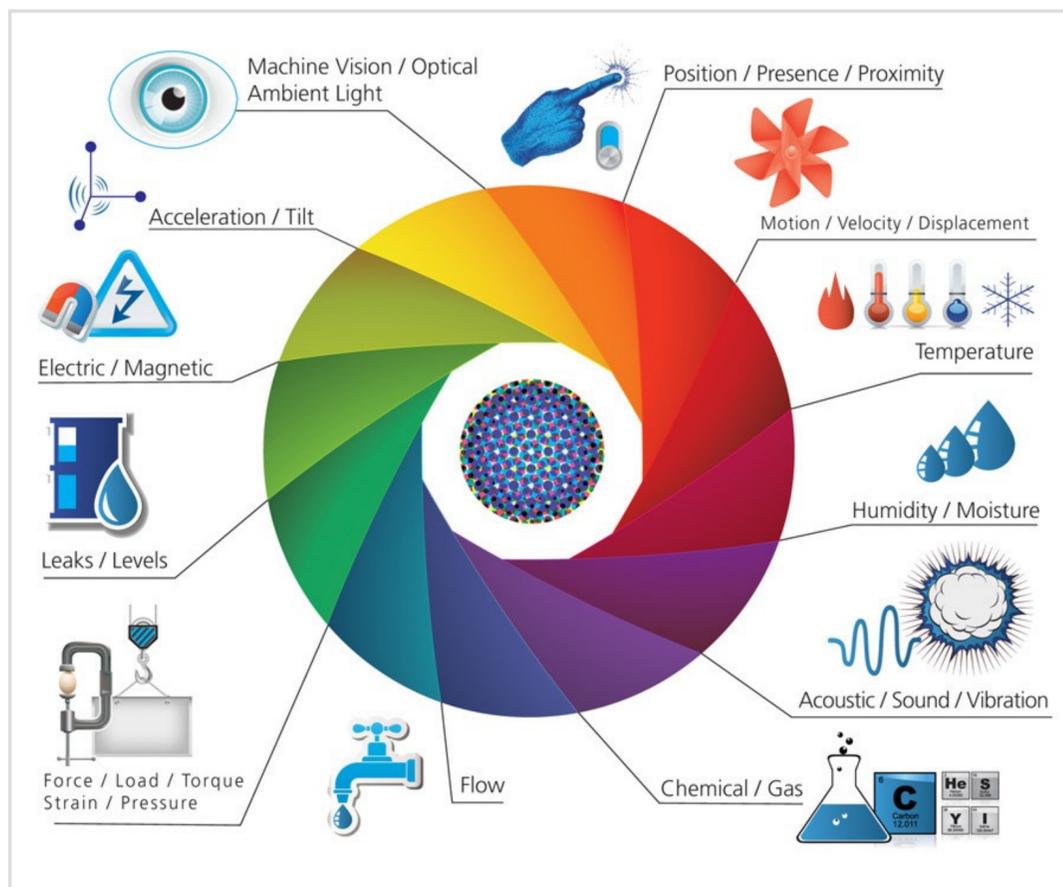
# 电子产品系统构成





## 电源部分

所有电子产品都需要供电

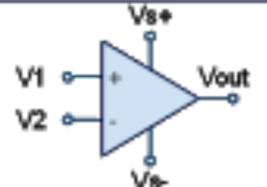
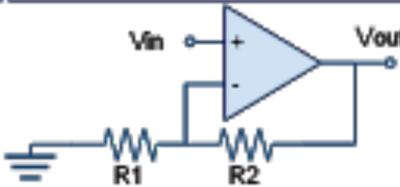
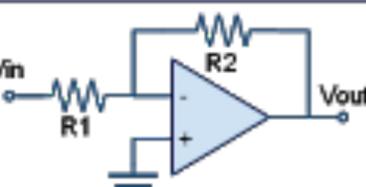
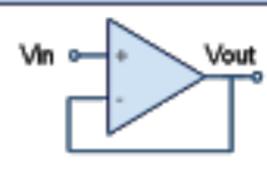
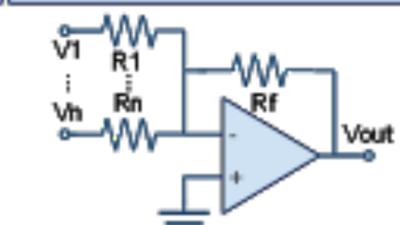
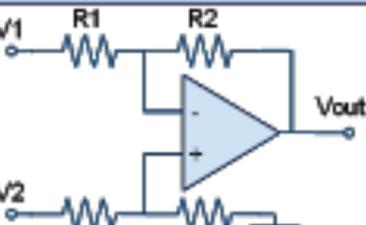
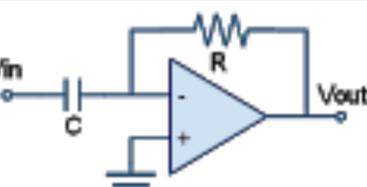
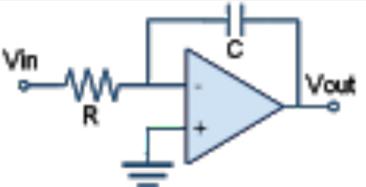


传感器 - 物理信号转变为电信号

对物理世界用电信号进行表征

# 模拟信号调理 - 幅度调节: 放大/衰减

## Basic Operational Amplifier Configurations

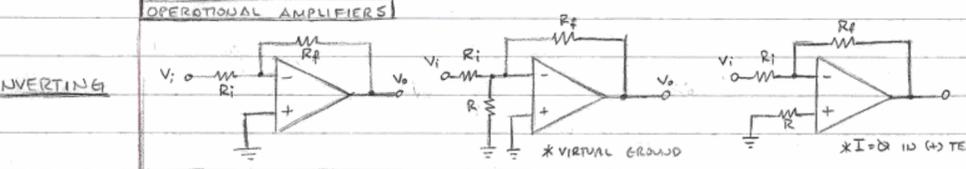
<p style="text-align: center;"><b>Voltage Comparator</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{s+}</math> <math>V_{s-}</math></p> <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = \begin{cases} V_{s+} &amp; V1 &gt; V2 \\ V_{s-} &amp; V1 &lt; V2 \end{cases}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Non-Inverting Amplifier</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = V_{in} \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Inverting Amplifier</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = -V_{in} \cdot \left(\frac{R2}{R1}\right)</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Voltage Follower</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = V_{in}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Inverting Summing Amplifier</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = -R_f \cdot \left(\frac{V1}{R1} + \dots + \frac{Vn}{Rn}\right)</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Differential Amplifier</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \left(\frac{R4}{R3 + R4}\right) \cdot V2 - \left(\frac{R2}{R1}\right) \cdot V1</math> If <math>R1 = R3</math> and <math>R2 = R4</math> Then <math>V_{out} = \left(\frac{R2}{R1}\right) (V2 - V1)</math></p>
<p style="text-align: center;"><b>Differentiator Amplifier</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = -R \cdot C \cdot \left(\frac{dV_{in}}{dt}\right)</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>Integrator Amplifier</b></p>  <p style="text-align: center;"><math>V_{out} = -\left(\frac{1}{R \cdot C}\right) V_{in} dt</math></p>	

COMMON EQNS:  
 $I = \frac{V}{R} = I \cdot R$      $I = \frac{P}{V} = \frac{P}{I}$   
 $V_o = V_i \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)$   
 $V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} V$

NASH    ECE 3813    TEST 1 NOTE SHEET

### OPERATIONAL AMPLIFIERS

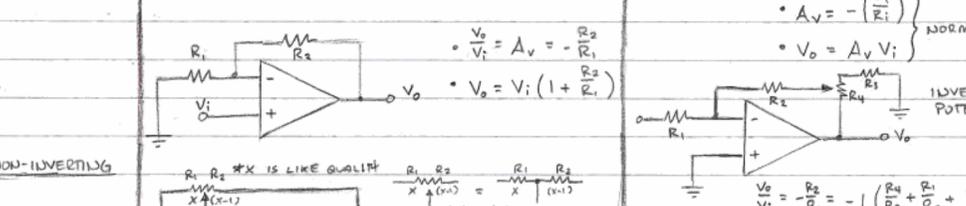
**INVERTING**



\* VIRTUAL GROUND    \*  $I = I_1 = I_2$  (KCL TERM)

•  $A_v = -\left(\frac{R_f}{R_i}\right)$     NORMAL  
 •  $V_o = A_v V_i$

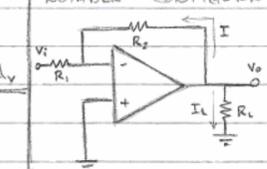
**NON-INVERTING**



\* X IS LIKE QUALITY     $\frac{R_1 R_2}{X + (X-1)}$      $\frac{R_1 R_2}{X + (X-1)}$      $\frac{R_1 R_2}{X + (X-1)}$   
 $1 \neq \frac{1}{\infty} \neq \infty$

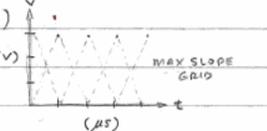
•  $A_v(x) = \frac{1}{x} = \frac{1}{R_i}$  IF NO  $R_b$   
 $R_b = \max R$  FROM POT.    •  $\frac{V_o}{V_i} = 1 + \frac{(1-x)R_m}{x(R_m + R_b)} = 1 + \frac{R_2}{R_1 + R_b} = A_v$

NOTABLE CONFIGURATIONS



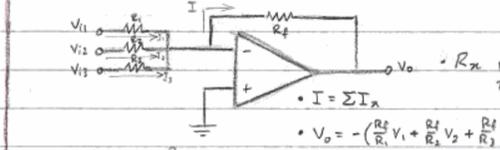
•  $I_L = \frac{V_o}{R_L}$   
 •  $V_o = -A_v (V_i)$   
 •  $V_o = I R_2 + I_L R_L$   
 •  $I_o = I_L + I = \frac{V_o}{R_2} + \frac{V_o}{R_L}$

**SLEW** =  $\frac{V}{t} = \text{SLOPE (m)}$



•  $V(t) = mt$     (V)    MAX SLOPE GRID    t

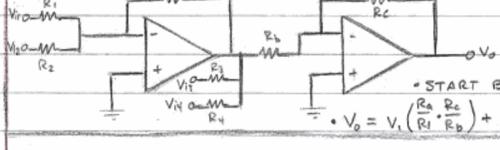
**SUMMING AMPS**



•  $I = \sum I_x$   
 •  $V_o = -\left(\frac{R_f}{R_1} V_1 + \frac{R_f}{R_2} V_2 + \frac{R_f}{R_3} V_3\right)$

\* IDEAL AMPS HAVE HIGH  $R_i$  / LOW  $R_o$   
 \* CLOSED-LOOP AMPS:  $A_v \approx 1$   
 \* DIFF. AMP IDEAL TO ELIM.  $V_{cm}$   
 \* RMS ONLY FOR POWER CALCULATIONS

**DIFFERENCE AMP**



• START BY CHOOSING  $R_4 \sim 10k\Omega$   
 •  $V_o = V_1 \left(\frac{R_2}{R_1} \frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) + V_2 \left(\frac{R_2}{R_2} \frac{R_4}{R_3 + R_4}\right) - V_3 \left(\frac{R_2}{R_1}\right) - V_4 \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$

USING SUPERPOS: 1. SET  $V_{i1}$  TO G, CALC  $V_{i2} \rightarrow V_{o1} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right) V_{i1}$   
 2. SET  $V_{i2}$  TO G, CALC  $V_{i1} \rightarrow V_{o2} = V_{i2} \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$   
 3. CALC.  $V_{i3} \rightarrow V_{o3} = \frac{R_2}{R_1} (V_{i3} - V_{i1}) = \frac{R_2}{R_1} V_{i3}$   
 4. CALC DIFF. GAIN  $\rightarrow A_d = \frac{2R_2}{R_1}$

TYPICAL TO ASSUME  $R_1 = R_3$  AND  $R_2 = R_4$     SO  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$

•  $R_{id} = 2R_1$     •  $R_{id} = \text{DIFFERENTIAL INPUT R}$   
 •  $A_d = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$     •  $A_d = \text{DIFFERENTIAL GAIN}, A_{cm} = \text{COMMON MODE GAIN}$

•  $V_o = A_d (V_1 - V_2)$     \* (IDEAL,  $R_1 = R_3$  &  $R_2 = R_4$ )  
 •  $V_o = A_d (V_1 - V_2) + \frac{1}{2} A_{cm} (V_1 + V_2)$     •  $V_o = \left(\frac{R_2 + R_1}{R_4 + R_3}\right) \left(\frac{R_4}{R_1}\right) V_{i2} - \left(\frac{R_2}{R_1}\right) V_{i1}$  (NON-IDEAL)

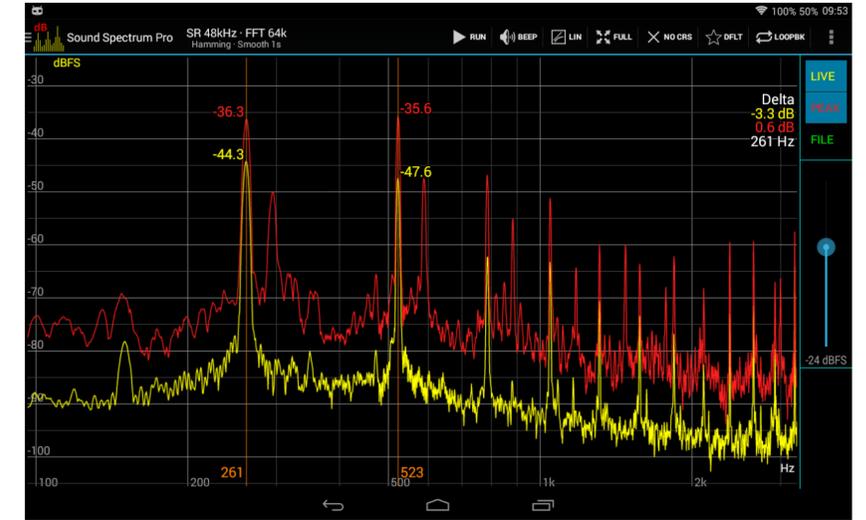
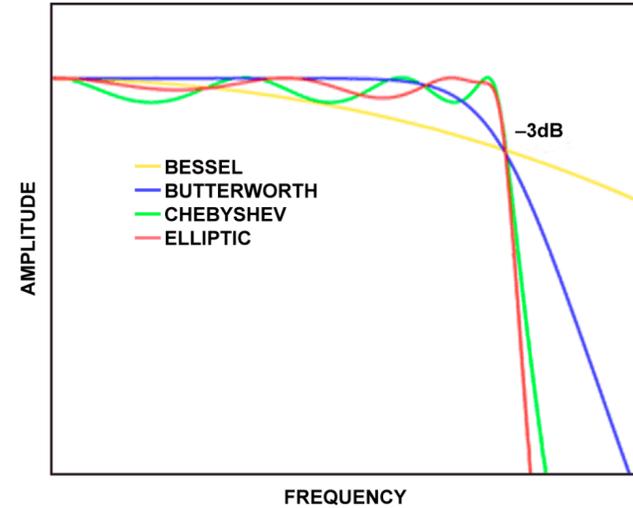
CMRR =  $\frac{A_d}{A_{cm}}$     CMRR =  $20 \log \left(\frac{A_d}{A_{cm}}\right)$

CMRR = COMMON MODE REJECTION RATIO; MEASURES ABILITY OF AMP TO ACCURATELY CANCEL VOLTAGES

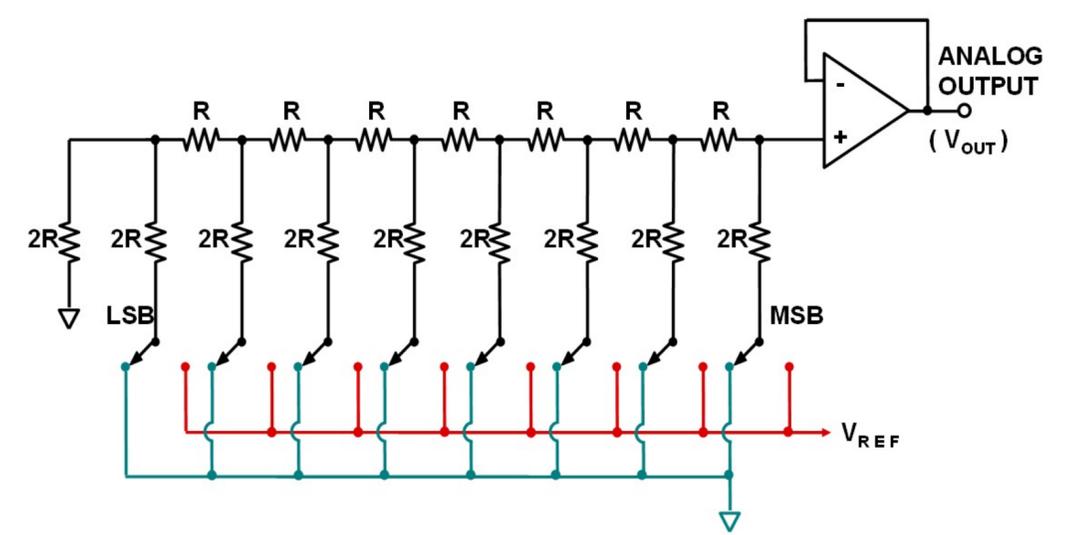
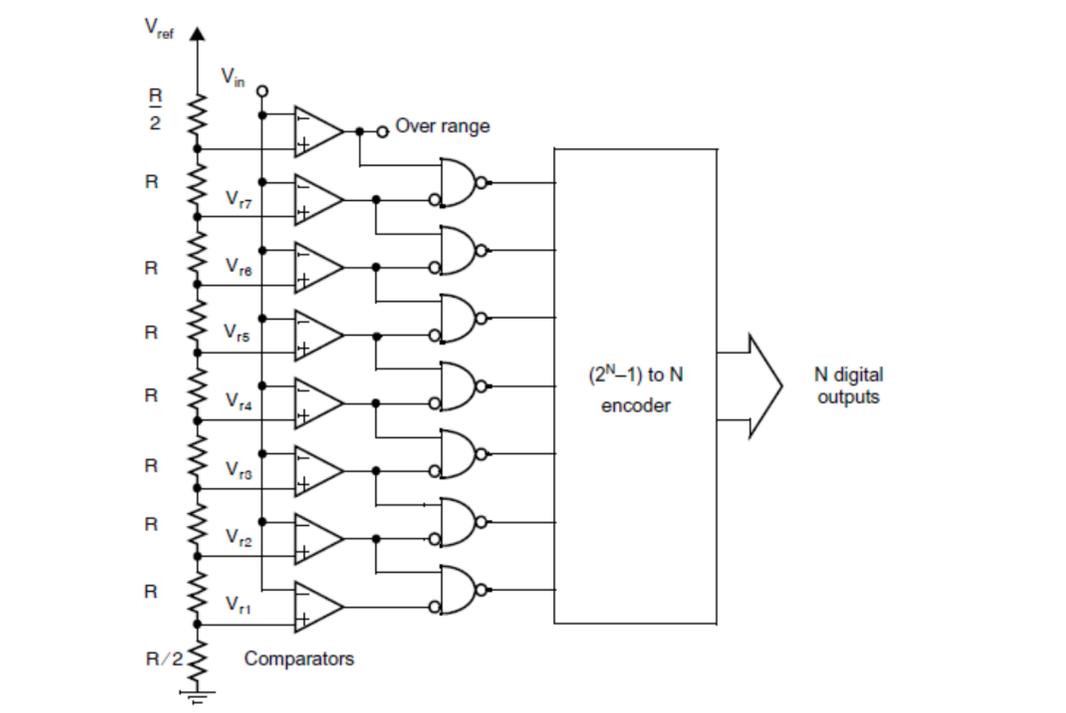
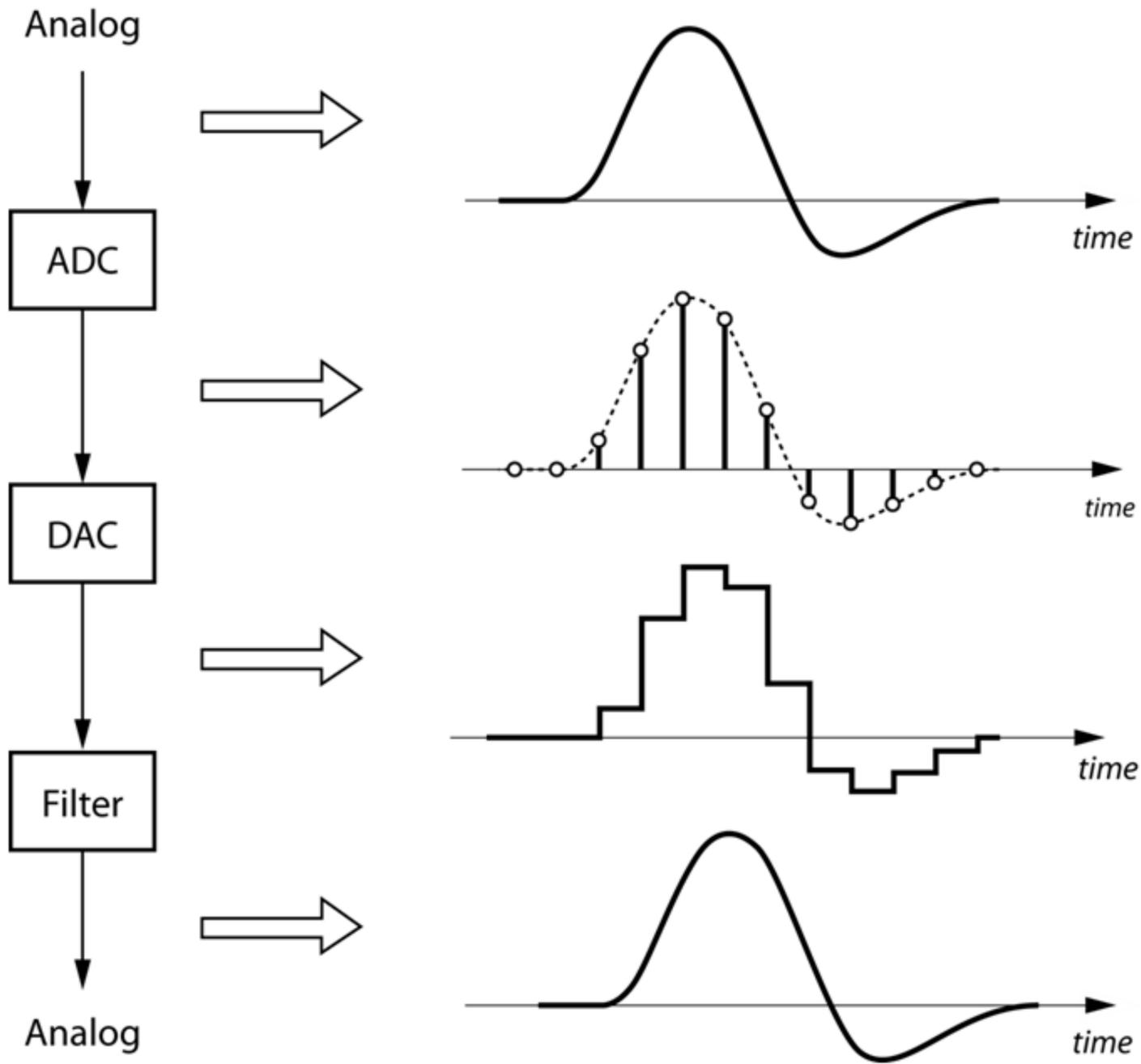
M. Nash  
2010

# 模拟信号调理 - 频域：滤波器

- 主要类型：低通、带通、高通
- 主要指标：
  - 过渡带衰减
  - 抑制度
  - 带内波动
  - 相位特性
- 有源滤波/无源滤波
- 测量仪器 - FFT/频谱仪



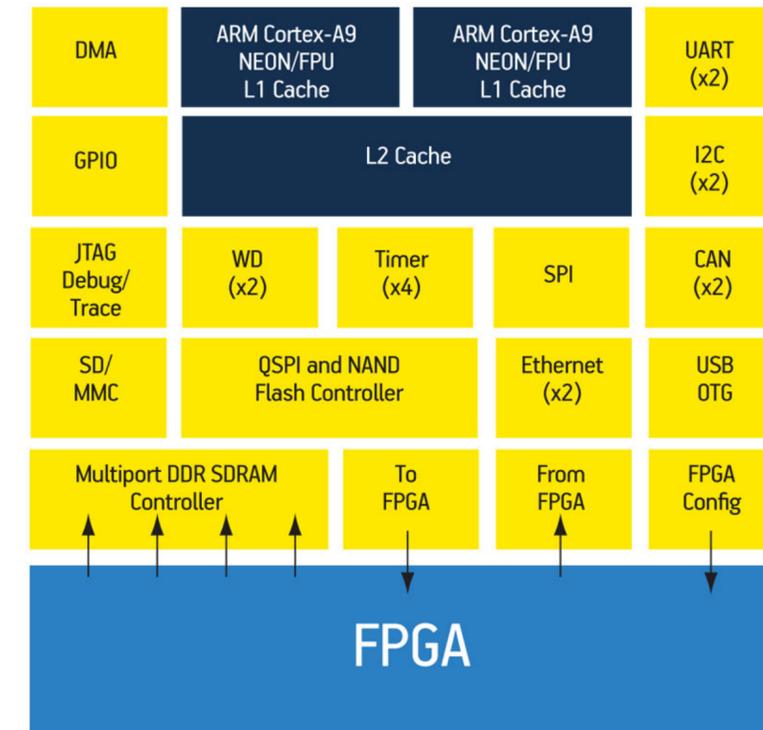
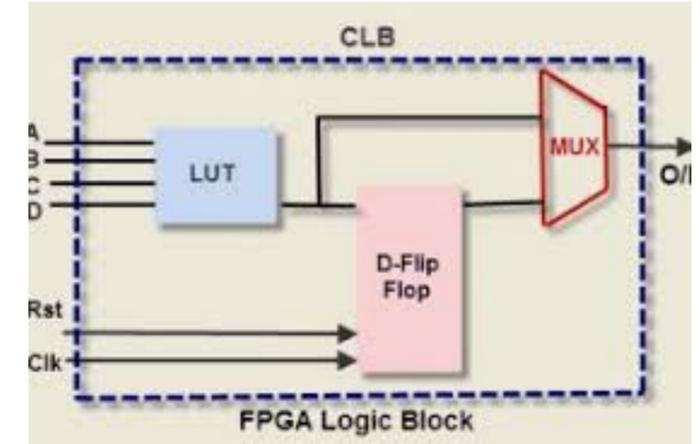
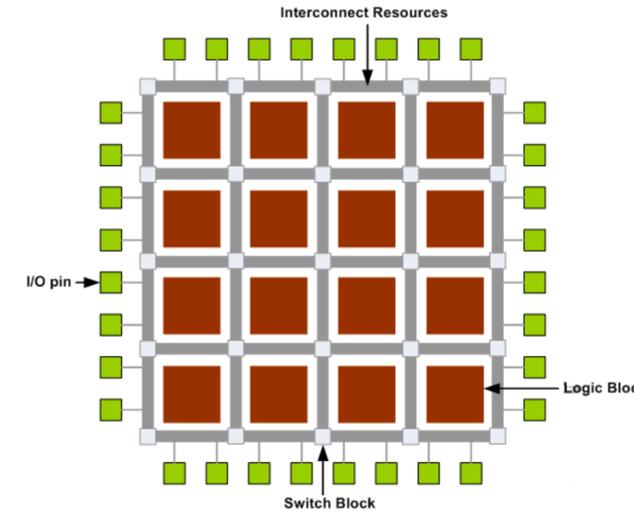
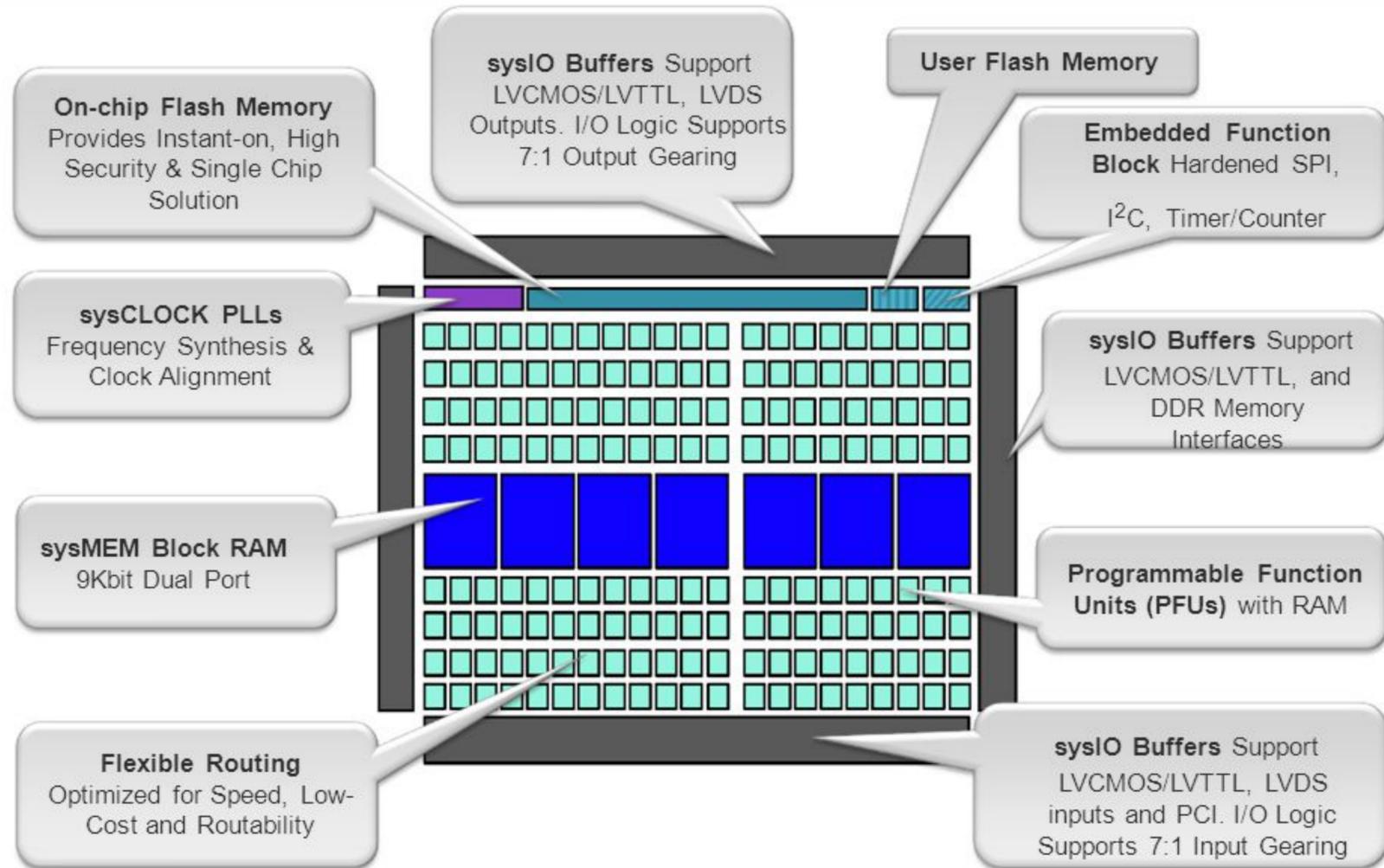
	过度带 衰减速度	通带内起伏	通带外抑制	相位特性
贝塞尔滤波器	非常慢	带内无起伏, 单调衰减	衰减慢	通带内的相 应近乎线性
巴特沃斯滤波器	比较慢	无起伏, 最平坦	单调衰减	
切比雪夫滤波器	比较快	有起伏, 等波纹	单调衰减	
椭圆滤波器	非常快	有起伏, 等波纹	有起伏, 等波纹	良好



数据转换 - ADC/DAC：连接模拟信号和数字信号的桥梁 - 转换率/分辨率

# MACHXO2 BLOCK DIAGRAM (XO2-1200)

'Value added' features in and around the core

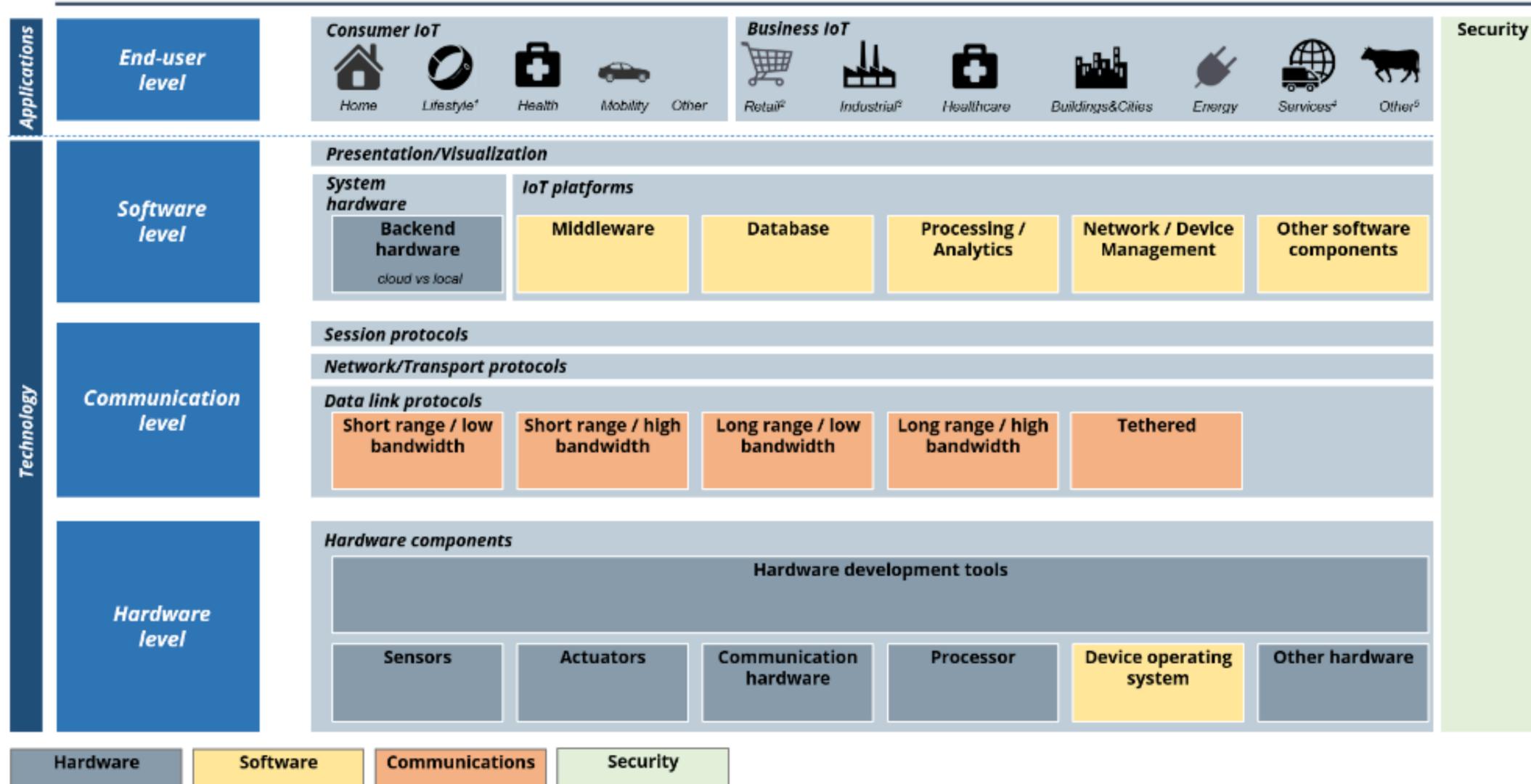


数字信号/逻辑处理

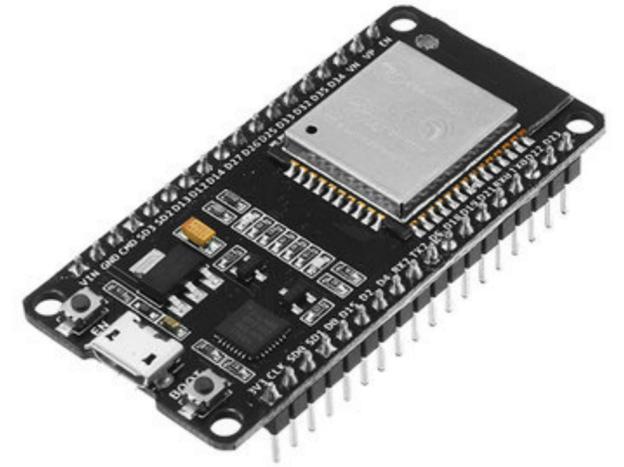
FPGA - 数字世界的“乐高积木”



## Internet of Things - Technology architecture



1. Lifestyle incl Quantified-self products 2. Incl all other B2B commercial IoT 3. Industrial goods business 4. Services incl. finance and insurance 5. Other including education, public and military, media, telecom,  
 Note: Product, image, or service names are the property of the respective owners  
 Source: [www.IoT-Analytics.com](http://www.IoT-Analytics.com) 2015

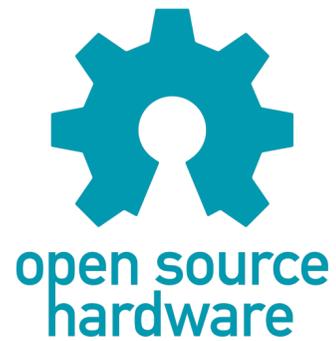


网络通信

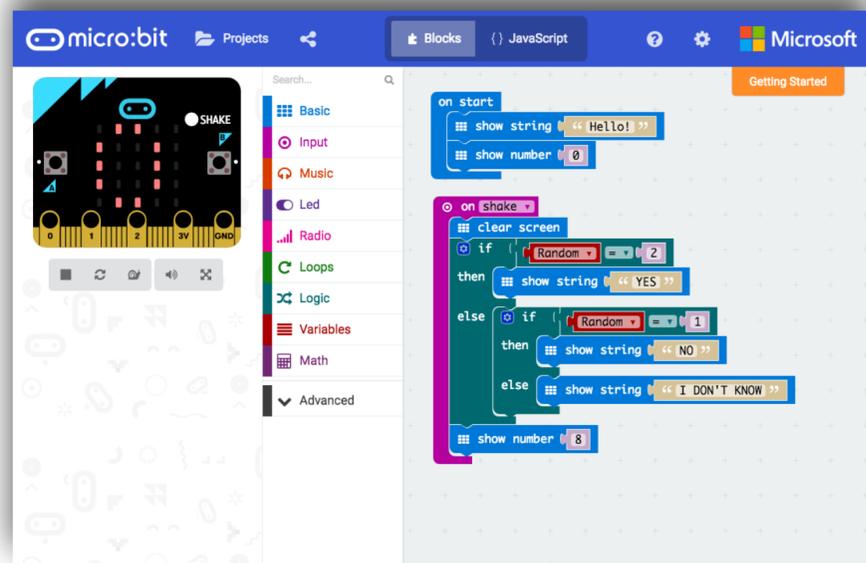
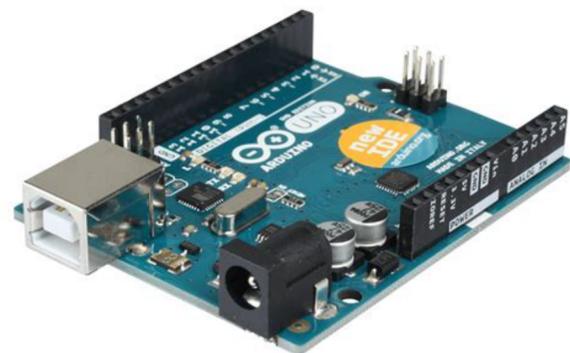
连接

# 各部分的核心参数

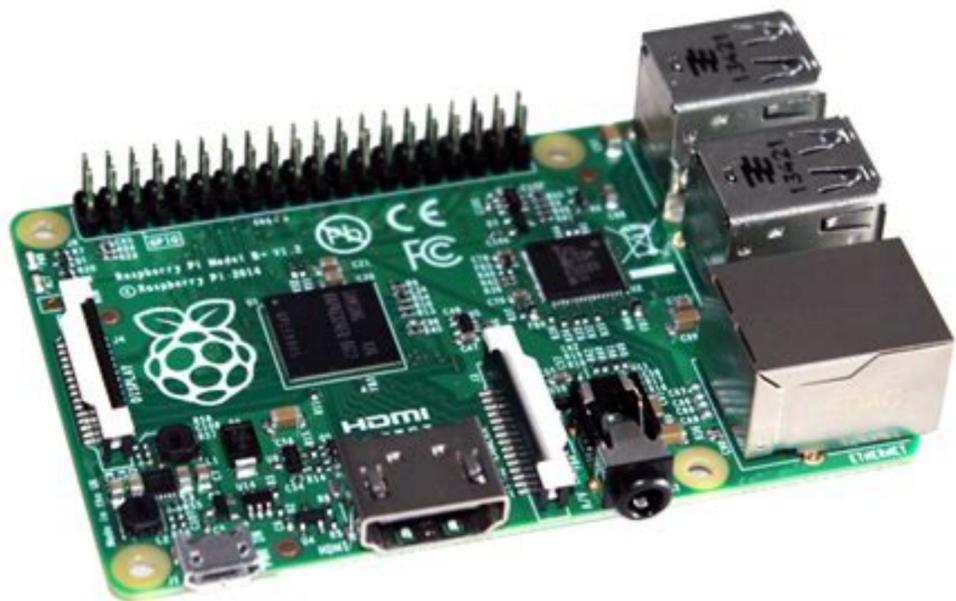
电路	关键参数
电源	电压、负载能力、纹波、效率
传感器	灵敏度、接口方式
模拟链路	幅度、频带
A/D、D/A	转换率、分辨率、SFDR、接口方式
数字信号处理/FPGA	逻辑资源、存储资源、IO、速度
MPU/MCU	速度、接口、内部资源、开发环境
网络通信	通信方式、速率、接口、协议



# 开源平台 - 大大降低了硬件学习的难度和成本



mbed



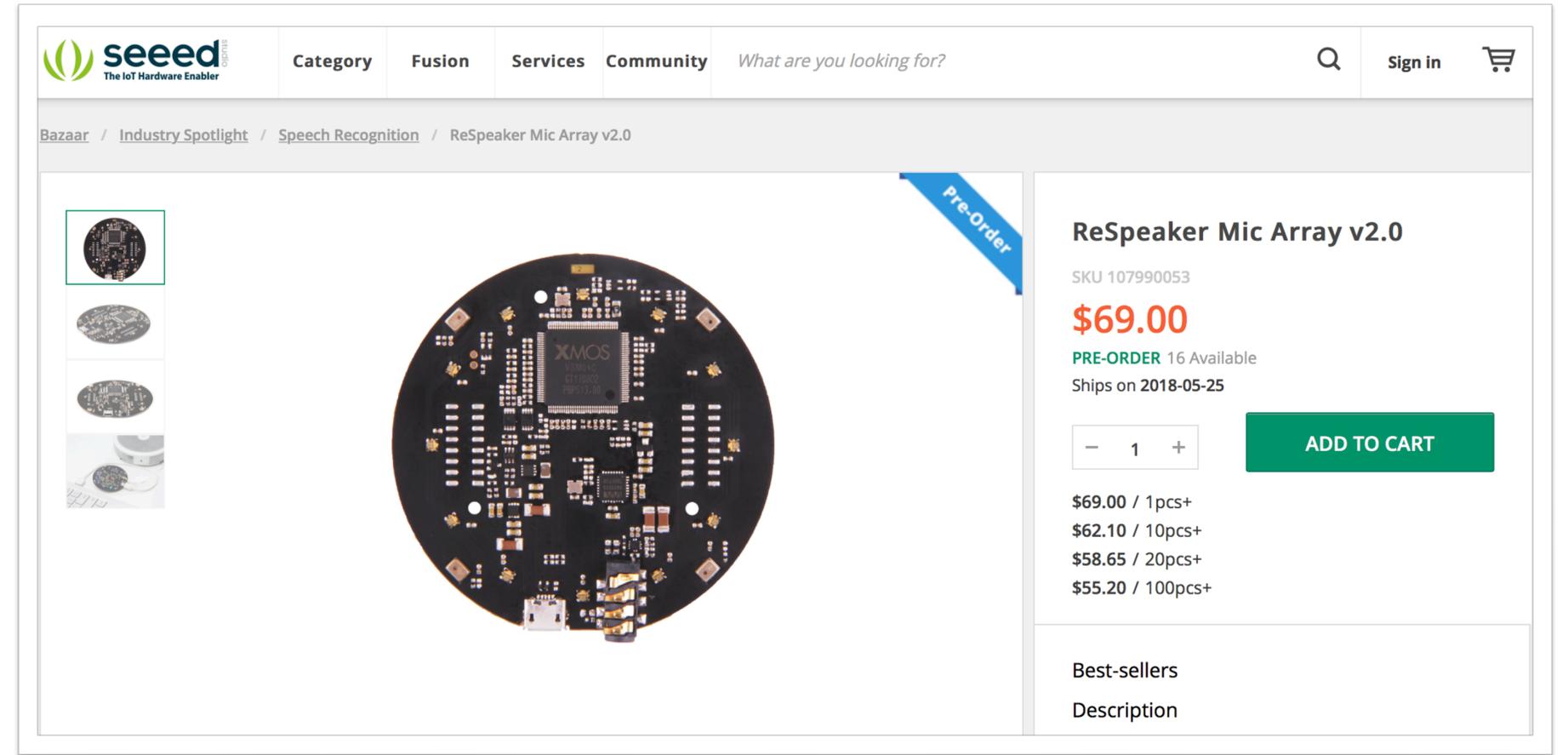
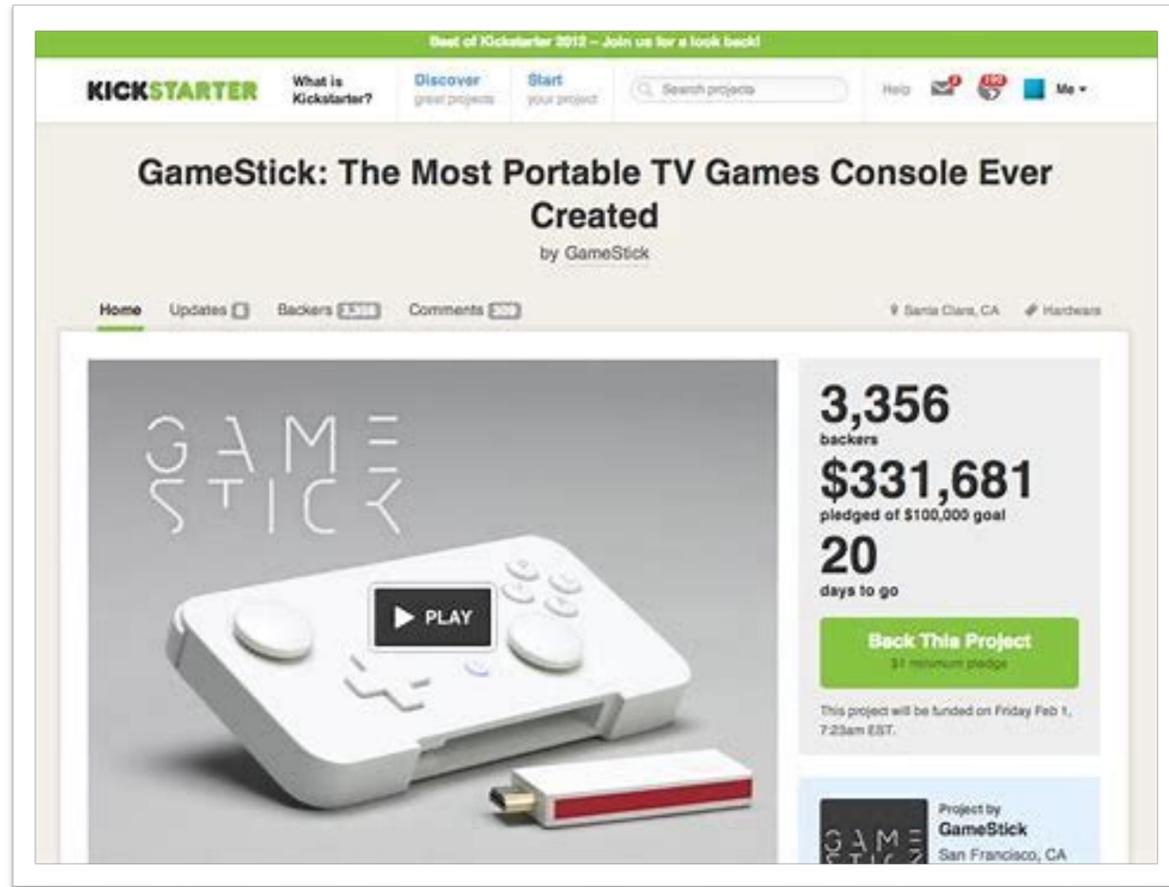
## 小脚丫

颠覆性的开源FPGA板。

特性：  
最小尺寸，仅拇指大小  
易于使用，板载编程器  
适合学习，搭载丰富外设  
用于开发，灵活扩展

CIRMALL  
电路城

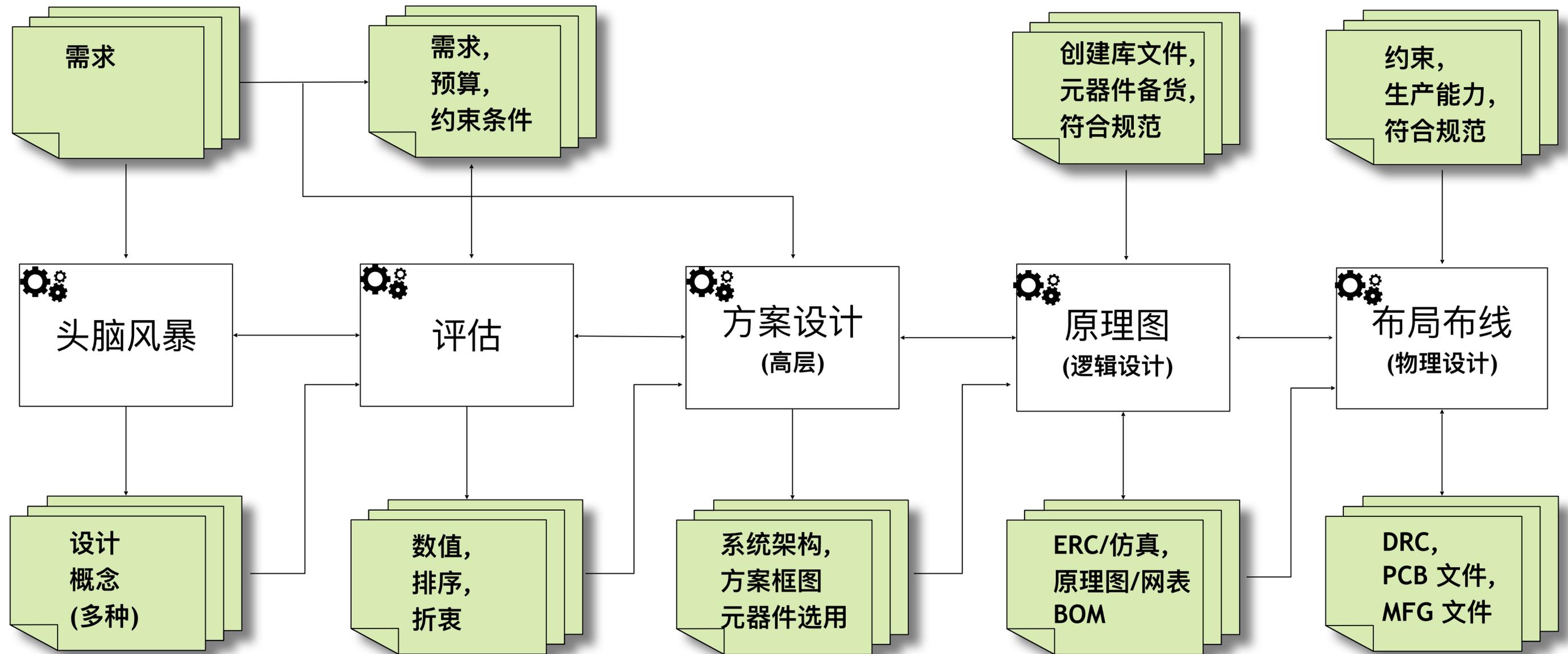
# 众筹 - 快速推向市场和概念验证



# 各部分的核心参数

电路	关键参数
电源	电压、负载能力、纹波、效率
传感器	灵敏度、接口方式
模拟链路	幅度、频带
A/D、D/A	转换率、分辨率、SFDR、接口方式
数字信号处理/FPGA	逻辑资源、存储资源、IO、速度
MPU/MCU	速度、接口、内部资源、开发环境
网络通信	通信方式、速率、接口、协议

# 产品设计流程 - 规范化、时间节点



\*通过模型、原型样机、讨论进行评估

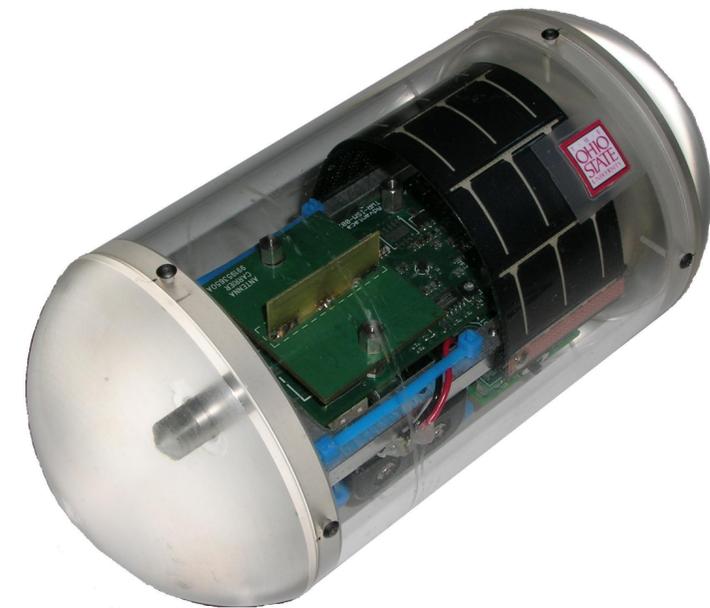
# 设计流程本质上是一个将概念变成实际的、能够工作的系统的过程

创意  
(概念)

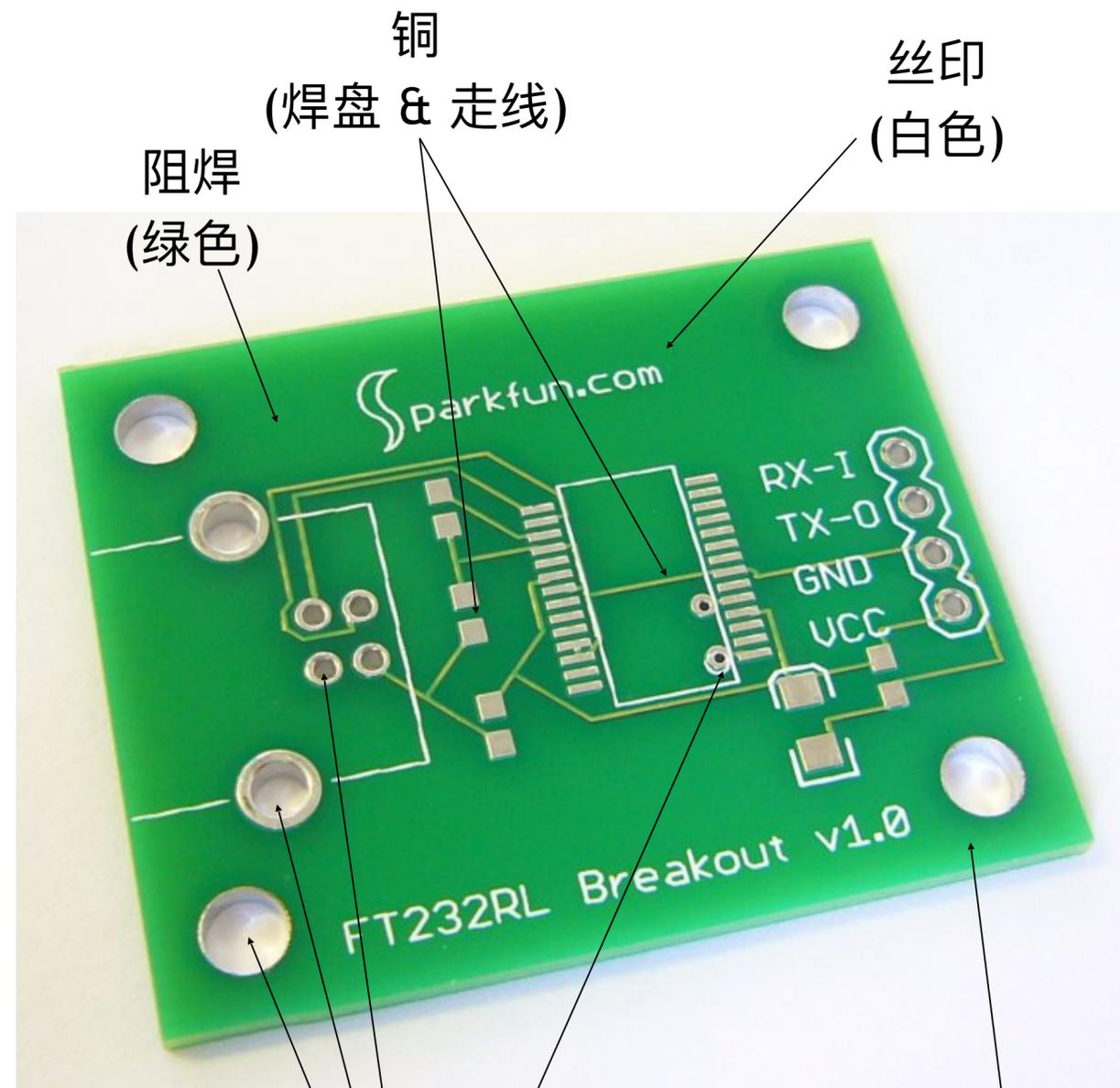
“一个可以空投式运动传感器 - 检测范围为10米，能使用6个月”



实施  
(能够工作的系统)

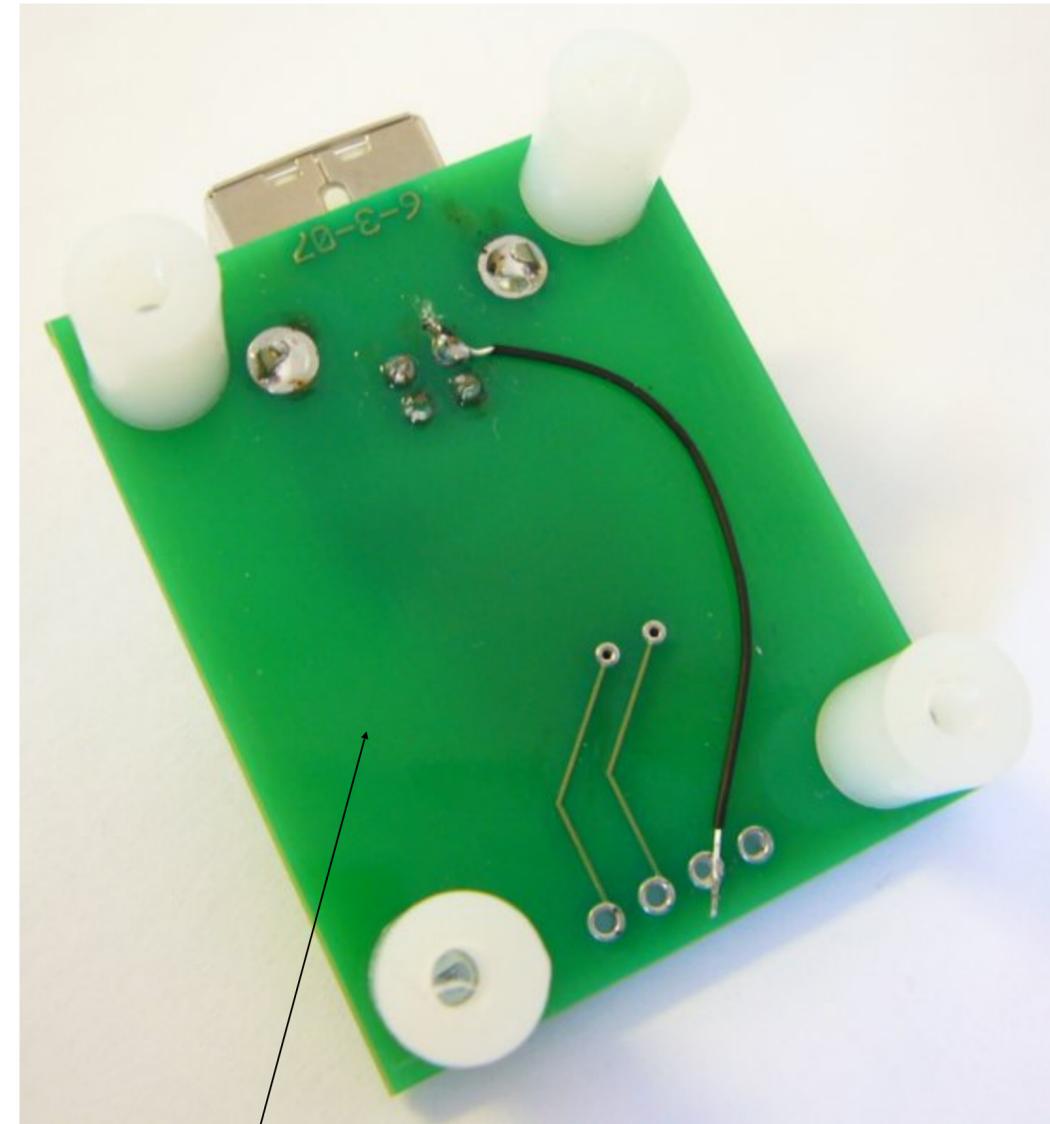


# 最终的目标是一个PCB板



钻孔文件  
(大小以及 x-y 坐标)

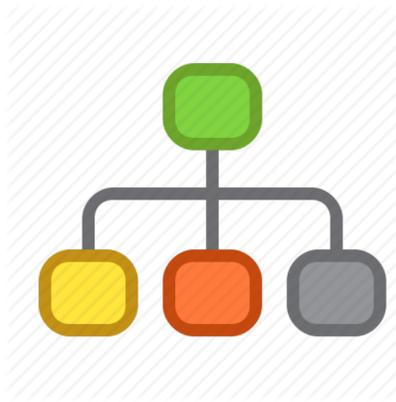
顶层



底层

# 头脑风暴

- 目标：越多的主意/方案越好
- 最好多人参与讨论，集思广益
- 根据需求，但不要受约束或正式需求的限制

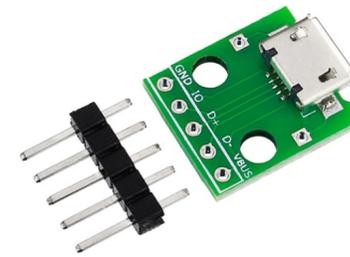


框图/草稿



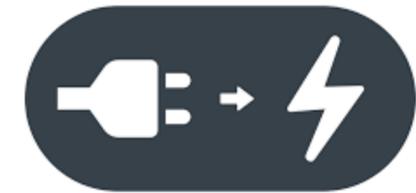
元器件

- 无源器件：0805、0603等
- IC封装：QFN、TQFP、BGA等
- 库



连接方式

- 机械连接
- 总线连接
- PC连接



供电和性能

- 功率要求
- 电池性能
- 高速/高灵敏度

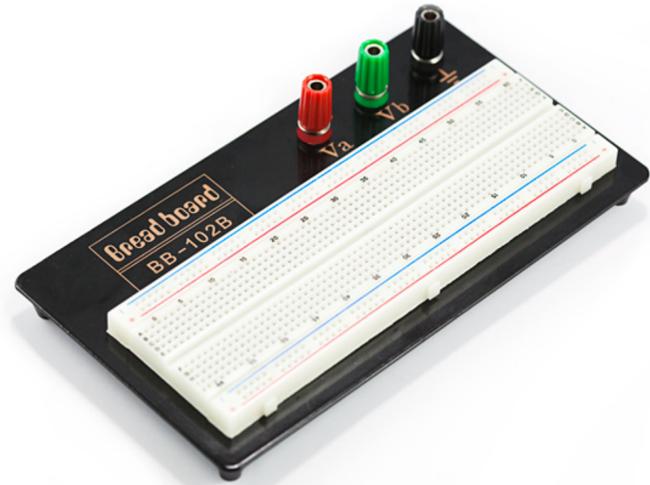
# 评估

- 目标：选出最佳的方案
- 用“需求”和“限制”来进行评估
- 同时考虑到：
  - 上市时间
  - 性价比 - 开发成本/单价
  - 熟悉程度
  - 备用方案

满足项目的需求：

- 功能
- 性能
- 可用性
- 可靠性
- 可维护性
- 预算

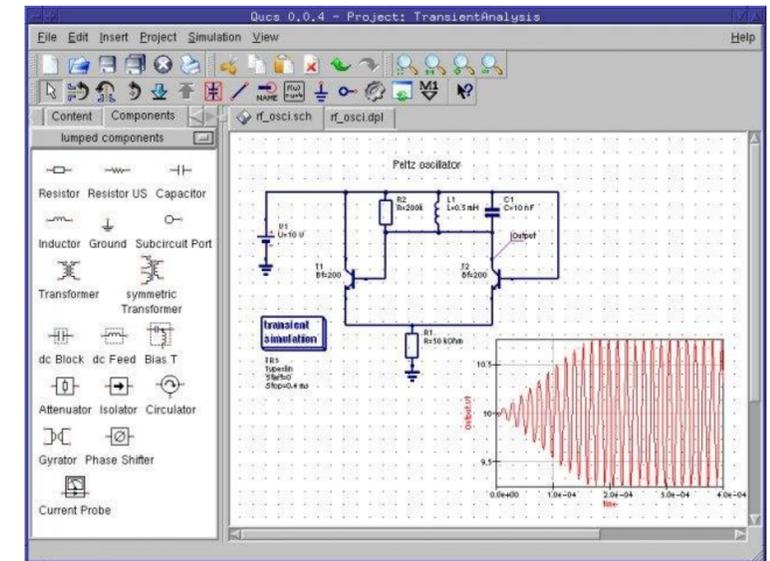
# 电路测试评估



面包板



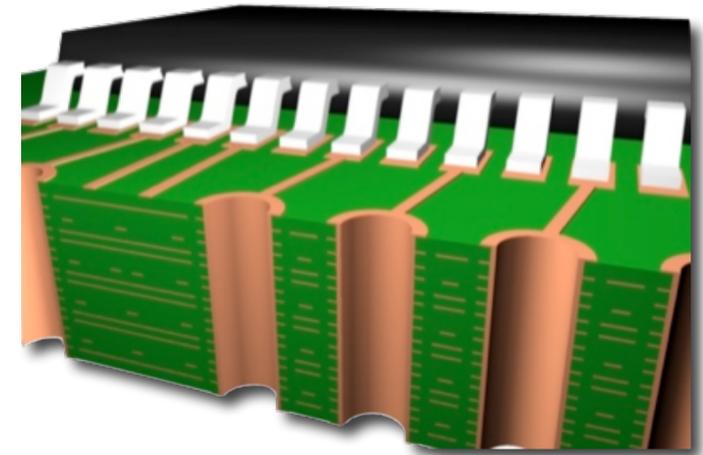
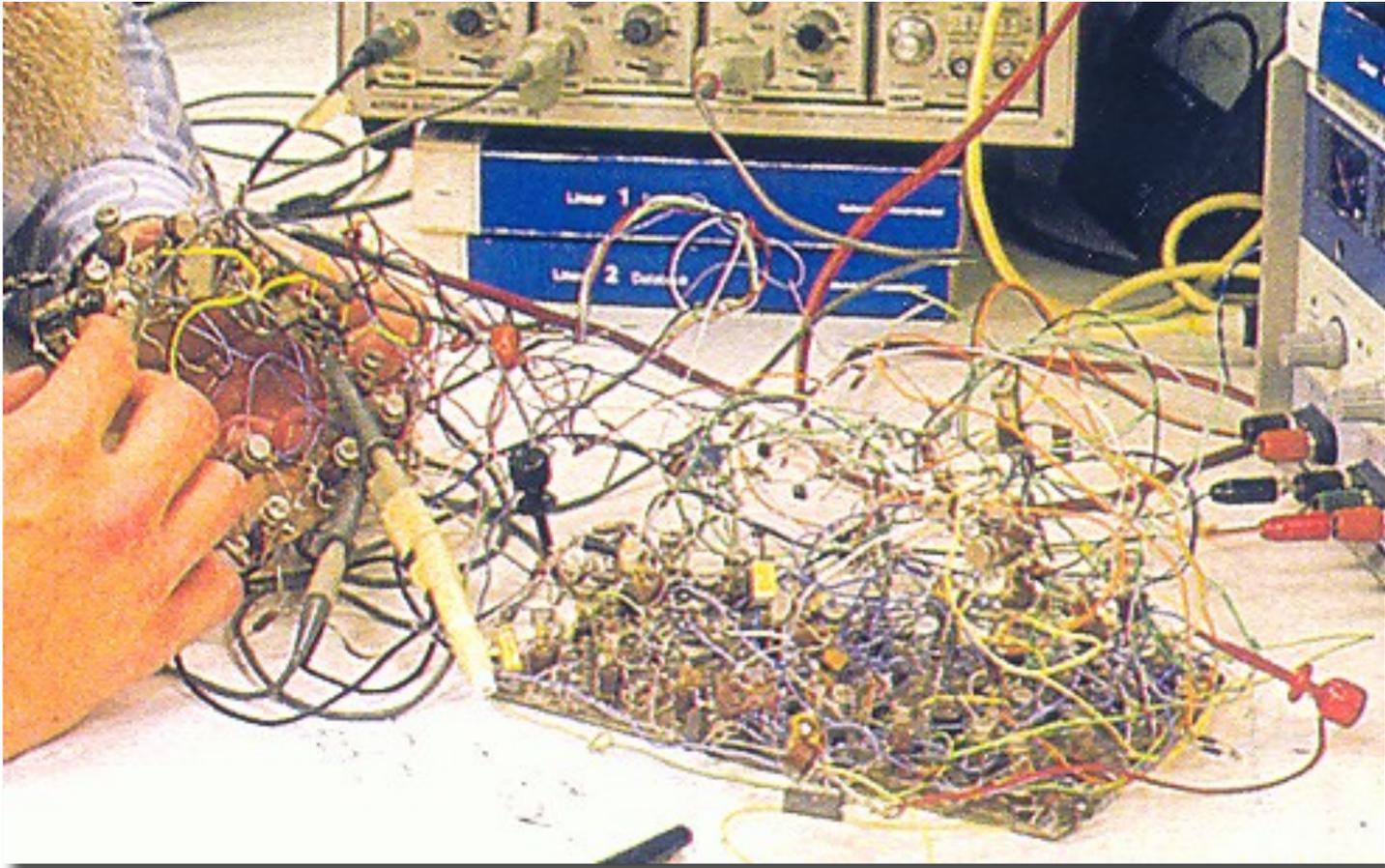
开发板



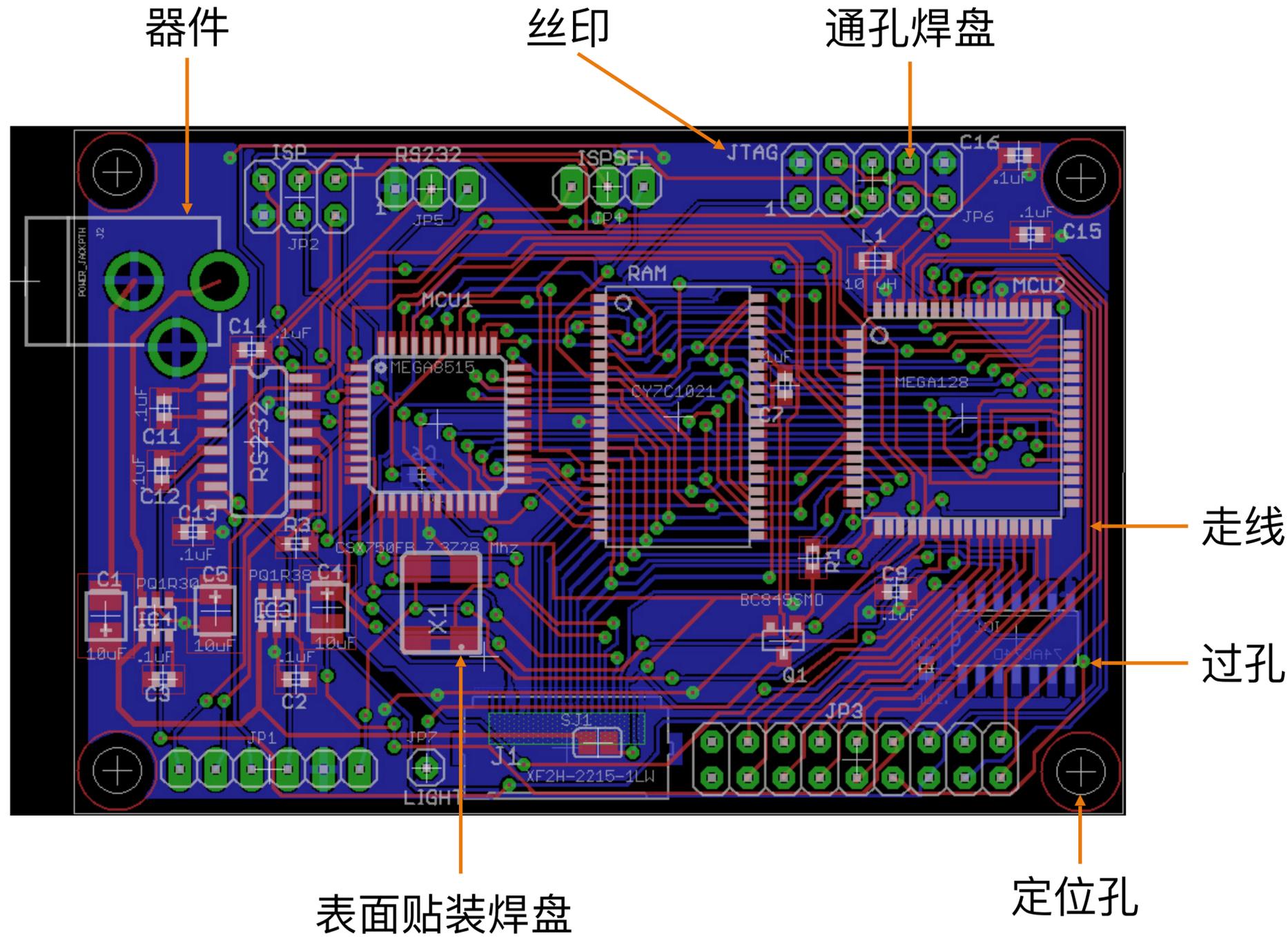
仿真

# PCB

将不同的元器件放置在上面，并能够将这些元器件进行电气连接

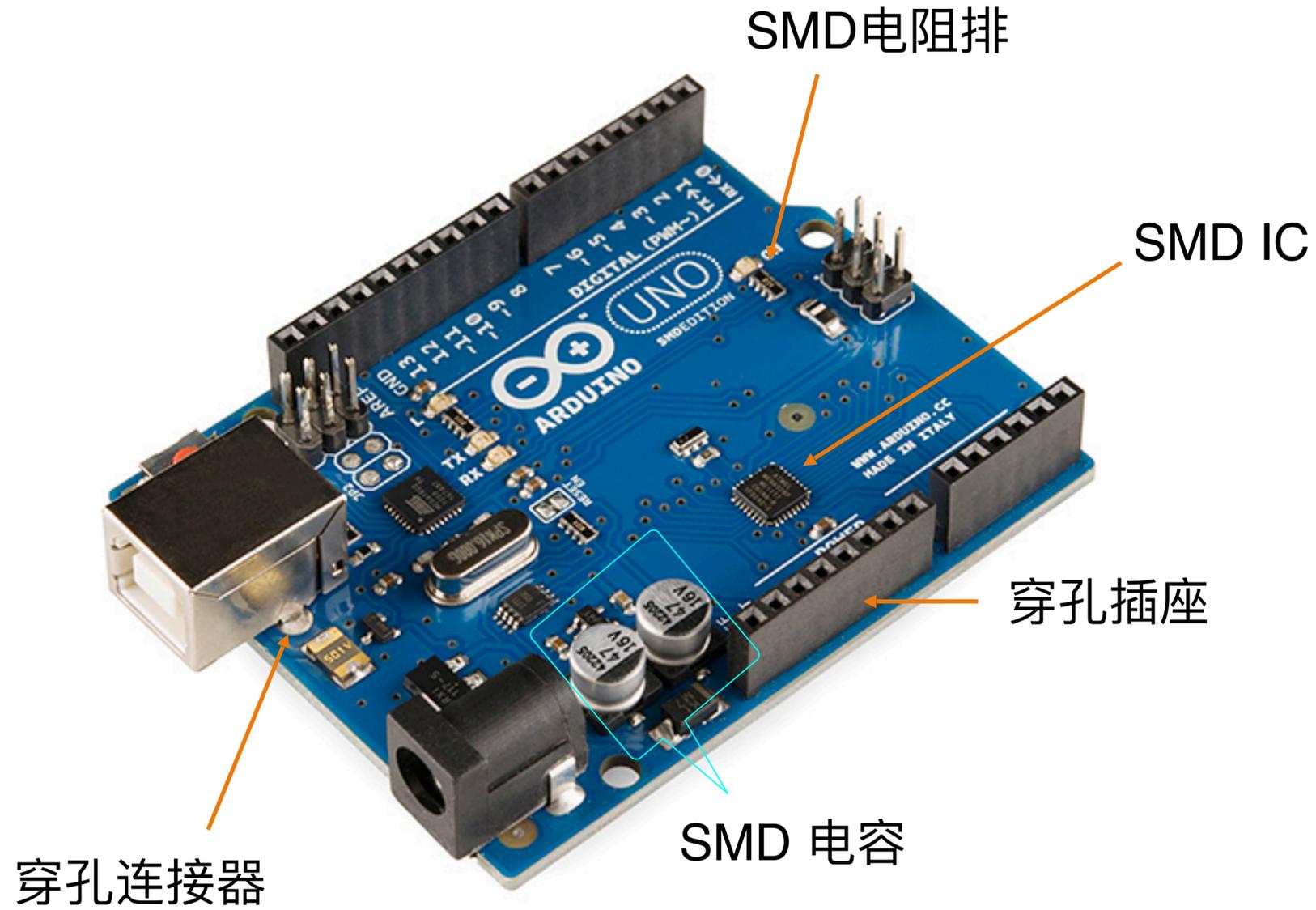


# PCB的主要构成



- 器件 - Part
- 焊盘 - Pad
- 走线 - Track(Trace)
- 过孔 - Via
- 层 - Layer
- 丝印 - Silk screen(overlay)
- 阻焊层 - Solder mask
- 定位孔 - Mounting hole

# 器件(Part) - 穿孔和表面贴装器件



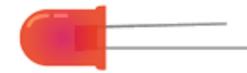
电阻



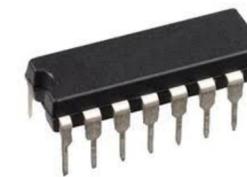
电容



三极管



LED

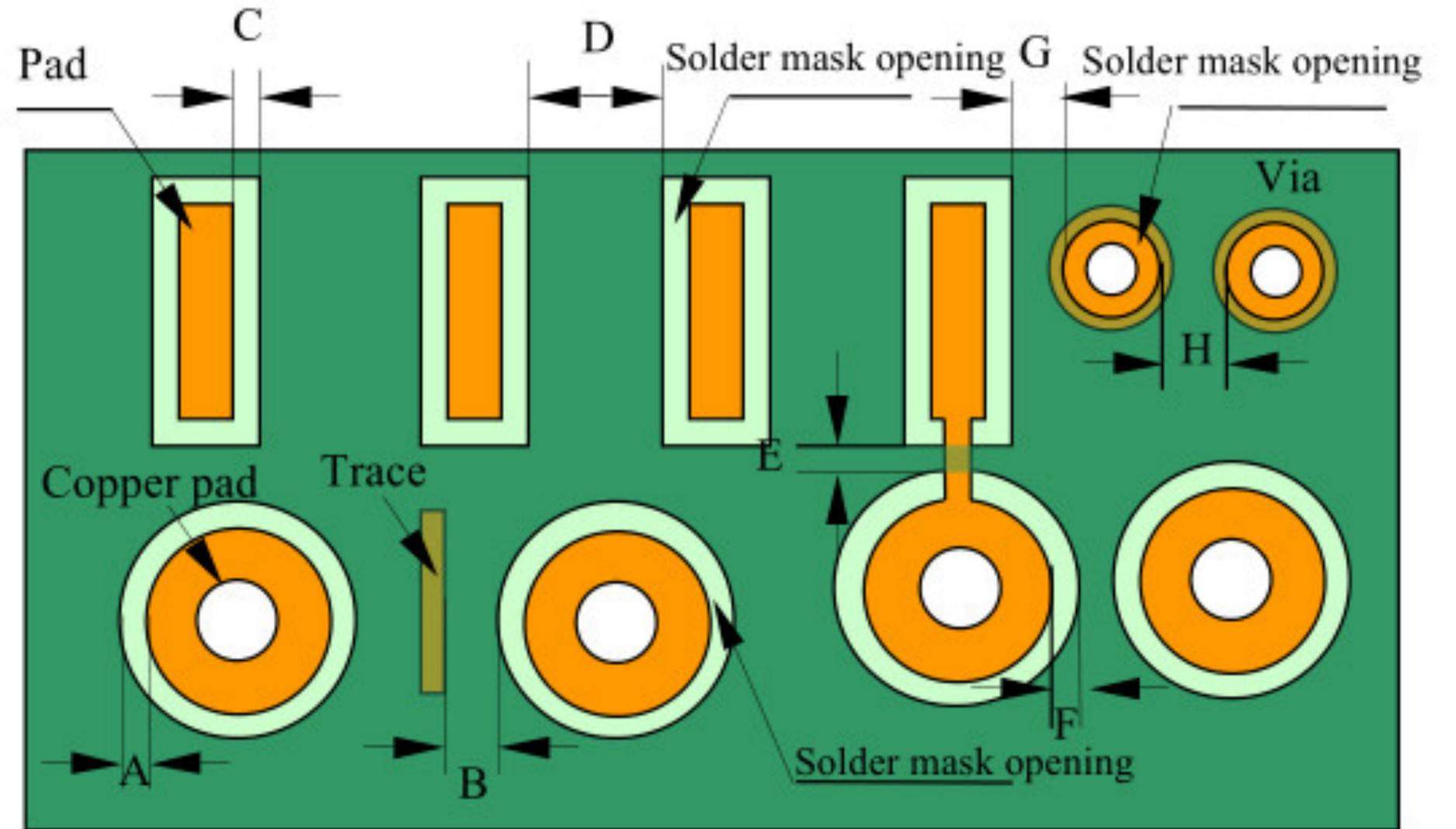
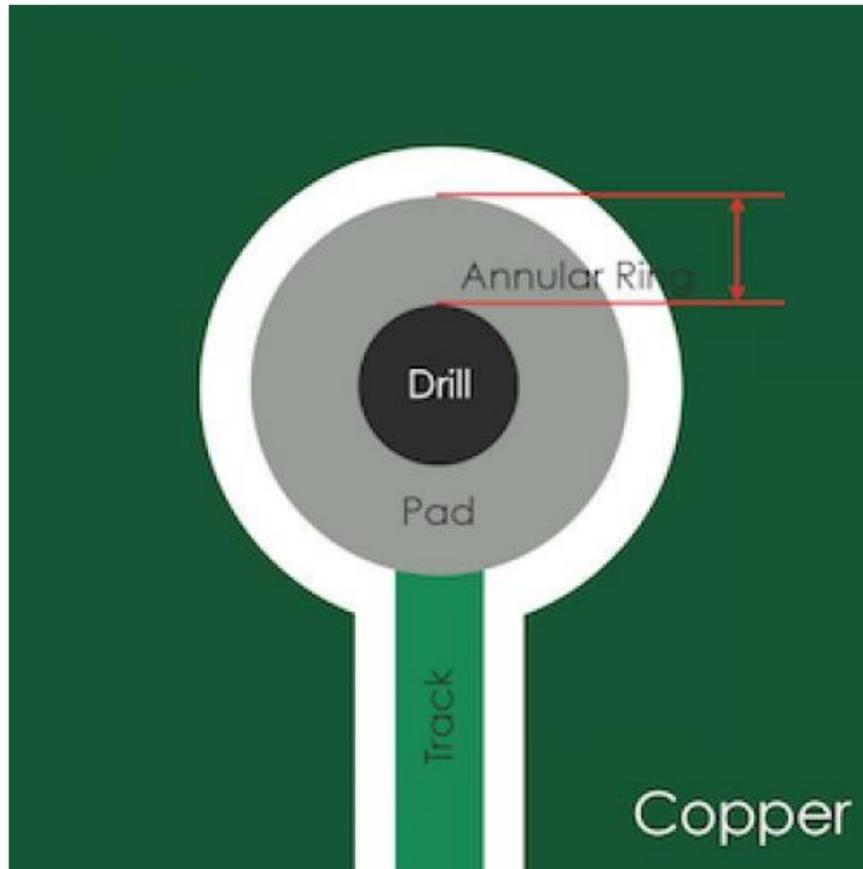


IC

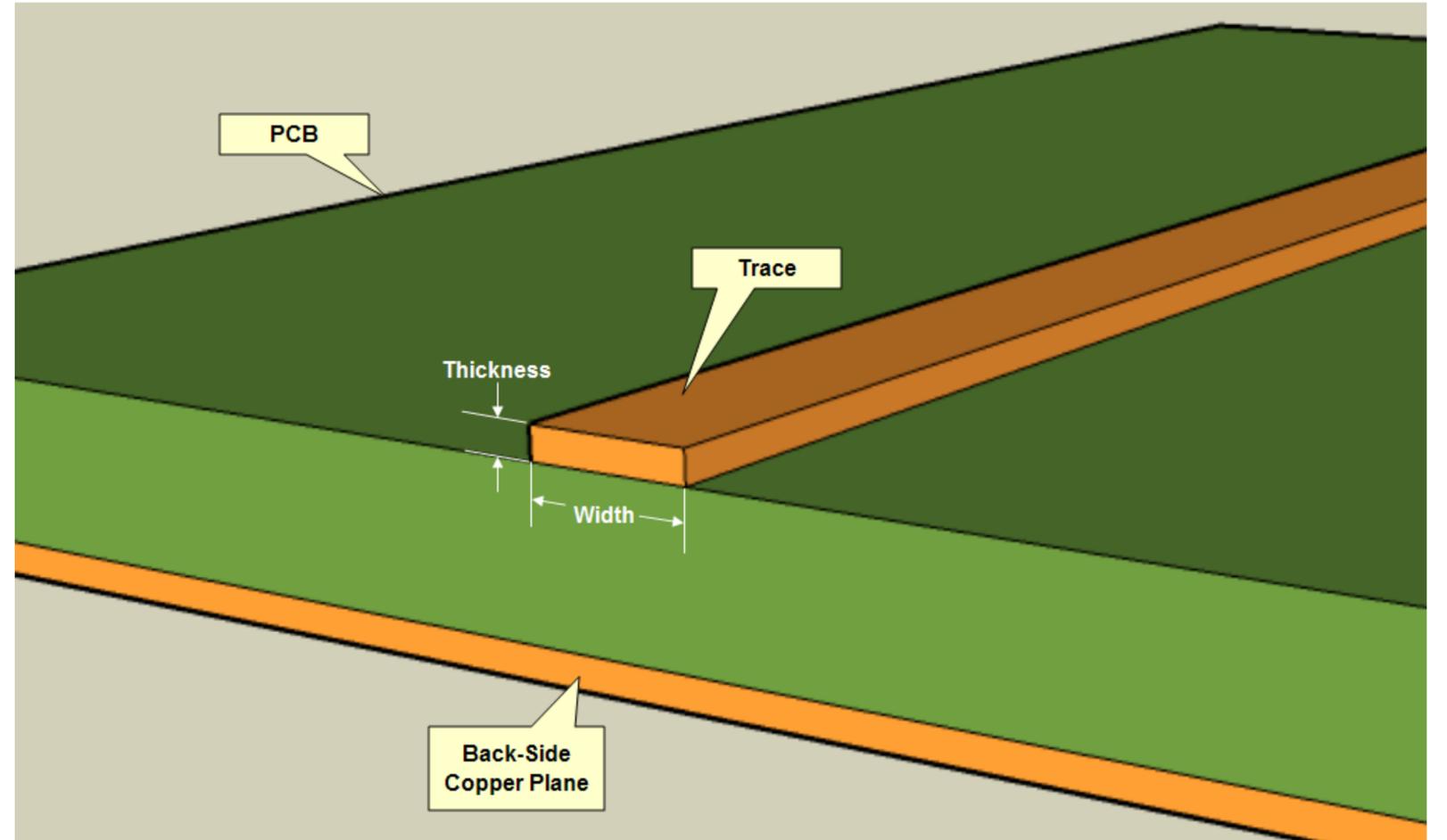
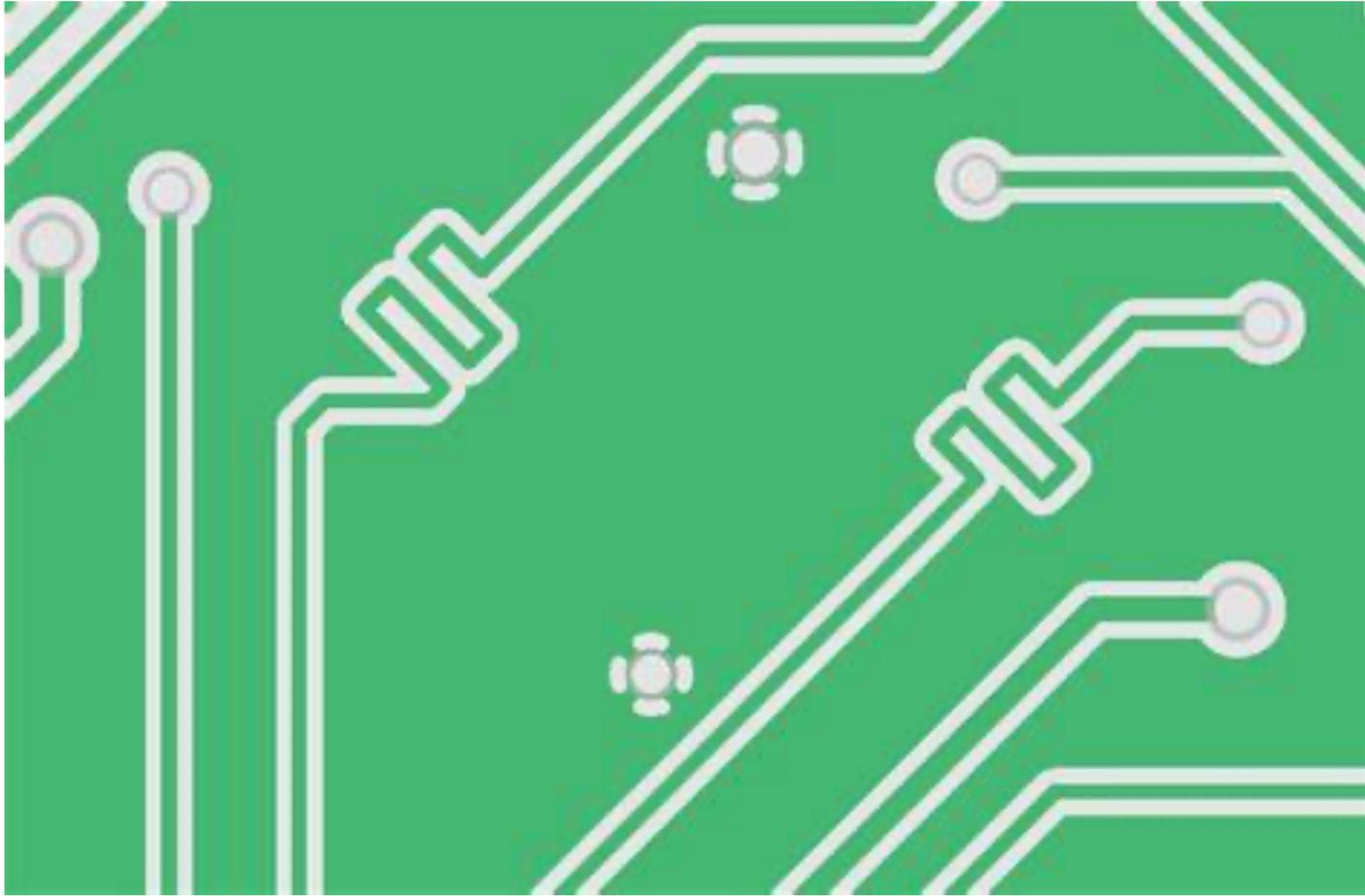
# 焊盘 - PAD



通过焊盘将元器件焊接到电路板上

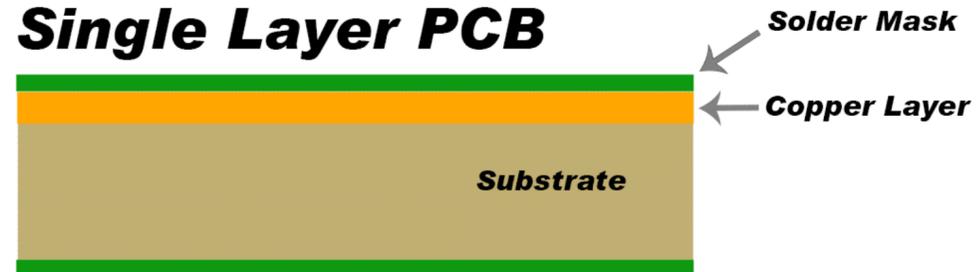


# 走线 - Track/Trace



# PCB分层 - Layer

## Single Layer PCB



## Double Layer PCB

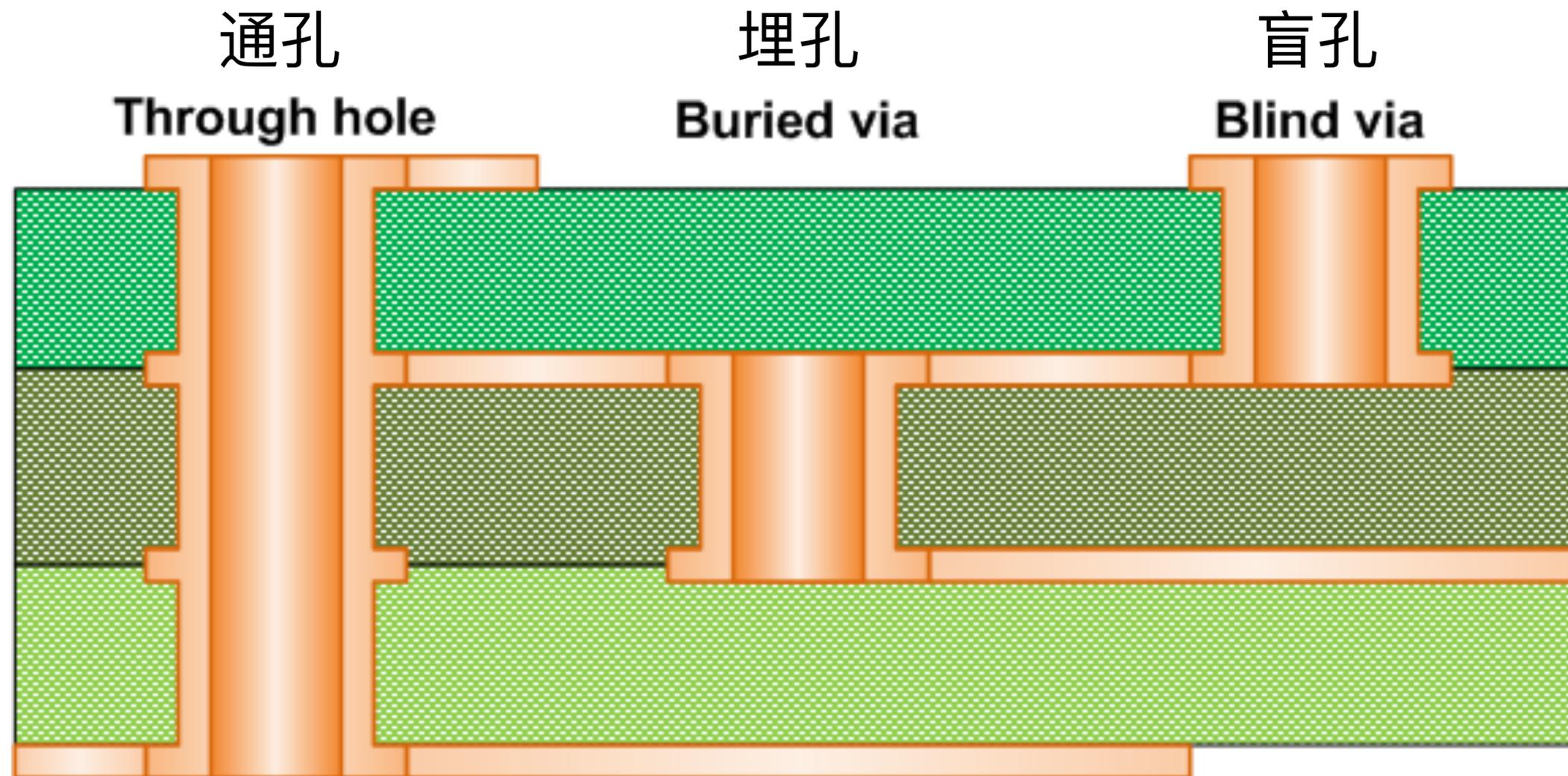


- Mechanical: 机械层 - 定义了板的外观
- Keepout layer: 禁止布线层 - 电气布线的边界
- Top overlay: 顶层丝印层
- Bottom overlay: 底层丝印层
- Top paste: 顶层焊盘层
- Bottom paste: 底层焊盘层
- Top solder: 顶层阻焊层
- Bottom solder: 底层阻焊层
- Drill guide: 过孔引导层
- Drill drawing: 过孔钻孔层
- Signal layer: 信号层
- Internal plane layer: 内部电源/接地层
- Solder mask layer: 阻焊层



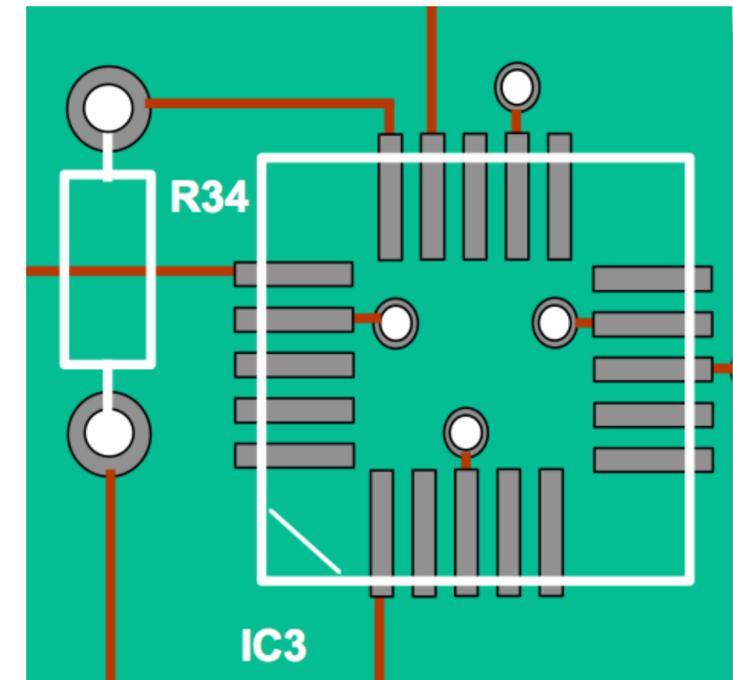
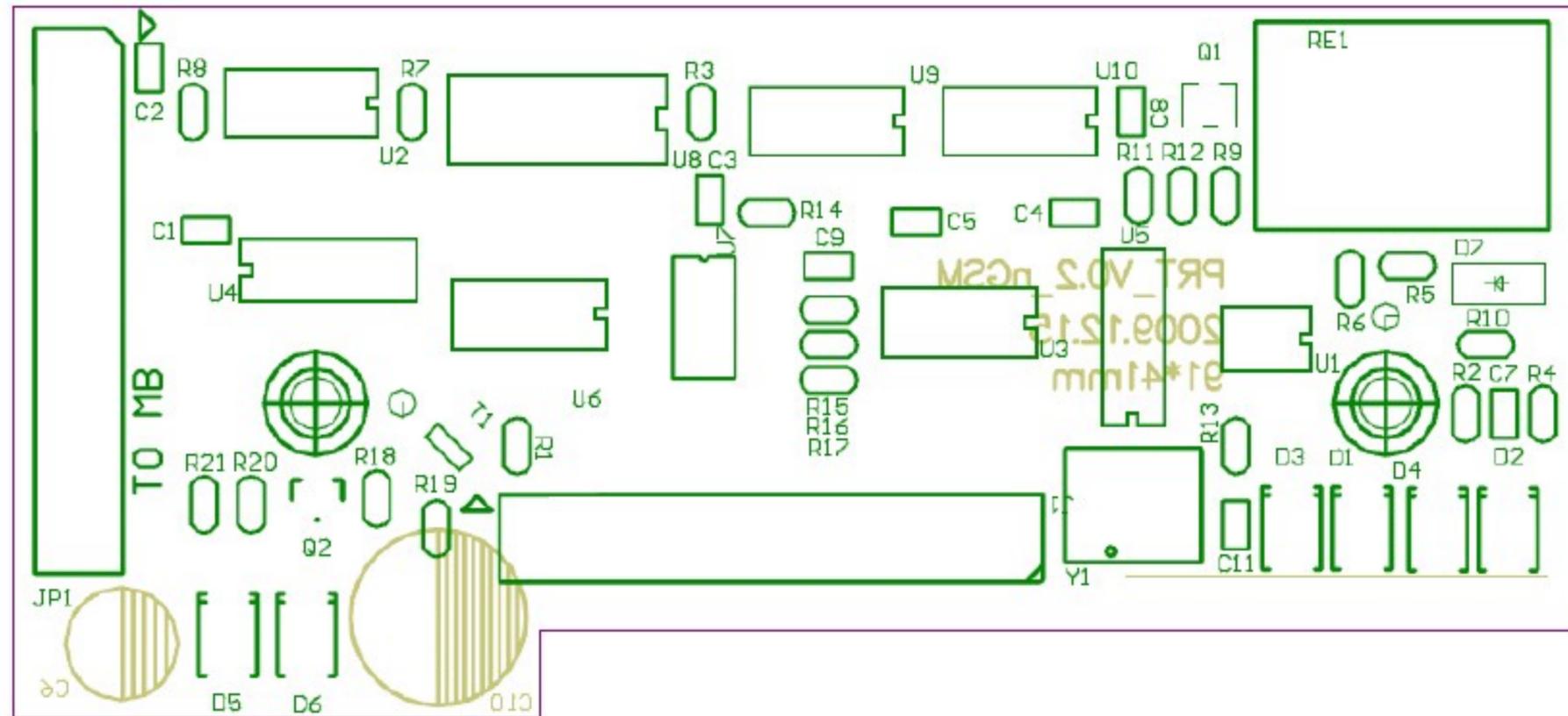
# 过孔 - Via

能够让电流通过的圆孔，可以将不同层的走线进行连接



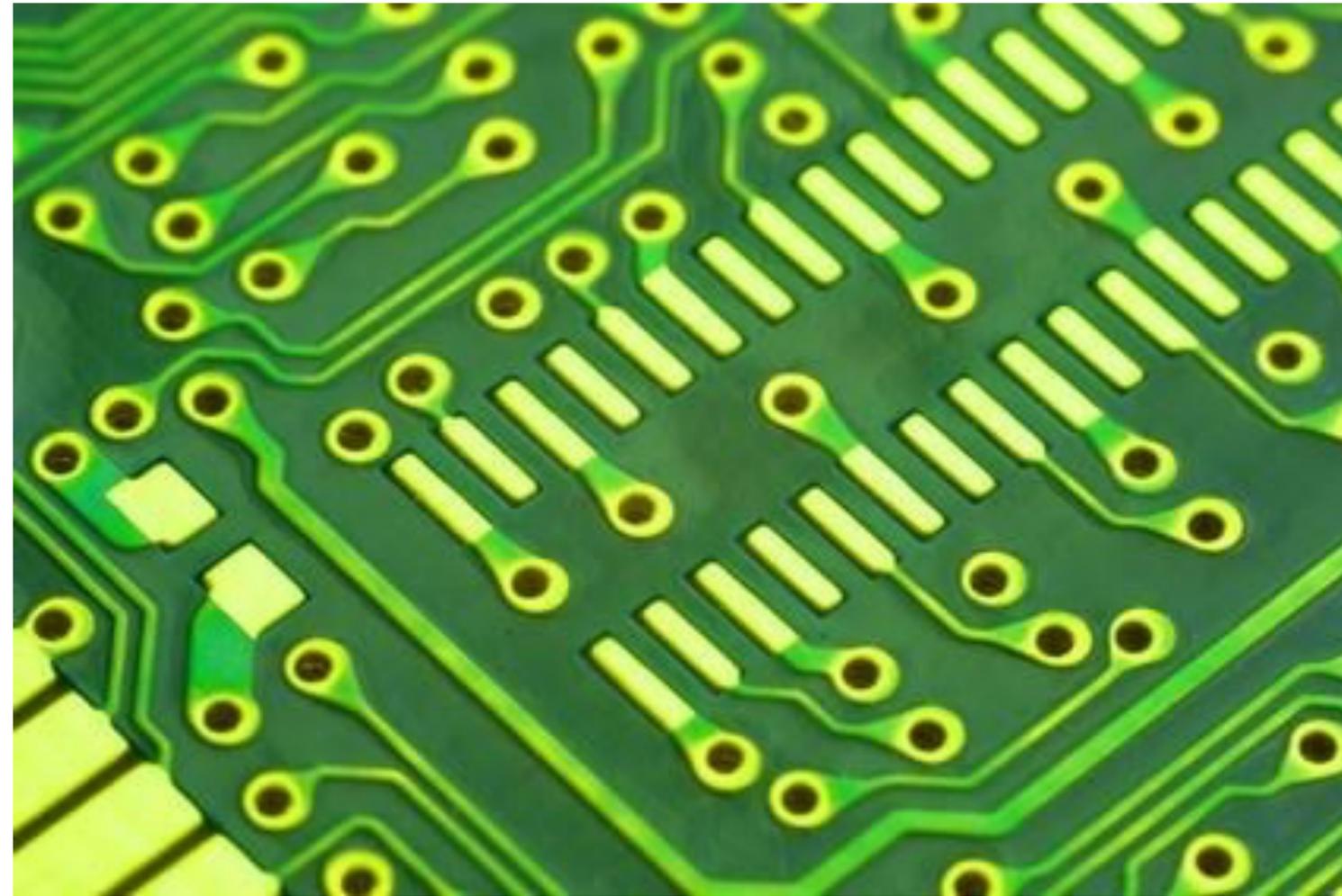
# 丝印 - Silk Screen

- 元器件轮廓、方向、编号、备注信息，方便辨识
- 一般在Top overlay层和Bottom overlay层
- 字体大小适中，不要放置在焊盘或过孔上导致阅读困难



# 阻焊 - Solder Mask

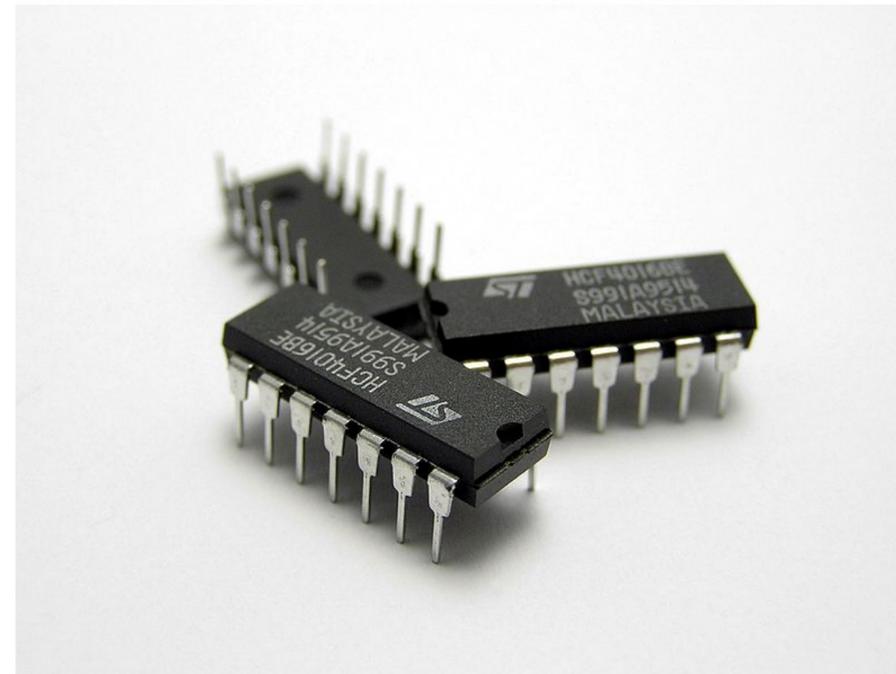
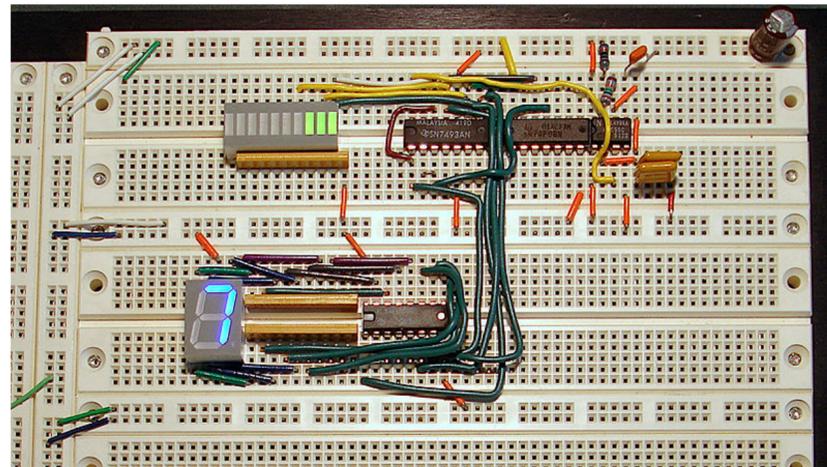
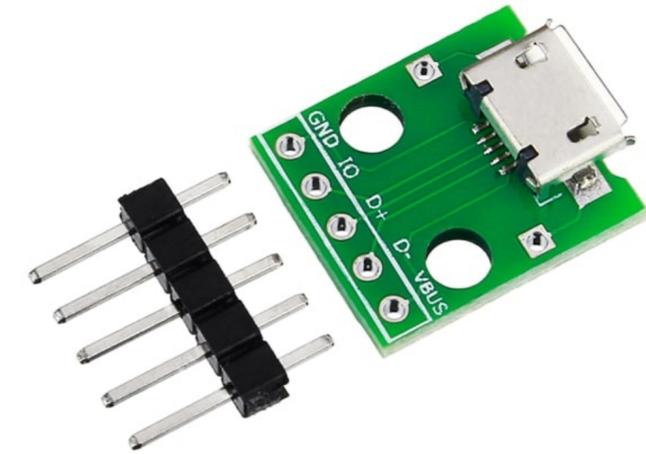
在上下两层没有焊盘的地方上的一层用于绝缘的绿油层，防止焊锡将不同Net的两个连线短路



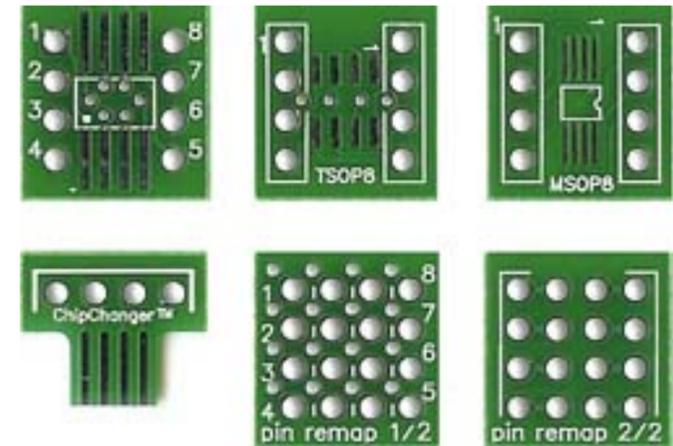
# 测试电路构成

面包板 + 穿孔的元器件 + 突破板, SMD到穿孔转换板 + 连线

突破板 (Breakout boards)

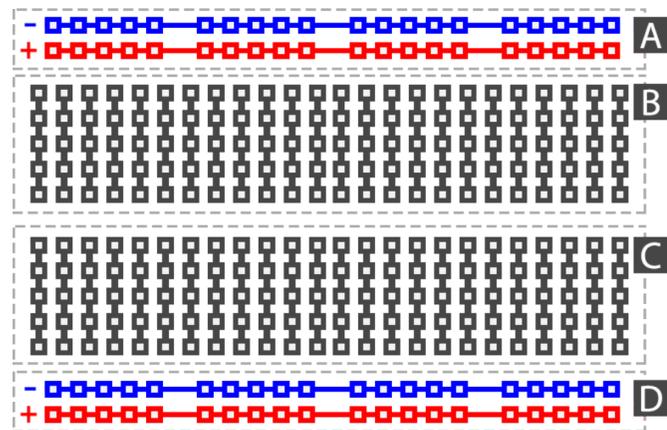
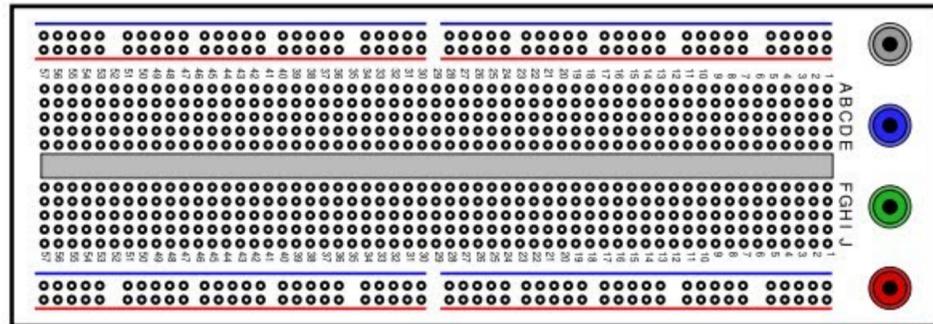


SMD器件到穿孔器件转换板

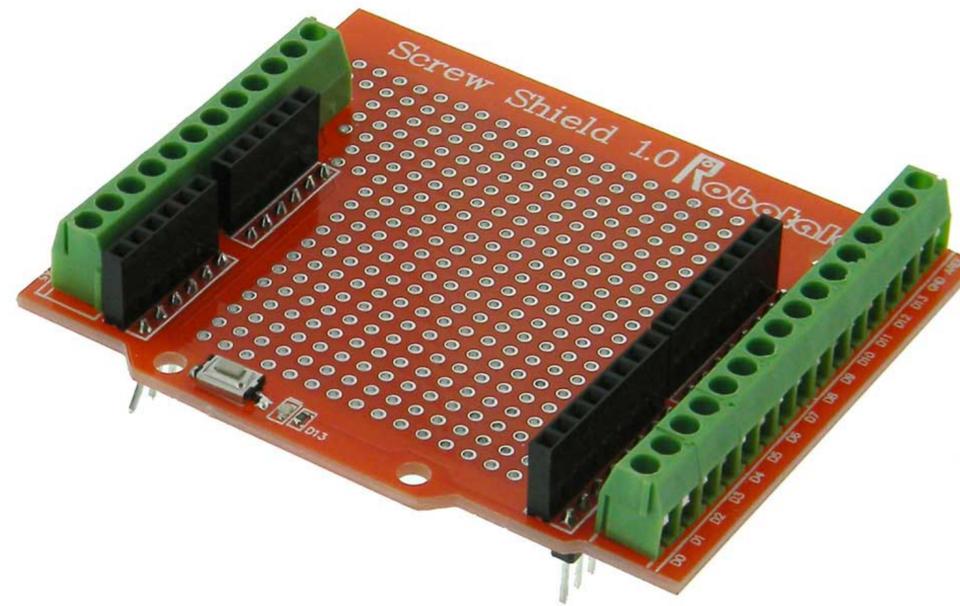


# 原型板 - 简单原理验证

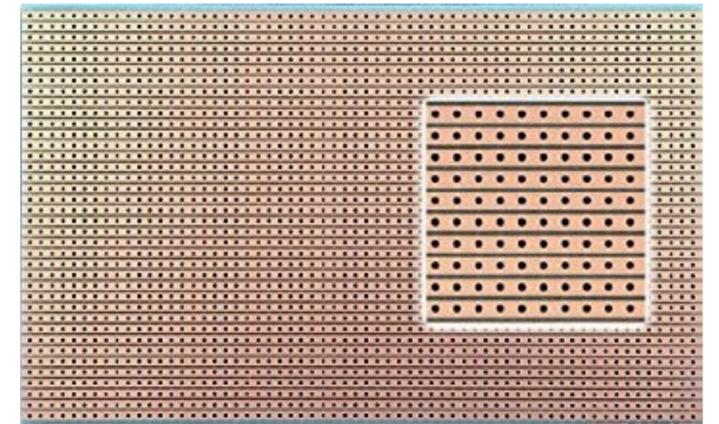
面包板 - 不需要焊接



多孔板 - 不带焊盘/带焊盘

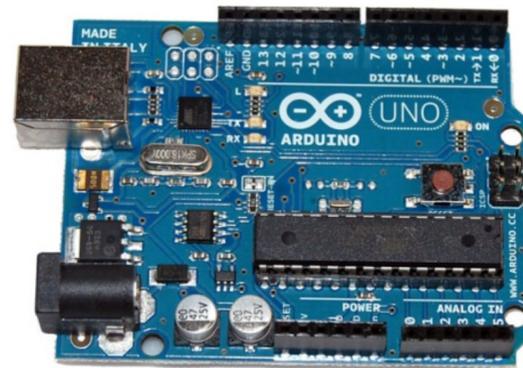
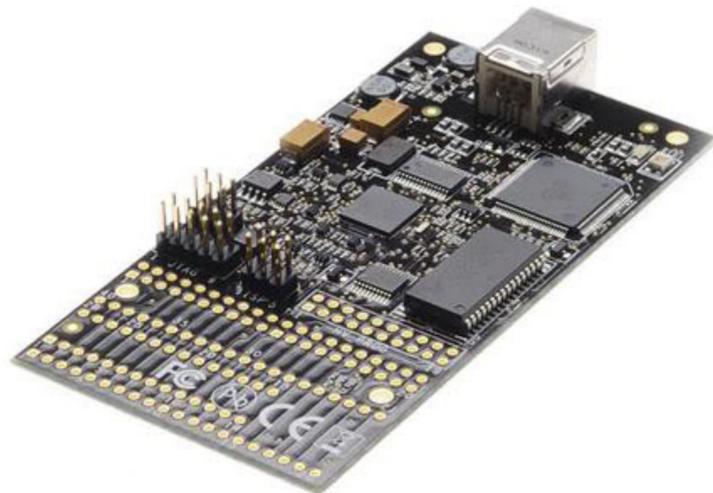
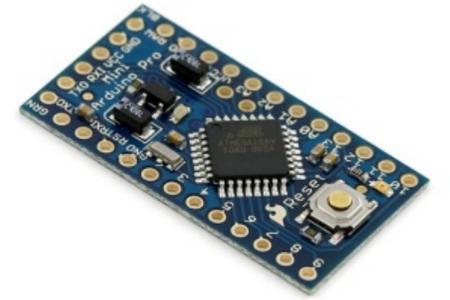
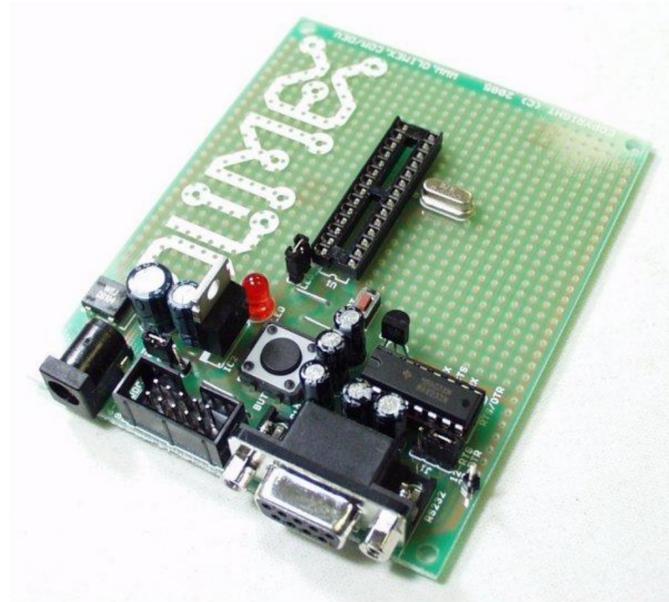


铜箔板



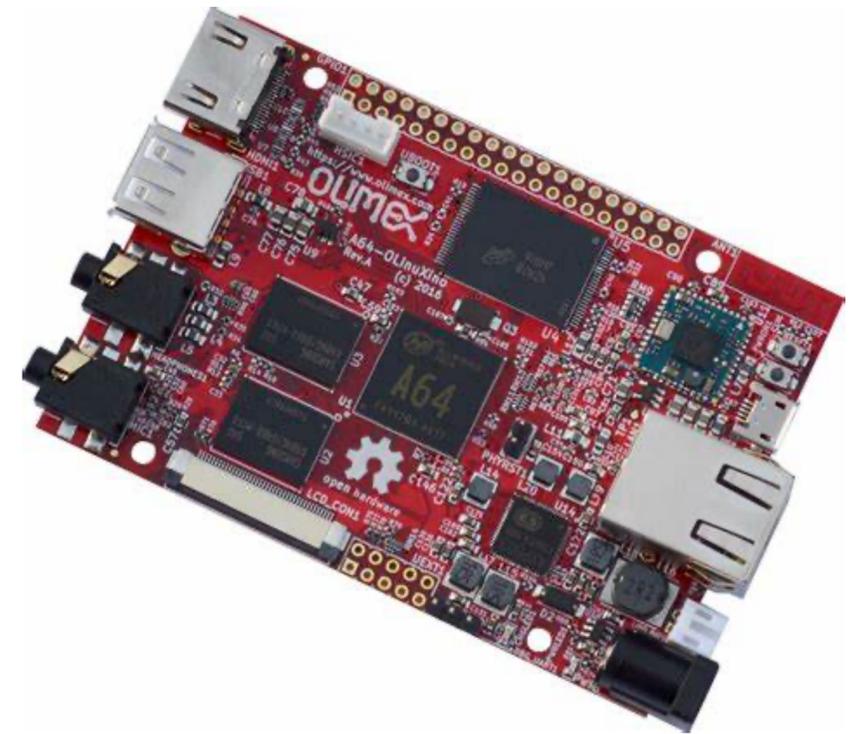
# 开发板

- 为电路设计和元器件选型提供参考



# PCB设计工具 - KiCad

- 开源、免费
- 系统成熟，广被企业采用
- 支持Windows、Mac、Linux系统
- 库资源丰富
- 安装快捷、运行资源要求低、操作简单
- 最新版本：5.1.16



# 官网资源 - [www.kicad-pcb.org](http://www.kicad-pcb.org)

- 软件下载 - 支持多种操作系统Windows、mac、linux，以及源代码
- Docs - 电子书/PDF版本的使用说明文档，关于每一个功能模块
- 库资源
  - 官方自带的库：原理图符号、PCB封装以及3D模型，不同版本的
  - 第三方库：Digikey、Sparkfun、SnapEDA，通过Github页面下载
- 教程 》 Help 》 Tutorials
  - 文本教程，都是英文的
  - 视频教程
- 开源项目案例 》 discover made with kicad - 42个项目
- 一些辅助工具 - 计算项目成本、AD转换为KiCad格式、交互查看电路原理图

# [digikay.cn](http://digikay.cn)

- 先选为中文网站
- 工具》 EDA和设计工具 › KiCad库, 1000多个有用的元器件的库
- 资源》 视频库 › 搜索KiCad, 有19个与KiCad相关的视频

# 电子森林资源汇总

- [www.eetree.cn](http://www.eetree.cn)
- 工具》PCB设计工具》KiCad
- 或直接搜索KiCad

# 元器件选用的原则

- 功能需要 - 1个或多个关键器件
- 性能满足设计要求
- 比较价格 - 同行业常用器件，系统整体成本（包括配套外围器件、加工成本）
- 供货渠道、交期、风险系数
- 封装 - 根据成本、板卡物理尺寸、功耗、接口、加工可行性
- 使用难度 - 成熟度、焊接调试、技术支持、资料、配套环境

# 选用渠道1 - 搜索网站

- 根据型号或关键词进行搜索
- 行业搜索网站：
  - [www.datasheet5.com](http://www.datasheet5.com)
- 通用搜索引擎 - 来自多个渠道的综合信息：
  - [www.bing.com](http://www.bing.com)
  - [www.google.com](http://www.google.com)

max232

1,660,000 Results

**Max232 @ FindChips | findchips.com**  
Ad · [www.findchips.com/FindChips/Components](http://www.findchips.com/FindChips/Components)  
Find Price, Availability & Datasheets From The Top Distributors Worldwide.  
Max232 Stock and Price by Distributor  
findchips.com has been visited by 10K+ users in the past month

**MAX232**  
The MAX232 is an integrated circuit first created in 1987 by Maxim Integrated Products that converts signals from a TIA-232 (RS-232) serial port to signals suitable for use in TTL compatible digital logic circuits. The MAX232 is a dual driver/receiver and typically converts the RX, TX, CTS and RTS signals.

Shop for max232

20 Pcs Max232cse ... \$2.69 eBay	20 Pcs Max232ese ... \$1.99 eBay	10 Pcs Max232ese ... \$1.99 eBay	20 X MAX232EPE... \$18.79 Bonanza
--	--	--	---

datasheet5

AD9288

免费下载 2D 和 3D CAD 模型

厂商: Analog Devices Inc Rochester Electronics LLC

对比	型号	厂商	描述	均价	ECAD	数据手册	替代料
<input type="checkbox"/>	AD9288BSTZ-100	Analog Devices Inc	8-Bit, 40/80/100 MSPS Dual A/D Converter	-			
<input type="checkbox"/>	AD9288BSTZ-40	Analog Devices Inc	8-Bit, 40/80/100 MSPS Dual A/D Converter	¥ 61.7625			
<input type="checkbox"/>	ADC081S051CIMF/NOPB	Texas Instruments	模数转换器,ADC, Successive Approximation, 8-Bit, 1 Func, 1 Channel, Serial Access, CMOS, PDSO6				
<input type="checkbox"/>	AD9288BSTZ-80	Analog Devices Inc	8-Bit, 40/80/100 MSPS Dual A/D Converter	¥ 96.6748			
<input type="checkbox"/>	AD9288BSTZRL-40	Analog Devices Inc	8-Bit, 40/80/100 MSPS Dual A/D Converter	-			
<input type="checkbox"/>	AD9288BST-100	Analog Devices Inc	IC DUAL 1-CH 8-BIT PROPRIETARY METHOD ADC, PARALLEL ACCESS, PQFP48, 7 X 7 MM, PLASTIC, MO-026-BBC, LQFP-48, Analog to...	-			
<input type="checkbox"/>	AD9288BST-80	Analog Devices Inc	IC DUAL 1-CH 8-BIT PROPRIETARY METHOD ADC, PARALLEL ACCESS, PQFP48, 7 X 7 MM, PLASTIC, MO-026-BBC, LQFP-48, Analog to...	-			

datasheet5

例: AD9644; ADC...

AD9288BSTZ-100

Analog Devices Inc

8-Bit, 40/80/100 MSPS Dual A/D Converter

市场均价: ¥ 152.2681

市场总库存: 2229

生命周期状态: Active

风险等级: 0.86

参数规格

数据手册

AD9288BSTZ-100 Analog Devices Inc

参数名称	参数值
Brand Name	Analog Devices Inc
是否无铅	含铅
是否RoHS认证	符合
生命周期	Active
IHS 制造商	ANALOG DEVICES INC
零件包装代码	QFP
包装说明	LQFP, QFP48, 35SQ, 20

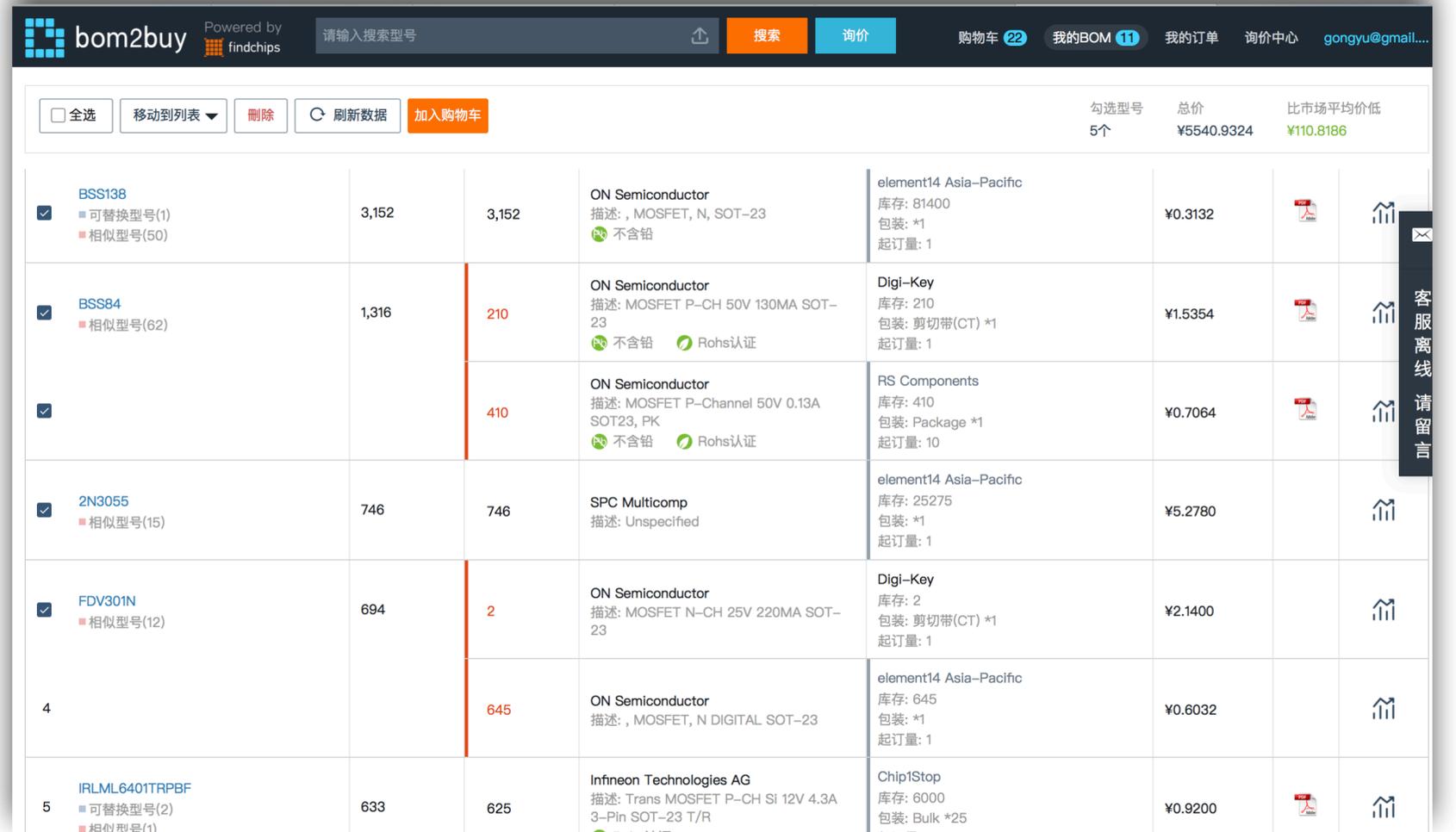
# 选用渠道2 - 分销商网站

- 根据型号查询
- 根据器件类别查询、根据参数过滤
- 每个分销商货品不同、价格也不同
- 现货价格、库存、参数、数据手册
- 主要分销商：

- [www.digikey.com](http://www.digikey.com)
- [www.mouser.com](http://www.mouser.com)
- [www.element14.com](http://www.element14.com)
- [www.rs-components.com](http://www.rs-components.com)
- [www.arrow.com](http://www.arrow.com)

[www.bom2buy.com](http://www.bom2buy.com)

- Findchips的中文版本，支持一站式交易
- 汇聚了主流现货分销商的实时库存和价格信息
- 批量器件上传，给出最佳组合购买渠道推荐
- 价格、库存、技术资料、风险系数、替代型号



The screenshot displays the bom2buy website interface. At the top, there is a search bar with the text "请输入搜索型号" (Please enter the search model number) and buttons for "搜索" (Search) and "询价" (Quote). The navigation bar includes "购物车 22" (Shopping Cart 22), "我的BOM 11" (My BOM 11), "我的订单" (My Orders), "询价中心" (Quote Center), and "gongyu@gmail...".

The main content area shows a table of search results. The table has columns for selection status, part number, inventory, price, description, and supplier. The table is filtered to show 5 items. The total price for the selected items is ¥5540.9324, which is ¥110.8186 below the market average price.

勾选型号	总价	比市场平均价低
5个	¥5540.9324	¥110.8186

选择	型号	库存	价格	描述	供应商
<input checked="" type="checkbox"/>	BSS138 可替换型号(1) 相似型号(50)	3,152	3,152	ON Semiconductor 描述: MOSFET, N, SOT-23 不含铅	element14 Asia-Pacific 库存: 81400 包装: *1 起订量: 1
<input checked="" type="checkbox"/>	BSS84 相似型号(62)	1,316	210	ON Semiconductor 描述: MOSFET P-CH 50V 130MA SOT-23 不含铅 Rohs认证	Digi-Key 库存: 210 包装: 剪切带(CT) *1 起订量: 1
<input checked="" type="checkbox"/>			410	ON Semiconductor 描述: MOSFET P-Channel 50V 0.13A SOT23, PK 不含铅 Rohs认证	RS Components 库存: 410 包装: Package *1 起订量: 10
<input checked="" type="checkbox"/>	2N3055 相似型号(15)	746	746	SPC Multicomp 描述: Unspecified	element14 Asia-Pacific 库存: 25275 包装: *1 起订量: 1
<input checked="" type="checkbox"/>	FDV301N 相似型号(12)	694	2	ON Semiconductor 描述: MOSFET N-CH 25V 220MA SOT-23	Digi-Key 库存: 2 包装: 剪切带(CT) *1 起订量: 1
			645	ON Semiconductor 描述: MOSFET, N DIGITAL SOT-23	element14 Asia-Pacific 库存: 645 包装: *1 起订量: 1
	IRLML6401TRPBF 可替换型号(2) 相似型号(1)	633	625	Infineon Technologies AG 描述: Trans MOSFET P-CH SI 12V 4.3A 3-Pin SOT-23 T/R	Chip1Stop 库存: 6000 包装: Bulk *25 起订量: 25

客服  
离线  
留言

# 选用渠道4 - 媒体NPI

- 适用于原厂新推出来的产品
- 配套的板卡、市场活动、论坛
- 主要来源：

- 专业媒体的新闻报导 - [www.eefocus.com](http://www.eefocus.com)
- 开发板及电子产品评测 - [www.eeboard.com](http://www.eeboard.com)
- 工程师设计分享网站 - [www.cirmall.com](http://www.cirmall.com)
- 在线技术培训网站 - [www.moore8.com](http://www.moore8.com)

EEFOCUS 与非网

STM32F103

搜索

全部 资讯 参考电路 板卡评测 器件采购 视频直播 技术社区 行业活动

全部 新闻 博客 资源

搜索排序 用0.015607秒找到相关内容约为390条

相关性 **基于STM32F103的水动力测控系统设计**

发布时间 系统采用意法半导体推出的STM32F103，是基于Cortex-M3内核的32位ARM芯片系列，而ZET6属于该系列的高容量芯片，片内Flash为512KB，片内SRAM为64kB，主频72MHz，具备26位地址线和16位数据宽度。系统的显示屏为翰彩4.3寸TFT液晶屏，分辨率为640&Times;480，显示屏驱动模块是SSD1963，采用了16位（5位红色，6位绿色，5...

时间筛选 全部 2017-12-25 14:58:58 www.eefocus.com

一周内

一个月内

三个月内

半年内

一年内

15天带你玩转STM32F103(实战篇)

本节我们将跟大家继续分享上节没讲完的项目经验分享，以及多个基于STM32F103的设计方案和项目开发示例，让大家结合实例，丰富设计思路。回顾上节内容 【经验分享】 STM32F103ZET6开发板DIY(附件包含原理图PCB文件) http://www.stmcu.org/module/forum/thread-582889-1-1.html STM32F103的 ...

2017-06-19 09:28:22 www.eefocus.com

本月热门搜索

stm32

开发板

智能车

树莓派

压力传感器

物联网

单片机

华为

bom2buy

嵌入式系统

### 精英STM32F103ZET6开发板

¥188.0

从图中可以看出，ALIENTEK精英STM32F103，资源丰富，并充分利用了STM32F103的内部资源，基本所有STM32F103的内部资源，都可以在此开发板上验证，同时扩充丰富的接口和功能模块，整个开发板小巧精致。ALIENTEK精英STM32F103板载资源如下：\*外扩SPI FLASH：W25Q128，16M字节 2个状态指示灯（DS0：红色，DS1：绿色） 1个 ...

2018-06-06 17:07:20 | 商城 www.eeboard.com

---

### 使用Arduino IDE玩转STM32F103C8T6之开发环境搭建与LED闪烁

STM32F103C8T6最小开发板价格便宜性能超越Arduino UNO，下面介绍一下这款入门开发板的玩法这款开发板的硬件资源如下其中黄色是BOOT0和BOOT1跳线帽，旁边是重置键，下面介绍使用Arduino IDE烧写程序的方法烧写前硬件连接方法使用USB转串口线连接开发板和电脑USB，其中串口线的TX RX分布连接开发板PA10 PA9，然后将BOOT0短接...

2018-05-11 08:51:48 | 经验 | 标签: led闪烁, stm32f103c8t6, 开发环境搭建 jingyan.eeboard.com

---

### 集成DW1000 和 STM32F103的远距离UWB测距模块

UWB测距模块SKU603集成了DecaWave的DW1000超宽带UWB收发器IC和GD32F130G8U6 MCU。该模块将天线，所有RF电路，电源管理和时钟电路集成在一个模块中。为了节省模块处于静态时的模块功耗，该模块集成了一个三轴线性加速度计。它可用于双向测距或TDOA定位系统，以将资产定位到10厘米的精度，并支持高达6.8 Mbps的数据传输速率。...

2018-03-12 16:04:09 | 论坛 www.eeboard.com

### STM32F103C8T6最小系统板PCB工程文件

免费

STM32F103C8T6单片机最小系统板，板载了基于MCU的最基本电路，如晶振电路、USB电源管理电路和USB接口等。该STM32F103C8T6核心板引出了所有的I/O口资源，带有SWD仿真调试下载接口。附件资料截图：

2018-06-04 14:42:53 | MCU开发板 | 标签: stm32f103c8t6, 系统板 | 296 | 42 www.cirmall.com

---

### Mini版stm32f103RCT6开发板电路设计（增加安装孔）

¥10.0

本项目是基于stm32f103RCT6芯片设计的STM32开发板小系统板。说明：允许商业使用或修改PCB，而无需经过我的授权，但是请保留署名作者的权力。Mini版stm32f103RCT6开发板电路 PCB 3D截图：附件内容截图：

2018-04-26 15:49:55 | MCU开发板 | 标签: stm32f103, 单片机 | 544 | 3 www.cirmall.com

---

### STM32制作的PLC光耦隔离输出输入STM32F103Rxt6 数字IO 原理图/...

免费

该图纸为免费图纸保护PCB图纸和原理图，altium 18 绘制，免费商品不做技术支持。

2018-04-10 09:17:55 | 工业控制 | 标签: plc控制板原理图, plc控制源码 | 1046 | 125 www.cirmall.com

---

### 倒车系统设计倒车影像和超声波距离检测源码（STM32F103ZET6精英...

免费

利用正原子的精英板，芯片是STM32F103ZET6摄像头是OV7670(带FIFO)超声波模块HC-SR04，连线如下VCC->5VTrig->PE5 Echo->PA0GND->GND

### STM32F103xx系列微控制器教程

课程简介：本教程介绍了ST（意法半导体）公司基于Cortex-M3的STM32F103xx系列微控制器，教程共分16章节进行讲解。帮助初次接触STM32F103xx的学习者了解该平台的特性和开发环境。本课程讲师:moore8user1

2013-11-15 14:53:15 | 线上课程 www.moore8.com

---

### 幻彩灯驱动教程第一讲：基于STM32F103的幻彩灯驱动程序编写

本节课讲基于STM32的幻彩灯的驱动程序编写，在实现驱动程序之后会设计几个简单的闪烁模式并实现。本课程讲师:西安小马哥

2017-05-08 09:32:20 | 线上课程 www.moore8.com

---

### STM32F4与STM32L4系列功耗对比分析与测试

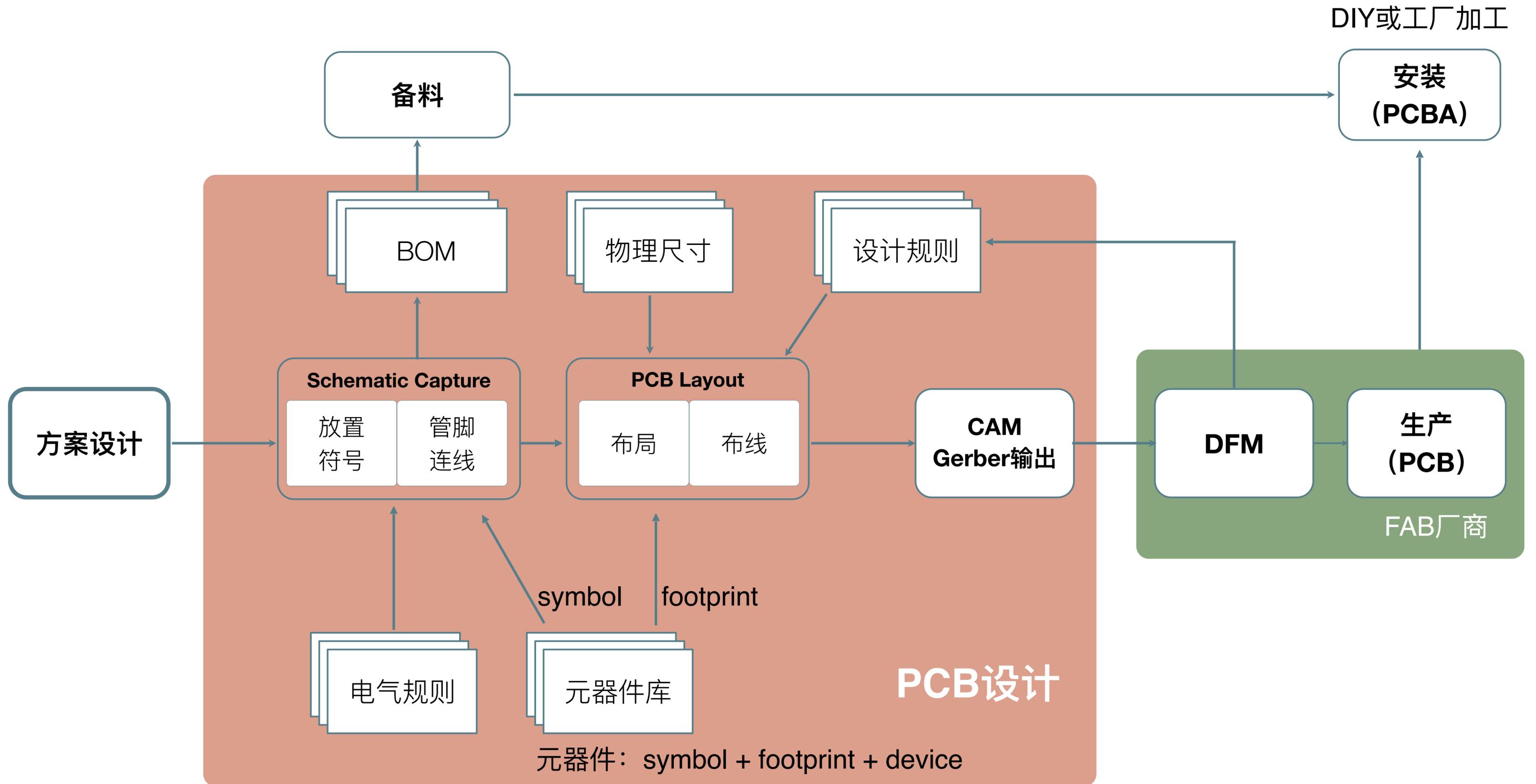
2012年开始接触并使用ST的微控制器（主要有STM8L 和STM32F103系列），从事低功耗产品设计和研发工作，平时利用空余时间喜欢捣腾一些电子产品并根据需要做些简单的PC端软件。课程课件下载：链接：http://pan.baidu.com/s/1o77WQYA 密码：7ga8资料下载：STM32 L4单片机官方介绍及资源下载STM32 F4单片机官方介绍及资源下载时...

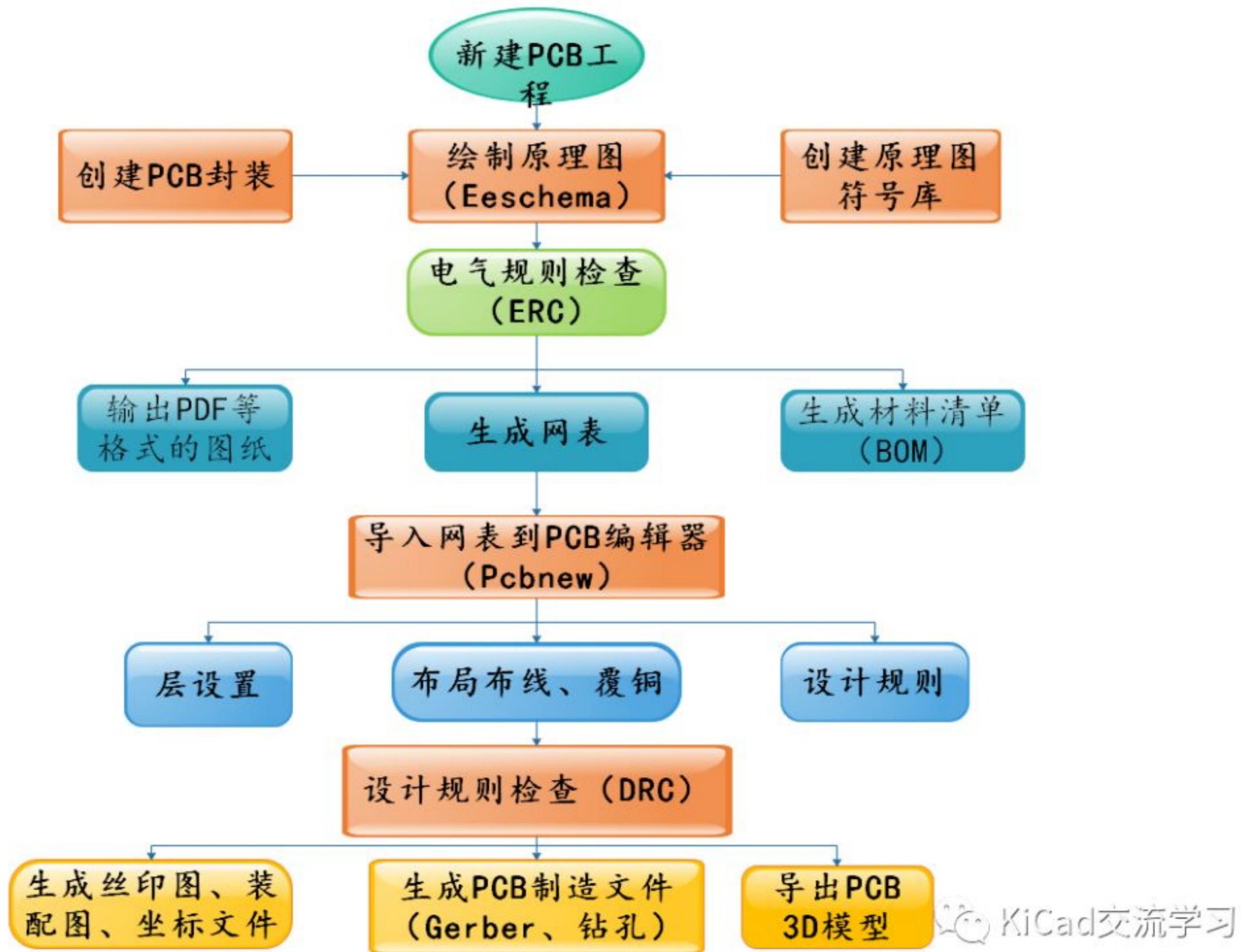
2016-12-12 15:13:40 | 线上课程 www.moore8.com

## 其它渠道

---

- 前期项目和团队选用的器件 - 风险最小，但会偏于保守
- 其它产品的参考、借鉴
- 原厂或分销商市场/FAE推荐 - 活动介绍或线下拜访，新产品替代有风险
- 技术论坛交流、QQ群、微信群

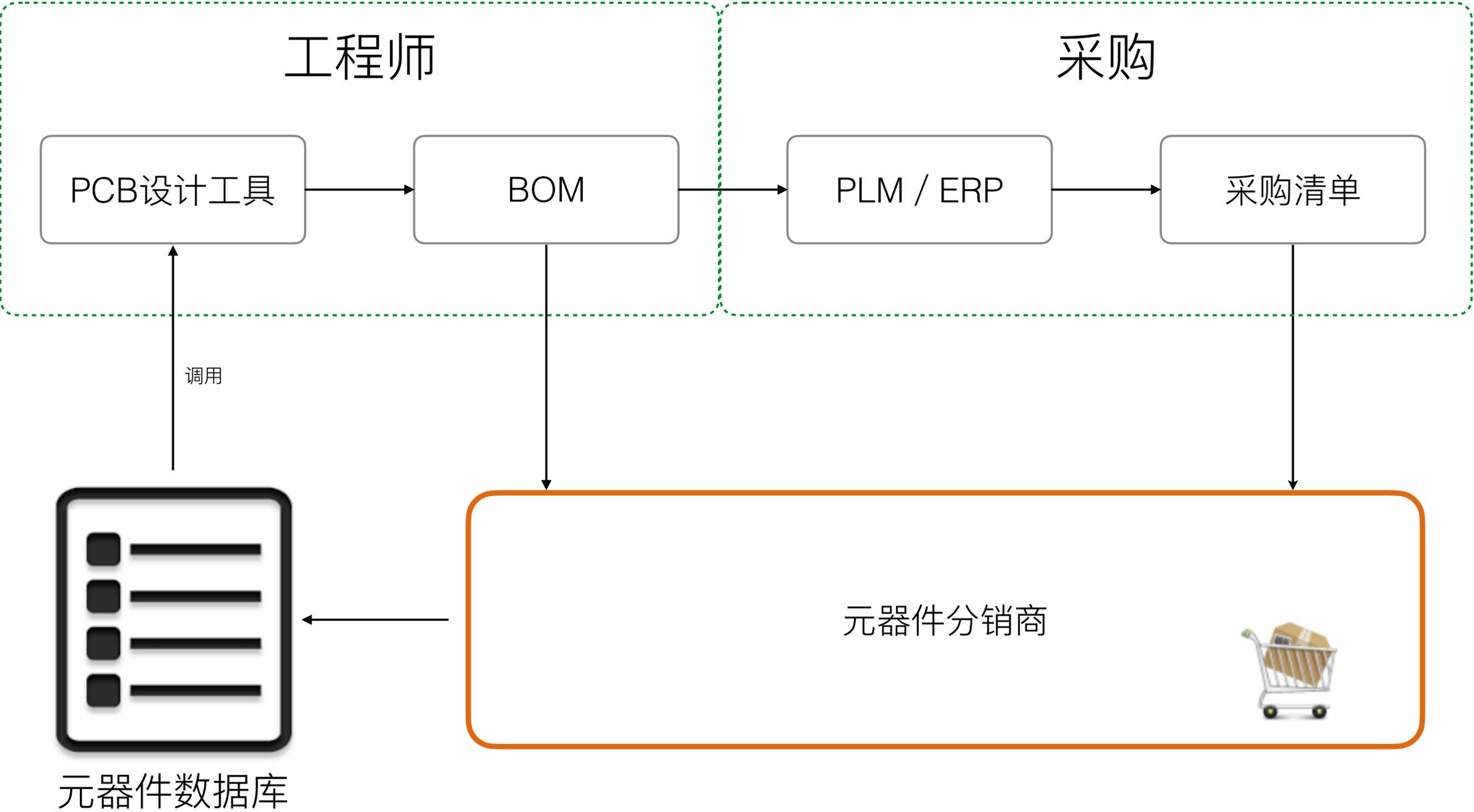




# 方案设计

- 将“概念”转变成“框图”
- 将“框图”转变成“元器件”
- Top-down:
  - 从高层次开始设计，逐级分解
  - 明确定义子系统的功能
  - 明确定义子系统的接口
- Bottom-up:
  - 从模块开始进行逐级集成
  - 在模块之间添加“glue logic”进行连接
- 组合：
  - 适用于子系统风险较高的复杂设计
- 需要做很多重要的决定：
  - 模拟还是数字？
  - 3.3V还是5V？
  - 单芯片还是分立器件组合？
- 需要做很多折衷：
  - 高分辨率还是低功耗？
  - 同样的供电系统 - 是较高的数率还是较长的传输距离？
- 一个改变有可能会影响到整个系统的改变
  - 尽可能避免这种设计
  - 在复杂的、高度优化的系统中很难

# 备料 - 何时、从哪里买到可靠的元器件?



- 小批量研发
- 量产产品
- 开发板、评估板、模块



TIDA-00771 REV E2 Bill of Materials

# 标准BOM要素

- 编号 - Designator
- 数量 - Quantity
- 型号 - Part number
- 值 - Value
- 生产商 - Manufacture
- 描述 - Description
- 封装 - Package/Footprint

Item #	Designator	Quantity	Value	PartNumber	Manufacturer	Description	PackageReference
1	C1, C3, C15	3	1uF	C1608X7R1C105K	TDK	CAP, CERM, 1 μF, 16 V, +/- 10%, X7R, 0603	0603
2	C2, C4	2	0.047uF	C1608X7R1E473K	TDK	CAP, CERM, 0.047 μF, 25 V, +/- 10%, X7R, 0603	0603
3	C5	1	4.7uF	GRM31CR71H475KA12L	MuRata	CAP, CERM, 4.7 μF, 50 V, +/- 10%, X7R, 1206	1206
4	C6	1	4.7uF	GRM21BR61C475KA88L	MuRata	CAP, CERM, 4.7 μF, 16 V, +/- 10%, X5R, 0805	0805
5	C7, C8, C9	3	2.2uF	GRM32ER72A225KA35L	MuRata	CAP, CERM, 2.2 μF, 100 V, +/- 10%, X7R, 1210	1210
6	C10, C14, C26, C27, C30	5	1000pF	885012205061	Würth Elektronik	CAP, CERM, 1000 pF, 50 V, +/- 10%, X7R, 0402	0402
7	C11	1	3300pF	C1005X7R1H332K	TDK	CAP, CERM, 3300 pF, 50 V, +/- 10%, X7R, 0402	0402
8	C12	1	2.2uF	GRM31CR71H225KA88L	MuRata	CAP, CERM, 2.2 μF, 50 V, +/- 10%, X7R, 1206	1206
9	C13, C18, C23, C25, C28, C31	6	0.1uF	885012105016	Würth Elektronik	CAP, CERM, 0.1 μF, 16 V, +/- 20%, X5R, 0402	0402
10	C16	1	10uF	0805YD106MAT2A	AVX	CAP, CERM, 10uF, 16V, +/-20%, X5R, 0805	0805
11	C17, C29	2	0.1uF	0603YC104JAT2A	AVX	CAP, CERM, 0.1 μF, 16 V, +/- 5%, X7R, 0603	0603
12	C19, C20	2	270uF	EKZN350ELL271MJC5S	United Chemi-Con	CAP ALUM 270UF 20% 35V RADIAL	10x20
13	C21	1	0.1uF	C2012X7R1E104K	TDK	CAP, CERM, 0.1 μF, 25 V, +/- 10%, X7R, 0805	0805
14	C22	1	2200pF	GRM155R71H222KA01D	MuRata	CAP, CERM, 2200 pF, 50 V, +/- 10%, X7R, 0402	0402
15	C24	1	0.01uF	C0603X103K5RACTU	Kemet	CAP, CERM, 0.01 μF, 50 V, +/- 10%, X7R, 0603	0603
16	D1	1	RED	150060RS75000	Würth Elektronik Inc	LED RED CLEAR 0603 SMD	LED_0603
17	D2	1	30V	SMAJ30CA	Littelfuse	Diode, TVS, Bi, 30 V, 400 W, SMA	SMA
18	D3	1	YELLOW	150060YS75000	Würth Elektronik Inc	LED YELLOW CLEAR 0603 SMD	LED_0603
19	D4	1	GREEN	150060GS75000	Würth Elektronik Inc	LED, Green, SMD	LED_0603
20	D5	1	40V	NSR0240V2T1G	ON Semiconductor	Diode, Schottky, 40 V, 0.25 A, SOD-523	SOD-523
21	J1	1	PEC04SAA N	PEC04SAAN	Sullins	Header, Male 4-pin, 100mil spacing,	0.100 inch x 4
22	J2	1		800-10-003-10-001000	Mill-Max	Header, 100mil, 3x1, TH	Header, 3x1, 100mil, TH
23	J3	1		800-10-005-10-001000	Mill-Max	Header, 100mil, 5x1, TH	Header, 5x1, 100mil, TH
24	J4	1		800-10-002-10-001000	Mill-Max	Header, 100mil, 2x1, TH	Header, 2x1, 100mil, TH
25	LBL1	1		TIDA-00771	Any	Printed Circuit Board	
26	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6	6	30V	CSD17576Q5B	Texas Instruments	MOSFET, N-CH, 30 V, 100 A, SON 5x6mm	SON 5x6mm
27	R1, R3	2	10k	CRCW060310K0JNEA	Vishay-Dale	RES, 10 k, 5%, 0.1 W, 0603	0603
28	R2	1	100	CRCW0603100RJNEA	Vishay-Dale	RES, 100, 5%, 0.1 W, 0603	0603
29	R4, R16, R17	3	3.30k	RG1608P-332-B-T5	Susumu Co Ltd	RES, 3.30 k, 0.1%, 0.1 W, 0603	0603
30	R5, R18	2	0.001	CRE2512-FZ-R001E-3	Bourns Inc.	RES SMD 0.001 OHM 1% 3W 2512	2512
31	R6, R7, R22, R27, R28, R39, R42, R43, R44	9	100	ERJ-2RKF1000X	Panasonic	RES, 100, 1%, 0.1 W, 0402	0402
32	R8	1	5.11	RC0603FR-075R11L	Yageo America	RES, 5.11, 1%, 0.1 W, 0603	0603
33	R9	1	47.5k	CRCW040247K5FKED	Vishay-Dale	RES, 47.5 k, 1%, 0.063 W, 0402	0402
34	R10	1	2M	RC0603FR-072ML	Yageo	RES SMD 2M OHM 1% 1/10W 0603	0603
35	R11	1	3.3	CRCW06033R30JNEA	Vishay-Dale	RES, 3.3, 5%, 0.1 W, 0603	0603
36	R12	1	499k	RC0402FR-07499KL	Yageo	RES SMD 499K OHM 1% 1/16W 0402	0402
37	R13, R14, R15	3	3.3k	CRCW04023K30JNED	Vishay-Dale	RES, 3.3 k, 5%, 0.063 W, 0402	0402
38	R19, R21, R32, R36, R37, R38	6	10.0k	ERJ-2RKF1002X	Panasonic	RES, 10.0 k, 1%, 0.1 W, 0402	0402
39	R20	1	0	ERJ-2GE0R00X	Panasonic	RES, 0, 5%, 0.063 W, 0402	0402
40	R23	1	51.1k	CRCW040251K1FKED	Vishay-Dale	RES, 51.1 k, 1%, 0.063 W, 0402	0402
41	R24	1	78.7k	CRCW040278K7FKED	Vishay-Dale	RES, 78.7 k, 1%, 0.063 W, 0402	0402

# 采购原则

## 1. 质量可靠

## 2. 货期受控

## 3. 服务保障

## 4. 价格尽可能低

货源	主要厂商	质量	货期	数量	价格
现有库存		可靠	现在		
现有可信的供货渠道		可靠	不一定		
原厂 - 样品/小批量	TI、ADI、美信	可靠	快		免费或较贵
原厂授权分销商	Arrow、Avnet、Future	可靠	期货，较久	量大	便宜
授权现货供应商	Mouser、Digikey、E14、RS、Verical	可靠	1-2周	小批量	较贵
BOM2BUY平台	SupplyFrame/EEFocus	可靠	1-2周	小批量	较贵
贸易商	华强北、中发市场	不可靠	快	小批量	便宜
淘宝		不可靠	快	小批量	便宜