

電子硬體完整教材

從零基礎到高級工程師的電子硬體系統化學習教材
Curriculum: From Beginner to Advanced

Complete

Electronic

Hardware

教材簡介

本教材為一套完整的電子硬體學習資源，涵蓋從最基本的電子元件到複雜的 SoC（系統單晶片）設計與製造。內容以中文撰寫，輔以英文專有名詞，方便讀者銜接國際技術文獻與 datasheet。

適合對象

- 電機/電子相關科系學生：補強課堂上未深入講解的內容
- 工程師轉職者：軟體工程師想跨入硬體領域
- 自學愛好者：Maker、Arduino/樹莓派玩家想深入理解原理
- 產品經理/系統工程師：需要理解硬體運作以協作開發
- 資深工程師：作為查閱、複習用的參考資料

學習目標

完成本教材後，您將具備：

1. 理解所有基本電子元件的工作原理、特性與選用方法
 2. 半導體物理的扎實基礎，能讀懂晶片設計相關文獻
 3. 類比與數位電路設計能力，能獨立完成電路設計
 4. PCB 設計與製造的完整概念，包含高速與射頻設計
 5. EDA 工具操作（KiCad、LTspice、Altium 等）
 6. 業界標準的設計流程：從規格、設計、模擬、驗證到量產
 7. 解讀規格書（Datasheet）與設計參考手冊（Reference Design）
 8. 進階主題：FPGA、嵌入式、SoC、混合訊號設計
-

目錄結構

```

? ? ? ? ? ? ? ? /
├── README.md                                     # ? ? ? ? ? ? ? ?
├── 00-? ? ? /
│   ├── 01-? ? ? ? .md                          # ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 02-? ? ? ? .md                          # ? ? ? ? ? ? ?
│   └── 03-? ? ? ? ? ? ? .md                     # ? ? ? ? ? ? ?
├── 01-? ? ? /
│   ├── 01-? ? ? ? .md                          # ? ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 02-? ? .md                             # ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 03-? ? .md                             # ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 04-? ? .md                             # ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 05-? ? ? .md                             # ? ? ? Zener ? Schottky ? LED
│   ├── 06-? ? ? -BJT.md                       # ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 07-? ? ? -FET-MOSFET.md                # ? ? ? ? ?
│   ├── 08-? ? ? .md                           # ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 09-? ? ? ? ? ? ? .md                   # ? ? ? ? ?
│   ├── 10-? ? ? ? ? ? ? .md                   # ? ? ? ? ? ? ?
│   └── 11-? ? ? ? ? ? ? .md                   # KCL/KVL ? ? ? ? ? / ? ? ? ? ?
├── 02-? ? ? ? ? /
│   ├── 01-? ? ? ? ? ? ? ? .md                 # ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 02-PN ? ? .md                          # ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 03-? ? ? ? ? ? .md                     # ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 04-BJT ? ? ? ? ? .md                   # BJT ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 05-MOSFET ? ? ? ? ? .md                # MOSFET ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 06-IGBT ? ? ? ? ? ? .md                # ? ? ? ? ? ?
│   ├── 07-? ? ? ? ? SCR.md                     # SCR ? TRIAC ? DIAC
│   ├── 08-? ? ? ? ? .md                       # LED ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   └── 09-? ? ? ? ? ? ? ? .md                 # CMOS ? ? ? ? ?
├── 03-? ? ? ? /
│   ├── 01-? ? ? ? ? ? .md                     # ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 02-? ? ? ? ? ? .md                     # CE/CB/CC ? ? ? ? ? ?
│   ├── 03-? ? ? ? ? ? .md                     # OP Amp ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 04-? ? ? ? .md                         # LP/HP/BP/BS ? ? ? ? / ? ?
│   ├── 05-? ? ? ? ? ? ? ? .md                 # RC ? LC ? ? ? ?
│   ├── 06-? ? ? ? ? ? ? ? .md                 # ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 07-? ? ? ? ? .md                       # ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 08-? ? ? ? ? .md                       # ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 09-? ? ? ? .md                         # SRAM/DRAM/Flash/EEPROM
│   └── 10-? ? ? ? ? ? ? ? .md                 # ADC/DAC ? ? ? ? ?
├── 04-? ? ? ? /
│   ├── 01-? ? ? ? ? ? ? .md                   # ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 02-RF ? ? ? ? ? .md                   # Gbps ? ? ? ? ?
│   ├── 03-? ? ? ? ? ? ? PI.md                 # ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 04-? ? ? ? ? ? ? SI.md                 # Power Integrity
│   ├── 05-EMI-EMC ? ? ? .md                  # Signal Integrity
│   ├── 06-PCB ? ? ? .md                       # ? ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 07-? ? ? ? ? ? ? .md                   # MCU ? ? ? ? ?
│   ├── 08-FPGA ? ? ? .md                     # ? ? ? ? ? ? ?
│   ├── 09-SoC ? ? ? .md                      # ? ? ? ? ? ?
│   └── 10-? ? ? ? ? ? ? ? .md                 # Analog/Digital ? ?
├── 05-? ? ? ? ? ? /
│   └── 01-? ? ? ? ? ? .md                     # ? ? ? ? ? ? ? ? ?
│                                           # SRS / HW Spec

```

02-???.md	# Schematic Capture
03-PCB-Layout?.md	# ?????
04-???.md	# SPICE?IBIS?HFSS
05-???.md	# Prototype ???
06-???.md	# DVT?EVT?PVT
07-???.DFx.md	# DFM?DFT?DFR
08-???.md	# FCC?CE?UL???
06-???.md	# ?????
01-IC?.md	# Foundry ???
02-???.md	# DIP/SMD/BGA/CSP/SiP
03-PCB?.md	# PCB Fab ??
04-SMT?????.md	# SMT ??
05-???.md	# ?????
06-???.md	# ATE?ICT?FCT?Burn-in
07-???.md	# SPC?6 Sigma
07-?????.md	# EDA ?????
01-EDA?.md	# KiCad?Altium?Cadence
02-?????.md	# SPICE ?????
03-?????.md	# ?????
04-?????.md	# Arduino?STM32?????
08-?????.md	# ?????
01-LED?.md	# ?????
02-?????.md	# ?????
03-?????.md	# DIY ?????
04-MCU?.md	# ?????
05-?????.md	# ?????
09-?????.md	# ?????
01-?????.md	# ?????
02-?????.md	# ?????
03-?????.md	# ?????
04-?????.md	# ?????
05-?????.md	# ?????

推薦學習路徑

路徑 A：完全初學者（建議 6-12 個月）

- 00-序章 ➡ 建立心態與認識領域
- 01-基礎篇 01-04（電學與被動元件） ➡ 動手做 LED 點亮、分壓電路
- 01-基礎篇 05-07（半導體元件入門） ➡ 做簡單的開關電路
- 01-基礎篇 08-11（變壓器、電源、電路定律）
- 08-專案實作 01（LED 閃爍）
- 02-半導體篇（理解元件背後的物理）
- 03-中級篇 01-05（類比設計） ➡ 做運算放大器電路

- 8. 08-專案實作 02 (感測器讀取)
- 9. 03-中級篇 06-10 (數位設計)
- 10. 05-設計流程篇 + 07-工具 (學會用 KiCad)
- 11. 04-高級篇 (依興趣選讀)
- 12. 08-專案實作 03-05 (電源、IoT、示波器)

路徑 B：軟體背景轉硬體 (建議 3-6 個月)

- 1. 00-序章 02 (學習路徑) ➡ 理解差異
- 2. 01-基礎篇 01, 02, 03, 05, 07, 11 (最重要的基本概念)
- 3. 03-中級篇 06-10 (數位邏輯，與軟體關聯密切)
- 4. 04-高級篇 07 (嵌入式系統)
- 5. 07-工具與軟體 (建立工具鏈)
- 6. 08-專案實作 (直接動手)

路徑 C：已有基礎，補強進階 (建議 2-4 個月)

- 1. 02-半導體篇 (檢查物理基礎)
- 2. 04-高級篇 (全部精讀)
- 3. 05-設計流程篇 (業界實務)
- 4. 06-製造篇 (理解 DFM)
- 5. 09-參考資料 (建立速查體系)

教材特色

-  完整性：從電子的基礎到 SoC 設計，涵蓋整個電子產業鏈
 -  理論結合實務：每個主題都附帶實例計算與電路範例
 -  中英並列：專業術語提供英文對照，方便查閱原文資料
 -  業界視角：穿插業界實務經驗與常見錯誤提醒
 -  循序漸進：從歐姆定律到電晶體到 IC 設計，邏輯清晰
 -  參考導向：提供大量延伸閱讀與工具清單
-

學習建議

心態建立

「電子硬體是建立在無數人實驗、推導與經驗累積上的學科。要尊重這個累積，但也不要因此卻步。」

- 不要急：硬體有「物理現實」，無法像軟體那樣快速迭代。一個焊接錯誤可能要重新設計。
- 動手做：看 100 篇文章不如焊一塊板子。準備一些基本工具與元件包，邊學邊做。
- 量測為王：「Trust, but verify」。實際量測結果與理論計算的差異，才是學習的精華。
- 讀規格書：學會閱讀 Datasheet 是必修課。每個元件的 Datasheet 都是一本小教科書。

必備工具（最低配置）

工具	用途	入門價位
三用電表 (Multimeter)	量測電壓、電流、電阻	NT\$ 500-2000
示波器 (Oscilloscope)	觀察波形	NT\$ 5000-15000 (入門級或 Hantek 系列)
麵包板與杜邦線	快速搭建電路	NT\$ 200-500
直流電源供應器	提供穩定電源	NT\$ 2000-5000
烙鐵套組	焊接	NT\$ 1000-3000
元件包	各種電阻電容 IC	NT\$ 1000 起
Arduino / STM32 開發板	嵌入式入門	NT\$ 200-1500

必備軟體（皆有免費版）

- KiCad：開源 EDA，業界使用率高
- LTspice：免費 SPICE 模擬器 (ADI 出品)
- Falstad Circuit Simulator：網頁版互動式電路模擬
- Wokwi：線上 Arduino/ESP32 模擬器

如何使用本教材

1. 逐章閱讀：依目錄順序學習，每章末有重點整理與練習
2. 配合動手做：學完一章，找個小電路試做

3. 建立筆記：自己重新整理一遍最有效
4. 參與社群：Hackaday、EEVBlog、PTT 電子板等
5. 挑戰專案：每完成一個階段，做一個小專案驗證學習成果

版本與貢獻

- 版本：v1.0
 - 語言：繁體中文（搭配英文術語）
 - 授權：本教材以教學為目的，歡迎個人學習使用
-

開始學習

從 `00-??/01-?????.md` 開始您的電子硬體之旅！

 提示：每個檔案都是獨立的學習單元，您可以根據自己的需求跳讀，但建議初學者按順序學習以建立扎實基礎。