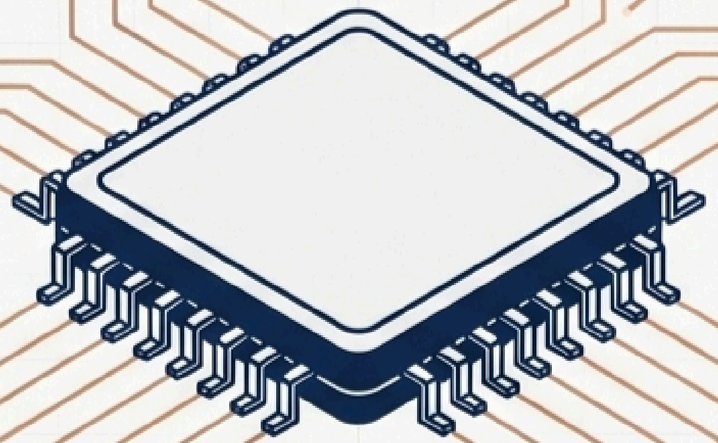
多顆 IC 協同運作之電路設計與應用研究

從單一元件到系統整合的實作之旅



班級：電二智
姓名：曹書睿、葉育昇

所使用的工具

1. 虛擬工具

AI

- NotebookLM
- GPT
- Manus

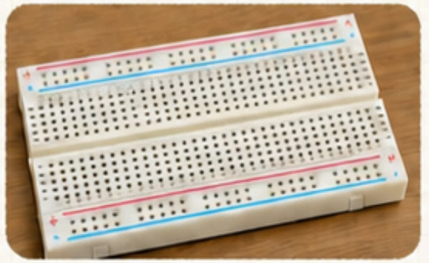
- Canva

2. 實體工具與材料

- 麵包板實體130例

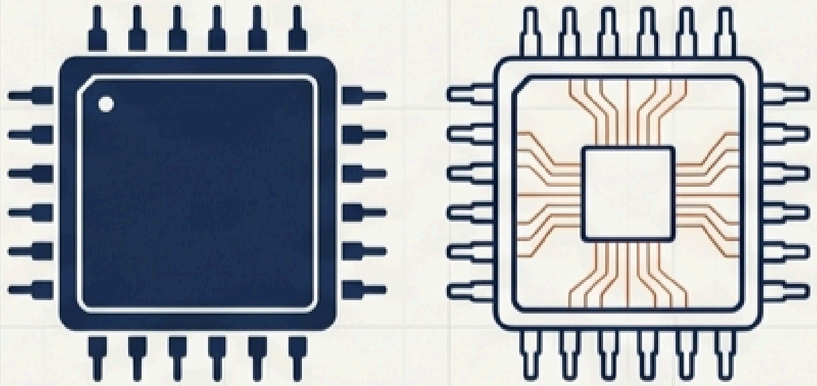


- 麵包板



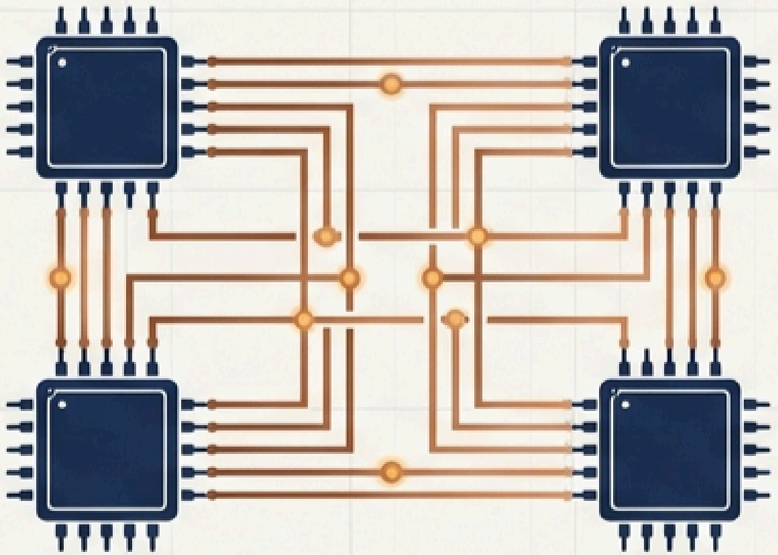
- IC零件

研究動機：超越單一元件的極限



IC：現代科技的心臟

幾乎所有電子設備皆仰賴 IC 進行控制與運作。
單一 IC 的應用雖然常見，但功能終究受限。



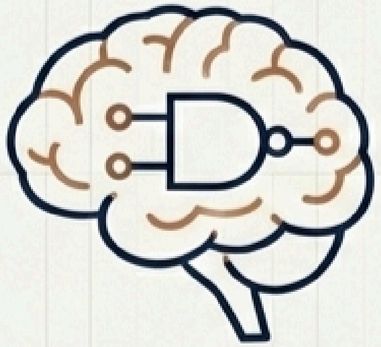
多顆 IC 協同運作

探討IC內部電路結構與邏輯運作原理

目標：理解不同IC之間的訊號傳遞與整合方式

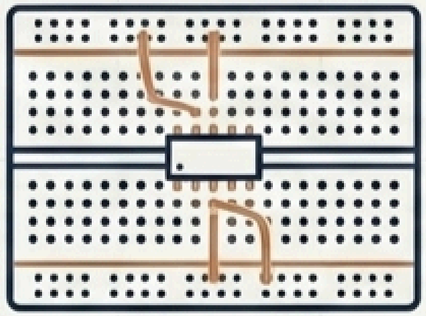
提升實戰力：透過親手接線、除錯與整合，為未來的進階電路設計打下堅實基礎。

學習目標：四大核心能力的建構



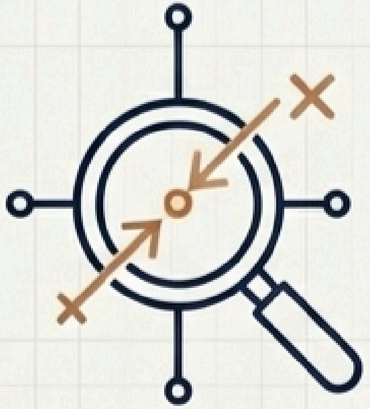
理解 IC 邏輯功能

熟悉各類 IC 特性，透徹理解內部邏輯與工作原理。



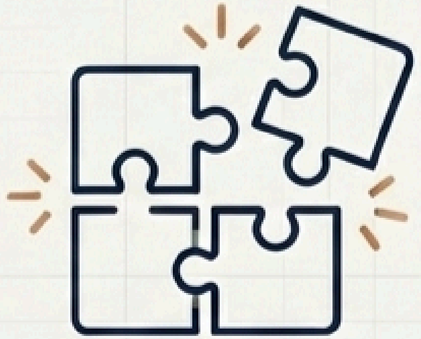
學會電路設計與接線

精準識圖，將電路圖轉化為實體接線，確保正常運作。



提升除錯與解決能力

培養分析根本原因的能力，在面對異常時能冷靜應變。

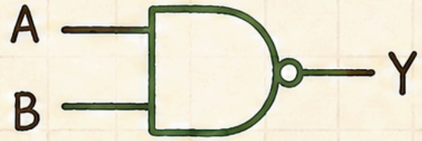


完成系統整合與應用

突破單一功能，將多顆 IC 串聯，打造具實用價值的系統。

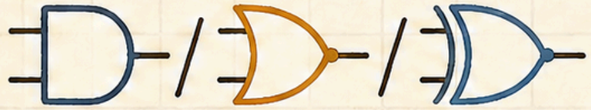
基礎與組合邏輯

前：



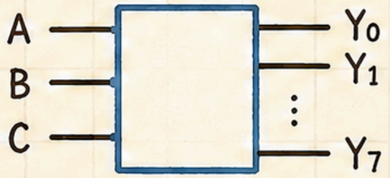
邏輯閘（7400） → 建立基本邏輯概念

前：



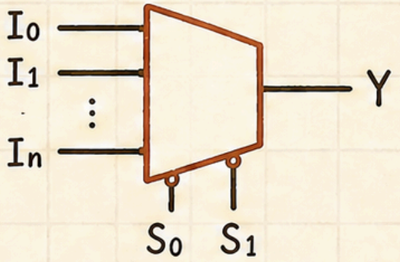
邏輯組合
（7408 / 7432 / 7486） → 完成複合運算

中：



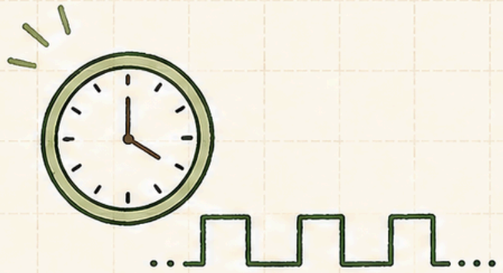
編解碼
（74138 / 74147） → 訊號轉換應用

後：



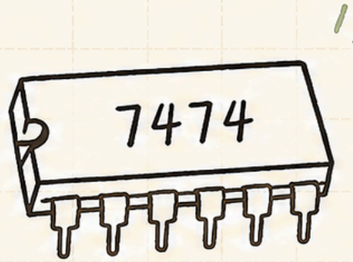
多工器
（74151 / 74157） → 訊號選擇控制

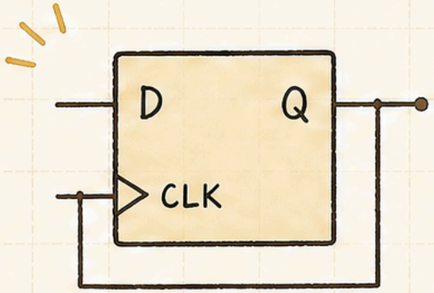
時序與記憶元件



前：正反器（7474 / 7402）

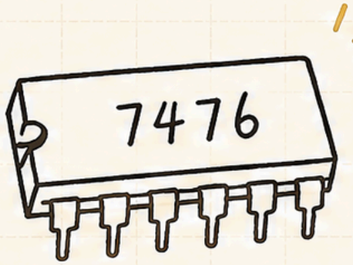
→ 時脈與狀態控制

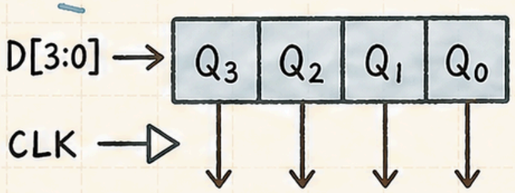




中：進階觸發器（7474 / 7476）

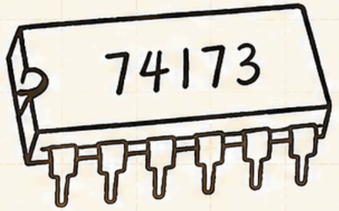
→ 記憶與切換應用





後：暫存器（74173 / 74175）

→ 資料儲存與同步

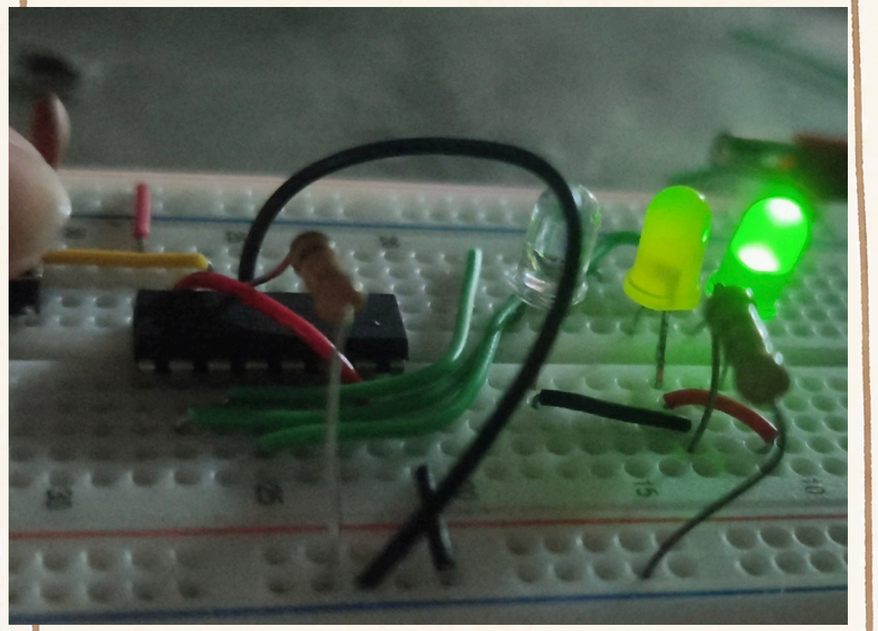


實作與整合

前 觸控感應燈、感應百靈鳥
→ 感測輸入應用

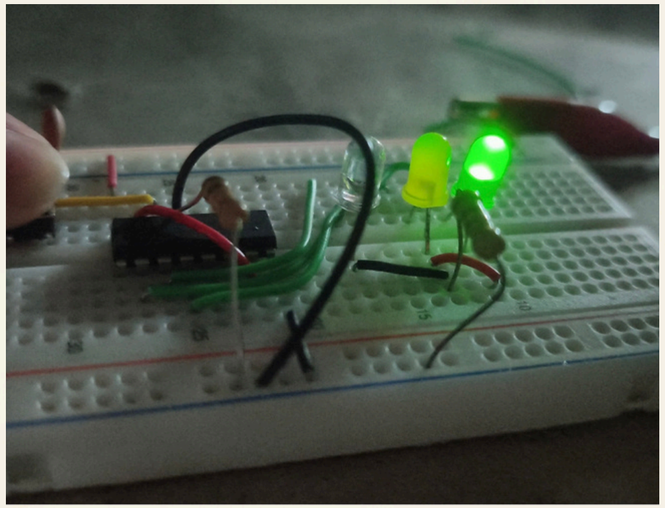
中 流水燈
→ LED 控制應用

後 感應小夜燈
→ 系統整合實作



實作內容：從單一功能到智慧互動

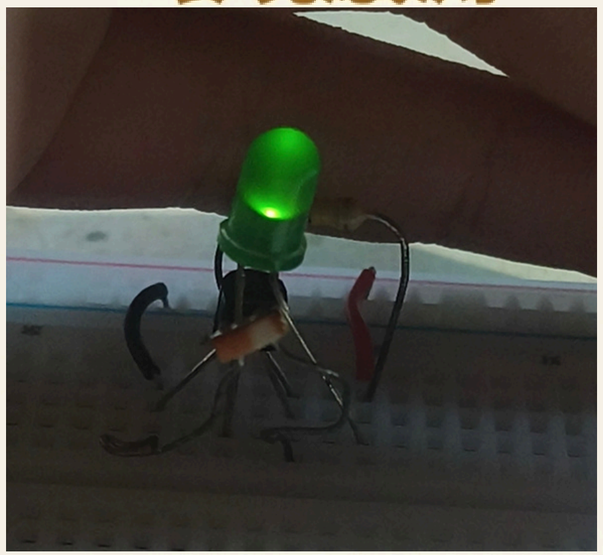
動態控制



流水燈電路

技術核心: 計數器 + 控制 IC
應用效果: 控制 LED 依序精準亮起，實現動態視覺效果。

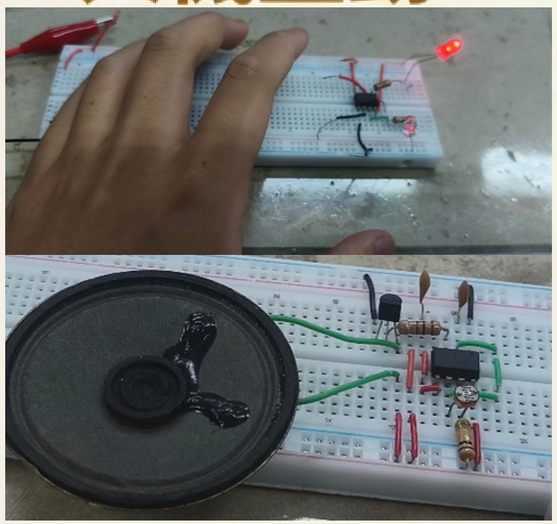
環境感測



感應小夜燈

技術核心: 光敏電阻 + 比較器 IC
應用效果: 偵測環境光線變化，於暗處自動點亮照明。

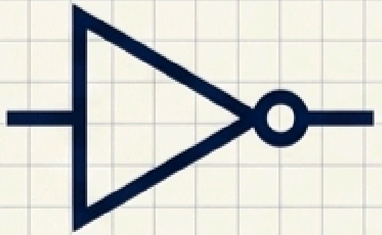
人機互動



觸控感應燈

技術核心: 觸控感應 IC
應用效果: 捕捉人體微小觸摸訊號，實現直覺式開關控制。

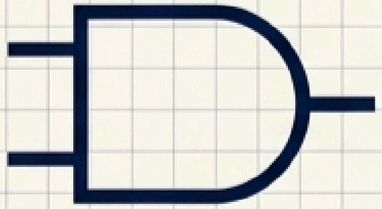
關鍵元件：四大核心邏輯 IC 解析



7404 反相器

功能：狀態反轉

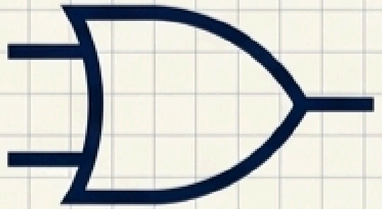
邏輯：輸入 1 ➜ 輸出 0；輸入 0 ➜ 輸出 1。



7408 及閘 (AND)

功能：嚴格把關

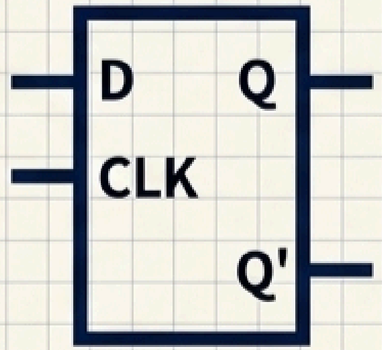
邏輯：只有當「所有」輸入為 1 時，輸出才為 1。



7432 或閘 (OR)

功能：彈性觸發

邏輯：只要有「任一」輸入為 1，輸出即為 1。

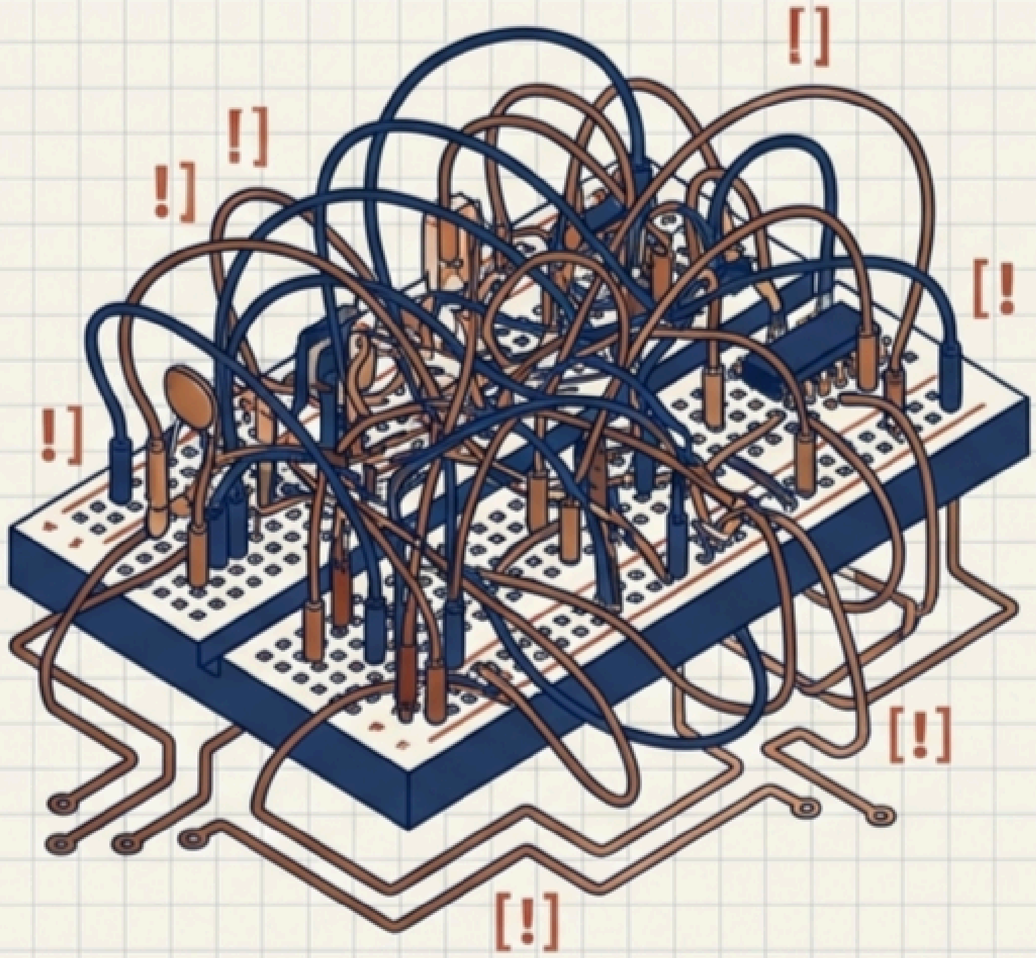


7474 正反器 (D-Type Flip-Flop)

功能：狀態記憶

邏輯：具備記憶功能，可儲存狀態，為常用的時序控制電路。

面臨挑戰：整合過程中的四大異常症狀



[!] 訊號雜訊干擾

輸出極度不穩定，LED 發生異常閃爍或誤動作。

[!] 接線複雜度高

多顆 IC 導致線路如蜘蛛網，腳位極易接錯，電路直接癱瘓。

[!] 輸出結果不穩定

「時好時壞」的幽靈現象，造成測試與除錯極大困擾。

[!] 系統整合困難

模組單獨測試正常，一經串聯卻互相影響，整體系統無法達到預期效果。

深度診斷：拆解異常的根本原因

電源層面：電源供應不穩定

電源電壓不足或產生波動，導致ic無法在正確區間工作

邏輯層面：邏輯理解誤差

對ic運作邏輯或時序(Timing)概念不夠清楚，設計源頭及產生錯誤

物理層面：接線或元件錯誤

接線順序錯誤或腳位錯誤，或使用了規格不符的零件

系統層面：元件相容性衝突

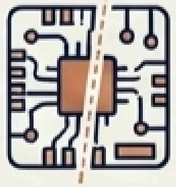
不同零件之間由於阻抗或規格不相容，導致訊號無法正確地傳遞

破局之道：系統化的除錯與驗證迴圈

化繁為簡

分段測試，逐步驗證

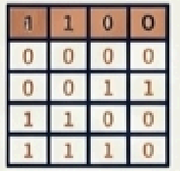
將複雜電路拆解為小部分，逐一確認功能正常後再進行整合。



回歸理論

利用真值表驗證邏輯

根據 IC 真值表，嚴格檢查輸入與輸出是否完全符合理論邏輯。



排除變數

地毯式檢查接線與元件

仔細核對每一條接線與元件規格，確保硬體接法 100% 正確無誤。



確認穩定

修正錯誤並重新測試

鎖定問題點立即修正，進行反覆壓力測試，直到電路絕對穩定。



心得與反思：電路板外的無形收穫

關於挫折

錯誤，是學習的一部分

在實作過程中遇到錯誤是常常態，除錯的過程讓我們真正正摸透了電路的本質。

關於態度

細心與耐心的終極考驗

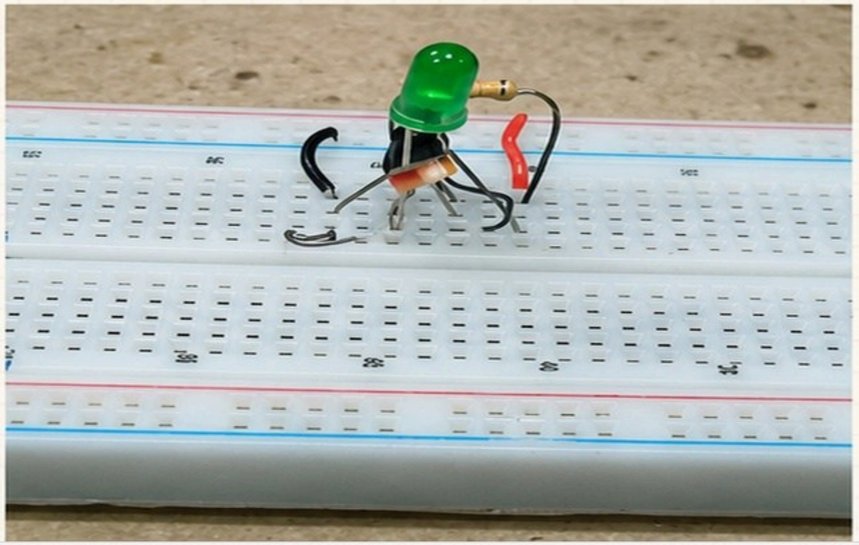
成百上千個接點，任何一條線都需要無比的專注，這是做出穩定電路的唯一捷徑。

關於團隊

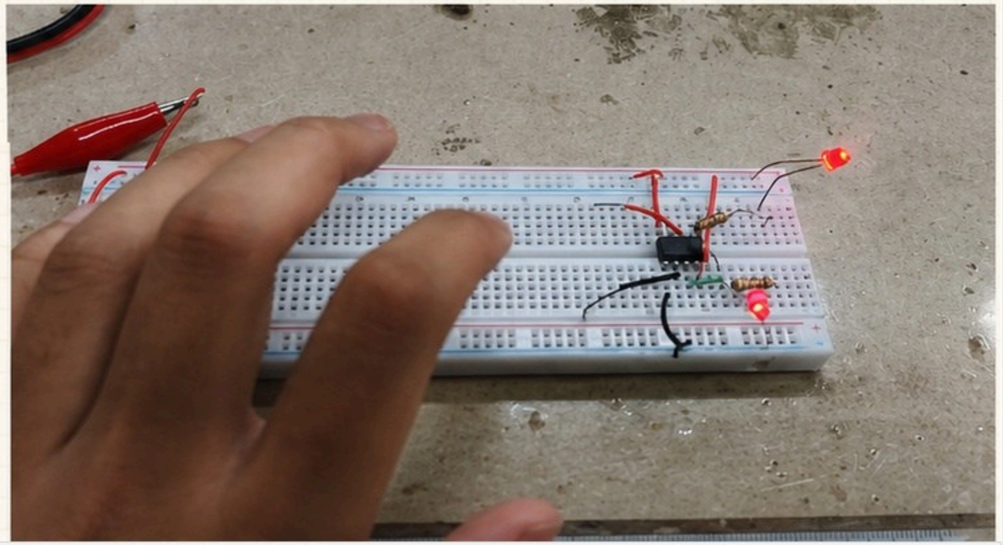
團隊合作的乘數效應

與同學討論、互相檢查與腦力激盪，能以最快速度突破盲點，大幅提升整體效率。

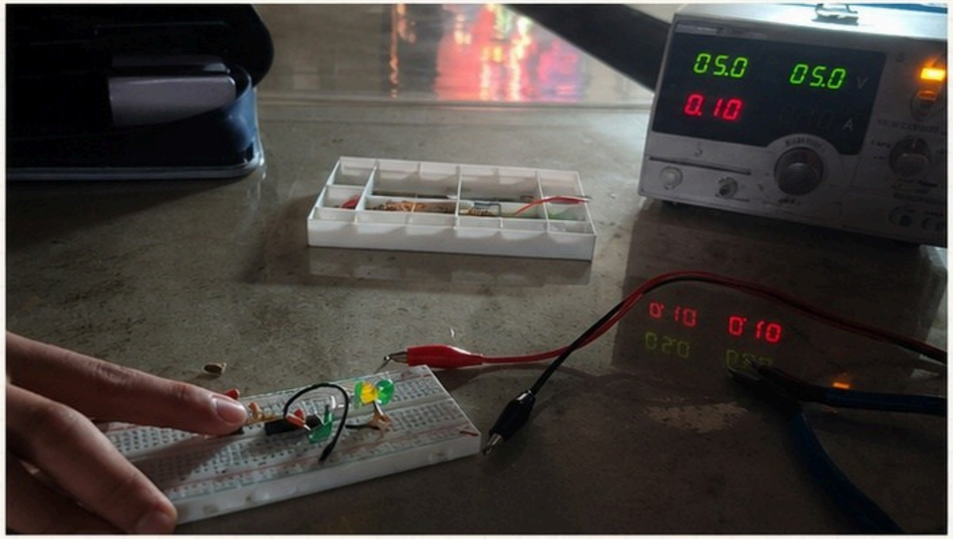
這次的研究點燃了我們對電子電路的深厚熱情。
我們更有信心，去面對未來更艱難的工程挑戰！



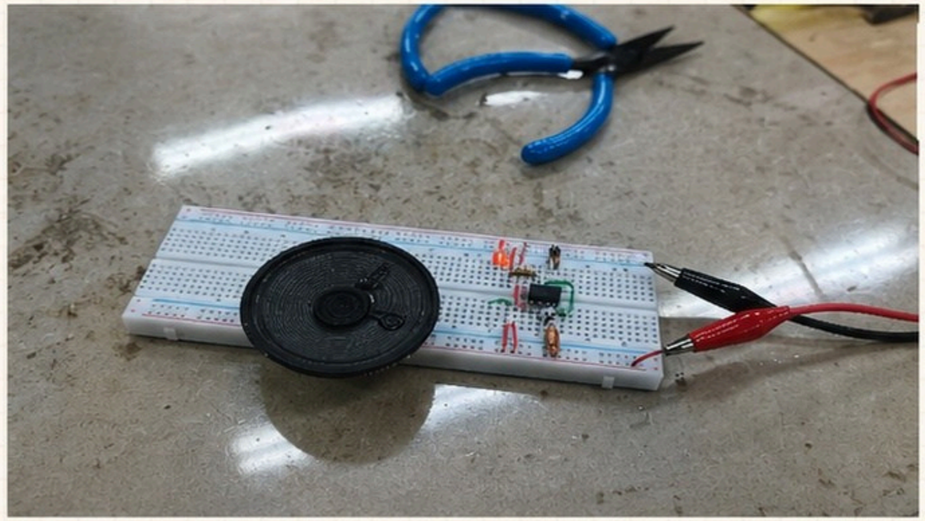
感應式小夜燈



觸控燈



流水燈



感應式百靈鳥