

# 交錯並聯LLC電路在高頻調頻下切換式穩壓

指導教授:黃思倫  
學生:杜展諄、詹承昕



## 一、摘要

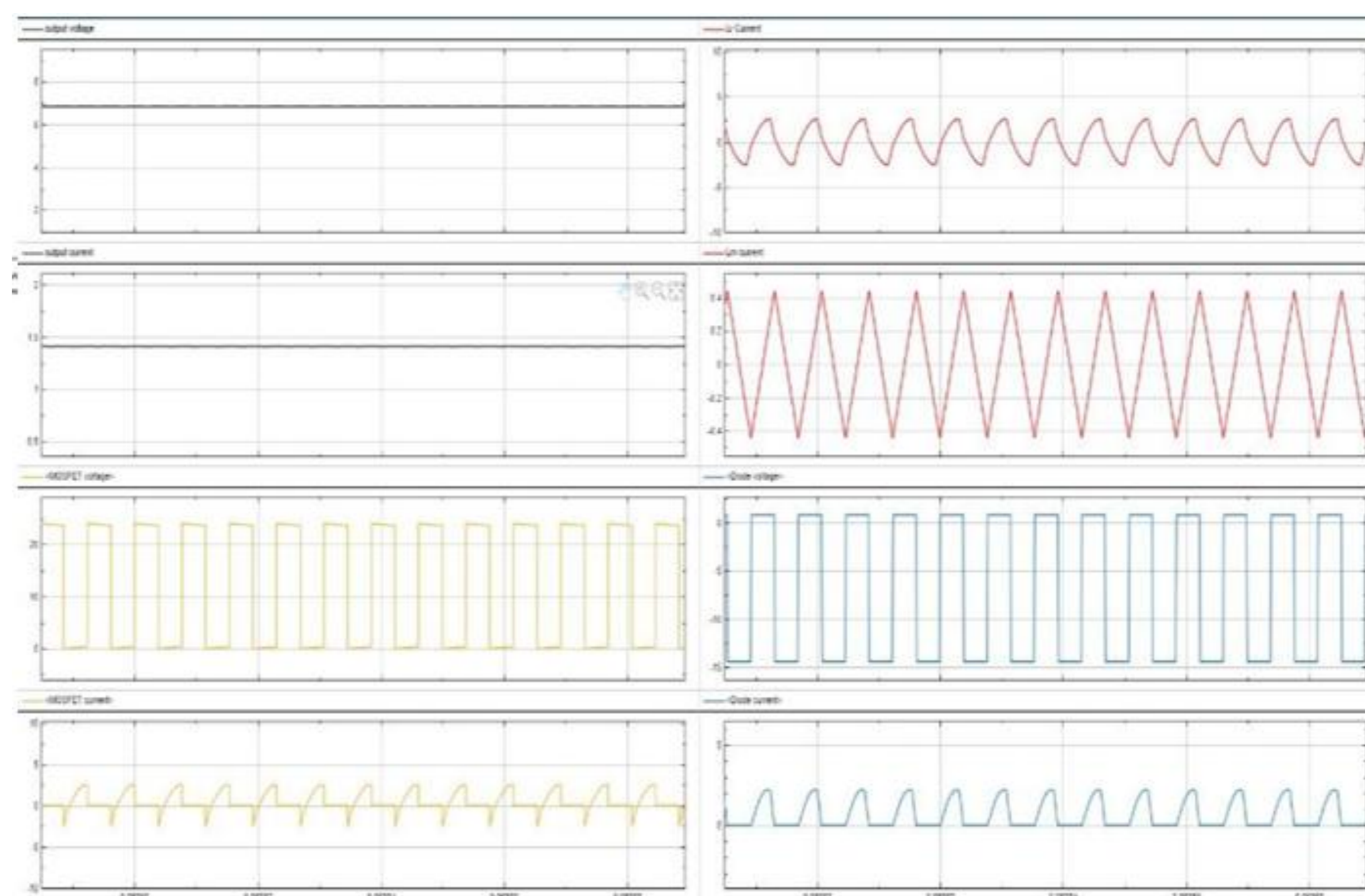
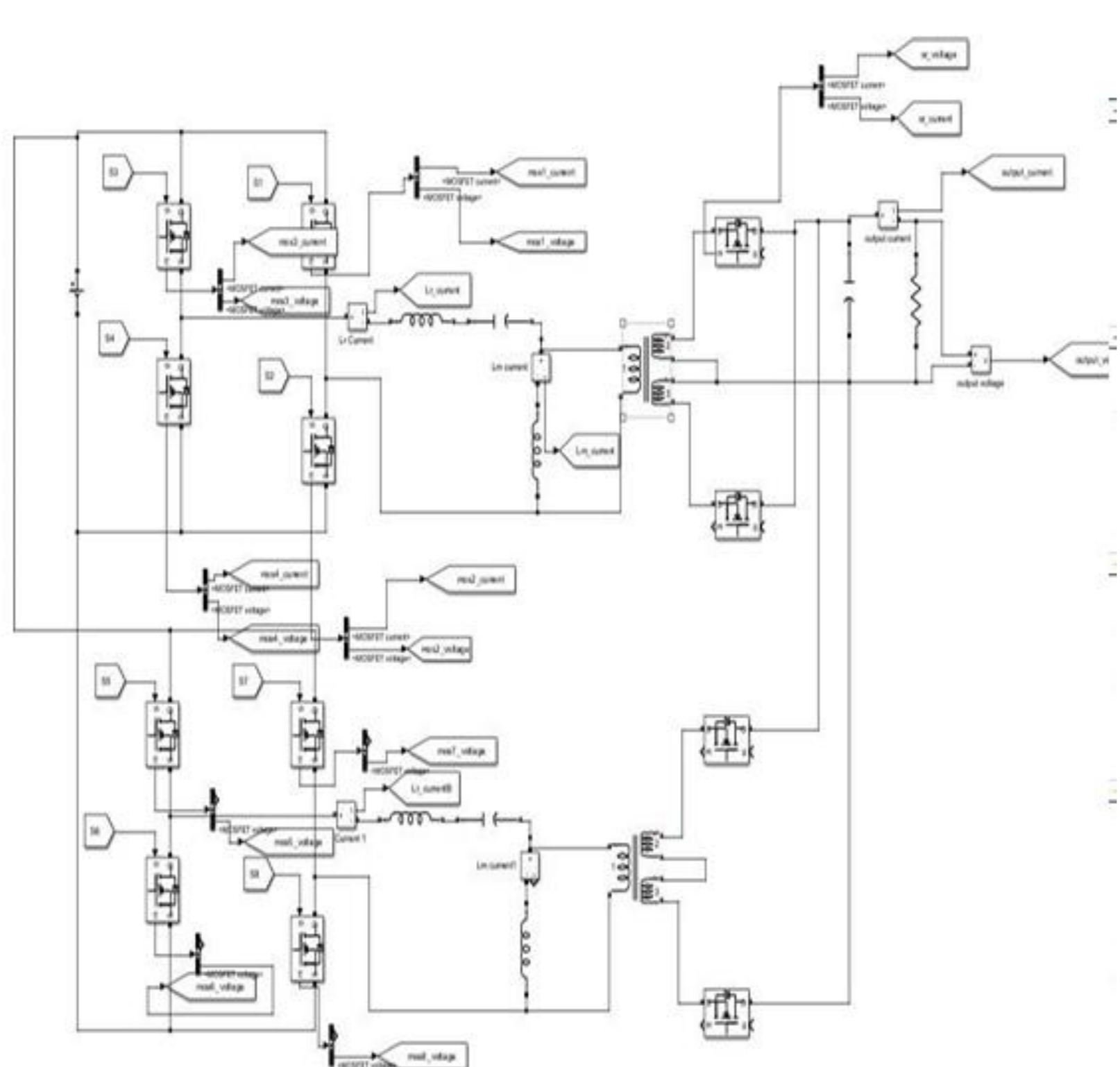
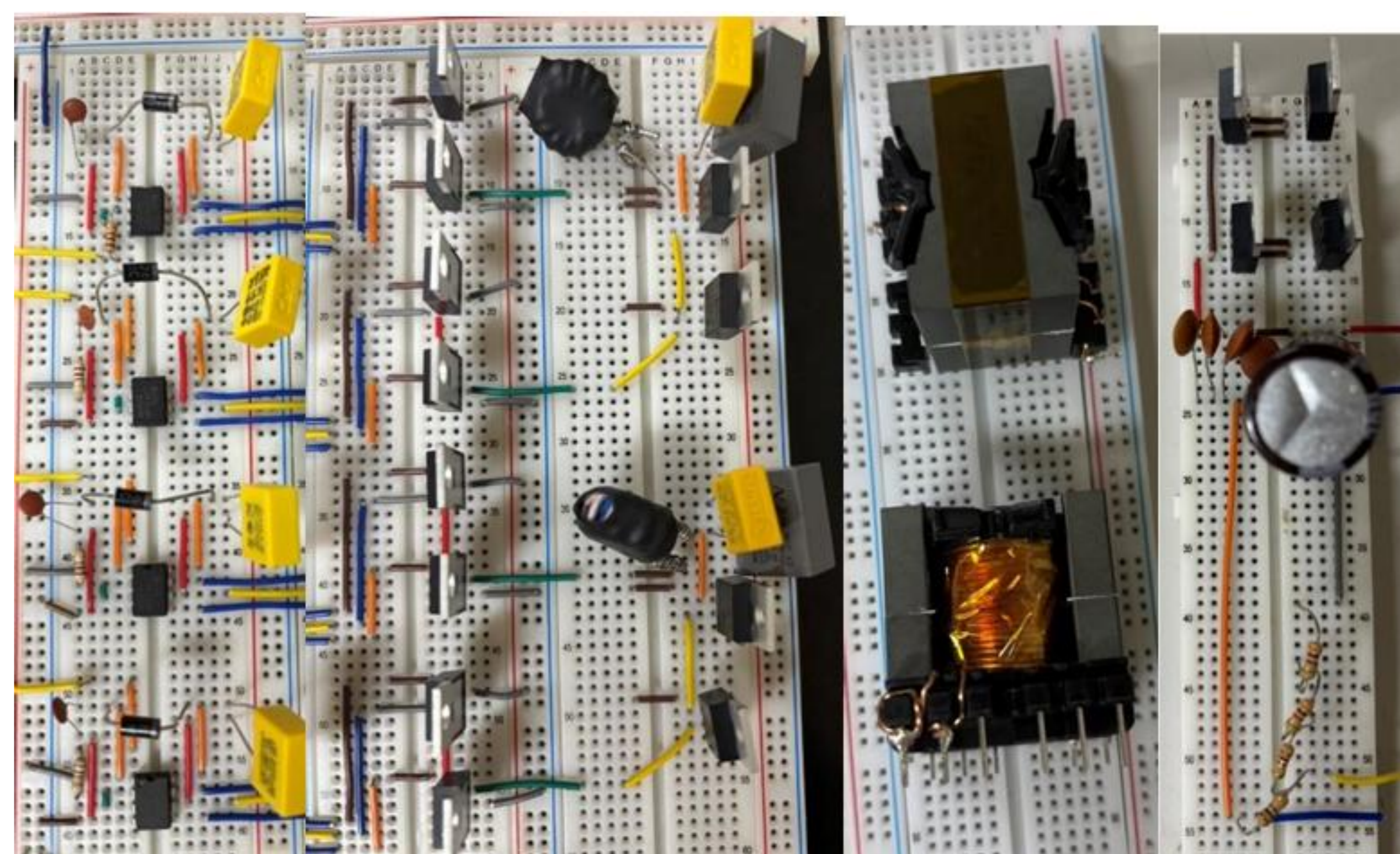
LLC諧振轉換器因具有高效率、實現零電壓切換（ZVS）、低電磁干擾（EMI）、以及適用於寬輸入電壓範圍等優點，而逐漸成為中高功率應用的主流架構。本研究以 8051 單晶片為核心控制器，實現一套交錯並聯全橋 LLC 諧振轉換器，並結合同步整流（SR）與 BS-FB（輔助雙向全橋）架構，以達成高效率、低漣波以及寬輸入範圍穩壓的目標。

## 二、研究目的與方法

- 1.設計並實現一套基於 8051 單晶片控制的全橋 LLC 諧振轉換器，提供低成本控制方案。
- 2.透過「交錯並聯架構」分攤電流，提高效率並降低輸出漣波。
- 3.加入「同步整流（SR）」與 BS-FB 切換式穩壓，降低導通損耗並提升寬輸入電壓下穩定性。
- 4.使用 MATLAB/Simulink 建立模型，驗證 ZVS、效率與回授控制效果，再與實測比對。

## 三、結果

| 特性     | 傳統 LLC      | 本研究交錯並聯 BS-FB LLC |
|--------|-------------|-------------------|
| 最大輸出功率 | 100 W       | 120 W             |
| 漣波     | $\pm 0.5$ V | $\pm 0.1-0.2$ V   |
| 系統效率   | 92-93%      | 94%               |
| 熱分布    | 高峰集中        | 均勻，低峰值            |
| 穩壓範圍   | 受頻率限制       | 輸入 12-36 V 可保持穩定  |
| 控制成本   | 高階 DSP      | 8051 MCU，成本低      |



## 四、結論

- 1.成功以低成本 8051 MCU 完成高頻 LLC 控制，驗證其可替代 DSP 使用。
- 2.交錯並聯架構有效改善漣波、效率與熱分佈，提升系統可靠度與功率密度。
- 3.SR 與 ZVS 搭配能大幅降低損耗，效率突破 94%。
- 4.BS-FB 新增穩壓機制，改善 LLC 傳統純調頻的缺點，使輸出於寬輸入範圍仍能穩定。
- 5.模擬結果與實測高度一致，證明設計架構完全可行。

## 五、成本評估

| 專題名稱  | 交錯並聯LLC電路在高頻調頻下切換式穩壓 |     |
|-------|----------------------|-----|
|       | 時間                   | 成本  |
| 製作前預估 | 60天                  | 350 |
| 實際完成後 | 80天                  | 380 |

