

第五章 研究結論與建議

本研究係參考技專校院電機電子群一貫課程教育目標，並藉由文獻探討所得的教材發展策略及問卷回收的分析，以研擬適用於技專校院電機系使用的分散式圖控系統實習教材大綱，並製作分散式圖控系統實習部分單元範例教材及設計部分單元實習設備，以作為後續研究及從事分散式圖控系統實習教學與教材編製者參考。

第一節 研究發現

本研究對所實施的技專校院教師問卷調查之結果，做出整體性的處理，以作為研擬分散式圖控系統實習教材大綱和單元實習教材以及單元實習設備的依據，研究者的發現如下：

壹、分散式圖控系統實習教材的學習背景

一、分散式圖控系統實習應先學習的科目依序為：

1. 可程式控制實習
2. 微電腦控制（微處理機實習）
3. 介面電路實習
4. 工業控制介面實習
5. 感測器原理與應用

二、分散式圖控系統實習適當的授課學期

1. 二年制技術學院或科技大學：二年級上學期（56.5%）
2. 四年制技術學院或科技大學：三年級上或下學期（30.4%）

三、分散式圖控系統實習適當的授課時數：每週 3 小時

整理 1：由結果可知，應先學習的科目主要和監控系統有直接關係的可程式控制實習，其次是關於資料擷取與控制過程中的介面及通訊。雖然不同任教環境老師的意見在優先次序上有所不同，但是基本上都是上述的五種科目。

整理 2：由結果可知，適當的授課時機集中於二年制技術學院或科技大學的二年級上學期；四年制技術學院或科技大學的三年級上學期或下學期。

整理 3：由結果可知，所有不同任教環境老師的意見，均顯示集中於每週 3 小時，由此可知分散式圖控系統確實可以成為一個課程，並且適當的授課時數為每週 3 小時。

貳、分散式圖控系統實習的教材內涵

由於分散式圖控系統涵蓋多個學科領域，因此透過文獻分析及參考技專校院電機電子群一貫課程教育目標，製作問卷對技專校院專業教師進行抽樣調查，以瞭解分散式圖控系統實習教材的內涵。

一、分散式圖控系統實習教材應包含的技術範圍依序為

1. 圖控軟體技術 (4.78)
2. 模組化控制器 (4.09)
3. 網路應用技術 (4.04)
4. 串列通訊原理 (4.)

二、分散式圖控系統實習教材編制的內容依序為

1. 資料擷取及控制基本觀念 (4.43)
2. 分散式圖控系統應用 (4.35)
3. 進階圖控軟體功能與架構 (4.35)
4. 圖控軟體基礎介紹 (4.3)

5. RS-232 串列通訊 (4.22)

6. 虛擬儀表 (4.22)

三、分散式圖控系統實習教材編制的應用範例依序為

1. 大樓自動化控制系統 (4.48)

2. 溫度與照明控制系統 (4.26)

整理 1. 分散式圖控系統實習應包含的技術範圍，偏向於圖控軟體基礎的應用技術為主，如串列通訊原理及控制器之技術和網路應用技術。

整理 2. 分散式圖控系統實習的教材內容部分，偏向於圖控軟體本身的操作，以及通訊介面的資料擷取與控制和人機界面的虛擬儀表。

整理 3. 應用範例部分，偏向以類比資料的處理為首要，並著重於日常生活中的應用。

參、分散式圖控系統實習的教學設備

分散式圖控系統實習所需的教學設備依序為：

1. 數位輸入/輸出模組 (4.52)

2. 類比輸入模組 (4.48)

3. 隔離式 RS-232 至 RS-485 轉換模組 (4.26)

4. 繼電器輸出模組 (4.13)

肆、分散式圖控系統實習教材的組織項目

分散式圖控系統實習教材的組織項目依序為：

1. 應用練習 (4.57)

2. 學習目標 (4.52)

3. 軟、硬體設計要領 (4.43)

4. 所需的設備與教材 (4.35)

- 5.功能與特點 (4.3)
- 6.相關知識 (4.26)
- 7.流程圖 (4.22)
- 8.程式說明 (4.22)

第二節 研究結論

本研究主要是研擬分散式圖控系統實習教材大綱，並製作單元範例教材及單元實習設備，依照研究目的及待答問題，研究者做出以下結論。

壹、分散式圖控系統實習教材大綱

本研究參考技專校院電機電子群一貫課程教育目標，並依據文獻探討的教材發展模式、教材編製原則，以及回收問卷所得結果擬定分散式圖控系統實習教材大綱，其內容包括分散式圖控系統實習的教學目標、授課時機、時數、應先學習科目、實習科目大要及教學綱要。

一、分散式圖控系統實習的教學目標、授課時機、時數、應先學習的科目

- 1.教學目標：綜合技專校院層級的教育目標以及所探討的分散式圖控系統實習技術內涵，考量技專校院電機系學生的學習背景，研究者認為分散式圖控系統實習的教學目標可分為以下六項：

- (1) 使學生熟悉圖控軟體的使用
- (2) 使學生瞭解串列通訊的原理 (RS232/RS485)
- (3) 使學生能正確使用模組化控制器
- (4) 使學生熟悉以圖控軟體來設計人機介面
- (5) 使學生能建構一個分散式圖控系統
- (6) 學習存取資料在分散式的系統中

2. 實施時間：依問卷所得資料，分散式圖控系統實習最適當的授課學期及每週授課時數如下。
 - (1) 實施時機：電機系二年制技術學院或科技大學為二年級上學期；四年制技術學院或科技大學為三年級上學期或下學期。
 - (2) 授課時數：每週 3 小時。
3. 應先學習的科目：依問卷所得資料，分散式圖控系統實習應先學習的科目為可程式控制實習、微電腦控制（微處理機實習）、介面電路實習、工業控制介面實習、感測器原理與應用

二、分散式圖控系統實習科目大綱

群別：電機群 學校級別：二技/四技/科技大學

科目：分散式圖控系統實習

1. 建議學分數：3 學分
2. 授課時數：每週 3 小時
3. 建議開課年級及學期：
 - (1) 二年制技術學院或科技大學：二年級上學期
 - (2) 四年制技術學院或科技大學：三年級上學期或三年級下學期
4. 先修科目：可程式控制實習、微電腦控制（微處理機實習）
5. 教學目標：
 - (1) 使學生熟悉圖控軟體的使用
 - (2) 使學生瞭解串列通訊的原理（RS232/RS485）
 - (3) 使學生能正確使用模組化控制器
 - (4) 使學生熟悉以圖控軟體來設計人機介面
 - (5) 使學生能建構一個分散式圖控系統
 - (6) 學習存取資料在分散式的系統中

6.教材內容：

- (1) 串列通訊原理
- (2) 圖控軟體應用
- (3) 模組化控制器介紹
- (4) 感測器介面應用
- (5) 圖控軟體與模組化控制器之設定
- (6) 分散式圖形監控系統之建立

7.教學注意事項

- (1) 本課程包含多種學科技術，除基本理論探討外應盡量以實例介紹，以使分散式圖控系統實習能與實際日常生活應用相互結合驗證，以增進學習興趣。
- (2) 教師在實際操作前，應先講解操作細節及安全注意事項，此外可依學生背景及能力，適度調整課程內容長度與進度。

表 5-1 分散式圖控系統實習教學大綱表

科目名稱：分散式圖控實習			
建議學分數：3 學分		每週 3 小時	
先修科目或先備能力：可程式控制實習、微電腦控制（微處理機實習）			
能力指標：1. 使學生具備串列通訊介面技術的能力。 2. 使學生具備模組化控制器相關知識的能力。 3. 藉由圖控軟體，使學生具備設計一個完整人機介面的能力。 4. 使學生能正確搭配圖控軟體與模組化控制器。 5. 使學生能正確建構分散式圖形監控系統。			
教材大綱			
<u>單元主題</u>	<u>內容綱要</u>	<u>分配節數</u>	<u>備註</u>
一、勞工安全教育	1. 實習室設施介紹 2. 工業安全（包括用電安全、設施安全） 3. 消防安全（包括滅火器使用與火場逃生）	2	配合各校所訂之實習場所規範或工業安全與衛生教材實施
二、串列通訊的原理	1. RS-232 通訊 2. RS-485 通訊	5	a. 串列通訊的應用 b. 接腳定義 c. 串列通訊的特性 d. 工作模式

表 5-1 分散式圖控系統實習教學綱要表 (續)

<p>三、圖控軟體介紹</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圖控軟體安裝 2. 熟悉圖控軟體的功能 3. 熟悉圖控軟體作業環境 4. 圖控軟體基礎實習 	<p>9</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. 圖控軟體的應用 b. 分散式架構的應用 c. 圖控軟體的模擬
<p>四、模組化控制器介紹</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. RS-232/RS-485 轉換模組 2. 類比輸入模組 3. 數位輸入/輸出模組 4. 繼電器輸出模組 	<p>9</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. 工業控制概念 b. 熱電耦感測器 c. 模組基本參數介紹
<p>五、感測介面應用</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 類比訊號的擷取 2. 數位訊號的擷取 	<p>3</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. 不同類比訊號的接法 b. 避免訊號衰減的接法
<p>六、圖控軟體與模組化控制器之設定</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 圖控軟體的設定 2. 搭配各模組化控制器之設定 (包含 RS-232/RS-485 轉換模組、類比輸入模組、數位輸入/輸出模組、繼電器輸出模組) 	<p>15</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. 輸入訊號介紹 b. 模組基本參數設定 c. 輸入/輸出介面電路設定及接線 d. 動作測試及除錯
<p>七、建立分散式圖形監控系統</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大樓自動化控制系統 2. 溫度與照明控制系統 	<p>15</p>	<ol style="list-style-type: none"> a. 流程圖規劃 b. 人機介面設計規劃 c. 程式設計與除錯 d. 系統介面與模組化控制器 I/O 規劃 e. 測試與除錯

貳、分散式圖控系統實習教材之編寫

分散式圖控系統實習單元教材的編寫，首先應瞭解分散式圖控系統的概念與內涵，進而依照教材的發展模式，以及教材的組織原則、編寫原則來編製。

一、分散式圖控系統的概念與內涵

分散式監控系統的概念主要是將系統規模大者盡量分交給地方控制單元，讓地方控制站擔當起分散處理的任務，在分散的終端處即已完成處理，而讓中央主電腦致力於整體的監視和資料處理。

分散式圖控系統的內涵是以個人電腦為基礎來規劃整個工廠的系統架構，並以階層的概念，將分散的終端控制單元，整合於一整個監控系統內。簡單來說即是將現場的感測器訊號，經由界面以網路裝置傳達至個人電腦中，個人電腦經過處理及判讀後，再以生動活潑的圖形畫面顯示在螢幕上，使用者可以直接利用滑鼠或鍵盤來更改現場的狀態及參數。

二、教材的發展模式

分散式圖控系統實習教材的發展模式經過文獻探討、歸納所得如下：

1. 教學目標分析
2. 教學內容分析
3. 學前能力與學習背景分析
4. 研擬教材大綱
5. 敘寫能力目標
6. 發展教材
7. 設計實習設備

三、教材的組織原則、編寫原則

文獻探討歸納出教材的組織原則為：

1. 考量順序性

2. 考量統整性與銜接性
3. 考量教材學習的時間
4. 考量學習遷移原則
5. 考量學習者需求
6. 考量由具體到抽象、由簡到繁、由部份到整體的教材編輯原則
7. 考量個別差異的原則
8. 考量學習興趣的原則

文獻探討歸納出教材編寫原則及注意事項為：

1. 明確地陳述目標
2. 結合學習者具有的學前經驗
3. 整合教材和實習設備
4. 標題、項目、條款及內文等之層次及順序須分明，並按次序標號
5. 多用圖表，力求生動活潑
6. 多運用實際的學習範例
7. 提供學習者多樣及互動式的練習
8. 提供學習者自我評量教材
9. 採親和性的撰寫方式
10. 多用簡短、常用、主動及易讀的語句
11. 避免不必要之註釋

依據教材的發展模式，並瞭解分散式圖控系統的概念及內涵，以學生學習課程的基本知識為基礎，配合教材大綱與問卷調查中需要的單元組織項目為架構，依據教材編寫原則和教材的組織原則編寫二份單元實習教材：

1. 溫度照明控制系統（附錄 C）：使用圖控軟體進行照度及溫度的轉換，將訊號轉換成照度及溫度值直接顯示出來。

2. 大樓自動化控制系統(附錄 D)：利用模組化實習設備來模擬大樓中的設備，再利用圖控軟體設計出四個控制單元如冷氣空調系統、照明及監視器系統、消防及警報系統、水塔消防水位系統，再將四個單元整合成一個總監控系統，達成監控的任務。

其中每份單元範例教材的內容依序如下：

1. 學習目標
2. 摘要
3. 相關知識
4. 實習內容
 - (1) 實習器材
 - (2) 動作需求項目
 - (3) 流程圖規劃
 - (4) 輸入/輸出埠規劃
 - (5) 程式設計
 - (6) 程式說明
 - (7) 執行及除錯
 - (8) 學後評量

參、分散式圖控系統實習設備之設計

依據教學的基本需求所設計的分散式圖控系統實習設備，是為了達到教學目標及配合教材發展，在每週 3 小時的分散式圖控系統實習課程內教學使用。

以下說明實驗模組設備的內容。

一、繼電器應用模組

提供 eIO_DO_PR08 繼電器模組輸出使用，在實習板上具有 4 個插座及 4 個 110V 的 LED，提供一般家電或是市電 110V 的負載連接。插座的通電狀態是以 LED 的狀態來顯示，詳細電路如圖 3-2 所示。

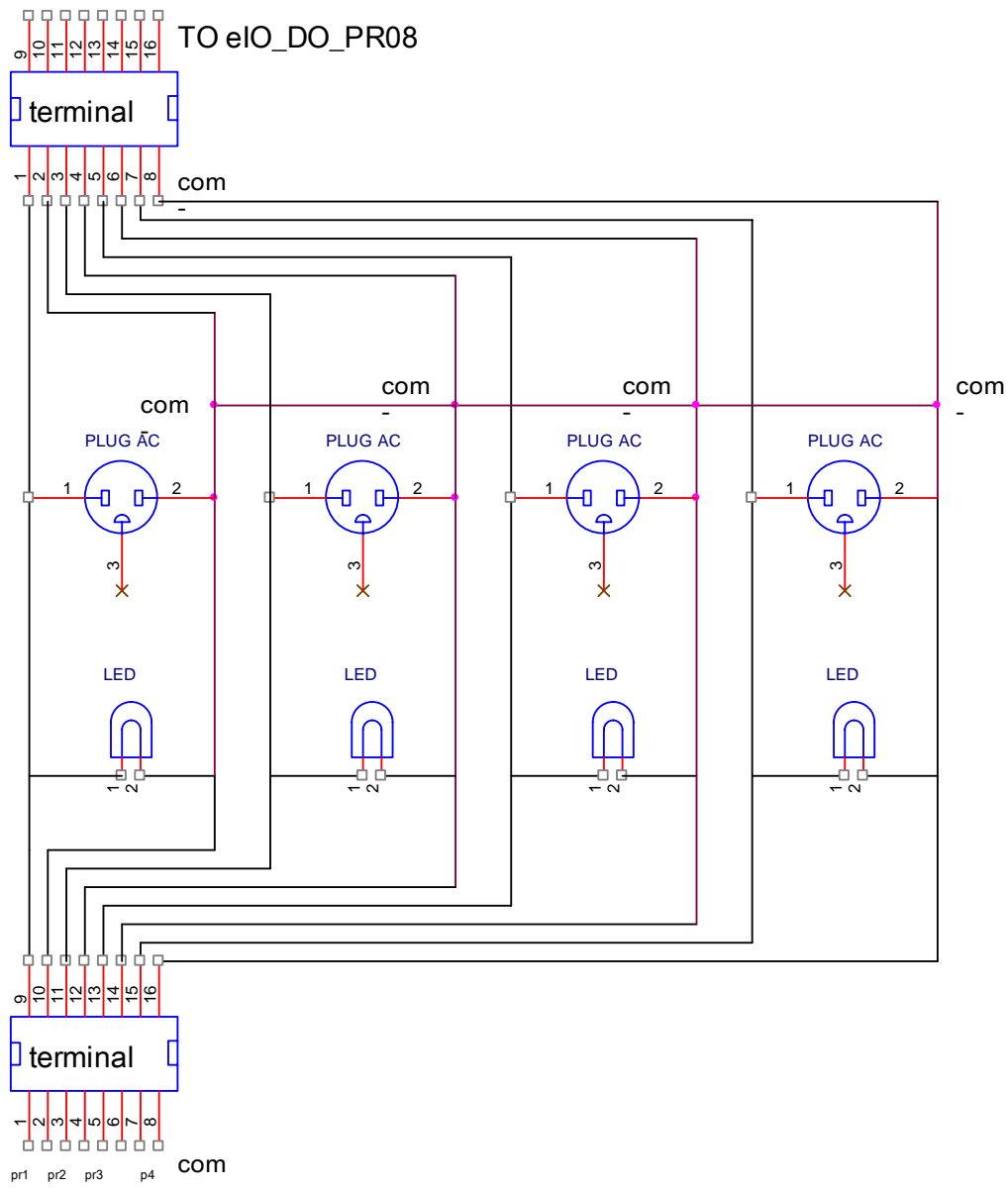


圖 5-1 繼電器應用模組電路

二、數位輸入輸出應用模組

提供 eIO_DIO_16 數位輸入輸出模組輸入及輸出使用，在實習板上有 8 個輸入通道，利用 8 個搖頭開關當輸入並且可外接並聯輸入。另外有 8 個輸出通道並聯外接，其中通道 1、2 分別接風扇及蜂鳴器，通道 3、4 接到另一個實習板上控制馬達正反轉。這 16 個通道均以 LED 來表示狀態，LED 以 2K 電阻來限流保護，詳細電路圖如圖 5-2 所示。

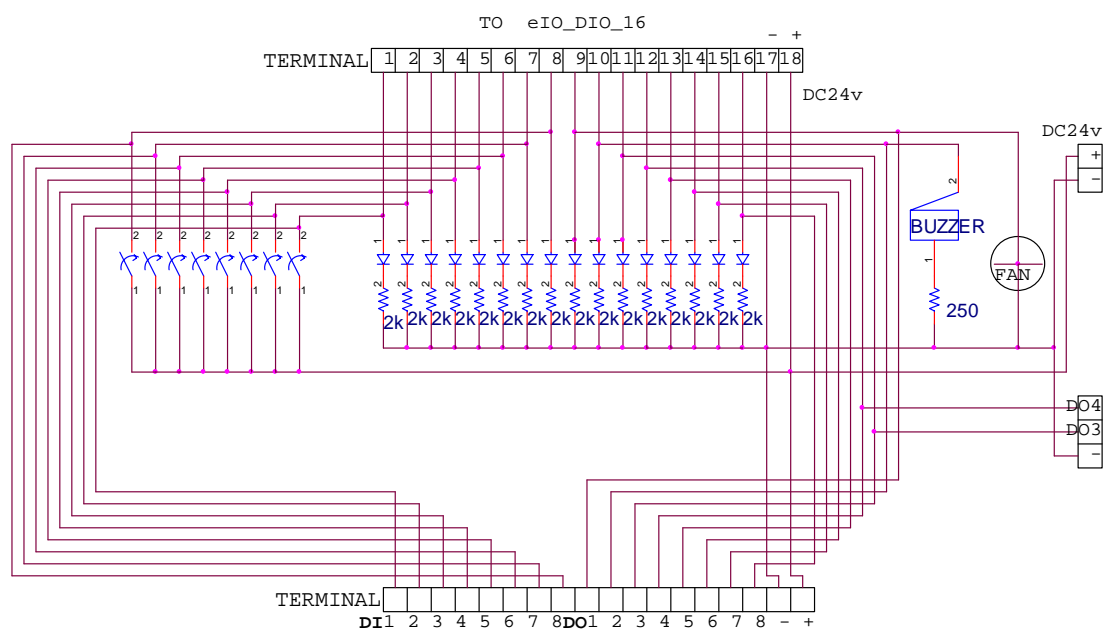


圖 5-2 數位輸入輸出應用模組電路

三、類比輸入應用模組

提供 eIO_UI_08 類比輸入模組輸入使用，在實習板上有 6 個類比輸入的通道，其中第 1 通道接熱電耦，第 2、3 通道分別接上可變電阻及光敏電阻來模擬類比訊號的輸入，未用到的通道則可外接使用。此外還有一個直流馬達及兩個小型繼電器，由數位輸入輸出應用模組來控制，詳細電路圖如圖 5-3 所示。

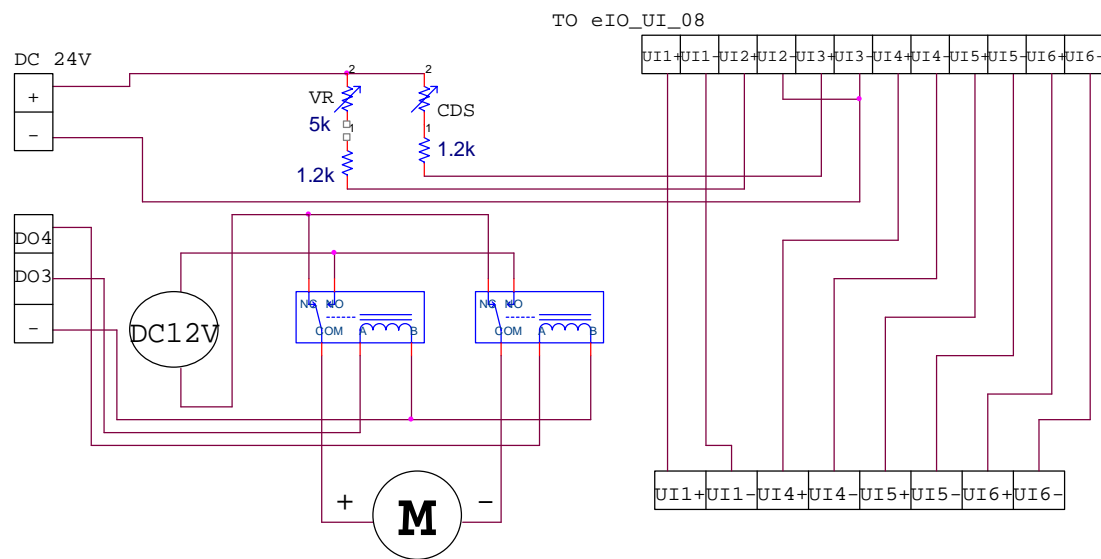


圖 5-3 類比輸入應用模組電路

所設計完成的實習設備如圖 5-4 所示，實驗模組設備，上半部有 eIO_DO_PR_08 (繼電器輸出模組) eIO_DIO_16 (數位輸入/輸出模組) eIO_UI_08 (類比輸入模組) ADAM-4520 (RS-232/RS485 轉換模組) 四個模組及一支熱電耦，下半部有三塊電路板，第一塊電路板接線於 eIO_DO_PR_08 (繼電器輸出模組)，包括有四個指示燈、四組 AC 插座及另外四組可外接的接線端子。

第二塊電路板接線於 eIO_DIO_16 (數位輸入/輸出模組)，包括有八個數位輸出 LED 指示燈，其中第一個輸出聯接到風扇，第二個輸出聯接到蜂鳴器，第三、四個輸出連接到第三塊電路板左半側用來控制馬達正反轉；

另外還有八個搖頭開關當作數位輸入，並用 LED 當作指示燈。這些輸出/輸入均並接到下列 16 個端子，當作外接時使用。

第三塊電路板接線於 eIO_UI_08 (類比輸入模組)，其中第一個輸入接於熱電耦，第二個輸入接於可變電阻，第三個輸入接於光敏電阻；其餘五個輸入連接至端子，由外接時輸入。

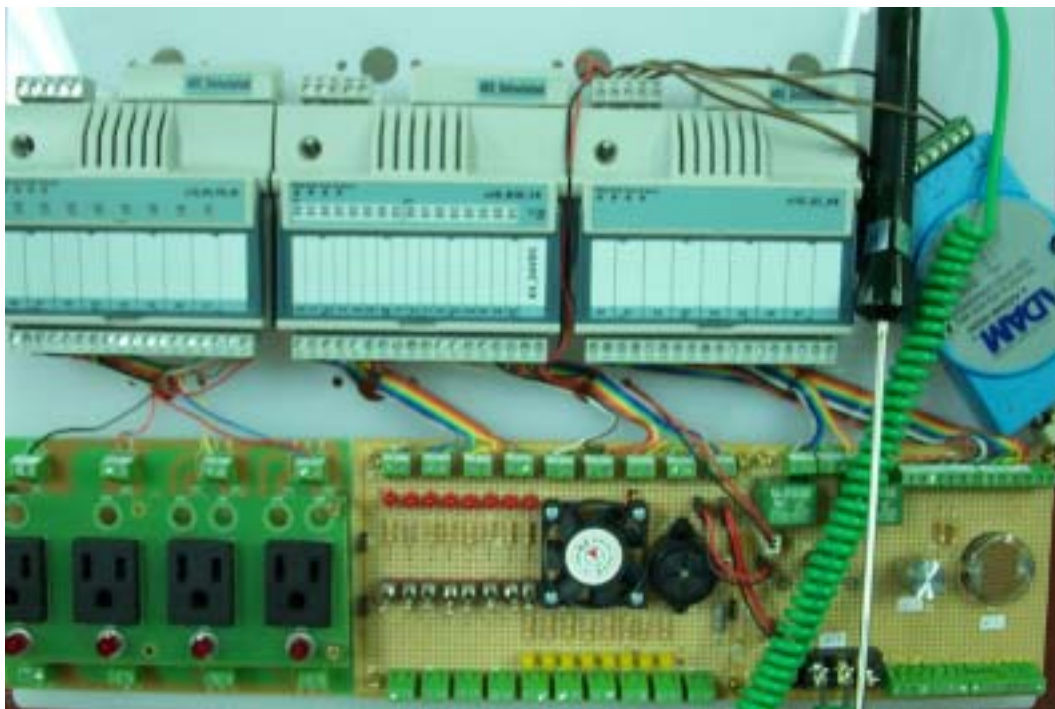


圖 5-4 模組化實習設備箱

表 5-2 分散式圖控系統實習設備數量表

類別	名稱	規格	數量及單位				備註
			三班 以下	四至 六班	七至 九班	十班 以上	
教室	分散式圖控系統實驗室	150mm ²	1	1	1	2	每班以五十人為原則，每兩人為一組
實習或實驗室設備	1. 直流電源供應器	DC-30V 300mA	25	25	25	50	
	2. 實驗模組設備	A. 隔離式 RS-232 至 RS-485 轉換模組 B. 繼電器輸出模組 C. 數位輸入 / 輸出模組 D. 類比輸入模組 E. 熱電耦感測棒 F. RS-232 九針母對母連接線	25	25	25	50	
	3. 個人電腦	A. CITECT5.21 以上版本之圖控軟體 B. 圖形繪製軟體	25	25	25	50	

第三節 研究建議

本研究在所發展的教材大綱、單元實習範例教材和實習設備完成後，對於研究過程中所遇到的相關問題，提供後續相關研究者下列建議：

一、對分散式圖控系統實習教材課程設計的建議

由於分散式圖控系統實習的教材範圍非常廣泛，故在執行教學前確立學生的先備知識極為重要，因此建議修習分散式圖控系統實習課程之前宜先修習可程式控制實習、微電腦控制、介面電路實習、工業控制介面實習及感測器原理與應用。另外由於時間及物力的限制，本研究未編製所有的範例單元教材，因此教學者可自行對課程的設計進行彈性調整，以符合教學需求。

二、對分散式圖控系統實習設備設計之建議

分散式圖控系統實習因為橫跨多門專業領域技術，因此並非單一專業領域研究者能完全精通，故建議教學者利用校園資源，結合其他專長領域之教師自行設計實習設備。此外由於科技日新月異，各種設備及技術陸續更新，教學者可自行持續更新設備的設計，將新技術及概念融入設備中，以提高學生學習的興趣。

三、對後續研究者的建議

本研究限於時間、人力及物力的因素，並未進行教學實驗，評量及評鑑，而一個教材的發展是一個連續的過程，除了教材的需求分析、教學目標確定、內容選擇、組織及編寫外，還要發展效標測驗、實施教學及評量、評鑑教材及修正，以確定教學目標能否達成。因此建議後續研究者可繼續對教材實施教學實驗、評量及評鑑以補本研究之不足。

由於本研究是透過串列通訊的協定來達成感測端的監控動作，並足以達成監控的目的，但是分散式的監控系統功能強大，若有區域網路或網際網路更能表現出監控的彈性及靈活度，而且幾乎是無遠弗屆，建議後續研究者可朝網路通訊方面，不管有線或無線通訊方向繼續研究，