

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

091003

桃園縣私立光啟高級中學

指導老師姓名

李世揚

作者姓名

陳佳記

趙友福

蔡秉融

中華民國第 四十四 屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：電子電機及資訊

組 別：高職組

作品名稱：太陽能集電板效率改善-太陽位移追隨系統

關 鍵 詞：太陽能集電板

編 號：

中華民國九十三年三月二十九日

目錄

壹、摘要 · · · · ·	2
貳、研究動機 · · · · ·	2
參、研究目的 · · · · ·	3
肆、研究設備及器材 · · · · ·	4
伍、研究過程與方法 · · · · ·	5
陸、研究結果 · · · · ·	13
柒、討論 · · · · ·	16
捌、結論 · · · · ·	16
玖、參考資料及其它 · · · · ·	16

壹、摘要

利用追隨太陽位移的方式，改善太陽能集電板的發電效率。

貳、研究動機

太陽能取之不盡，用之不竭，是最乾淨的能源之一。

歷年來國內安裝集熱面積情形如下所示：

- 75 年至 81 年 6 月是政府實施獎勵辦法期間，共安裝 318,000 平方米。
- 81 年 7 月至 84 年 12 月獎勵辦法結束後，安裝集熱面積不降反升，已建立了太陽能工業。
- 75 年至 84 年 12 月累積安裝 626,000 平方米，普及率 2.76%，每年可節省 36,300 公秉油當量之能量，值 8.32 億元，減少 CO₂ 排放量 8.23*107 公斤。

(參考 <http://www.solar.org.tw/文件/學刊/第一卷第一期/D1-2.doc>)

目前我國太陽能工業大約可分為以下幾個應用：

- 太陽能熱水系統查核
- 太陽能工業製程預熱系統
- 吸收式太陽能空調系統
- 太陽能液體除濕空調系統
- 太陽能除濕輻射式冷卻系統

(參考 <http://www.solar.org.tw/文件/學刊/第一卷第一期/D1-4.doc>)

以色列於 1980-1986 年間立法，對於新建築物有義務安裝太陽能熱水系統，對於舊建築物則有 30% 之補助。六年下來普及率達 75%，目前已達 80%。鄰近之日本，雖然在獎勵辦法結束時，普及率下降約一半，但隨後立即採取低率貸款、補助具有提醒國人太陽能意識之公共設施、建立系統評鑑制度等項獎勵措施，截至目前為止普及率達 11%。反觀國內，雖然獎勵辦法結束後安裝集熱面積不降反升，但普及率卻只有 2.6%-2.7% 左右，再加上人口戶數的增加，市場不景氣及太陽能熱水器於實際使用時所遭遇之問題導致影響太陽能應用之推廣等因素，使國內普及率一直停留在此範圍內，成長率倒有衰退之趨向(與去年相較減少 31.2%

至 39.4%)。為了大量推廣太陽能應用以節約能源，降低 CO₂ 排放量，除了必須做一些諸如：立法、解決所遭遇問題、推行獎勵辦法、建立評鑑制度、加強教育宣導外，有必要對普及率達 15% 時之效益做一評估，藉以做為種種措施之激勵與目標。太陽能熱水器安裝集熱面積之普及率達 15% 時，每年可為國家節省 34 萬 8 仟公秉油當量之能源，值 79.63 億元/年，降低 CO₂ 排放量 78 萬 9 仟公噸，累積產值 657.5 億元。為數相當可觀。值得產、官、學、研、各機構及民意代表共同努力的目標。

(參考 <http://www.solar.org.tw/文件/學刊/第一卷第二期/Two-5.doc>)

目前我國民生太陽能補助政策為太陽能熱水系統推廣獎勵辦法，其中獎勵辦法中第七條

明訂：

臺灣本島之太陽能熱水系統產品用戶依本辦法申請補助時，按其所購置之集熱器種類及有效集熱面積，依下列計算基準，予以補助：

- 一、面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣一千五百元。
- 二、真空管式集熱器：每平方公尺新臺幣一千五百元。
- 三、無面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣一千元。
- 四、其他型式之集熱器：由主管機關核定之。

離島地區之太陽能熱水系統產品用戶，按其所購置之集熱器種類及有效集熱面積，依下列計算基準，予以補助：

- 一、面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣三千元。
- 二、真空管式集熱器：每平方公尺新臺幣三千元。
- 三、無面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣二千五百元。
- 四、其他型式之集熱器：由主管機關核定之。

但現今的太陽集電板，效率不彰，大大的降低了太陽能的利用意願。台灣地區最佳安裝角度：正南方 23.5 度角且國內的法規規定太陽能集電板需固定；但如此的做法無法讓集電板在正午或下午時與陽光成垂直，因此降低了集電板的效率。若能讓太陽能集電板隨著陽光的位置而變換傾斜的角度，必能改善此一缺點，使集電板能在上午、中午及下午時間皆能獲得較大的效率。

在電機科課程中，有單晶片控制這個科目。以往課本上的範例，不外是步進馬達控制、開關輸入等等基本控制。而輸配電這個科目中，也有概略提到太陽能發電這個概念與實際應用做法。因此，本作品結合單晶片課本上的各種獨立控制方法，應用於太陽能集電板；不但能對課本中的知識有更深入的應用，也從這次實作中，更能體會電機的樂趣。

參、研究目的

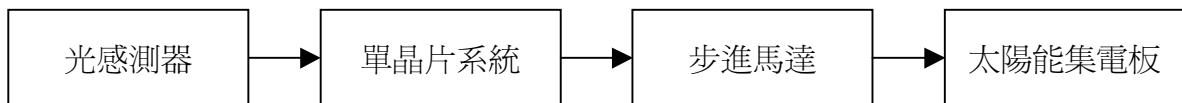
在目前的材料科學尚無法大幅改善太陽能集電板的效率之下，盡量讓太陽能集電板在有陽光時與太陽光線的位置保持垂直，以期使太陽能集電板有更好的運作效率。

肆、研究設備及器材

編號	類別	設備及器材名稱	單位	數量	備註
	儀器與工具	桌上型電腦	台	1	
		信號產生器	台	1	
		電源供應器	台	1	
		示波器	台	1	
		線鋸	支	1	
		鑽床	台	1	
		熱熔槍	具	1	
		膠條	條	若干	
		鉻鐵	具	1	
		焊錫	捲	1	
	單晶片電路	螺絲起子(一字、十字)	支	1	
		單晶片 ATMEL 89C52	個	1	
		石英振盪器 12MHz	個	1	
		電容器 20pF	個	3	
	感測電路	電阻 10K 歐姆	個	1	
		電晶體 9013	個	4	
		光電晶體 LM11	個	4	
		電阻 2.2K 歐姆	個	4	
		電阻 6.8K 歐姆	個	4	
		電阻 470 歐姆	個	4	
	配線與其它	電容器 0.001uF	個	4	
		導線槽	個	若干	
		PVC 管	條	若干	
		束線帶	條	若干	
		電源開關	個	1	
		保險絲	個	1	

伍、研究過程與方法

一、系統方塊圖



二、製作構想

太陽能集電板要能追隨太陽的位移，馬達是必要的元件。若要能精準的控制，則以步進馬達為首選。因此採用單晶片來控制步進馬達。

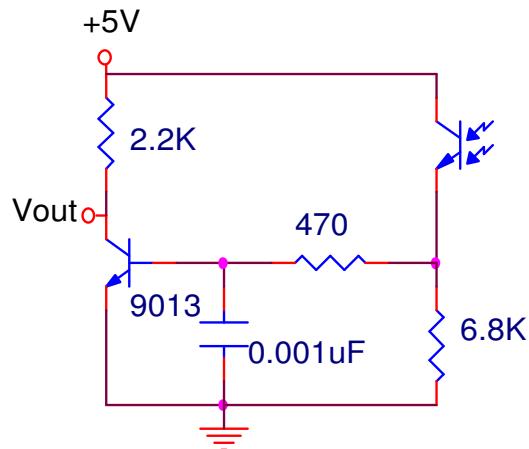
若集電板隨時都處於改變角度的狀態之下，則如此雖然能較準確的追隨太陽的角度，但其付出的電力成本與集電板所發出的電力相較之下，就顯得不經濟。因此此藉由三個感測器來感知太陽的位置，概略將時間區分為上午、中午及下午；以期能在提升集電板效率與不做過份額外的耗損電力的考量之間，取得一個最佳的平衡。

集電板要能與光線成垂直，則需要靠一個與集電板平面平行、互動的感測器，來告知控制系統進入移動集電板狀態後，何時停止。

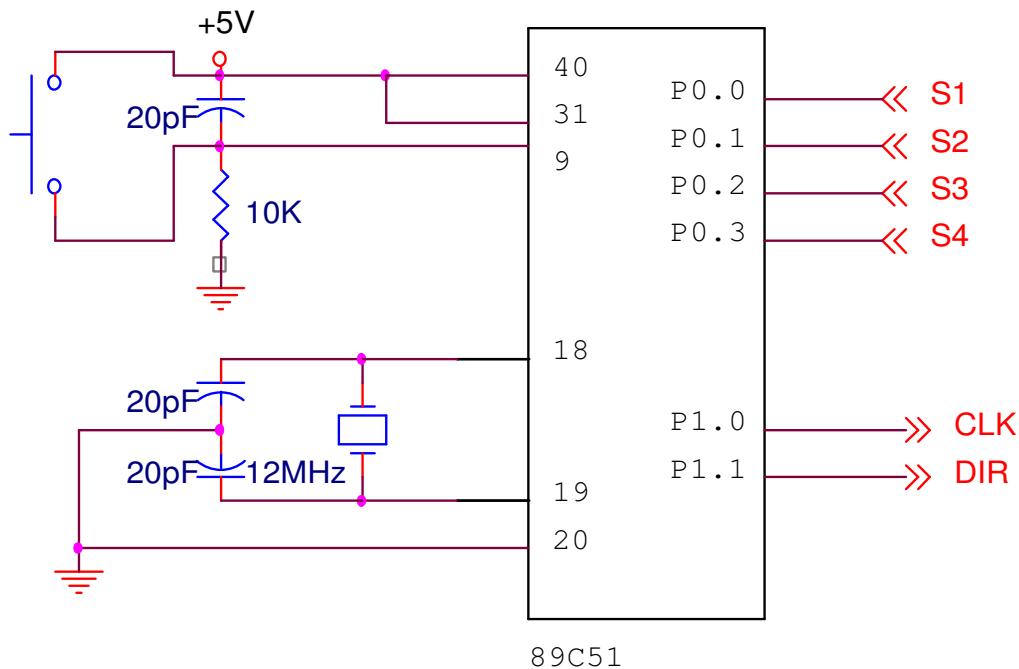
以上三個系統，皆交由單晶片控制。

三、電路圖

(一) 光感測器



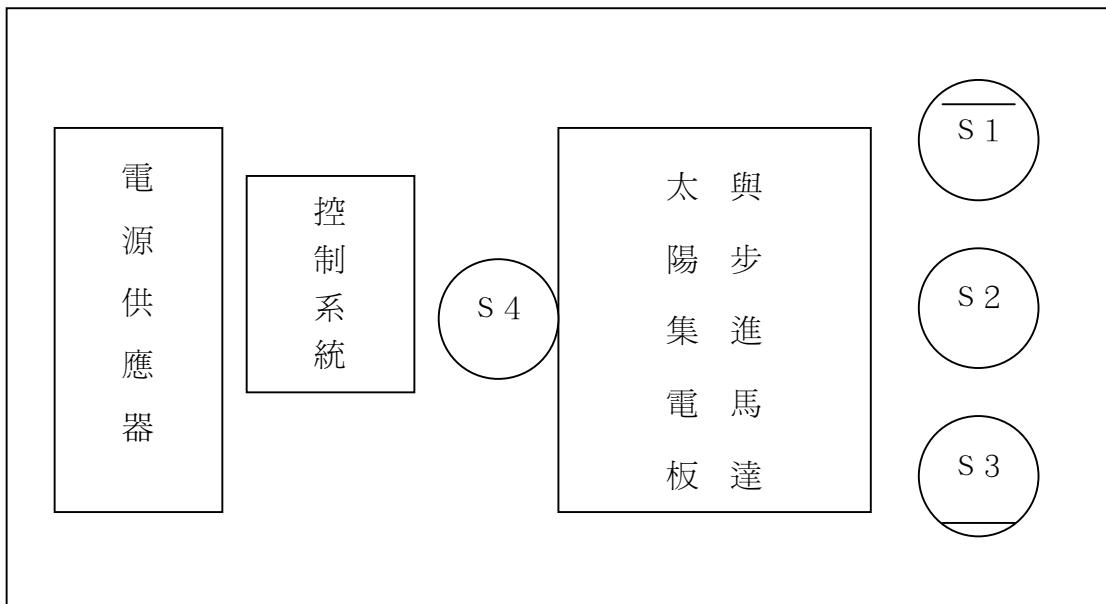
(二) 單晶片控制電路



89C51

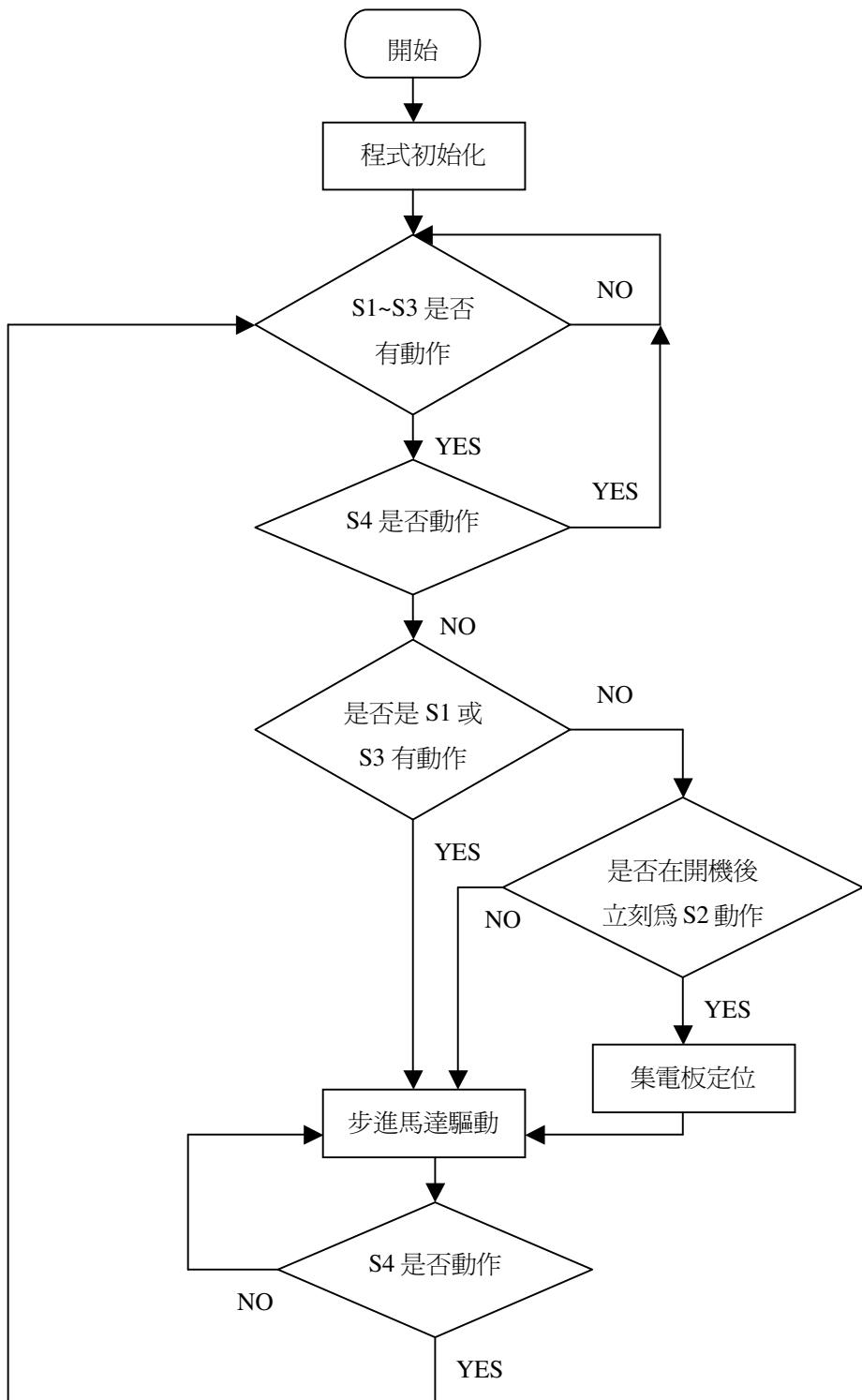
- ※ S₁ ~ S₃ 為光感測器信號端，用以感測區分上、中、下午光源。
- ※ S₄ 為光感測信號端，用以感測太陽能集電板水平面位置。
- ※ C L K 為步進馬達驅動器的 C L O C K 信號。
- ※ D I R 為步進馬達正逆轉控制信號。

四、板面配置



五、製作討論

(一) 程式流程圖



(二) 控制程式

```
#include <io51.h>
#include <special.h>
//#include <stdio.h>
//*********************************************************************
//Set sensor Position :
//                                O (correct)
//
//                                O (Left)    O (MID)    O (Right)
//
//*********************************************************************
//Output pin assign
#define Turn_Left          0x02      //Port1.1
#define Turn_Right         0x00      //Port1.1

//Input pin assign
#define Detect_CRR         0x08      //Port0.3
#define Detect_MID          0x0D      //Port0.1
#define Detect_Left          0x0B      //Port0.2
#define Detect_Right         0x0E      //Port0.0
//-----
data unsigned char Detect_Flag;           //Global Variable.
data unsigned char Direct_Flag;
//-----
void Delay(void)
{
    unsigned char i,j,k=0;
    for (i=0;i<250;i++)
    {
        for(j=0;j<100;j++)
        {
            k++;
            k--;
        }
    }
}
```

```

//-----
void Sys_Init(void)
{
    P0=0XFF;                                //Port0 initial.
    P3=0XFF;                                //Port1 initial.
    P3&=0xFC;
    Detect_Flag=0x00;                         //Variable initial.
    Direct_Flag=0x00;
}

//-----
void Motor(unsigned char Position)
{
    Detect_Flag=0;
    P3 |= Position;                          //Set High (Turn)
    do{
        P3|=0x01;
        Delay();
        P3&=0xFE;
        Delay();
    }while(((P0 & Detect_CRR)==Detect_CRR)&&((P0 & 0x07)!= 0x07)); //While Turn To
ORG Position.
    P3&=0xFC;
}

//-----
void Auto_Scan(unsigned char Position,unsigned char Deg)
{
    P3 |= Position;                          //Set High (Turn)
    do{
        Deg--;
        P3|=0x01;
        Delay();
        P3&=0xFE;
        Delay();
    }
}

```

```

}while((P0 & Detect_CRR)==Detect_CRR)&&((P0 & 0x07)!= 0x07)&&(Deg!=0)); //While
Turn To ORG Position.

P3&=0xFC;
}

//-----
void Auto_Detect(void)
{
    Detect_Flag=0;
    if(P0 & Detect_CRR)!=0x00)
    {
        Auto_Scan(Turn_Left,50);      //Set Port1.3 High.
        if((P0 & Detect_CRR)!=0x00) Auto_Scan(Turn_Right,110);      //Set Port1.3 High.
    }
}

//-----
void main(void)
{
    Sys_Init();

    while(1)
    {
        Detect_Flag =P0 & 0x0F;           //Detect All Position.

        switch(Detect_Flag)
        {
            case Detect_Left:          //Detect Port3.2 Is High.
                Direct_Flag=0x01;
                Motor(Turn_Left);      //Set Port1.3 High.
                break;

            case Detect_MID:           //Detect Port3.1 Is High.
                switch(Direct_Flag)
                {
                    case 0x00:
                        Auto_Detect();      //Set Port1.0 High.

```

```
        break;

    case 0x01:
        Motor(Turn_Right);      //Set Port1.2 High.
        break;

    case 0x02:
        Motor(Turn_Left);      //Set Port1.3 High.
        break;

    default:
        break;
    }

    break;

case Detect_Right:           //Detect Port3.3 Is High.
    Direct_Flag=0x02;
    Motor(Turn_Right);      //Set Port1.2 High.
    break;

default:
break;
}

}

//-----
```

陸、研究結果

為了驗証本系統的效率，我們做了以下的試驗：

接一小負載於太陽能集電板上，並觀察太陽追隨系統與傳統固定方式的太陽能集電板間能量輸出的差異：

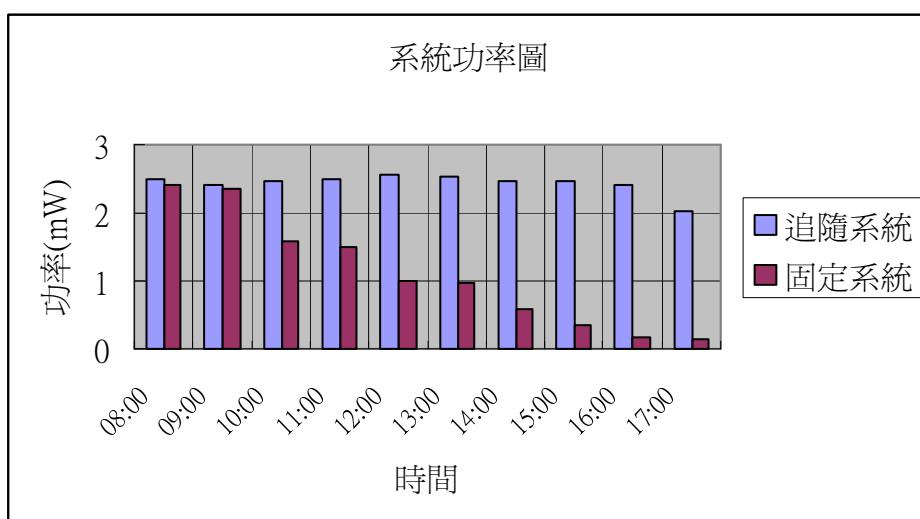
追隨系統

時間 項目	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
電壓(V)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
電流(mA)	1.25	1.2	1.24	1.25	1.28	1.26	1.24	1.23	1.2	1.01
功率(W)	2.5	2.4	2.48	2.5	2.56	2.52	2.48	2.46	2.4	2.02

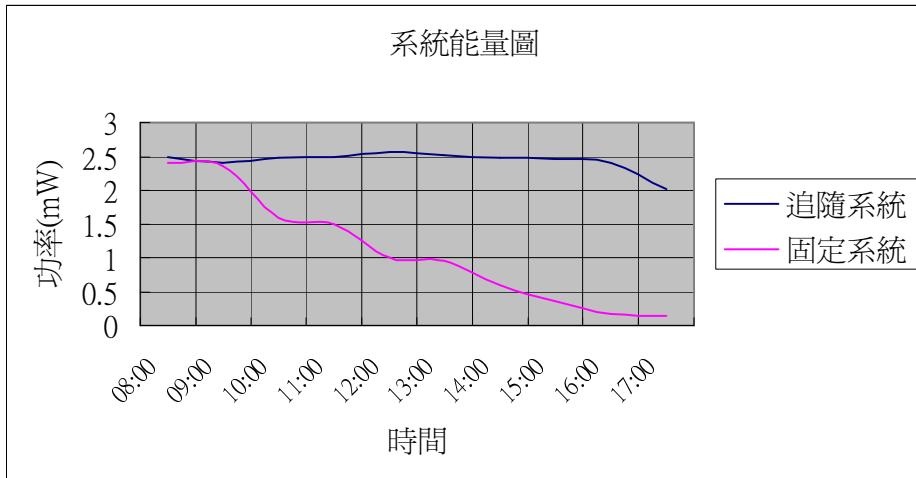
固定系統

時間 項目	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
電壓(V)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
電流(mA)	1.2	1.18	0.8	0.75	0.5	0.48	0.3	0.18	0.09	0.075
功率(W)	2.4	2.36	1.6	1.5	1	0.96	0.6	0.36	0.18	0.15

系統功率圖



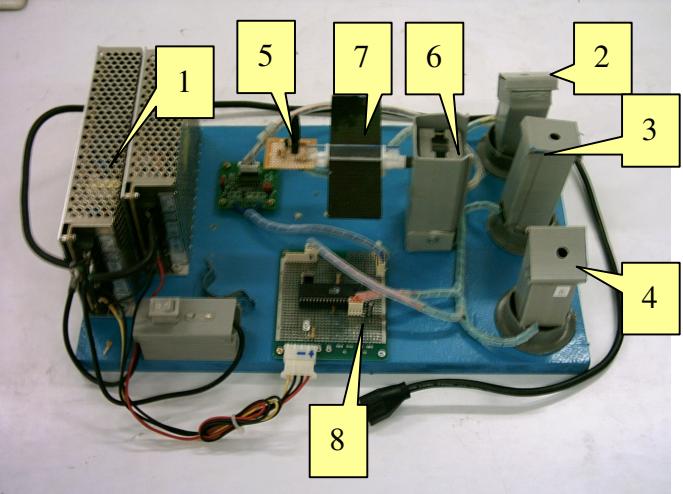
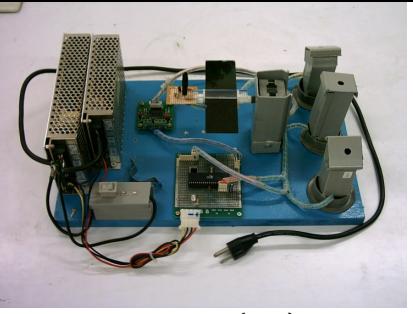
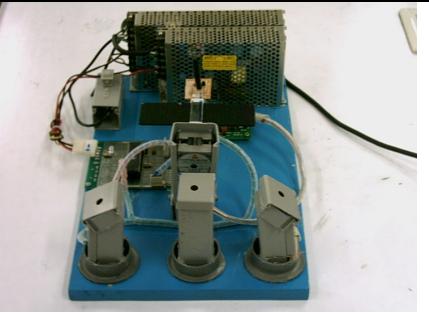
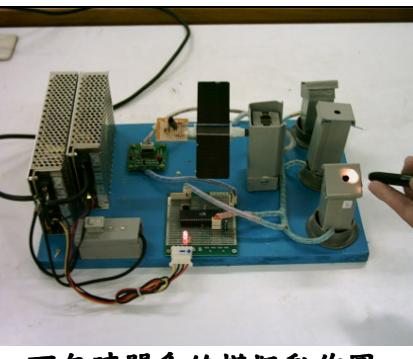
系統能量圖



由系統功率圖可看出，傳統固定傾斜45度角的太陽能集電板，其功率隨著太陽的偏移大幅衰減，在中午陽光最強時，竟然輸出功率已降到約上午的50%；而採用太陽位移追隨系統的集電板，由於可以追隨陽光直射的角度，因此其功率能維持穩定而不致衰減。

又由於 $W = P \times t$ (功=功率×時間)，因此，可由系統能量圖看出，曲線所包含的面積即為系統所產生的能量。我們可以明顯的發現固定系統的面積，大約只有追隨系統的一半。

由上面的試驗可驗証，太陽能集電板若能追隨太陽位移而改變角度，可大幅提升集電板的輸出能量大約50%。

研究結果照片	說明
	成品
	成品全圖（一）
	成品全圖（二）
	上午時間系統模擬動作圖 上午時間感測器 S 1 感測有光線時，太陽能集電板往光線方向移動
	下午時間系統模擬動作圖 下午時間感測器 S 3 感測有光線時，太陽能集電板往光線方向移動
	感測器外觀

柒、討論

本組在製作這項專題時，曾遇到多種困難。如剛開始時，使用較大的太陽能集電板，結果，主體的結構設計不良，以致於步進馬達無法順利帶動太陽能集電板；這個困難後來由改以較小的集電板來解決。而在製作感測器電路時，由於必需要縮小電路的面積，以便能裝入容器內，這也是對我們技術的一種挑戰。

在程式部份，我們對於程式的熟練度還需多加強；如果往後想對這套系統有更多的應用時，軟體方面應該有更大的發展空間。

較為特殊的情形，是在於開機時，若直接由感測器 2（中午）感測到光源，由於系統無法得知太陽能集電板的位置，因此，利用程式讓集電板先向右 45 度，若感測器 4 在這個角度內無法找尋到光源時，則將集電板向左轉 80 度。這個過程就可以讓系統得知太陽能集電板的位置，以利操控。如此利用程式，便可解決需要再多使用兩個感測器當太陽能集電板邊界感測的麻煩。

捌、結論

目前太陽能集電板的效率約 24%~30% 之間，地處於亞熱帶的台灣，受到的日照還算充足；但是我的法規規定太陽能集電板斜 45 度，這會限制了太陽能集電板的效率。

本系統可明顯增加太陽能集電板的效率，如能再加以改進成更精密的系統，應可讓消費者對於太陽能的使用意願更高，也能讓太陽能這種乾淨、無盡的能源有更好的發揮與利用。

玖、參考資料及其它

1. 鄧錦城 8048 單晶片專題製作 第2版 台北市 80年5月
2. 鄧錦城 8051 單晶片專題製作 第19版 台北市 84年8月
3. <http://www.solar.org.tw/文件/學刊/第一卷第一期/D1-4.doc>
4. <http://www.solar.org.tw/文件/學刊/第一卷第二期/Two-5.doc>

太陽能集電板效率改善—太陽位移追隨系統

壹、摘要

利用追隨太陽位移的方式，改善太陽能集電板的發電效率。

貳、研究動機與目的

太陽能取之不盡，用之不竭，是最乾淨的能源之一。但現今的太陽集電板，效率不彰，大大的降低了太陽能的利用意願。且國內的法規規定太陽能集電板固定傾斜45度角；但如此的做法無法讓集電板在正午或下午時與陽光成垂直，因此降低了集電板的效率。若能讓太陽能集電板隨著陽光的位置而變換傾斜的角度，必能改善此一缺點，使集電板能在上午、中午及下午時間皆能獲得較大的效率。

在電機科課程中，有單晶片控制這個科目。以往課本上的範例，不外是步進馬達控制、開關輸入等等基本控制。而輸配電這個科目中，也有概略提到太陽能發電這個概念與實際應用做法。因此，本作品結合單晶片課本上的各種獨立控制方法，應用於太陽能集電板；不但能對課本中的知識有更深入的應用，也從這次實作中，更能體會電機的樂趣。

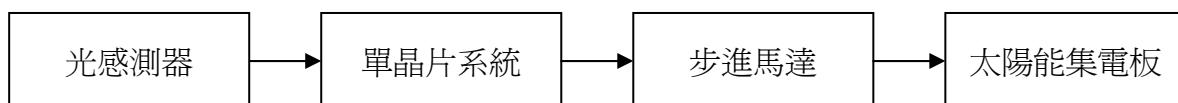
在目前的材料科學尚無法大幅改善太陽能集電板的效率之下，盡量讓太陽能集電板在有陽光時與太陽光線的位置保持垂直，以期使太陽能集電板有更好的運作效率。

參、研究設備及器材

編號	設備及器材名稱	備註
01	電源供應器	
02	信號產生器	
03	示波器	
04	螺絲起子（一字、十字）	
05	線鋸	
06	導線槽	
07	PVC管	
08	電子元件	

肆、研究過程與方法

一、系統方塊圖



二、製作構想

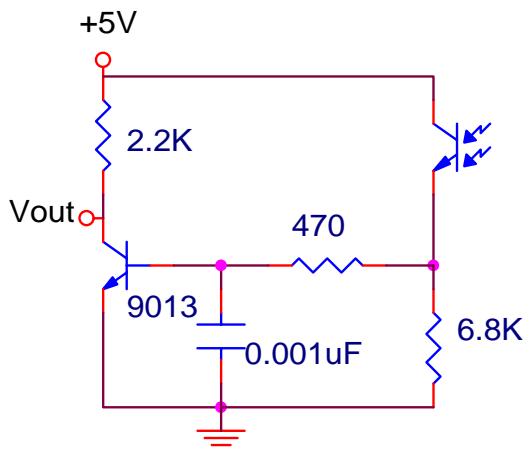
太陽能集電板要能追隨太陽的位移，馬達是必要的元件。若要能精準的控制，則以步進馬達為首選。因此採用單晶片來控制步進馬達。

若集電板隨時都處於改變角度的狀態之下，則如此雖然能較準確的追隨太陽的角度，但其付出的電力成本與集電板所發出的電力相較之下，就顯得不經濟。因此此藉由三個感測器來感知太陽的位置，概略將時間區分為上午、中午及下午；以期能在提升集電板效率與不做過份額外的耗損電力的考量之間，取得一個最佳的平衡。

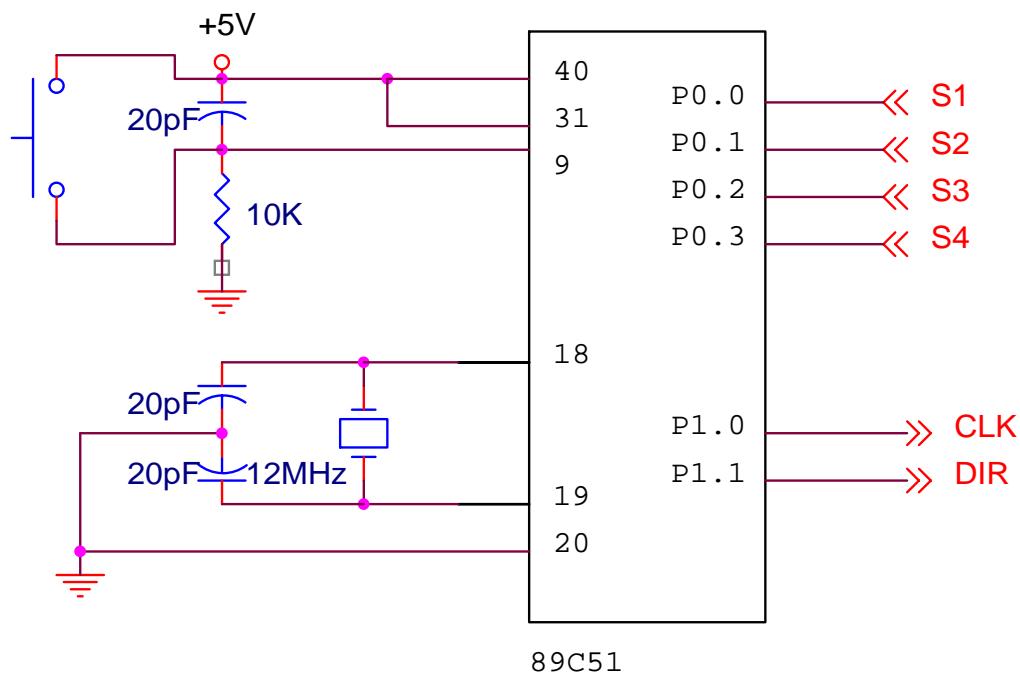
集電板要能與光線成垂直，則需要靠一個與集電板平面平行、互動的感測器，來告知控制系統進入移動集電板狀態後，何時停止。

三、電路圖

(一) 光感測器



(二) 單晶片控制電路



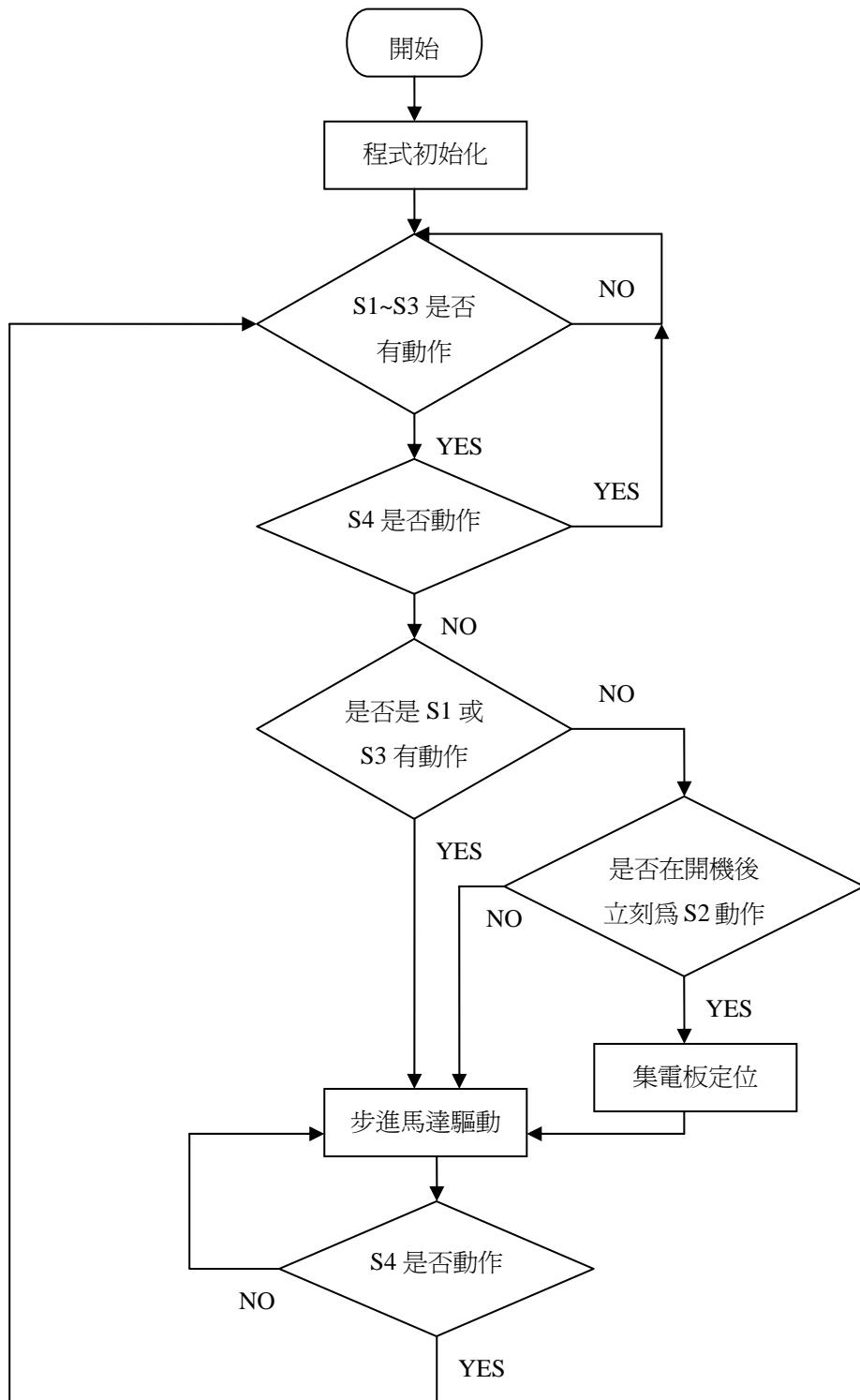
S 1 ~ S 3 為光感測器信號端，用以感測區分上、中、下午光源。

S 4 為光感測信號端，用以感測太陽能集電板水平面位置。

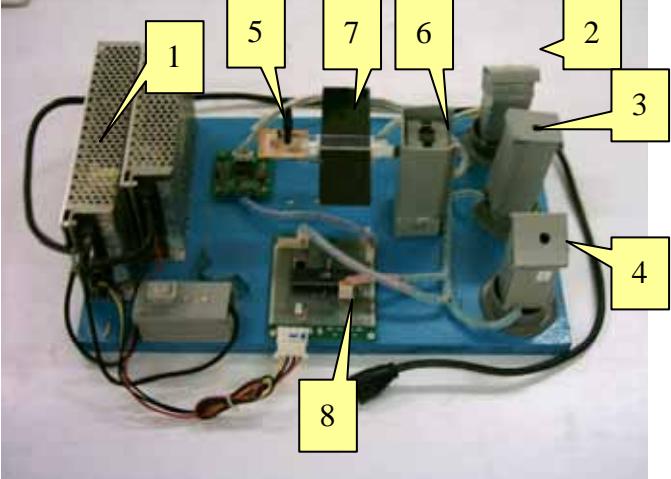
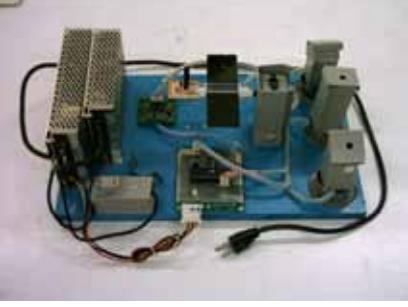
C L K 為步進馬達驅動器的 C L O C K 信號。

D I R 為步進馬達正逆轉控制信號。

四、製作討論
程式流程圖



伍、研究結果

研究結果照片	說明
	成品 1 : 電源供應器 2 : 感測器 1 (上午) 3 : 感測器 2 (中午) 4 : 感測器 3 (下午) 5 : 感測器 4 (對正) 6 : 步進馬達 7 : 太陽能集電板 8 : 控制電路
	
	
<p>上午時間系統模擬動作圖 上午時間感測器 S 1 感測有光線時，太陽能集電板往光線方向移動</p>	<p>中午時間系統模擬動作圖 中午時間感測器 S 2 感測有光線時，太陽能集電板往光線方向移動</p>
	 <p>感測器外觀</p>
<p>下午時間系統模擬動作圖 下午時間感測器 S 3 感測有光線時，太陽能集電板往光線方向移動</p>	

柒、討論與結論

為了驗証本系統的效率，我們做了以下的試驗：

接一小負載於太陽能集電板上，並觀察太陽追隨系統與傳統固定方式的太陽能集電板間能量輸出的差異：

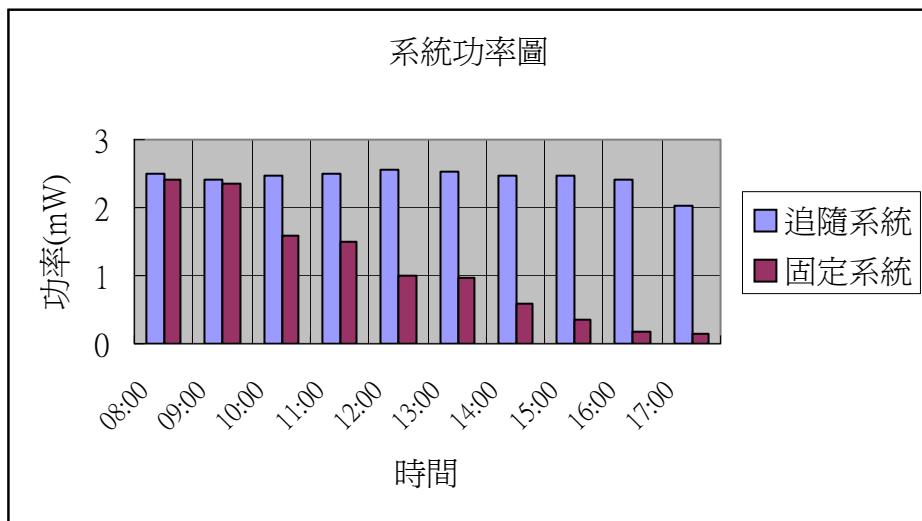
追隨系統

時間 項 目	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
電壓(V)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
電流(mA)	1.25	1.2	1.24	1.25	1.28	1.26	1.24	1.23	1.2	1.01
功率(W)	2.5	2.4	2.48	2.5	2.56	2.52	2.48	2.46	2.4	2.02

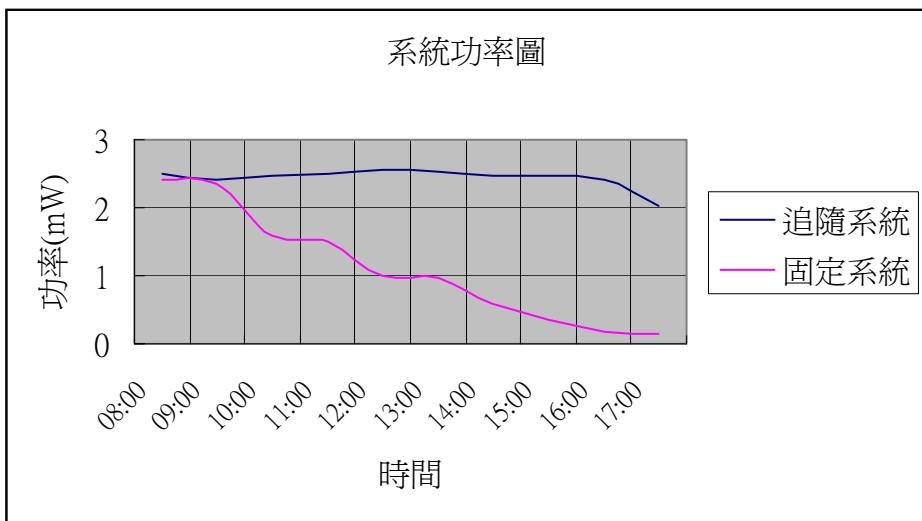
固定系統

時間 項 目	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
電壓(V)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
電流(mA)	1.2	1.18	0.8	0.75	0.5	0.48	0.3	0.18	0.09	0.075
功率(W)	2.4	2.36	1.6	1.5	1	0.96	0.6	0.36	0.18	0.15

系統功率圖（一）



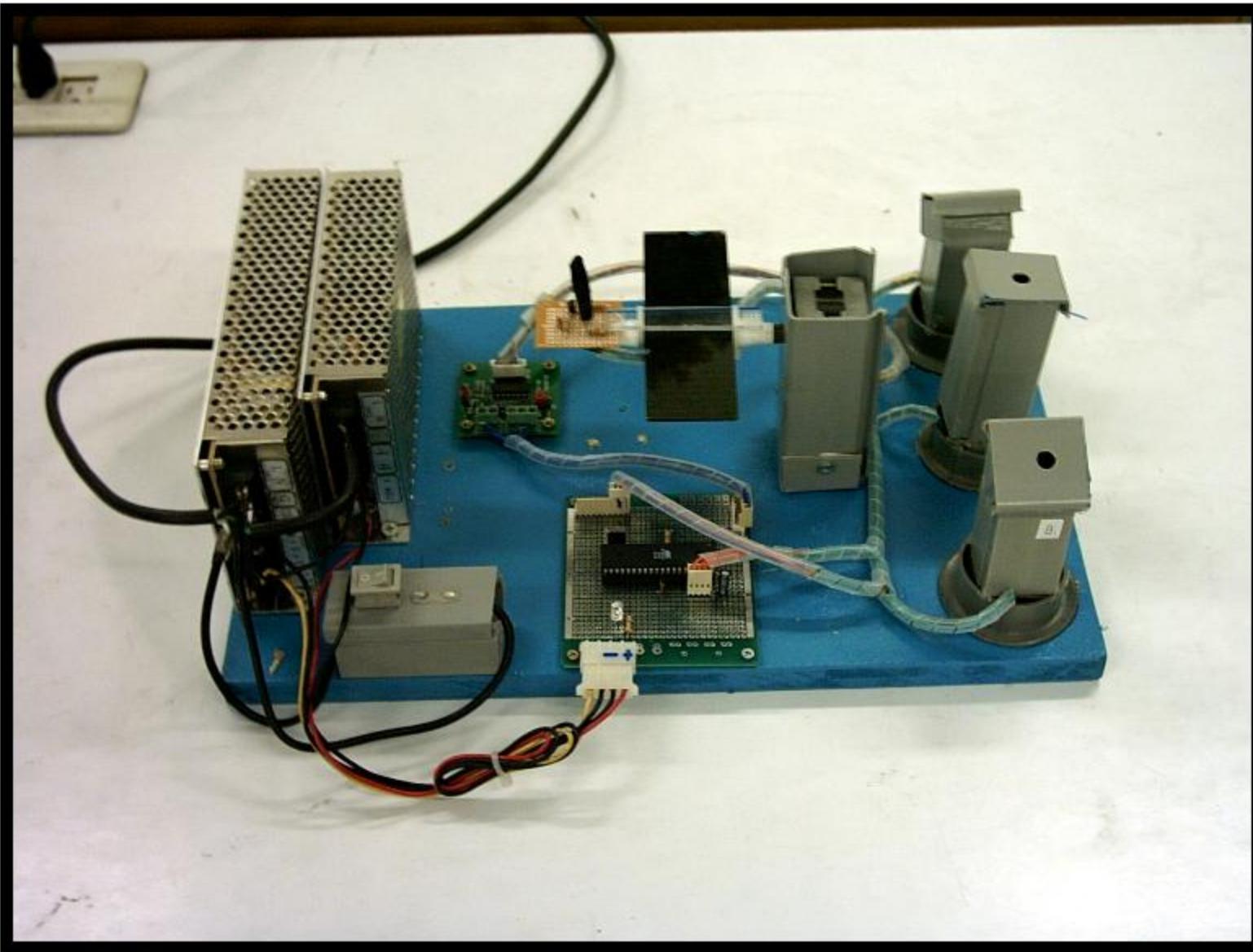
系統功率圖（二）

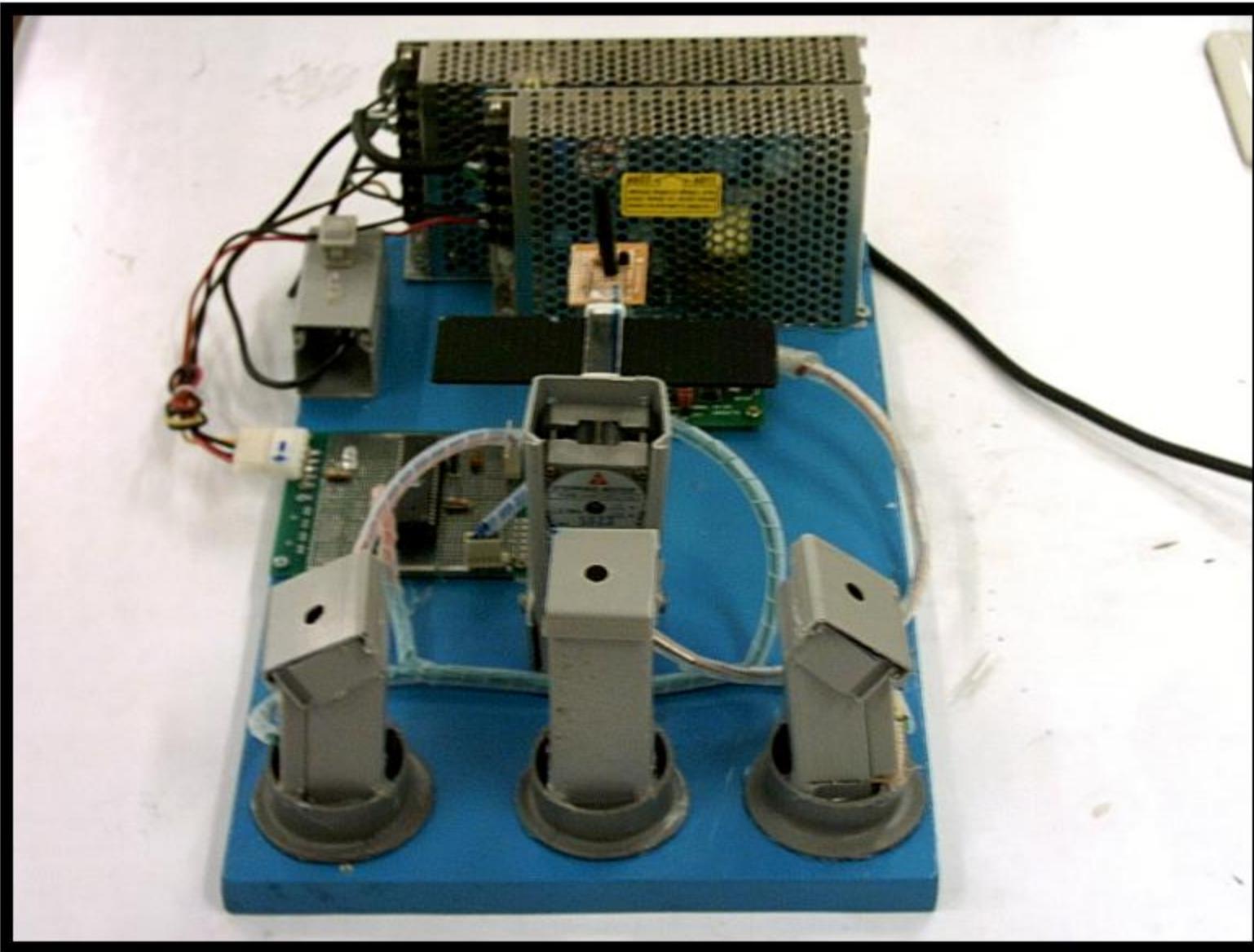


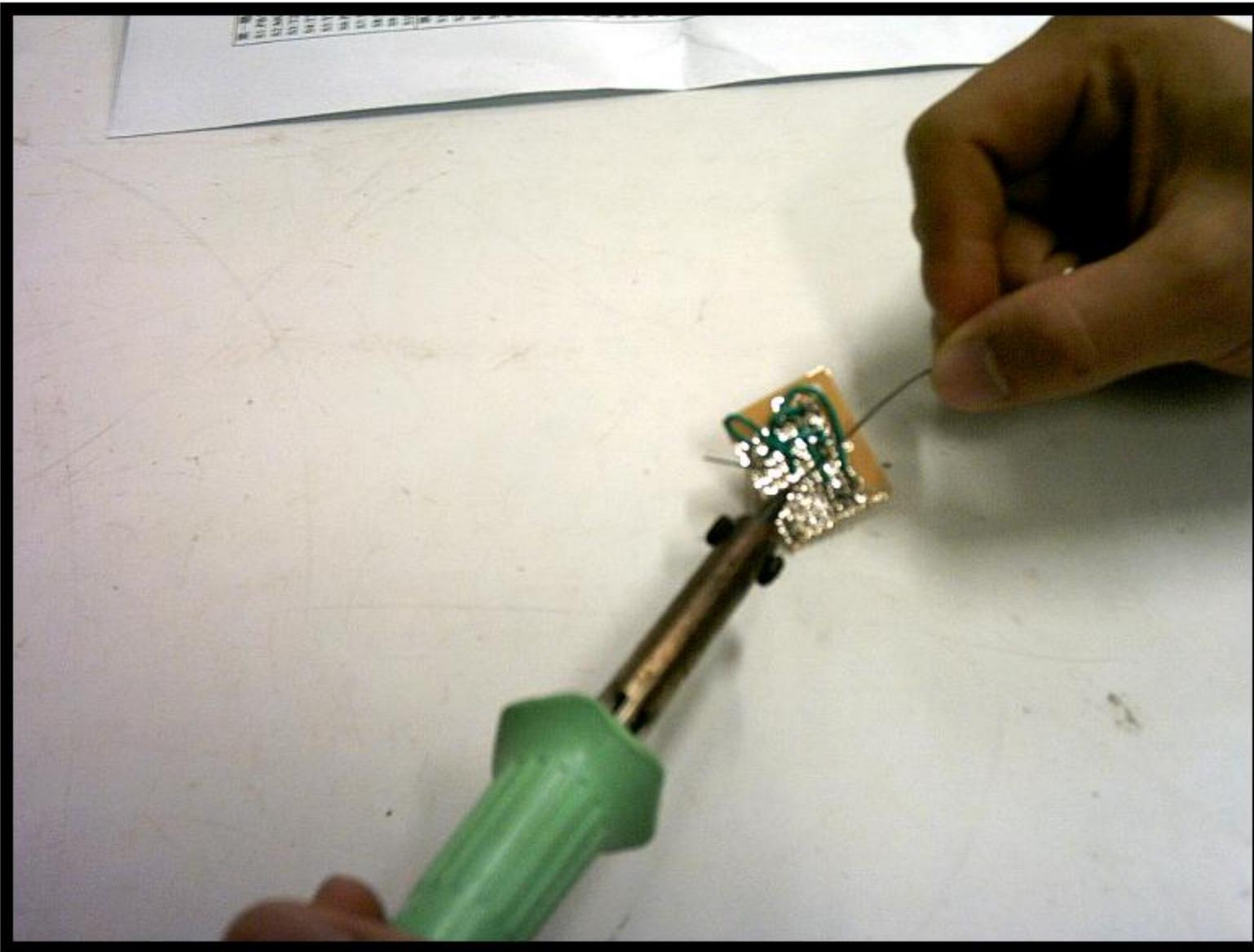
由系統功率圖（一）可看出，傳統固定傾斜45度角的太陽能集電板，其功率隨著太陽的偏移大幅衰減，在中午陽光最強時，竟然輸出功率已降到約上午的50%；而採用太陽位移追隨系統的集電板，由於可以追隨陽光直射的角度，因此其功率能維持穩定而不致衰減。

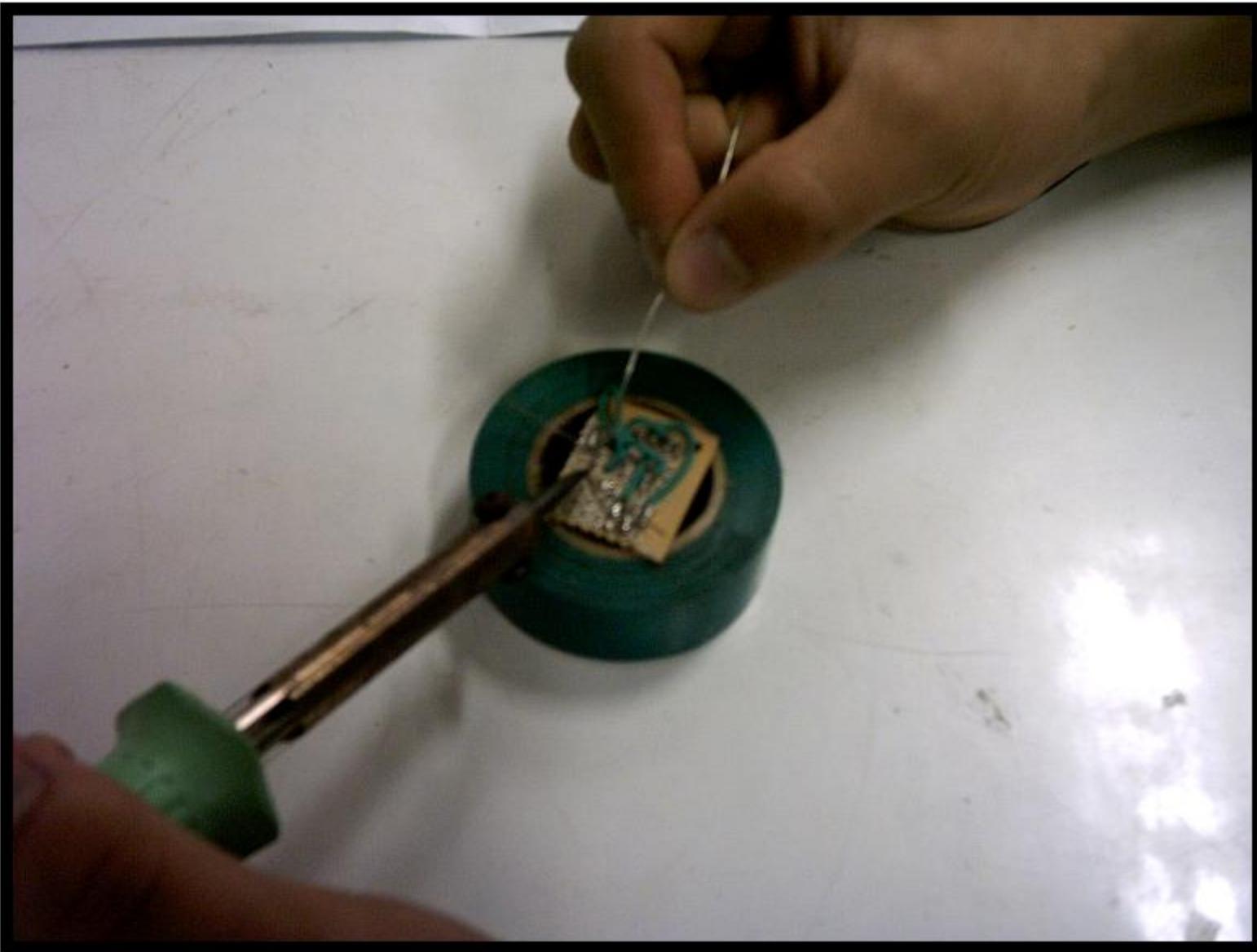
又由於 $W = P \times t$ （功=功率×時間），因此，可由系統功率圖（二）看出，曲線所包含的面積即為系統所產生的能量。我們可以明顯的發現固定系統的面積，大約只有追隨系統的一半。

由上面的試驗可驗証，太陽能集電板若能追隨太陽位移而改變角度，可大幅提升集電板的輸出能量大約50%。







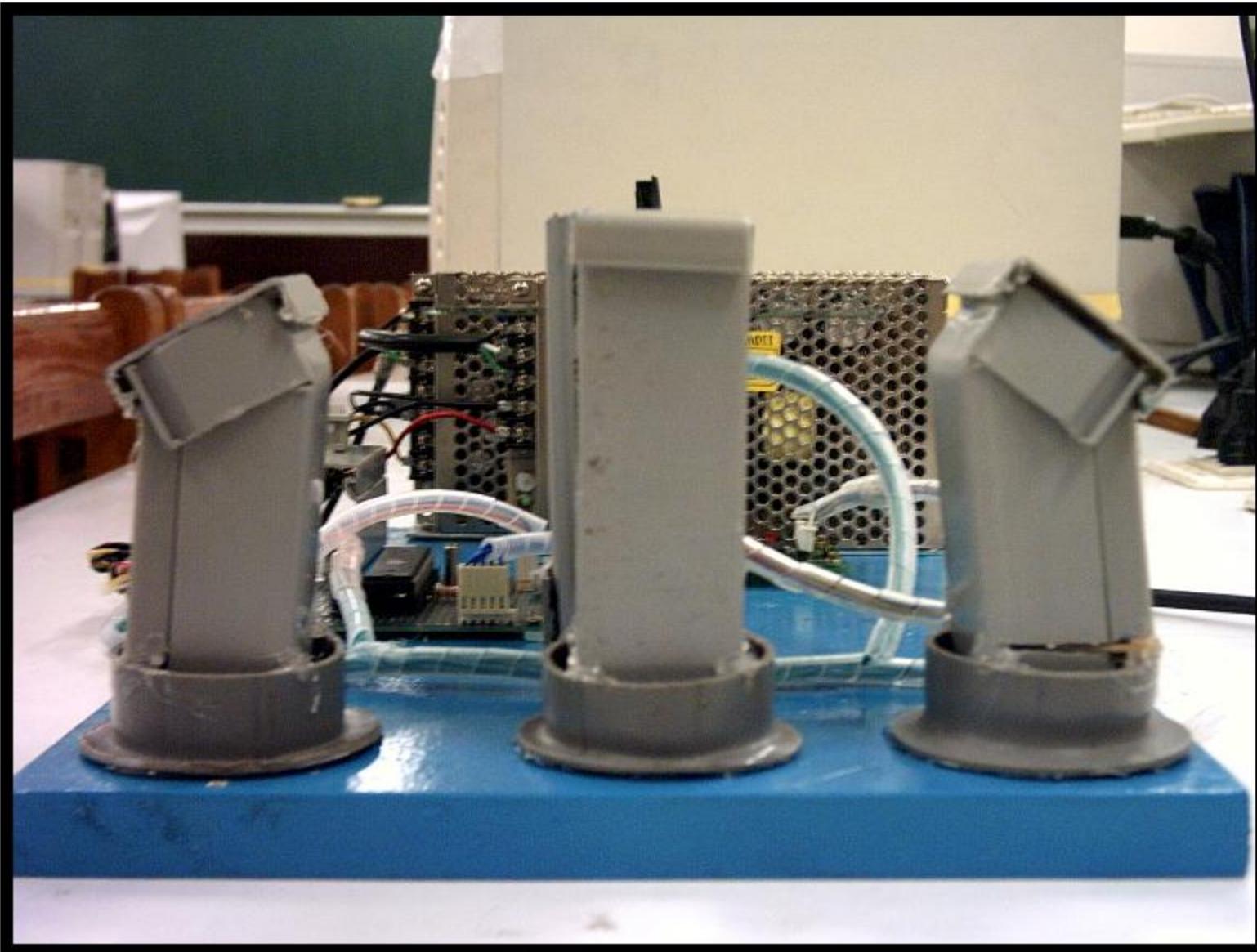


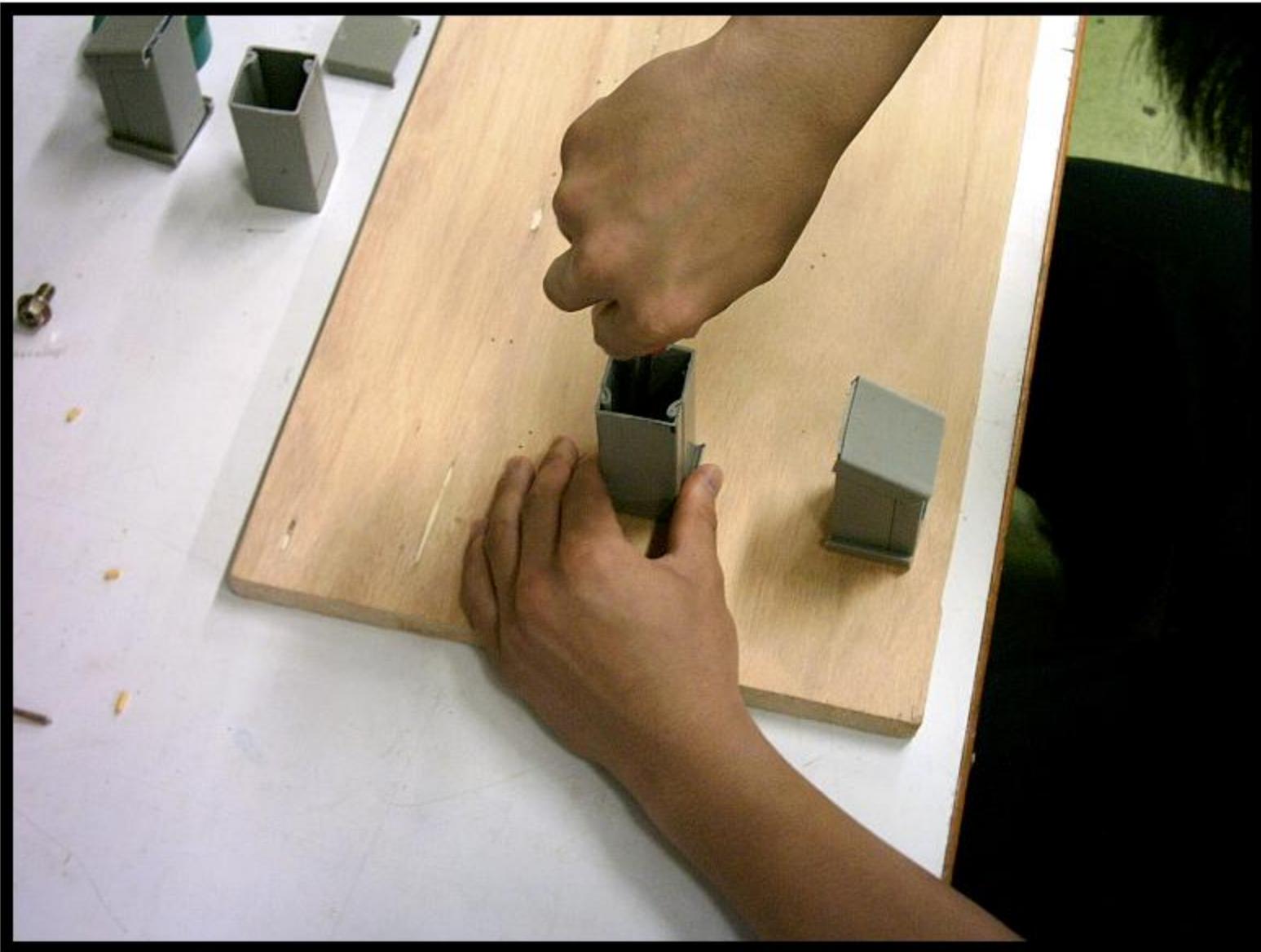


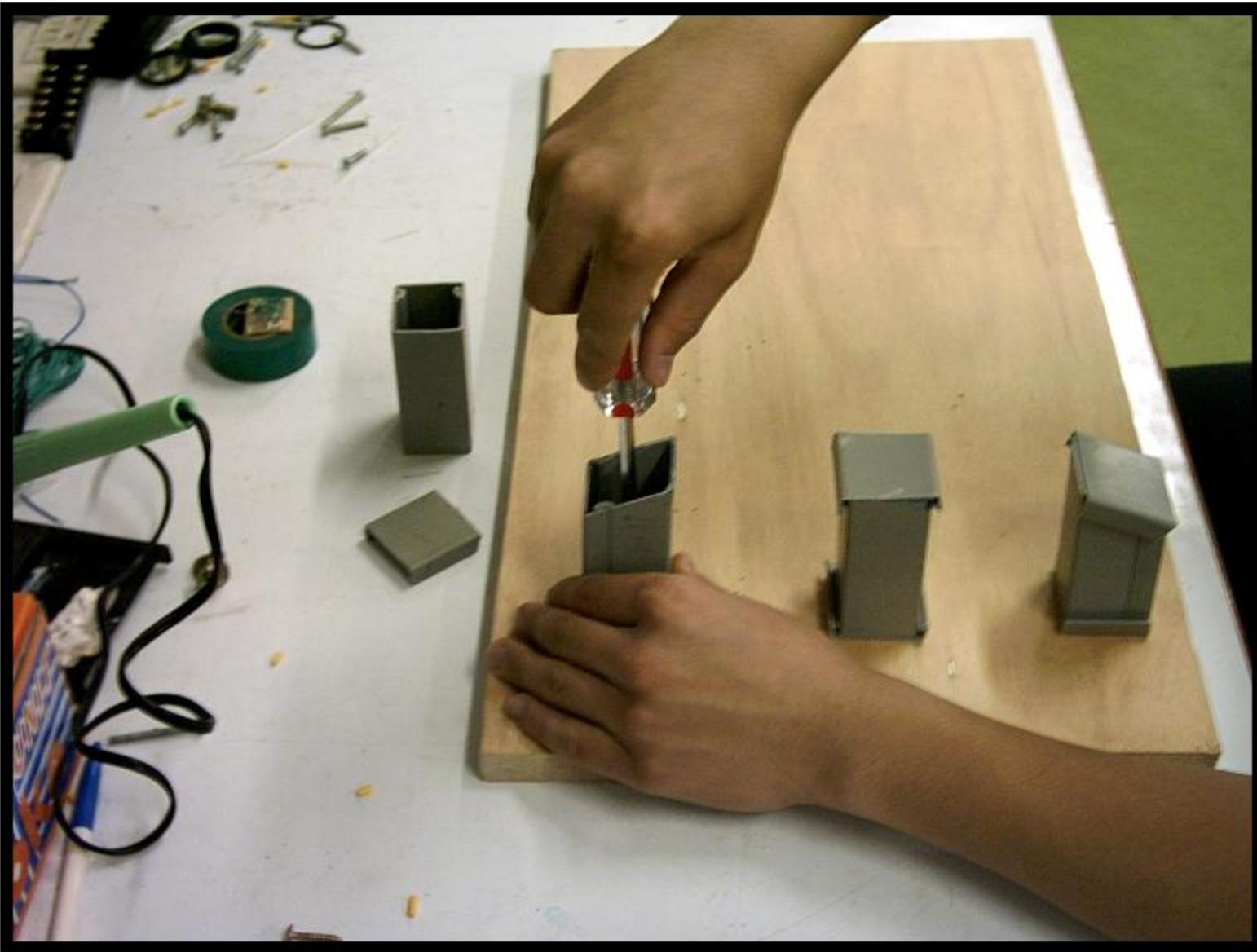


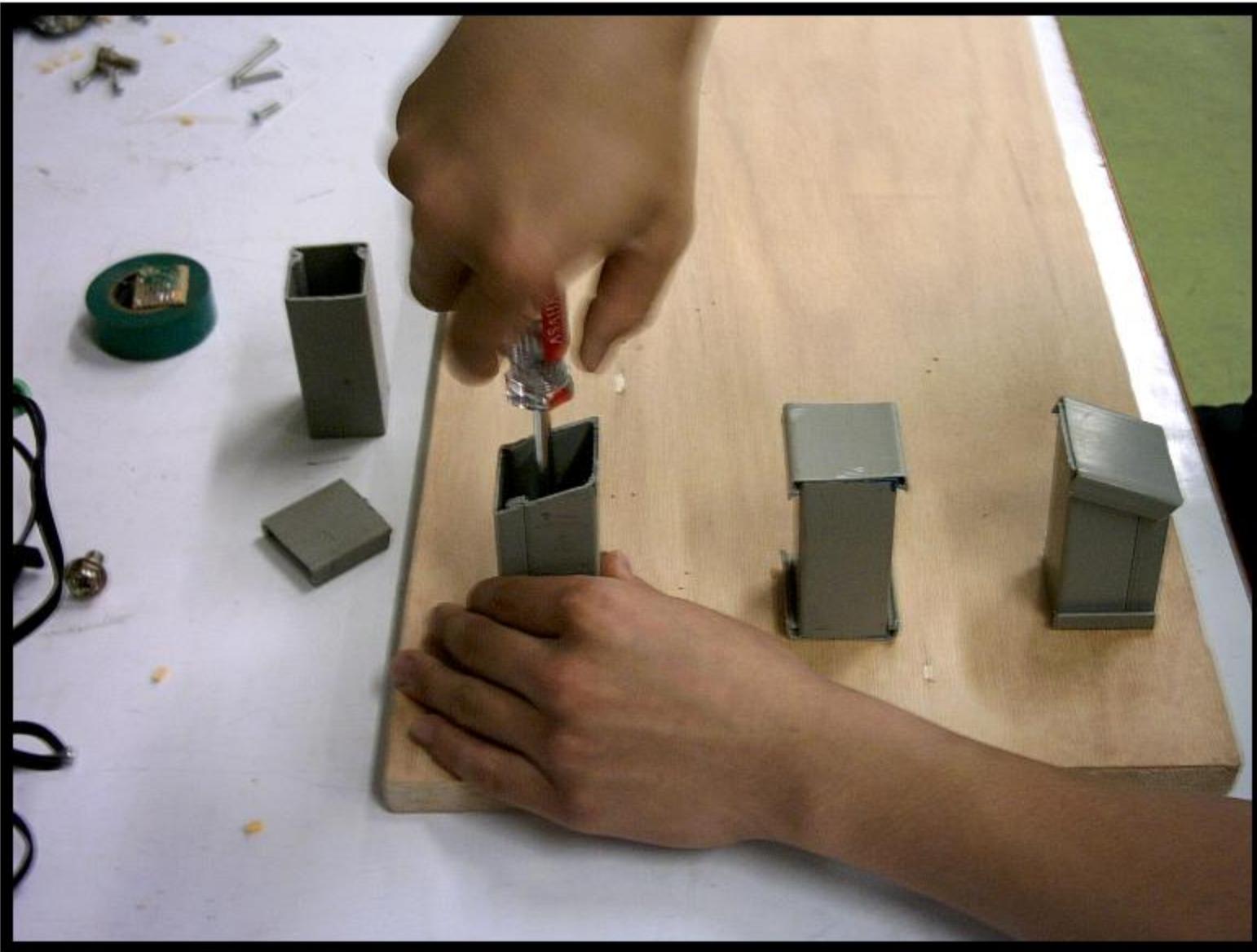


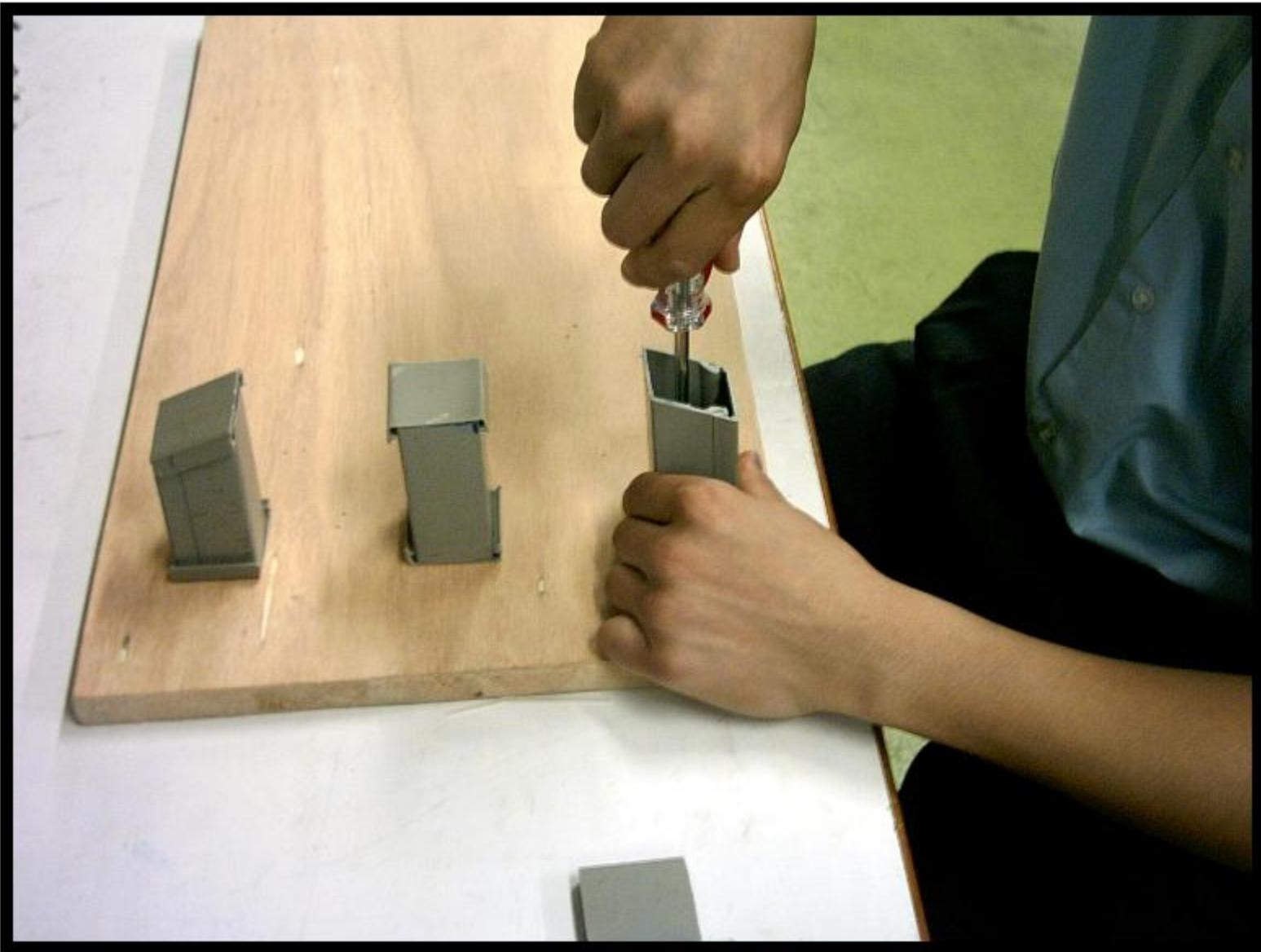


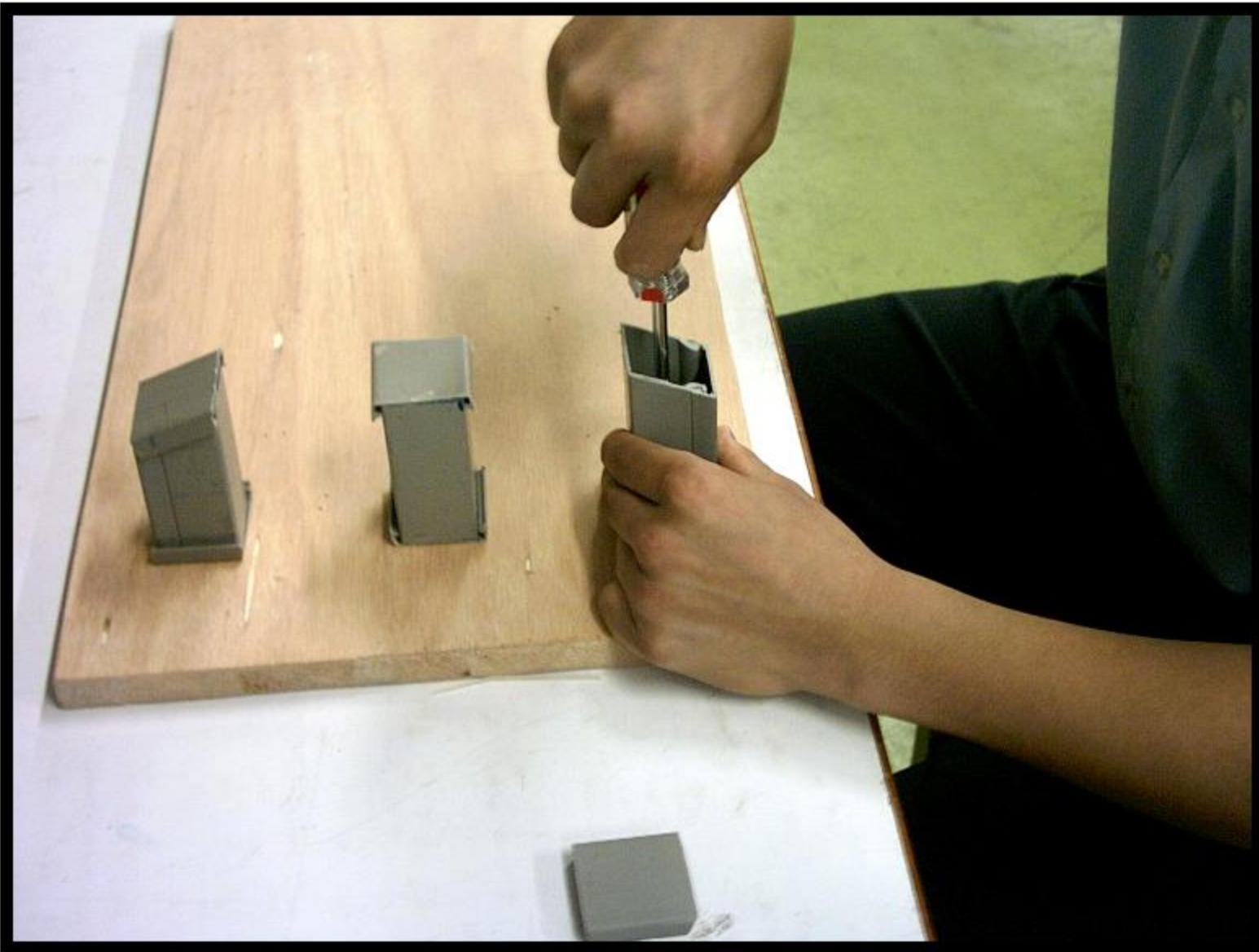


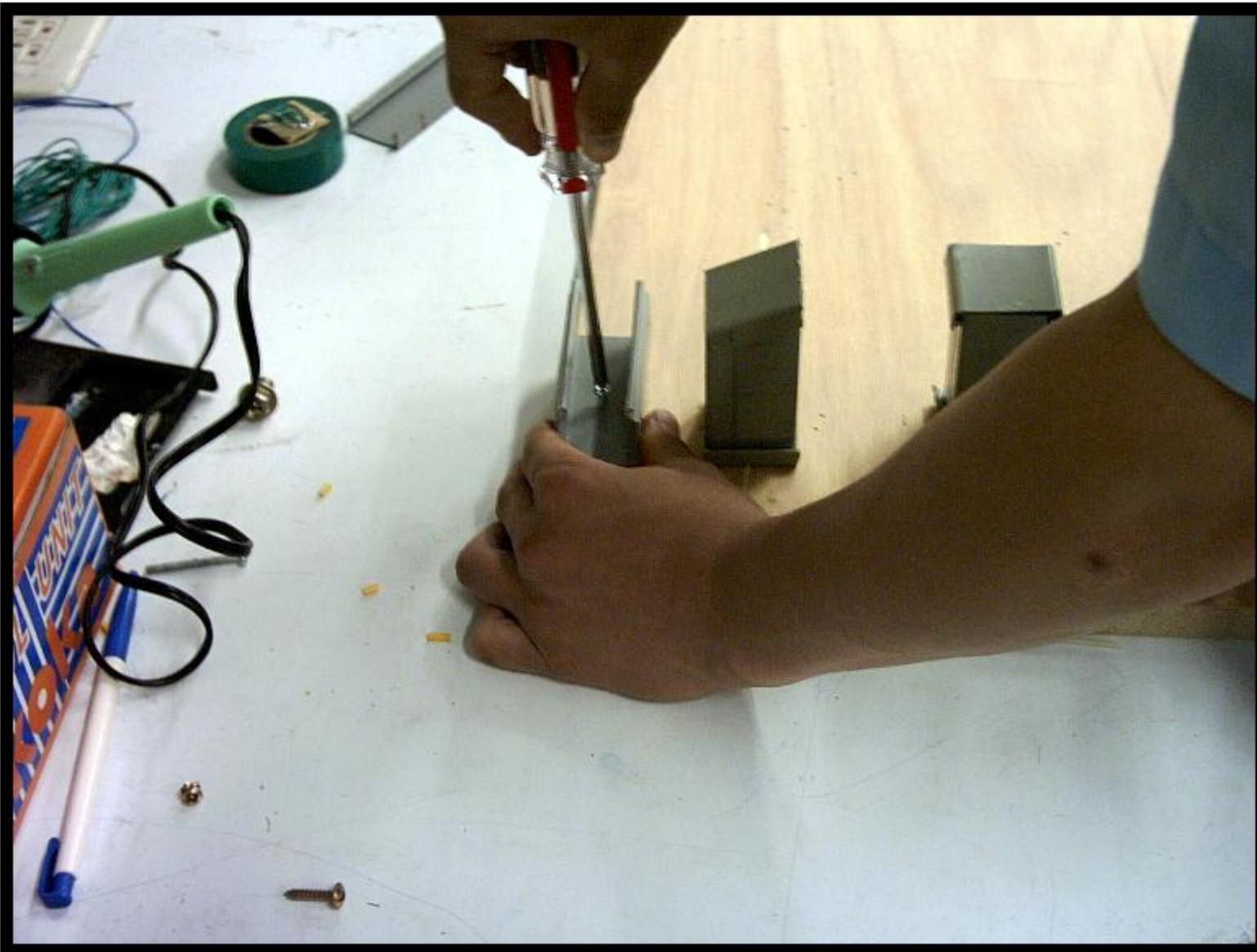


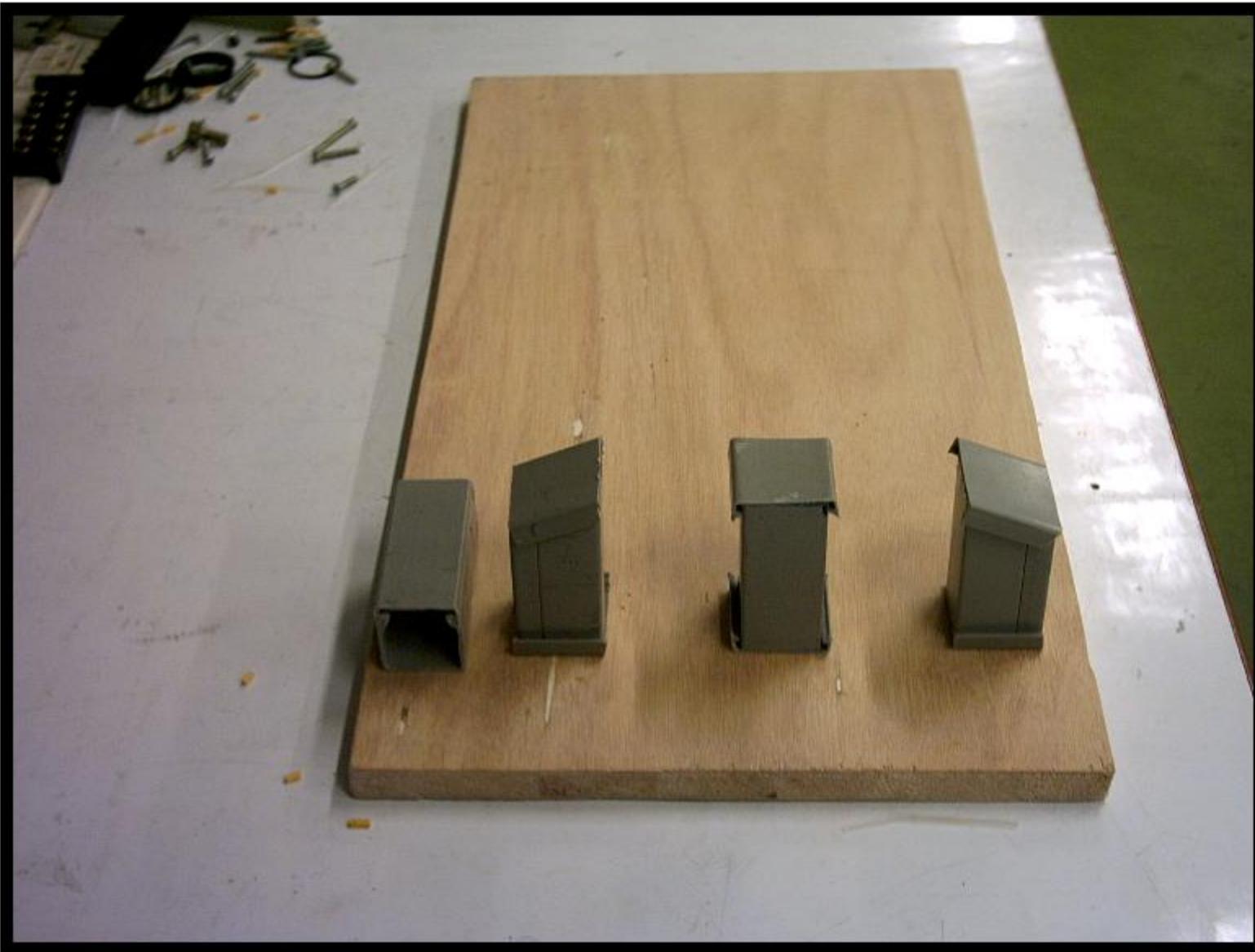


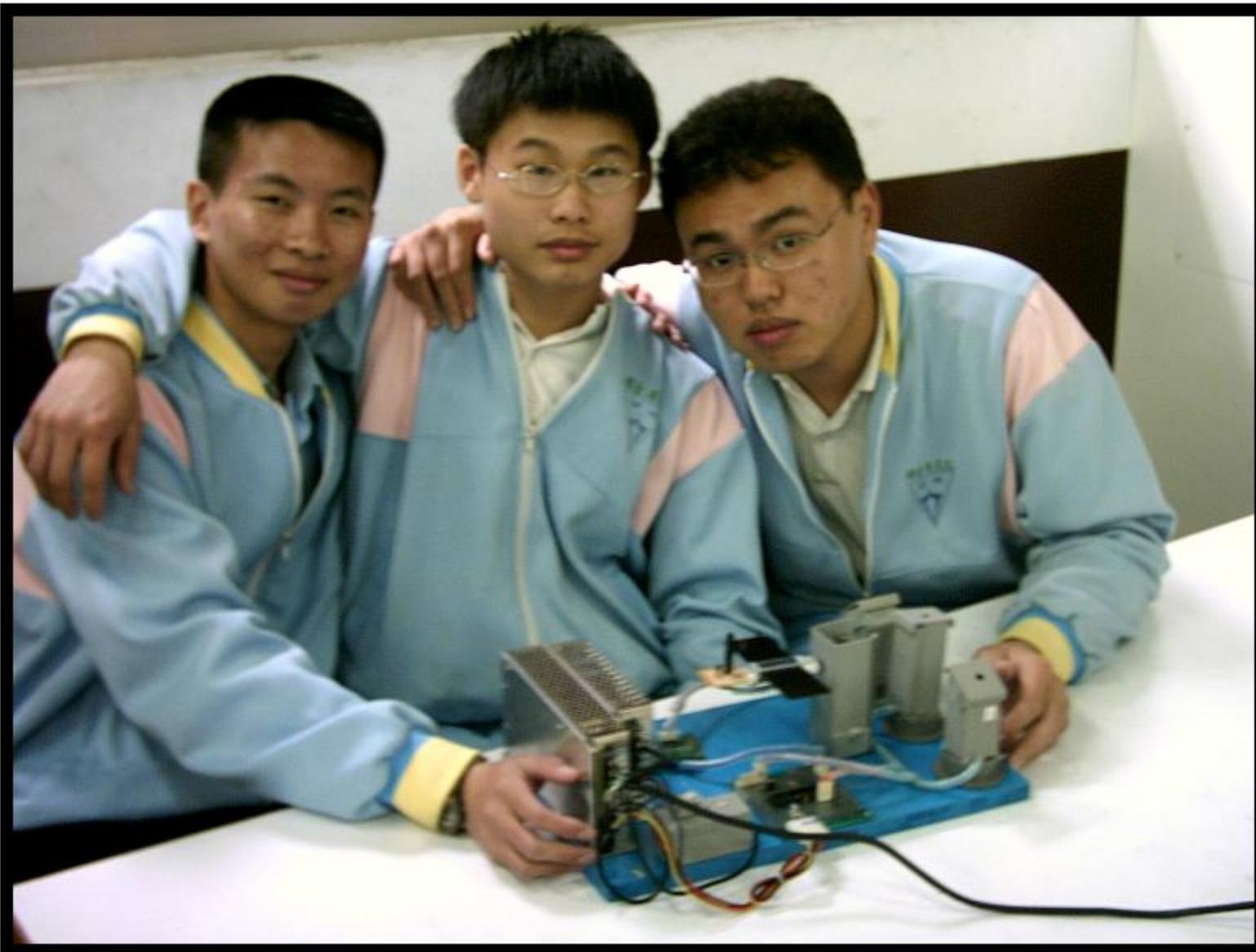


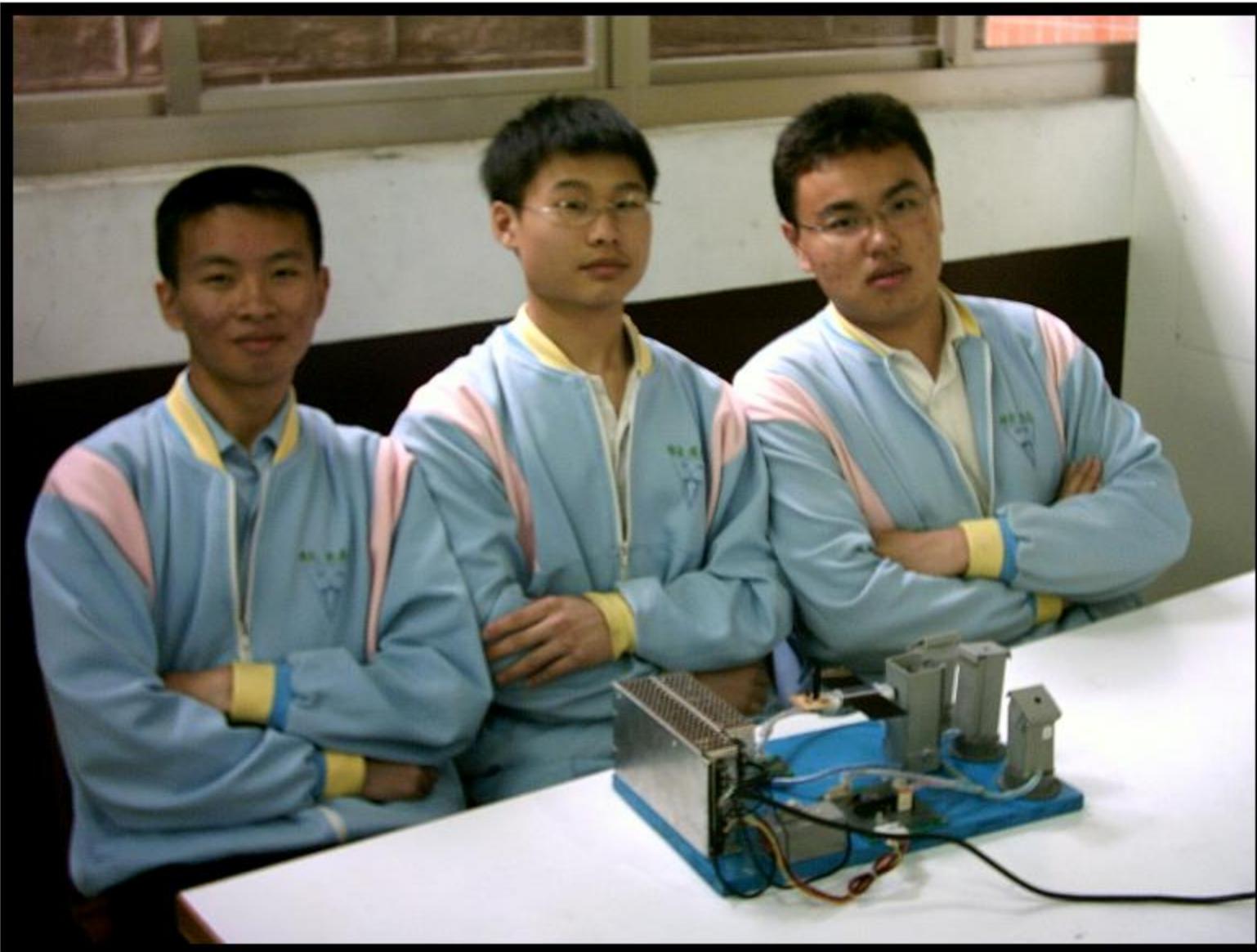












評 語

091003 高職組電子、電機及資訊科

太陽能集電板效率改善—太陽能位移追隨系統

以 3 個偵測器及太陽能集電板本身之偵測器來控制面板方位，效率高成本低。可以提昇集能效果，具實用性及鄉土性，可進一步發展另一方位的調整功能，來因應季節之變化。