

# 工業電子工全國技能競賽與 國際技能競賽命題內涵之比較研究

## 摘要

爲提升我國工業電子工職種在國際技能競賽中之地位，並爲使我國工業電子技能水準全面發展，特將歷年技能競賽之命題作一縱貫性的分析，並將全國賽與國際賽作一比較。藉以看出我國在工業電子行業該有的努力方向。

文內所附電路均爲代表性電路，限於篇幅，無法將所有題目全數附上。

根據比較結果，獲得下列結論：

- 1.爲了提升我國工業電子技術，亟須建立「工業標準」，以利各種零、組件的通用。
- 2.在工業電子訓練方面，不應忽視電子學基本觀念及基本運算。
- 3.競賽的命題與評審應加入工業界人士，以使學用一致。
- 4.今後應多注意微處理器在工業控制上的應用。
- 5.每次競賽有關資料均應統整、分析，以作日後改進之參考。

# 工業電子工全國技能競賽與 國際技能競賽命題內涵之比較研究

## 壹、前 言

「技能競賽」是尋求國家工業化的一種輔助方式。它的目的乃在擴大切磋觀摩的機會，促進技術的交流，並啟發社會大眾重視技術的提升，鼓勵青年參加職業訓練，以提高工業技術水準。（註 1）

全世界最早辦理技能競賽的國家為西班牙，於 1947 年由其職業青年團發起，辦理全國技能競賽大會，以恢復第二次世界大戰後被破壞的工業結構，嗣後歐洲各國相繼響應，先有葡萄牙於 1950 年加入競賽，後有西德、英國、瑞士、法國於 1953 年加入，遂於 1954 年正式成立「國際技能競賽委員會」。發展到今天，已有會員國 23 國，參加競賽的人數已超過五千人。歷屆主辦的國家有西班牙、比利時、意大利、西德、愛爾蘭、葡萄牙、英國、荷蘭、瑞士、日本、韓國及美國等國。並不一定每年都舉辦，有時兩年才舉辦一次。（註 2）

國際技能競賽大會（International Apprentice Competition）的精神，誠如曾任國際組織理事會會長羅披先生（Sr. D, Eugenio Lopy）所說：「凡參加競賽大會者，皆屬勝利者而無失敗者」。亦即國際技能競賽大會乃各國最優秀之技術青年的結合，其所產生的勝利者，乃為「勝利者中之勝利者」，其所獲之榮譽，將堅立其貢獻社會的信心。

我國自民國五十七年起舉辦全國技能競賽，同時申請加入國際競賽大會，到民國五十九年（1970 年）正式獲准參加第十九屆國際技能競賽大會。經十餘年來不斷的努力，不論是競賽水準、參加人數與競賽成績，都有長足的進步。計至 1985 年第廿八屆國際技能競賽為止，我國共參加過鉗工、模具、精密機械製造、機械製圖、車床、銑床、冷作、氣銲、電銲、打型板金、板金、工業電子、收音電視機修理、室內配線、工業配線、砌磚、傢俱木工、門窗木工、美容、理髮、女服裝工、汽車修護、西服、廣告設計等共 24 職類，尚未參加的有鐘錶修理、木模、屋頂鋪設、石刻、油漆、粉刷、金銀細工、烹飪、餐館服務生等職類。（註 3）

至於全國技能競賽，自民國 57 年到民國 74 年止，參加的職類共有 37 種，人數已達 20789 人（含初賽人數），可謂已蔚為風氣。而全國賽亦以選拔參加國際賽的選手為主要目標之一，歷年來已略具成效。

由於工業電子工是較新的職類之一，我國自民國 66 年才開始將此職類加入

競賽，然後於民 68 年正式加入第二十五屆國際技能競賽，以後連續於民國 70 年、72 年、74 年參加國際賽，每次都有收獲。特別於民國 72 年奪得一面銀牌，殊為不易。

為了提升我國工業電子的技術層次，本文從最近幾年國際技能競賽與全國技能競賽的命題趨勢作一分析，以指出今後該有的努力方向。

## 貳、我國歷年全國技能競賽工業電子工命題趨勢

由於全國技能競賽的舉辦，係先舉行分區初賽，然後才進行決賽，而決賽標準係仿倣國際競賽的標準，所以本文僅作決賽命題內涵之分析。又因我國參加工業電子的國際競賽係從民國六十八年開始，所以本文從民國六十七年全國競賽的命題內涵開始進行分析。

按國際技能競賽的命題重點，係分為三項：

(一)計算 ( Calculation )

(二)製圖 ( Drawing )

(三)實作 ( Practical )

因此，以下分析這三項為準，按年歸納之。

### 一、第九屆全國技能競賽工業電子工命題內涵分析(民國67年)

競賽日期：民國 67 年 12 月 9 日～11 日

競賽場地：泰山工職業訓練協會

優勝者：1.王志申(台北市工)

2.孫財坤(新民商工)

競賽人數：18 人(註 4)

命題情況：

(一)計算部份

電工原理：

4 題(含直流網路、交流網路各 2 題)

電子電路：

10 題(含電源穩壓電路①，Schmitt 電路①，SCR + UJT①，PUT①，OPA②，小信號放大器②，倍壓電路①，整流電路①)

數位電路：

6 題(含正反器①，邏輯化簡②，計數器②，波形繪製①)

(二)製圖部份

1.按照電路圖畫出印刷電路板之另件分佈圖及銅箔面。(3 小時)

2. 利用印刷線路板圖，畫出電路圖。( 3 小時 )

(三)實作部份

1. 製作定量計數控制系統 ( 可預置的光電計數器 )

使用時間 480 分鐘

2. 製作①多諧振盪器

②九進平行同步計數電路

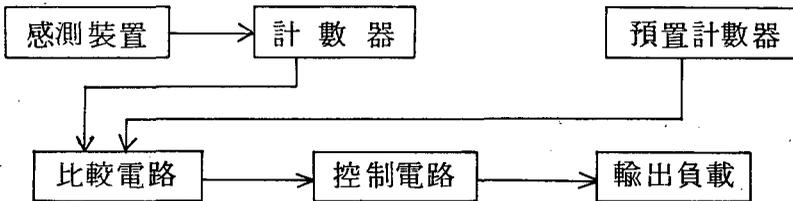
③數字顯示器

使用時間 240 分鐘

實作題一：試以所發給之材料，製作定量計數控制電路

題目說明：

1. 本控制系統之功能方塊圖如下：



2. 電源開關 ON，指示燈  $L_1$  亮 ( 紅色 LED )。

3. 光源 ( 60W 白熾燈 ) 距感測裝置 1 公尺，而遮蔽物距感測裝置 4 公分，當遮蔽物每經感測裝置一次，計數器只能計數一次。

4. 計數器數目與預置計數器數目 ( 三位數內均可 ) 相等時，控制電路工作：

(a) 指示燈  $L_2$  亮 ( 綠色 LED )，不相等時  $L_2$  不亮。

(b) 計數器不再計數，欲再計數則計數開關  $P_3$  ON ( 平時 OFF )。

5. 計數器重新計數，則按重置開關  $P_2$ 。

6. 配線標準如附圖一。( 圖 2 )

7. 繼電器的接點至接線端子台，必須用  $1.6\text{mm}^2$  導線，至端子台需加接壓着端子。

8. 變壓器保險絲座端子台、可變電阻器及 PCB 等需按附圖二裝置。( 圖 3 )。

9. 材料如附表一，積體電路 ( IC )，七節顯示器，指輪開關及繼電器應在材料檢查時間內檢查完畢，實作開始後不准更換。

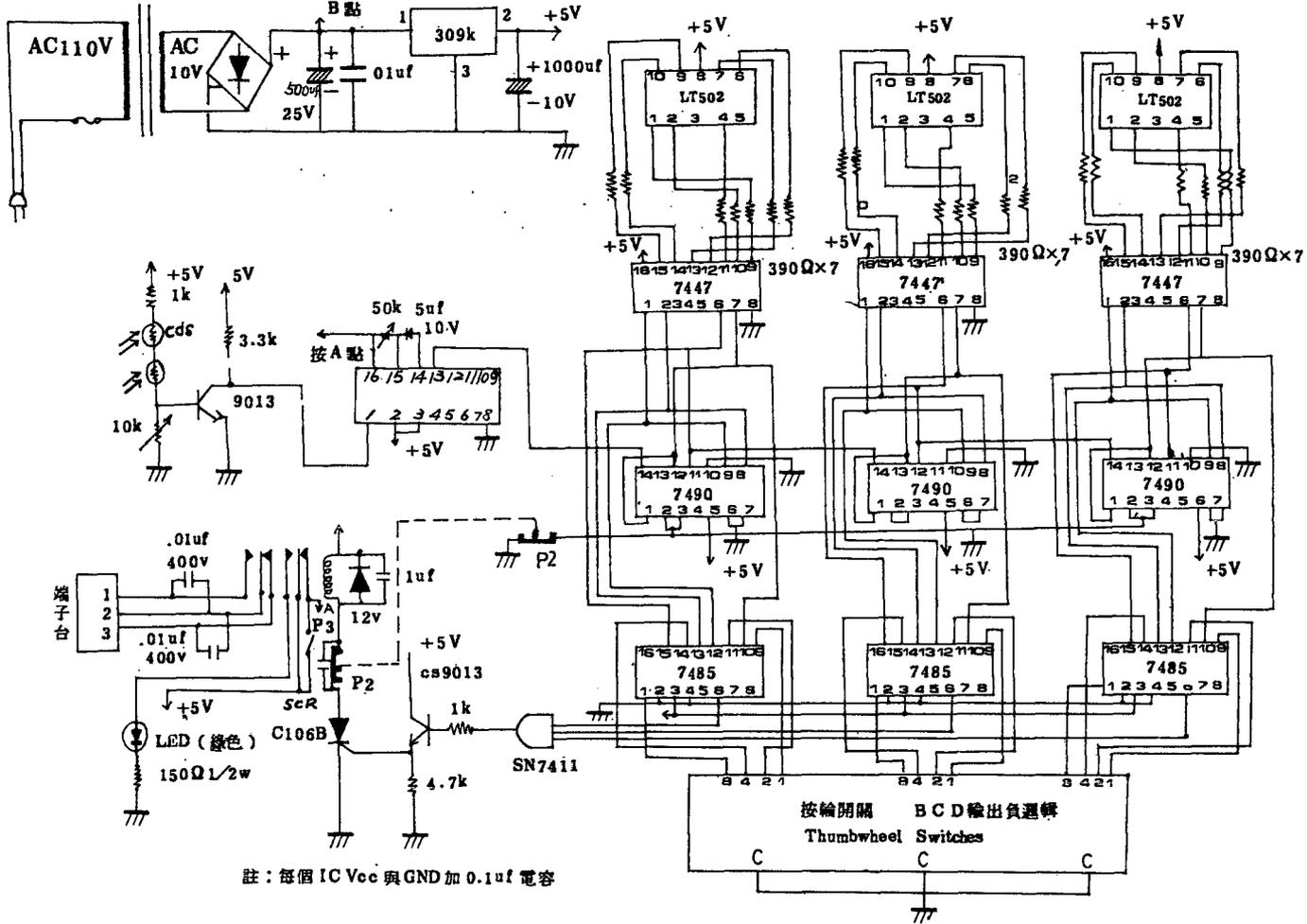


圖 1 定量計數控制電路



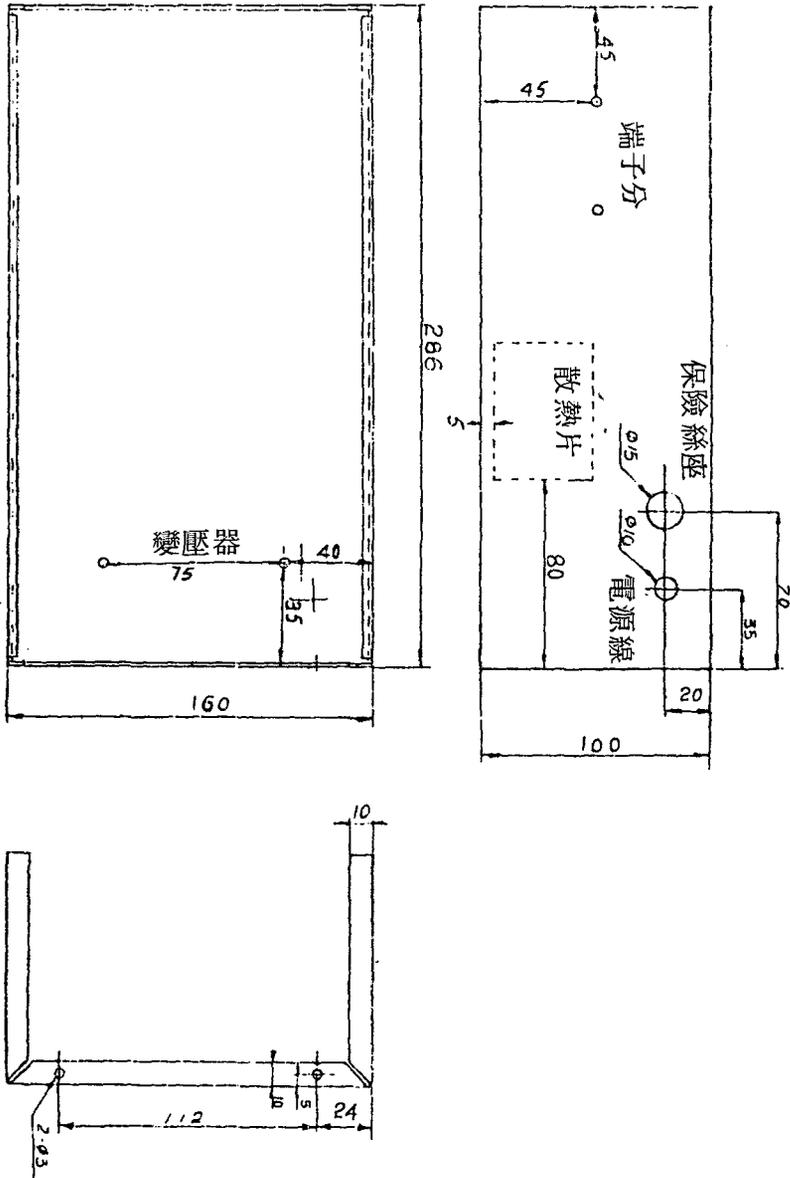


圖 3 定量計數控制電路之附圖二

實作題二：試以下列材料，設計一計數顯示電路，並完成組合。

材料：NE555，CD4027B，CD4073B，CD4009uB，SN7447，  
LT502

說明：

1.根據下面方塊圖劃出全部電路圖及時迹圖。



- 2.振盪器輸出頻率為  $40\text{HZ}/\text{sec}$ 。
- 3.計數電路輸入信號的脈波寬度必須為  $50\%$ 。
- 4.顯示器必須每秒能顯示一位數字。
5. IC 及七節顯示器應在材料檢查時間內檢查完畢，實作開始後不准更換。
6. IC 之參考資料如附圖。

#### 四) 評論

根據工業電子工職種內涵分析，來看此次競賽命題能掌握重點，測出選手程度。

在計算部分，主要能測出選手的①對電路的識別能力②對電路工作原理的瞭解能力③推理能力。而工業電子學所涵蓋的被動元件、主動元件、閘流體、數位 IC、類此 IC 等均有涉及在內，其應用性的小系統電路亦包含在內（例如以 UJT 弛緩振盪器去觸發 SCR 的導通）。所以，計算題 20 題能涵蓋所有工業電子學重點，實在相當可貴。

在製圖部分，主要能測出選手①識圖②繪圖③零件識別的能力，而本屆所出的兩大題，均已包含這些測驗項目。以順序而言，先有電路圖，後有電路板，即根據電路圖設計電路板，這是每一個從事電子行業硬體設計工作者必備的能力。反之，若先有印刷電路，再畫出電路圖，就是屬於維護設備必備的能力。兩面在工業電子工而言，均屬必須。

在實作部分，主要在測出選手的①系統組合能力②安裝能力③測試能力④檢修能力。由於無法涵蓋所有工業電子的應用範圍，故以代表性的「定量計數控制系統」為題（如圖 1），並以另一計數電路作為考驗設計的能力。

整體而言，命題方向偏重「數位電路」，但以 TTL IC 之應用為主，閘流體之應用比率甚低。馬達之控制毫無涉及。總競賽時數為 22 小時，其中實作佔用 12 小時，足見其比重之大。

## 二、第十屆全國技能競賽工業電子工命題內涵分析(民國68年)

競賽日期：民國 68 年 12 月 9 日～ 12 日

競賽場地：中區職業訓練中心

優勝者：李建輝（大同工商）

吳振勝（北門農工）

程國忠（瑞芳高工）

參加競賽人數：11 人

命題情況：（註 5）

此屬命題較上屆進步，命題委員經商議後即訂定「工業電子工」之命題範圍為：

用手工具及儀器裝修及測試工業設備中之電子電路，包括邏輯及閘流體等電路。其詳細情形為：

### (一)計算部份

共 20 題，其中

電工原理 3 題（直流電路 2，交流電路 1）

電子電路 6 題（小信號放大器 2 題）

（OPA 4 題）

數位電路 11 題（其中 3 題要畫出時序圖）

### (二)製圖部份

1.按照零件配置圖、銅箔圖及零件接線圖繪出電路圖（使用時間 90 分鐘）。

2.根據電路圖，將零件接線配置於銅箔圖上。（使用時間 90 分鐘）

### (三)實作部份（註 6）

題目：製作電容測試器

時間：10 小時

製作程序：分 PCB1，PCB2 及 PCB3 三塊 PC 板，完全按照電路圖裝配。

電路圖（如圖 4，5 所示），PC 板上的配置圖如圖 6，7，8 所示）

### (四)評分標準

本屆工業電子工之評分標準列表如下：

表 1. 第十屆工業電子工全國競賽評分標準表

評 分 標 準 表

職 種	工業電子工	競賽日期	68 年 月 日
選手姓名		選手編號	
測驗時數	16 小時	裁 判	
實得總分	100 分		

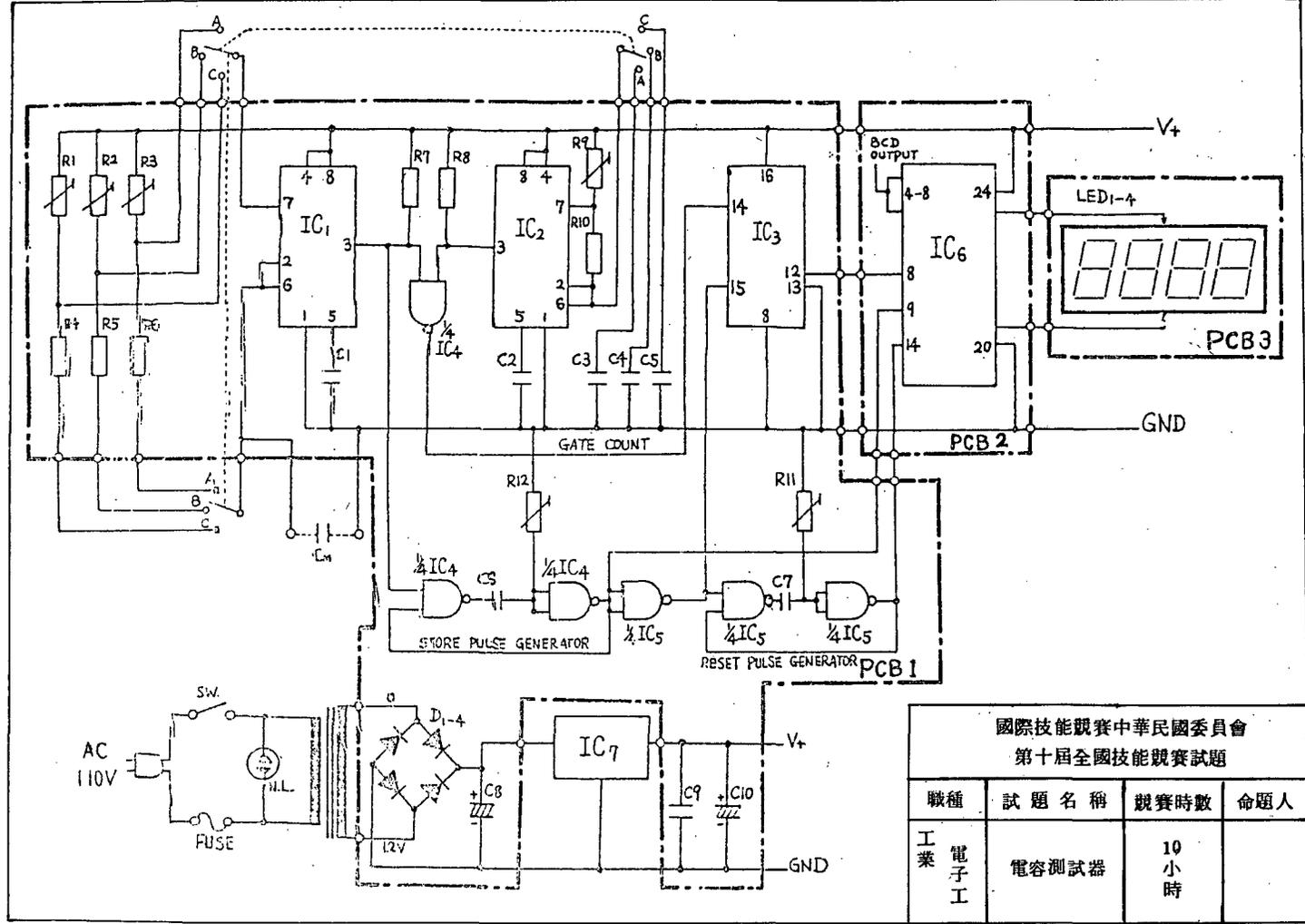


圖 4 電容測試器之電路圖

國際技能競賽中華民國委員會 第十屆全國技能競賽試題			
職種	試題名稱	競賽時數	命題人
工業 電子工	電容測試器	10 小時	

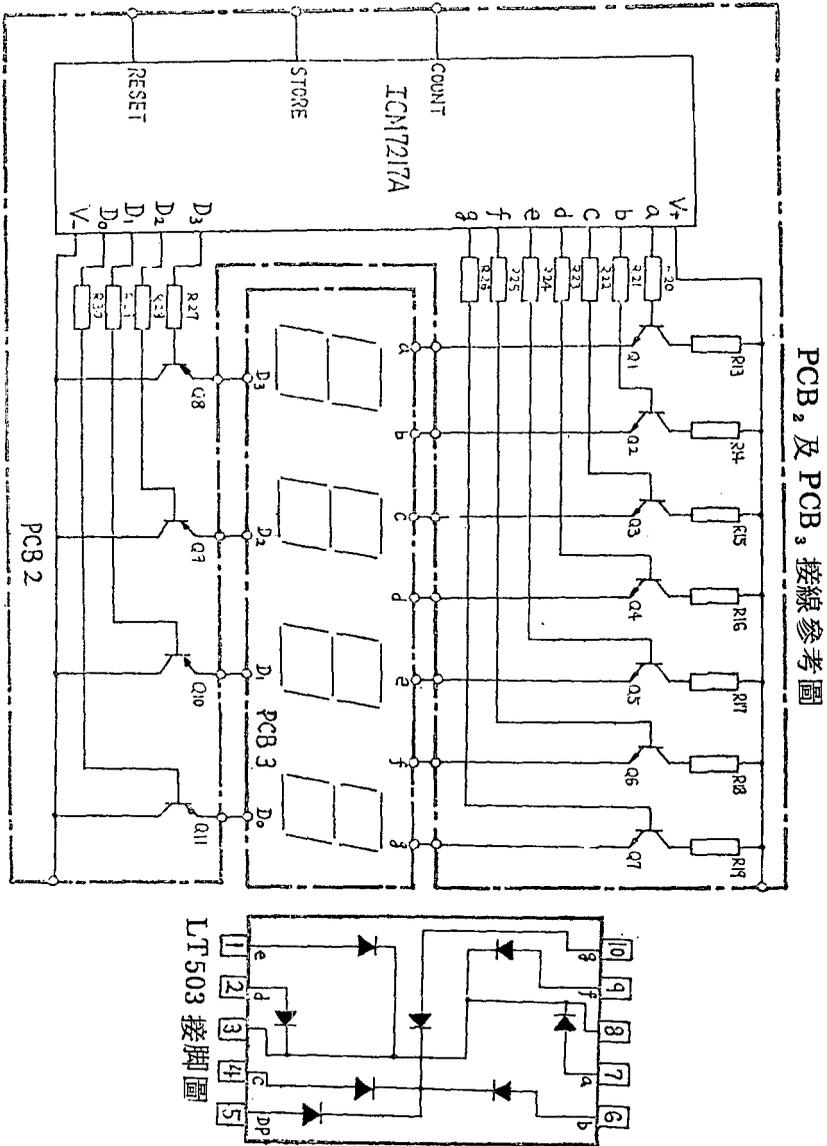
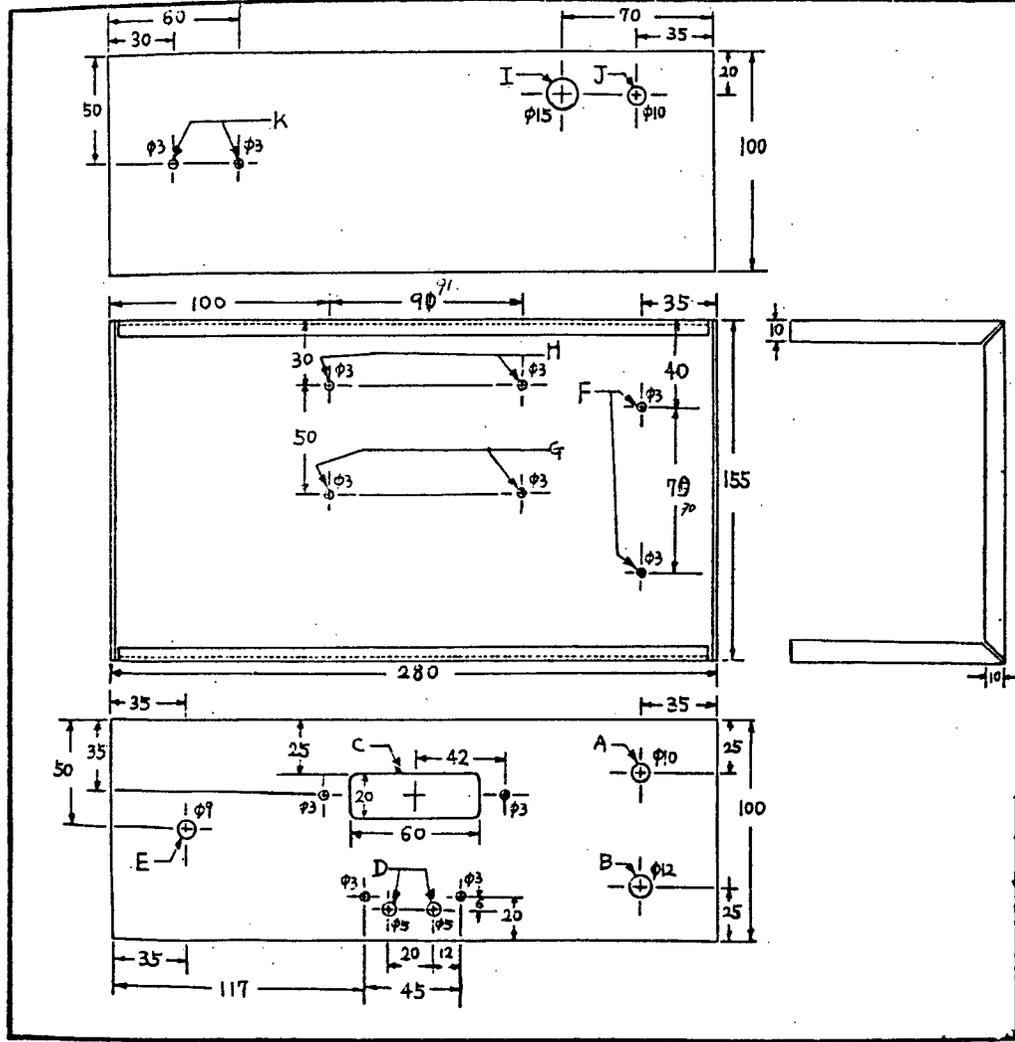


圖 5 電容測試器顯示部分之電路圖



- 說 明
- A : 指示燈
  - B : 電源開關
  - C : 七節數字顯示器
  - D : 電容測試座
  - E : 選擇開關
  - F : 電源變壓器
  - G : PCB 插座
  - H : PCB 插座
  - I : 保險絲座
  - J : 電源線
  - K : 散熱片

圖 6 電容測試器之零件配置圖

國際技能競賽中華民國委員會				
第十屆全國技能競賽試題				
職種	單位	比例	競賽時數	命題人
工業電子工	mm	1:2 第三角法	10 小時	

00

PCB1

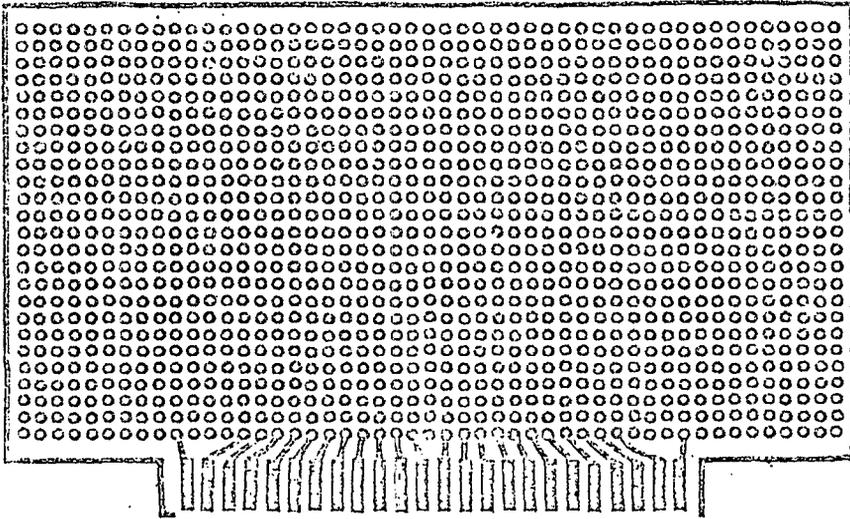


圖 7 PCB1 之轉接頭連線

PCB2

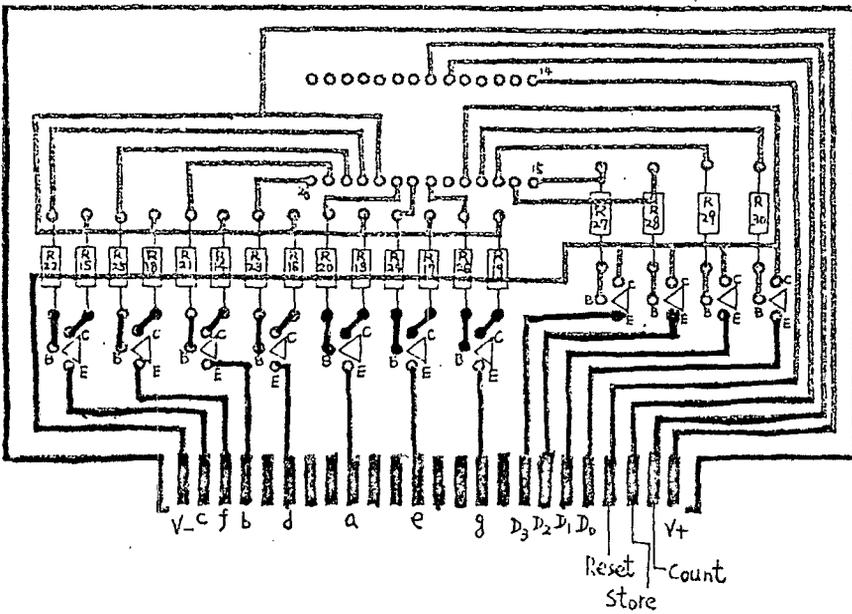


圖 8 PCB2 之接線規定

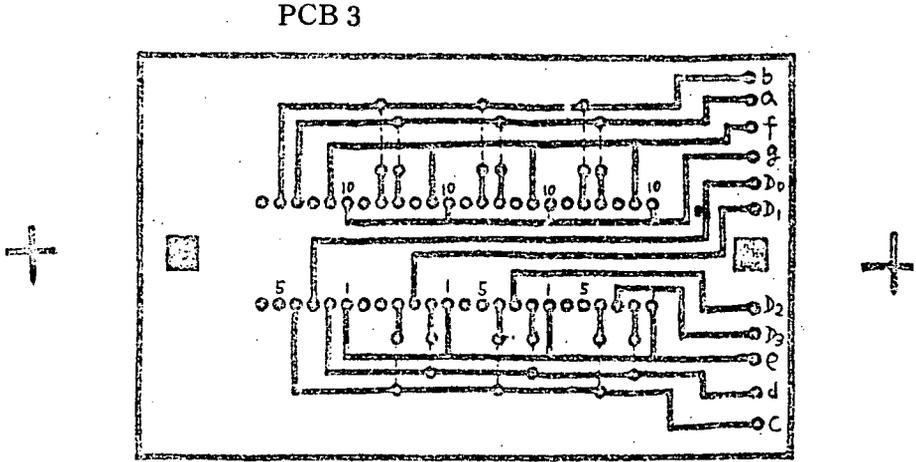


圖 9 PCB 3 之接線配置圖

(四) 評分標準

本屆工業電子工之評分標準列表如下：

表 1. 第十屆工業電子工全國競賽評分標準表

## 一分數分配

項次	主要評審項目	分數分配	備註
1	筆試	20	3小時
2	製圖	20	3小時
3	實作	60	10小時

## 三、評分標準：

I 筆試共 20 題，每題 1 分

II 製圖：

項次	評審要點	分數分配	備註
(一)	1 錯誤	6	每錯 1 處扣 1 分 輕微錯誤每處扣 0.5 分 最多扣 6 分
	2 線條均勻	2	比較後再行分等給分 最優者為 2 分 最差者為 0 分
	3 整潔	2	比較後再行分等給分 最差者為 0 分
	合計	10	

項次	評審要點	分數分配	備註
(二)	1 錯誤	4	每錯一處扣 1 分輕微錯誤扣 0.5 分 最多扣 4 分
	2 尺寸	1.5	每錯一處扣 0.5 分 最多扣 1.5 分
	3 跳線	1.5	每根跳線扣 0.5 分 最多扣 1.5
	4 線條	2	比較後再行分等給分 最優者為 2 分最差者為 0 分
	5 整潔	1	比較後再行分等給分 最優者為 1 分最差者為 0 分
合計		10	

表 1 (續) 第 10 屆工業電子全國競賽評分標準  
III 實 作

項次	評 審 要 點	分數分配	備 註	
1	功 能 28 30	(a) 5 V 直流電源	5	
		(b) NE555 振盪	6	A, B, C 三檔各 2 分
		(c) CD4011 單穩態電路	3	STORE 及 RESET 各 1.5 分
		(d) CD4017 除 10 電路	2	
		(e) ICM7217A 積體電路	10	
		(f) 顯示器電路	4	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub> , D <sub>4</sub> 各 1 分
2	鐸 接 (6)	(a) PCB <sub>1</sub>	3	應鐸而未鐸或鐸點過大, 不夠光滑者每處扣 0.5 分
		(b) PCB <sub>2</sub>	2	
		(c) PCB <sub>3</sub>	1	
3	綁 線 (5)	(a) PCB <sub>1</sub> — 波段開關	2.5	
		(b) PCB <sub>2</sub> — PCB <sub>3</sub>	2.5	
4	基 板 尺 寸 (6)	(a) 面 板	2	尺寸每錯一處扣 0.5 分 最多扣 2 分
		(b) 底 座	2	尺寸每錯一處扣 0.5 分 最多扣 2 分
		(c) 後 側	1	尺寸每錯一處扣 0.5 分 最多扣 1 分
5	跳 線 5(4)	4	每條扣 0.5 分 最多扣 4 分	
6	零件 排列 (5)	(a) PCB <sub>2</sub>	2.5	
		(b) PCB <sub>2</sub>	2.5	
7	時 間 (5)	5	以上諸項在規定時間內未完成者不予計分	
合 計		60		

## (五) 評論

本屆全國工業電子工之競賽題目，係模仿國際技能競賽之題目型式。筆試部分，按程度而言，比國際技能競賽第 25 屆之題目較深。製圖方面內容相當可以測出選手讀圖、識圖以及對電子元件的認知能力。實作部分則以一個大題目，內含幾個小題目的方式出題。此種方式重在考出系統組合的觀念。以電子儀表的電路出題是一個很好的構想，惟所提供的零件精確度應予特別考慮。

評分標準中，實作部分佔 60 分，其中功能佔 30 分，即佔 50 %，與國際賽近似，但在描述評審要點時，並未交代清楚，譬如，最重要的元件 ICM 7217A 之評分，若僅寫出 ICM7217A 積體電路，則選手不易明白所要評審的重點為何。應予較明確敘述如：上／下數正確，輸出能鎖定在最後狀態……。

## 三、第十一屆全國技能競賽工業電子工命題內涵分析

競賽日期：民國 69 年 8 月 24 日～ 27 日

競賽場地：中區職業訓練中心

優勝者：1.吳振勝（北門農工）  
2.吳福安（彰化高工）  
3.盧俊豪（南台工專）

參加競賽人數：16 人

試題分析：（註 7）

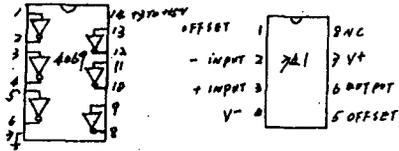
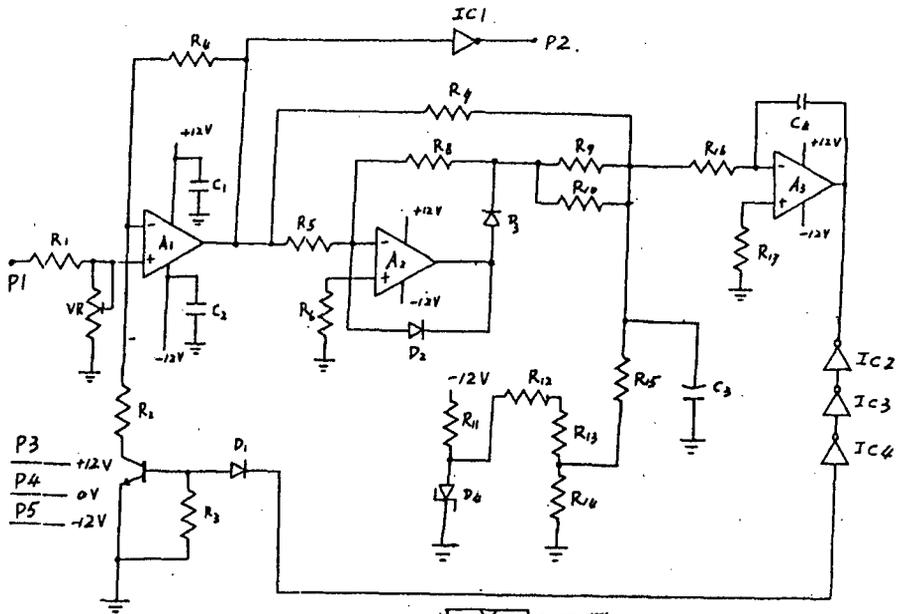
(一)計算部分：（共 20 題）

電工原理	直流電路	1
	交流電路	4
電子電路	小信號放大器	5
	差動放大器	2
工業電子學	閘流體	1
	換能器	1
數位電路	數系	1
	邏輯單元	5

(二)製圖部份

1.按照電路圖繪出印刷電路板銅箔圖及零件分佈圖。（180 分鐘）（如圖 10 所示）

附圖一



附圖二

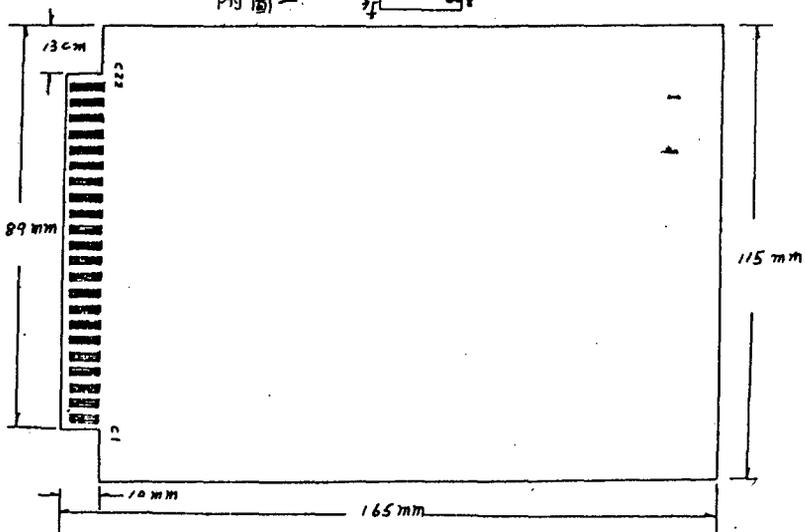
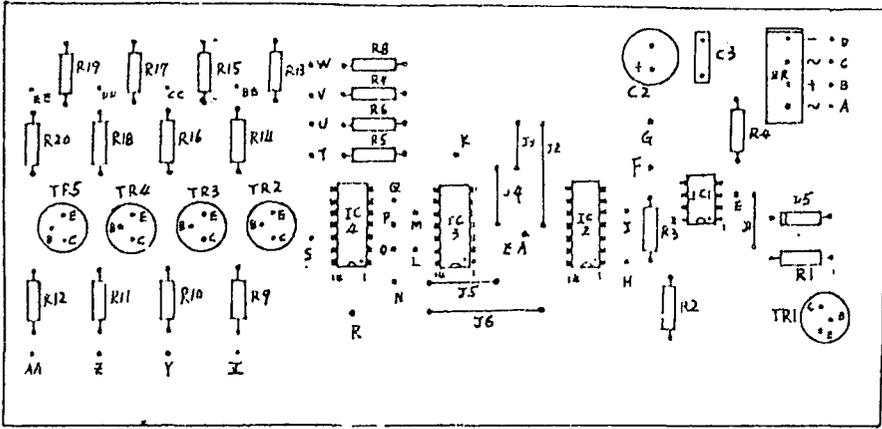


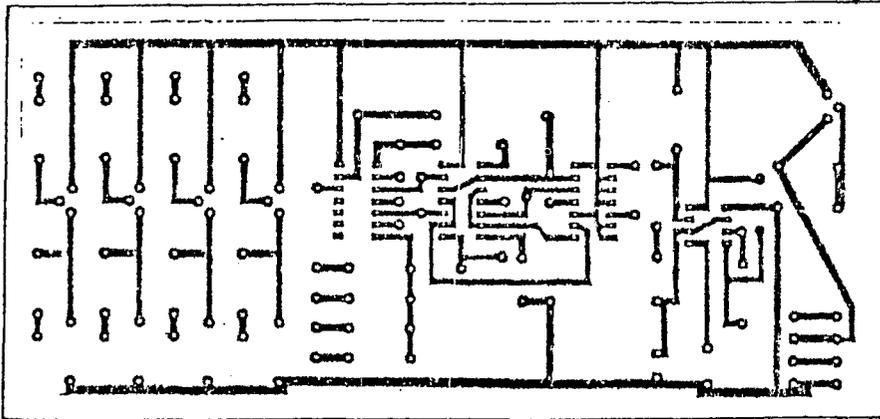
圖 10 製圖題一 (第 11 屆)

2. 利用零件分佈圖、銅箔圖及零件接線圖繪出電路圖。(120分鐘)(如圖11所示)

圖(1)零件分佈圖



圖(2)銅箔圖



圖(3)零件接線圖

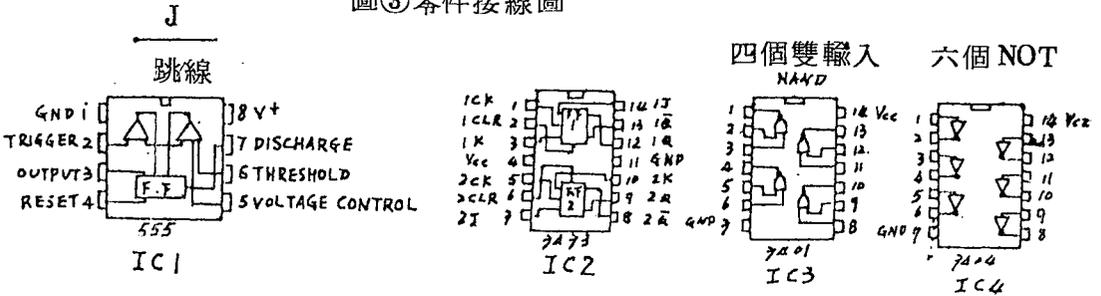


圖 11 製圖題二 (第 11 屆)

### (三)實作部份

題目：警報控制系統裝配

時間：12小時

功能要求：

- 1.電源開關SW1，導通(ON)，開關SW2，SW3關斷(OFF)指示燈RL1亮、綠色LED亦亮、紅色LED1、LED2、LED3及黃色LED不亮。
- 2.開關SW2導通(ON, H位置)，開關SW3關斷時，綠色LED亮，紅色LED1亮，經8秒後，紅色LED1熄滅，綠色LED亦熄滅，而且紅色LED2亮，紅色LED3及LED不亮。
- 3.開關SW2, SW3關斷(OFF)時，綠色LED，紅色LED不亮，紅色LED2亮，黃色LED亮(經6秒熄滅)之後，紅色LED3立刻亮，同時喇叭鳴，(每秒2.5Hz與250Hz之混合方波)經20秒後自動停止。
- 4.重覆第一與第二步驟。
- 5.開關SW2, SW3均通導(ON位置)，紅色LED3立刻亮，同時喇叭鳴(每秒2.5Hz與250Hz之混合方波)，經20秒後自動停止。
- 6.端子A與開關SW2；端子B與開關SW3具有相同之功能。

電路圖：如圖12, 13, 14所示。

### (四)評論

本屆工業電子工之競賽題目，大體仍承襲歷屆之模式。計算題偏重在數位電路，此乃為時勢所趨，方向正確。製圖題時間加長，乃因難度提高。不過實作題雖時間加長，題目之深度並未增加。其功能之敘述若能以圖表式(時序圖)表達，可能更容易一目瞭然，以文字敘述較易產生誤解。

## 四、第十二屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：民國70年11月23日～25日

競賽場地：中區職業訓練中心

優勝者：1.曾漢陽(松山工農)

2.張秋鋒(光華高工)

競賽人數：16人

試題分析：本屆命題方向，經大會籌備委員預先訂定為：用手工具及儀器裝修測試工業設備中之電子電路，包括邏輯及閘流體等電路。(註8)

### (一)計算部份(共15題)

包括：



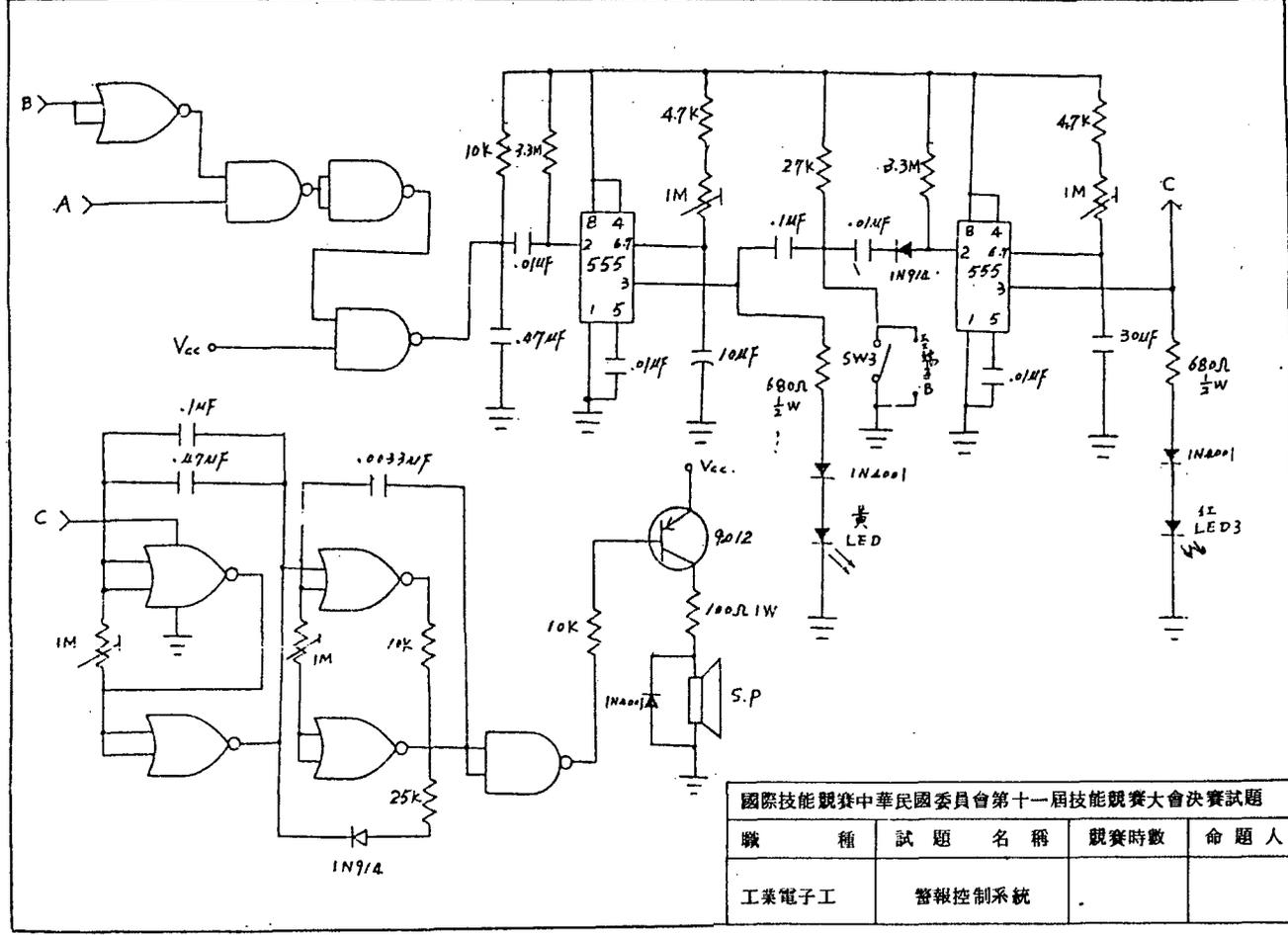


圖 13 實作電路圖 2

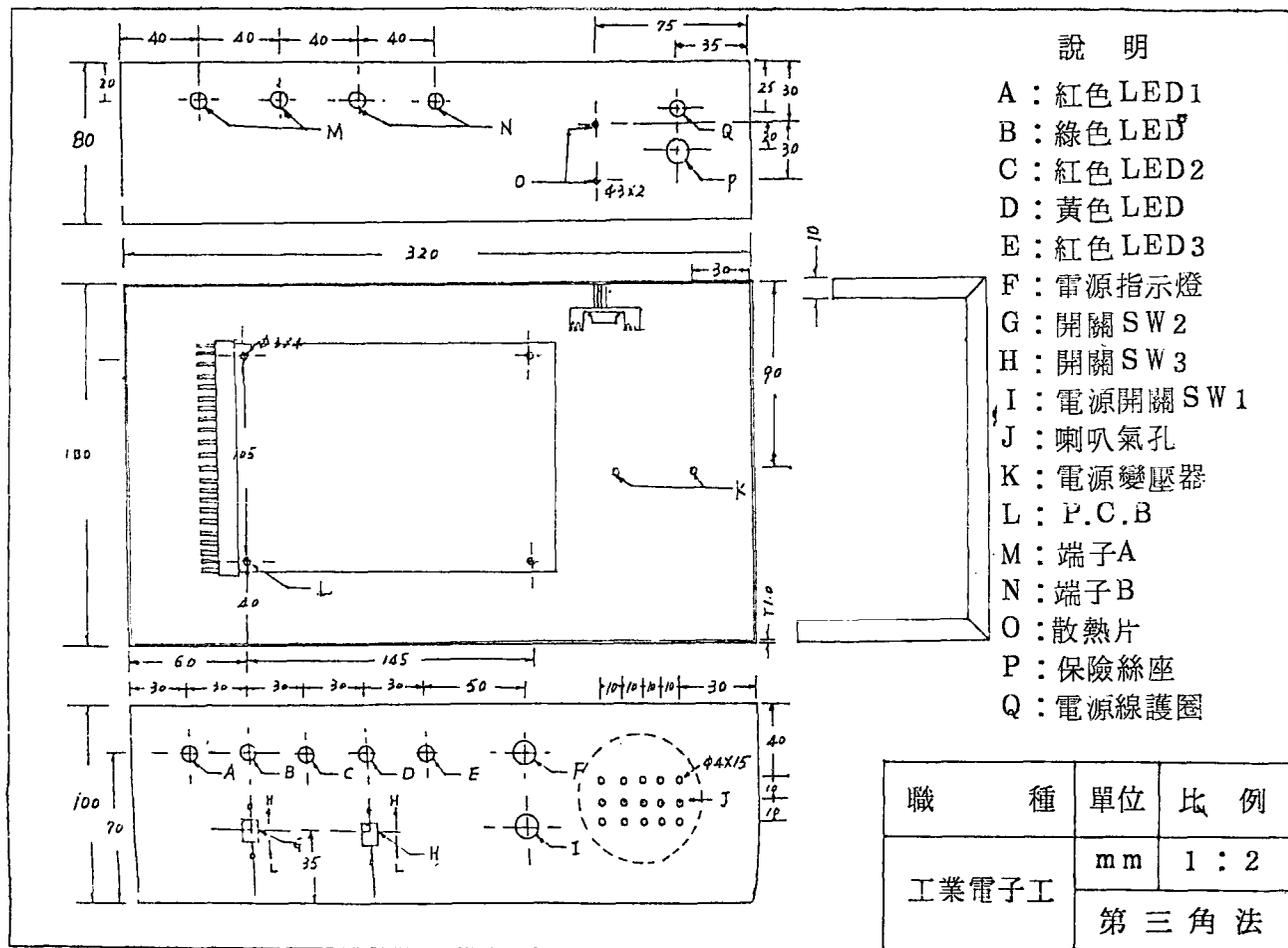


圖 14 實作題之裝配方式

V 及 0.2V ( - 10% )。

電路圖：

一依線路圖、IC 接腳圖、鋁板尺寸圖、材料表等，裝置訊號系統。

二本系統分為四大部分：

第一部份 ( PCB1 ) 為電源供應，有獨立的兩組電源，每組各以 ±12V 及 ±5V 組成。

第二部份 ( PCB2 ) 為頻率/電壓轉換器 ( F/V CONVERTER )。

第三部份 ( PCB3 ) 為頻率分解器 ( FREQUENCY DECODER )。

第四部份 ( PCB4 ) 為電壓/頻率轉換器 ( V/F CONVERTER )。

三功能要求：

1 PCB2 部份：

① P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 不加訊號或所加訊號  $f_1 < 3.4 \text{ KHZ}$  時，LED<sub>1</sub>、LED<sub>2</sub> 交互亮熄，其週期約為 2 秒。

② 當輸入訊號  $f_1 \geq 3.4 \text{ K} \pm 10\%$  時，僅 LED<sub>1</sub> 亮。

③ 將頻率徐徐降低，當  $f_1 \leq 1.7 \text{ K} \pm 10\%$  時，LED<sub>1</sub>、LED<sub>2</sub> 又恢復交互亮熄。

2 PCB3 部份：

①  $f_1 < 1 \text{ KHZ}$  時，LED<sub>1</sub> 亮，其餘熄。

②  $1 \text{ KHZ} \leq f_1 < 2 \text{ KHZ}$  時，LED<sub>2</sub> 亮，其餘熄。

③  $2 \text{ KHZ} \leq f_1 < 3 \text{ KHZ}$  時，LED<sub>3</sub> 亮，其餘熄。註：V<sub>r</sub> > ±200MV

④  $3 \text{ KHZ} \leq f_1 < 4 \text{ KHZ}$  時，LED<sub>4</sub> 亮，其餘熄。

⑤  $f_1 \geq 4 \text{ KHZ}$  時，LED<sub>5</sub> 亮，其餘熄。

3 PCB4 部份：

① P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 之輸入訊號  $f_1 = 1^k, 2^k, 3^k, 4^k$  時，自 P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 所測量之訊號  $f_2 = 1^k, 2^k, 3^k, 4^k$  ( ±10% )。

② P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 之輸入訊號  $f_1 = 1^k, 2^k$  時，用 DMM 測量 P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 之電壓應為 0.1V 及 0.2V ( -10% )。

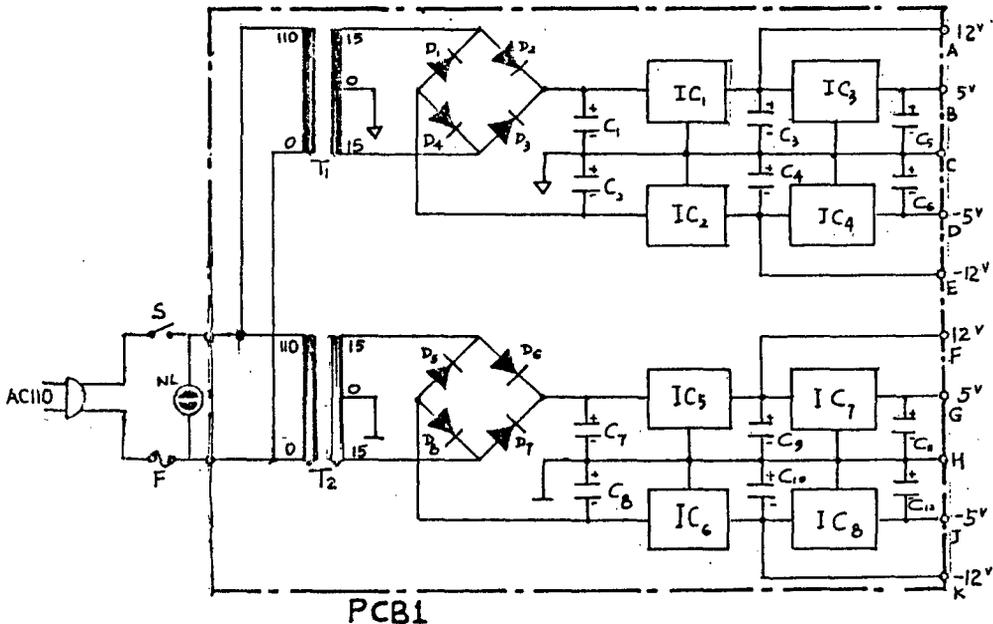


圖 15 訊號隔離系統之電源電路

電工原理：交流電路	1
線性電路：小信號放大器	1
：OPA	5
數位電路：組合邏輯	4

(二)製圖部份

僅考一題：參考銅箔面及零件面圖，繪出電路圖

使用時間：2小時

(三)實作部份

題    目：裝置訊號隔離系統

說    明：

1.依線路圖、IC接腳圖、鋁板尺寸圖、材料表等，裝置訊號系統。

2.本系統分為四大部份：

第一部份 ( PCB1 ) 為電源供應，有獨立的兩組電源，每組各以  $\pm 12V$  及  $\pm 5 V$  組成。

第二部份 ( PCB2 ) 為頻率／電壓轉換器 ( F/V CONVERTER ) 。

第三部份 ( PCB3 ) 為頻率分解器 ( FREQUENCY DECODER ) 。

第四部份 ( PCB4 ) 為電壓／頻率轉換器 ( V/F CONVERTER ) 。

3.功能要求：

① PCB2 部份：

(a)  $P_1P_2$  不加訊號或所加訊號  $f_1 < 3.4KHZ$  時，LED<sub>6</sub>、LED<sub>7</sub> 交互亮熄，其週期約為 2 秒。

(b) 當輸入訊號  $f_1 \geq 3.4^k \pm 10\%$  時，僅 LED<sub>6</sub> 亮。

(c) 將頻率徐徐降低，當  $f_1 \leq 1.7^k \pm 10\%$  時，LED<sub>6</sub>、LED<sub>7</sub> 又恢復交互亮熄。

② PCB<sub>3</sub> 部份：

(a)  $f_1 < 1KHZ$  時，LED<sub>1</sub> 亮，其餘熄。

(b)  $1KHZ \leq f_1 < 2KHZ$  時，LED<sub>2</sub> 亮，其餘熄。

(c)  $2KHZ \leq f_1 < 3KHZ$  時，LED<sub>3</sub> 亮，其餘熄。註： $V_{P-P} > \pm 200MV$

(d)  $3KHZ \leq f_1 < 4KHZ$  時，LED<sub>4</sub> 亮，其餘熄。

(e)  $f_1 \geq 4KHZ$  時，LED<sub>5</sub> 亮，其餘熄。

③ PCB<sub>4</sub> 部份：

(a)  $P_1P_2$  之輸入訊號  $f_1 = 1^k, 2^k, 3^k, 4^k$  時，自  $P_3P_4$  所測量之訊號  $f_0 = 1^k, 2^k, 3^k, 4^k$  (  $\pm 10\%$  ) 。

(b)  $P_1P_2$  之輸入訊號  $f_1 = 1^k, 2^k$  時，用 DMM 測量  $P_5P_6$  之電壓應為 0.1

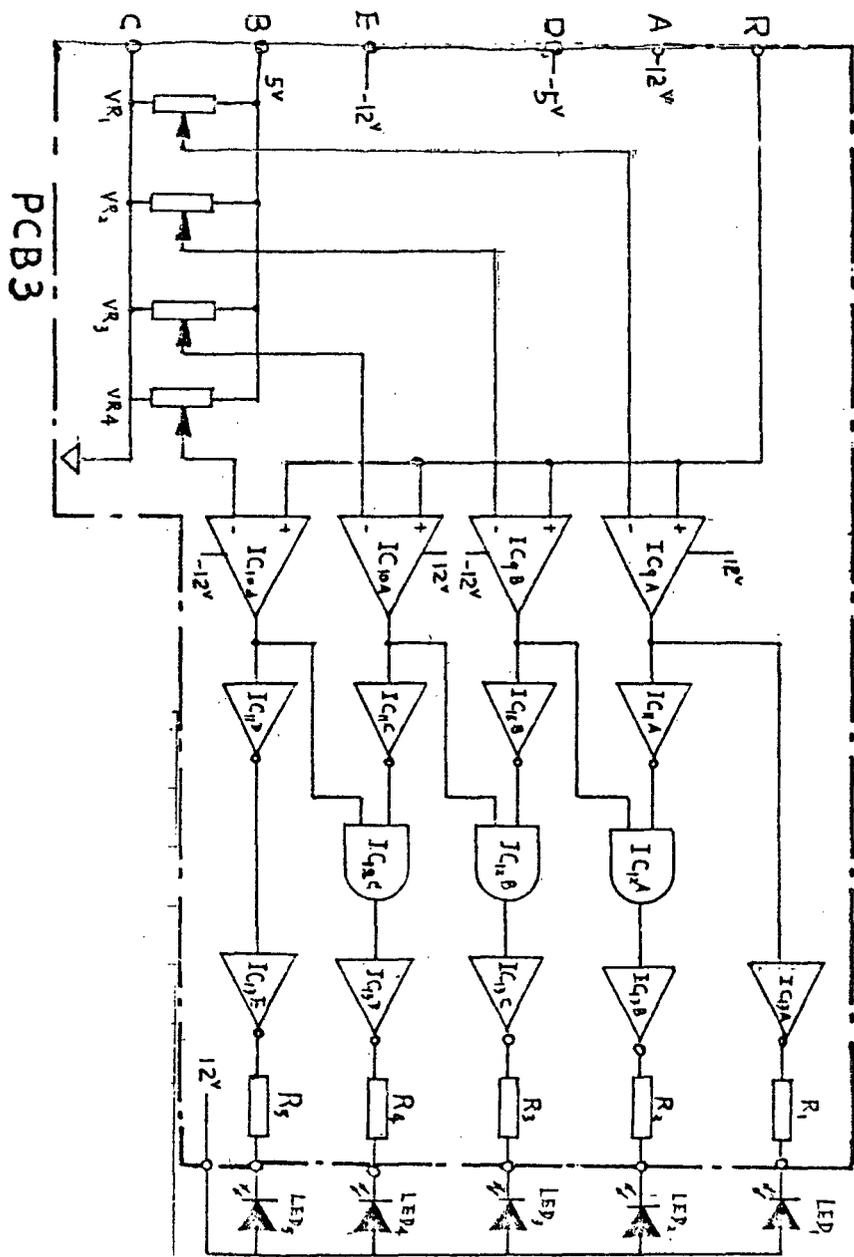


圖 16 訊號隔離系統之 F/V 轉換器電路



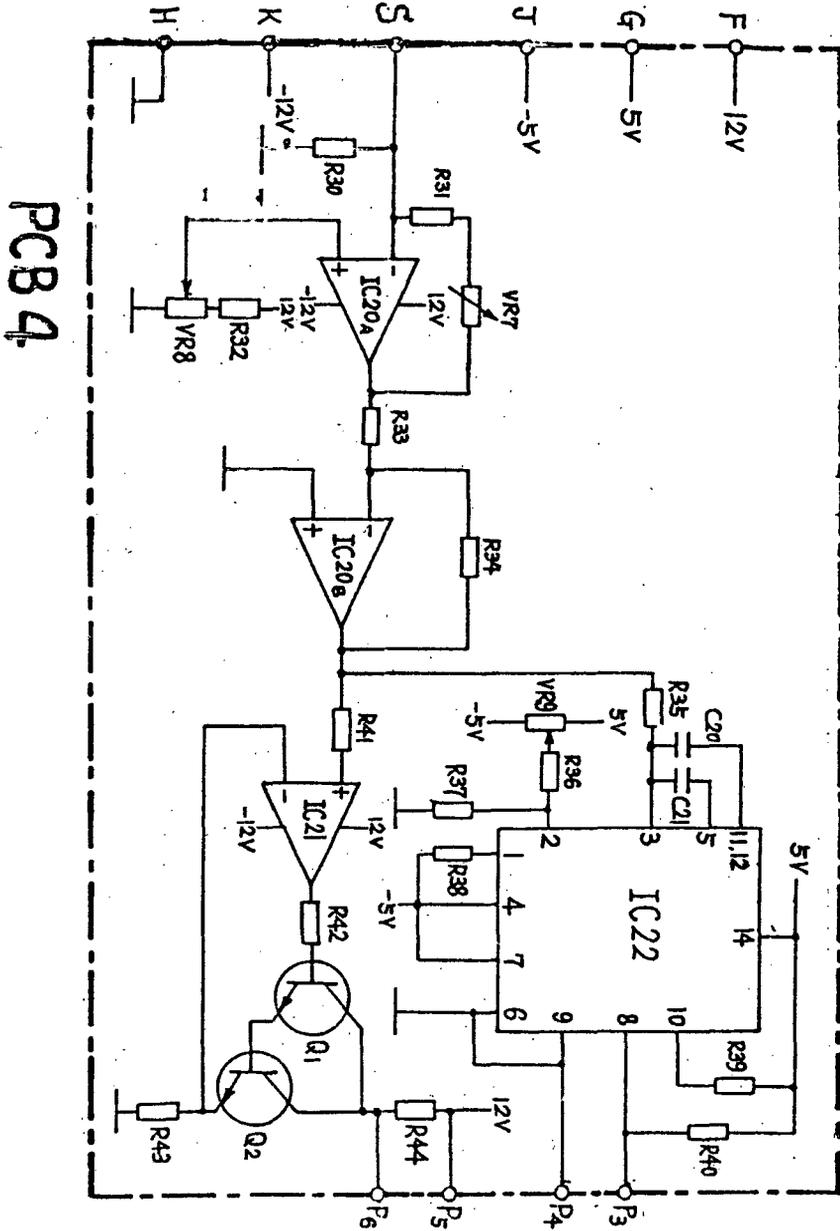


圖 18 訊號隔離系統之 V/F 轉換器

#### (四) 評論

本屆競賽之題目，迅速反應上屆優勝選手在國際競賽中失敗的弱點，為求加強選手之素質，本屆競賽在計算部份試題加深甚多，已達大學三年級之程度（數位電路），雖然題數減少，但難度增加很多，甚有助於選出確有實力的選手。製圖部分，因其重要性已降低，故僅出一題，實作部分則較上屆加深不少，題目型態為系統式電路，有助於評審，也有助於選手對於訊號產生、轉換、輸出等觀念的建立。該優勝選手後參加 26 屆國際技能競賽，榮獲銀牌，足見此次全國競賽題目之引導方向正確。

### 五、第十三屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：民國 71 年 9 月 19 日～25 日

競賽地點：經濟部南區職業訓練中心（高雄市）

優勝者：1. 莊千瑩（光華高工）  
2. 張秋鋒（光華高工）  
3. 李松傳（松山工農）

試題分析：（註 9）

(一) 計算部分（共 15 題）

電工原理：交流電路 1

線性電路：小信號放大器 2  
OPA 5

數位電路 組合邏輯 3  
順序邏輯 1

微電腦 3

(二) 製圖部分

僅出一題：參考銅箔面圖及零件面圖，零件表等繪出電路圖。（佔分 15%）

使用時間：2  $\frac{1}{2}$  小時

(三) 實作部分

題目：裝置定時器與絕對值放大電路

說明：

1. 依線路圖，IC 按腳圖，鋁板尺寸圖等裝置定時器與絕對值放大電路。
2. 本試題共分爲三大部份：

① PCB1 爲電源電路及 32768HZ 振盪電路  $S_a$  置於 a 時，輸出（E 端）爲

$$\frac{1\text{PULSE}}{\text{SECOND}}, \text{置於 } b \text{ 時則爲 } \frac{1\text{PULSE}}{\text{MINUTE}}。$$

- ② PCB<sub>2</sub> 爲可設定之定時電路。所需設定的時間由指撥開關之指示決定。  
S<sub>2</sub> 置於 a 時經過 N 秒後，LED<sub>3</sub> 亮，S<sub>2</sub> 置於 b 時，START 開始後 N 分，LED<sub>3</sub> 亮。
- ③ PCB<sub>3</sub> 爲絕對值放大電路，在 LED<sub>3</sub> 亮後，始可工作。

$$V_o = \left| \frac{V_{in}}{10} \right|, \text{LED}_4 \text{ 表正電壓輸入。}$$

3. 功能要求

(1) P.C.B. 1 部分。

- ① LED<sub>1</sub> 每秒亮一次。
- ② LED<sub>2</sub> 每分亮一次，亮的時間爲 4 秒。

(2) PCB 2 部份。

- ① S<sub>2</sub> 撥在 a 位置，指撥開關撥開關撥在“07”，START 開關按下後 7 秒，LED<sub>3</sub> 亮，指撥開關撥在“70”，START 開關按下後 70 秒，LED<sub>3</sub> 亮，LED RESET 按下後 LED<sub>3</sub> 熄。
- ② S<sub>2</sub> 撥在 b 位置，指撥開關撥在“07”，START 開關按下後 7 分，LED<sub>3</sub> 亮，LED RESET 按下後則 LED<sub>3</sub> 熄。

(3) PCB 3 部份。

- ① LED<sub>3</sub> 亮後，自 P<sub>1</sub>P<sub>2</sub> 端加電壓士 20V，自 P<sub>2</sub> P<sub>3</sub> 取出均爲 2V，即

$$V_o = \left| \frac{V_{in}}{10} \right|, V_{in} > 0 \text{ 時, LED}_4 \text{ 亮 } V_{in} < 0 \text{ 時 LED}_4 \text{ 熄。}$$

- ② LED<sub>3</sub> 熄時，無論 P<sub>1</sub> P<sub>2</sub> 輸入電壓爲若干，P<sub>3</sub> P<sub>4</sub> 均爲 0。

電路圖：(如圖 19, 20, 21, 22 所示)

職類：工業電子工

項次	名稱	代號	規格	單位	數量	備註
1.	電晶體	Q <sub>1</sub> ~ Q <sub>4</sub>	2N3569	只	4	
2.	積體電路	IC <sub>1</sub>	uA7805	只	1	
3.	"	IC <sub>2</sub>	uA7905	只	1	
4.	"	IC <sub>3</sub>	CD4060	只	1	附座
5.	"	IC <sub>4</sub>	CD4024	只	1	

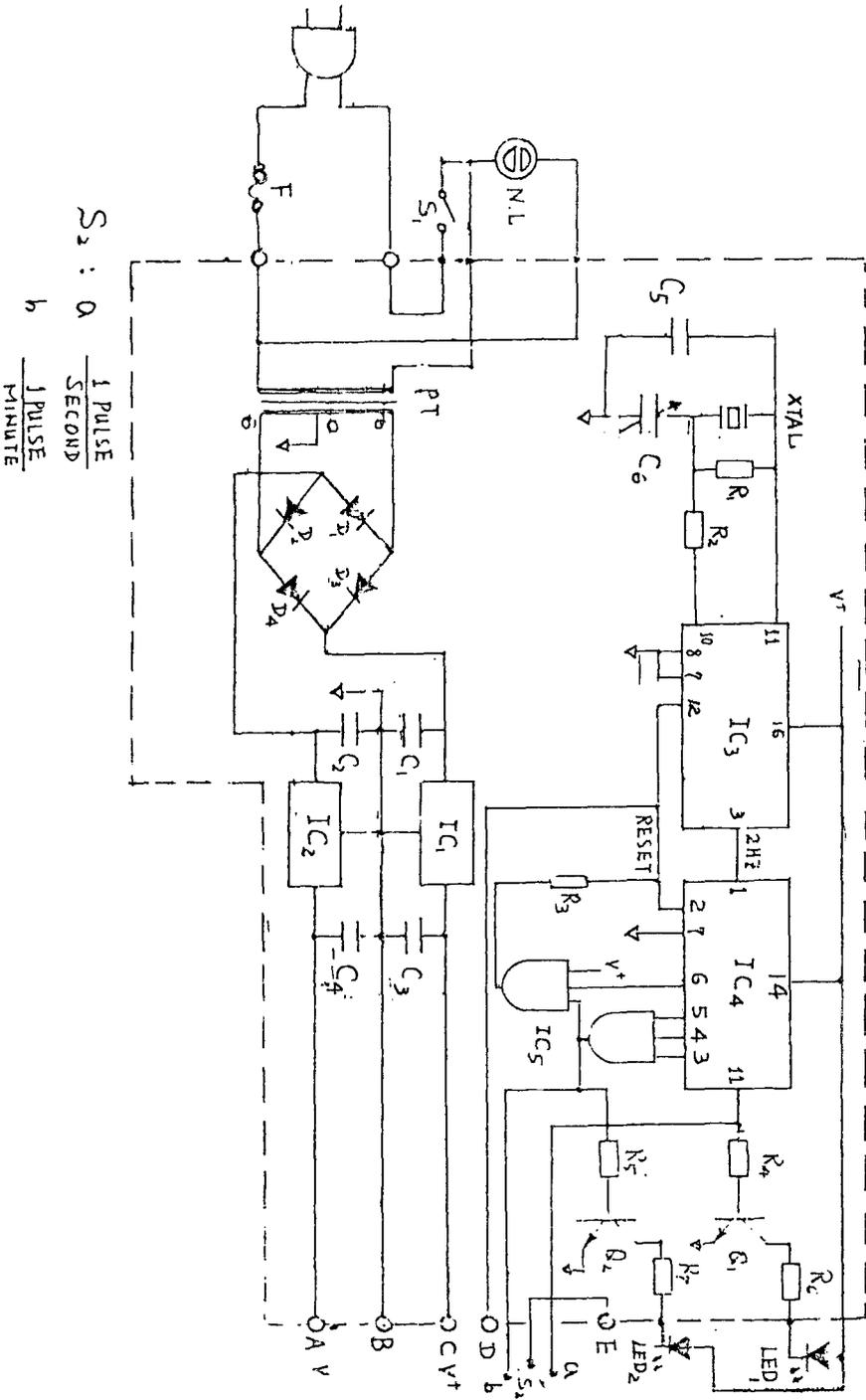


圖 19 電源電路及振盪電路

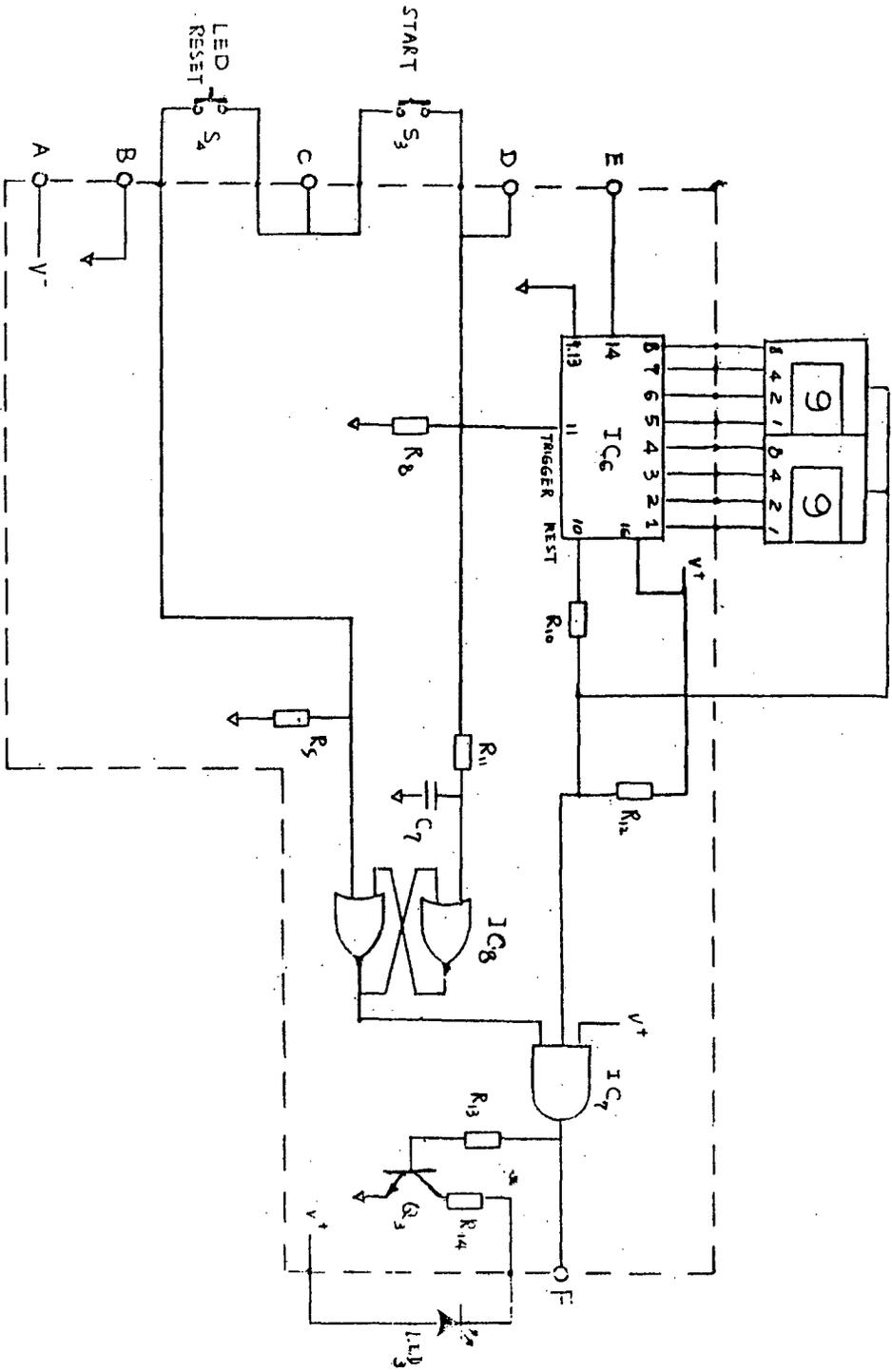


圖 20 可設定之定時電路

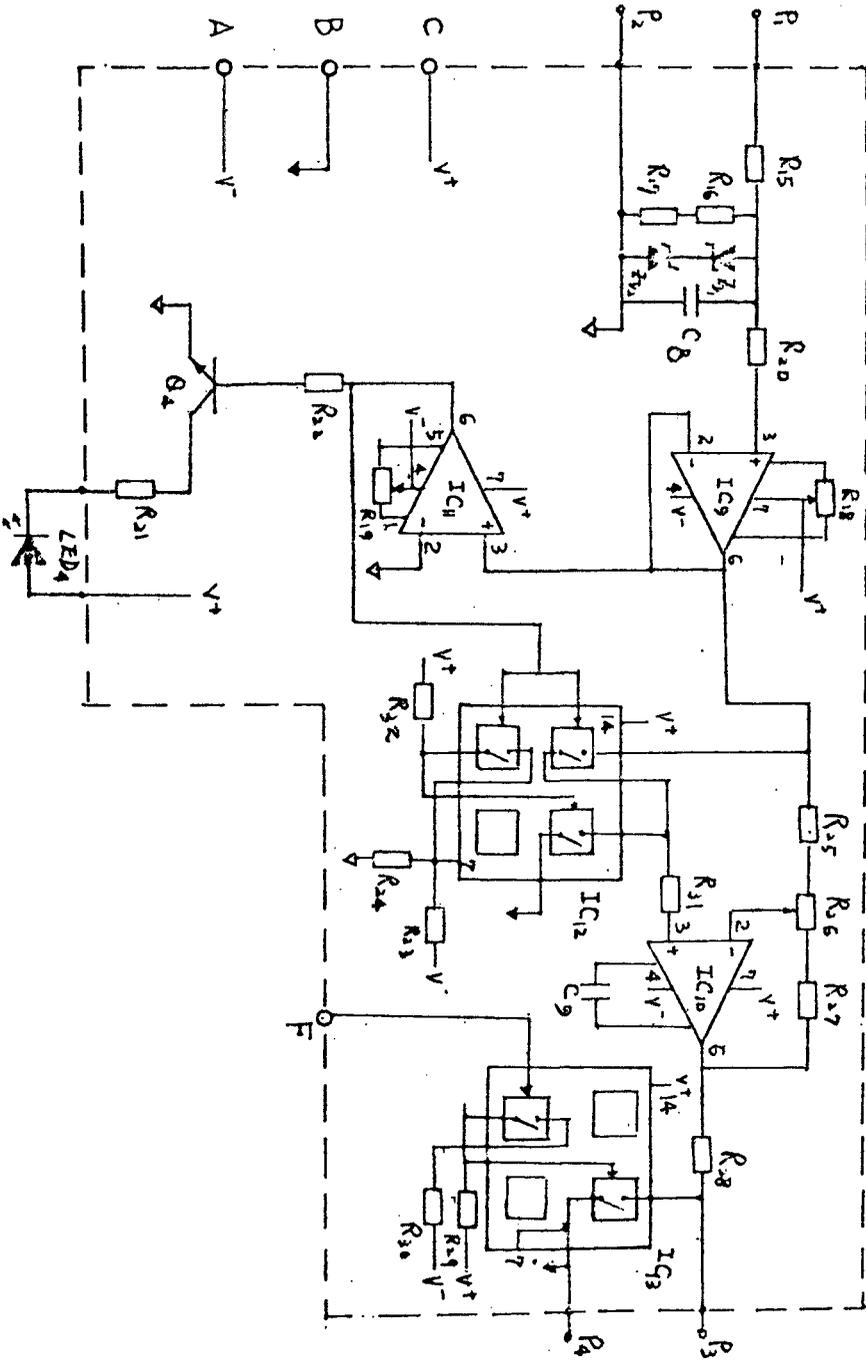
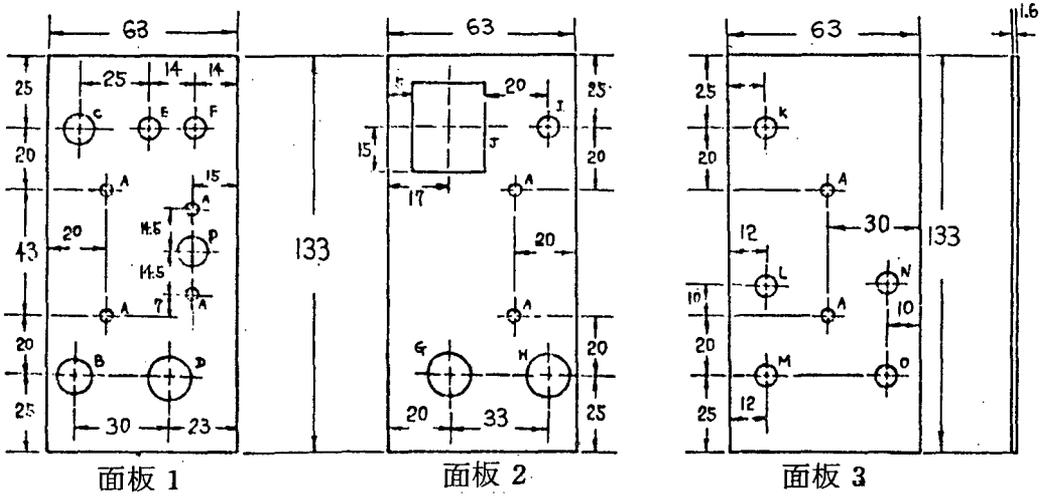


圖 21 絕對值放大器



說明：

1.圖中之數據單位為 mm.

2.A : Screw Hole, 3.5mm $\phi$

B : Power Switch, 12mm $\phi$  (S1)

C : Indicator Lamp, 10mm $\phi$

D : Fuse Hold, 15mm $\phi$

E, F, I, K : LED 1~4

G : Start Switch, 12mm $\phi$  (S3)

H : Reset, Switch, 12mm $\phi$  (S4)

J : 0~9 指撥開關  $\times 2$  (24mm $\times$ 30mm)

L, N : Red Banana Jack, 9mm $\phi$

M, O : Black Banana Jack, 9mm $\phi$

P : DPPT Switch (S2)

圖 22 面板配置圖

項次	名稱	代號	規格	單位	數量	備註
6.	積體電路	IC <sub>5</sub> IC <sub>7</sub>	CD4073	只	2	附座
7.	"	IC <sub>6</sub>	ICM7250	只	1	"
8.	"	IC <sub>8</sub>	CD4001	只	1	"
9.	"	IC <sub>9</sub> ~ <sub>11</sub>	CA741	只	3	"
10.	"	IC <sub>12</sub> ~ <sub>IC</sub> <sub>13</sub>	CD4016	只	2	"
11.	"	IC <sub>14</sub> ~ <sub>IC</sub> <sub>15</sub>	CA3130	只	2	
12.	整流子	D <sub>1</sub> ~ <sub>D</sub> <sub>4</sub>	0.5A, 200V	只	4	
13.	發光二極體	LED <sub>1</sub> ~ <sub>LED</sub> <sub>4</sub>	紅、綠、黃、白	只	各1	附橡皮墊
14.	ZENER 二極體	ZD <sub>1</sub> ~ <sub>ZD</sub> <sub>2</sub>	3V,	只	2	
15.	電源開關	S <sub>1</sub>	3A/125V, 12mm $\phi$	只	1	
16.	選擇開關	S <sub>2</sub>	DPDT, 36mm $\times$ 14mm	只	1	
17.	指撥開關		BCD式, 30mm $\times$ 24mm	只	2	含邊
18.	保險絲組	F	0.5 <sup>A</sup> , 12mm $\phi$	組	1	
19.	電源插座		雙端插入式	組	1	附電源壓 固定螺絲
20.	電虹燈	NL	110 <sup>V</sup> , 12mm $\phi$	只	1	
21.	電源變壓器	PT	110 <sup>V</sup> / <sub>6</sub> <sup>V</sup> , 0,6 <sup>V</sup> 0.5 <sup>A</sup>	只	1	
22.	鋁製外殼		如圖	台	1	附螺絲
23.	印刷電路板	PCB	115 <sup>mm</sup> $\times$ 165 <sup>mm</sup> $\times$ 1.5 <sup>mm</sup> <sub>2p</sub>	台	3	附連結器
24.	P'VC線		0.5 <sup>mm</sup> $\phi$ , 7色	碼	各1	單心
25.	強力線		圓型, 上臘	碼	5	
26.	訊號端子	P <sub>1</sub> P <sub>2</sub> P <sub>3</sub> P <sub>4</sub>	紅 黑 11mm $\phi$ $\times$ 45mm	支	各2	
27.	鋁片		133 <sup>mm</sup> $\times$ 63 <sup>mm</sup> $\times$ 1.6 <sup>mm</sup>	片	3	

項次	名稱	代號	規格	單位	數量	備註
28.	鋁片		123mm 12m×63mm×1.6mm		1	
29.	L型鋁條		53mm×18mm×18mm	片	3	1.6mm 厚
30.	鍍錫		Alpha 型 60 %錫	M	3	
31.	方格紙		32 開 5mm×5mm	張	5	
32.	螺絲螺帽		1/8" $\phi$ ×3/8"	組	30	
33.	製圖紙		8 開 1201b	張	1	電路圖 繪製
34.	裸銅錢		0.4mm	碼	3	
35.	電阻器	R <sub>6</sub> R <sub>7</sub> R <sub>14</sub> R <sub>21</sub>	330 $\Omega$ 1/2w	只	4	
36.	"	R <sub>23</sub> R <sub>30</sub>	2.2k 1/2w	只	2	
37.	"	R <sub>3</sub> , R <sub>24</sub>	3.3k 1/2w	只	3	
38.	"	R <sub>4</sub> R <sub>5</sub> R <sub>16</sub> R <sub>22</sub>	15k 1/2w	只	4	
39.	"	R <sub>12</sub> R <sub>20</sub> R <sub>28</sub>	10k 1/2w	只	3	
40.	"	R <sub>25</sub> R <sub>27</sub>	22k 1/2w	只	2	
41.	"	R <sub>11</sub>	39k 1/2w	只	1	
42.	"	R <sub>8</sub> R <sub>9</sub> R <sub>10</sub>	47k 1/2w	只	3	
43.	"	R <sub>17</sub>	120k 1/2w	只	1	
44.	"	R <sub>2</sub>	330k 1/2w	只	1	
45.	"	R <sub>16</sub>	1 M 1/2w	只	1	
46.	"	R <sub>15</sub>	10 M 1/2w	只	1	
47.	"	R <sub>1</sub>	20 M 1/4w	只	1	可用 2 只 1 M 代
48.	"	R <sub>18</sub> R <sub>26</sub>	1k VR	只	2	塑膠型
49.	"	R <sub>19</sub>	10k VR	只	1	"

項次	名稱	代號	規格	單位	數量	備註
50.	電解質電容器	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	470 M/25 <sup>v</sup>	只	2	
51.	"	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub>	100 M/16 <sup>v</sup>	只	2	
52.	陶質電容器	C <sub>5</sub>	27P	只	1	
53.	"	C <sub>7</sub>	.01uF	只	1	
54.	"	C <sub>8</sub>	.01uF	只	1	
55.	"	C <sub>9</sub>	30P	只	1	
56.	補償電容	C <sub>6</sub>	50P Trimmer	只	1	
57.	石英晶體	XTAL	32768HZ	只	1	
58.	按鈕開關	S <sub>3</sub> S <sub>4</sub>	方型，紅色 12 <sup>mm</sup> φ	只	2	

#### (四) 評論

本屆之命題受國際競賽之引導，加入微電腦有關的題目。特別在計算部分增加一題有關 EPROM 之定義及一題 BASIC 簡易程式，其程度雖不深，但命題方向正確。此外，電工原理中直流電路之題目已不再出現，頂多出現一題交流電路之題目。按學習程序而言，會解交流電路者，應能解直流電路。

製圖題部分，承續上題，仍只出一題，已足以考出對實體電路的認識能力。

實作部分仍按部分組合成系統之方式命題，易於評審，且能考出系統間各部分的相關特性之判斷能力。

整體而言，此次命題又比上次進步，但據命題人員耳語「實在辛苦」，每次命題幾乎都瘦了幾公斤。

## 六、第十四屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：民國 72 年 11 月 12 日～19 日

競賽地點：台中市中區職業訓練中心

優勝者：1. 丘台傑（松山工農）

2. 陳奕欽（中區職訓中心）

3. 戴英俊（金代實業行）

試題分析：(註 10)

(一)計算部分(共 15 題)

電工原理	交流電路	1
線性電路	小信號放大器	3
	OPA	4
	閘流體	1
數位電路	組合邏輯	5
	順序邏輯	1

(二)製圖部分

參閱銅箔面及零件面圖，材料表等繪出電路圖

佔分 15 %

使用時間：3 小時

(三)實作部分

題 目：裝置計數控制器

說 明：

1.依線路圖、零件表、鋁板尺寸等，並參考 T.T.L 手冊，裝置計數控制器。

2.本試題共分爲三大部分：

(1)P.C.B 1 爲 5 V 電源供應電路。

(2)P.C.B 2 爲脈波產生器， $S_4$  可切換 1 HZ 及 5 KHZ 兩種情況。

$S_2$  置於“STOP”位置時，振盪停止。同時，當  $S_2$  置於“STOP”時，每按  $S_3$  一次，計數一次。

(3)P.C.B 3 爲一計數器，可從 00 計數到 99。 $S_5$  按下時，歸爲“00”。

3.功能要求

(1)P.C.B 1 輸出電源爲 5V，供應 P.C.B 2 及 P.C.B 3。

(2)P.C.B 2 部份：

①“X”端輸出 1 HZ 及 5 KHZ 之兩種情況。(用示波器觀察)

② $S_2$  置於“STOP”位置時，“X”端無輸出，計數器停止計數。

③ $S_2$  置於“STOP”， $S_3$  (MANUAL) 每按一次計數一次。

④ $S_2$  置於正常位置時，計數器以每秒 1 HZ 計數。

(3)P.C.B 3 部份：

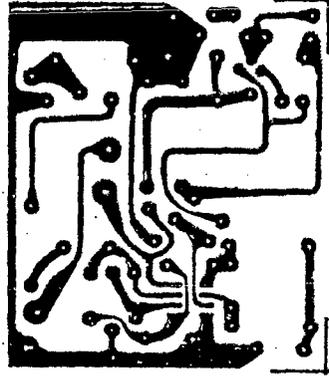
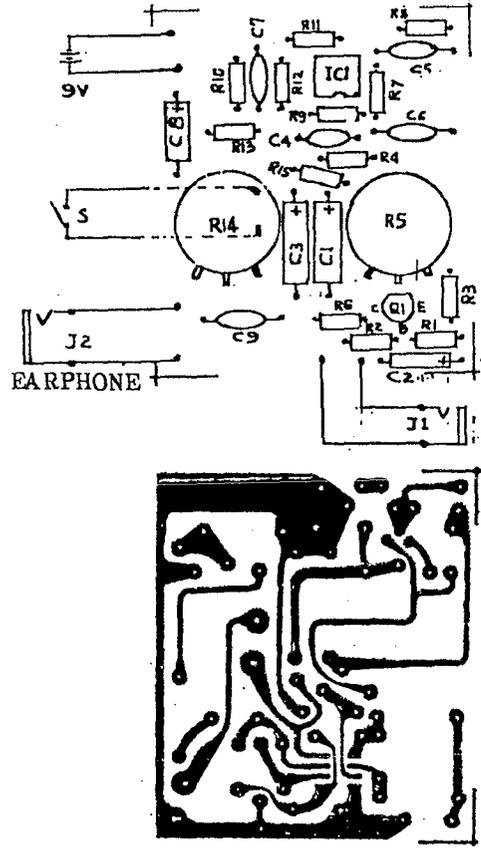
①自 00 ~ 99 計數。

②按下 RESET 開關時，計數器立即歸爲 00。

電路圖(如圖 24, 25, 26 所示)

(四)評論

本屆命題在計算部份較上屆簡單，其重點在 OPA，組合邏輯。製圖部



試題說明

請參閱銅箔面及零件面圖材料表等繪出基電路圖 15 %

零件表

IC <sub>1</sub> : 458	R <sub>1</sub> : 1.2MΩ
Q <sub>1</sub> : 2N5088	R <sub>2</sub> : 680K
C <sub>1</sub> : 100μ/15V	R <sub>3</sub> : 27K
C <sub>2</sub> : 17μ/15V	R <sub>4</sub> : 4.3M
C <sub>3</sub> : 100μ/15V	R <sub>5</sub> : 2KVR
C <sub>4</sub> : 0.002μF	R <sub>6</sub> : 15K
C <sub>5</sub> : .22μF	R <sub>7</sub> : 4.3MΩ
C <sub>6</sub> : 0.015μF	R <sub>8</sub> : 16K
C <sub>7</sub> : 1μF	R <sub>9</sub> : 5.1K
C <sub>8</sub> : 10μF	R <sub>10</sub> : 39K
C <sub>9</sub> : .02μF	R <sub>11</sub> : 22K
	R <sub>12</sub> : 39K
	R <sub>13</sub> : 330Ω
	R <sub>14</sub> : 2KVR

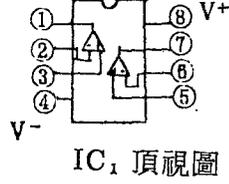


圖 23 繪製電路圖 (第 14 屆)

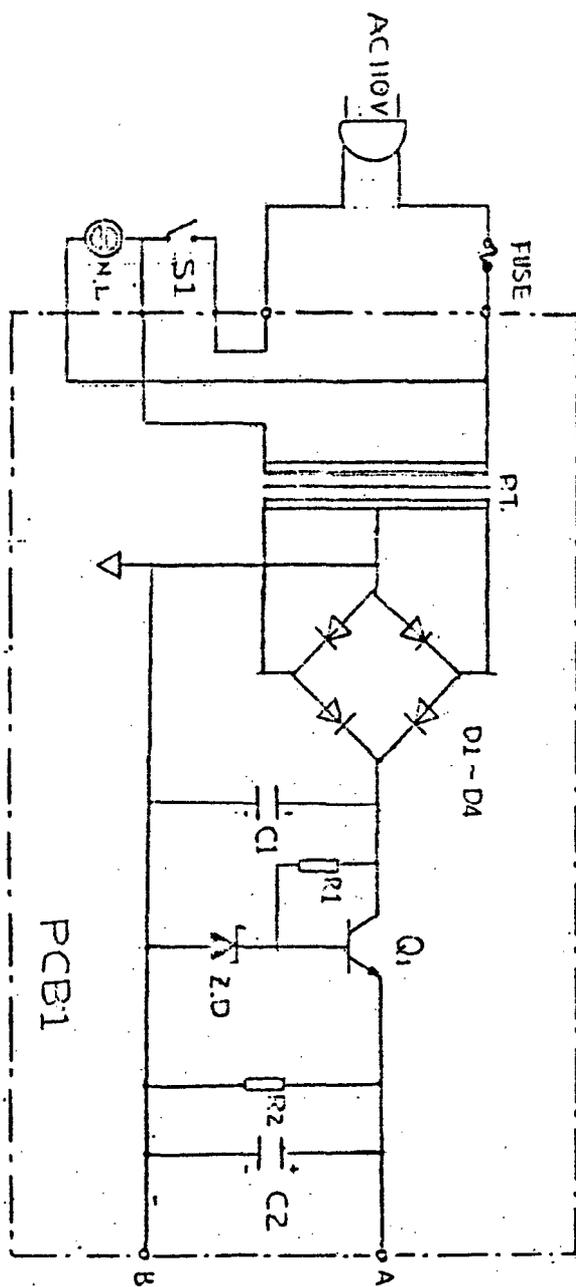


圖 24 電源電路

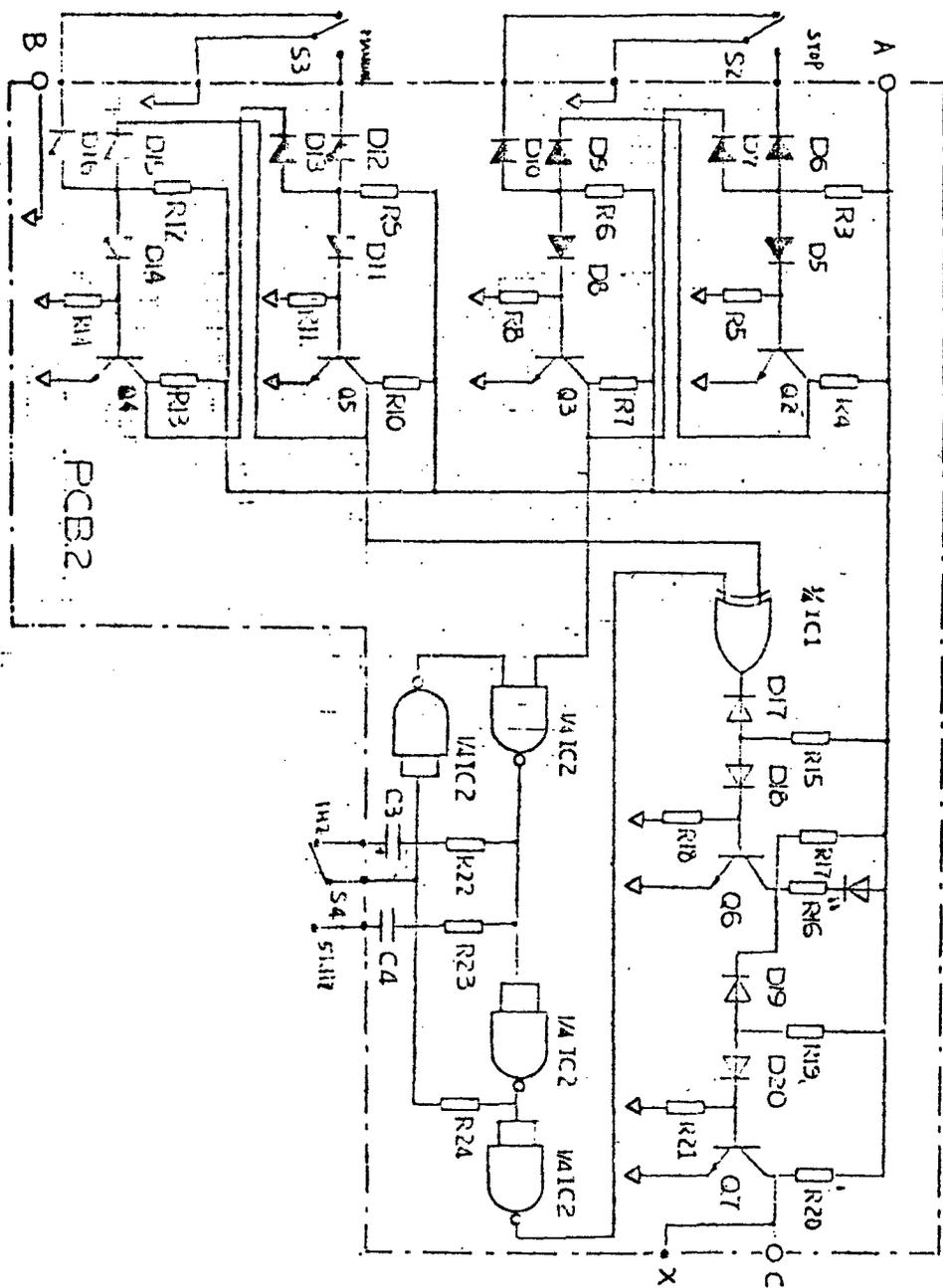


圖 25 脈波產生器

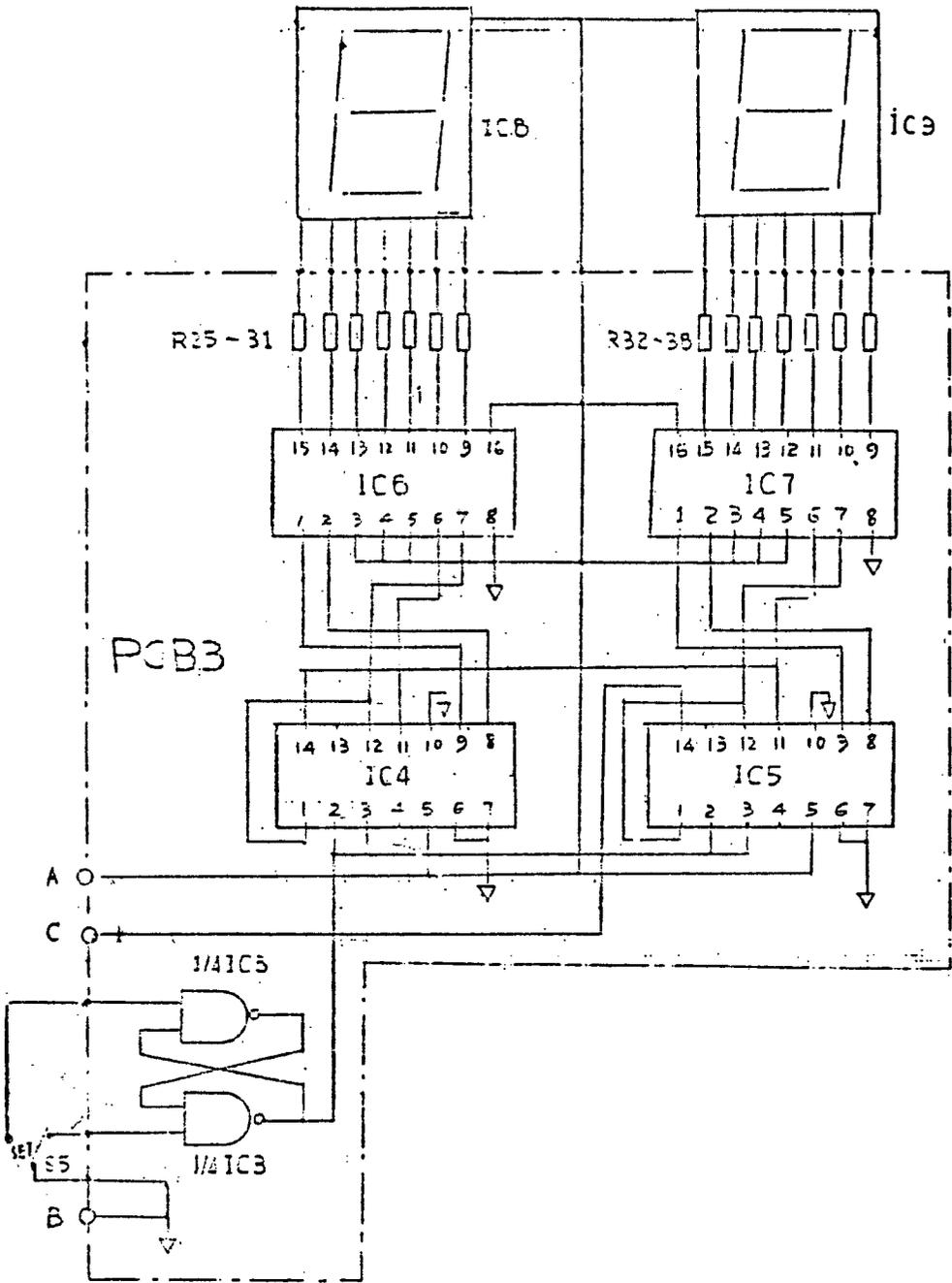


圖 26 計數器

分與歷屆近似，沒有特殊之處。實作題目為較通俗之題目，但因洗電路板，所以時間花費 17 小時。其系統之架構為命題之重點。為配合國際競賽，實需出一些設計，不應只做「按圖施工」。

## 七、第十五屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：民國 73 年 11 月 5 日～7 日

競賽場地：南港高工

優勝者：1.卓文水（南港高工）  
2.侯侃霖（輝陽視聽有限公司）  
3.葉士平（中區職訓中心）

競賽人數：21 人

命題方向：自本屆起命題委員之命題範圍改為「用手工具及儀器裝修測試工業設備中之電子電路，包括數位電路、線性電路及特殊半導體電路等。」（註 11）

試題分析：

### (一)計算部分

電工原理：交流電路	2
線性電路：小信號放大器	1
OPA	5
數位電路圖：布林代數	2
邏輯閘	4
正反器	1

### (二)製圖部分

請參考圖一、圖二及 CMOS 手冊繪製電路圖

本題型式與歷屆相同，使用時間 3 小時，可讓選手從容完成，此種題目除可考出識圖能力之外，也可考出選手讀資料手冊的能力。

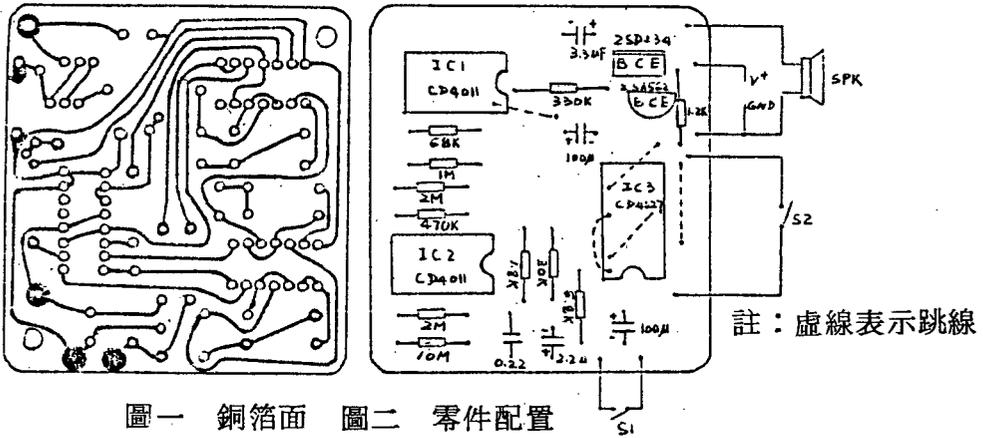
### (三)實作部分

題目：製作保全防盜系統

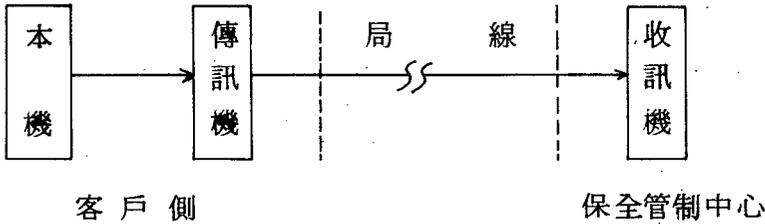
說明：

1.本裝置為保全防盜系統之一部份。置於大門出（入）口，在“保全責任時間”內，對於出入大門之狀況，經由本機之檢知處理，透過傳訊機，自客戶端傳送至保全管制中心。其方塊圖如下：

請參考圖一、圖二及 CMOS 手冊繪製電路圖



圖一 銅箔面 圖二 零件配置  
圖 27 繪製電路圖 (第 15 屆)



2.本機由三大部份組成：PCB1 為輸入及編碼電路。PCB2 為移位比較電路。PCB 3 為輸出控制電路。

3.其功能要求如下述：

- (1) PWR ON 即為“警備”(Set)狀態，LED 2 ON。
- (2) 在解除(Reset)狀態中，按數字鍵盤上任何鍵，經 10 秒後，便進入“警備”狀態。LED2 ON。
- (3) “警備”時間內若需暫時解除，先按密碼(三位數)再按\*號，則解除 10 秒後，再恢復“警備”設定狀態。
- (4) “警備”設定中，作長久解除時，先按密碼(三位數)，再按#號鍵，可立即解除。(門打開，則不發報)
- (5) “警備”狀態內，若大門被打開 LED1 ON, 10 秒後即行發報(Alarm)。
- (6) “警備”狀態中若錯按數字鍵，則自第一鍵起 10 秒後發報。
- (7) 大門未開(Loop Open)即作設定操作，則 LED2 ON 之同時亦發報。

註：無論暫時解除，或長久解除，均需在按第一鍵後 10 秒內完成。否則即行發報。

電路圖：圖 28

#### (四) 評論

本屆競賽試題在計算方面，重在 OPA 之應用計算及基本邏輯閘之原理。特別是 CMOS 閘之結構判斷，選手必須了解 N 通道與 P 通道之導通原理才能判斷電路的邏輯閘型態。整體而言，多是基本原理，能提醒選手打好根基。

製圖題僅出一題，選手有充分的時間繪製電路圖。出題方式係仿照國際競賽，所採用的電路需含有 IC、電晶體、電阻器、電容器、開關、負載（或信號源）等各部分，以測出選手對各種電子元件的認知能力。本次命題恰合國際賽的命題原則。

實作題亦僅一題，但分三部分完成，再進行組合。每一部分的輸入、輸出均需明確標出，以便與其他部分組合。此種類型的題目可以測出選手的系統組合能力。由於全機電路均已設計完成，選手僅需在 PC 板上設計印刷電路，所以「印刷電路」的設計是比賽的重點。競賽時間共用 20 小時，足見設計印刷電路之費時。電路接好後尚需作功能測試，以確定是否符合功能要求。

## 八、第十六屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：民國 74 年 12 月 15 日～18 日

競賽場地：高雄市立高雄高工

競賽人數：16 人

優勝者：1.邱健盛（電光電腦科技有限公司）

2.張錦本（南港高工）

3.翁三偉（南港高工）

試題分析：（註 12）

#### (一) 計算部分

電工原理：直流電路 1

電子儀表：1

線性電路：小信號放大器 3

OPA 5

閘流體 1

數位電路：布林代數 2

數系轉換 1

組合邏輯 1



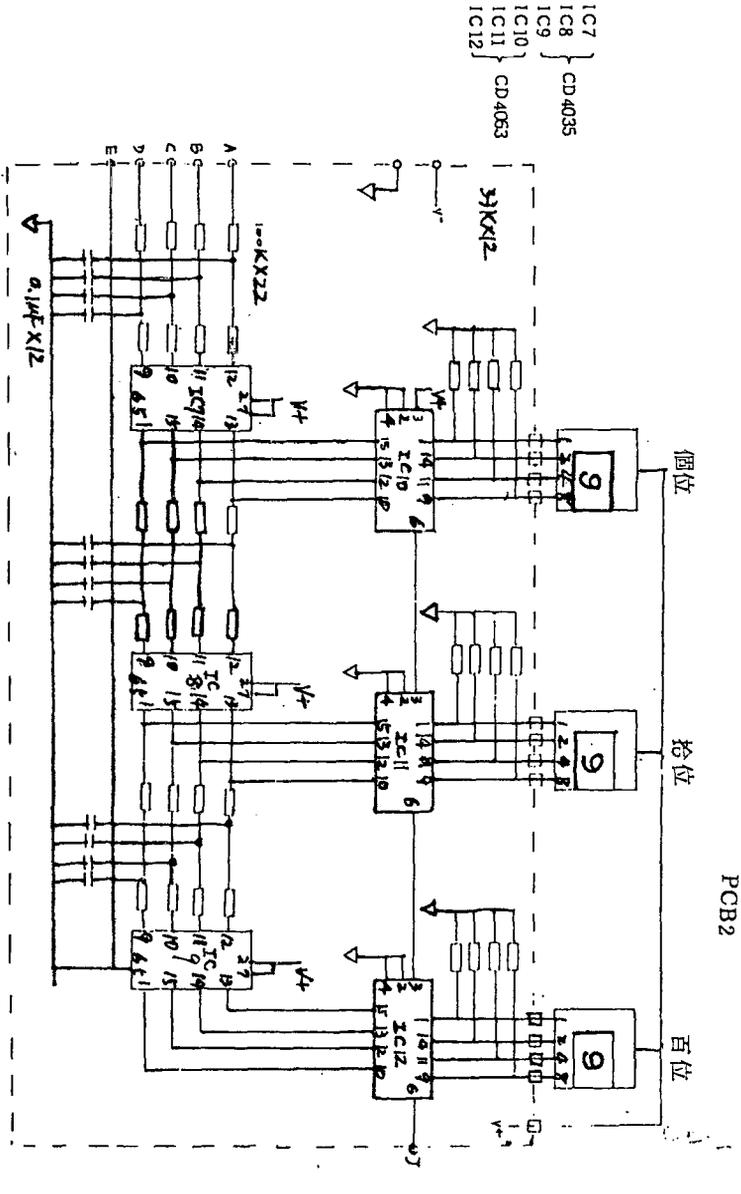


圖 29 移位比較電路 ( PCB2 )

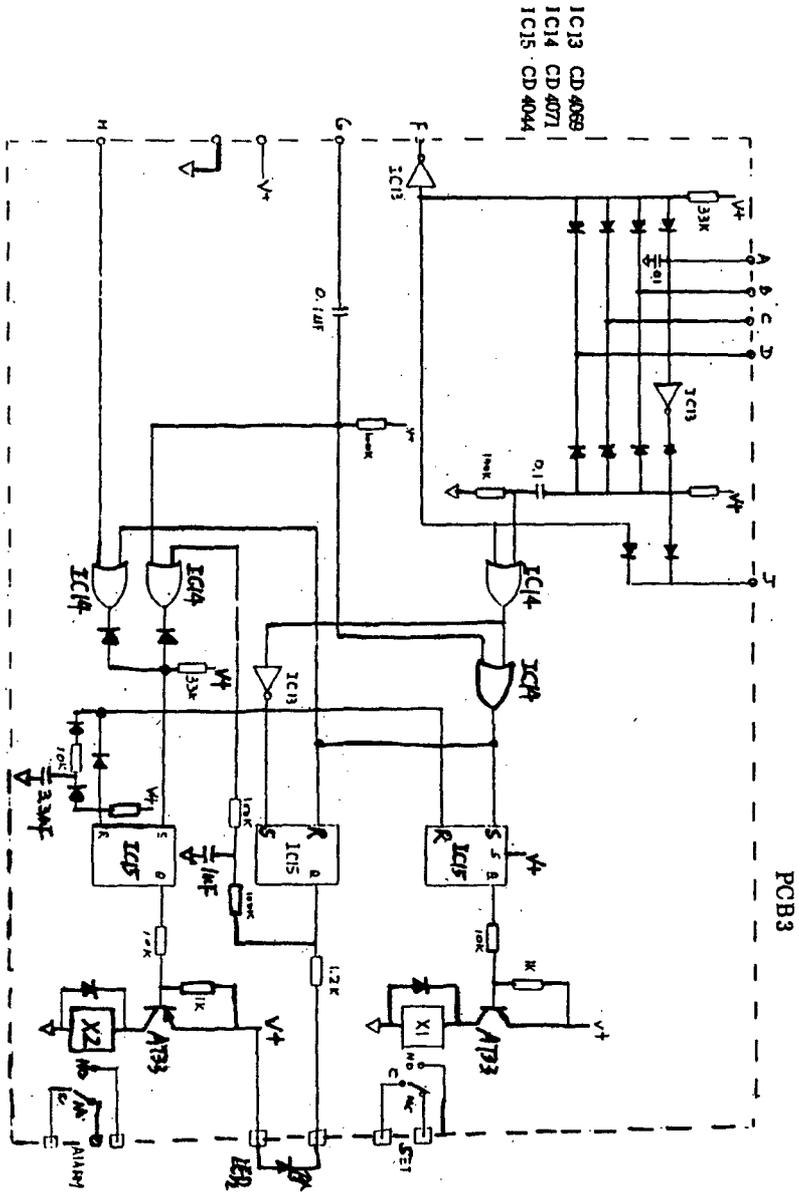


圖 30 輸出控制電路 ( PCB3 )

## (二)製圖部分

與上屆類似，限於篇幅茲不贅述。

## (三)實作部分

題目：裝置“交通號誌控制”

說明：

- 1.請參考電路圖、材料表、IC使用手冊等，焊接安裝“交通號誌控制”。
- 2.“交通號誌”除參照所發材料自行設計電源電路板外，其餘

PCB#1 ( Clock, Divider Counter )

PCB#2 ( Decoder A )

PCB#3 ( Decoder B )

PCB#4 ( Display Panel )

則請參考所附電路圖自行焊接、安裝、調整。

- 3.本實作之功能要求如下：

- (1)PCB#1 IC6 之振盪頻率為  $f_0 = 1 \text{ KHz}$  。
- (2)PCB#4 ( Display Panel ) 有關“X”及“Y”方向車輛及人行道之號誌時間關係詳如附圖。(圖 31)

## (四)評論

本屆競賽命題方向與上屆相同，仍為「用手工具及儀器裝修測試工業設中之電子電路，包括數位電路、線性電路及特殊半導體電路等。」

在在計算部分，很明顯地看出OPA電路所佔的比率最高，其次為數位電路。仔細考量OPA的每一題，幾乎都得有兩步以上的推理才能解答。因此，就程度而言，已較上屆為深。不過在數位電路方面均為基本計算與推理，較上屆為淺。

製圖部分，係以鉛筆繪製電路圖，其中包含繼電器、光二極體、IC、電晶體、電阻器、電容器等元件，由於電路簡單，所用時間僅1.5小時。

實作部分所用試題，係採用西德西門子公司的電路，以符合國際賽的標準。由於線頭很多，所以特別要求線束結紮確實。此外，電路符號與美式符號略有不同，例如邏輯閘的符號為歐式表示法，也可訓練選手適應各種邏輯電路。

## 九、歷屆全國技能競賽工業電子工試題演進情況結論

茲將上述全國技能競賽工業電子工之試題，自第九屆到第十六屆，整個過程作一概括式整理，以供讀者明瞭我國工業電子工競賽命題之趨勢。

### (一)計算部分

本實作綫束自行設計決定。

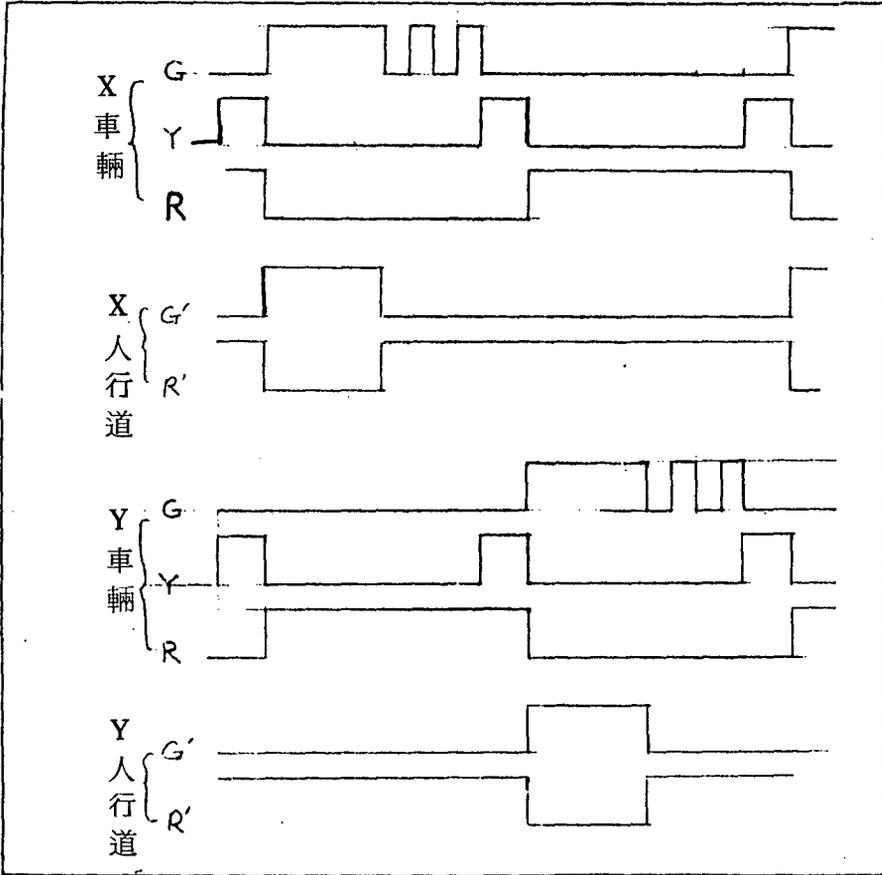


圖 31 號誌時間關係圖

電路圖：

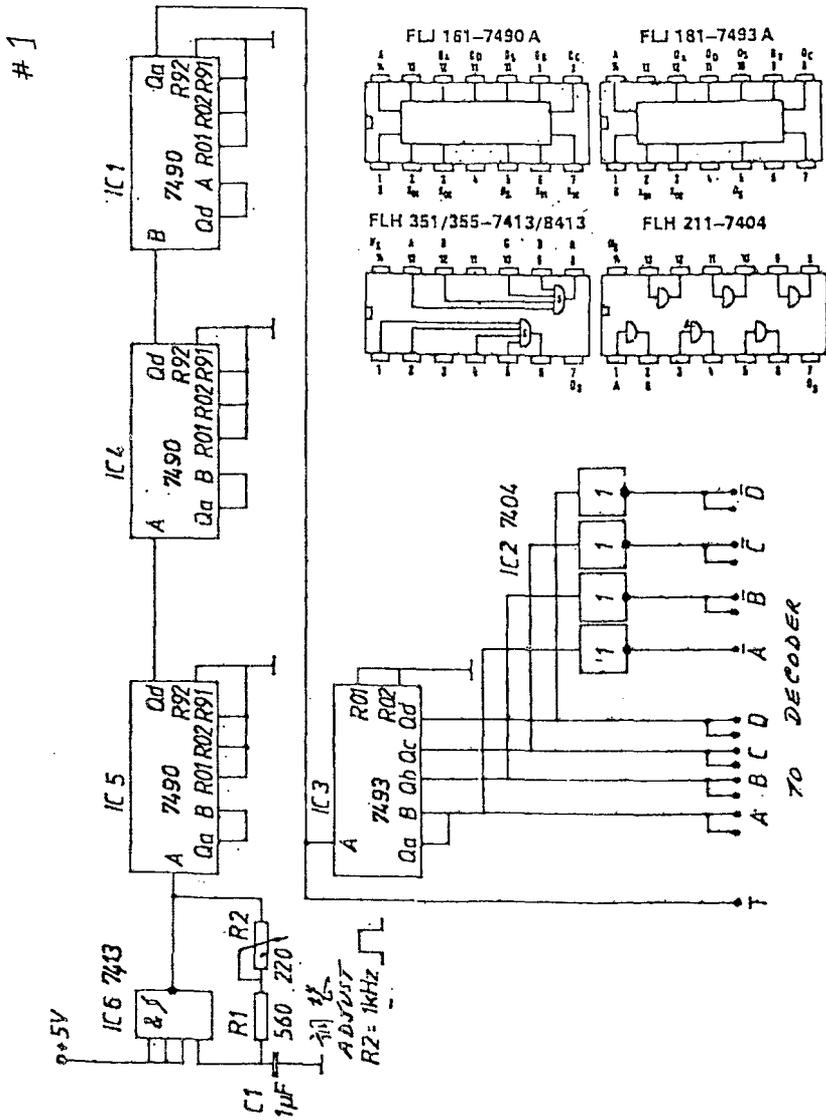


圖 32 分頻器與計數器

題目歸屬		第九屆	第十屆	第十一屆	第十二屆	第十三屆	第十四屆	第十五屆	第十六屆
電工	直流電路	2	2	1	0	0	0	0	1
原理	交流電路	2	1	4	1	1	1	2	0
線性	小信號放大器	5	2	5	1	2	3	1	3
電路	OPA	2	4	2	5	5	4	5	5
換能器		1	0	1	0	0	0	0	0
閘流體		2	0	1	0	0	1	0	1
電子儀表		0	0	0	0	0	0	0	1
數位電路	布林代數	2	3	1	0	0	0	2	2
	基本邏輯閘	0	2	2	0	0	2	4	1
	組合邏輯	1	3	1	4	3	3	0	1
	順序邏輯	3	3	2	4	1	1	1	0
微電腦		0	0	0	0	3	0	0	0
總題數		20	20	20	15	15	15	15	15

表 2 歷年工業電子工競賽計算題分佈情況

由本統計可以看出，歷年來工業電子工技能競賽筆試命題的重點乃在線性電路（含小信號放大器與OPA）與數位電路（含布林代數、基本邏輯閘、組合邏輯、順序邏輯等）。但其所佔比率並未全以數位電路為主，由於國際賽之命題重點在推理之計算，其命題由各國輪流擔任，不易統整，所以國內競賽之命題僅能就其大概趨勢命題。選手若要得高分，基本電路的深入瞭解是絕對必須的。

按目前高工的電子科課程內涵而言，若能一一精通則要通過全國賽之試題並不難，筆者曾參與高工技藝競賽工業電子工之命題多年，將之與全國競賽比較，覺得全國賽之題目並非難題，比技藝競賽之筆試題目容易一些。

又由表中知，有關「微電腦」之命題，僅在第十三屆出現過一次，後因國際賽不用此類題目而不繼續出題。據命題趨勢分析，國際賽不重在比較最尖端的科技，乃在比較基本科技的應用能力，故其重點乃在「活用基本學理」。因此，奉勸讀者諸君，若要參加全國或國際競賽，基本電子知識和理論

，操作技術必需熟悉，才能有勝算的把握。

### (二)製圖部分

製圖題起先為電路繪製與電路板上設計雙向並行，時間使用甚長，後因在實際工廠中作業多轉為 CAD 進行，故改為僅繪製電路圖一項，比較選手對電子元件，符號的識別能力，其時間已縮為一半。足見其重要性已較前略低。

### (三)實作部分

茲將歷年工業電子工全國競賽之實作題目，依序列表如下，以供參考。

屆數	題目	使用時間
第九屆	①製作定量計數控制系統	480 分鐘
	②製作計數顯示電路（自行設計）	240 分鐘
第十屆	製作電容測試器	10 小時
第十一屆	製作警報控制系統	12 小時
第十二屆	裝置訊號隔離系統	14 小時
第十三屆	裝置定時器與絕對值放大電路	18 小時
第十四屆	裝置計數控制器	17 小時
第十五屆	製作保全防盜系統	20 小時
第十六屆	裝置交通號誌控制電路	18 小時

表 3 歷年工業電子工全國競賽實作題目

除了第九屆分為兩題以外，其餘各屆均為一個大題，其中包含 2～4 個電路，最後需組合成為一個系統性電路，具有系統控制的功能。

每個電路均需製作成印刷電路，因此需具製作印刷電路的能力。同時，接線完成後也需注意線束紮線，使成品品質提高。由於目前已採用雙面銅模板作為印刷電路，因此，這方面的技術也需加強熟悉。

## 叁、國際技能競賽工業電子工命題趨勢

按國際技能競賽委員會所決定的命題範圍為：（註 13）

(一)應用於工業上的電子有關的計算。

(二)爲完成一項組裝(或組立)工作而必須具備的電子製圖能力。

(三)爲製作一電子機器而需具備的安裝、焊接、配線、綜合研判、計劃、分析、測試、檢修的實作能力。

因此，題目的模式一直分爲三部分：

- 1.計算 ( Calculation )
- 2.製圖 ( Drawing )
- 3.實作 ( Practical Project )

因我國自廿五屆(民國六十八年)起才正式參加工業電子工的國際競賽，所以所能得到的題目也只有從廿五屆開始。同時因目前國內所能收集到的題目仍不完整，所以有些部份僅知大概，未知其詳情。茲將已知部份整理如下：

## 一、第廿五屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：1979年(民國68年)9月2日~18日

競賽地點：愛爾蘭考爾克技術專科學校

競賽人數：8人

裁判：劉承琛及德、韓、美、日、瑞各一位

我國代表：李建輝(大同工商)

試題分析：(註14)

### (一)計算部份

電工原理：直流電路	3
交流電路	3
電子電路：電晶體電路	3
閘流體電路	2
運算放大器	3
數位電路：布林代數	2
組合邏輯	1
順序邏輯	3

大會規定計算部分不只要有答案，計算過程亦需清楚交待在答案紙上，不然視爲不完整而扣分。本屆計算題每題1分，全部20題，佔總分20%。

### (二)製圖部份

共出兩題，一題爲從印刷電路板配置圖繪製電路圖，即 Print to Scheme，選手需將PCB零件面及銅箔面的相關位置對齊，然後利用枱燈將二者一一比對後，繪製草圖(Draft)，再正式畫在大會所發的製圖紙(8開，120磅)上。但是圖上所有符號必需符合試題要求(用DIN規格)。

另一題是從電路圖繪製成印刷電路板配置圖，稱爲 Scheme to Print。

此題較難，需先參考所附的零件尺寸，外觀規格，再決定零件配置位置及印刷電路或銅箔面之電路，完成草圖作業後，再畫在大會所發的方格紙上。

其原則為：1.銅箔面、零件、跳線應以不同的顏色表示。

2.銅箔面必須畫在格子的橫線、豎線或45度方向上。

3.線路之間隙不能少於1 mm。

4.跳線應儘量避免。

其評分標準如下：

(1)從印刷電路繪製電路圖

項 目	配分	評 分 方 法
失 誤	6	最好的成績為6分 最差的成績為0分 每錯一點扣1分 小錯扣0.5分
品 質	2	最好的給2分 最差的給0分
清 晰 度	2	最好的給2分，最差的給0分
總 計	10	

表4 國際賽製圖題評分標準一

(2)從電路圖設計成印刷電路

項 目	配分	評 分 方 法
失 誤	4	每錯一點扣1分 最差的給0分
尺 寸	1.5	每錯一點(尺寸不合)扣0.5分 最差的給0分
品 質	2	比較各成品而決定給分(以舉牌方式給分)
清 晰 度	1	比較各成品而決定給分(以舉牌方式給分)
跳 線	1.5	比較各成品而決定給分
總 計	10	

表5 國際賽製圖題評分標準二

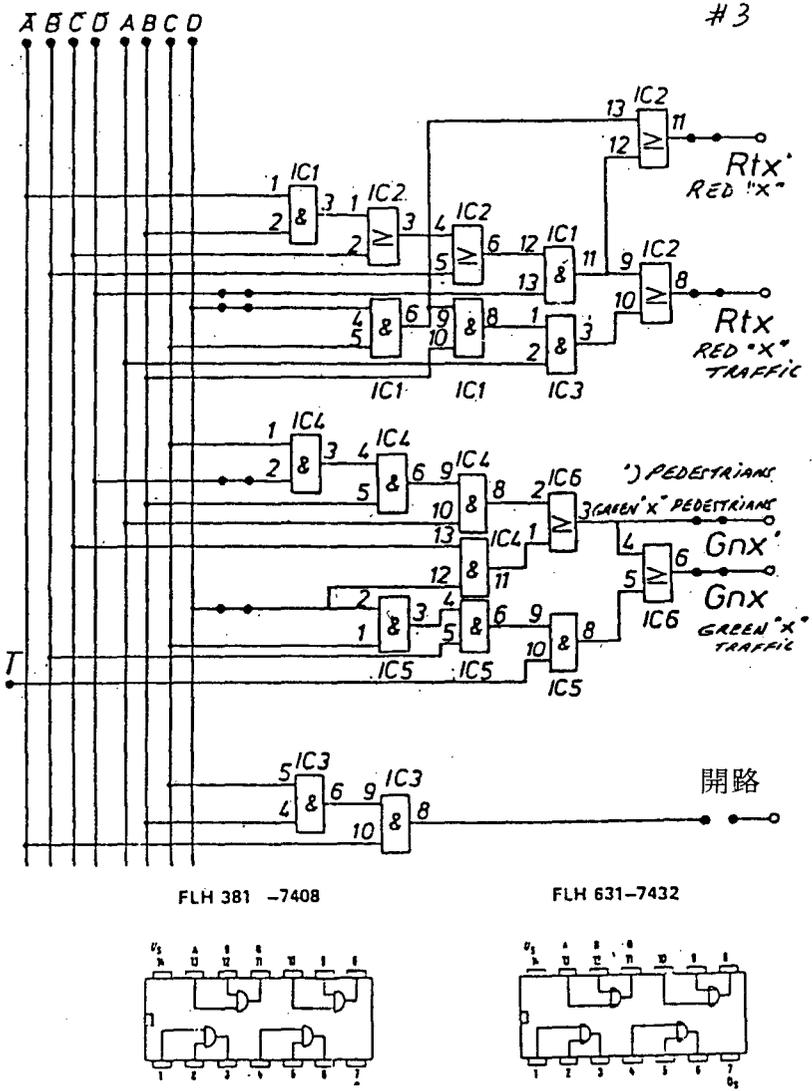


圖 34 解碼器 B

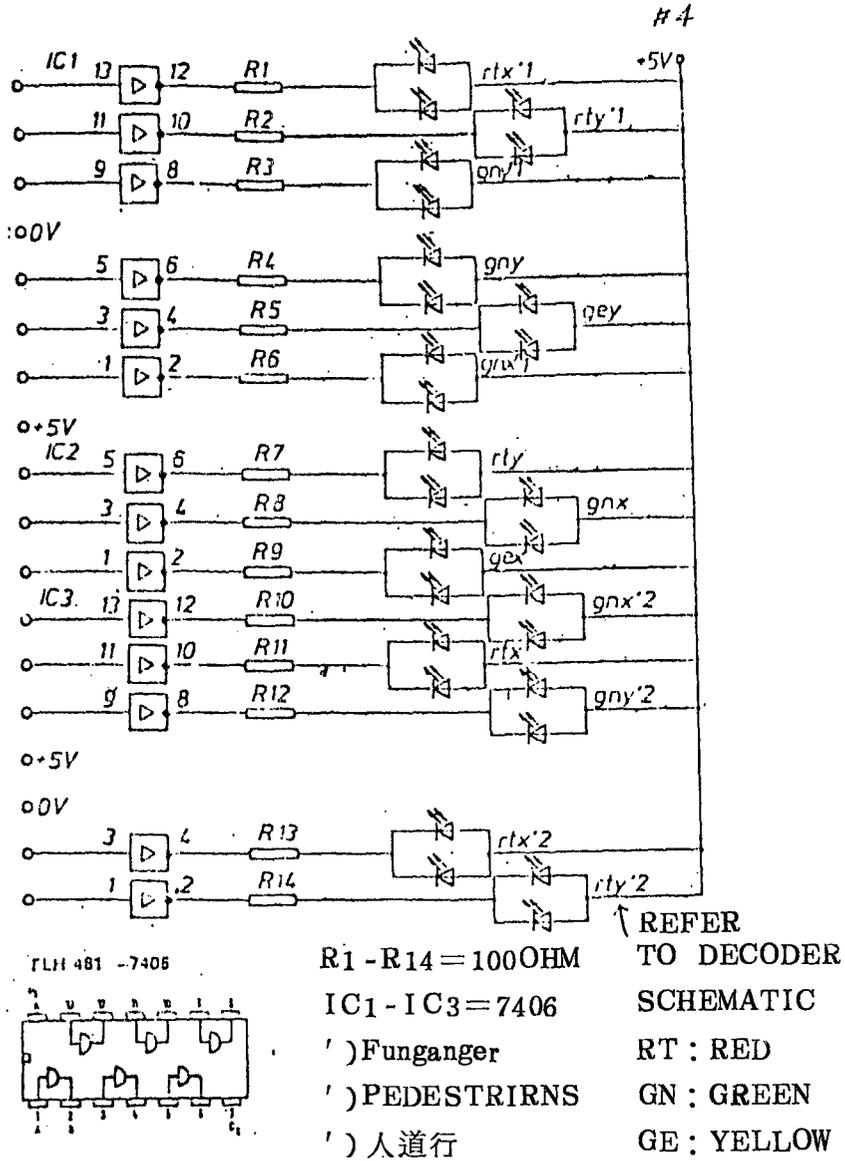


圖 35 交通號誌顯示電路

製圖題一：Print to Scheme

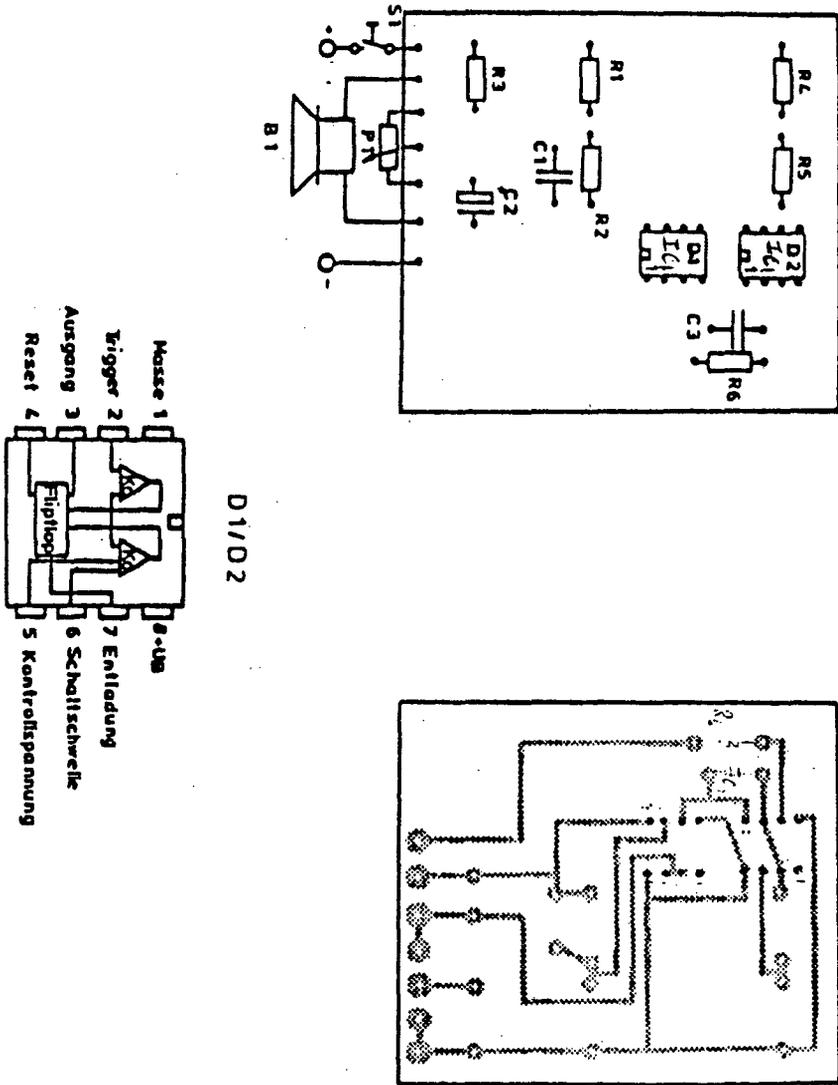


圖 36 25 屆國際賽製圖題一（繪製電路圖）

製圖二：Scheme to Print

試根據下面零件之尺寸及接腳號碼，將電路設計在印刷電路板上。

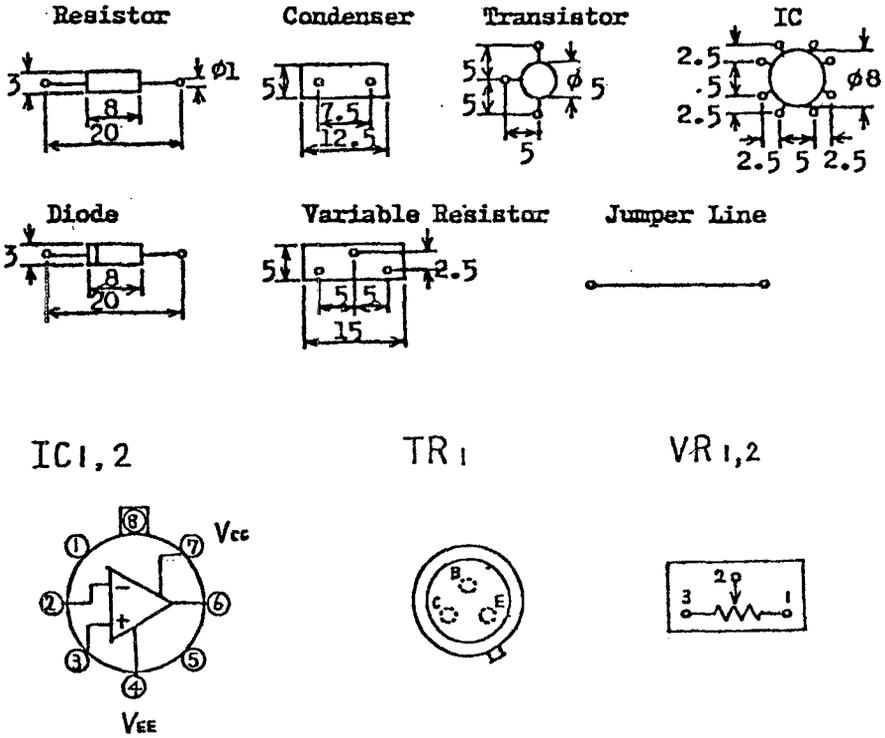


圖 37 25 屆國際賽製圖題二（零件尺寸及接腳）

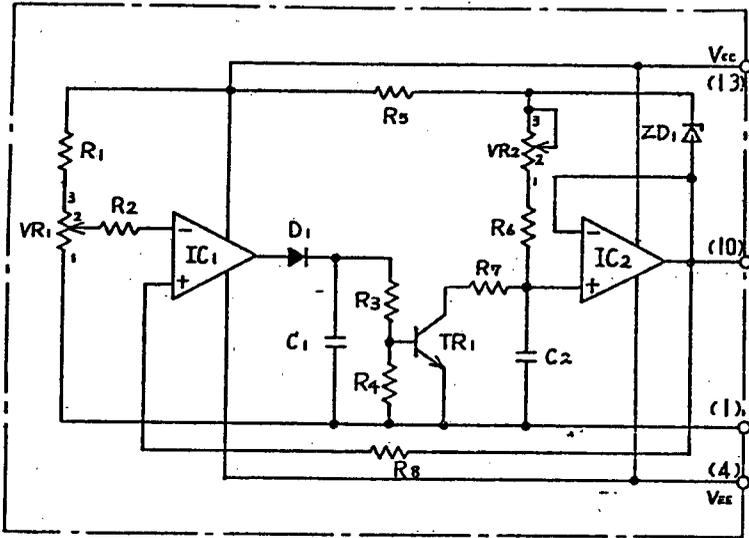


圖 38 25 屆國際賽製圖題二 ( 電路圖 )

Pattern Side

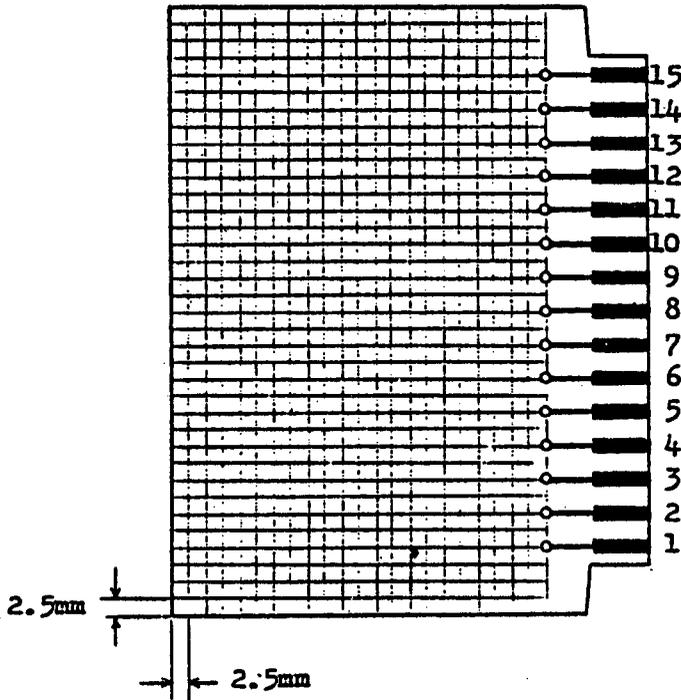


圖 39 25 屆國際賽製圖題二 ( 印刷電路板 )

電路圖：

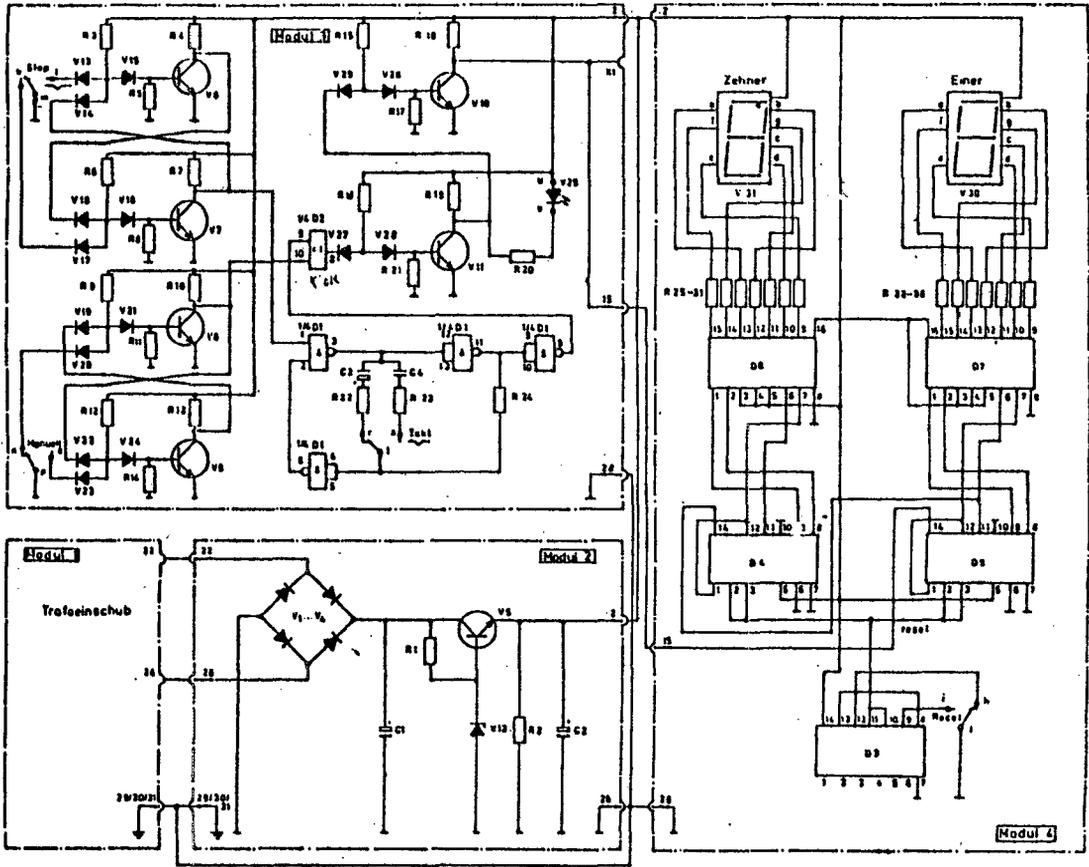


圖 40 25 屆國際賽實作電路圖 (數位計數器)



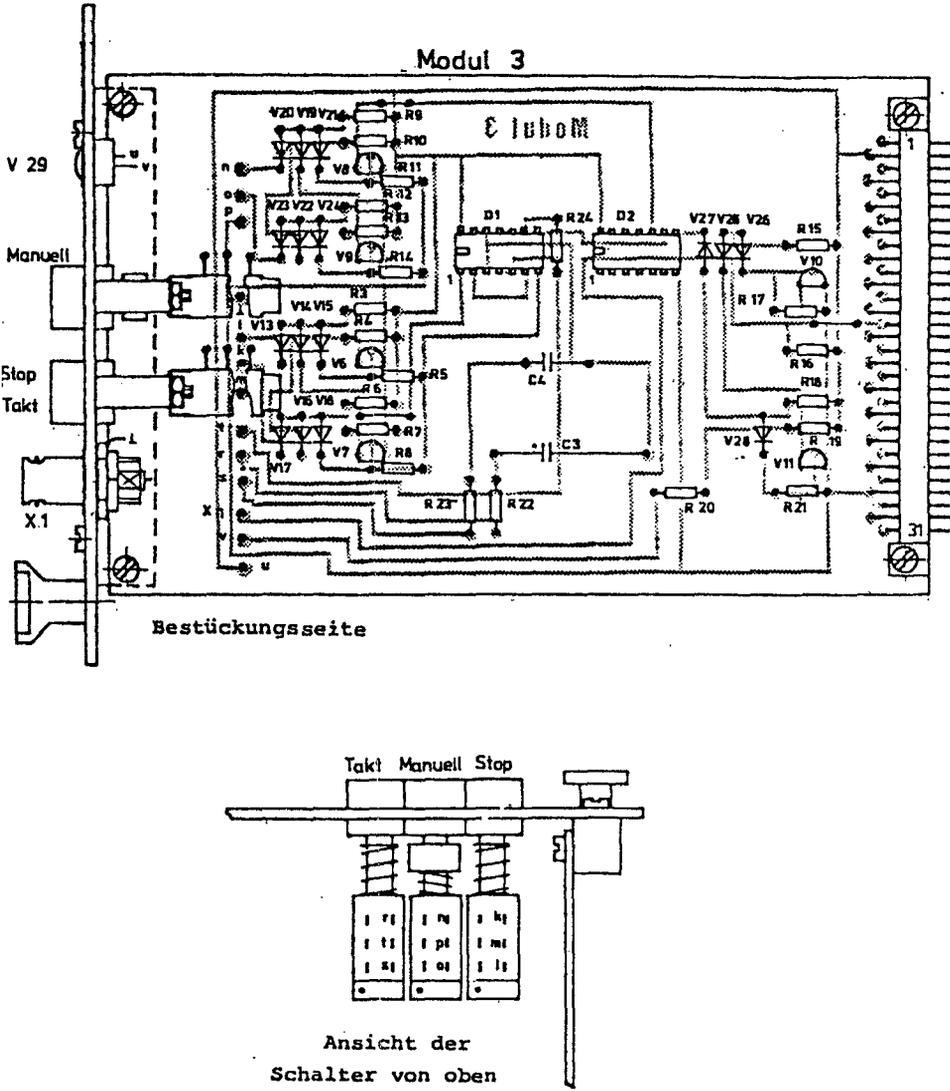
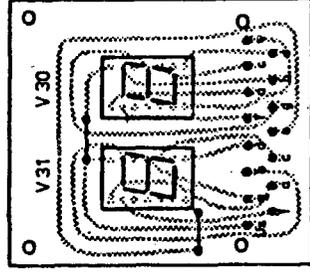
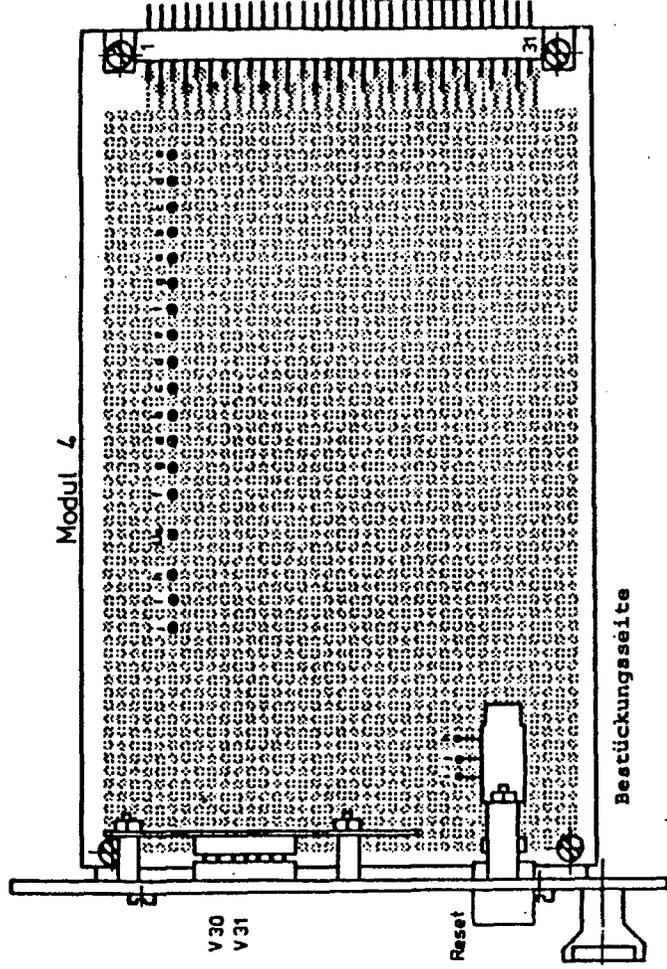


圖 42 25 屆國際賽實作電路模板 3 之佈局規定



Verbindungen der  
Anzeige- mit der  
Zählerplatine erfolgt  
über ein Formkabel !

圖 43 25 屆國際賽實作電路模板 4 之佈局規定

Bind the preformed cable on a cable shelf!

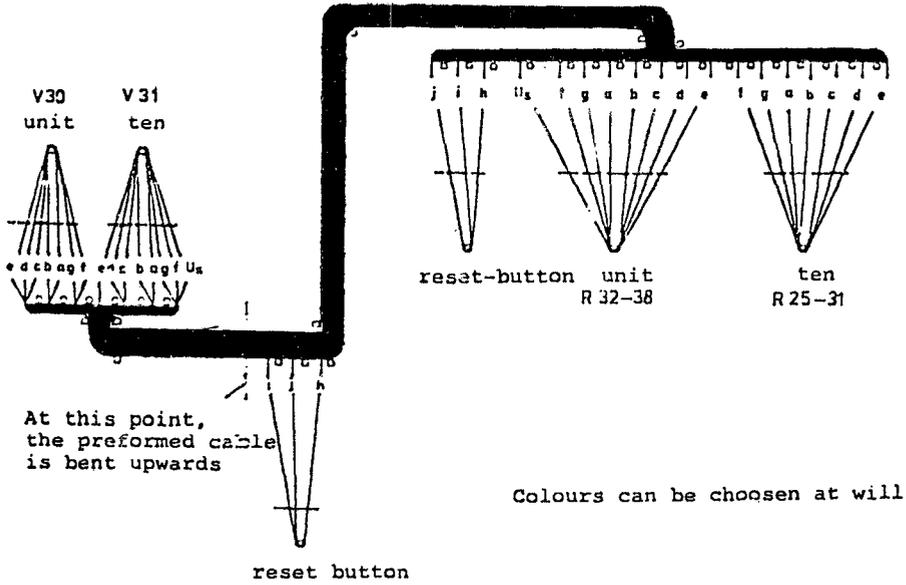
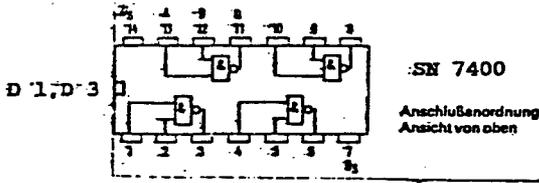
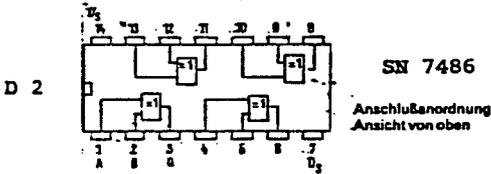


圖 44 25 屆國際賽實作電路線束之紮線規定

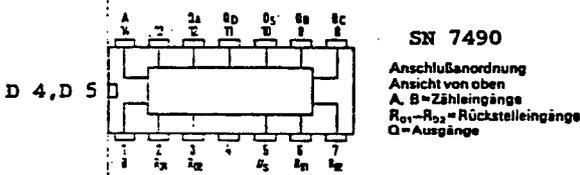
Vier NAND-Gatter mit je 2 Eingängen



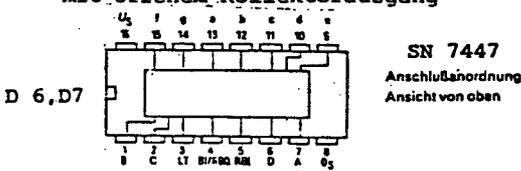
Exklusiv-ODER-Gatter mit je 2 Eingängen



Dezimalzähler



BCD-7-Segment-Decoder und Treiber mit offenem Kollektorausgang



LED - Display

V 30, V 31

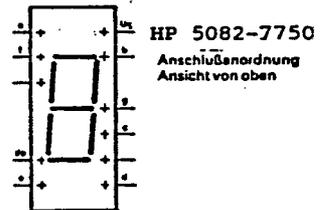


圖 45 25 屆國際賽實作電路之 IC 接脚圖

## 四評論

按此屆之三類題目而言。計算部分題目較國內第九屆難。由於命題委員均為西德工程師，題目頗重視推理能力的表現。譬如其中有一題，要根據所給的4位元真值表，找出最好的解碼器電路。

題目：Find the optimal decoder for the following truth table, and drawn the circuit.

$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$		
D	C	B	A	output	
0	0	0	0	—————0	0 : signal
0	0	0	1	—————0	1 : signal
0	0	1	0	—————0	$\phi$ : free condition (1 or 0)
0	0	1	1	—————0	
0	1	0	0	—————0	
0	1	0	1	—————0	
0	1	1	0	—————0	
0	1	1	1	—————0	
1	0	0	0	—————1	
1	0	0	1	————— $\phi$	
1	0	1	0	—————1	
1	0	1	1	————— $\phi$	
1	1	0	0	—————1	
1	1	0	1	—————0	
1	1	1	0	————— $\phi$	
1	1	1	1	—————0	

類似的題目很多，答者必須熟悉邏輯電路，很快地掌握解題要點，就能畫出電路圖。可見這種從原理到應用都有的題目，是國際賽工業電子工命題的特色。電工原理方面的筆試題目，也很重視推理式的計算，譬如要計算電容器C上的電壓變化，而以波形顯示。如下題：

題目：Predict and plot the voltage  $v^+$  in an initially uncharged  $1\mu\text{F}$  Capacitor C, when the following current drawn in Figure(a) is given to the circuit Fig(b).

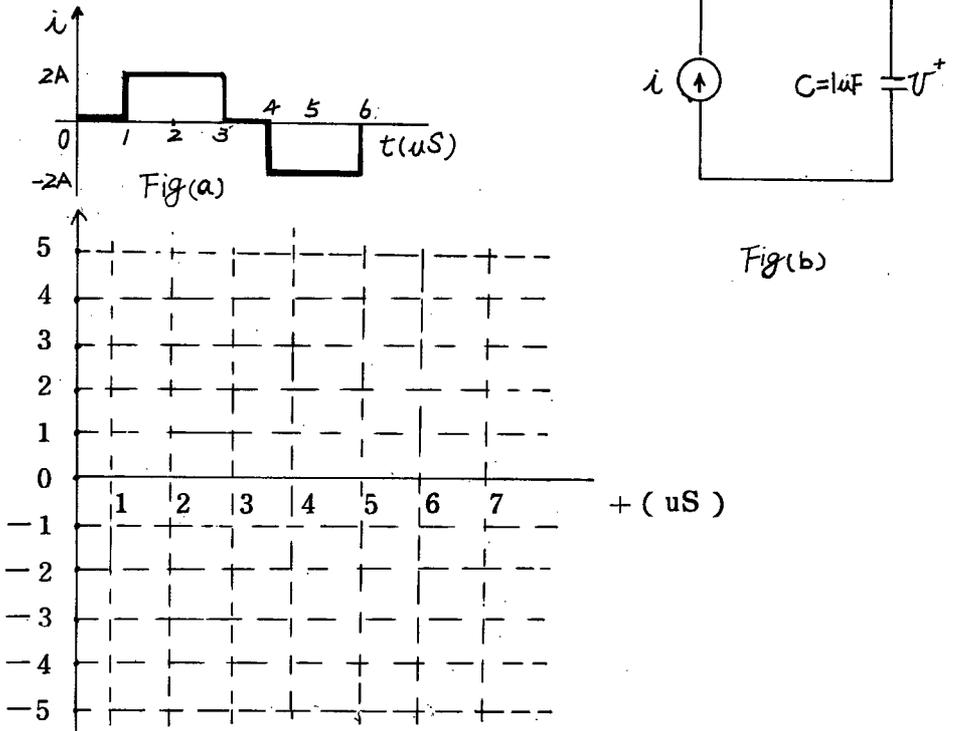


圖 46 繪出電容器上電壓變化波形

要解此題，必須從  $V = \frac{it}{C}$  來推算每一時間點的對應電壓值，然後依序繪於方格圖中，形成一個台形波。

在製圖方面的題目，說明很詳細，選手需仔細讀完每項說明，才正式開始，因此選手若能直接讀英文最好，否則需經翻譯，恐易誤解。還好題目類型確定，容易著手繪圖。基本上第一題比第二題簡單，第二題雖較難，但比起國內競賽還算簡單，因為國內競賽的電路比國際賽複雜。此屆本國代表在製圖方面得分為 13.88，較第一名（17.97）約落後 4 分，據賽後檢討，本國選手對 DIN 符號不熟，且對零件尺寸訓練不夠，繪製電路圖不甚嚴整，以致扣分較多。這與我們的國民性與教育的態度有關，亟需改進。

至於實作方面，最大的問題是電路有無功能，若功能不正確或無功能，就不予評分（即以 0 分計）。有了功能，再分客觀評分與主觀評分兩種。在客觀評分方面，包括①跳線（Jumper Wire）之多寡②零件損壞之多寡（Parts Damage）等比較容易評分。主觀方面的評分，包括①外觀（General Aspect）②錫焊品質（Soldering Quality）③線束品質（Cable Quality），多由裁判們舉手或舉牌評分，還算合理。

本屆我國選手實作得分為 47.56，而第一名實作得分為 51.47，可謂相

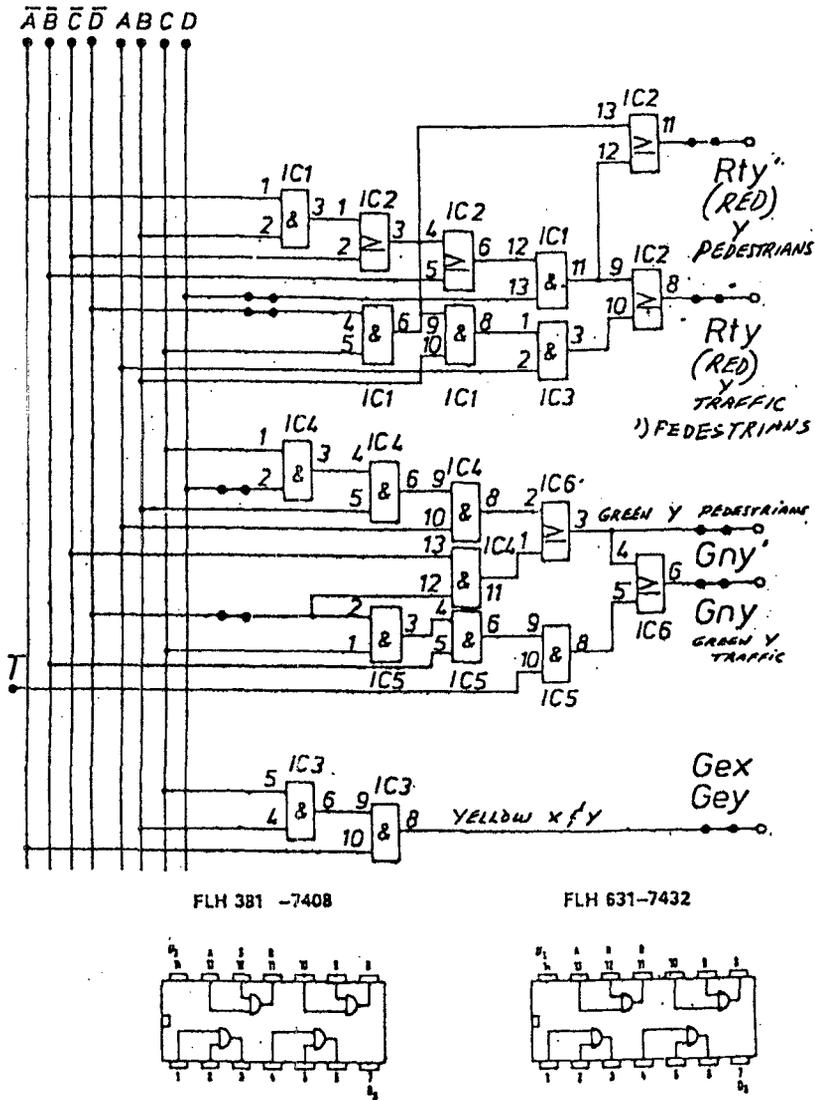


圖 33 解碼器 A

距不遠。第一次參加國際競賽，能有此表現，還算不錯。但是賽後檢討，總覺我們沒有一套像樣的工業標準 ( Industrial Standard ) 以致在教育訓練方面缺少正式的依據，往往要引用別國的標準，就顯得很吃力。選手的知識、技能並不比別國差，由於平常缺少標準化訓練，在國際賽的適應力就較差，這是亟須加強的一點。

## 二、第廿六屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：1981年6月17日～30日

競賽地點：美國喬治亞州大西洋城

競賽人數：10人

裁判：劉承琛 ( 中 )、Schopan ( 瑞士 )、T.Sakai ( 日本 )、L.Jackel ( 德國 )

我國代表：吳振勝 ( 中區職訓中心 )

試題內涵：( 註 15 )

(一) 計算部分 ( 共 15 題，佔分 15 分 )

電工原理	直流電路	2
	交流電路	4
電子電路	小信號放大器	2
	OPA	3
	閘流體	1
數位電路	數系轉換	1
	組合邏輯	1
	順序邏輯	1

(二) 製圖部分

僅出一題 ( Print to Scheme )，佔 10 分

( 因原稿甚為模糊，不予付印 )。

(三) 實作部分

題目：製作合成型函數波信號產生器  
( Synthesized Function Generator )

使用時間：16 小時

(四) 評論

本屆競賽題目係由美國出題，但各項之配分係由大會分組會議所決定。譬如計算題佔分 15 分，製圖題佔分 10 分，實作題佔分 75 分。其評分標準與上屆相似。比較明顯的差異為：製圖題改為一題，只出從電路板繪製電路圖一項。因為工業界設計印刷電路板大多利用電腦輔助設計 ( CAD )，而不再

電路圖：

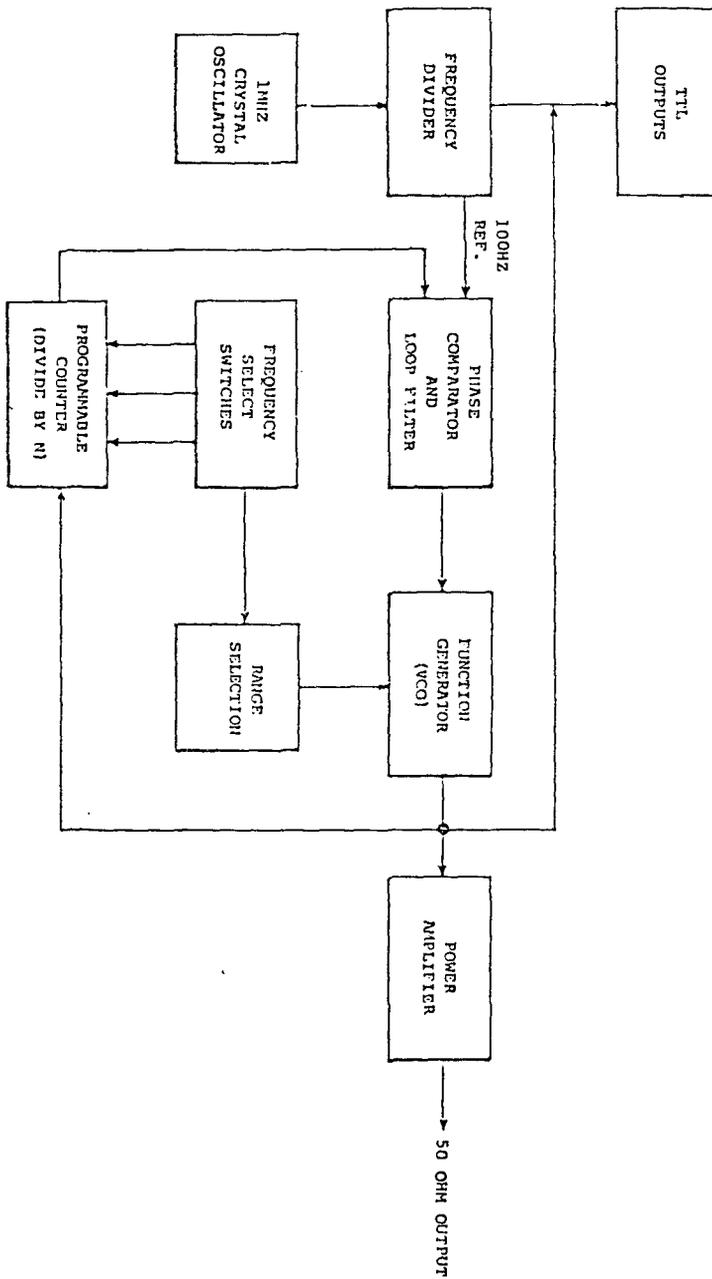


圖 47 合成型函數波信號產生器電路方塊圖（第 26 屆）

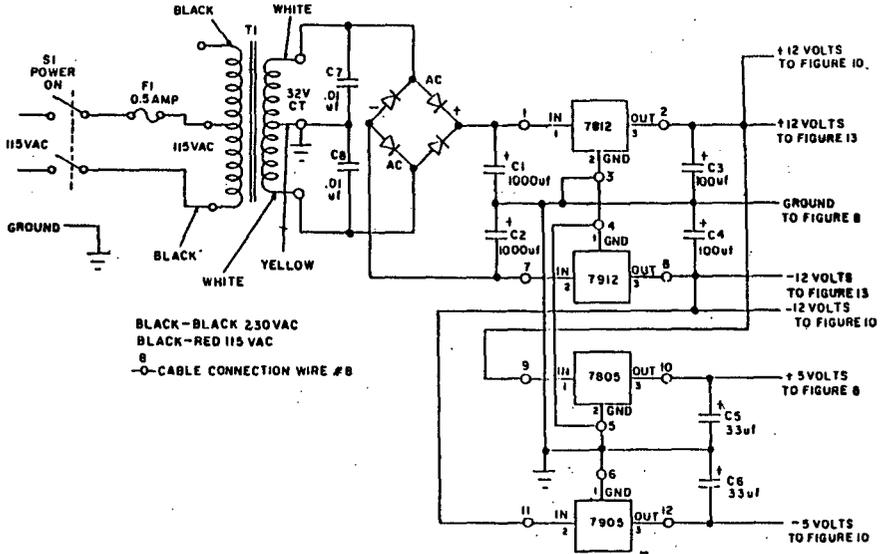


圖 48 函數波產生器電源電路 (第 26 屆)

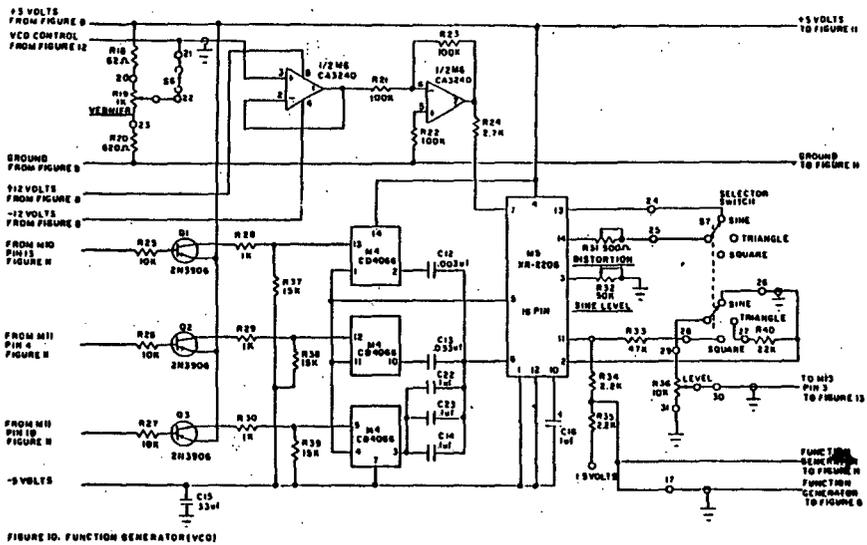


圖 49 函數波產生器VCO電路 (第 26 屆)

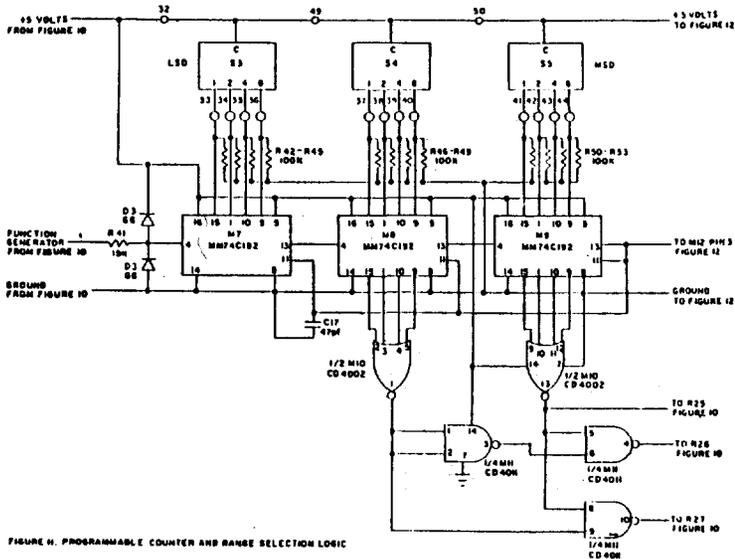


圖 50 函數波產生器可程式計數器及範圍選擇電路 (第 26 屆)

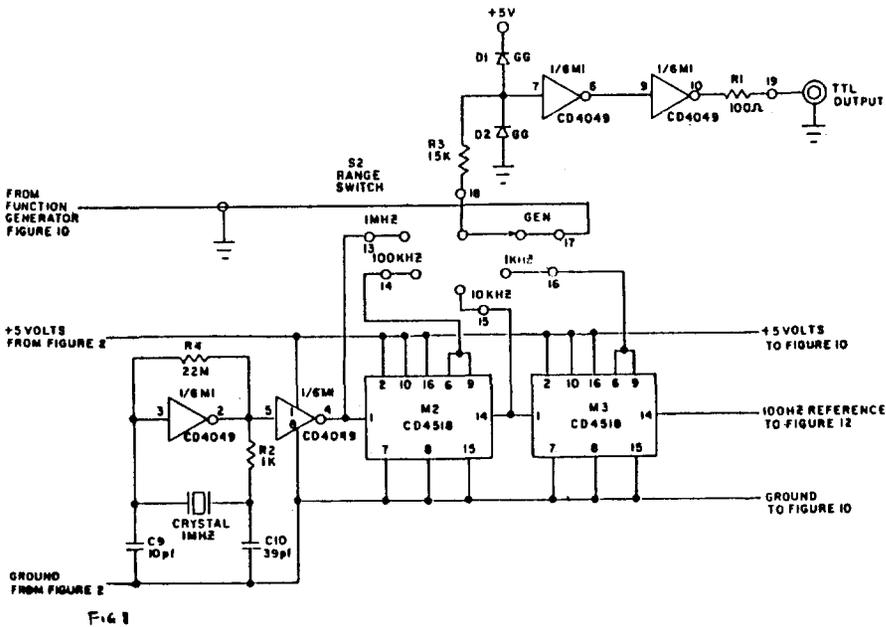


圖 51 函數波產生器頻率範圍選擇電路 (第 26 屆)

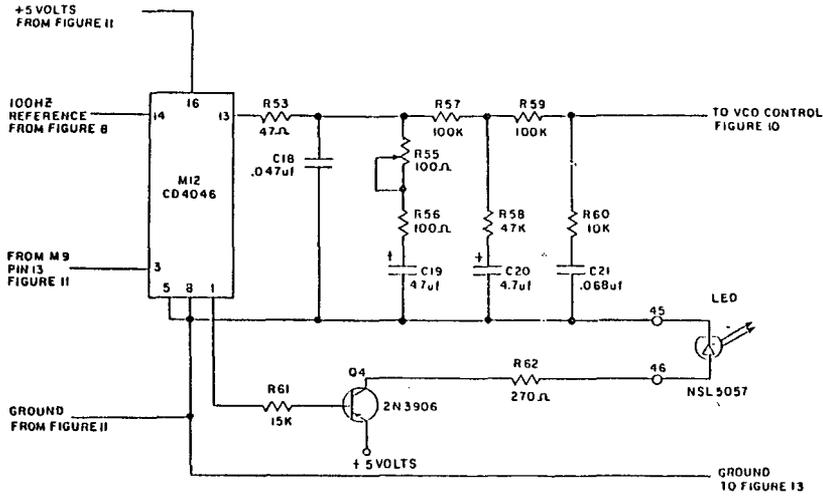


FIGURE 12. PHASE COMPARATOR AND LOOP FILTER

圖 52 函數波產生器相位比較及濾波電路 (第 26 屆)

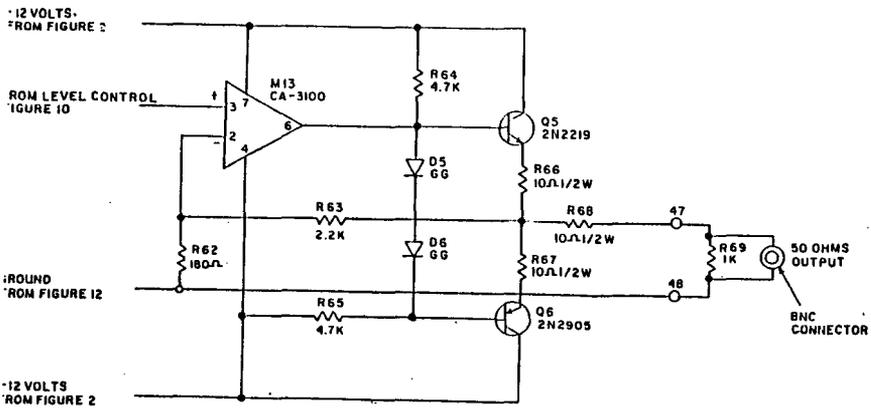


FIGURE 13. POWER AMPLIFIER

圖 53 函數波產生器功率放大輸出電路 (第 26 屆)

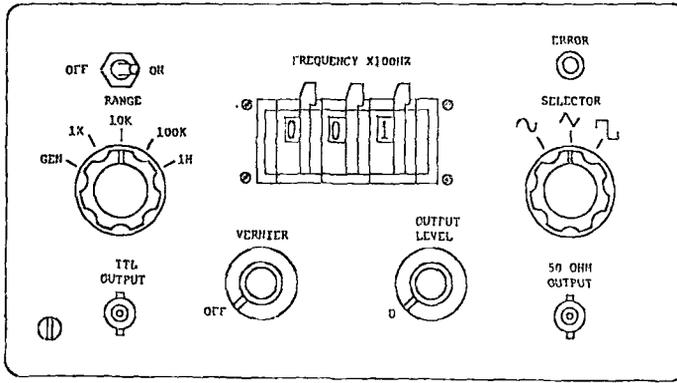


FIGURE 3. FRONT PANEL LAYOUT

圖 54 函數波產生器面板配置圖 (第 26 屆)

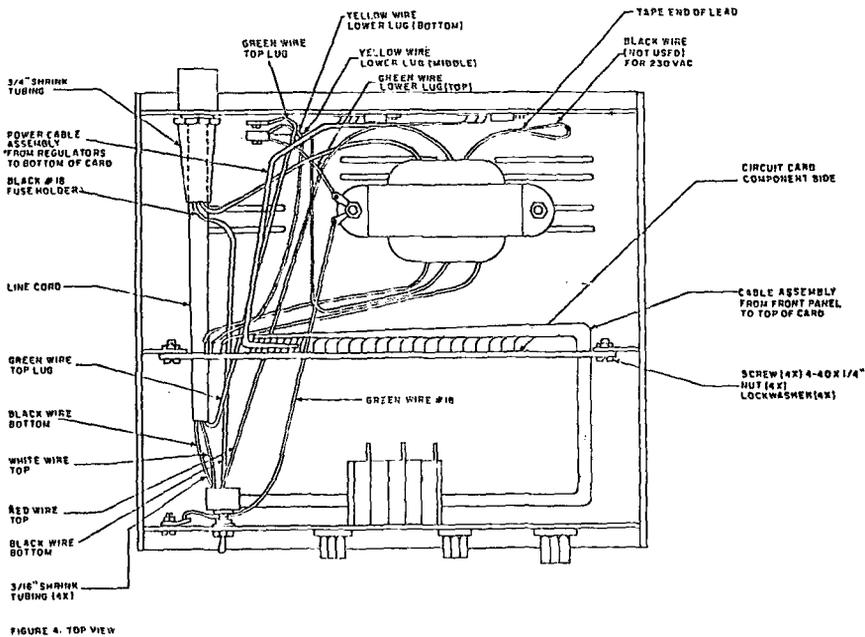


FIGURE 4. TOP VIEW

圖 55 函數波產生器機殼結構頂視圖 (第 26 屆)

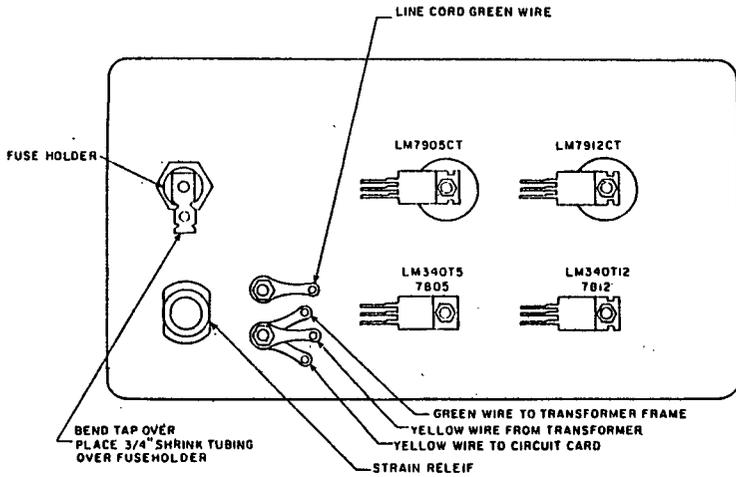


FIGURE 5. REAR PANEL LAYOUT

圖 56 函數波產生器後面板配置圖 (第 26 屆)

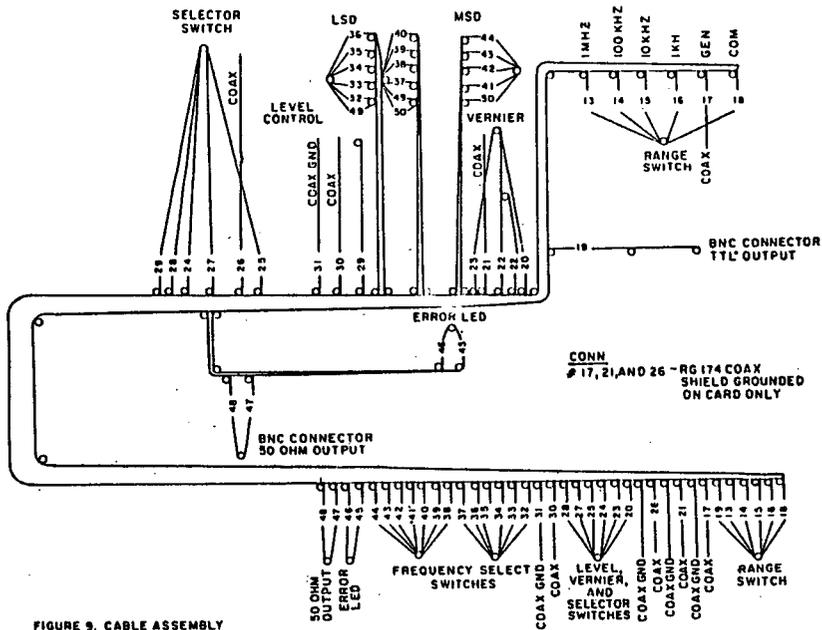


FIGURE 9. CABLE ASSEMBLY

圖 57 函數波產生器線束規定 (第 26 屆)

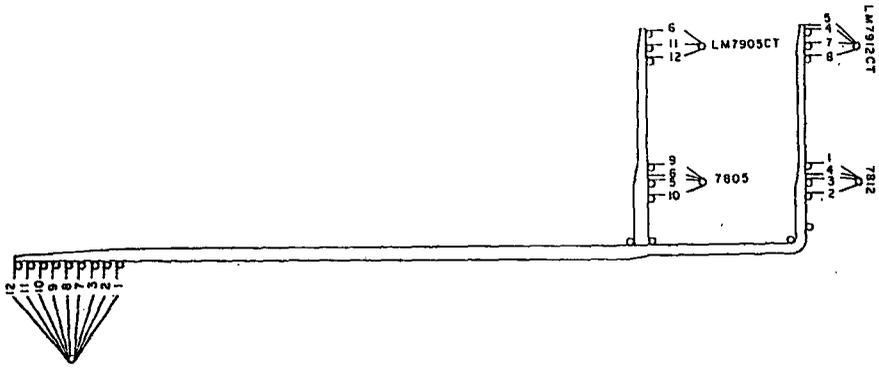


FIGURE 7. POWER CABLE ASSEMBLY

圖 58 函數波產生器電源線線束規定 (第 26 屆)

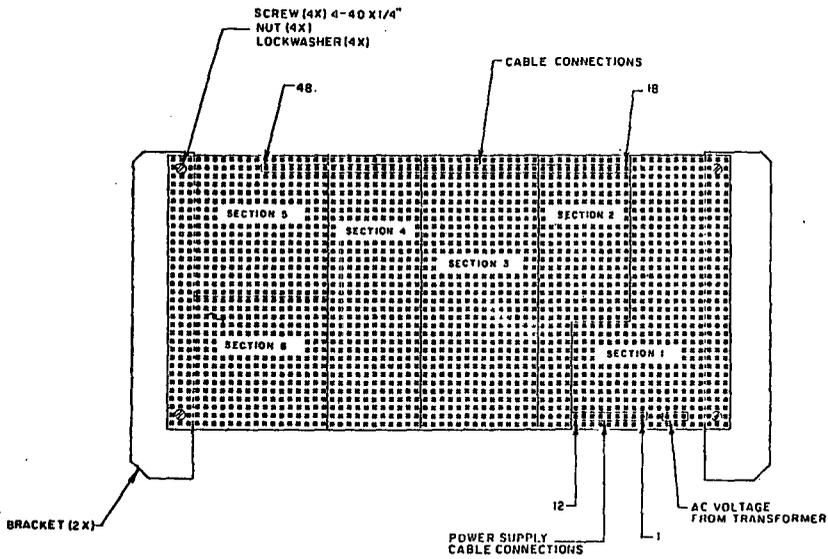


FIGURE 6. CIRCUIT CARD LAYOUT - COMPONENT SIDE

圖 59 函數波產生器電路板組合規定 (第 26 屆)

以手工設計作為必要的過程。實作題以儀器電路為題，比較有系統，其輸出功能可與工廠中生產的儀器比較。由於時間限制，無法作電路設計，僅作印刷電路設計，其中有一塊是以半成品供應，以求整體功能。我們從電路中可以看出，數位 IC 的比率很高。

本屆實作題佔分特別高，而我國代表功能全無，甚為可惜，製圖失分 6.25 分，足見平常訓練不夠。僅計算試題成績略好，為 12 分。由此次競賽成績，可以看出有系統訓練的重要，特別在電路的設計、製作、裝配上的訓練，不能大意，不能馬虎。

### 三、第廿七屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：1983 年 8 月 15 日～29 日

競賽地點：奧地利工業城林茲市

競賽人數：9 人

裁 判：阮宗高（中）

Potensky. N.（奧）

G. Triponez（瑞士）

L. Jaeckel（西德）

B. Ishizu（日）

W. Short（美）

我國代表：曾漢陽（松山工農）

試題分析：（註 16）

（一）計算部分（共 15 題，但佔分 25 分，有的題目 2 分）

電工原理	直流電路	1
	交流電路	2
電子電路	小信號放大器	3
	OPA	2
數位電路	邏輯閘	2
	數系	1
	組合邏輯	2
	順序邏輯	2

限於篇幅，僅將比較特殊的題目列舉於下，供讀者參考。讀者可以看出，減法要以加法來作，必須先變成補數才能做，題目中的各層方格就是要作補數變換處理用的。此等題目對於選手應不成問題。不過我們要強調的是，國際賽的題目，每題都得有 2 步以上的推理，甚少一個步驟就能解決的問題。

$$(123)_{10} - (19)_{10} = (104)_{10}$$

求：完成下列 8-bit 數字

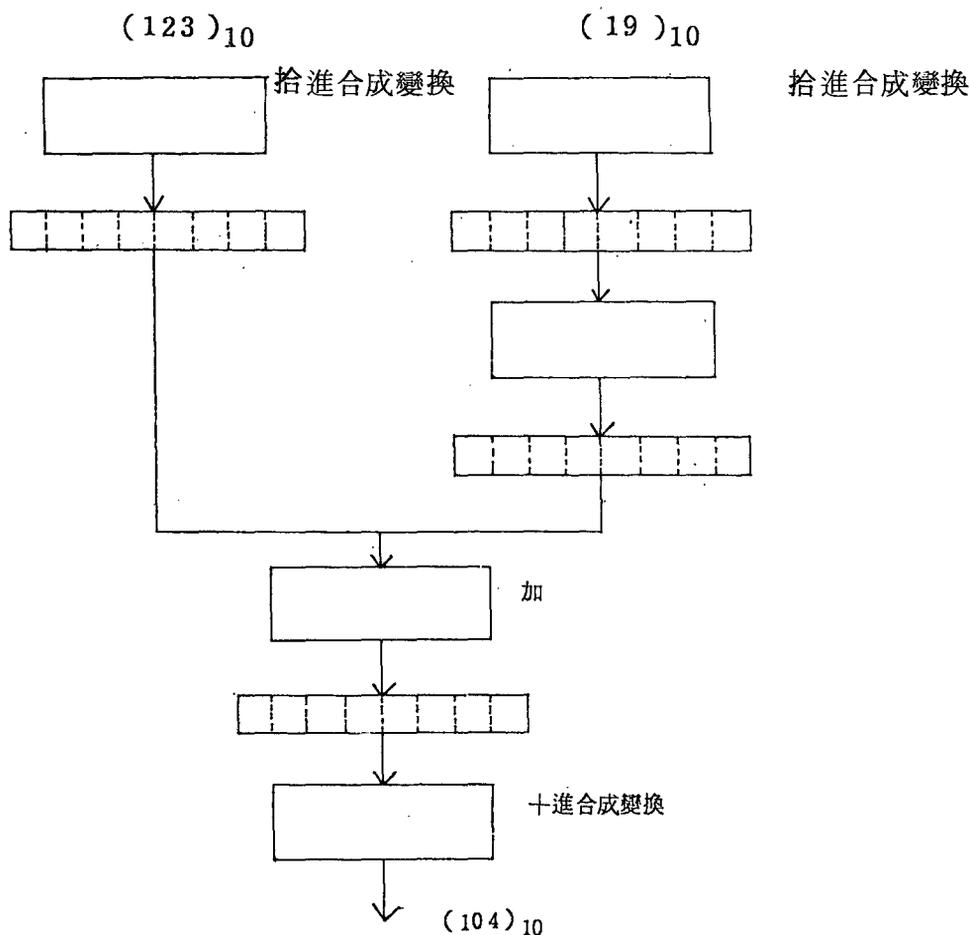


圖 60 做  $123_{10} - 19_{10} = 104_{10}$  的二進位運算

(二)製圖部分 (僅一題, 佔分 10 分)

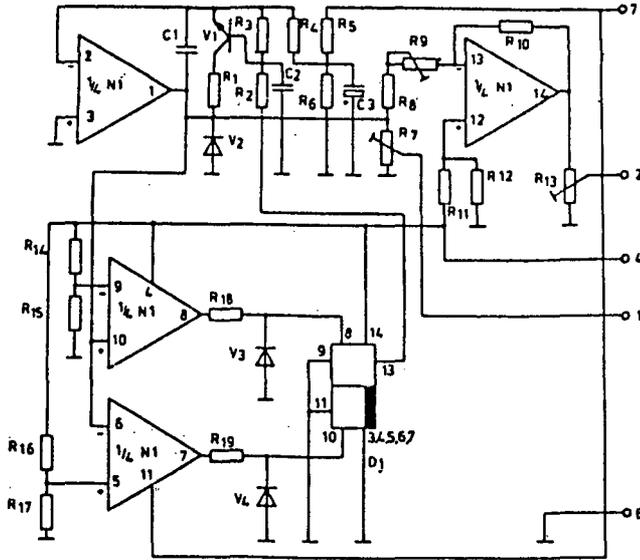
題目說明：基板

基板線路側之回路基板配置 (零件配置與配線) 一線路側。

1. 線路之繪線用黑色線條繪製。
2. 跳線 ( Jumper wire ) 用藍色線條繪製。
3. 零件之外形用紅色線條繪製 ( 透視圖 ) 。
4. 線路間最小間隙為 1 mm ( Land ) 。
5. 可使用跳線, 但在得分上要扣分。
6. 零件之大小以實際尺寸。 ( 1 : 1 )

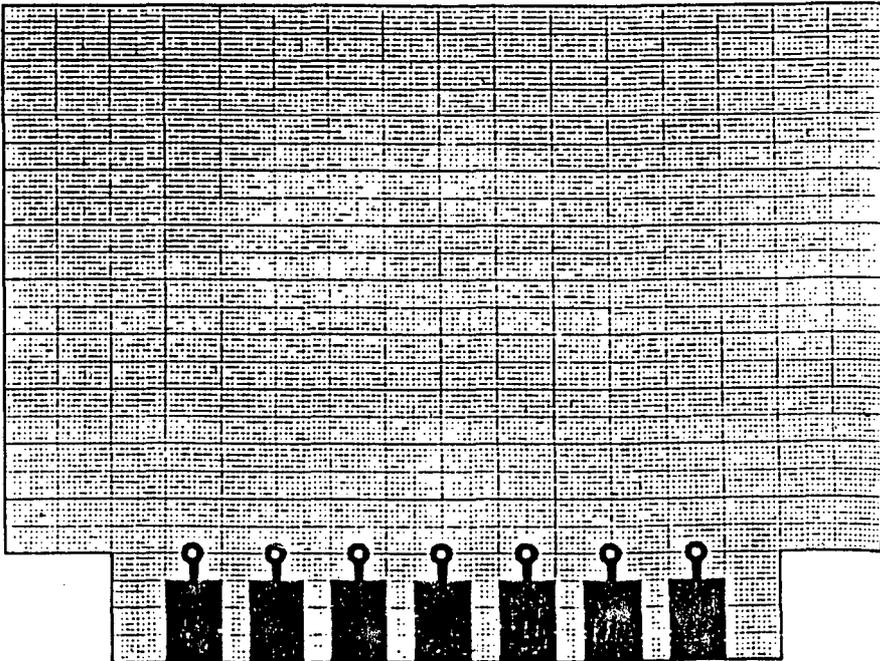
(三)實作部分

Stromlaufplan



解答  
Lötseite

M 2:1



7

圖 61 製圖題 (第 27 屆)

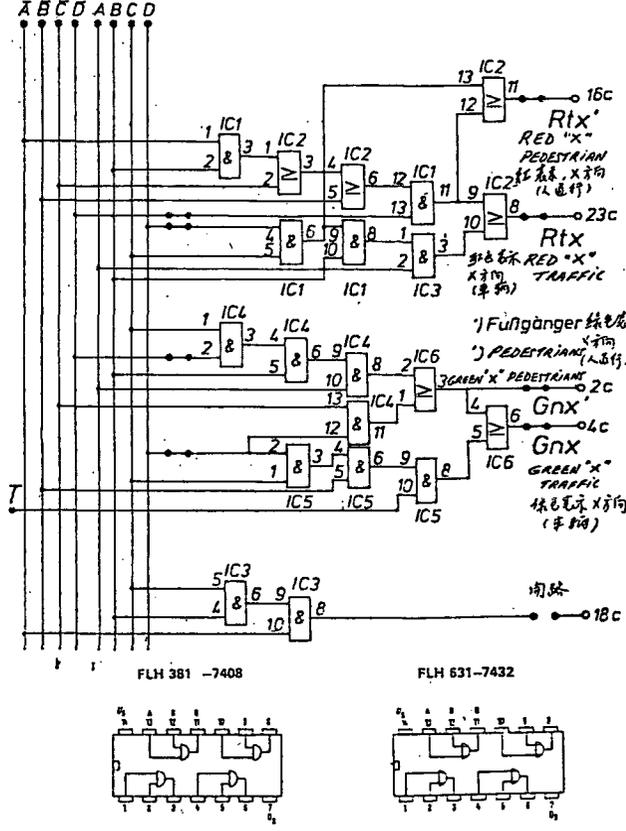


圖 65 解碼器 (第 27 屆)

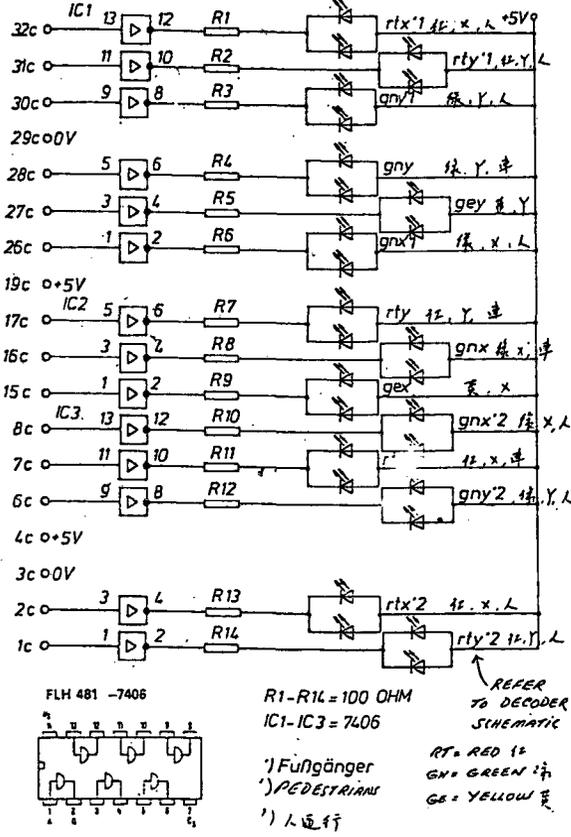


圖 66 指示燈電路 (第 27 屆)



題目：製作交通管制燈電路

說明：

選手使用線路圖及所有材料裝配交通管制燈

**ELECTRONIC TRAFFIC LIGHT**。

當此工作裝配完成或到時間時選手將完成品交給裁判。

完成品包括下列半成品 ( SUB-ASSEMBLES )

1. POWER SUPPLY 220VAC TO 5V DC

電源供給器

2. CLOCK、FREQUENCY COUNTER、AND FOUR STAGE

時鐘(計時) 頻率器 四級合成計

3. DECODER "A" ( FOR TRAFFIC DIRECTION Y )

解碼器 對Y方向之交通管制

4. DECODER "B" ( FOR TRAFFIC DIRECTION X )

解碼器 對X方向之交通管制

5. FLAT CABLE WITH CONNECTORS

平片接線及插座

6. DISPLAY PANEL ( TRAFFIC CROSSING )

指示燈盤

7. EXTENDER BOARD ( FOR TROUBLESHOOTING )

延長板 使用於修理時

8. CHASSIS INCLUDING 5 CARD CONNECTORS AND

底盤 包括 5 個 插座 及

INTER CONNECTOR CABLE

插座連線

電路圖：

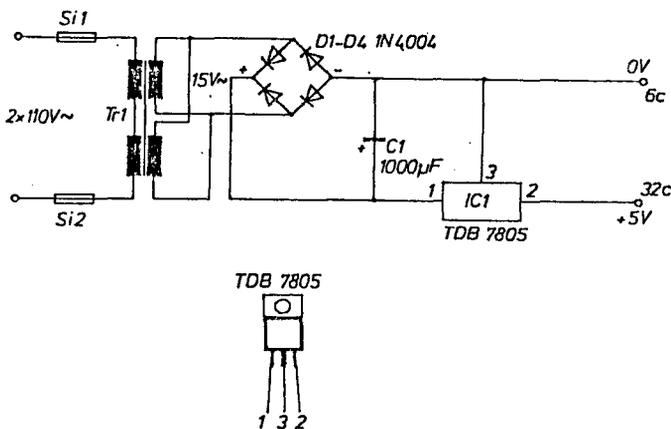


圖 62 電源電路 ( 第 27 屆 )

#### (四)評論

本屆命題係由西德 Siemens 公司負責，其實作方面的構想與美國式不同。最主要的特點為：以組合架 ( Assembly Rack ) 將各個電路板插入 ( plug-in )，既方便測試，拆卸，也有工業產品的規模。同時，為考驗選手的閱讀能力，設計能力，自本屆開始，不再先由裁判長示範解說，而由選手自行閱讀、分析、計劃。

由本屆命題我們可以看出，工業電子重在「實用」。它不是光講原理，乃是從原理到實用。要製作一個十字路口的交通號誌控制電路。本身就是一種邏輯電路的應用。製作者對於所要達成的功能必須先行整理，然後從信號的產生，到信號的處理，顯示，逐步推演，最後加上電源就可工作。我國選手在此次競賽榮獲銀牌，頗足欣慰。但其總分 79.65 差第一名日本選手 90.00 尚遠，足見在訓練上仍需加強。

又因為使全國競賽能符合國際水準，本次實作題曾被用作第十六屆全國競賽之題目。

### 四、第廿八屆國際技能競賽工業電子工試題分析

競賽日期：1985 年 10 月 14 日～ 10 月 28 日

競賽地點：日本大阪市

競賽人數：10 人

裁 判：阮宗高 ( 中 )

另瑞士、西德、美國、日本各一位

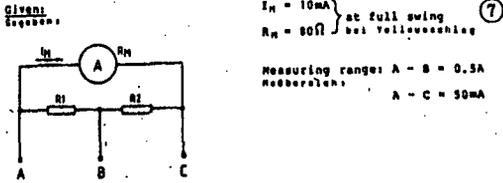
本國選手：卓文水 ( 南港高工 )

試題分析：( 註 17 )

(一)計算部分 ( 共 20 題 )

- 電工原理：直流電路 3
- 交流電路 4
- 電子電路：小信號放大器 3
- OPA 3
- 閘流體 2
- 數位電路：組合邏輯 2
- 順序邏輯 2
- 微電腦 1

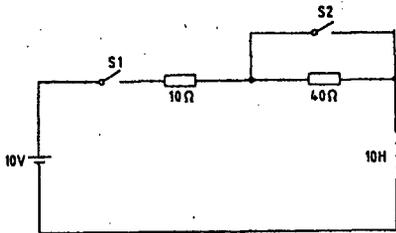
茲將計算題列表於下。



**Find:**  
Gesucht:

$R_1, R_2$

**Solution:**  
Lösung:

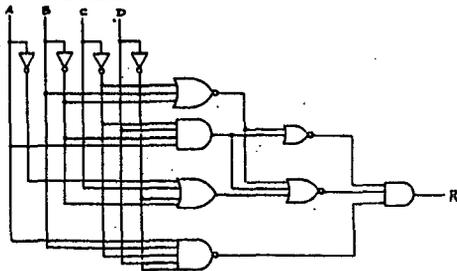


- GIVEN:**
1. S1 and S2 are initially open
  2. Inductance is initially discharged.
  3. S1 closes at  $t = 0$  Sec.
  4. S2 closes at  $t = 0.4$  Sec.

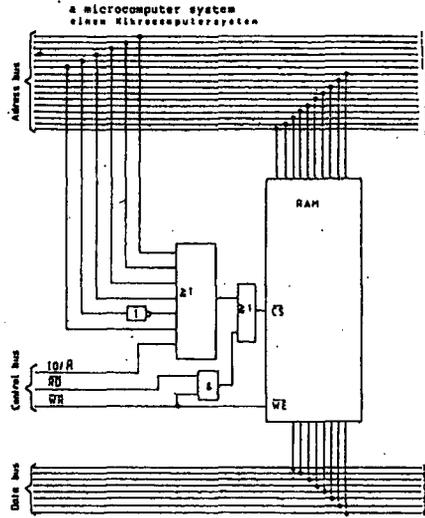
**CALCULATE:** Current in the inductance at  $t = 0.6$  Sec.

**SOLUTION:**

**Task:** Reduce the logic shown to the minimum required to perform the same function. Use a Karnaugh map for your solution.



**Given:** Circuit for address decoding for a RAM in  
**Gegeben:** Schaltung einer Adressdecodierung für ein RAM in



**Find:**  
Gesucht:

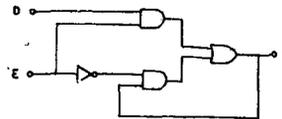
- a) Address range of the RAM (hexadecimal)
- a) Adressbereich des RAM (hexadezimal)
- b) Storage capacity of the RAM
- b) Speicherkapazität des RAM

**Solution:**  
Lösung:

Address range:                      Storage capacity:  
 Adressbereich:                      Speicherkapazität:

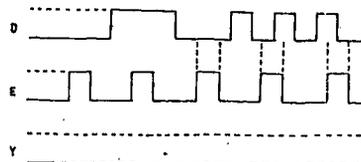
 

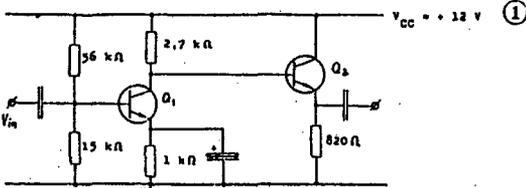
**Given:**



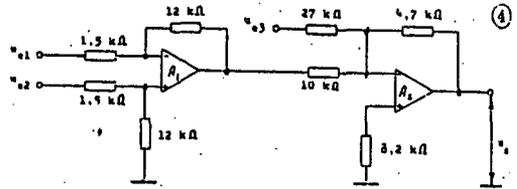
Initial state  $Y = '0'$

Complete the timing chart.



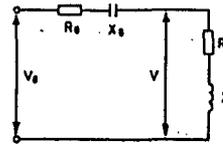


Given:  $I_B = 0A$  for both  $Q_1$  and  $Q_2$   
 Find:  $V_{ce}$  and  $I_c$  for both  $Q_1$  and  $Q_2$  when  $V_{in} = 0V$



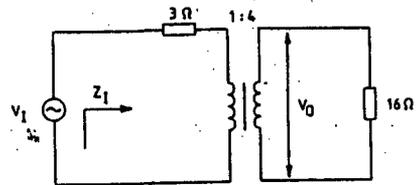
Given:  $U_{e2} = +0.6V$   
 $U_{e3} = -4.3V$   
 $U_{e1} = 0V$   
 Find:  $U_{e1}$

Given:  $A_1$  and  $A_2$  are ideal!



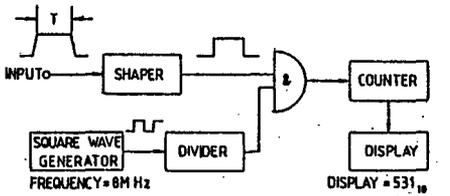
$R = 6 (\Omega)$   $X = 8 (\Omega)$   
 $|V| = |V_0|$   
 $V$  leads  $V_0$  for  $90^\circ$  (deg)

Find:  $R_0$  and  $X_0$



Given: Above circuit and component values.  
 Calculate: 1. Impedance  $Z_1$  seen by the voltage source.  
 2. Voltage ratio  $V_0/V_1$   
 3. Turns ratio required for maximum power in the 16 ohm load.

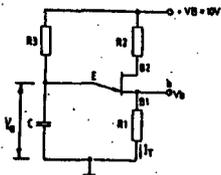
Solution:



Given: Simplified period measurement system  
 Calculate: Divider ratio if display represents 5.31 mS  
 Solution:

Given:

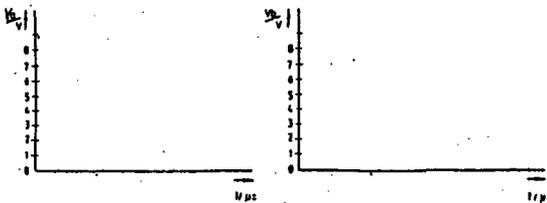
UTV  $\eta = 0.5$   
 $V_0 = 0.7V$   
 $I_T = 10mA$  (valley current) (silicoid)

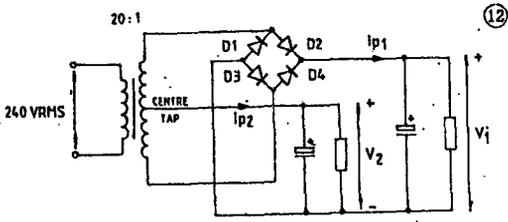


$R_1 = 50 \Omega$   
 $R_2 = 1k\Omega$   
 $R_3 = 10k\Omega$   
 $C = 100nF$

Find: a)  $V_a = f(t)$   
 b)  $V_b = f(t)$

Solutions:

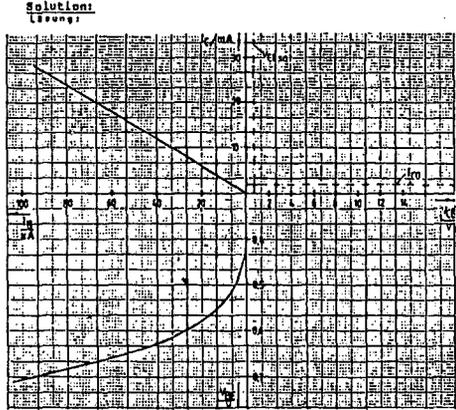




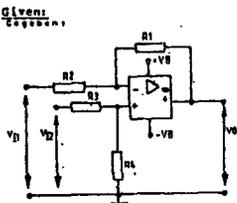
**GIVEN :** Given the above circuit diagram and  
 a) forward voltage drop for each diode = 0.6V  
 b) capacitors charge to peak of available voltage each half cycle  
 c)  $i_{p1} = 20$  Amps and  $i_{p2} = 10$  Amps.

**CALCULATE :** a) Peak values of  $V_1$  and  $V_2$ .  
 b) Peak current through each diode.  
 c) Peak inverse voltage for each diode.

**SOLUTION :**



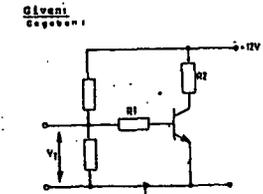
$V_p =$



- Find:**  
Gesucht:
- $R_1 = 100k\Omega$
  - $R_2 = 10k\Omega$
  - $R_3 = 22k\Omega$
  - $R_4 = 47k\Omega$
  - $V_{I1} = 0.5V$
  - $V_{I2} = 0.5V$

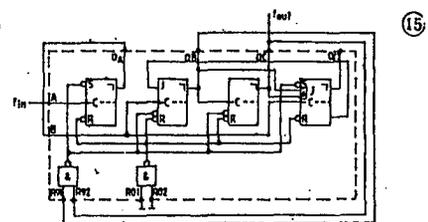
**Find:** Output voltage  $V_o$   
**Gesucht:** Ausgangsspannung  $V_o$

**Solutions:**  
Lösung:



- Find:**  
Gesucht:
- $R_1 = 8.2 k\Omega$
  - $R_2 = 400 \Omega$
  - Max. power on  $R_2$
  - Max. Leistung an  $R_2$

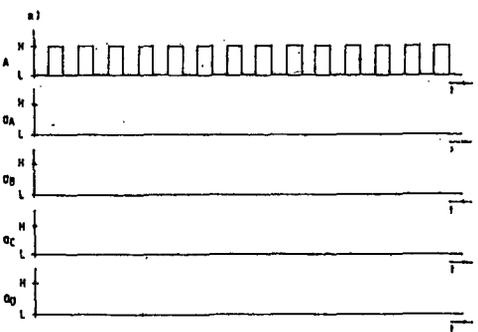
**Find:**  $V_v$   
**Gesucht:**  $V_v$



**Find:**  
Gesucht:

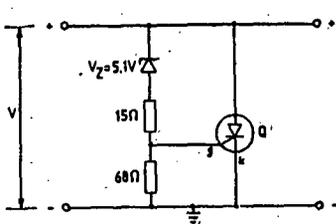
- a) Draw the pulse-diagram for the outputs  $Q_a, Q_b, Q_c, Q_d$
- a) Zeichne das Impulsdigramm f. die Ausgänge  $Q_a, Q_b, Q_c, Q_d$
- b) What is the divider ratio of this circuit? Mark in box below!
- b) Welches Teilwertverhältnis hat diese Schaltung? Markiere unten an!

**Solutions:**  
Lösung:



b) Divider ratio:

1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1	8:1	9:1	10:1	11:1	12:1	13:1	14:1	15:1	16:1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------



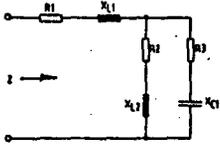
16

**Given:** Q will trigger with  $i_z = 25\text{mA}$  and  $v_{zk} = 1.1\text{ Volts}$

**Calculate:** Minimum value of V which will cause Q to conduct.

**Solution:**

**Given:**



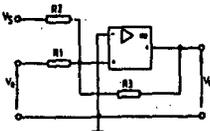
- $R_1 = 7\Omega$
- $R_2 = 3\Omega$
- $R_3 = 4\Omega$
- $X_{L1} = 5\Omega$
- $X_{L2} = 2\Omega$
- $X_{C1} = 3\Omega$

17

**Find:** Using complex numbers, find the magnitude of Z and its phase angle.

**Solution:**

**Given:**



- $V_0 = -1\text{V}$
- $V_1 = 20\text{V (range)}$
- $R_1 = 10\text{k}\Omega$
- $R_2 = 10\text{k}\Omega$
- $R_3 = 200\text{k}\Omega$

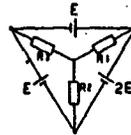
18

Draw the output-voltage  $V_0$  in the diagram to show the output-voltage in the diagram.

**Solution:**



**Given:**



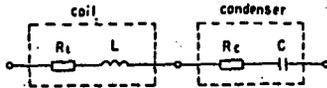
- $R_1 = R_2 = R_3 = 5\Omega$
- $E = 10\text{ (V)}$

19

**Find:**  $P_{total} (= P_{R1} + P_{R2} + P_{R3})$

(P: Power consumed with resistance)

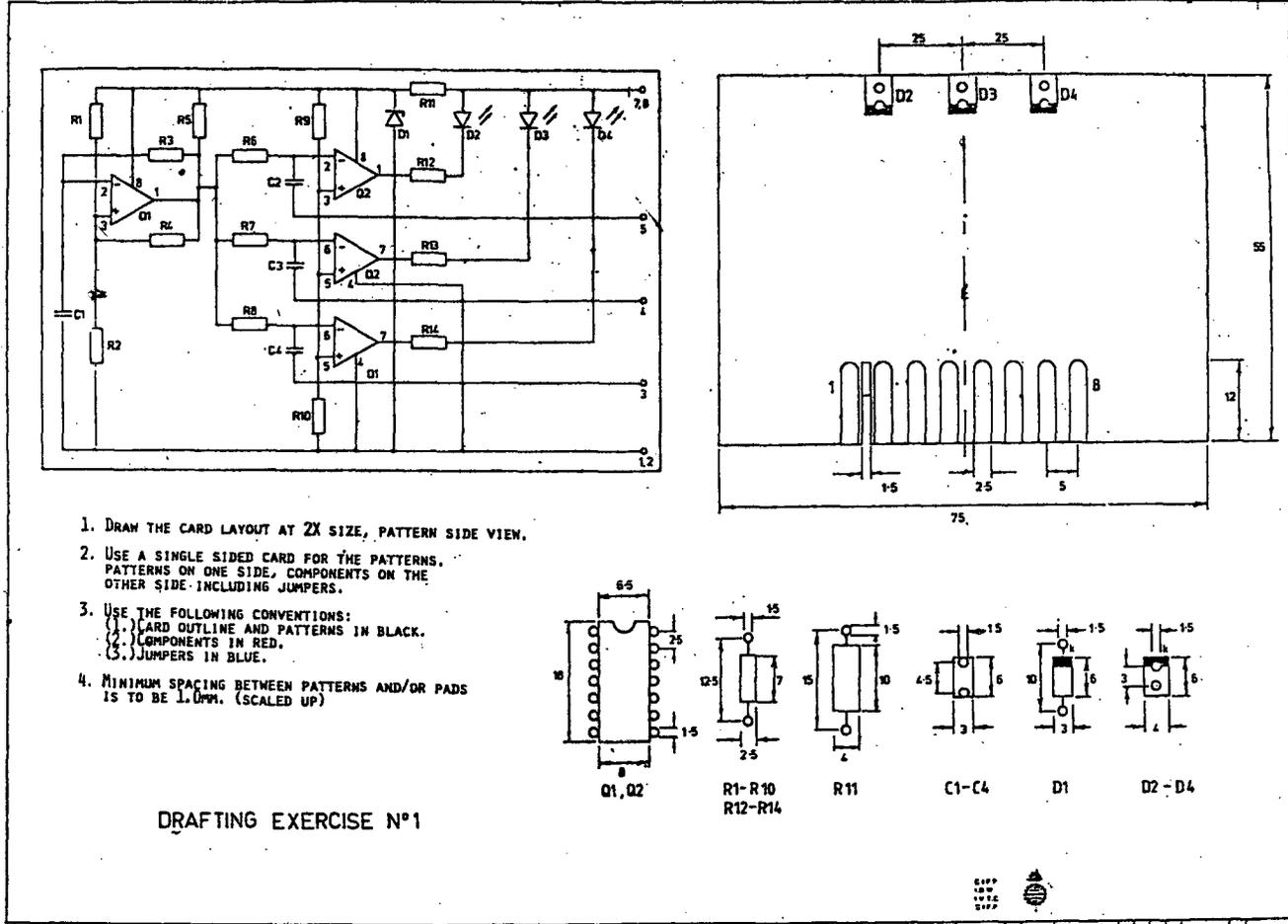
**Given:**



- $Q_L$  of coil = 120
  - $Q_C$  of condenser = 280
- at  $f_r$  (Hz)
- where Q is sharpness of resonance

**Find:**  $Q_{total}$

20



28 | IVTC | 1985 | 16 | 1/1 | 1/1 | 1/1

圖 67 設計印刷電路圖 (第 28 屆)

Test Specification

1. Preliminary Explanation

1.1 Switches

- S1 : Power Supply
- S2 : ON -----Start counting  
OFF-----Stop counting
- S3 : ON (Push) -----Resetting
- S4 : OFF-----Fundamental counting speed  
ON -----Fast counting speed of 10 times

Digital Switch : Setting of Time :    
increments of 1 minute      increments of 10 seconds

1.2 Light Emitting Devices & Diodes

Operations of LED1~8 in a fundamental counting speed are as follows :



- a. LED3 is continuously on.
- b. LED4~8 are sequentially on in each 10 seconds.
- c. After 60 seconds later, LED1 shows '1' and LED4~8 are off. This condition means that one minute has passed.
- d. Time display is available up to 99 minutes.

2. Initial Position of each switch

Initially, set switches in the following positions :

- S1-----OFF,    S2-----OFF
- S4-----OFF,    Digital Switch ---  ( 2 minutes )

3. Fundamental Operation

Set S1 in a ON position. Reset the display by pushing S3.

LED1~8 is as follows. 

- 3.1 Set S2 in a ON position for starting.
- 3.2 LED4~8 are sequentially on in each 10 seconds.
- 3.3 After one minute and 36 seconds later (80% of the set value), DP (Decimal Point) begins to flicker and the central LED9 flickers 2~4 times. DP flickers continuously after this.
- 3.4 After Two minutes later ( 100% of set value ), LED9 flickers for 10 seconds.
- 3.5 After confirming these operations, set S2 in a OFF position.

4. Fast Operation

Set S4 in a ON position.

Set Digital Switch  ( 10 minutes )

Reset the display by pushing S3.

- 4.1 Set S2 in a ON position for starting.
- 4.2 LED4~8 are sequentially on in each one second.
- 4.3 When LED1 and 2 show , (80% of the set value), DP begins to flicker and LED9 flickers 2~4 times. DP flickers continuously after this.
- 4.4 When LED1 and 2 show  ( 100% of the set value ), LED9 flickers once.

5. Measurement of waveforms.

5.1 Observe the following waveforms by using a 2-channel Oscilloscope and record them on the graph paper.

5.2 Waveforms to be recorded:

- (1) Observe Pin No. 1 of IC5 in PB1 to GND and Pin No. 5 of IC5 in PB1 to GND together and draw the pulses showing the relationship and timings to scale.

5.3 Adjust the following waveform:

- (1.) Observe the waveform at pin 4 of IC10 on PB2.
- (2.) Set Digital switches to    , S4 ON and S2 ON.
- (3.) Push S3 to start the pulse. Repeat as required.
- (4.) Adjust the pulse length to 1.8 to 2.0 seconds using one of the capacitors from the set provided for PB2.

6. After confirming Fundamental and Fast Operatin , set the switches

as follows : S1.....OFF

S2.....OFF

S4.....OFF

Digital Switch .....    ( 3~minutes )

Then , hand the subject "Pacemaker for Working Hours" to the technical expert.

The subject shall include an extension card and a record of waveforms.

(四) 評論

本屆題目係由日本負責。其特色為：

1. 在計算題中加入微電腦電路，具有引導作用。
2. 在製圖題方面，出難度較高的 Scheme → Print 題，以測出選手的設計能力。
3. 在實作題方面，一反以往按圖施工的作風，僅發給零件及電路要求，要選手從設計、裝配到測試一貫作業完成。難度確比以往高深。
4. 實作題共分 PC1, PC2, PC3, PC4 及延伸卡 ( Extender Card ) 等五部分，其評分不只包含這五部分，尚包含接線情況 ( Cable )、機殼組立 ( Mechanical Assembly ) 及測試記錄 ( Measurements / Recording ) 等三項。
5. 要順利完成此種題目，必先讀懂功能要求，然後將輸入開關  $S_1, S_2, S_3, S_4$  及數位開關依序排列，再將輸出顯示 LED 排列整齊，就可着手設計邏輯電路。然後設計印刷電路，裝配，再依規定作測試。
6. 此次競賽我國選手未能進入前五名，誠為遺憾。不過，由此可以看出各工業先進國家在工業電子方面努力的情形，值得我們學習的地方很多。

五、歷年國際技能競賽工業電子工命題趨勢分析

由於國際技能競賽的主辦單位，均為各工業先進國家。他們的命題趨勢，可以反映出全世界工業電子的重點，也可用來說明工業電子今後發展的方向。茲將上述各屆命題情況加以整理，歸納如下。

(一) 計算部份

題目別		第 25 屆	第 26 屆	第 27 屆	第 28 屆
電工 原理	直流電路	3	2	1	3
	交流電路	3	4	2	4
線性 電路	小信號放大器	3	2	3	3
	OPA	3	3	2	3
閘流體		2	1	0	2
數 位	數系轉換	2	1	1	0
	邏輯閘	0	0	2	0

電 路	組合邏輯	1	1	2	2
	順序邏輯	3	1	2	2
微電腦		0	0	0	1
總題數		20	15	15	20

表 6 國際賽計算題分佈情形

由此可知，基本理論所佔比重較大，其次為線性電路、數位電路，直到第 28 屆才加入一題微電腦題目。表示不只重視基礎學科，也注意最新發展方向。預計以後可能會有更多微電腦有關的題目出現。

又從題目內涵來看，其求解方法，每一題至少須有兩步以上的過程才能解出答案，表示計算題重在推理、應用公式。

### (二)製圖部分

第 25 屆 2 題① Print to Scheme ② Scheme to Print 各佔 10 分

第 26 屆 1 題 Print to Scheme 佔 10 %

第 27 屆 1 題 Scheme to Print 佔 10 %

第 28 屆 1 題 Scheme to Print 佔 10 %

製圖方面所選的電路必須包含 IC ( CMOS, TTL 或 OPA )、電晶體、二極體、換能器、電阻器、電容器等元件，比較重要的是零件尺寸及符號要符合題目規定。這點是國內競賽較疏忽的一點，今後應予加強。

### (三)實作部分

按自 25 屆到 28 屆的實作題目，依序為：

屆次	題 目	使用時間	出題國家
25	數位計數器 ( Digital Counter )	12 小時	西德
26	合成型函數波信號產生器 ( Synthesized Function Generator )	16 小時	美國
27	電子式交通號誌 ( Electronic Traffic Light )	17 小時	西德
28	工作步調調整器 ( Pacemaker for working Hours )	18 小時	日本

表 7 國際賽實作題目。

電路所用元件，均為工業用規格 ( Industrial rates ) 而非一般的商用規格，且均為主辦國所提供。在比賽前均經主辦單位做百分之百的測試，保證零件絕對可靠，因此所有的問題可以斷言為出自選手本身而非零件。

題目的類型，均為系統型電路，即一個大系統中包含幾個小系統。其控制方式均為複控方式，即可手控亦可自動控制。

評分的重點最主要的是「功能」，其次為「零件損壞情況」、「跳線」之多寡，與「線束品質」。

題目內涵，一定有數位 IC 及時基信號電路，這是因應工業控制數位化的趨勢所致。

## 六、結 論

綜上所述，工業電子工全國賽與國際賽命題之異同比較如下：

### (一)計算部份

#### 1.就題目分佈而言

比較表 2 與表 6，可以看出我國全國賽與國際賽命題所屬科目略有不同。

(取平均數)

賽 別 \ 項 目	最重科目	次重科目	再次重科目
全 國 賽	線性電路 (7.63)	數位電路 (6.5)	電工原理 (2.25)
國 際 賽	電工原理 (5.5)	線性電路 (5.5)	數位電路 (5)

#### 2.就題目難易度而言

全國賽：缺少變化，深度較淺，常模仿國際賽題目

國際賽：至少有 2 步以上的變化

#### 3.就將來發展方向而言

全國賽：重視差動放大器

國際賽：逐漸重視數位電路的原理與線性電路原理

### (二)製圖部份

#### 1.就難易度而言

全國賽的電路大多比國際賽難，使用時間也多。

#### 2.就電路符號而言

全國賽所用符號為 MIL 規格，國際賽多用 DIN 符號。

### (三)實作部分

比較表 3 與表 7 的實作題目，及相關的評分標準可以看出全國賽與國際賽不同的地方。

1. 全國賽比較着重印刷電路的設計，國際賽則各面兼顧。從設計、裝配到測試、外觀、面面兼顧。立論觀點為「達到工業產品的要求」。
2. 全國賽題目之電路圖多以徒手繕寫，顯得不夠標準，國際賽之電路均為規格化之樣板繪成，顯得嚴緊、標準。
3. 全國賽之命題集中在一、二人身上，不易有新的突破，國際賽之命題輪流由各國傑出之工業界人員擔任，易於創新，也值得各國互相觀摩。
4. 全國賽對於組合式電路，沒有明確規定組合情況，而任由選手自行設計，發揮。國際賽則有規定各樣板電路之組合相關位置，較易評分。
5. 實作題所包含的電路，每次都出現的有①電源整流電路②方波振盪電路③計數器④顯示器。國際賽在編碼器和解碼器方面頗為重視，全國賽比較重視 OPA、閘流體、數位 IC 的混合電路。以所涵蓋範圍而言，全國賽的內容較多。

## 七、建 議

為提升我國工業電子職種在國際上的地位，並加速我國進入已開發國家的行列，茲提出下列各點建議：

1. 亟需建立工業電子的工業標準 ( Industrial Standard ) 有了標準才能使訓練有軌道可循，目前國內有 JIS、DIN、MIL 等標準，各單位各行其是，沒有統一的標準。以致在教育、訓練方面常浪費很多時間了解各種標準。在國際賽中，大多認定 DIN 標準，我們應予徹底研究改進，作為我國的標準。否則我們永遠只是盲目跟從而已。
2. 應着重基本知識、技能的訓練。  
從歷年我國選手的競賽成績來看，在計算部份從未得到第一名，考其原因乃在基本計算能力不夠，以致無法作正確推理運算。在製圖方面的成績更是差距很大，表示繪圖能力有待加強。實作方面雖成績略好，在線束成型方面却常不合格。由此觀之，工作標準化的訓練亟待加強。基本若未打好，就無法向上結果。
3. 應聘請工業界人員會同命題  
目前全國賽之命題僅集中在少數「職訓單位」的人身上，其命題之領域、方式不易有突破發展。若能像國際賽，分別由工業界工程師輪流命題，效果當更佳。可使訓練與應用打成一片。

4.宜由職訓局妥善收集各次競賽資料根據目前主辦全國賽及國際賽有關業務的職業訓練局，所能提供有關工業電子工題目及檢討報告的內涵，實在殘缺不整。筆者此次為收集屆年競賽題目，實在煞費苦心，尚且無法百分之百完整。因此，建議職訓局，每次全國賽或國際賽都能將所有有關資料收齊，整理後作為以後訓練的參考資料。

5.高工職校的教學應與工業界密切合作

此種建教合作不能像以往「商業性」的合作（視學生為廉價勞力），必須是「教育性」的合佳，對學生才有用。其方式可由聯訓局或工業局選拔優秀工廠，派員到校介紹工業產品的製作過程，並予學生必要的訓練。亦可選派老師利用寒暑假到工廠進修，開學後上課就不會與工業界脫節。

參 考 資 料

- (註 1) : 參閱中華民國第十屆全國技能競賽報告書 P.1  
內政部職業訓練局 民國 69 年 8 月
- (註 2) : 參閱中華民國參加第廿八屆國際技能競賽大會報告書 P.4  
內政部職業訓練局 民國 74 年
- (註 3) : 參閱技能競賽職類技術研討報告 目次  
內政部職業訓練局 民國 73 年 8 月
- (註 4) : 參閱第九屆全國技能競賽總報告書 民國 68 年 3 月
- (註 5) : 參閱第十屆全國技能競賽總報告書 民國 69 年 4 月
- (註 6) : 參閱第十屆全國技能競賽命題委員資料 民國 68 年 8 月
- (註 7) : 參閱第十一屆全國技能競賽總報告書 民國 70 年 3 月
- (註 8) : 參閱第十二屆全國技能競賽總報告書 民國 71 年 3 月
- (註 9) : 參閱第十三屆全國技能競賽總報告書 民國 72 年 2 月
- (註 10) : 參閱第十四屆全國技能競賽總報告書 民國 73 年 3 月
- (註 11) : 參閱第十五屆全國技能競賽總報告書 民國 74 年 3 月
- (註 12) : 參閱第十六屆全國技能競賽總報告書 民國 75 年 3 月
- (註 13) : 參閱技能競賽職類技術研討報告 P.37  
內政部職業訓練局 民國 73 年 8 月
- (註 14) : 參閱技能競賽職類技術研討報告 P.41 ~ 55  
內政部職業訓練局 民國 73 年 8 月
- (註 15) : 參閱技能競賽職類技術研討報告 P.57 ~ 69  
內政部職業訓練局 民國 73 年 8 月
- (註 16) : 參閱中華民國參加第廿七屆國際技能競賽大會報告書  
國際技能競賽中華民國委員會 民國 73 年 5 月
- (註 17) : 參閱中華民國參加第廿八屆國際技能競賽大會報告書  
國際技能競賽中華民國委員會 民國 75 年 4 月

A COMPARISON AND STUDY OF THE CONTENTS OF THE NATIONAL  
COMPETITION AND INTERNATIONAL COMPETITION IN THE FIELD OF  
INDUSTRIAL ELECTRONIC TRADE

by

Chien Pen Chuang

Abstract

The purpose of this study is to investigate the contents of the National Competition and International Competition in the field of Industrial Electronic Trade, in order to find the development steps of this trade in the last ten years. Besides, we can derive some benefits from the comparison between the National Competition and the International Competition.

The results showed that:

(a) We should set up an Industrial Standard in order to raise our Industrial Electronic Technology level.

(b) We should not neglect the fundamental ideas and Calculations in Electronics.

(c) We need some engineers to take part in designing the proposal of competition.

(d) We need to offer more microprocessor courses in the training because the application of Microprocessor will be prevailing in industrial control systems.