

閱卷電腦的設計

高中組物理

省立台中第一高級中學

製作學生：黃 佳 銘
指導老師：關 寶 全

一、動機：

自六十二年起大學聯招除作文外均採用電腦來閱卷，因此閱卷電腦和我們有了密切的關係，並且也引發了我們研究動機。今各校爲了使學生能適應此種作答方式，亦仿效大學聯招舉行摹擬考，並偏勞老師們幫忙批卷，但此種閱卷是項煩瑣的工作，尤其對於複選題的批改上更是不易。因此我們設計了這套電腦，其價格低廉（五萬餘元），若能推廣至各校，想必能減輕學校及老師們的負擔，以達成節省人力之效。

二、簡介：

本設計並非軟體（程式）設計，而是硬體（內部構造）設計。聯招會採用一部中央處理機與一些附屬結構閱卷，此中央處理系統用途是多方面的，從處理化學、物理、數學以至選舉等等問題，均能派上用場，本項設計乃專爲閱卷而設計的，此亦是何以聯招會所採用之電腦（價值二百萬元）與本電腦（五萬餘元）價格相差懸殊之主因。本次展出之設計圖均爲平日精心思考的結晶，若有錯誤，還須煩請多多賜教指正。本設計缺乏經濟上的援助，亦希望各界能襄助此項設計。

三、概述：

本電腦由機械部、判斷部、計算部、功部等主要構造；及電源部、警告系統等等主要構造。機械部的作用是使考卷一張張依次地通過讀頭，讀頭把考卷答案一題題地讀出來，並將所讀的資料

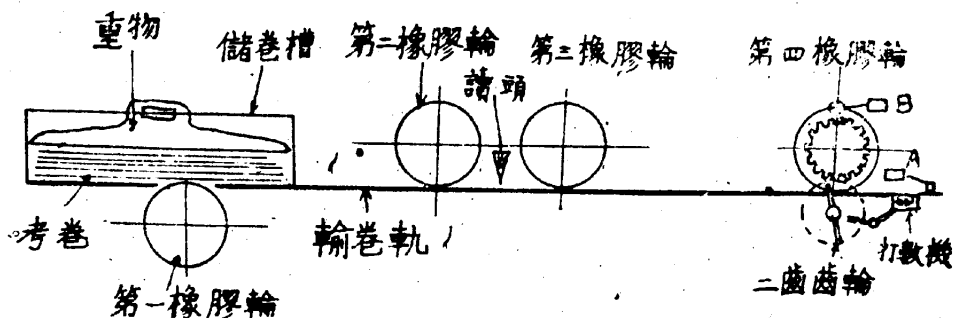
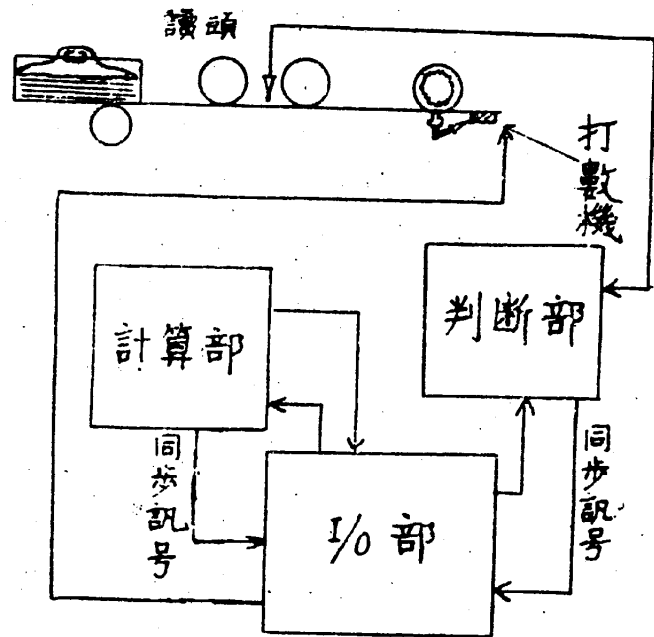
送入判斷部，由判斷部判斷對錯，然後命令計算部依對錯加分或減分，如此加減60次所得之分數即為考生得分，把分數輸入打數機，打數機就把分數打在考卷的背面。I/O部供應正確答案及加減分的標準。

四、構造：

本電腦機械部可由一般鐵工廠承造；判斷部、計算部、I/O部、電源部及警告系統可由學生自己來裝配。

五、各部動作及構造：

(一)機械部：(構造圖如下)，考卷放在左邊儲卷槽①中，上面加放重物②，並藉著第一橡膠輪③的摩擦力，考卷就一張張地送出去(作者曾多次精密地實驗過)，被第二橡膠輪④接住，而第二輪的轉速大於第一輪，所以拉長了考卷間的距離，考卷循著輸卷軌通過讀頭(光晶體)，為了使讀頭一次閱卷一題，

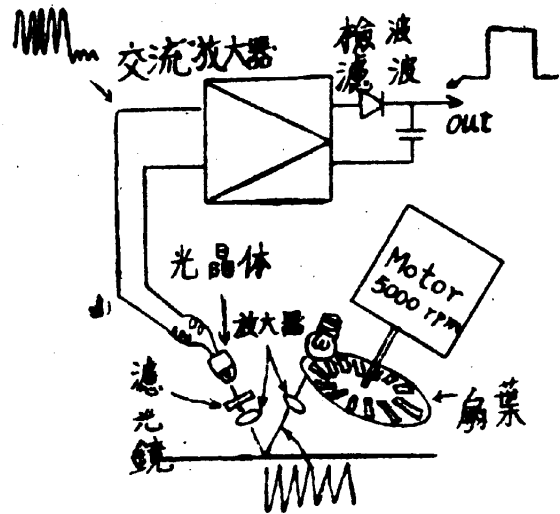


所以讀頭的排列並非在一線上，閱卷順序是1→31 2→32 30→60。讀頭前端除有放大鏡作用外還有濾光鏡，鏡子的顏色和考卷的顏色一樣，目的是讓底色(如[A])通過，把其餘顏色的光濾掉，增加閱讀的準確性。通過讀頭後再藉第三橡膠輪把

考卷送入第四輪，該輪由二齒齒輪驅動，使第四輪以間歇跳方式轉動，考卷因此而成跳動方式行進，當考卷到達開關A時，開關就被打開，同時命令打數機動作，考卷每跳進一次它就打一位，同時牽動開動開關B，把跳動化為電動化電脈沖，把脈沖輸入計算部使打的位數和儲存的位數同步，打完後考卷掉入左邊的籃子裏。

(二)讀頭採用反射方式，光線從光源發出，照射到考卷上，經反射後通過透鏡、濾光鏡而達光

晶體。當考卷有寫時光被考卷吸收，反射量少，光晶體所受的光小，電流亦減少；反之則增大。由於光晶體易受溫度之影響，使誤訊號混入，判斷部易產生誤動作。於是我們採用載波技術，消除溫度干擾，此技術是在光源前放一片扇葉，使光以高頻間歇方式散發。



頻間歇方式散發。由光晶體感光後，經交流放大器放大，接著檢波、濾波，然後輸入判斷部。(構造及各點波形如圖)

(三)判斷部：考卷經讀頭感光把黑白化為電訊後，就被輸入判斷部判斷對錯，現在讓我考慮判斷部分的動作，及如何安排電路使得其在對時輸出「對」，誤時輸出「誤」，不對也不誤，不輸出，我們考慮的方法是把各變數的邏輯的關係找出來，因為「設計電腦電路的第一步就是找出邏輯關係及流程」，經過一番嘗試和推演，我們找出了下列的關係：

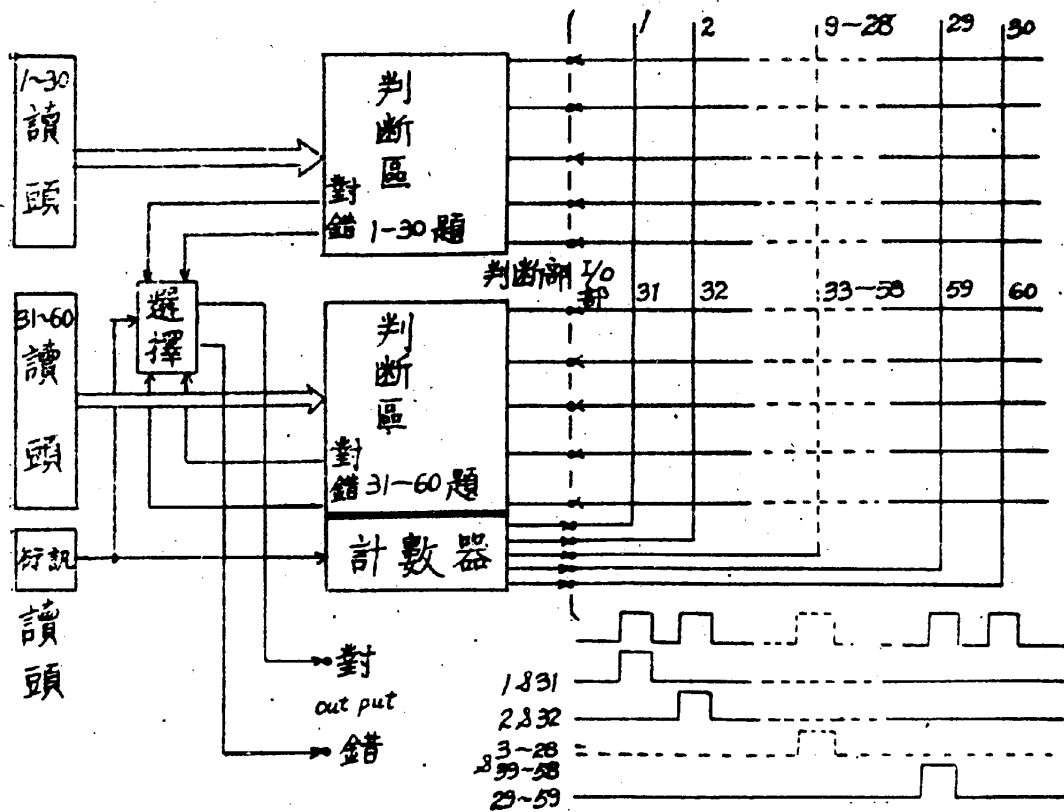
令 A, B, …… E 表考生答案, A', B' …… E' 表標準答案, R 表對, W 表錯

$$R = (A \Leftrightarrow A') \wedge (B \Leftrightarrow B') \wedge (C \Leftrightarrow C') \\ \wedge (D \Leftrightarrow D') \wedge (E \Leftrightarrow E')$$

$$W = \sim R \wedge (A \vee B \vee C \vee D \vee E)$$

表出邏輯式後，只要把且 (\wedge)，或 (\vee)，非 (\sim)，若且

唯若 (\leftrightarrow) 等等閘 (即 \Rightarrow , \Rightarrow , \Rightarrow), 按著式子去連接就成了 (圖在作品板)。由於答案卷是二行, 所以判斷結構必須有二個, 輸出經選擇器選擇後一時只有一個輸出。因為讀頭一次只閱一題, 所以必須有同步構造, 使所閱的題號改變時, 標準答案的題號也跟著移動。考卷左邊每一題的前面, 都有一小黑塊, 我們利用讀頭把它讀出來, 並用計數器 (圖中方塊) 把它累計起來, 使間歇性的脈沖轉為40行的單一脈沖, 就利用此單一脈沖去把答案掃描出來 (動作圖在上方)。閱完後, 把對錯資料輸入 I/O 部, 找出加減分的標準, 並且命令計



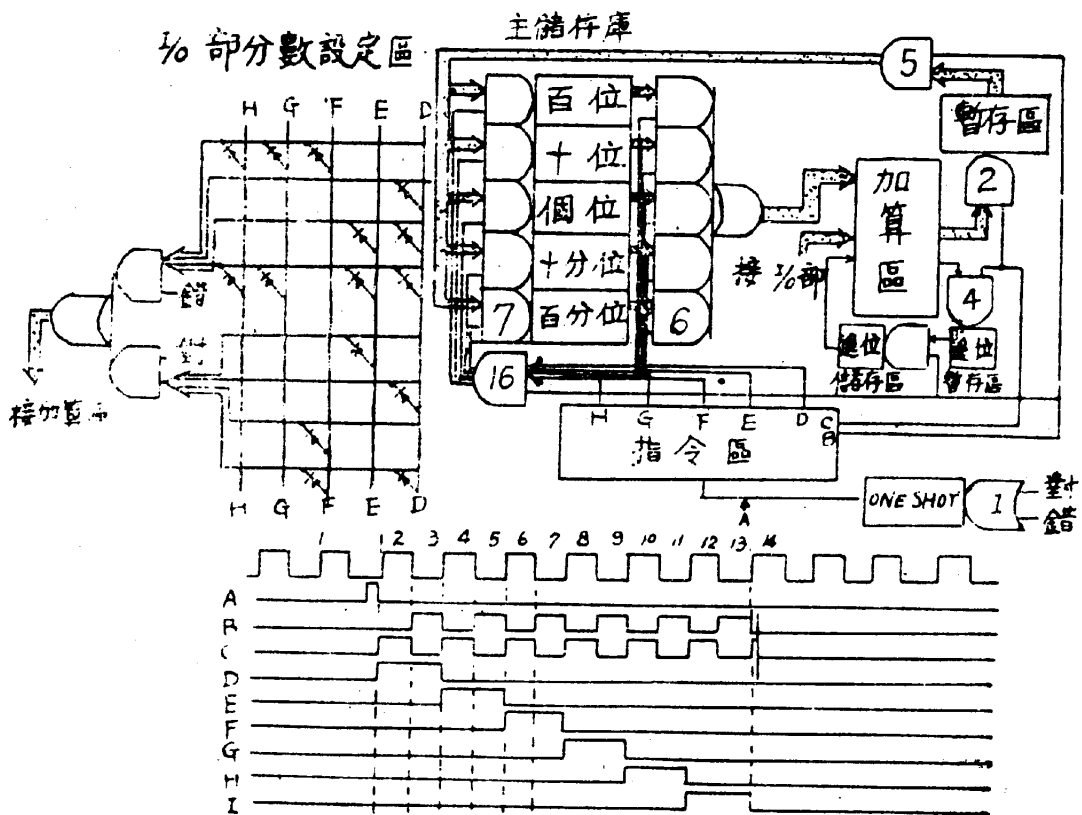
算部工作。

(四) 計算部：在未說明動作前先介紹「九的補數原理」，計算機就利用這個原理，使減法用加法來運算，而且運算過程中不必考慮正負號，縱使是連加連減也可以摒除正負號，直接運算，當然我們的計算部也少不了這個利器。此原理是：被減數 - 減數 = 差，中被減數、減數都不超出 n 位數。令 A 的補數為 $(10^n - 1) - A$ 即 $\frac{99 \dots 99}{n \text{ 個}} - A$ 用補數求差的方法如下：

令 $P = \text{被減數} + \text{減數之補數}$ ，則差為：

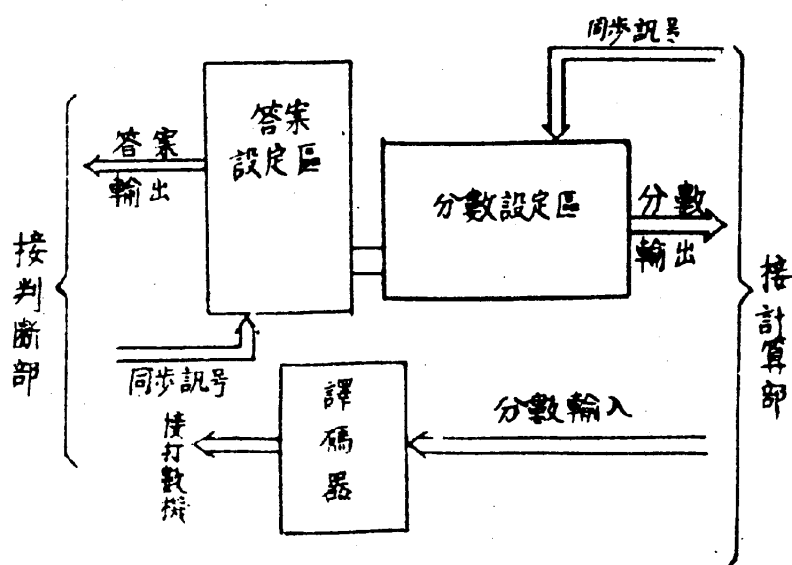
- (i) 當 P 超出 n 位時，將最左一位的 1 加於末位，而原來的 1 取走後換成 0，所得的新數即為所求之差。
- (ii) 當 P 不超出 n 位時，將 P 化成其補數前加負號，所得之數即為差。

現在舉實例來說明，假設對一題 3.85 分錯一題扣 1.62 分，又假定剛開始閱卷，此時主儲存庫所存的東西是 000.00，（以下請一面看圖一面讀），對錯均無輸入，指令部各點電壓在①的狀態



態，所有的閘都被封住。假設第一題對了，對的資料就從判斷部送來，通過 1 號「或」閘，輸入指令區，於是各點電壓就隨基本頻率遷變，我們依次分析，在②的狀態中，C、D 是「1」也就是說 4 號，2 號及 6 號閘被打開，於是百分位的資料（現在是 0）就被送入加算區，同時 D 也被傳到 I/O 部把預先設定 3.85 中的 5 選了出來，也送入加算區和剛才的 0 相加得 5 不進位，5 通過 4 號閘錄到暫時儲存庫裏，因為不進位所以暫時進位儲存庫仍然是 0，現在再看③的狀態，B、D 是「1」即

第5號閘及第16號閘被打開，D通過16號閘到7號閘於是7號閘也被打開。暫時儲存庫裏的5通過第5、7號兩閘，就錄進主儲存庫的百分位。④、⑤的狀態和②、③相同，只是由百分位移到十分位，在④的狀態裏，十分位的0被送入加算區，I/O部385中的8也被找出來輸入加算區，和0相加得8，再錄入暫時儲存庫裏。在⑤的狀態中，暫時儲存庫裏的5被移入主儲存庫的十分位，現在主儲存庫中的資料是000.85，個／＋／百位同十分位及百分位，分別是 $0 + 3 = 3$ ， $0 + 0 = 0$ ， $0 + 0 = 0$ ，於是主儲存庫內的東西變成003.85。於是第一題就處理完了。等待第二題的到來。假設第二題又對了，對的訊號由判斷部送來，以下各狀態同上述，只是動作變成 $003.85 + 003.85$ ，先算百分位 $5 + 5 = 10$ ，0錄入百分位中，進位1錄入進位儲存庫裏，十分位時 $8 + 8 + 1 = 17$ ，7錄入十分位，進位1錄入進位儲存庫裏4經個位、十位、百位算完後主記憶庫中的資料為00.7、70。若第三題錯了，應減1.62，但I/O部輸入的是998.37(1.62之補數)和原來007、70相加得1006.07，超位1被錄進進位儲存庫裏，等第四次運算時，自動加入百分位，即 $006.07 + 000.01$ 得6.08正等於 $7.7 - 1.62$ ，這就是補數性質的妙用(負減負時亦成立)。



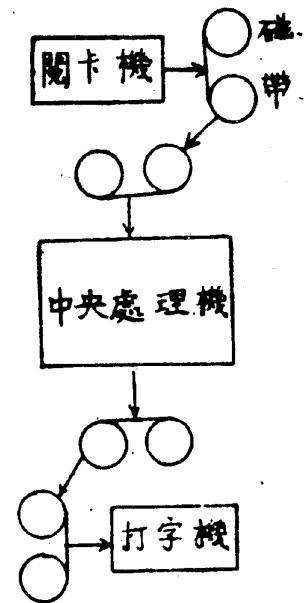
(五) I/O部由I (Input 輸入)部及O (Output輸出)部構成

- ， I 部由四百多個整流子及八百個端子成，設定方法是裝整流子。動作均在上兩部說明過。I 部由譯碼器構成。
- (六)電源部：本部把普通用110V交流電化成兩種直流電，一為18V 供應打數機用，一為5V 安定化電源供應各 I C 使用：
- (七)報告系統：此系統具有警告燈及警鈴，只要各部有所故障，除警告燈亮、警鈴大作外還會停止各部動作，以供檢查。本系統可應變設計。

六、台大電腦和本電腦之差別：

台大電腦和本電腦之差別表如下表：

項目	台大電腦	本電腦
價格	兩百餘萬	五萬元左右
程式	參閱左圖	參閱概述
用途	能處理一般問題	只能閱卷
準確性	極高	稍低些，但較人為要高出很多。



七、後述：

- (一)本電腦純屬學生自行設計，全部文、圖如有錯誤，敬請多多賜教指正。
- (二)目前國內有關電腦硬體資料甚為缺乏，希望有關單位盡量提供，以應國內工商之需。