

多元記錄器及雨量計之設計

Design of Multi-element Recorder with Rain Guage

亢玉瑾*

胡三奇[△]

蔡木金[△]

Yu-Chin Kang

San-Chi Hu

Mu-King Tsay

ABSTRACT

This is a continuation project of "Device of probing instrument for atmospheric temperature measurement". The chief purposes of this project are: (1) Improve the recorder of the former project and extend it from one channel to 20 channels. (2) Develop a device to connect rain gauge to the recorder for self-recording. The results are satisfactory and we have now a workable recorder for temperature and rainfall measurements. However, major improvement could also be made and sensors other than the two mentioned above are still to be developed. It is the authors' hope that the instrument could be manufactured very soon as a domestic pioneer for manufacturing precise atmospheric instruments.

一、前 言

為減少大氣儀器對外依賴，培植國內大氣儀器人才，奠定自製大氣儀器基石，筆者中前後二人及吳清吉先生曾於年前完成「探針式大氣溫度計之研製」(1) (以下簡稱計畫甲)。主要工作為設計氣溫探針及其記錄器。中間迭遭困難，多次改正，俾各部份之效果，尚能差強人意，但須改進之處尚多。為求益臻精密，擴大效果，乃進行本計畫，擬將原記錄器擴展為十二波道之多元記錄器，並設計能與之相接之雨量器，成為能自記之雨量計。連同計畫甲設計之溫度探針，先完成氣溫與雨量二元記錄器，其餘感應器再次第研製增接於餘留波道。故本計畫之重點為一面完成多元記錄器及其連接之雨量器，一面改正計畫甲之缺點，使設計之儀器，漸趨理想。

二、製作原因

一、多元記錄器

多元記錄器係將計畫甲之(一元)記錄器擴充頻道，原計畫擴展為十二波道，實際現已擴展為二十波道，並加以改進，其概要如多元打字記錄器流

程圖(附圖一)，可概分為三主要系統，予以說明。

(一) 時鐘系統 時鐘部不但可經推動部將時間顯示於顯示器，並可分送信號至類比開關控制及打字控制，前者決定類比開關應開啓之波道，以接受欲測記之氣象要素；後者控制打字時序，使打字部依序打出時間及欲測記之數值。茲再詳述如下：

1. 時鐘計數器 時鐘為控制記錄器之樞紐，其作用不僅表示時間，且控制信號來源，其線路結構如附圖二，雖與計畫甲之單波道者大致相同，但輸入脈波已改由 60Hz 之交流電整形而得，而非由晶體控制振盪器所得，線路及所用零件，均已簡化。其輸出線路分別接往：(1)時間顯示部份(附圖三之右方)顯示時間；(2)類比開關控制(附圖四)使類比輸入依序進入類比開關(附圖五)；(3)打字推動、解碼及控制(附圖六)使打字鍵依序動作。

2. 顯示器 顯示器(附圖三)分時間顯示及 A/D 顯示兩部份，可指示時間為某時某分，及 A/D 轉換器之信號。A/D 轉換器之值於整分前一秒(第 59 秒)時輸入信號，並由記憶部記憶，而在整分後立即清除之。因計畫甲已加敘述，故在此僅概括說明。

* 國立臺灣大學大氣科學系 △ 國立中央大學大氣物理系

3. 類比開關控制及類比開關

(1) 類比開關控制 (附圖四) 中 SN7445 (4) 為 BCD—十進位之解碼器，SN7485 為數位比較器 (3)，二組合組為二十進位選擇器以作 20 波道類比信號輸入之選擇。控制信號係由時鐘之“分”BCD 信號輸至 SN7485 (4) 來執行，每一分可使 C₁ 至 C₂₀ 中之一個控制端由低位變高位，每 20 分鐘循環一次。目前第一波道接氣溫感應器。

(2) 類比開關 類比開關 (附圖五) 共有 20 個線端 (A₁-A₂₀) 可接感應器，當接類比開關之 20 個控制端 (C₁-C₂₀) 某一個為高位時，其同號碼之 A_x (x 為 1-20 中一個數目) 線路則與 x 相通 (6)，其餘均不通，而接受某一氣象要素之信號，輸往 A/D 轉換器 (附圖六)。

4. 打字推動解碼及控制 打字推動、解碼及控制 (附圖六) 尚包括記憶，係由 SN7475 將時鐘、雨量及 A/D 轉換器之 BCD 信號暫時予以記憶。SN74150 (4) 為多功選擇器 (Selectors/Multiplexers)，可選擇 16 個輸入端 (1-8 及 16-23 接脚) 之一與第 10 脚接通而輸送至 SN74154。SN74154 為 4/16 線解碼器 (4)，可依 BCD 之信號方式選擇 1-17 脚 (12 脚除外共 16 線) 中一個線路動作。SN74184 (3) 為打字控制線路，由 A_{s1}-C_{s1} 之數位信號控制打字順序，每秒鐘可打一字；照圖中 BCD 與 SN7475 之現接順序，則打字順序如下表：

打字順序表

時 間		雨 量	A/D	清除鍵
時	分			
十位個位	十位個位	十位個位	千位百位十位個位±	C

當 SN7407 之 D_{s2} 變高位時，整個線路停止動作，等另一分鐘開始時，打字控制始使其再行動作，由圖中之 SW₀-SW₁ 接至打字系統，該項系統見計畫甲之圖十一，即可使整個系統打出記錄。

(二) 記錄系統 測得之氣象要素為類比輸入，均可按需要與類比開關之 A₁-A₂₀ 分別相接。於類比開關可通入時，經過開關進入類比一位數 (A/D) 轉換器 (附圖七) 之 V input。

1. 類比—數位轉換器 A/D 轉換器為記錄系統之重要部份，因計畫甲所採用之 μ A741 系統

長期使用其漂移電位易於變動，故改用美國 Siliconix 電子公司之 LD 系統，其穩定度甚高，輸入電壓少於 2 伏特時，誤差僅為 0.05% (2)。因此凡小於 2 伏特之類比輸入，均可準確地換為數位信號，其解離度為 1.000Hz/V。圖中 LD110/LD111 組成 A/D 轉換之中心， μ A741 (3) 構成基準電壓，NE555 (5) 為脈沖產生器，其產生之 30K Hz 頻率乃作動態掃描之用。因為本式轉換器之顯示屬於動態掃描系統，故不能將 BCD 信號送至打字記錄器，而需將動態掃描轉換為並聯輸出，圖中之 SN7475 (4) 系即具有此項功能，可使 A/D 轉換器之千、百、十、個位之 BCD 同步出現。

進入 A/D 轉換器 V input 之類比信號經該器轉換為數位信號及上節所述作用後即可一面在顯示器 (圖三) 顯示其數值，一面在打字部 (圖六) 打出數值記錄。

(三) 動力系統 本儀器所需動力由電源供應器供應 (參閱圖一)，係使用 110 V 市電將之變壓為 +24V、±12V (計畫甲為 ±15V) 與 +5V 直流電，以供各部份分別應用。

二、雨量轉換器

雨量感應器採用傾斗式，本擬設計製作，但經洽詢製作數個亦須鑄模，所費過鉅。將來大量製造，則可將鑄模費用，由多數儀器分擔，尚屬可行。故乃利用現有雨量器，將之接至雨量轉換器 (附圖八)。傾斗式雨量器，係計算傾斗傾倒雨水次數，故不必經過 A/D 轉換器而直接以數位記錄之。雨量計數器由 SN7490 十進計數器構成二位計數器 (4)，每分鐘最高可以計算 99 次，每次代表雨量 0.5 公厘。在另一分鐘開始前，由 C_{s2} 來之信號自動清除計數器。雨量計數器之輸入端為一接觸開關，傾斗傾倒一次，即可輸入一個脈衝，其 BCD 輸出直接送至打字記錄推動部 (圖六) 記錄傾倒次數。該項次數尚須乘以 0.5 始能獲降水之公厘數。惟以後略加修改，即可逕記雨量。目前係每分鐘記錄雨量一次。其數值並未顯示於顯示器。

此外，並將計畫甲之溫度探測系統接入類比開關之第一波道，此亦為目前接入類比開關之唯一輸入，其餘將次第設計感應器接入。因有 20 個波道，故 20 分鐘循環一次。當時間為正點 (60 分)、20 分及 40 分鐘時，溫度波道接通。故在該時，記錄器打出之記錄，先為某時某分，繼為傾斗傾倒雨水次數，再則為氣溫，最後清除。其餘整分時，亦

依次打出時間與傾斗傾倒次數及相應波道之 A/D 信號，再清除之。若其餘波道未接感應器，則須將輸入端接地，該波道打出數字為零。

三、儀器校驗

儀器校驗分為部份校驗及整體校驗，茲分述如下：

一、部份校驗 此項校驗係於每一部份完成後加以校驗，除計畫甲中未經改動者不予校驗外，計有下列各項：

(一) A/D轉換器—顯示器 將 A/D 轉換器與顯示器接通，接一可變電源至圖七 V. input 處，並用數位電表測定輸入電壓，則顯示器顯示相當之數字，調整附圖七之 Vp_2 電位器及可變電容 C，使電源與顯示數字呈線性。最後得到之離解度為 1,000Hz/V，誤差為 0.05%—0.10%(2)。

(二) 類比開關 將圖五中之 A_2-A_{20} 接地，僅留 A_1 接電壓 0.5 伏特，同時 C_2-C_{20} 亦接地，而留 C_1 接 3 伏特電壓，則 x 端可測得為 0.5 伏特。若變動 A_1 之輸入電壓，x 端之電壓，亦作相應變動。若將 C_1 接地，則 x 端之電位變為零。其他 A_2-A_{20} 亦作同樣校驗，情況正常。

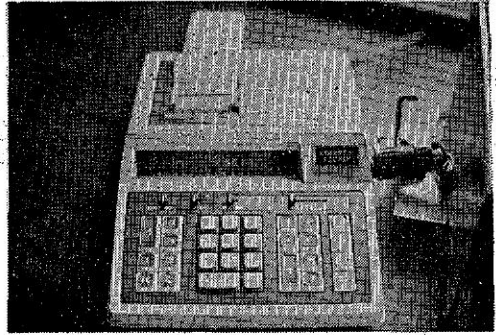
二、整體校驗 整個線路完成裝配後，將計畫甲完成之溫度感應器接於第一波道；雨量感應器接於數位波道輸入端，接上電源供應器，並倒水入雨量器，察看顯示器所示之時間及溫度，並檢視記錄紙帶上打出之時間、雨量及溫度數值，結果良好。整個儀器之操作情況正常。

四、儀器形貌

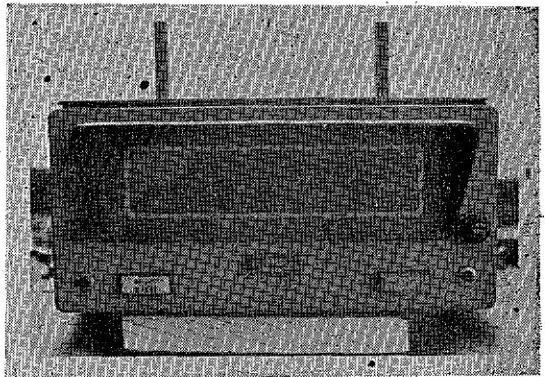
本計畫之記錄器外貌可概分為二大部份。一為在臺灣購買之計算機打字機(如照片一)，記錄即在其後方紙條中打出。其餘各部分另裝於一30×30×14cm 長方形儀器箱中，箱前有長方形小窗(如照片二)，顯示器之時間及 A/D 數值即在該處顯露。箱後外露者為二十根波道端線(如照片三)，亦即接各感應器之線端。本計畫之儀器已較計畫甲者為緊湊。將來把打字部份依需要簡化後，更可併裝入同一箱中，使本儀更為美觀與實用。

五、探討與展望

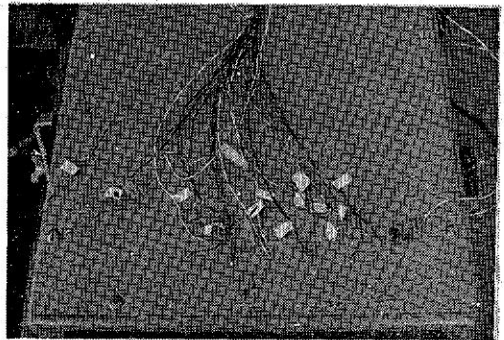
一、檢討 本計畫之主要目標為能自製大氣儀器。此項儀器必須具有應用價值，即除可用之外，尚須價格低廉。但在執行本計畫時，所購零件均為



照片一、計算機打字機



照片二、多元錄記器



照片三、多元記錄器的二十根波道端線

數甚少，故價格難望低廉，惟既使處此劣勢下，所需製造成本，已較舶來品低廉不只一半，將來如能大量製造，且有自行設計之積體電路，則儀器之成本必能減低，體積將更縮小，此外並可減少故障，易於修護。

本項計畫之 A/D 轉換器由 LD 系統構成，精密度高、穩定度大。時鐘部份線路，目前已有 LSI 可用，以減少拼裝。但因本儀器有 BCD 信號，而適合本儀器使用之 IC，目前不易購到，故仍用

分體式時鐘線路。此外本儀器雖已擴展為 20 個波道，但仍可依需要增減，此亦自製儀器之優點，可隨需要而設計製造。

此外，本儀器現有時鐘與雨量兩個數位波道，因類比/數位波道混在一起，控制比較困難，將來可僅留時鐘為數位波道，不但可簡化線路，降低成本，且可使儀器效果，更為優良。

再者傾斗式雨量器之準確性並非甚佳(7)，仍可設計改進。

總之，目前記錄器部份，可謂結果尚佳，但仍可稍加改進，感應器則須全力研究，以與之配合使用。

二、展望 經過前後二年之摸索，與有關專家之協助，自製大氣儀器，可謂已路基粗奠。但仍應致力之處尚多。最屬迫切者，即為各項感應器之設計或改裝，此項工作將逐漸完成之。展望將來，似應對記錄器更加擴展，可利用微處理機將記錄錄於磁帶，使記錄能逕由電子處理，不但可爭取時效，且能節省大量人力。

六、建 議

本計畫能否發揮其應用效果，除儀器之設計試作外，更重要者為儀器之製造。但在需用者有限銷路無把握之情況下，商人製造興趣極微，故必須由使用單位於鑑定本儀器性能認為可用後，依其需要委託製造，亦即以低於外購價格加以扶植，以使製作之設備及條件逐漸建立，將來若有廠商樂於製造，亦可轉移。目的在節省外匯，增加國內大氣儀器製造能力。至於其利潤之在公在私，均屬增加國內財富，固不必斤斤加以計較也。

作者等亦曾與使用單位交換意見，反應尚佳，甚盼能在各方支持下，以竟全功。

七、結 語

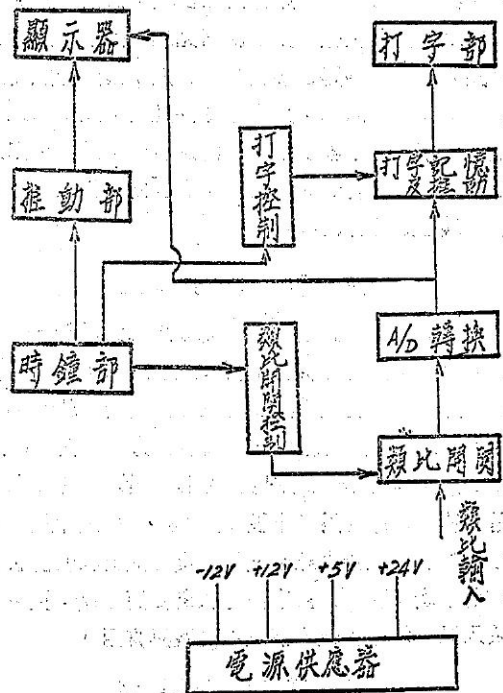
本計畫係擴大單波道記錄器為 20 波道之多元記錄器，經前後二年之時間與不斷之努力，記錄器部份可謂已發展至可用階段。今後應注意發展與其相接之感應器，並促成早日製造，以達成其應用效果。

八、謝 誌

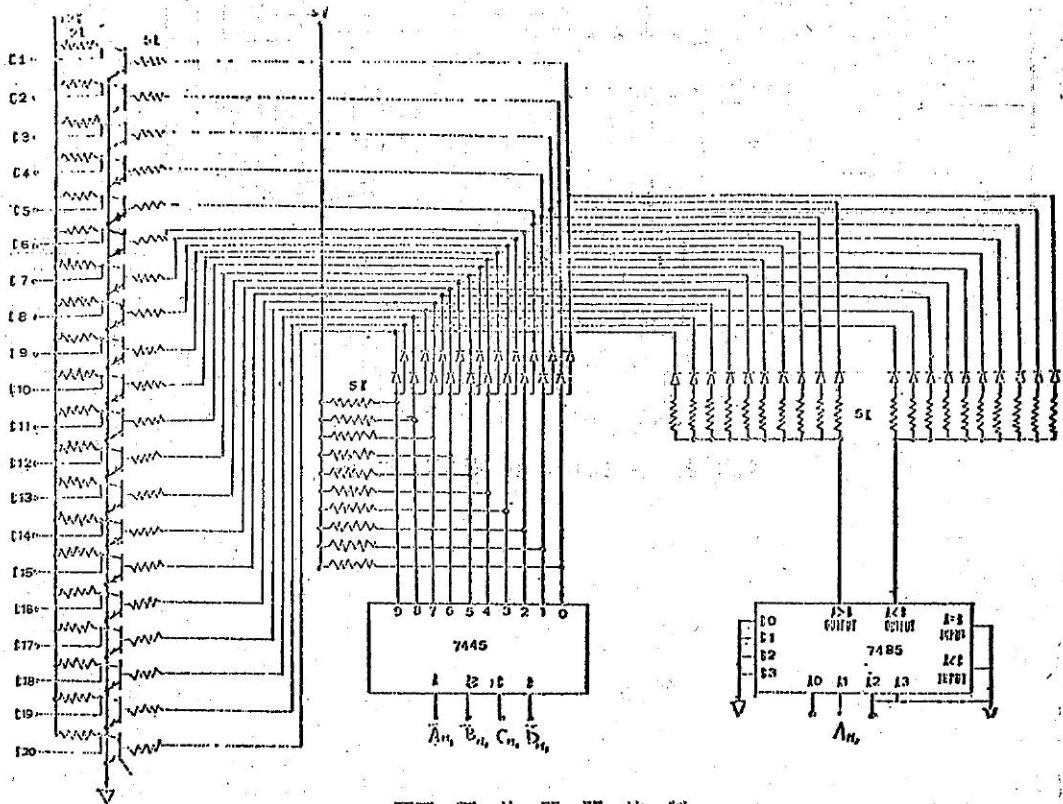
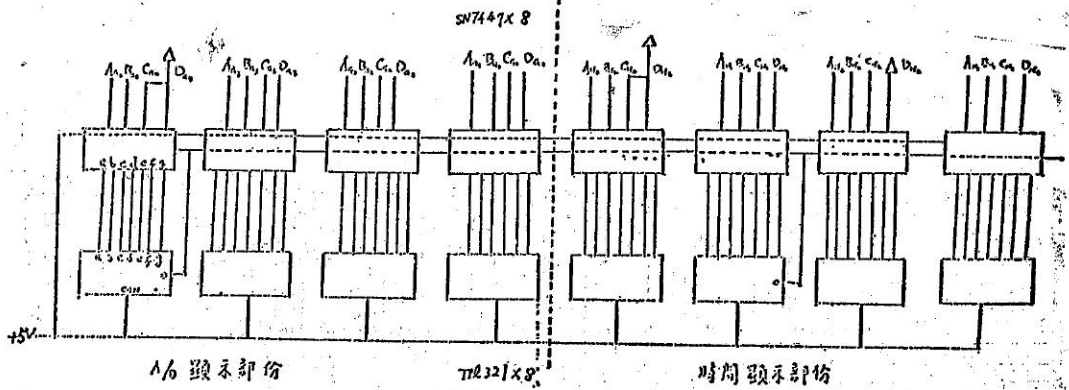
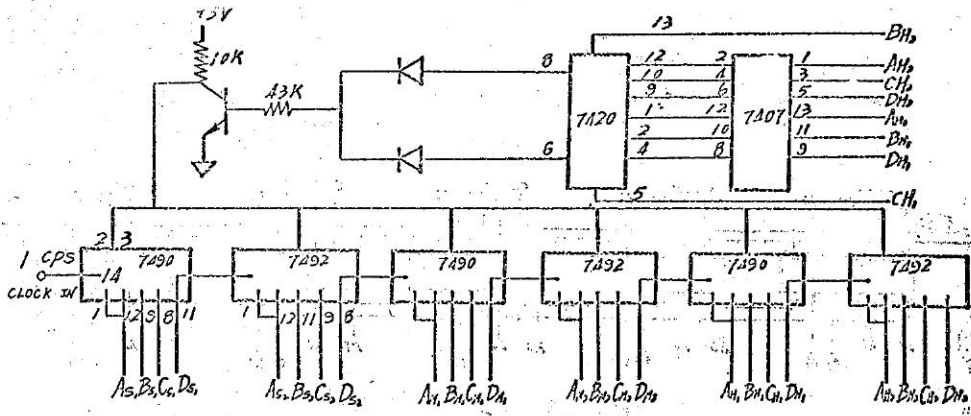
本計畫係由國家科學委員會資助完成，計畫編號「NSC-66 M-0202-01(05)」。此外林雲龍先生與沈孝基先生多方協助，使計畫得以順利完成，特申謝意。

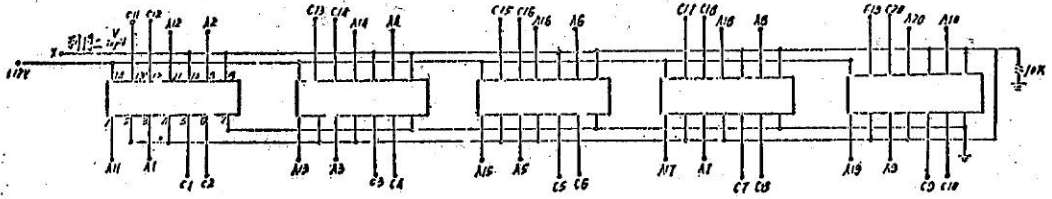
九、參 考 文 獻

1. 亢玉璫、蔡木金、吳清吉，1978；探針式大氣溫度計之研製，臺大大氣科學系，研究報告第二期。
2. Siniconix Incorporated, 1975, *IC Applications*
3. Fairchild Semiconductor Incorporated, 1973 *The Linear Integrated Circuit Data Catalog.*
4. Texas Instrument Incorporated, 1973 *The TTL Data Book for Design Engineers*
5. RCA, 1974. *COS/MOS Integrated Circuit*
6. RCA, 1974. *Linear Integrated Circuit*
7. 周根泉，1976；雨量收集之研究與分析，臺大大氣科學系研究報告第一期。

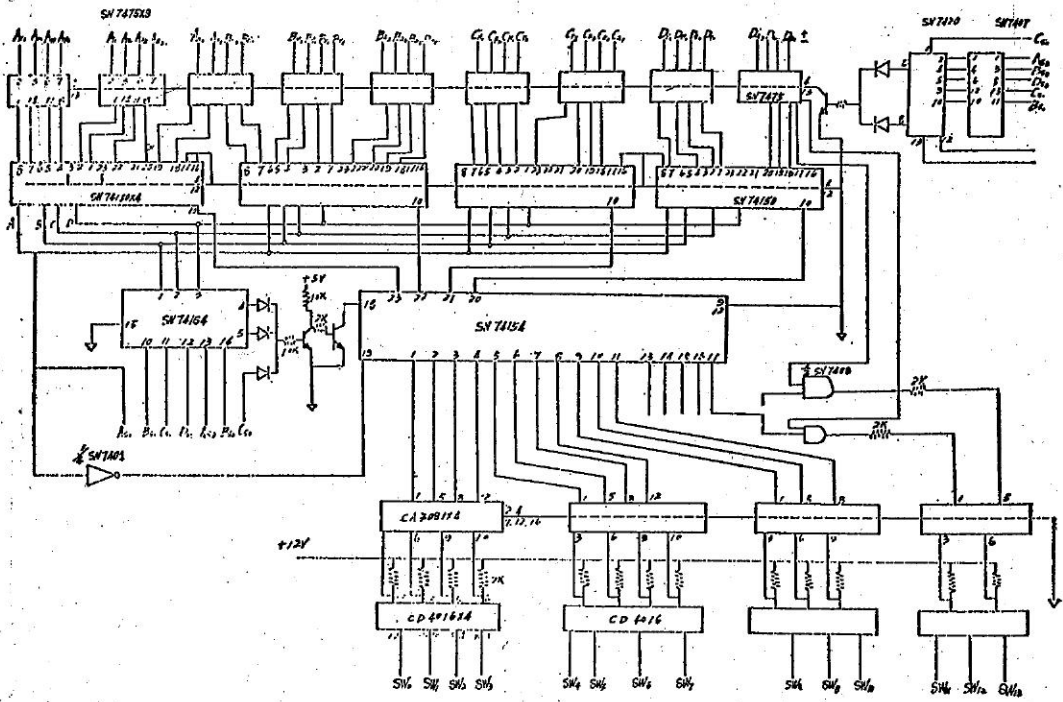


圖一 多元打字記錄器流程圖

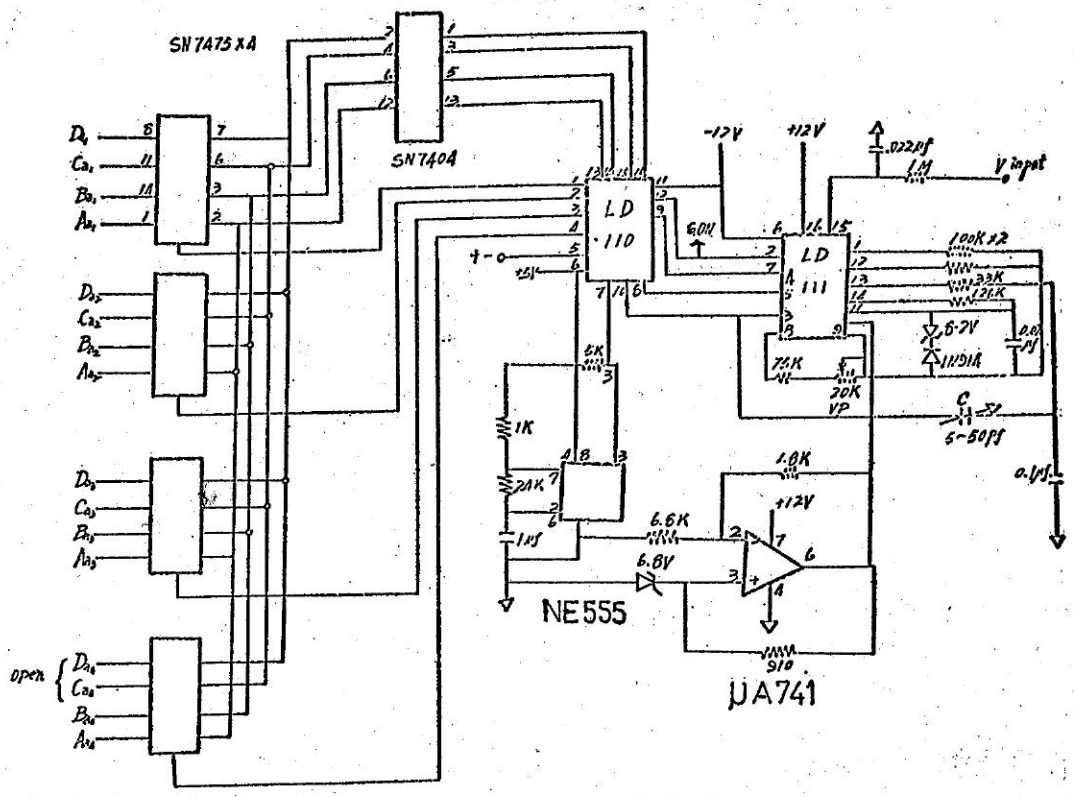




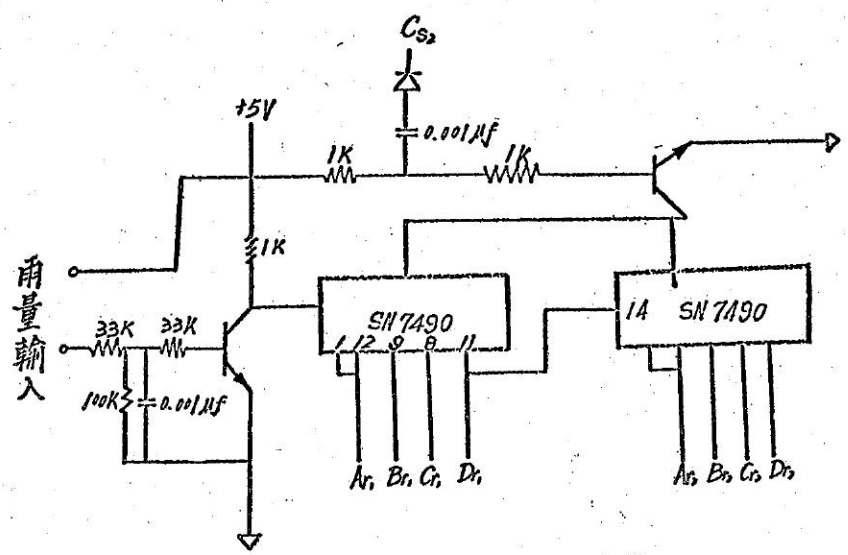
圖五 類 比 開 關



圖六 打 字 推 動 解 碼 及 控 制



圖七 類比 / 數位 (A/D) 轉換器



圖八 雨量轉換器

氣象學報補充稿約

- 一、來稿須用稿紙（以 25×24 之稿紙為原則）。
- 二、來稿字數以不超過 15,000 字，即連同圖、表、英文摘要以不超過 10 印刷頁為原則。
- 三、圖及表之分量以不超過全文之 $1/3$ 為原則。
- 四、英文摘要之字數以不超過 1,000 字為原則。
- 五、關於表格之注意點：
 - (一) 表格須另用白紙繕製。
 - (二) 表格上方須有標題，並加表 1 表 2 等冠號。
 - (三) 表格中之項目，內容應儘量簡化。表中不重要之項目或可用文字說明者應儘量避免列入表中。
 - (四) 能以文字說明之小表，請採用文字說明。
 - (五) 原始記錄應加分析簡化後始可列入表中。
 - (六) 統計分析表中顯著處，以 * 號（顯著）及 ** 號（極顯著）表之。
 - (七) 表幅應考慮適合本刊版幅為準。（寬度勿超過 13.5cm）。
 - (八) 表之標題應能表示內容。
- 六、關於插圖之規定：
 - (一) 插圖應另貼於大張白紙上，註明作者及文題。
 - (二) 插圖下方須有標題，並加圖 1 圖 2 等冠號。
 - (三) 統計圖、模式圖及分佈圖一律採用 120—150 磅道林紙，以黑墨水繪製清楚。
 - (四) 統計圖原圖幅面應在 12—15cm，以便縮版。
 - (五) 模式圖原圖幅面應在 15—20cm，以便縮版。
 - (六) 分佈圖原圖幅面應在 30cm 左右，以便縮版。
 - (七) 繪製線條粗細應能供縮小至 $1/8$ 之程度，但不能超過縮小 $1/2$ 之程度。
 - (八) 數字應正寫清楚，字之大小粗細應一律，至少能供縮至 $1/8$ 之程度。
 - (九) 已列表中之內容，勿再重複以插圖表示。
 - (十) 圖之標題應能表示內容。
- 七、關於照片之規定：
 - (一) 照片用紙一律採用黑白光面紙。
 - (二) 照片幅面應在 12—15cm，以便縮版。
 - (三) 照片應充分沖洗清楚，須考慮縮小至 $1/2$ 時尚能清楚之程度。
 - (四) 照片如有特別指明點應加圈或箭頭表明。
- 八、文稿過長，或圖表過多過大時，投稿人得自行負擔印刷費。
- 九、關於參考文獻之規定：
 - (一) 參考文獻以經本人確曾查閱者為限，如係來自轉載之其他書刊時，須加註明。
 - (二) 作者姓名以後為發行年份，加以括號，然後為雜誌或書名、卷期數及頁數。（頁數必須註明）。
 - (三) 文字敘述中述及參考文獻時，根據文獻之號數，用斜體阿刺伯字，加以括號，如 (1) (2) (3) 等插入文中。
- 十、文字敘述之號次以下列為序。
 - 中文用：一、(一) 1. (1) i. (i)
 - 英文用：I. 1. A. a.
- 十一、每頁下端之腳註以小號 1, 2, 3, 等阿拉伯字表之註明於該段文字之右上角。
- 十二、文字敘述中之數字除十以下之數字，儘量用阿拉伯字表之。
- 十三、單位須用公制。單位記號例如以 m (公尺)、cm (公分)、mm (公厘)、 m^2 (平方公尺)、 m^3 (立方公尺)、cc (立方公分)、l (立升)、g (公分)、kg (公斤)、mg (公厘)、 $^{\circ}C$ (攝氏度)、% (百分之一)、ppm (百萬分之一份) 等表之，可不必另用中文。
- 十四、英文題目中重要之字第一字母大寫，介題詞、連接詞及不重要字用小寫。圖表之英文標系及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，其餘第一字母均小寫。參考文獻中作者姓名每字全部字母均大寫，論文中第一字第一字母大寫，其餘均小寫，雜誌名或書名每字第一字母均大寫。
- 十五、作者英文名以用全名為原則，名在前，姓在後。
- 十六、其他未盡善事項得隨時修正之。