

---

# Automatikus meteorológiai állomás az iskolában

MEGYERI ISTVÁN – FRÜHWIRTH MIHÁLY

Az iskolai demonstrációban még ma is leginkább az "egy jelenség – egy eszköz" módszert alkalmazzuk. A mérési adatokat leginkább manuálisan dolgozzuk fel, vagy jó esetben az adatokat begépeljük a számítógépbe, és a beírt program segítségével a képernyőn, a nyomtatón vagy a plotteren megkapjuk a mérés kiértékelését.

A fizika órákon elég sok méréshez használunk számítógépet, de az esetek jó részében a számítógép csak egyszerű funkciókat lát el. Például: a sebességmérésnél a gépet stoppernek használjuk, az ellenállásmérő interfész működtetésével impulzusszámlálást végzünk, a megnyúlás mérését ellenállásmérésre vezetjük vissza stb.

A technika órákon szó esik a jelátalakításról, távmérésről, adatfeldolgozásról, információátrolásról, de ritkán sikerül mindezen fogalmak szerves összekapcsolásával olyan demonstrációt, mérést végezni, ahol a teljes "vertikum" nyomon követhető, látható. Ezt a hiányt sikerült pótolni az iskolánkban úgy, hogy a középiskolában olymestohán kezelt meteorológiai ismeretek is bővüljenek.

A mindennapi gyakorlatban egyre elterjedtebbé válik a mérési adatok automatikus begyűjtése, továbbítása akár több ezer km-re is. Gyakorlat az is, hogy a mérési eredményeket számítógépen kiértékelik, feldolgozzák, archiválják. Az általunk készített eszközök segítségével azt szeretnénk a tanulóknak megmutatni, hogy ez az összetett feladat nem is olyan nehéz. A diákok a kivitelezésben, az adatfeldolgozásban aktívan részt vehetnek. A téma ajánlható egy csoportnak komplex munkára is.

Nézzük a feladatot!

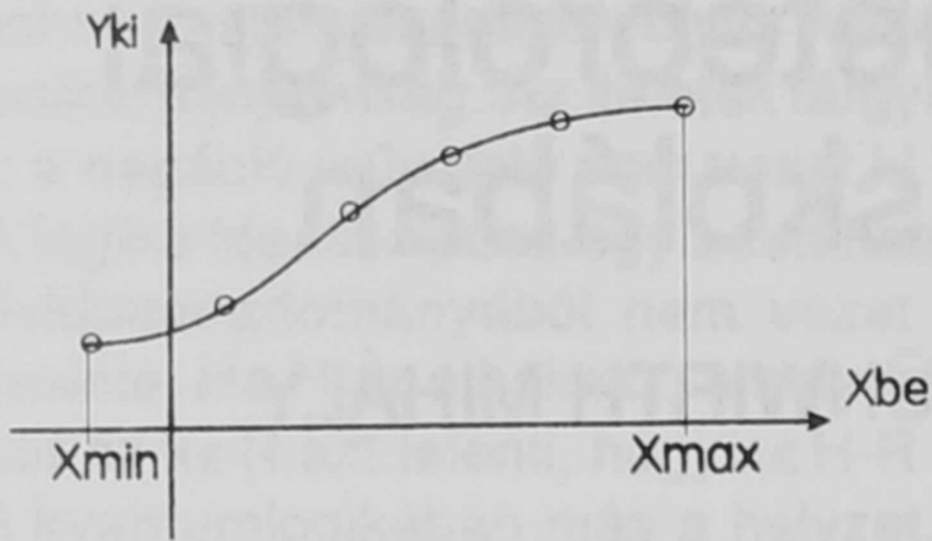
A meteorológiai állapot egyszerű jellemzésére a következő adatok adott időpontokban, adott módon történő mérése szükséges:

1. Hőmérséklet
2. Páratartalom
3. Szélirány
4. Szélsébség
5. Légnyomás
6. Direkt sugárzás

Megfelelő jelátalakítók segítségével a hat mennyiséget a 0–2,5 V feszültségsávba transzformáltuk. A jelátalakítók linearitásával nem sokat foglalkoztunk, csupán arra ügyeltünk, hogy a jelátalakítók karakterisztikája elég meredek legyen. Minden esetben úgy jártunk el, hogy a mérendő mennyiség mérési tartományában a legkisebb és legnagyobb értéken, és e két érték között még 5 helyen hitelesítő méréseket végzünk. Ezeknek a pontoknak a felhasználásával az egyes karakterisztikákat egy hatodfokú regressziós polinommal adtuk meg (1. ábra).

Kétszeresen szerencsésnek bizonyult ez a megoldás. Egyrészt igen egyszerű jelátalakítók tudunk használni, másrészt a tanulók minden erőltetés nélkül megismerték a regresszió fogalmát.





1. ábra

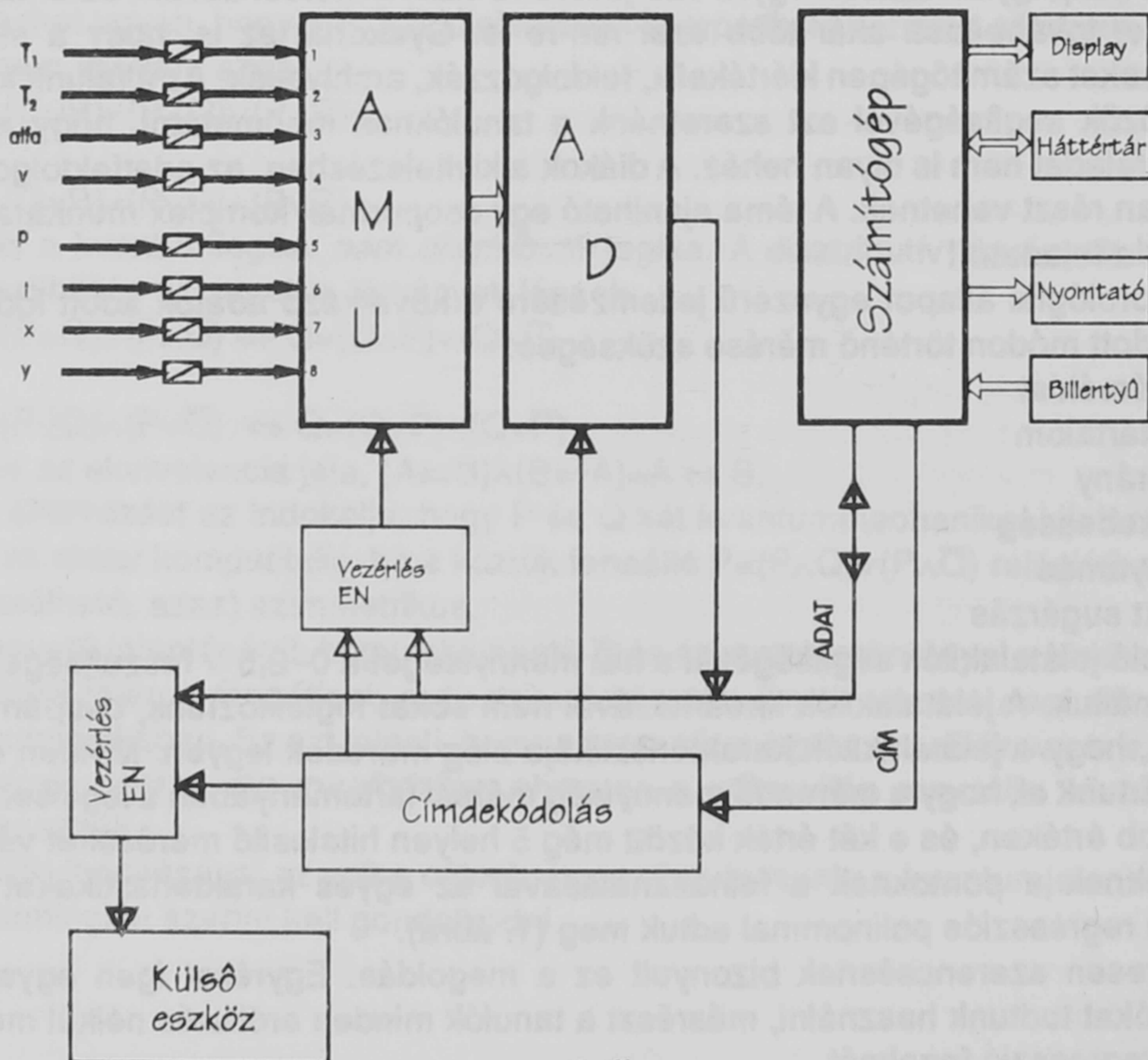
Az uniformizált jeleket egy analóg multiplexerre vezetjük, ahol a számítógép a program alapján választja ki a megfelelő vonalakat és kapcsolja az A/D konverterre. A konvertálás után a "nyers" adat beke-  
rül a gépbe, ahol a regressziós polinom segítségével a mért mennyiség SI mérték-  
rendszerben mért mérőszáma beíródik a memória megfelelő területére egyéb más  
(pl. idő, sorszám stb.) adatok kíséretében.

Az így begyűjtött adatokat azután a me-  
teorológiai szabványok figyelembevételé-  
vel (3) dolgozhatjuk fel. A pillanatnyi értékek az ablakokra osztott képernyőn grafikus  
megfogalmazásban egy rápillantással értékelhetők.

Az eddigieket jól összefoglalja a 2. ábra, amely a meteorológiai állomás rend-  
szertechnikai felépítését mutatja:

A séma alapján a részletesebb működés a következő:

Az analóg multiplexer (AMU: CD4053) csatornáin (1-8) az adott fizikai mennyiség  
által meghatározott feszültség állandóan jelen van. Ezek közül kerül a kiválasztott  
feszültség az AMU kimenetére. A kiválasztást egyrészt a címdekóder végzi, amely  
engedélyező jelet ad az AMU-nak, másrészt a vezérlőegységhez az adatvonalakon  
érkező jelek alapján történik a megfelelő bemenet kimenetre kapcsolása. A vezérlő  
egységben egy tároló is van, amely a következő kiválasztásig tárolja a szükséges  
csatornaszámot. Ezután a program által megadott rendben az A/D (ADC 0804)



2. ábra

indítása következik a címdekóder segítségével. A konvertált érték megfelelő módon az adatbuszra kerül. A címdekóder és a vezérlés felhasználásával külső egységek, például szellőzőmotor indítása is lehetséges egy szilárdtest relé segítségével.

Ezek után következzenek az egyes részegységek ismertetései.

### A hőmérséklet mérése

Ha egy termisztoron állandó nagyságú áramot hajtunk keresztül egy áramgenerátor segítségével, akkor a rajta létrejövő feszültség:

$$U = I_0 R_t$$

A termisztor ellenállása erősen függ a hőmérséklettől, így

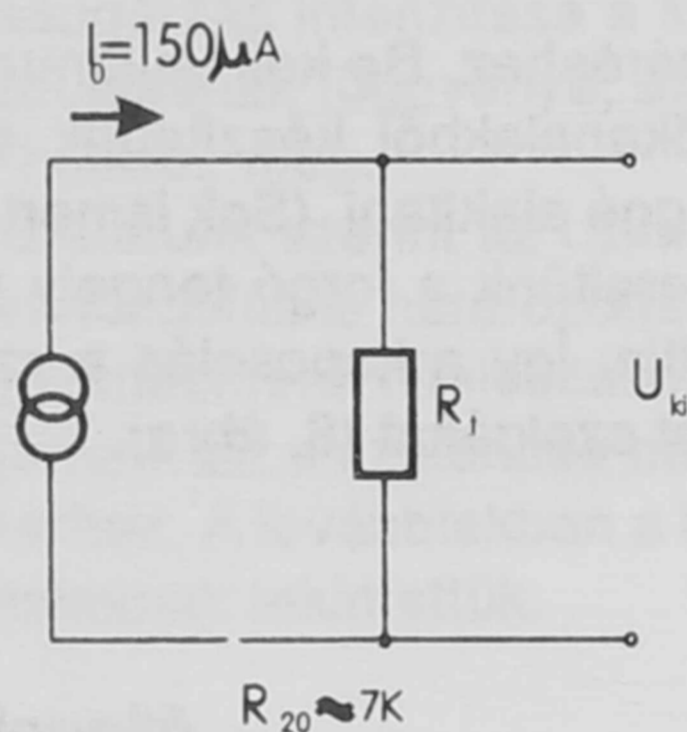
$$U(T) = I_0 R(T)$$

alapján a kapott feszültség is elegendő meredekségű lesz (3. ábra).

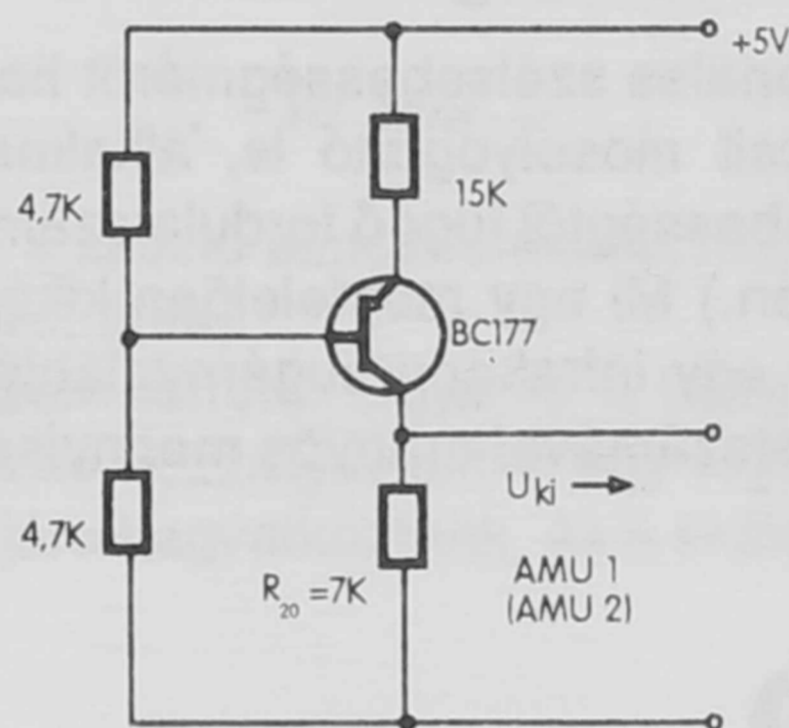
Az áramgenerátornak egy egyszerű tranzisztoros változat megfelel (4. ábra).

Ez az egyszerű kapcsolás  $R_t = 0 - 22k\Omega$  esetén és  $T = -10^\circ\text{C}; 60^\circ\text{C}$  hőmérsékleti tartományban gyakorlatilag állandó áramot ad.

A termisztorokat az elektromos csatlakoztatás után műgyantával bevontuk, így akár vízbe is márthatók.



3. ábra

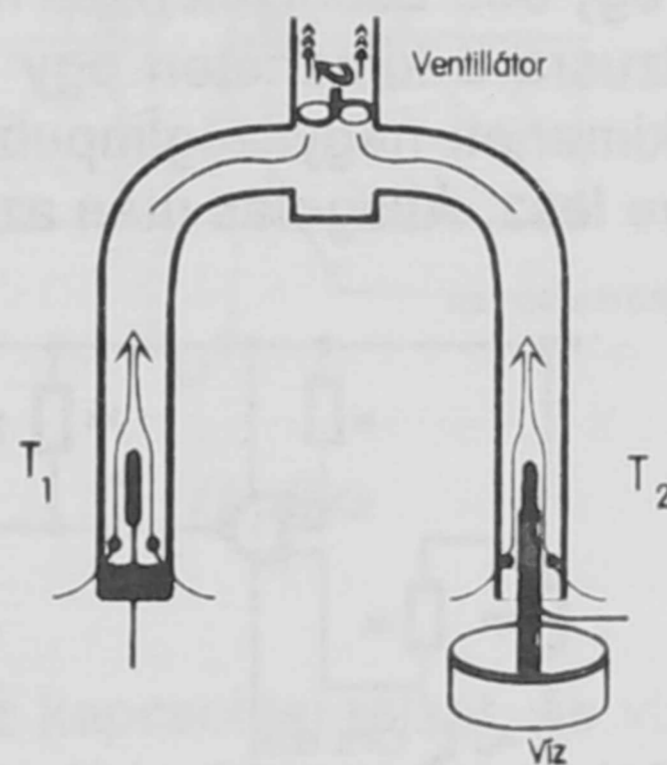


4. ábra

### A páratartalom mérése

A levegő relatív páratartalmát a száraz–nedves hőmérőpárral mérjük (Budó: Kísérleti fizika I. 459 o.). Egy megfelelően kiképzett eszközben, amelyben a két hőmérőt elhelyeztük, enyhe légáramot hozunk létre egy motor segítségével. A nedves hőmérőt egy víztartályba nyúló szívóharisnya fedí (5. ábra).

$T_1$  és  $T_2$  segítségével a relatív páratartalom meghatározható. Az átváltásról a programba beépített szubrutin gondoskodik. (8)

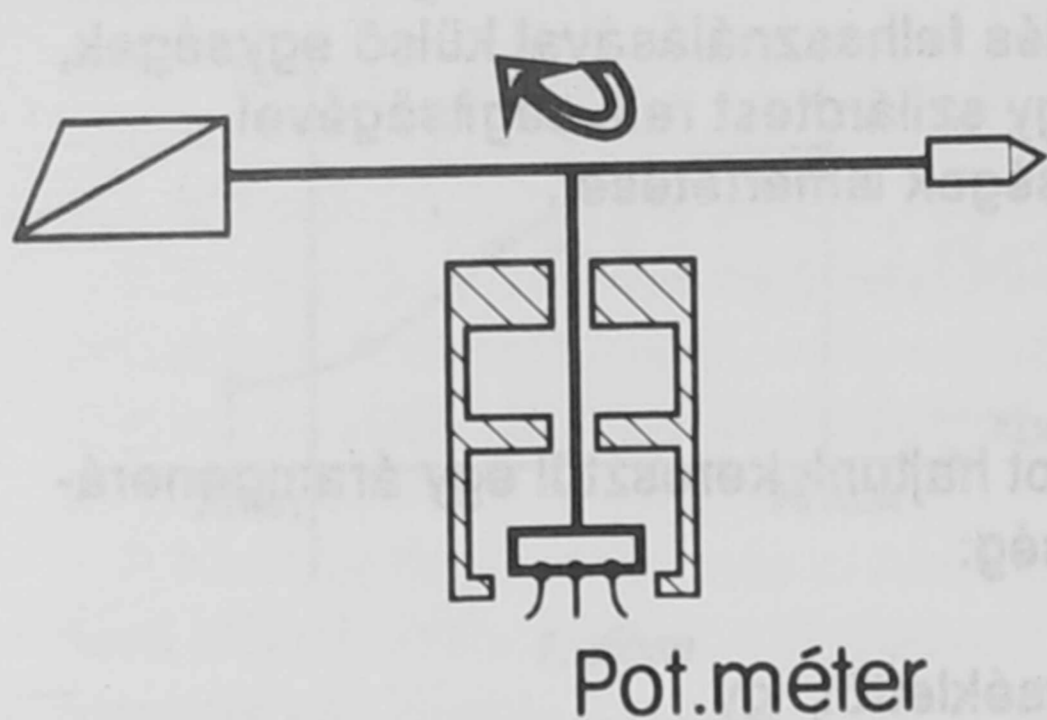


5. ábra

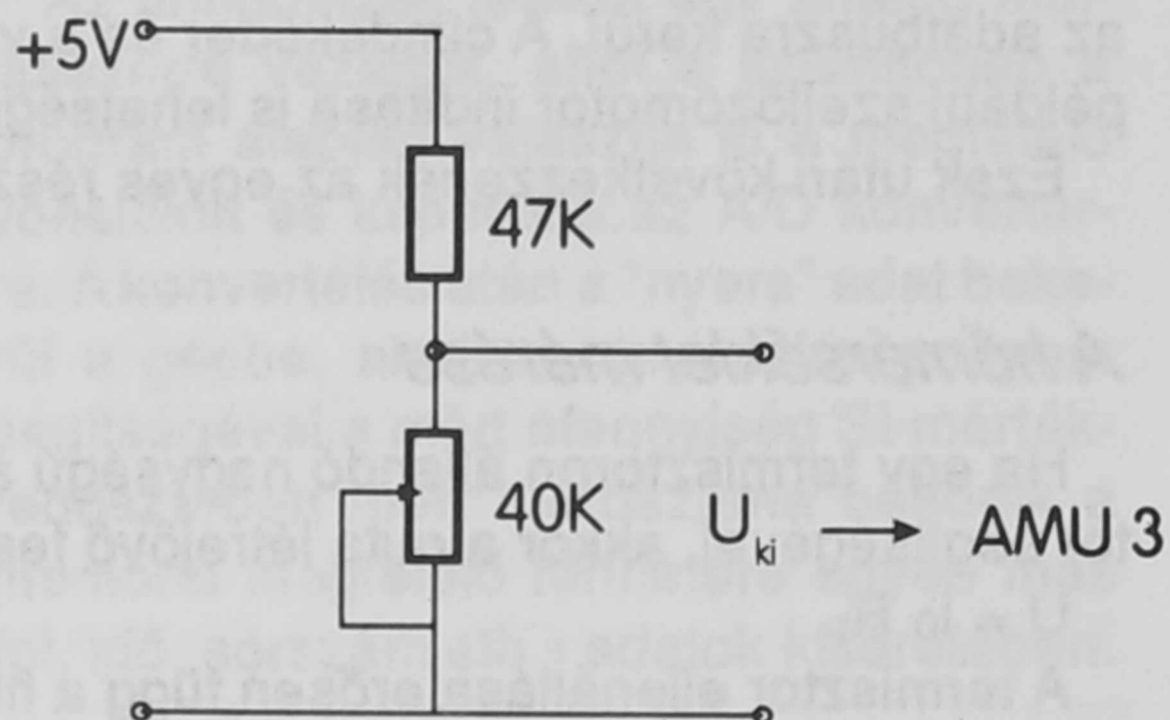
### A szélirány mérése

A szélirány mérését egy hagyományos "szélkakas" végzi, amelynek tengelyvégére egy körbeforduló precíziós potenciométert helyeztünk el. A szögelfordulás így el-





6. ábra

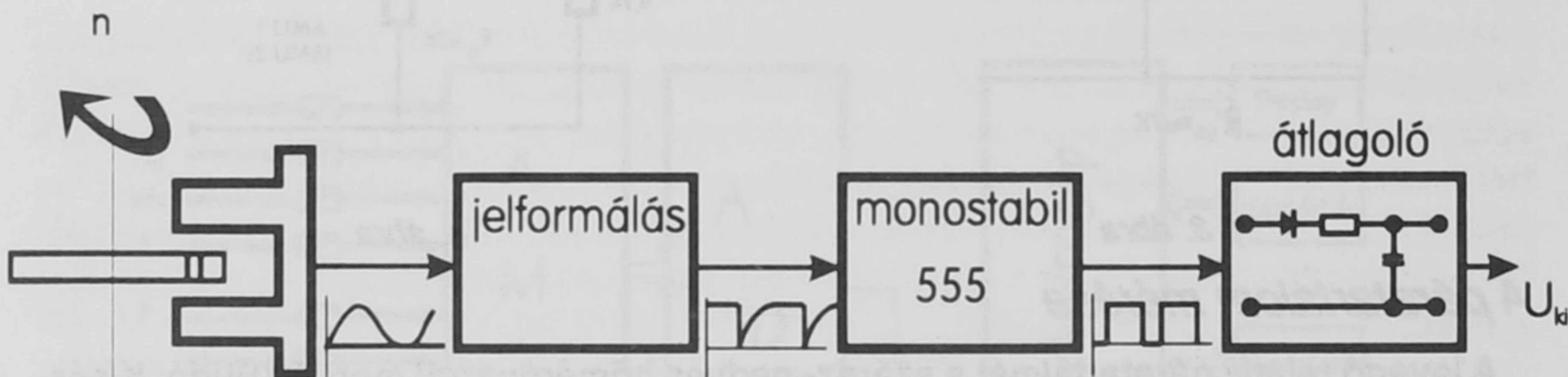


7. ábra

lenállásváltozást eredményez, amelyet könnyű feszültséggé alakítani (6., 7. ábra).

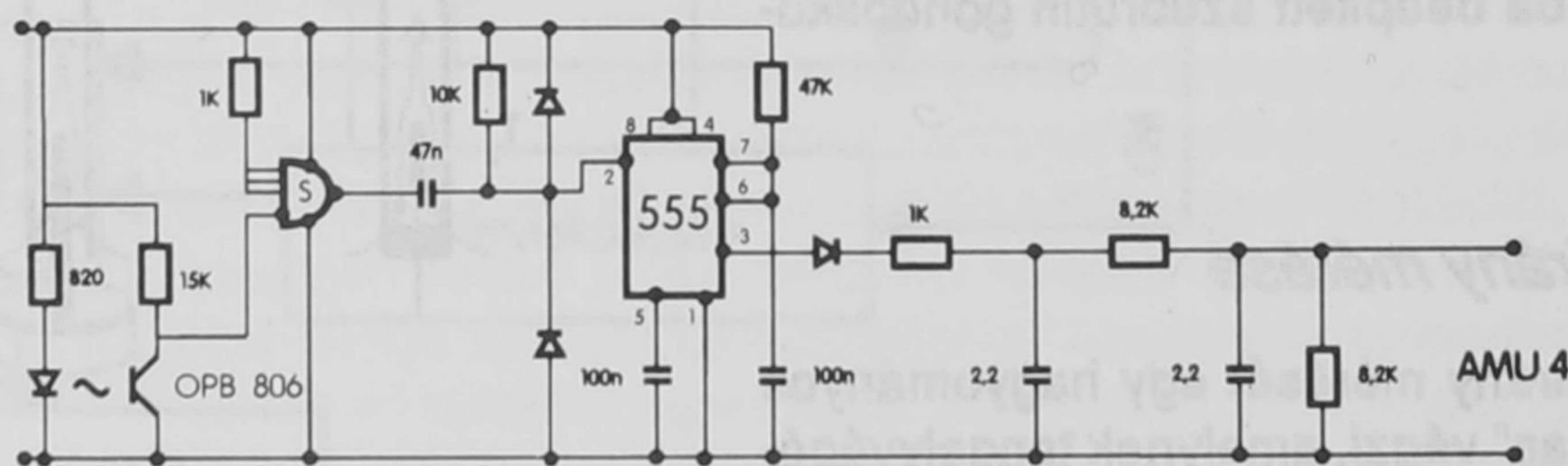
### A szélesség mérése

A kanalas szélességmérőt használtuk fel a méréshez. Be kell vellanunk, még ha kicsit mosolygató is, alkalmas méretű mérőkanalokból készítettük el. Itt a szélességtől függő fordulatszámot kell feszültséggé alakítani. (Sok ismert megoldás van.) Mi egy megfelelően kiképzett tárcsát szereltünk a forgó tengely végére, amely egy infrakapú sugárnyalábját takarja, ill. nyitja. Így a kapcsolás a szélmérő fordulatszámával arányos mennyiségű impulzusokat szolgáltat (8. ábra).



8. ábra

Az impulzusok jelformálás után uniformizált 0-ra "mutató" tüimpulzusok lesznek, amelyek egy 555-ösből felépített monostabil multivibrátort vezérelnek. Minden bemenő impulzusra a kimeneten egy állandó, "T" ideig tartó négyszögimpulzus jelenik meg. E kimeneti négyszögimpulzus-sorozat kitöltési tényezője így a fordulatszám függvénye lesz. Átlagolás után az  $U(n)$  megvalósul (9. ábra).



9. ábra



Érdekességképpen megjegyezzük, hogy a hitelesítést úgy végeztük el, hogy szélcsendes időben egy autó ablakán kitarítottuk a szélességmérőt. Az autó sebességéhez tartozó kimeneti feszültséget feljegyeztük, majd ellentétes irányban haladva is elvégeztük a mérést, és mérések átlagolása után az  $U(n)$  függvény nyolc pontját meghatároztuk. Ennek alapján történt a regressziós polinom generálása.

### A légnyomás mérése

A méréshez a könnyen hozzáférhető szelencés légnyomásmérőt használtuk. Kicsit igényesebb változata is beszerezhető az OFOTÉRT boltjaiban.

A műszer mutatóját a szelence által vezérelt szögemelő mozgatja. Ennek az elmozdulása a barométer teljes mérési tartományában kb. 2 mm. Ezt a kis elmozdulást használjuk fel a nyomás-feszültség átalakításra oly módon, hogy a szögemelőre ragasztott parányi zászlócska egy megfelelő módon elhelyezett infrakapú sugárnyalábjába betakar. A kapu vevő részébe jutó infrasugárzás intenzitása a szögemelő elmozdulásának függvénye, amit a légnyomás határoz meg.

Tapasztalatunk szerint az  $U_{ki}$  nagyon érzékeny a zászló elmozdulására: már 0,01 mm-es elmozdulás is határozottan detektálható (10. ábra).

A légnyomásmérő hitelesítése nem volt egészen korrekt. Ugyanis a következő módon jártunk el: a szelencés barométert 1 pontban hozzáigazítottuk egy higanyos barométerhez. A továbbiakban a barométer skálájára hagyatkoztunk, és a skálaértékeket hitelesnek tekintettük.

### A sugárzás erősségének mérése

A sugárzás mérését a Légekörfizikai Kutatóintézetől kapott Kipp-Zonnen sugárzásmérővel végezzük. Elvi működést tekintve ez egy egyszerű műszer.

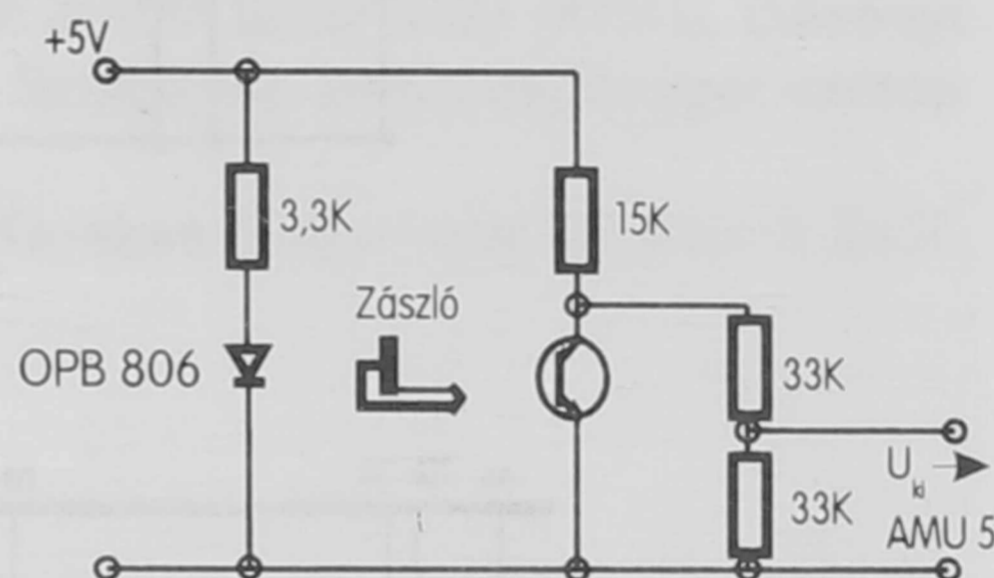
Felépítését a 11. ábra mutatja.

A nap sugárzásának hatására a kormozott felület felmelegszik, és így a termoelemek a felmelegedés mértékétől függő feszültséget szolgáltatnak. Az aktív rész megfelelő hőszigetelését a vákuumos térrészek biztosítják. A hitelesítés az Intézet által mért értékek összehasonlításával történt.

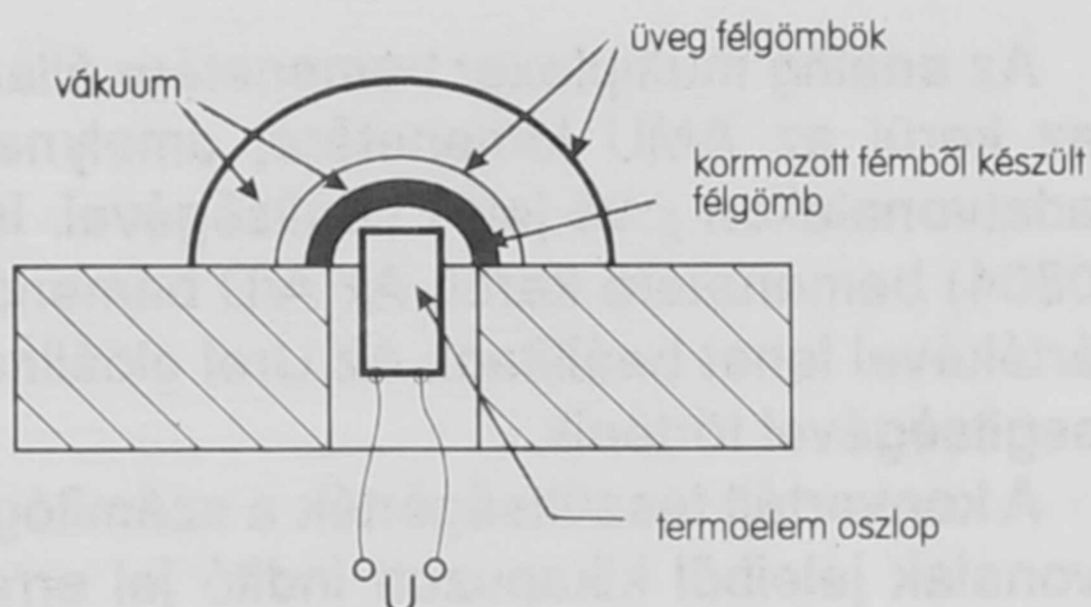
A termoelemek mV nagyságrendű feszültséget adnak, ezért szükség van megfelelő erősítésre. Ezt a feladatot egy 741-es műveleti erősítővel megépített kapcsolás látja el (12. ábra).

A részletek leírása után nézzük meg az interfész kapcsolási rajzát, és vizsgáljuk meg, hogy az eddig tárgyalt részletek hogyan kapcsolódnak egymáshoz (13. ábra)!

Az A6 címvonal valamint az IOR, WR vonalak felhasználásával kikapuzzuk két "vagy" kapu és egy inverter segítségével a 74LS75 D flip-flop számára az órajelet. Ez



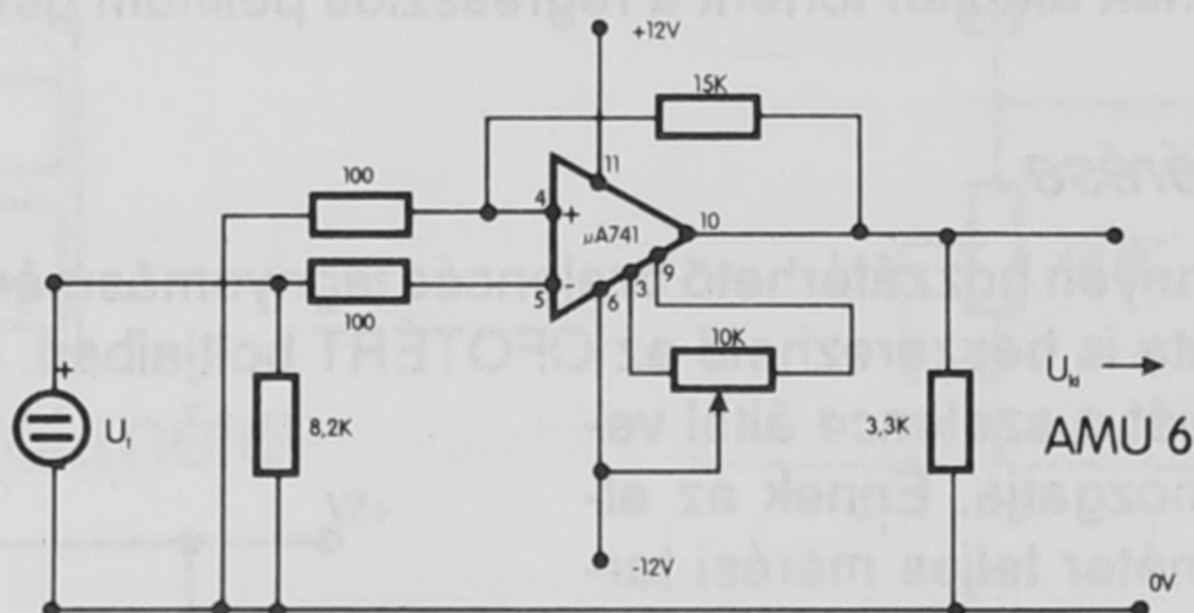
10. ábra



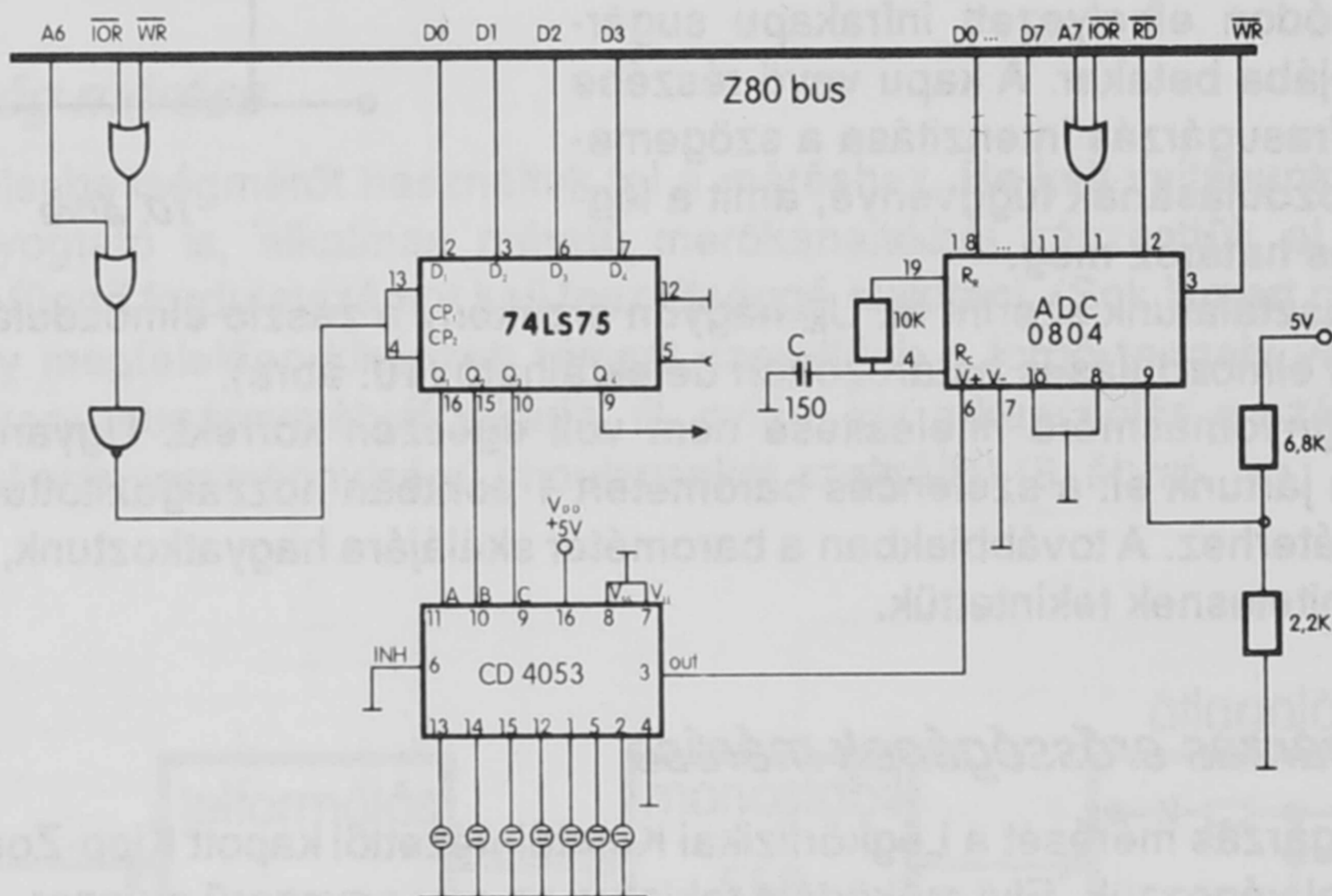
11. ábra



a flip-flop tárolja az analóg multiplexer számára a kiválasztandó csatorna számát. A Q4 kimenet segítségével lehet külső vezérléseket működtetni. Jelen esetben ez a kimenet a páratartalmat mérő készülék szellőző motorját indítja el, illetve állítja le.



12. ábra



13. ábra

Az analóg multiplexer bemenetére állandó jelleggel kapcsolódó jelátalakítók közül az kerül az AMU kimenetére, amelynek címét az A,B,C biteken beállítottuk az adatvonalakon jövő jelek segítségével. Innen a jel az analóg–digital átalakító (ADC 0804) bemenetére kerül. Az A/D bemenő feszültség tartományát az  $U_{ref}$  megfelelő értékével lehet beállítani. Az  $U_{ref}$  előállítása a tápfeszültségből egy feszültségosztó segítségével történik.

A konvertált feszültségérték a számítógép adatvonalaira kerül, ha az A7, IOR, WR vonalak jeleiből kikapuzott indító jel erre lehetőséget ad. Az ADC 0804 kimenete közvetlenül az adatvonalakra köthető, mivel az áramkör tartalmazza a TRI-STATE BUFFER-t. A konvertálási időt az R-C elemekkel lehet beállítani.

A programról pár szót: ZX-Spectrum gépet használtunk, ezért az egész program BASIC nyelven íródott. Az előforduló sebességek nem kívántak gépi kódú szegmeneket. A program megfelelő menetrend szerint végigjárja a mérőhelyeket a cím és adatvonalakra kijuttatott értékek segítségével, majd a mért adatokat átmenetileg tárolja. Ezután a regressziós polinomok segítségével a mért fizikai mennyiség mérőszámát SI mértérendszerben tárolja. A végleges tároláshoz rövid időn belül több

mérést végez, és a hibaszámítás szabályai alapján állítja elő a mért mennyiség mérőszámát.

A tárolt adatok alapján az előírt napi közepes értékeket, ingásokat stb. a program előállítja, és a nap végén dátum, időpont jelzéssel egy adatcsomaggá szervezi, és ezt az adatcsomagot kiírja a lemezre.

Ezen kívül minden mennyiség pillanatnyi értéke is nyomon követhető a képernyőn, amely ablakokra van osztva, és mindegyik ablakban a mennyiség numerikus értékén kívül grafikus megjelenítés látható. Lehetőség van az időpont megjelölésére is.

A program ezen kívül tartalmaz egy demo részt, amelyet a technika oktatásában igen jól tudunk használni.

A munkánkban sok segítséget kaptunk Zámori Zoltán tanár úrtól (KFKI), Dévényi Dezső meteorológustól (Országos Meteorológiai Szolgálat), amely segítséget ezúton köszönjük.

Megköszönjük munkatársaink segítségét is : Kerekes Gábornéjét és Bátorfi Zsoltét.

## IRODALOM

- (1) Dobosi Zoltán, Dunkel Zoltán: *Meteorológia* 1990 Egy. jegyzet
- (2) Dr. Felméry László: *Éghajlattani gyakorlatok* 1963 Egy. jegyzet
- (3) *Meteorológiai megfigyelések kézikönyve* 1981 (Országos Meteorológiai Szolgálat)
- (4) Budó Ágoston: *Kísérleti fizika* 1975
- (5) Tietze-Schenk: *Analóg és digitális áramkörök* 1990
- (6) *Z80-as sorozat I. rész: CPU* Ipari Informatikai Központ 1981
- (7) *ZX Spectrum HW alkalmazási segédlet* Ipari Informatikai Központ 1985
- (8) Csordás, Horvai, Pathó, Zsoldos: *Fizikai laboratóriumi gyakorlatok I.* Egy. jegyzet 1969
- (9) W.E. Wickes: *Integrált áramkörös hálózatok logikai tervezése* 1973