

# Analóg-digitális átalakító PC-re

Egy egyszerű hardverrel, részben szoftveres úton analóg jeleket mérhetünk. A printerportra illeszthető készülék négy csatornán, nyolcbites felbontásra képes. Kísérleti, demonstrációs vagy egyszerű mérési feladatok elvégzésére jól használható, de a köztudott formában csak pozitív polaritású feszültségjeleket tud feldolgozni!

Az elvi működés megértéséhez tekintsünk az 1. ábrára! Belátható, hogy a digitális-analóg átalakítóra küldött adat hatására a D/A kimenetén létrejött feszültségjelet és az analóg bemenetre vezetett mérendő jelet a komparátor segítségével összehasonlítva és a komparátor kimeneti szintváltását detektálva, az analóg jel nagysága megállapítható (természetesen akkor, ha az a mérési tartományon belül van). Háromféle matematikai módszerrel dolgozhatunk, ezek programozása különösebb nehézség nélkül megoldható.

## 1. Számlálómódszer

A digitális-analóg konverterre (továbbiakban DAC) nullát írunk. Ezután egyesével növelve a kimeneti jelet megnézzük, hogy mikor billen át a komparátor. Amikor ez megtörtént, a DAC kimeneti jele közel azonos a mért jellel, tehát az utóljára kiküldött számérték lineárisan arányos az amplitúdóval.

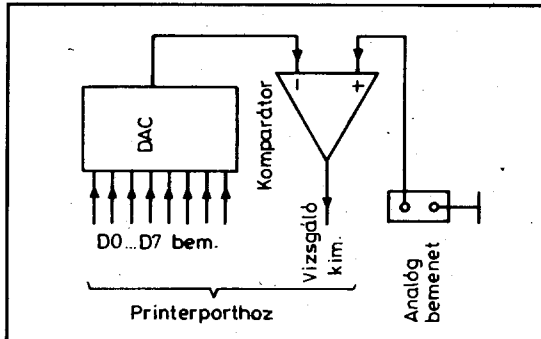
Egyszerű a módszer, azonban szerencsétlen esetben 255 lépésből áll egy mérés.

## 2. Követő módszer

Hasonló az előzőhöz, de nem nullázzuk minden újabb mérésnél a DAC-ot, hanem a komparátor kimenetének állapota függvényében lefelé vagy felfelé folytatjuk a számolást. Ekkor csak annyi lépést kell tennünk, amennyit az előző mérés óta megváltozott mérendő jel változása indokol. Azonban többnyire még ez is lassú módszer, ugyanis itt is adódhat olyan helyzet, hogy az összes (255) összehasonlítást el kell végezünk.

## 3. Kétoldali közelítés

Programozása alig bonyolultabb, az átalakítás viszont gyorsabb, mert csak nyolc lépésből áll egy mérés, tehát a lépések száma nem függ a mérendő jel nagyságától. Nullázzuk a DAC-ot. A legmagasabb bitet (D7) állítsuk magasra: DAC = DAC OR 128. Ha a komparátor átbillent, akkor már túléptük a mérendő jel nagyságát, töröljük tehát a kérdéses bitet: DAC = DAC AND NOT 128. Ezután a második legmagasabb bitet (D6) kapcsoljuk be, tehát DAC = DAC OR 64. A komparátor kimenetét ismét megvizsgálva, ha az alacsony, akkor így hagyjuk a D6-ot, ha magas, akkor töröljük (DAC = DAC AND NOT 64). A harmadik lépésben D5-tel (32), a negyedik lépésben D4-gyel (16)... stb. értelemszerűen végig, ugyanígy. Nyolc lépésben, bitenként eljuthatunk D7-től D0-ig. Az 1/2, 1/4, 1/8...1/256 értékek kombinációival határoljuk be a mérendő jel



1. ábra

nagyságát. A mérési eredmény természetesen itt is a DAC bemenetén levő végső kombináció, amely a leírtak értelmében tiszta bináris formában áll rendelkezésre. (Ezt az általánosan elterjedt módszert nevezik fokozatos közelítésnek; idegen kifejezéssel szukcesszív approximációnak is.)

## A kapcsolás

Az A/D teljes kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. A DAC-ot a legelterjedtebb, „R-2R” ellenállás-hálózattal valósítottam meg. Ennek előnye többek között az, hogy csak kétféle ellenállásértéket kell használnunk. Érdemes ide kis tűrésű példányokat beszerezni, mert az értékeltérések döntően befolyásolják az átalakító linearitását. (Elvileg 0,5%-osnál jobb ellenállásokból kell felépíteni a „létrát”. Ha nincsenek ilyenek, akkor sok példányból válogassuk ki a minél kisebb eltérést mutató, ráadásul az 1:2 aránynak legjobban megfelelő egyedeket!)

A 74HCT373 ebben a beállításban csak mint nyolc meghajtó szerepel. Kimenetei korrektebb L-H szinteket adnak, mint a printerport, és a saját tápfeszültség miatt stabilabbak is. Az ellenállás-hálózatot azért építettük fel ilyen nagy értékű tagokból, hogy elhanyagolható legyen a meghajtók kimeneti ellenállása. A bemeneti 10 kΩ-ok csak a számítógép védelmét szolgálják, különösebb szerepük nincs.

A printerport kimenetére (általában 278H; LPT1) írt bájtoknak az A ponton analóg feszültségként meg kell jelennie (névlegesen 0...2,55 V). Ezt hasonlítják majd össze az analóg bemenetek jeleivel a komparátorként üzemelő műveleti erősítők.

Az LM324 négy egységet tartalmaz, a porton is található négy bemenet (sőt több is), tehát így lehet a közös DAC-cal négy különböző analóg jelet

### Alkatrészjegyzék

#### Ellenállás:

- 4 db 100 Ω
- 1 db 1 kΩ\*
- 8 db 10 kΩ
- 8 db 110 kΩ/1%  
vagy jobb\*
- 13 db 220 kΩ/1%  
vagy jobb\*
- 4 db 1 MΩ

#### Kondenzátor:

- 6 db 100 nF

#### Félvezető:

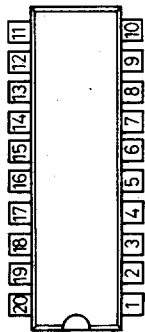
- 1 db 1N4001
- 1 db 7805
- 1 db LM324
- 1 db 74HCT373

#### Egyéb:

- 1 db DC csatlakozóaljzat  
(nyák-ba forr.)
- 1 db „dominó” aljzat  
(nyák-ba forr.)
- 1 db 25 pólusú CANNON  
dugasz (kábelre forr.)

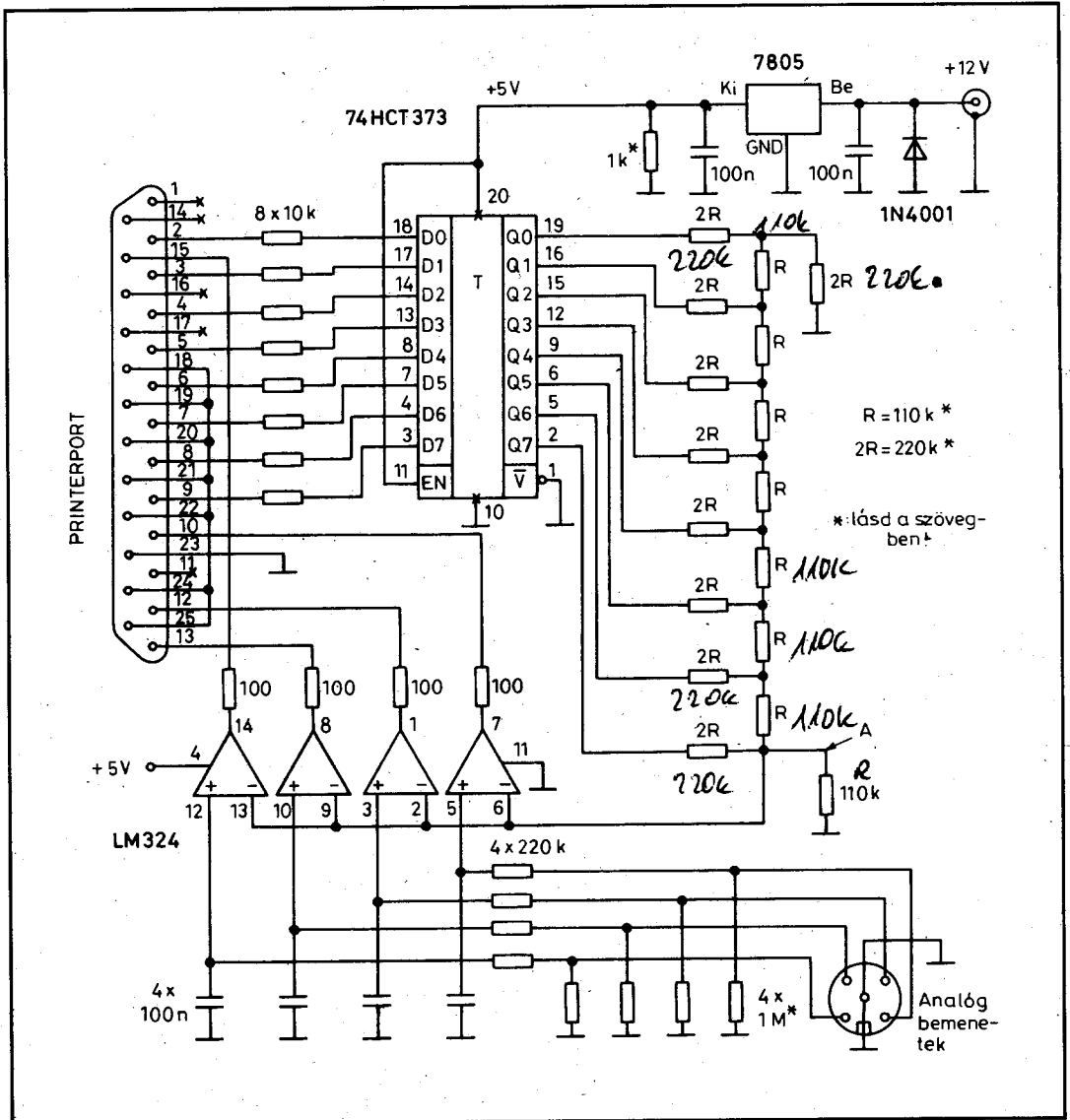
\*: lásd a szövegben

2. ábra

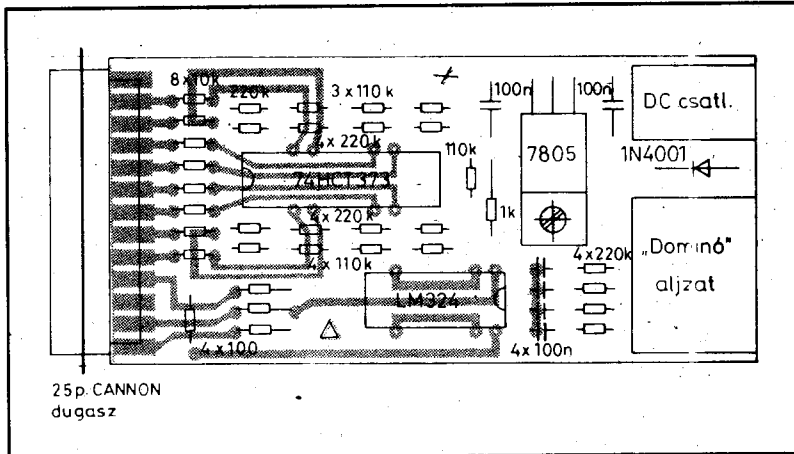


**74HCT373**

- 1: kimenetengedélyezés
- 2: kimenet
- 3: bemenet
- 4: bemenet
- 5: kimenet
- 6: kimenet
- 7: bemenet
- 8: bemenet
- 9: kimenet
- 10: GND
- 11: beírásengedélyezés
- 12: kimenet
- 13: bemenet
- 14: bemenet
- 15: kimenet
- 16: kimenet
- 17: bemenet
- 18: bemenet
- 19: kimenet
- 20: +U<sub>T</sub>



3. ábra



mérni - persze négy teljes konverziós ciklusban. A port programozásához szükséges információk:

- a kimeneti 8 bitet a DAC részére a 278H port-ra kell írni. A D0...D7 bit a 25 pólusú CANNON (SUB-D) csatlakozó 2. ... 9. pontja; ponált kimenetek,
- a négy bemeneti bit a \$279 port olvasásával érhető el. A D3, D4, D5, D6 bit rendre a csatlakozó 15., 13., 12., 10. pontja; ponált bemenetek,
- a csatlakozó 18. ... 25. kivezetése GND.

Ha valaki többet szeretne a témáról megtudni, ajánlom Sas Tibor: *Vezérlések párhuzamos porton keresztül (A Turbo Pascal kapcsolata a külvilággal)* c. könyvét.

**Megépítés, élesztés**

A kétoldalas nyomtatott áramkör a **303. oldalon**, a beültetési vázlat a **3. ábrán** található. A pa-

nel a beültetési oldalon is tartalmaz néhány vezetősávot. Ezek némi áttervezéssel huzalátkötésekkel is kiválthatók, így az A/D-t egyoldalon fóliázott panelre is felépíthetjük. Ügyeljünk rá, hogy a szerelési oldalon azokat a forrponthoz nem kell átfúrunk, amelyek közepén nincs kis fehér pont (pl. a 10 kΩ-oknál)!

Az LM324 helyett nem használhatunk TL074-et! Előbbinek ugyanis egyetlen tápfeszültség esetén be- és kimenetei csaknem a teljes negatív tápfeszültségig (itt a GND-ig) kivezérelhetők.

A csillaggal jelölt 110 kΩ-mal kalibráljuk adapterünket úgy, hogy +2,55 V-os bemeneti DC-szintű jelnél mérjen maximumot (lásd a Tesztprogram fejezetét!).

Van még egy „csillagos” ellenállás a 7805 kimenetén; ezt az esetek 99%-ában biztosan nem kell beépítenünk. Évekkel ezelőtt találkoztam olyan 78xx típusú stabilizátorokkal, amelyek kimeneti feszültsége néhány mA minimális terhelőáram nélkül nem állt be a névlegesre, annál jóval magasabb volt. Bár a készülékben az LM324 már önmagában is elegendő terhelést jelent, szükség esetén építsük be az említett ellenállást!

Az analóg bemenetekkel párhuzamos 1 MΩ-ok nem szerepelnek a panelterven; azok a forrasztási oldalon, a csatlakozóaljzat kivezéreléséhez vannak forrasztva.

A kész panel csatlakozósávjára rátoljuk a 25 pólusú CANNON dugasz forrasztási oldalát és a kivezéreléseket egyenként a megfelelő nyák-felülethez forrasztjuk. Az elmondottakat a **címlapkép** jól illusztrálja.

A tápellátásra egy 9...15 V-os egyenfeszültségű tápegység (pl. közöséges dugasztáp) alkalmas.

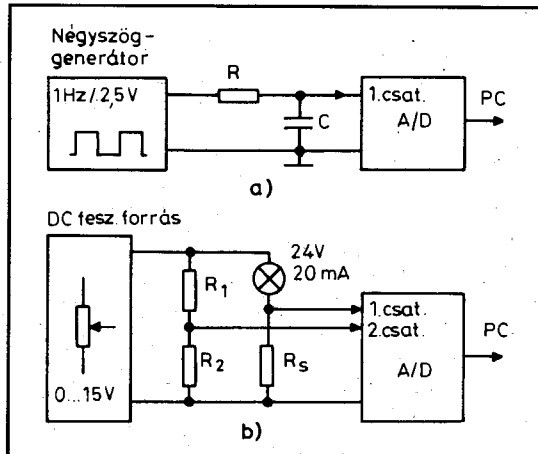
## Tesztprogram

A mellékelt listán egy rövidke Turbo Pascal program szerepel, amely csupán az alapvető működtetést illusztrálja és az egyszerűség kedvéért csak az egyik csatornát használja. A program a 3. módszer, azaz a fokozatos közelítés algoritmusát valósítja meg. Szándékosan nem törekedtem elegáns, strukturált programozási fogásokra, inkább a működés megértésére helyeztem a hangsúlyt.

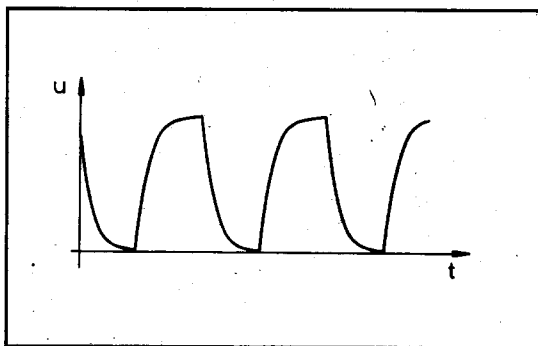
## Demópéldák

Az alábbi két mérési példa kitűnően illusztrálja az A/D-nek mind a demonstrációs/oktatási, mind a gyakorlati célokra való alkalmasságát. Természetesen e mérésekhez a programot már a felhasználónak kell megírnia.

Az adapter egyenszint vagy lassan változó jelek mérésére használható. 1 Hz körüli frekvenciájú négyszögjellel RC integráló tagot hajtottam meg (**4. a ábra**). A kondenzátor feszültségének grafikus megjelenítése az **5. ábrán** látható. Ha szeretnénk a néhány Hz-es tartományban



4. ábra



5. ábra

is mérni, akkor az átalakító analóg bemeneteinek 100 nF-jait cseréljük kisebbekre vagy hagyjuk el!

A gyakorlat számára érdekes a **4. b ábra** szerinti mérési összeállítás. Itt egy izzólámpa feszült-

Lista

```
{Analóg-digitális átalakítás kétoldali közelítéses módszerrel. }
{Csak egy bemeneten mér; példaprogram Turbo Pascal nyelven. }
{                               D/A konverter: $278 port }
{Összehasonlító komparátor kimenete: $279 port 3. bitje (15. kiv.)}
```

```
uses crt;
begin
port[$278]:= 0;

port[$278]:= port[$278] or 128; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 128;

port[$278]:= port[$278] or 64; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 64;

port[$278]:= port[$278] or 32; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 32;

port[$278]:= port[$278] or 16; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 16;

port[$278]:= port[$278] or 8; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 8;

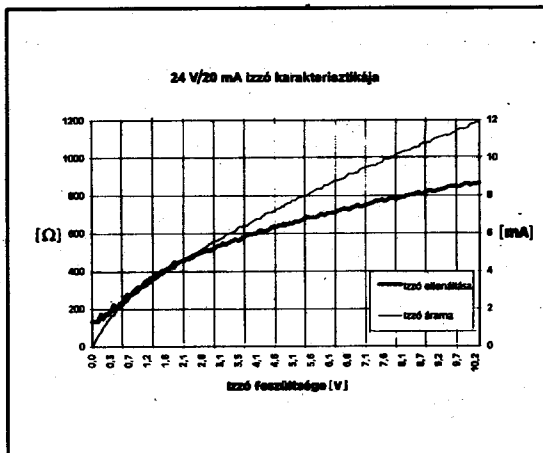
port[$278]:= port[$278] or 4; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 4;

port[$278]:= port[$278] or 2; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 2;

port[$278]:= port[$278] or 1; delay(1);
if port[$279] and 8 = 0 then port[$278]:= port[$278] and not 1;

clrscr; writeln('Amplitúdó: ',port[$278]);
end.
```

**6. ábra**



ség-ellenállás karakterisztikájának meghatározása volt a feladat. A **6. ábráról** leolvasható, hogyan változik az izzószál ellenállása a rákapcsolt feszültség függvényében. A görbe segítségével pl. egy izzólámpás stabilizálású hanggenerátor méretezésekor könnyebben meghatározhatjuk az izzó munkapontját.

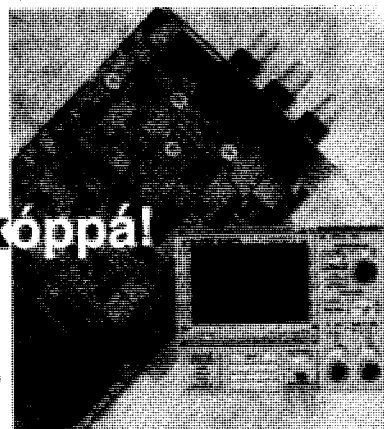
Végül megemlítem, hogy az áramkör DC feszültségű, ill. viszonylag kis frekvenciájú, szinte tetszőleges jelalak generálására – azaz D/A-nak, ill. lépcsősen közelítő függvénygenerátornak – is alkalmas, ha a komparátorsor referenciaszültségét képező (A) jelet külön kivezetjük (célszerűen egy bufferként kapcsolt OPA közbeiktatásával). Mindez csak program kérdése!

**MTA-MMSZ KFT.**

1119 Budapest, Etele út 59-61.  
Tel.: 203-4319, Fax: 203-4355  
Nyitva tartás: H-P: 8-15 ó.



## SCOPE CARD 220



### Bővítsé PC-jét digitális tárolós szköppá!

#### Számítógépbe építhető szköpkártya **Scope Card 220**

*Mikor érdemes **Scope Card 220** kártyát vásárolni?*

- ha szüksége van egy olcsó, digitális oszcilloszkópra és már van számítógépe,
- ha az Ön feladatához az oszcilloszkóp emyője túl kicsi,
- ha több csatornát (2...16) akar egy képernyőn vizsgálni,
- ha a mérést dokumentálni akarja.

Ennek a kártyának a behelyezésével PC-jét egy olyan digitális tárolós oszcilloszkóppá alakíthatja, amely rendelkezik egy igazi oszcilloszkóp teljes mérési komfortjával. A monitoron megjelenő Windows 95 alatti kezelőszervek könnyen áttekinthetőek, használatuk kényelmes és a funkciók megegyeznek a szokásos oszcilloszkóp funkcióival: vízszintes és függőleges beállítások, x-y üzem, auto setup, trigger beállítás, zoom, adatok letárolása és előhívása, nyomtatás stb.

**Főbb műszaki adatok:**

2 csatorna, fesz. bemenet 50 mV...5 V 7 lépésben, időalap 50 ns...0,5 s 22 lépésben, mintavételi sebesség 20 MS/s kártyánként 2 csatorna (sávszélesség DC...2 MHz), ISA csatlakozós rövid kártya, külső-belső trigger, tárolókapacitás 32 kB/csatorna mérőrács 8 x 10-es osztással, kurzorhasználat, 8 bites felbontás, scroll üzemmód, pre-trigger funkció, auto setup, multikártyás üzemmód.

**Forgalmazóink:**

**MTA-MMSZ Kft.**  
Üzletháza  
1075 Budapest,  
Károly krt. 13-15.  
tel.: 268-0820

**Trapéz BY Kft.**  
4400 Nyíregyháza,  
Hunyadi út 53.  
tel.: (42)404-945

**A-Z Bt.**  
6400 Kiskunhalas,  
Széchenyi u. 62.  
tel.: (77)420-552

**Daniella Kft.**  
4024 Debrecen,  
Kossuth u. 18.  
tel.: (52)412-421

**ARZENÁL '90 Kft.**  
8000 Székesfehérvár,  
Széchenyi u. 136.  
tel.: (22)327-767

**MÁL-TA Bt.**  
9700 Szombathely,  
Hadnagy u. 41.  
tel.: (94)327-604

**Etalon 2000 Kft.**  
1139 Budapest,  
Gömb u.:30.  
tel.: 350-4326

**OMEGA Kft.**  
8600 Siófok,  
Szűcs M. u. 2.  
tel.: (84)313-873

**ELDACO Kft.**  
1137 Budapest,  
Jászai Mari tér. 5.  
tel.: 349-2588

*Fizessen elő a*

# RÁDIÓTECHNIKA és a HOBBY Elektronika

Címünk: 1374 Budapest, Pf. 603.  
Tel./fax: 217-0262

*folyóiratokra!*

A szerkesztőségben regisztrált HE előfizetőknek díjmentes nyák-film melléklet.