



# HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

1519 BUDAPEST \* PF. 268. \* TEL.: 869-304 \* TELEX: 26-6151

## MIKROSZÁMÍTÓGÉPPAL VEZÉRELT MÉRŐMŰSZEREK

A szövetkezetünknel kifejlesztett **HT680X** típusú mikroszámítógép megjelenése időszerűvé teszi olyan mérőműszerek fejlesztését, amelyek perifériaként a géphez kapcsolódva, azzal együtt automatikus mérőrendszert alkotva alkalmazhatók.

Ezzel egyrészt saját műszergyártásunk bemérési és végmérési munkáiban növelhetjük az automatizált mérések arányát, másrészt a mikrogépet különböző ilyen analóg mérő-perifériákkal bővítve egy univerzálisabb rendszert tudunk eladásra kínálni. Először is a leggyakrabban mérni kívánt elektromos jellemzők közül a feszültség és a frekvencia mérését kívánjuk ilyen módon megoldani.

Ennek jegyében készülnek az alább ismertetendő feszültségmérők, amelyek elektromos és mechanikai szempontból is illeszkednek a **HT680X** mikrogép rendszerébe.

A mechanikai kivitel tekintve a mikrogép vázába betolható 1/18 vagy 2/18 modul széles előlappal szerelt fiókegységekről van szó, amelyek az áramköri bonyolultságtól függően egy vagy két szabványos méretű nyomtatott áramköri kártyát tartalmaznak.

A kártyák hátsó érintkező sávja megfelel a **HT680X** mikrogépnél bevezetett kiosztásnak; ezáltal a tápfeszültségek, a cím-, adat- és vezérlő vonalak csatlakozása biztosított. A feszültségmérő fiók előlapján csupán a mérendő feszültségek fogadására szolgáló csatlakozók találhatóak, a kezelőszerveket a mikrogép tasztatárája „helyettesíti”, a mérési eredmény pedig nem saját beépített decimális kijelzőn, hanem a mikrogéphez kapcsolódó monitor ernyőjén olvasható le, vagy más adatkiviteli egységen áll rendelkezésre.

## MIKROSZÁMÍTÓGÉPPAL VEZÉRELT FESZÜLTSGMÉRŐ

A mikrogéphez való minél könnyebb illeszthetőség döntő jelentőségű a mérőrendszer legfontosabb elemének az A/D konverternek kiválasztásában.

A jelenlegi megoldásban a számítógép 8 bites adatbuszára való közvetlen csatlakozás volt a cél, ezért itt egyértelműen a párhuzamos adatátvitel a kézenfekvő.

Abban az esetben, ha a mérő periféria és a mikrogép között nagyobb távolságot kell áthidalni, akkor a soros adatátvitel a célszerűbb. Ennek legkorszerűbb módja a száloptikás összeköttetés, ami az adatátvitel mellett galvanikus elválasztást is biztosít.

A leggyakrabban felmerülő, vagyis a hagyományos feszültségméréseknél a mérés gyorsaságára vonatkozóan különösebb sebességi igények nincsenek, ezért az integráló típusú A/D átalakító sebessége elegendő. Ez a mérési módszer néhány száz 10 ms nagyságrendű konverziós időt igényel ugyan, de éppen a hosszabb idő és az integráló jelleg miatt zavarvédeltség és pontossága jobb a többi típusénál.

A kiválasztott áramkör egy 40 lábú dual in line tokban integrált 12 bites bináris kimenetű A/D átalakító.

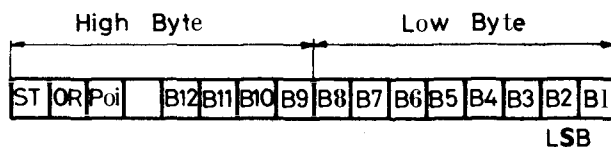
Az eszköz alapméréshatára 4,096 Volt, ami a 12 bites felbontást figyelembe véve 1 mV-os érzékenységet (LSB-t) jelent, tehát az elérhető pontosság a végkiterítés 0,0244%-a.

A mérési eredmény az A/D átalakító tri-state-es kimeneti tárolóiban áll rendelkezésre 12 bites bináris szám formájában (B1...B12).

További két bit a polarításra (POL) és a túlsorodulásra (OR=overrange) vonatkozó információt adja.

Az A/D konverzió lezajlását, ill. befejeződését egy külön STATUS kimeneten lehet detektálni. Így egy a STATUS jelből származtatott ST-bit segítségével a mikrogép számára alkalmas „MÉRÉS VÉGE” jelet állíthatunk elő.

Mivel a rendszer adatbusza 8 bites, ezért a mérési eredmény B1–B12, POL, OR, ST összesen 15 bitjét két lépésben kell kiolvasni. Az alkalmazott A/D átalakító tri-state-es adatkimenetei két byte-ban aktiválhatók a  $\overline{\text{HBEN}}$  (High Byte Enable=felső byte engedélyező) és a  $\overline{\text{LBEN}}$  (Low Byte Enable=alsó byte engedélyező) vezérlő bemenetek segítségével. A bit kiosztás az 1. ábrán látható.



1. ábra

## A feszültségmérő jellemzői

A feszültségmérő fiók 2/18 modul szélességű és két nyomtatott áramköri panelt tartalmaz.

Előlapján 8 pár egymástól független bemeneti csatlakozóval rendelkezik, tehát egyszerre 8 különböző mérési helyre csatlakoztatva a mikrogép parancsára ezek bármelyikének feszültségét meg tudja mérni.

A kívánt mérőbemenetpár, a méréshatár és az üzemmód kiválasztása tasztatúra segítségével vagy program szerint történhet.

A választható méréshatárok 4 V, 40 V, 400 V.

A lehetséges mérési üzemmódok:

- Egyenfeszültség (DC).
- AC csatolt váltakozó feszültség valódi effektív értéke (True RMS).
- DC csatolt váltakozó feszültség valódi effektív értéke (AC+DC); (ezáltal az egyenkomponens tartalmazó váltakozó feszültség valódi effektív értéke is mérhető).

A kiválasztott mérési feltételek és a mérési eredmények a mikrogéphez csatlakozó monitoron jelennek meg. A készülék jelzi a mért feszültség előjelét és az esetleges túlsordulást. Ilyenkor a méréshatár megváltoztatásával újabb mérést kell végrehajtani.

## Felépítés és működés

A feszültségmérő egység elektromos felépítése az alábbi blokkvázlaton látható (2. ábra).

Amint a címdekóder érzékeli, hogy a számítógép a feszültségmérőhöz fordult, engedélyezi, hogy az adatbuszról az általunk megadott mérési parancs (a mérési feltételek) íródjon be a készülék parancs regiszterébe.

Ezzel a parancssal vezérelve a bemeneti szelektor, a feszültségosztó és az üzemmódváltató megfelelő érintkezői (Reed relék) a mérendő jelet az A/D átalakító bemenetére kapcsolják.

Az időzítő és vezérlő logika által meghatározott ütemben, egy program szerinti vagy külső indítójel hatására lezajlik az A/D konverzió.

A program a High Byte-ot figyeli és az ST-bit segítségével állapítja meg a mérés befejeződését. Ezután egymás után kiolvassa a felső, majd az alsó byte-ot és a monitoron kiírja a mérési eredményt.

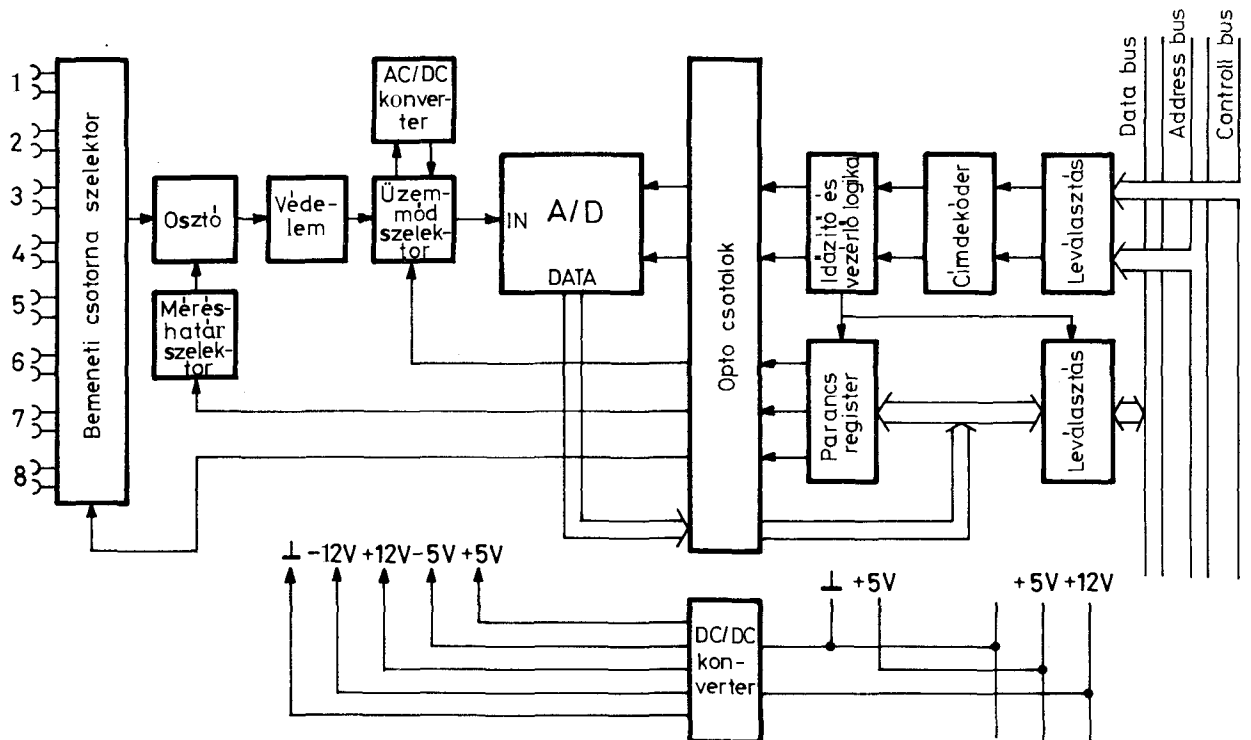
A készülék 8 független mérőbemenetpárjából egyidejűleg csak egy bemenetpár kapcsolódik a mérőrendszerre.

A bemeneti oldal földrendszere nincsen galvanikusan kapcsolatban a mikrogép tápfeszültségeivel.

A szükséges  $\pm 12$  V és  $\pm 5$  V tápfeszültségeket DC/DC konverter állítja elő a mikrogép felől kapott egyenfeszültségből, a digitális adatforgalom pedig nagysebességű optocsatolókon keresztül zajlik. Az előzőekből következően lehetőség van olyan feszültségmérésekre is, amikor a készülék bemeneti LOW és HIGH pontja is földtől eltérő potenciálon van.

A bemeneti osztó értéke 10 MOhm. Nem megfelelő méréshatár beállítása esetén diódás védelem korlátozza a fellépő túlfeszültséget.

A készülékben egy-chip-es AC/DC konverter került alkalmazásra, amely nem-szinuszos és egyenfeszültsé-



2. ábra

ségű komponens tartalmazó jelek esetén is a valódi effektív értéknek megfelelő kimeneti egyenfeszültséget szolgáltat. Egyenfeszültségre szuperponált váltófeszültség esetén tehát kétféleképpen mérhetünk; AC csatolással csak a váltókomponens, DC csatolással a teljes jel valódi effektív értékét kapjuk.

## MINTAVÉTELES (SAMPLING) VIDEO SZINTMÉRŐ

Szövetkezetünk profiljából adódóan jelentős igény van videojelek mérésére (ami csak mintavételes módszerrel lehetséges).

Tervezzük egy mintavételes feszültségmérő kísérleti példányának elkészítését, amely szintén 2/18 modul széles előlappal szerelt fiókban két szabványos méretű nyomtatott áramkörti kártyát tartalmaz.

Az egyik panelon a video erősítők, a bemeneti szelektor áramkörei, a szintrögzítő (clamber) és a mintavevő tartó áramkör (S/H) helyezkedik el, a másikon a digitális vezérlő, időzítő és analóg digitális átalakító áramkörök, valamint a mikroszámítógéppel való kapcsolatot biztosító illesztő egységek.

A mintavételes video szintmérő mikrogéppel való kapcsolata, együttműködése hasonló az előzőekben vázolt feszültségmérő fiókéhoz.

A készülék 6 független video bemenettel rendelkezik. Ezek közül 3 db 75 Ohmos, max. 2,5 V<sub>pp</sub> videojelet képes fogadni. A másik három bemenet nagyimpedanciás (max. 25 V<sub>pp</sub>, 1 MOhm), és 10 MOhm-os mérőfejjel 250 V<sub>pp</sub> feszültség mérését teszi lehetővé.

A méréshez külső vezérlőjelekre is szükség van, ezeket a szövetkezetünknel gyártott TV sorszelektor szolgáltatja. A LINE GATE jel segítségével a sorszelektoron beállított (sorszámú) TV-sorban tudunk mérni, a SAMPLE (VAR TRIG) jel pedig a soron belül eltolható mintavételi impulzus helyét határozza meg.

### Elméleti alapok

Ennél a készüléknél az előzőhöz képest új követelmény a mintavételes mérési elv alkalmazása.

Mintavevő-tartó áramköröket széles körben használnak analóg jeleket feldolgozó és digitalizáló rendszerekben, ahol néhány mikroszekundumtól néhány percig terjedő ideig kell analóg feszültséget pontosan tárolni. Alkalmazzák például adatgyűjtő rendszerekben, idő függvényében változó jelek letapogatására, A/D konverterek előtétjeként, mintavételes oszcilloszkópokban, digitális voltmérőkben, analóg számítógépekben.

A mintavevők működési elve egyszerű, de alkalmazásuk során számos probléma merül fel; különösen nagy sebességi és pontossági igény esetén kíván körütekintő tervezést.

Hogy a megoldandó feladathoz legalkalmasabb áramkört válasszuk és azt helyesen alkalmazzuk jól meg kell ismerni a tervezés és a működés legapróbb részleteit.

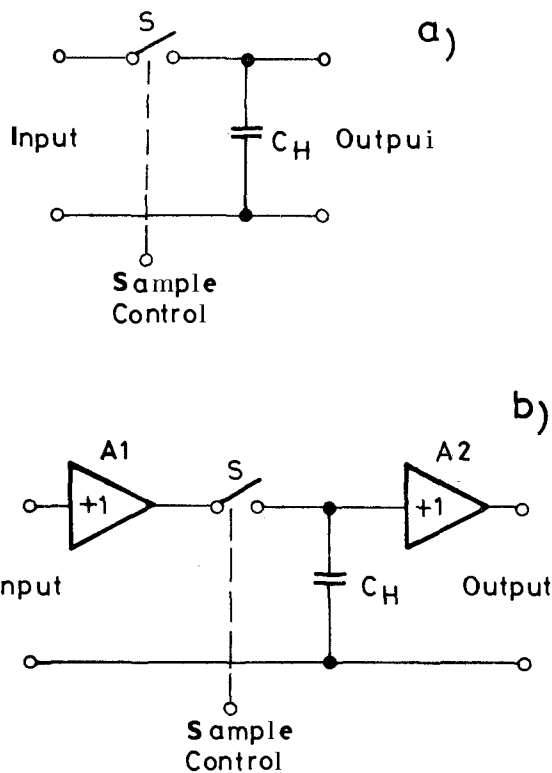
A mintavevő-tartó áramkör (Sample-hold, S/H) tulajdonképpen egy „feszültséget tároló memória”, amely az adott feszültséget jó minőségű kondenzá-

torban tárolja. Az áramkör mintát vesz egy feszültségből és azután megszabott időre „befagyasztja”, hogy más egységek feldolgozhassák.

A 3/a ábra a mintavevő áramkör elvi felépítését mutatja. A mintavevő kondenzátor ( $C_H$ ) az elektronikus kapcsoló (S) zárásakor a bemeneti feszültségre töltődik fel. A kapcsoló nyitott helyzetében a kondenzátor ezt a töltést, vagyis a kívánt feszültséget meghatározott ideig megtartja.

Az áramkör három ponton kapcsolódik környezetéhez, ezek az analóg bemenet, analóg kimenet és a mintavételt vezérlő bemenet.

A 3/b ábra egy gyakorlatban használatos elrendezést mutat bemeneti (A1) és kimeneti buffer erősítővel (A2) és kapcsoló meghajtó áramkörrel. A mintavételezést vezérlő bemenet a mintavételezés időtartamára (sample mode) zárja a kapcsolót tartási üzemmódban (hold mode) pedig nyitva tartja.



3. ábra

A sample-hold áramkörök bemenetén leggyakrabban nagy bemeneti impedanciájú (FET-es) buffert találunk, mert a meghajtó forrás általában nem terhelhető. Az S/H kimenete kisimpedanciás, hogy A/D konverter bemenetét meg tudjon hajtani, de a kimeneti buffer bemenő impedanciája nagy, és nagyon kicsi bemeneti nyugalmi áram engedhető meg, hogy a tárolókondenzátor töltése ne szívárognon el túl gyorsan. Gyors kapcsoló szükséges, kísértékű kikapcsolási szívárgó árammal.

A tároló kondenzátor pontos S/H áramköröknél kulcsszerepet játszik. Bizonyos kondenzátor típusok közel ideális energiatárolónak tekinthetők. Rendkívül alacsony a szívárgási áramuk, azaz nagyon nagy

az ekvivalens parallel rezisztenciájuk. Ez az úgynevezett szigetelési ellenállás — MOhm — mikrofaraad dimenziójú ; vagyis az egymikrofaraados kondenzátor párhuzamos veszteségi ellenállása — értéke egyenlő a kondenzátor másodpercekben kifejezett önkisülési időállandójával.

Más kapacitásértékekre a parallel ellenállás úgy számítható ki, hogy a szigetelési ellenállás MOhm-mikrofaraadban kifejezett értékét elosztják a mikrofaraadban kifejezett kapacitással.

Mivel a parallel ellenállás kis kapacitás esetén nagyon nagyra adódna, ezért a legtöbb gyártó egy maximális értéket ad meg, ami általában a szigetelési ellenállás kétszerese. Ez csak azt jelenti, hogy a parallel ellenállás értékét a gyártók nem mérik vagy nem garantálják, pedig lehet, hogy megegyezik a számított értékkel.

Az önkisülési időállandó az az idő, ami alatt a magára hagyott kondenzátor feszültsége a kezdőérték 36,8%-ára csökken. A Sample-hold áramkörökben használt jóminőségű kondenzátorok szigetelési ellenállása  $10^6$  MOhm-mikrofaraad nagyságrendű, ami egymillió szekundumos önkisülési időállandónak felel meg (11 és fél nap). Ez 1%-os csökkenést jelent 3 óra alatt. A szigetelési ellenállás azonban a hőmérséklet növekedésével rohamosan csökken — exponenciálisan.

Egy másik paraméter, ami a kondenzátorban tárolt feszültség pontosságát befolyásolja, a dielektromos abszorpció. Ha egy adott feszültségre feltöltött kondenzátort rövidrezárva kisütünk és utána kapcsait szabadon hagyjuk, akkor feszültsége nullától az eredeti feszültség irányába mászik. Ez az „emlékező” tulajdonság abból származik, hogy a dielektrikum nem polarizálódik pillanatszerűen — bizonyos időre van szükség, hogy az elemi dipólusok beálljanak az elektromos erőter irányába. Emiatt a feltöltött kondenzátorban tárolt energia gyors kisütéssel nem nyerhető vissza teljes egészében.

A dielektromos abszorpció mérésének egyik módja, hogy az 5 percen át töltött kondenzátort 5 Ohmon keresztül 5 másodpercig kisütik, majd szabadon hagyják, és újabb 5 perc múlva megméri a rajta levő feszültséget. A mért feszültség és az eredeti feszültség aránya százalékban kifejezve a dielektromos abszorpciót adja.

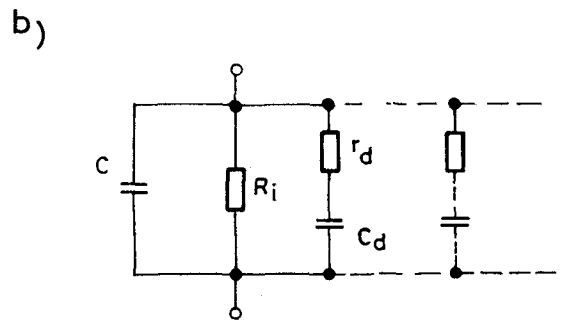
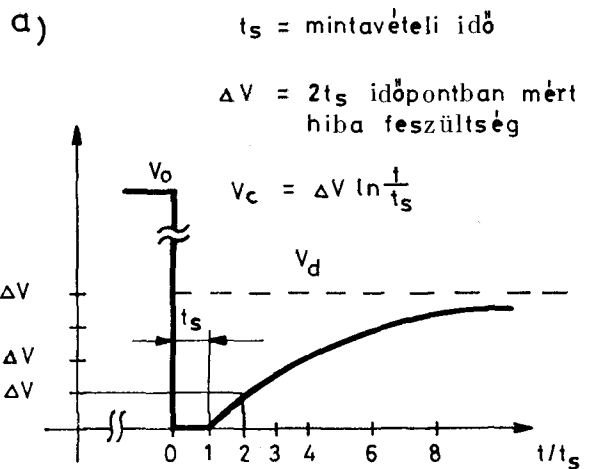
Annak ellenére, hogy a mintavevő-tartó áramkörök időadatai általában sokkal rövidebbek 5 percnél, ezt a hibaforrást nem szabad figyelmen kívül hagyni.

A 4/a ábra a dielektromos abszorpció okozta hiba jellegét a 4/b ábra az azt modellező helyettesítő kapcsolást mutatja.

Az  $R_i$  a szigetelési ellenállás,  $C$  egy ideális kondenzátort,  $r_d$  és  $c_d$  pedig a dielektromos abszorpciót helyettesítő elemek. (Pontosabb modellezés további parallel  $r_d$ — $c_d$  tagokkal lehetséges.)

A feltöltött  $C$  kondenzátor gyors kisütése után a nagyidőállandós  $r_d$ — $c_d$  tag által meghatározott sebességgel  $c_d$  töltésének egy része  $C$ -be kerül át, ami hibafeszültségeként jelentkezik.

Műszerünkben a mintavételi impulzus szélessége 1—2  $\mu$ s; ezalatt kell a bejövő jel „pillanatértékére” feltölteni a Sample/Hold áramkör tároló kondenzá-



4. ábra

torát. A kondenzátorban tárolt töltés (feszültség) észrevehetően nem csökkenhet mindaddig, amíg a mintavevő/tartó áramkör kimenetére csatlakozó analóg-digitális átalakító ezt mintavételezi saját konverziós idejének megfelelően (20  $\mu$ s).

Az integrált Sample + Hold áramkör tartalmazza a kondenzátort meghajtó nagy bemeneti ellenállású buffer erősítőt a kimeneti követő erősítőt és a kívülről TTL szinttel vezérelhető analóg mintavevő kapcsolót.

Az alkalmazás kényes pontja a tároló kapacitásvizvárgási áramának minimális értékben tartása.

Ezt az analóg kapcsoló szivárgása, a követő erősítő bemenő árama és a kondenzátor saját szigetelési ellenállása befolyásolja. A választott áramkör szivárgási árama 10 pA nagyságrendű, kedvezően kis érték.

A nyomtatott áramkör tervezésekor a kondenzátor melegtartóját — a közel eső, eltérő potenciálú fémrészek felé való szivárgás megakadályozására — az S/H kimenetére csatlakozó fóliával veszik körül. A rövid idejű mintavételezés (vagyis a kondenzátor gyors feltöltése), utána pedig a felhalmozott töltés lehetőség szerinti hosszú ideig való tárolása ellentétes követelményeket jelent.

Vagyis a kapacitás elegendően kicsi legyen a gyors feltöltés és elég nagy a lassú kisülés érdekében. A kondenzátor anyagának megválasztásakor a saját dielektrikum nagy szigetelési ellenállása és a mintavételezett feszültség pontos tartását befolyásoló dielektromos abszorpció kis értéke a legfontosabb tényezők.

Ebből a szempontból a polisztirol és a teflon dielektronikum a legalkalmasabb.

Az S/H kimenete egy aránylag gyors analóg-digítális átalakítóra csatlakozik. Az A/D konverter 10 bites, szukcesszív appróximációs elven működik, garantált legrövidebb konverziós ideje 20  $\mu$ sec.

A 2,5 V-os alap-méréshatárnak és a 10 bites felbontásnak megfelelően 2,5 mV körüli érzékenység érhető el; a mérés határ 0,1%-a.

**Felépítés és működés**

A mintavételes video szintmérő blokkvázlata az 5. ábrán látható.

A mikroszámítógép adatbuszáról érkező parancs által kiválasztott bemenet jele a bemeneti BNC csatlakozón keresztül — nagyimpedanciás bemenet esetén feszültségosztás után — videoerősítőre majd egy szintrögzítő fokozatra kerül, amely a pozitív menetű összetett videojel legnegatívabb szintjét — a sor-szinkronjelet — a 0 szinten rögzíti. Ezáltal minden mérhető feszültségérték pozitív lesz és így unipoláris üzemmódban kihasználható az A/D konverter 10 bites felbontása.

A külső sorszelektorról érkező LINE GATE (sor-kapuzó) jel a kiválasztott TV-sor elején indítja a clamper jelet adó monostabil multivibrátort, a soron belüli mérési pozíciót megadó VAR TRIG (változtatható indítás) jel pedig a mintavevő jelet adó monostabilt.

Az előbb említett mikrogépes parancsra készenléti állapotba került vezérlő logika a mintavevő jel hatására START jelet ad az A/D konverzió indítására.

A konverzió végét az A/D átalakító STATUS kimenete jelzi és beállítja a mikrogép által figyelt ST (MÉRÉS VÉGE) bitet.

Az A/D konverter kimeneti latch-eiben rendelkezésre álló mérési eredmény két lépésben olvasható ki a mikrogép nyolcbites adatbuszán keresztül.

Elektronikus számlálók és időzítők fogalmán manapság egyre ritkább esetekben értünk egyszerű kapuvezérelt számláló áramköröket. A modern „Counter”-ek a mikroprocesszorok bevezetésével sokfajta komplikált mérést valósítanak meg.

Az 1950-es évekhez képest, amikor a frekvencia mérés 10 MHz-ig az időintervallum mérés határa 100  $\mu$ s nagyságrendbe esett, napjainkban 30 GHz és 30 ps-nál tartunk. Jellemzően a 30 ps olyan időszak, melyben a fény 10 mm-t tesz meg. Speciális számláló eljárások alkalmazásával a mérési pontosság 0,001 ppm-re emelkedett, ezáltal az 1 GHz-es jelet 1 Hz pontosságra lehet felbontani.

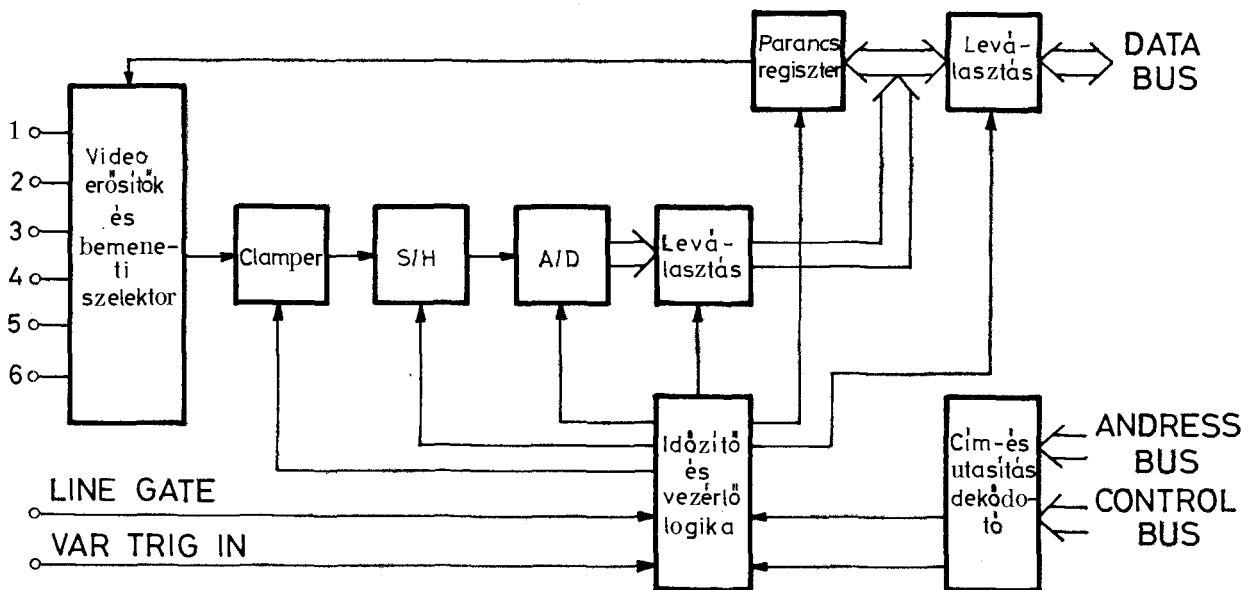
A közvetlen számlálási eljárás felső határa jelenleg 500 és 1000 MHz között van. Az ipari híradástechnikában egyre jobban növekszik a mikrohullámú tartományban végzendő mérések iránti igény. A frekvencia mérők nagy része már a mikrohullámú tartományban is mér, ezért érintjük e mérési módszereket.

Hogy a mikrohullámú jeleket ténylegesen fel lehessen használni, a közvetlen számlálási tartományba kell átalakítani. A két leggyakoribb konverziós eljárás a szuperpozíciós elv, amit „heterodyn conversion”-nak is neveznek, valamint a „transfer oscillator conversion” eljárás.

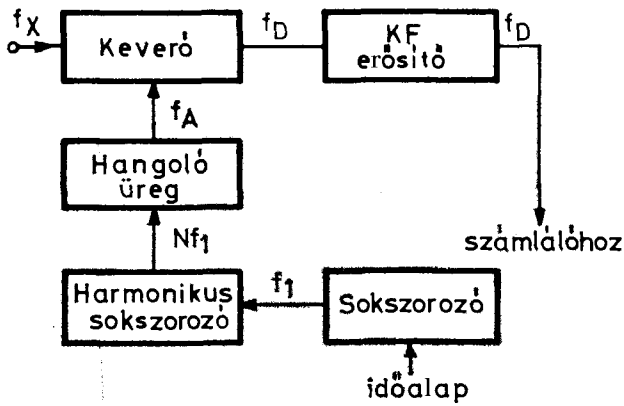
A 6. ábra blokkvázlata láthatjuk a heterodyn rendszerű konverter felépítését.

Az  $f_x$  ismeretlen frekvenciát a heterodyn eljárásnál egy pontosan ismert  $f_A$  frekvenciával keverjük úgy, hogy a keletkező közép vagy különbségi frekvencia  $f_D$  a számláló mérési tartományán belül legyen. A számlálóban a különbségi frekvenciát mérjük, és az  $f_A$  vonatkoztatási frekvenciához digitálisan hozzáadjuk. A kijelzés ekkor pontosan megfelel az  $f_x$  ismeretlen frekvenciának.

A mikrohullámú jelek letranszponálásának másik módja — mint azt már említettük — a transfer osz-

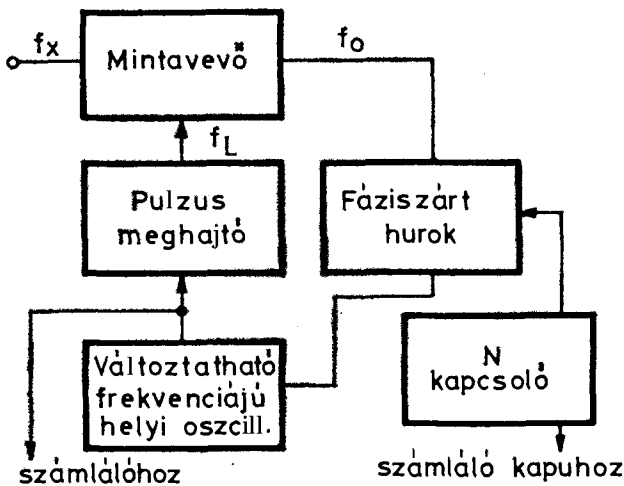


5. ábra



6. ábra

cillátor módszer. Felépítése a 7. ábrán látható. Itt az ismeretlen frekvenciát nem keverjük egy ismerttel, hanem egy VCO ( $f_L$ ) harmonikusaival hasonlítjuk össze. Egy PLL hurkon keresztül a VCO-t úgy vezéreljük, hogy az ismeretlen frekvencia egy  $N$  egész számú többszöröse legyen az  $f_L$ -nek.



7. ábra

Az oszcillátor frekvenciája  $N$  helyes megválasztásakor a számláló frekvencia tartományában van, és közvetlenül mérhető. Az  $f_x$  helyes kijelzéséhez az  $f_L$  és az  $N$  digitális szorzása szükséges. Ez a folyamat teljesen automatizáltan is megoldható.

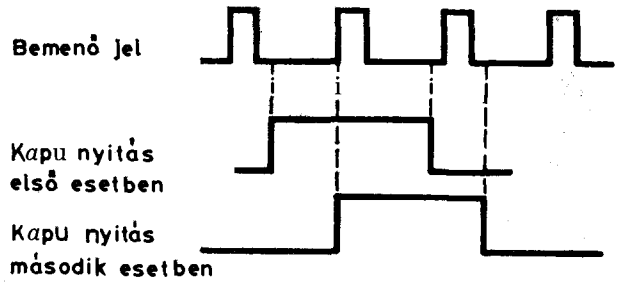
A heterodyn konverterek előnyei a jelentősebb pontosságban és a jobb felbontásban mutatkoznak, míg a transzfer oszcillátorok szélesebb sávúak és érzékenyebbek.

#### Mérési hibák

A legjelentősebb hibaforrások az időalap és a trigger, valamint az időalap és a kapuzárási idő közötti inkoherencia (8. ábra). A kapu-idő és a mérendő frekvencia közötti fáziseltolódás miatt a mérési eredmények különbözőek lehetnek.

Ha a kapu nyitási időpontját a mérőjellel indítjuk, alacsony frekvenciák mérésénél ez a hiba jelentősen csökken.

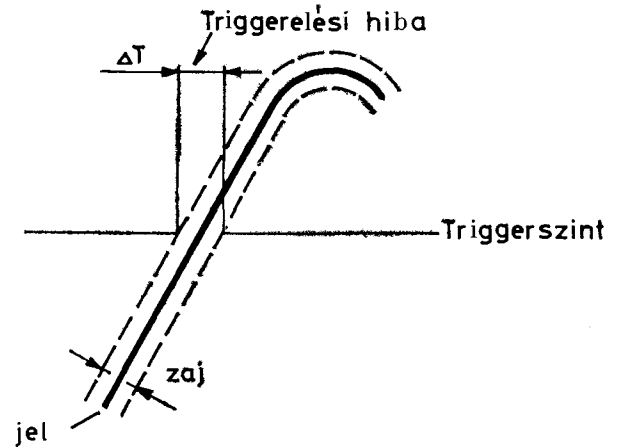
Nagyobb frekvenciás jeleknél azonban a főkapun és a triggeren levő késleltetési idők a „ $\pm 1$  count” hibára való csökkentést tönkreteszik.



8. ábra

A legtöbb számlálót gyártó cég alacsony frekvenciák méréséhez a pontosabb eljárást, a reciprok számlálási módszert választja. Ebben az üzemmódban a mérési értéket a jel periódus idejéből származtatjuk. Periódus idő méréskor a relatív hiba az időalap periódusától függ. Az időalap hibája természetesen a mérésben rögtön jelentkezik. A környezeti hőmérséklet, az öregedési fok, a rövid idejű stabilitás, tápfeszültségfüggés a legfontosabb kritériumai az időalap jószágának.

Indítási hiba. Főképpen a mérendő jel zajszintjétől és a jelfeszültség felütési idejétől függ, mint azt a 9. ábrán láthatjuk.



9. ábra

Az indítási hiba nagyságát érzékeltetik a következő adatok: egy 1 kHz-es jel jel/zaj viszonya legyen 40 dB, ekkor a legrosszabb esetben a hiba az indításnál  $3,2 \times 10^{-6}$ , azaz 3,2  $\mu$ s periódusmérés esetén.

A teljes hiba csökkentése

Az  $F$  teljes hiba, amely az előzőleg leírt részhibákból adódik, frekvencia és periódus mérésnél könnyen meghatározható.

Frekvencia mérésnél

$$F_f = \pm 1 \text{ digit} \pm \text{időalaphiba.}$$

Periódus mérés

$$F_p = \pm 1 \text{ digit} \pm \text{időalaphiba} \pm \text{indítási hiba (n periódus)}$$

$$F_p = (\pm 1 \text{ digit} \pm \text{indítási hiba}) \cdot n^{-1} \pm \text{időalaphiba}$$

Az indítási hiba frekvencia mérésnél nem fordul elő, mivel a mérési eredmény csak a jel periódusainak összegétől függ, periódus mérésnél pedig magától a periódusok pontos szélességétől.  $F_p$  az  $n$  periódusra vonatkoztatott középértékképzéssel  $n^{-1}$ -es faktorral csökken.

A technológiai fejlődés hatására jelenleg a multiméterek és frekvencia mérők esetében is az egy chip-es megoldások terjedése jellemző.

Az egy chip-es technikának olyan előnyei vannak, amit a műszer-gyártók nem hagyhatnak figyelmen kívül.

Többek között:

- A kisebb alkatrész szám miatt növekszik a megbízhatóság, mivel a megbízhatóság az összekötések számától nagymértékben függ. Egy összetett LSI chip megbízhatósága csak háromszor-négyszer kevesebb, mint egy egyszerűbb integrált áramköré, így a végtermék teljes megbízhatósága nagymértékben megnövekszik, ha a tervező a diszkrét vagy több chip-es megvalósítás helyett az egy chip-es megoldást választja.
- Az a sok probléma, mely több chip-es műszereknél az egyes chip-ek összekapcsolásakor, illesztésekor fennáll, az egy chip-es megvalósításban nem jelentkezik.
- Alacsony tömegár.

- Alacsonyabb anyagárak.
- Az egységnyi gyártási költségére eső teljesítőképesség nagyobb.
- Jobb hatásfokú energiafelhasználás (ráadásul a kisebb melegedés fokozza a megbízhatóságot).
- Egyszerűbb üzemeltetési körülmények (szerviz, hitelesítés stb.).
- Nagyobb termék uniformizálás.

A műszergyártóknak jó tudni, hogy mit terveznek a nagy chipgyártó cégek.

- Várható olyan olcsó inverter chip-ek megjelenése, amelyek +5 V és -5 V közötti lápfeszültségeket biztosítanak 98% hatásfokkal. Ezek kettős polaritású tápfeszültséget igénylő műszerek tápellátását biztosítják egy egyszerű logikai hálózatot ellátó egypolaritású lápforrásból.
- Bizonyos három, esetleg több chip-es összeállítások egy chip-es megvalósítása.
- Energiahatékony CMOS áramkörök elterjedése.
- A fogyasztói készülékekben használt ún. custom chip-ek bevezetése különböző típusú nagy skálában készült műszerekbe (az automatikai alkalmazások jelentik a legígéretesebb piacot).
- További szolgáltatások megjelenése az egyszerűbb chip-eknél is pl. alacsony telepfeszültség kijelzése, automatikus méréshatár-váltás stb.
- Továbbfejlesztett digitális óra chip-ek megjelenése, amelyek, mintegy orvosi műszerként vérnyomást pulzusszámot és más jellemzőket mérnek.

A felsorolt szempontokat figyelembe véve frekvenciamérőnk egy chipben megvalósított univerzális counter, ill. frekvenciamérőből kiindulva terveztük

(saját) frekvencia mérése. 10 MHz-es vagy 1 MHz-es kristály szükséges az időalap számára.

A periódus és az idő intervallum mérésnél a 10 MHz-es időalap 0,1  $\mu$ s felbontást ad. Frekvenciamérés üzemmódban a kapuidők 10 ms, 100 ms, 1 s és 10 s között választhatók. Mind az üzemmód, mind a méréshatár bemenet multiplexelt. 10 s kapuidőnél a felbontás 0,1 Hz.

A kijelzők 500 Hz-es frekvenciával és 12,5%-os ki-töltéssel multiplexeitek.

Lényegesebb be- és kimenetei:

Display off: üzemmódban a szegmens és digit driver kimenetek szabadok. A felvett tápáram ilyenkor 1,5 mA.

1 MHz select: akkor használjuk, ha az időalap kristályt 1 MHz-re választjuk.

External oscillator Enable: Külső oszcillátor engedélyezés.

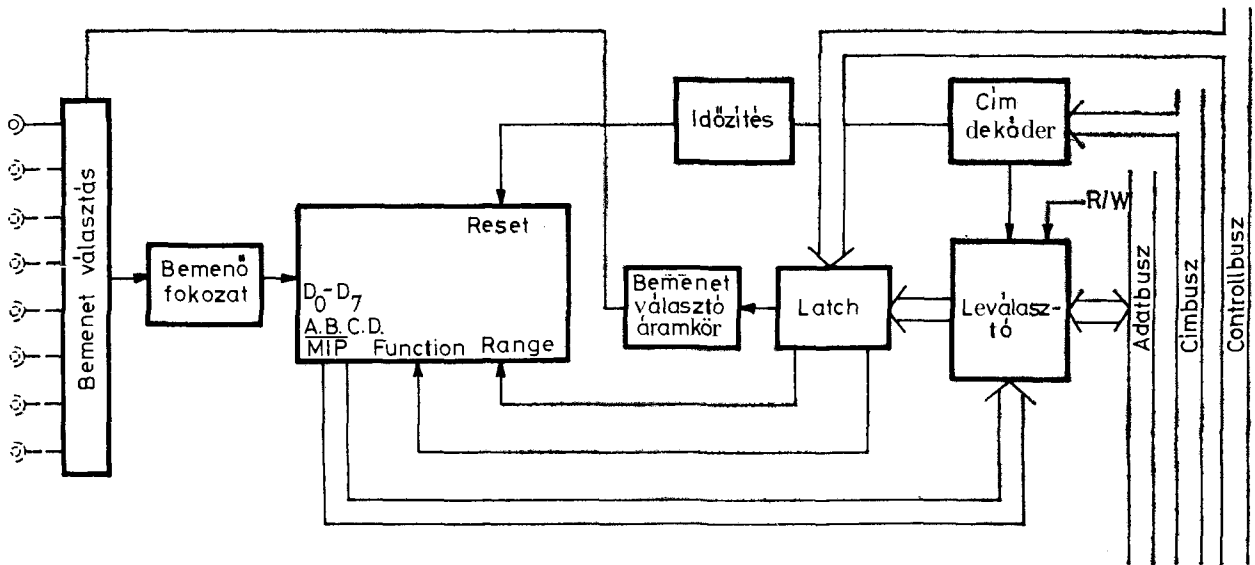
External Decimal Point Enable: külső tizedesponit engedélyezés.

Ezeket kívül, üzemmód, méréshatár választó bemenetek, valamint Reset és Hold bemenetek a lényegesebbek.

Az univerzális counter chip lényegesebb tulajdonságai után, a kijelző nélküli, mikroprocesszor részeként működő egységet ismertetjük, melyet a HT680X-hez építettünk fel.

Blokkismája a 10. ábrán látható.

A címzés után, ha a frekvenciamérő dekódolta a saját címét a kérésülék az adatbuszról a következő  $\Phi_2$  órajelre az adatbuszról beveszi a parancsot (Function, range, bemenet).



10. ábra

meg, mely tartalmazza: nagyfrekvenciás oszcillátort, dekadikus időalap számlálót, 8 dekadós adatszámológót és latcheket, 7 szegmenses dekódert, digit multiplexert, szegmens és digit meghajtókat. A számláló bemenet 10 MHz-es frekvencia és egység számláló üzemmódban és 2 MHz-es más üzemmódokban. Az összes bemenet digitális.

Az üzemmódjai: frekvencia, periódus, frekvencia arány, idő intervallum, egység számlálás, oszcillátor

A frekvenciamérő ekkor egy Reset jelet kap, mely új mérési ciklus indítását biztosítja.

Az adat kimeneten a multiplex jelet (digit pörgető és digit érték) kódoltuk, így kevesebb vezeték szükséges. A pörgetett jeltől, a mikrogép állítja össze az értékelhető adatokat. Azt, hogy mikor kezdje az adatok kiolvasását a MIP (Meas in progress) jeltől tudja meg.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

1. EDN 1980. június 5. Technology News.
2. Elektronische Zähler und Times. Elektronik Schau 1980. 5. szám.
3. INTERSIL: Data Acquisition and Conversion Handbook 1980.

Máhr Péter

Dévényi Péter

Bármely alkalmazástechnikai, vagy kereskedelmi problémában a HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET Kereskedelmi és Vállalkozási Főosztálya készséggel áll vásárlóink rendelkezésére.



HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET