

Egy kísérleti automatikus mérőrendszer videocsatornák vizsgálatára

STEFLEER SÁNDOR
Posta Kísérleti Intézet

Távközlési csatornákon általában azon földfelszíni, földalatti, tengeralatti, vagy az űrben haladó (műholdakon keresztül menő) jelátviteli láncokat értjük, melyek beszéd (zene), kép vagy adat jellegű információk átvitelére szolgálnak. Ezek lehetnek:

- globális (az egész Földet behálózó),
- interkontinentális (földrészeket összekötő),
- regionális (néhány kisebb-nagyobb országot ellátó),
- nemzetközi (országok közti),
- nemzeti (egy ország területét ellátó)

méretűek. A hazai viszonyoknál maradva, megkülönböztetünk:

- gerinchálózatot (mely sugaras és/vagy szövevényes rendszerben a gócpontokat köti össze),
- helyi hálózatot (mely egy-egy település helyi forgalmát bonyolítja le valamilyen rendszerben).

A csatornák száma minden típusú hálózatban egyre növekszik, ahogyan az ipari, mezőgazdasági, vagy szolgáltató intézmények száma, vagy az általuk ellátott feladatok típusa változik.

Az új jelátviteli elvek (pl. a PCM technika, a nagysebességű adatátvitel, a 10 GHz feletti mikrohullámú rendszerek, vagy a különböző rendkívül összetett műholdas modulációs rendszerek) rendszerint igen bonyolult és nagysebességű mérés technikát követelnek meg, melyek sok és bonyolult mérőeszközök használatát igénylik.

Nyilvánvaló ezek után, hogy megérett az idő a korszerű, automatikus mérés technika bevezetésére a távközlés területén is. Elsősorban a nagy gócpontok – ahol nagymennyiségű és sokféle információátviteli csatorna fut össze – igényelnek kapcsoló eszközök vezérlésére, a csatornák üzemképességének, illetve minőségének figyelésére automatikus, többnyire számítógép-vezérlésű rendszereket. Ezek a belső tulajdonságaik révén – a mérésvezérlési funkciókon túlmenően adatgyűjtési, naplózási, statisztikai feladatokat is elláthatnak [1]. Mivel a számítógépek mérete és ára egyre csökken, teljesítőképességük viszont nő, alkalmazásuk nem csak központi helyeken, hanem kisebb állomásokra kihelyezve, sőt egyedi mérő-

készülékekbe beépítve is általános már. Ez az ún. „kihelyezett intelligencia” az egészen kis hálózatokban, laboratóriumi, sőt üzemi mérőműszerekbe építve is előfordul.

Milyen jellegű mérési feladatok megoldását kell az automata rendszernek (az információ típusától függetlenül) ellátnia?

1. Üzemviteli mérések: azaz a távközlési csatornát üzemeltető szerv által előírt, periodikusan ismétlődő mérések a berendezések jó állapotának, illetve a hírközlés zavartalanságának ellenőrzésére.

Ezekből a mérésekből az üzemeltető szolgálat széles körű statisztikai adatokat is kaphat, amelyet mind a saját szervhálózatának célszerű kiépítésére, mind pedig a berendezégyártók tájékoztatására előnyösen fel lehet használni. A mérések ideje és programja kötött.

2. Hibakeresés/elhárítási mérések: abban különbözik az üzemviteli mérésektől, hogy rendszertelen időközökben jelentkeznek, csak bizonyos paraméterekre terjednek ki és időtartamuk sem előre tervezhető, hanem a végrehajtott beavatkozások igazolására szolgálva lehet hosszabb vagy rövidebb.

3. Kutatás/fejlesztés célú mérések: rendszerint a laboratóriumokban folynak, de gyakran a telepített rendszernél is, igen változó mérési feltételek között. Fontos a nagyfokú flexibilitás, a mérendő paraméterek, a mérési módszerek és a mérési időtartamok gyakori változtatása.

Számítógép-vezérlésű automata mérőrendszerek mindhárom feladatkör ellátására kiválóan alkalmasak nagy sebességük és rugalmas feladatmegoldó képességük, könnyen változtatható programjaik következtében.

Nyilvánvaló, hogy a növekvő számú csatorná és mérendő paraméter, a növekvő forgalom még automatizálás esetén is csökkenti az egyes mérésekre felhasználható időt. Különös jelentősége van tehát annak a kérdésnek, hogy minél rövidebb ideig legyen egy csatorna mérés céljából a hasznos forgalomból kizárva. Léteznek azonban olyan eljárások, melyek lehetővé teszik a csatornák vizsgálatát programátvitel alatt is. Ez a mai napig a televíziós videocsatornákra van kidolgozva a legjobban [2].

És okból, a rendelkezésre álló terjedelem és műszaki eszközök következtében a továbbiakban részlete-

sen kizárólag a műsoradás alatti video-méréstechnika automatizálási kérdéseivel foglalkozunk azzal a megjegyzéssel, hogy a hang- és adatcsatornák mérésének automatizálása is jól megoldott már a mérésre fel szabadított vonalakon.

A távközlő rendszerék automatikus mérésével kapcsolatos kutatási munkák a Posta Kísérleti Intézetben természetesen kiterjednek a hang- és adatcsatornák vizsgálatára is. A HÍRADÁSTECHNIKÁBAN a későbbiek során időről-időre majd ezekről is beszámolunk.

1. A vizsgálósoros mérőeljárás (VITS, IDS, ITS)

A televíziós átvitelnél használt videojelforma az 1. ábrán látható. Mind a sorfrekvenciás, mind a képfrekvenciás részletből kitűnik, hogy az idő jelentős százalékában, a teljes képidő mintegy negyed részében csak a szinkronizmus biztosítását célzó szinkronjelek kerülnek átvitelre, hasznos képinformáció nélkül. A vizsgálósoros mérőeljárás éppen ezeket az információátvitel szempontjából „felesleges”, kizárólag az átlagos vevőkészülékek számára szükséges időintervallumokat hasznosítja mérés céljából.

Természetesen nem csak mérés céljára, hanem más jellegű információ (pl. hang vagy adat) átvitelére is fel lehet használni a spektrumok ezen „lyukait”. Innen erednek az elnevezésbeli különbségek is:

- VITS — Vertical Interval Test Signal, azaz a képkioptás alatti vizsgálósoros mérőjel alkalmazása. (Ez volt az első elnevezés.)
- VIRS — Vertical Interval Reference Signal, az USA-ban használatos VITS.
- ITS — Interval Test Signal, a VITS-nek a CCIR által használt elnevezése.
- IDS — Insertion Data Signal, azaz beiktatott adatjelek különböző forrásazonosító vagy szöveges információ átvitelére (pl. Videotext-eljárások).
- SIS — Sound in Synchron, azaz „hang a szinkronban” nevű eljárás a tv kísérőhangját (-jait) viszi át digitális moduláció segítségével, a videojel spektrumában, a sor-szinkron jelekre ültetve (1a ábra).

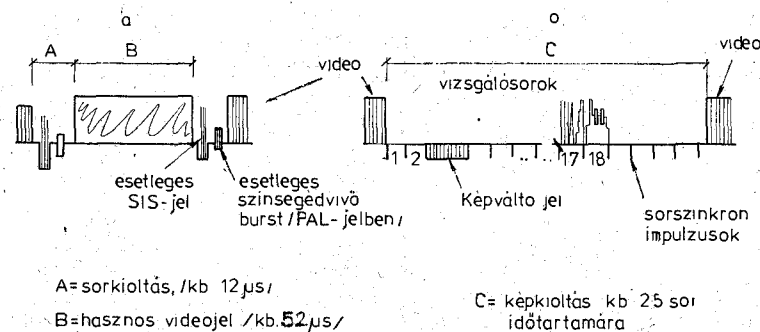
A videocsatornák legtöbb jellemzője megadható impulzus formájú mérőjelek segítségével. Ezért még a VITS eljárás bevezetése előtt, 1959-ben, a teljes képidő mérés korában, a CCIR szabványosított néhány mérőimpulzus formát [2] a nagy távolságú összeköttetések mérésére (Rec. 421). Ezek a jelek részben még ma is használatosak (2. ábra) a videolánc egyes elemeinek a mérésénél, bár a fenti ajánlást a CCIR legutóbbi (kyotói) ülésén hatályon kívül helyezte. (A helyette létrehozott új ajánlás [Rec. 567] a fűrészjeleket elhagyta és a korábban csak VITS-célokra használt jelrészeket a teljes képidő mérés számára is ajánlja.)

A csak a képkioptás intervallumába bekeverendő mérőjelek ötlete már az 1950-es években felmerült, 1963-ban már a CCIR is foglalkozott vele (legalábbis egy referencia impulzussal). Ezt gyorsan követte egy teljes mérőjelre vonatkozó javaslat (CCIR Rep. 314 1966). Ettől számítható a különböző üzemeltetők, gyártók, sőt nemzetközi testületek (pl. EBU) aktivitása a téma iránt, ami számos kiegészítő javaslatot eredményezett, ezekből 1970-ben CCIR ajánlás is született (Rec. 473). Az ajánlást az EBU teljes követelményrendszerrel egészítette ki [8]. Ez az alapja ma a vizsgálósoros mérőkészülékeknek. Az ajánlás 4 jelet szabványosít (3. ábra), amelyek közül csak egy kötelező, 1 opcionális, egynek pedig 2 verziója is van. Használatuk csak a nemzetközi műsorcsereknél kötelező, itt a helyük rögzített a 17. és 18., ill. 330. és 331. sorban. Használhatók azonban a regionális összeköttetéseknel és bármely videoberendezésnél a 19. és 20., ill. 332. és 333. sorokban [2].

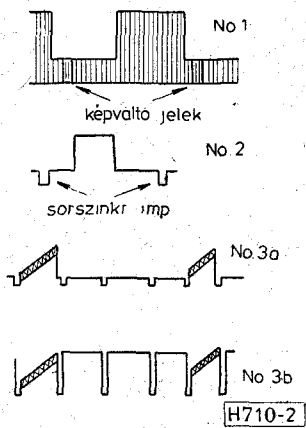
Gondolva a méréstechnika, illetve adatátvitel gyors fejlődésére, két további kioltott sor hasznosítására történt megegyezés: nevezetesen a 22. üres sort zajmérésre, a 16-at pedig a digitális adatátvitelre foglalták le.

Amerikában a mérőjelek egységesítése sokkal nagyobb gondot jelentett a sok magán műsorszóró társaság miatt, de végül néhány felresikerült kísérlet után a National Telecommunication Committee elfogadott egy, az európaihoz nagyon hasonló, de mindössze 2 sort használó javaslatot (NTC 7). Ezek az ott VIRS-nek nevezett mérőjelek a 4. ábrán láthatók.

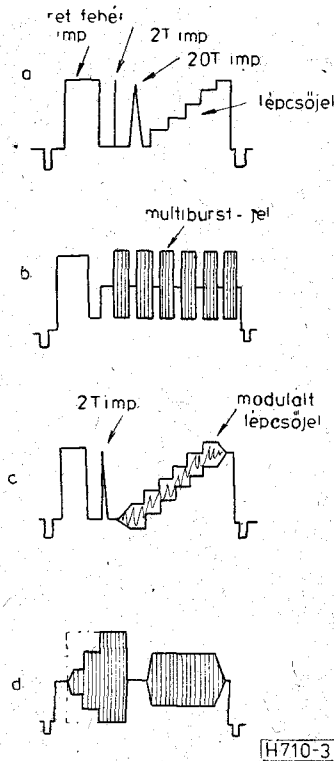
A fenti ajánlások, illetve azok széles körű nemzetközi elfogadása (pl. az OIRT által is) megnyitotta az utat az automatikus mérőrendszerek fejlesztése és



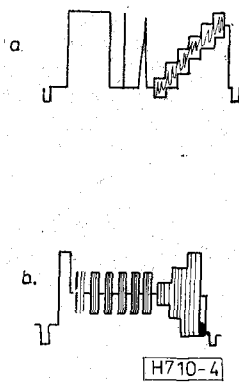
1. ábra. A televíziós jelek alapvető struktúrája. a) Sorfrekvenciás összetevők; b) Képfrekvenciás összetevők



2. ábra. A CCIR Rec. 421 szerinti mérőjelek teljes képejű vizsgálatok számára (manuális mérésre) No. 1 Mérőjel (50 Hz-es négyszög); No. 2 Mérőjel (15 kHz-es négysz.); No. 3a Mérőjel (Négy soronként fűrészjel, NF szuperpozícióval, köztük fekete szint); No. 3b Mérőjel (Négy soronként fűrészjel, NF szuperpozícióval, köztük fehér szint)



3. ábra. A CCIR Rec. 473-2 ajánlás szerinti mérőjelek a VITS mérőeljárás számára. a — a 17. sor mérőjele; b — a 18. sor mérőjele; c — a 330. sor mérőjele; d — a 331. sor mérőjele



4. ábra. Az amerikai szabványú (NTC 7) vizsgálósor mérőjelei (VIRS). a — a 16. sor mérőjele (I. félkép); b — a 279. sor mérőjele (II. félkép)

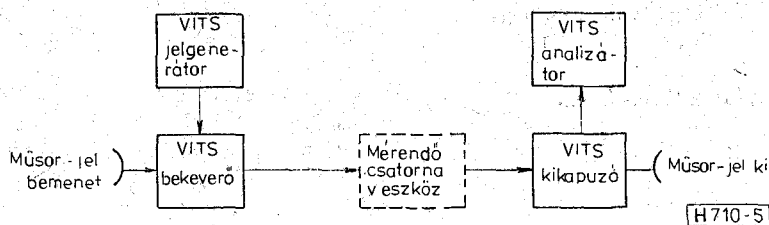
gyártása előtt, mivel biztosítottak látszik az egységes elvek alkalmazhatósága. A továbbiakban néhány ilyen berendezést ismertetünk.

2. Mérőkészülékek a VITS-módszer felhasználásával

A VITS-módszer alkalmazásával a videoátviteli csatorna mérése az 5. ábra szerinti tömbvázlat szerint történik. A rendszer főbb elemei: a szabványos VITS jeleket előállító generátor, a VITS jeleket a programba (annak zavarása nélkül) bekeverő egység, valamint a mérőpontokon elhelyezett mérőjel-kikapuzó és kiértékelő egység. Az első kettő néha egybeépítve általában a jelforrásnál (pl. stúdió) vagy az esetleges adat-információt bekeverő adóállomáson van elhelyezve. Kevés kell belőlük (gyakran csak 1). A kiértékelő rész és a kikapuzó mindig össze van építve, és annyira van szükség belőlük, ahány helyen mérni kell a rendszert (laboratóriumi körülmények között elég lehet egy is, de egy távközlési hálózatban, nemzeti méretben 8–10, nemzetközi, vagy globális műsorcsere esetén viszont sok száz vagy ezerre is szükség van).

A jelgenerátor és bekeverő rendszerint állandóan üzemben van és vezérlést — bizonyos biztonsági lehetőségektől eltekintve — nem igényel.

Annál kritikusabb viszont a VITS-jel kikapuzó és kiértékelő berendezés, mivel igen pontosnak, flexibilisnek kell lennie, és többre van belőle szükség. Korábban egy sorszelektorral ellátott ty-mérőoszilloszkóp képviselte ezt az egységet, melyen keresztül az átfűzött program változtatás nélkül haladt át, a sorszelektor segítségével kézzel megkeresett mérősor jeltartalmát pedig analóg módon, ember értékelté az oszcilloszkop ernyőjén.



5. ábra. A VITS módszer alkalmazásával történő üzem alatti mérés tömbvázlata

Ennek a módszernek a hátránya az igen lassú és ezért fárasztó volta, amiből sok szubjektív hiba adódik.

Ezért kerültek legújabban kifejlesztésre a jelkiértékelő berendezésnek automatizált válfajai, melyek mentesek az előbb említett hibáktól. Számítógépes vezérlésre is többé-kevésbé alkalmasak, és így használhatóságuk — a hardware és software adta lehetőségeken belül — szinte korlátlan. Ezek az eszközök azonban igen bonyolultak és meglehetősen drágák. Európában jelenleg az 1. táblázatban foglalt típusait gyártják [6, 7, 3].

1. táblázat

Gyártó	VITS-jelgenerátor	VITS-bekeverő	Automatikus VITS-analizátor
Philips	PM 5575, 5576 és 5577		PM 5578
R & Sch	SPEF	SPZF	UPF
Marconi	TE 2913		TF 2914.A TF 2915 TF 2917
HÍR. Szöv.	TR-0755/Q097	TE-1830/Q098	fejlesztés alatt

Noha az egyes konstrukciók és működési részletek jelentősen eltérnek egymástól, az analizátorok közös jellemzője már, hogy digitális elven működnek és a mérési eredményeket kész (számított) formában saját előlapi kijelzőjükön és hátsó csatlakozón digitális szintek formájában is kiadják.

A mérési programjuk kívülről többé-kevésbé — szintén digitális módon — befolyásolható, és minden paraméterre túrésértékek programozhatók, melyeknek túllépése valamilyen riasztást vált ki. A MARCONI- és PHILIPS-realizálás meglehetősen „autonom” szemléletű, azaz valamilyen fróperiféria (pl. teletype vagy sornyomtató) segítségével külön vezérlés nélkül, saját kötött programja szerint naplóz, míg az RS és a fejlesztés alatt levő magyar típus számítógép-orientáltak és így flexibilisebb koncepciót követnek. Természetesen manuális üzemeltetésre mindegyik alkalmas.

Mindegyik analizátortípus közös működési elve a mintavételezett szintmérés, mely a CCIR szabványú jelek jellegzetes időpontjaiban jellemplót mér, ezt a referenciáértékhez viszonyítja, majd a mérésekből matematikai úton számítja ki a megfelelő paraméterértéket.

Az analizátorok által mért főbb jellemzők a következők:

Lineáris torzítások:

beiktatási csillapítás,
soridejű jelalaktorzítások,
rövid idejű jelalaktorzítások,
világosságjel/színességjel erősítéskülönbség,
világosságjel/színességjel csoportfutásidő-különbség,
amplitúdó/frekvencia karakterisztika.

Nonlineáris torzítások:

statikus nonlinearitás,
differenciális erősítés,
differenciális fázis,
színességjel/világosságjel intermoduláció.

Nyilvánvaló, hogy a vizsgálósoros technika — a méréshez rendelkezésre álló rövid időkapu következtében — nem tud választ adni a lassú (képidéjű) jeltorzításokra. Ez a tény, valamint az, hogy a mérhető jellemzők definíciója és értékelhetősége is némileg eltér a CCIR Rep. 486-1-ben lefektetett alapoktól — melyeket kizárólag a manuális értékelésű, sorfrekvenciás ismétlődésű jelekre állapítottak meg —, Európa-szerte új lendületet adott a videoméréstechnika fejlődésének. Az OIRT, a CCIR és az EBU-tagszervezetei intenzív kutatásba kezdtek az automatikus méréstechnika és a vizsgálósoros eljárás követelményrendszerének maximális hatékonyságú kidolgozása céljából. Noha számos részeredményt publikáltak már, [2], [5] átfogó értékelésről még korai volna beszélni.

3. Egy automatikus mérésvezérlő feladatai a távközlő hálózatban

Mint azt a 2. fejezetben megemlítettük, a vizsgálósoros elvre épülő automata mérőrendszerek eddigi típusainál 2 fő irányzat figyelhető meg:

- az autonóm rendszer és a
- számítógép vezérlésű rendszer.

Az autonóm rendszer tulajdonképpen a mérőkészülékbe beépített célorientált mérésvezérlő (rendszerint mikroprocesszorral megvalósítva), mely önállóan, külső vezérlési igény nélkül látja el feladatát, mely általánosságban a következő:

- A videobemenet kiválasztása. Ezt a mérőműszerbe beépített (pl. MARCONI) vagy attól független (pl. Rhode-Schwarz) videokapcsolóval végzi, szekvenciálisan, vagy a mért értékektől függően választva.
- A kívánt mérési program lefuttatása. Ez lehet azonos minden videocsatornára nézve, de lehet eltérő is, a jelforrástól függően (pl. modulációs vonal vagy tv-adó).
- A mért értékek összehasonlítása a túrésmezővel és így annak elfogadása, vagy riasztó jelzés és/vagy átkapcsolás kiváltása.
- A mért értékek kijelzése a helyi és/vagy távoli periférikus egységen, pl. numerikus display-n vagy teletype-on.
- A mért értékek feldolgozása a helyszínen, vagy továbbítása tárolás céljából egy távoli központba.

A számítógép-vezérlésű rendszer

Hardware szempontjából teljesen elkülönül a vezérelt berendezésektől, azokkal csak a vezérlő utasításokat közlő és az azokra adott válaszokat, illetve mérési eredményeket továbbító BUS-rendszer köti össze. Távközlési mérőrendszereknél ez a BUS-rendszer ma már eléggé egységesnek mondható, miután sok cég sokféle Bus-típusát (PEGAMAT, ANDIMAT, HP-IB) egységesítette az IEC 625-1 ajánlása (Amerikában egyes cégek GPIB-nek nevezik ennek IEEE 488-as megfelelőjét).

Ugyancsak Bus-rendszer köti össze a periféria-egységeket: a display-t, a különböző nyomtató vagy rajzoló gépeket, vagy a távadatátvitelt biztosító modemet a számítógéppel.

Az adattároló típusa a tárolandó adatok mennyiségétől függően mágnesszalagos (kb. 0,5 Mbyte-ig) vagy disc-es lehet (akár 50 Mbyte-ig is).

Ez utóbbi azonban már igen költséges berendezés és legfeljebb egy teljes nemzetközi távközlési hálózatonál jön számításba, ahol sok helyi mérőkészülék vagy adatgyűjtő csatlakozik rá.

Ily módon egy olyan adatbankot lehet létrehozni, amely a hálózat minden kulcselemének az állapotát és az eltelt hosszabb-rövidebb időszak változásait naprakészen őrzi, statisztikai feldolgozás céljából. Ezek a változások nemcsak átviteli paraméterváltozások lehetnek, hanem a környezeti viszonyok, vagy a forgalmi állapotok következtében esetleg szükségessé vált hálózat rekonfiguráció (pl. tartalékcsatornák beiktatása, esetleg hibás szakaszok lekapcsolása és kerüldírányok választása) is.

Az elmondottakból érezhető, hogy egy-egy távközlési csatorna, egy-egy információ típus (pl. az említett videorendszer) vizsgálatára helyileg igen jól megfelelhetnek az autonóm mérőautomaták, de egy hálózat analizálására, sok típusú információt kapcsoló és továbbító központ számára — már csak a tárolási feladatok miatt is — a számítógép vezérlésű rendszerek jöhetnek inkább számításba [9]. Ezek software-kialakítása a legkritikusabb pontja a rendszer hatékonyságának, ezért kialakítása előtt a következők meghatározására van szükség:

1. A vizsgálandó hálózat nagyságának és elemeinek pontos definiálása; a hálózatban áramló információk közül azoknak a kiválasztása, melyekre a felügyelet, mérés és vezérlés hatással lesz.

2. A mérési, ellenőrzési és riasztási /átkapcsolási funkciók azonosítása és az egységekhez való rendelése.

3. A kapott válaszok értékelési elveinek és tűrészéminek a meghatározása.

4. Az elvégzendő vizsgálatok abszolút és relatív idejének gazdaságos, de hatékony felosztása.

5. A tárolandó és értékelendő adatok mennyiségének gondos mérlegelése.

6. Az értékelések szükséges és elégséges részletességének determinálása.

7. A fenti feladatokra legalkalmasabb hardware konfiguráció kialakítása.

8. A feladatok megoldásához elegendően gyors és hatékony program leírása.

9. Végül, de nem utolsósorban, a rendszer által szolgáltatott, kiértékelt adatok hasznosítási lehetőségei.

Nyilvánvaló, hogy ezen kérdések megválaszolása csak a műszaki (tervező, üzemeltető) és gazdasági szakemberek közös munkájával jöhet létre.

A fentebb leírt nagybonyolultságú, komplex távközlési hálózat mérő- és irányítórendszere természetesen roppant költséges. Ennek ellenére szinte minden fejlett ország távközlési hálózatot üzemeltető intézménye tervez vagy kísérletez ki hasonlót. Ezek a

kezdeti lépések még nem terjednek ki az egész hálózatra és minden információ fajtára, hanem csak egy-egy kiválasztott típusra. Ily módon az automata mérőműszerek számában és a vezérlő számítógép méretében, tárolási kapacitás igényében jelentős engedményeket lehet tenni.

A továbbiakban egy ilyen kísérletről, nevezetesen a mikrohullámú videocsatornák üzem alatti automatikus méréséről és egyszerű adatfeldolgozásáról lesz szó.

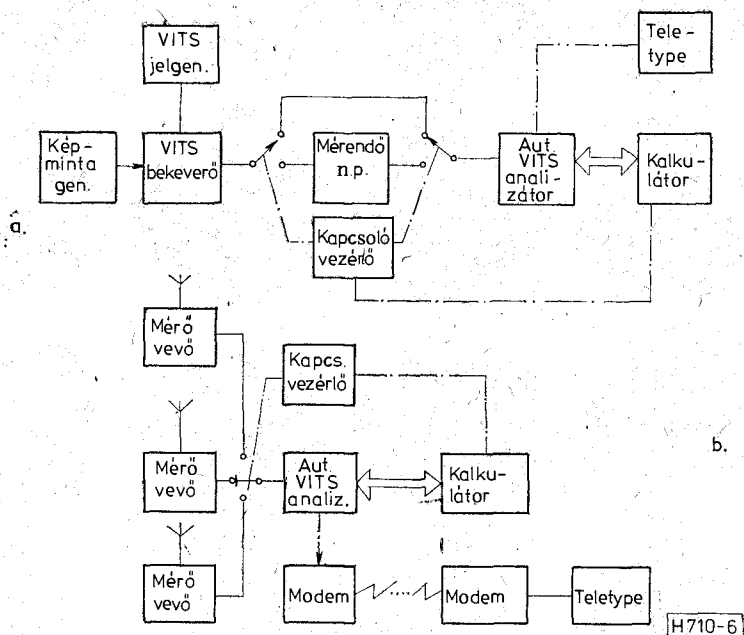
4. A kísérleti automatikus mérőrendszer felépítése

A távközlési csatornák automatikus és távmérési lehetőségeinek kutatása során a Posta Kísérleti Intézetben kísérleti célból létrehoztunk egy korlátozott teljesítőképességű rendszert, mely — első lépésben — a video-csatornák műsoradás alatti (vizsgálósoros elven működő) kalkulátor vezérlésű, automatikus mérésére szolgáló összeállítások felépítését tette lehetővé. Ennek tömbvázlatai a 6. ábrán láthatók.

A 6a és 6b ábrán látható mindkét összeállítás kulcseleme a vizsgálósorokat automatikusan értékelő műszer (esetünkben Rohde & Schwarz gytm. UPF), valamint a mérési folyamatokat vezérlő kalkulátor (esetünkben HP 97/S).

A mérőműszer a szabványos szintű ($1 V_{pp}$) és összetételű színes videojelben (CCVS) legalább egy referencia fehér impulzust is tartalmazó vizsgálósort (célszerűen a 17. sorban) igényel a bemenetén. Amennyiben mind a 4 CCIR vizsgálósor a helyén van, az analízátor a következő fontos paraméterek mérését teszi lehetővé:

1. A videojel (ref. fehér imp.) amplitúdójának eltérése a névleges értéktől (0,7 V).
2. A ref. fehér impulzus tetőesése.
3. A ref. fehér impulzus lekerekedése.
4. A ref. fehér impulzus és a 2T impulzus amplitúdókülönbsége.
5. A 20T impulzus alacsonyfrekvenciás összetevőjének és a ref. fehér impulzus 50%-ának amplitúdókülönbsége.
6. A 20T impulzus színsegédvívós összetevőjének eltérése a fehér impulzustól.
7. A színsegédvívó csoportfutási ideje az alacsony frekvenciákhoz képest.
8. A 331. sor mérőjelében levő első színsegédvívó-csomag amplitúdó viszonya a ref. fehér impulzushoz képest.
9. A sorszinkronjel amplitúdójának eltérése a névleges értéktől (0,3 V).
10. A színsegédvívó amplitúdójának eltérése a névleges értéktől.
11. A szürke szint eltolódása a 331. sorban az egyes színsegédvívó-csomagoknál, a névleges amplitúdókhoz (3/5, ill. 5/5 fehér impulzushoz) képest.
12. A 22. sorban mért zajfeszültség effektív értéke a ref. fehér amplitúdóra (0,7 V) viszonyítva (S/N).



6. ábra. Két kísérleti automatikus mérőrendszer video átviteli szakaszok mérésére. a — Videojel átvitelére szolgáló négypólus (pl. erősítő, korrektor) automatikus mérése; b — tv műsorátviteli csatorna automatikus mérésére (stúdiótól a vevőig) távadatátvitellel

13. Teljes differenciális erősítés a 330. sorban mérve.
14. Teljes differenciális fázis a 330. sorban mérve.
15. Statikus nonlinearitás a 17. sorban mérve.
16. A lépcsőjéről leválasztott színsegédvívő-csomagok max. amplitúdója a kioltószinten levőhöz viszonyítva.
17. Mint a 16., de a minimális amplitúdót mérve.
18. A futásidő max. értéke.
19. A futásidő min. értéke.
20. A mérőcsatorna kódszáma.

Ezen paraméterek meghatározása az említett CCIR ajánlások szerinti markáns pontokban végzett szintmérések segítségével, majd különbség, illetve hányados képzés útján történik. Mivel a mintavételezések helye és ideje változtatható, megfelelő programozással akármilyen szabványú mérőjelek kiértékelhetők, a felsoroltaktól eltérő definíció szerint is [3].

Az automatikus vizsgáló-sor-analizátor a mérés eredményét (a megfelelő dimenziókkal ellátva) az előlapi 5+2 digitális kijelzőn leolvashatóvá teszi, de analóg egyenfeszültség és párhuzamos BCD és soros ASCII-kódon digitális impulzussorozat formájában is kiadja. Ezáltal analóg szintindikátoron figyelhető a paraméterek változása, teletype-n kiírható, vagy számítógéppel feldolgozható, tárolható.

Ez utóbbi esetben a mérési feladat meghatározására vezérlő utasításokat lehet és kell a műszerbe beadni, digitális LOW-szint formájában. Ezen vezérlési lehetőségek közül a legfontosabbak:

1. távvezérlés/helyi vezérlés átkapcsolás,
2. automatikus mérés minden paraméterre vonatkozólag egyszer,
3. automatikus mérés minden paraméterre vonat-

kozólag ciklikusan, egy STOP utasításig bezárólag,

4. egy paraméter egyszeri mérése,
5. egy paraméter tartós figyelése, egy STOP utasításig bezárólag,
6. átváltás az I. típusú (tág) tolerancia figyelésről a II. típusúra (szűk),
7. a mérendő paraméter sorszáma BCD-kódban;
8. mérés érvénytelenítése,
9. mérőcsatorna kód-váltás.

Itt kell megjegyezni, hogy a kimenetek sem korlátozódnak az analóg és digitális adatkimenetekre, hanem a vezérlő bemenetekhez hasonlóan, nagyszámú riasztási, vezérlési, illetve szinkronizálási célra szolgáló segédkimenet is rendelkezésre áll [3].

Már első látásra is világos, hogy az analizátor sokoldalúságával, rengeteg vezérlési, illetve adatszolgáltatási lehetőségével elsősorban nagyobb rendszerek, pl. video-elosztóközpontok, sokcsatornás mérőállomások, távellenőrző hálózatok számára előnyös, meglehetősen nagy kapacitású számítógéppel, illetve jelzőlámpatáblákkal kiegészítve. Ennek ellenére megkíséreltük a lehető legkisebb kapacitású „számítógéppel”, egy HP 97/S-el történő együttműködését, az automata mérőrendszerek sajátosságainak vizsgálatára, a Posta távközlési csatornáinak távmérése céljából.

A HP 97/S tulajdonképpen a zsebalkulátorok igen fejlett típusa, bőséges matematikai utasításkészlettel, könnyű és hatékony programozhatósággal (224 programlépés), mágneskártyás rögzítéssel, max. 26 címezhető memóriarekesszel, beépített termikus nyomtatóval — és ami feladatunk szempontjából a legfontosabb — egy igen egyszerű input/output interface-el is rendelkezik. Ez utóbbi 40 bites

(10×4) bemenetet és 3+1 bit kimenetet tartalmaz. Az interface utasításkészlete csekély az alapgép bővítési lehetőségeihez képest, a 4 bites szóhosszúság max. 16 karaktert biztosít, ebből 10 szolgál a decimális számjelölésre, és 6 használható vezérlő utasításként [4].

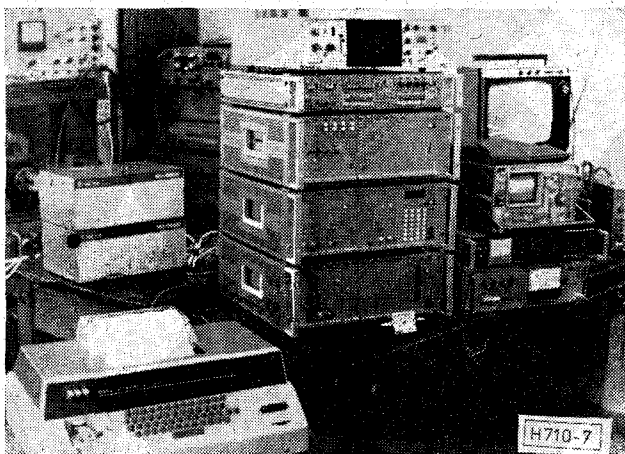
A fenti tulajdonságok maximális kihasználása — a későbbiekben ismertető módon — lehetőséget nyújt az UPF korlátozott, de mégis jól használható mérésvezérlésére.

Az automatikus mérőrendszer ismertető 2 kulcsfontosságú eleme nem tartozik egy „súlycsoportba”, így bizonyos kompromisszumokat kell tenni az UPF és a HP 97/S összekapcsolhatósága érdekében. Ezek tulajdonképpen az UPF vezérlési lehetőségeinek egy (nagyobb, de ritkán használt) részéről való lemondást jelentik, valamint azt, hogy interaktivitásról nem lehet szó a betűket is tartalmazó karakterkészlet és display hiánya miatt.

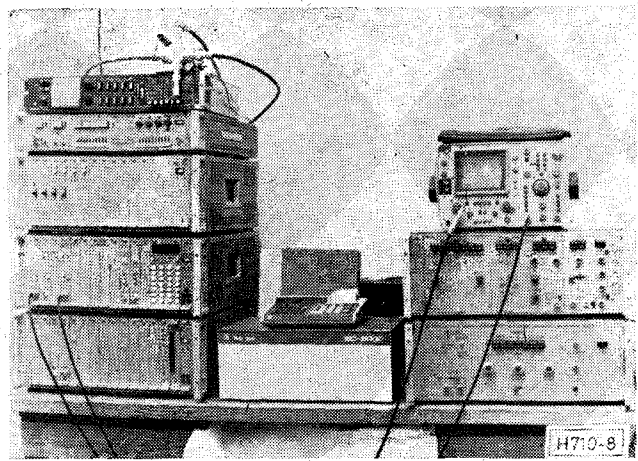
Ezzel szemben a „mini-vezérlővel” teljes mértékben ellátható a korábbi felsorolásban szereplő vezérlési lehetőségek közül az 1...5, azaz a legfontosabbak. Adatfeldolgozás pedig kiterjedhet az összes mérhető paraméter folyamatos, lyukszalagon történő rögzítésére, keskeny nyomtatón történő kiírására, természetesen hosszú időre szóló átlagképzésre, valamint néhány kitüntetett paraméter tartós figyelésére, és maximális, ill. minimális értékének kiszámítására és rögzítésére a nyomtatón.

(Az eddig ismertettekkel a lehetőségek még korántsem merültek ki, csupán a már kidolgozott eljárásokat és programokat jelentik.)

A 7. ábrán látható a kísérleti összeállítás, valamint az analóg összehasonlító értékelésre szolgáló egyéb berendezések (monitor, oszcilloszkóp stb.). A mérések során a vezérlő (csak a 8. ábrán látható) és a vizsgáló soranalizátor egymás mellett foglal helyet és a kapcsolatot egy 30 eres kábelon keresztül tartják. Adatrögzítő háttértár nem lévén, minden mért adatot egy teletype szalaglyukasztója rögzít a mérés helyétől távol, nagyobb számítógépen való kiértékelésre alkalmas formában. A távadatátvitel 110 baud sebességgel történik kéthuzalos távbeszélő áramkörtön keresztül, TAM 200 típusú modemek felhasználásával. A be-



7. ábra. Video csatornák üzem alatti automatikus távmérésére szolgáló kísérleti összeállítás



8. ábra. Számítógép vezérlésű automatikus video mérőrendszer (bal oldalon) és a manuális, analóg kiértékelés műszerei (jobb oldalon)

érkezett mérési eredményekből átlagértéket, ill. max/min. értékeket a kalkulátor on-line üzemben képez, azaz 2 mérés közti időben végzi a számítási munkát, és minden mérésig az addig elvégzett mérések feldolgozott eredményét tárolja csak. Ezek kiírása a mérősorozat befejeztével automatikusan; vagy egy esetleges megszakításkor külön utasításra történik a beépített termikus printeren.

A vizsgálósort is tartalmazó video-jelet a 6a ábra szerinti elrendezés helyileg állítja elő egy képminta generátor (HTSZ típus. TR 0881/0027) és egy vizsgáló-sor-generátor (R&Sch típus. SPZF), valamint egy vizsgáló-sor-bekeverő (R&Sch típus. SPEF) segítségével. Az ily módon önállóan tekinthető jelforrás használható berendezések (pl. erősítők, korrektorok vagy akár teljes mikrohullámú adó-vevők) mérésére, míg a 6b ábra szerinti összeállításnál a mérőjelet a tv-stúdió keveri be a programba és így az a műsor-elosztó gerinchálózaton keresztül jut el minden mikrohullámú, ill. televíziós adóállomásra, onnan pedig az előfizetők készülékéig! Ez az elrendezés szolgál teljes távközlési csatornák, pl. mikrohullámú szakaszok mérésére. A 6b ábra szerint ezzel a módszerrel egy mérőközpont több, átkapcsolható mérővevővel vett, különböző tv-adó jeleivel nagy területekre vonatkozó „overall” mérést is végez, azaz stúdiótól az előfizetői készülékig vizsgálja a rendszert (a teljes hírközlő láncot), beleértve az adó- és vevőantennákat is, amik pedig a más típusú mérésekből rendszerint ki vannak zárva. Az erre a mérésre szolgáló elrendezés látható a 8. ábrán a vevők átkapcsolására szolgáló távvezérelt NF-kapcsolóval együtt. A jelforrásokról itt elég annyit elmondani, hogy az 1. fejezetben említett CCIR Rec. 473 ajánlás szerinti jelformákat állítják elő nagy precizitással és stabilitással és azokat pontosan a nemzetközi ill. hazai mérőjelekre fenntartott helyekre ültetik be, a videojel megfelelő részeibe.

Software-sajátosságok

Az előzőekben ismertető kis automatikus mérőrendszer fő jellegzetességét a kis kapacitású kalkulátorral történő, mégis hatékony mérésvezérlés adja. Mint

azt már említettük, ennek a kalkulátornak 10×4 bites BCD bemenetével és mindössze 3 bites független felhasználású vezérlő kimenetével kellett megoldani az automatikus vizsgáló-sor-analizátor 6×4 bites BCD adatkimenetének és közel 30 bites vezérlő-bemenetének a kezelését.

A fenti számokból nyilvánvaló, hogy a mérési adatok bevitelével nincsen probléma, arra bőségesen elegendő a HP 97/S 1/0 interface 40 bite az input oldalon. Ily módon a max 4 decimális számjegyből, tizedespontról és előjelből álló mérési adatokat fel lehet dolgozni. Mivel a kalkulátor címezhető tárjainak száma 26 és a mérhető paramétereké max 28, nem lehet valamennyi paramétert folyamatosan tárolni. (Szerencsére a mérésekkel párhuzamosan folyó lyuk-szalagos adatrögzítés ASCII-kódban ezt is lehetővé teszi. Ennek vezérlését nem a kalkulátornak kell elvégeznie, ezt az UPF soros adatkimenete biztosítja.) A 28 paraméter között azonban 8 olyan is van, melyek mérése nem mindig szükséges (opcionális, vagy pedig csupán telephelyet és mérőcsatornát azonosító kód) így az egy ciklusban előálló 20 okvetlenül szükséges adat a kalkulátor RAM-memóriájában tárolható egy ciklus időtartamra, és a maradék 6 tárolórekesz pedig a feldolgozási műveletekhez igénybevehető. (Ez az előző fejezetben ismertetett 1...5 feladatokhoz elegendő is.) A fentiek alapján a beérkező adatok feldolgozása különösebb nehézség nélkül megoldható.

Nagyobb problémát jelent viszont az analizátor vezérlése a 3 bittel, ami a felkínált lehetőségeknek csak kb. 10%-a. Így tehát kompromisszumokat kell kötni, ami a lehetőségek és feladatok alapos mérlegelését követeli meg.

Az előző fejezetben leírt vezérlési lehetőségek közül az első 5 az a legfontosabb minimum, ami egy vizsgáló-soros mérőautomatától elvárható. A HP 97/S-en vezérlés céljára szabadon rendelkezésre álló 3 bittel $2^3=8$ utasítás adható, de ezek közül nem mindent értelmez az UPF, mivel vezérlő bemenetei nem BCD-kódoltak. A 3 bitet F0-val, F1-el és F2-vel jelölve, a 2. táblázatban foglalt használható kódkombinációk adódnak a vizsgáló-sor-analizátor vezérlési tulajdonságait is figyelembe véve.

Ezen feltételek biztosítása esetén az üzemviteli, de még igen sok esetben a kutatási célú mérések is túlnyomó részben elvégezhetők. [Egyetlen igen fontos funkció nem teljesíthető így — látszólag — ez pedig egy kitüntetett, mérni kívánt paraméter esetén ennek a paraméternek a kódszámbeadása (BCD-ben).

2. táblázat

Funkció	F0	F1	F2	Megjegyzés
1. Manuális üzem (helyi vezérlés)	1	1	1	A 0 és 1 a logikai szintek tartós jelenlétét jelzik. Az 1/0/1 megfelel egy $\bar{1}$ impulzusnak.
2. Automatikus üzem (távvezérlés)	1	1	0	
3. Minden paraméter egyszeri mérése	1	1/0/1	0	
4. Minden-paraméter ciklikus lemérése	1	0	0	
5. Egy paraméter folyamatos mérése	1/0	0	0	

Ez a nehézség azonban a vezérlőprogram alkalmas kialakításával leküzdhető.]

A kódtáblázat 4. és 5. sorát összehasonlítva látható, hogy a valamennyi paraméter ciklikus mérését adó kódot az egy paraméter folyamatos mérését biztosító kódtól csak az F0 bit 1/0 átmenete különbözteti meg. Ez azt jelenti, hogy az F0 bit egyetlen funkciója a paraméter-leptető ütemadójának a leállítása. Ez pedig lehetővé teszi, hogy csak egy kitüntetett paraméter mérésénél a pozíciószám BCD-értékének — jelen esetben megvalósíthatatlan — beadása helyett elegendő a paraméter-leptetőt az F1-el beindítani, a lépéseket software-ben számlálni és a kívánt paraméterszám elérésekor a leptetőt leállítani. Ettől kezdve azon paraméter mérése megy folyamatosan, ahol a ciklus leállt. Annak elkerülésére, hogy újraindításkor (tehát egy másik paraméter ellenőrzésekor) a paraméter-leptető mindig más címről induljon, célszerű a lépésszámlálót 0-ra ugratni minden indítás előtt. Ez elérhető pl. egy rövid 0/1/0 azaz $\bar{1}$ impulzussal az F2 bit helyén.

Itt kell megjegyezni, hogy a vizsgáló-sor-analizátor vezérlő bemeneteinek aktiválásához tartós logikai 0-szint (pl. rövidzár, vagy alkalmas TTL-inverter) szükséges. Az alkalmazott kalkulátor vezérlő kimenetei szerencsére flagjellegű, programmal vezérelhető szintek, így sem az állandó értékek, sem pedig a 120 ms-nál hosszabb időtartamú impulzusok beállítása nem nehéz, és a vezérlőprogram írásakor definiálhatók.

Egy, az elmondottakat ténylegesen alkalmazó felhasználói programrészlet folyamatábrája a 9. ábrán látható, a HP kalkulátorok szokásos nyelvnek rövidítései. Ez a program kiválasztja az n decimális számmal jellemzett paramétert, és azt N-szer leméri, majd a méréssorozat végén átlagértéket és szórásnégyzetet számít. A program outputja a mért paraméter-sorszám, a mérések számának, az átlagértéknek és a szórásnak nyomtatott értékeit adja.

Érdeemes még röviden megtárgyalni az időzítések kérdését. Mivel a mérési feladatoktól függően egy-egy mérés, vagy mérési ciklus, kapcsolóátváltás között néhány másodperctől néhány napig terjedő időintervallumok beiktatása válhat szükségessé, az időzítések kérdését igen flexibilisen kell megoldani. Kvarc alapú „real-time” óra nem lévén a rendszerben, csak relatív idővel lehet operálni. Az ehhez szükséges időalap a kalkulátor saját órajelének, pontosabban véve ciklusidejének felhasználásával lehet nyerni. Mivel ezt a gyártó cég nem adta meg, stopperórával megmérésre került nagyszámú ciklikusan végzett kivonási művelet. Ennek idejéből, valamint a ciklusok számából az elemi művelet ideje meghatározható, és a továbbiakban mint konstans kezelhető. Ily módon mindennemű időzítés megfelelő számú ciklus lefutására visszavezetve software-módon határozható meg. kb. 1 s és végtelen idő között, tetszés szerint. Egy, ilyen elven működő szubrutin folyamatábrája látható a 10. ábrán. A kívánt késleltetésnek megfelelő t időt percben kell mérésindításkor interaktív módon megadni, vagy indirekt címzéssel a futó programmból számítani (pl. a mért paraméter-változás nagyságából levezetve).

Bővítési lehetőségek

A leírt kis automata mérőrendszer hardware-je és software-je is bővíthető még, ha a konkrét feladat úgy kívánja. Hasznos lehetőség például a vezérlési utasítások számának a növelése. Erre egy módszer az alábbi:

A vezérlő kalkulátor I/O interface-ének kimenetén szabadon kezelhető 3 flag lehetséges kombinációt BCD formába programozva az ilyen bemenettel rendelkező műszerek számára 8 utasítást közvetlenül fel lehet használni. Az UPF sajnos nem ilyen, ott a vezérléseket kódolatlan formában, független párhuzamos vezetékeken létesített logikai LOW szinttel kell biztosítani. Ezért a 3 bit lehetséges 8 variációjából mindössze 3 használható ki. Ez azt jelenti, hogy a már ismertettek felüli vezérlési lehetőségek számára hardware-kiegészítést kell biztosítani. Ez mindössze egy BCD/decimális átkódolót (pl. SN7442) és a kimenet stabilitását biztosító latch-áramkört (pl. SN74175) kell, hogy tartalmazzon. Egy így kivitelezett utasításbővítő egységgel több, újabb vezérlési funkciót (pl. paraméterek tűrésmezejének váltását) sikerült programba bevinni,

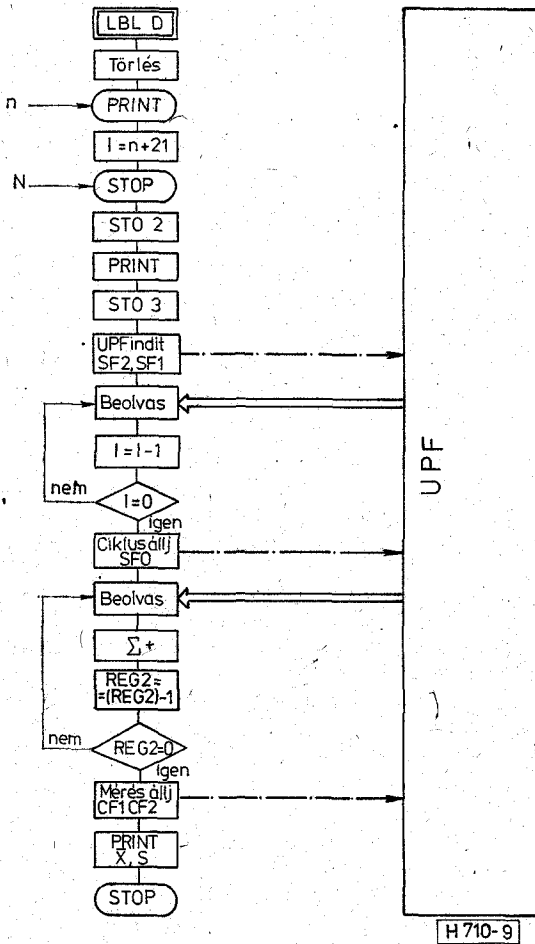
Hasznos hardware bővítője még az automata mérőrendszereknek a modem, azaz a távadatátvitelre való alkalmasság.

A modem segítségével kapcsolt, vagy bérelt postai távbeszélővonalon lehet az adatokat továbbítani rögzítés vagy feldolgozás céljából. Távbeszélő vonal használata esetén természetesen csak kisebbségű átvitelről lehet szó, ami ilyen kisméretű kísérletnél teljesen kielégítő.

Esetünkben a 7b ábrán látható módon egy teletype képezi a távoli adatrögzítő-perifériát, mely a nyomtatással történő adatmegjelenítésen kívül még egyidejű szalaglyukasztási feladatot, az adatrögzítést is ellát. A modem vezérlését nem kell a vezérlő kalkulátornak biztosítani, mert maga az automatikus vizsgálósor-analizátor van ellátva ilyen interface-szel. Ez ACII kódolt, bit párhuzamos-byte soros adatkimenetet tud biztosítani, akár 4800 bit/s sebességgel is; teletype esetén csak 110 baud lehetséges, ami azonban az ismertetett feladatokra bőven elegendő. Mivel a kalkulátor nincs belevonva ezen periféria üzemébe, a kinyomtatott formátum szabad vezérlésére nincsen mód, azt meghatározza maga a vizsgálósor-analizátor. Az adatok a paraméterek programban rögzített sorrendű mérési értékei. Az adathalmaz fel dolgozására (átlag- vagy szélsőérték keresésére) már a kalkulátort kell használni, ami a számított-értékeket a beépített szalagíron a teletype-el megegyező sorrendben írja ki.

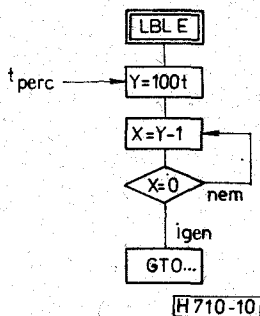
Vezérlőként nagyobb teljesítményű kalkulátort, vagy speciális mikroprocesszoros kisgépet használva rugalmasabb és szebben rendezett formátumot lehet kapni. Ez jelenti a hardware-bővítés tágabb kilátásait.

Nem volna teljes a hardware-bővítés lehetőségeinek ismertetése annak megemlítése nélkül, hogy a HP 97/S típusú kalkulátor az ismertetett mérésvezérlésen kívül még adatfeldolgozásra is használható lyukszalag-olvasóval kiegészítve. A gép I/O interface-e igen egyszerűen illeszthető pl. a PREPAMAT-típusú adat-

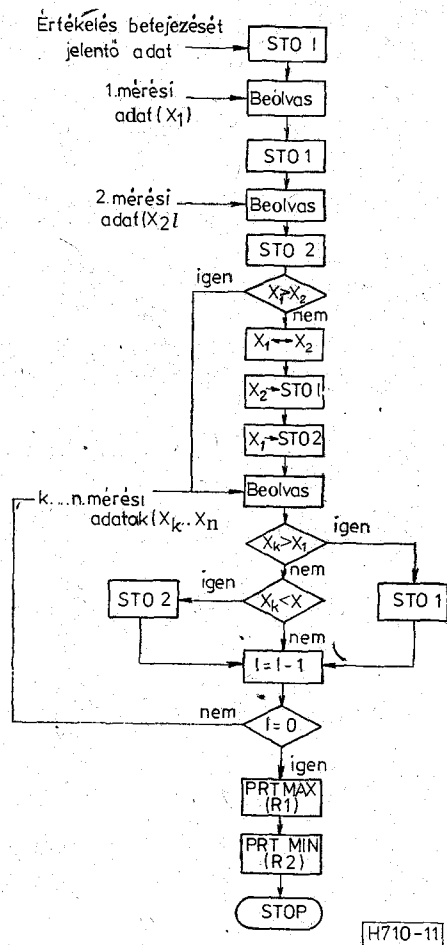


9. ábra. Egy kiválasztott paraméter (n) ismételt (N) mérését vezérlő és az eredményeket értékelő program

Meg kell még említeni, hogy a minivezérlőként felhasznált HP/97 S kalkulátor olyan hatékonyan programozható, hogy a korábbi felsorolásban szereplő 1...5 feladatok vezérlése és egyszerű adatfeldolgozása a gép teljes tárolókapacitását igénybe veszi ugyan, de mindössze 130 programlépést igényel, ami viszont a gép kapacitásának csak a fele. Ez azt jelenti, hogy még további felhasználói programok írhatók — kártyacsere nélkül — a gép számára. Ez a programfejlesztés pedig tovább bővíti, ill. javítja a gép felhasználhatóságát kis méretű távközlési rendszerek mérésvezérlőjeként.



10. ábra. Tetszés szerinti idejű (t_{perc}) késleltetést előállító szubrutin



11. ábra. Szubrutin HP 97/S-re max/min ádatkeresésre

előkészítő konzol BSI-típusú rendszeréhez. Ezen illesztés elvégzése után a megfelelően lyukasztott szalagról a PREPAMAT—HP97 rendszer autonom adatfeldolgozást tud végezni off-line üzemmódban. Természetesen a lehetőségeknek itt is határt szab a kalkulátor, de az előbbieken ismertetett feladatnagyságrendeknek teljes mértékben megfelel. Mivel a szokásos kiépítésű PREPAMAT konzol-írógépet, szalaglyukasztót és szalagolvasót is tartalmaz, lehetőség nyílik akár helyileg készített lyukszalagok értékelésére, akár pedig valamely más mérőhelyről származó adathalmaz feldolgozására. Az értékelő programok főleg adatösszesítésekre (átlagolásra, minimum—maximum keresésre, adott szempont szerint történő kiválogatásra) szorítkoznak, meglehetősen lassú sebességgel (kb. 1 karakter/s). Ennek ellenére ez is nagyon hasznos szolgáltatás olyan esetekben, ahol nem túlságosan nagy adatmennyiségekről van szó, és így a feldolgozás viszonylag nagyobb időigénye nem jelent akadályt. A távközlési mérések javarészt ilyen típusúak, hiszen 10—20 paraméter kb. negyedóránként történő ismételt megmérése még 3 napos ciklus alatt sem szolgáltat, annyi adatot, amit ez az összeállítás ne tudna 4—5 óra alatt feldolgozni. Ez pedig egy koncentrált, nagy sebességű számítógéppel is felszerelt távközlési adatfeldolgozó rendszer kiépüléséig igen kedvező érték.

Egy automata mérőrendszer teljesítképességét nemcsak hardware-bővítés révén lehet növelni. Újabb, hatékonyabb, a rendelkezésre álló — rendszerint szűk — lehetőségeket jobban kihasználó programok gyakran felérnek egy-egy újabb berendezéssel. Az ismertetett igazán kisméretű és kis kapacitású vezérlőt tartalmazó automata mérőrendszer is viszonylag komplex adatfeldolgozást tud végrehajtani feladatorientált megfogalmazásban. Így pl. tetszés szerint hosszú időre szóló adatátlagolást, maximum és minimum keresést lehet elvégezteni vele akár on-line, akár pedig off-line üzemben, tehát akár a megfelelő gyakoriságú mérések közben, akár pedig lyukszalagról az elmondottak alapján.

A 11. ábrán látható annak az egyszerű szubrutinnak a folyamatábrája, mely max/min keresésre akár on-line üzemben, akár pedig a már röviden ismertetett lyukszalag-értékelésnél, tehát off-line üzemben jól felhasználható az értékelő programba beleépítve. Természetesen igen nagy a további vezérlőprogramfejlesztési lehetőségek száma még az ilyen kis gépen is, mint a HP 97/S. Egy nagyobb számítógép használata esetén az előnyök nem is annyira mérésvezérlési oldalról, mint inkább adattárolási és feldolgozási oldalról fognak jelentkezni. Ennek programfejlesztési kérdései viszont a rendszer üzemeltetőjének speciális kívánságaitól (pl. hibaanalízis, üzemviteli statisztikák készítése stb.) függenek.

5. Felhasználási lehetőségek és tapasztalatok

Az ismertetett kis automata mérőrendszerrel kb. egy éves üzeme alatt sok hasznos tapasztalatot szereztünk. Nem csak a részletesen tárgyalt vizsgálósoros mérésekre a távközlési csatornák különböző szakaszain, csomópontjain, hanem — más összeállításban — pl. mikrohullámú jelforrások stabilitásvizsgálatában, összeköttetések zajviszonyainak elemzésében is kiválóan bevált. A rendszer kitűnt nagy megbízhatóságával, és azzal az igen fontos, talán döntő tulajdonságával, hogy a megadott feladatokban éjjel-nappal szünet nélkül dolgozva fáradhatatlanul helyettesítette az olykor igen unalmas és fásaszto emberi munkát, tévedések kizárásával.

És nem utolsósorban jó iskola az összetettebb rendszerek létesítésére és azok üzemi feltételeinek meghatározására is.

IRODALOM

- [1] Stefler Sándor: Távközlő hálózatok automatikus távmérésének kérdéseiről. PKI Közlemények, 27. kötet, Budapest 1979.
- [2] Recommendations and reports of the CCIR (Vol. XI—XII) 1959 Los Angeles, 1963 Geneve, 1966 Oslo, 1970 Newt Delhi, 1974 Geneva, 1978 Kyoto.
- [3] UPF-Manual (Rohde-Schwarz).
- [4] HP 97/S Handbook (Hewlett-Packard).
- [5] EBU Tech. 3216.
- [6] Objective TV Measurements (Marconi, 1978).
- [7] T & M News No. 7 1977 (Philips).
- [8] EBU Tech. 3209-E 1974.
- [9] Stefler, Sándor: Megfontolások a mikrohullámú hálózat tervezett mérőközpontjának kialakításával kapcsolatban. (PKI tanulmány, 1977).