

Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola

Adatátviteli utak számítógép és laboratóriumi real-time periféria  
között

Kóré László, Ivanyos Lajos, Tóth János és Molnár Ervin

A tanszékünkön (Számítástechnikai Tanszék) kifejlesztett LABORHIBRID elnevezésű laboratóriumi real-time periféria hardware, software kérdéseiről, alkalmazási lehetőségeiről az elmúlt években már többször jelent meg publikációnk. Jelen előadásban az alkalmazásokkal kapcsolatos kérdések közül egy olyannal szeretnénk foglalkozni, amely eddig még nem szerepelt publikációinkban, de az alkalmazások szempontjából igen fontosnak mondható. Ez pedig a LABORHIBRID periféria és a számítógép közötti adatátvitel problémája.

Az adatátviteli utak befolyásolják a rendszer alkalmazhatóságát az elérhető adatátviteli sebesség és a telepítési hely megválasztása miatt. A számítógép és a LABORHIBRID kapcsolatán túlmenően, hierarchikus felépítésű LABORHIBRID rendszereknél, ahol több LABORHIBRID egység van, az egyes egységek közötti adatátvitel is hasonló problémákat vet fel és jelentősége is nagyjából azonos.

Mielőtt konkrétan rátérnénk az adatátvitel kérdésre, röviden foglaljuk össze perifériánknak mindazon jellemző tulajdonságait, melyek alapvetően meghatározták a kialakított adatátviteli módokat. Természetesen felhívánk a figyelmet a témáról már korábban megjelent publikációinkra, melyek a LABORHIBRID tulajdonságait és alkalmazási területeit részletesen ismertetik (lásd irodalom jegyzék).

A LABORHIBRID moduláris felépítésű, egy keretben 7 felhasználói modul van, melyek a műszereket, készülékeket kapcsol-

ják a rendszerhez, és egy vezérlő-illesztő modul biztosítja az összeköttetést a számítógéppel. A modulok között a keret teremt kapcsolatot, a keretben kialakított egységes belső csatlakozási rendszer révén. A csatlakozási rendszer biztosítja a felhasználói modulok és a vezérlő-illesztő modul közötti információ forgalmat. Az egységes belső csatlakozási rendszer lehetővé teszi, hogy tetszés szerinti modulokból állítsa össze a felhasználó a rendszerét a mindenkori igényeknek megfelelően.

Az adatátvitel szempontjából lényeges, hogy minden LABORHIBRID művelet egy byte-os utasítás hatására történik. Ez az 1 byte egy 3 bites műveleti kód részből áll, valamint egy 4 bites címrészből, amellyel a keretben elhelyezett modulok címezhetőek meg.

Az utasítások 3 csoportba sorolhatók :

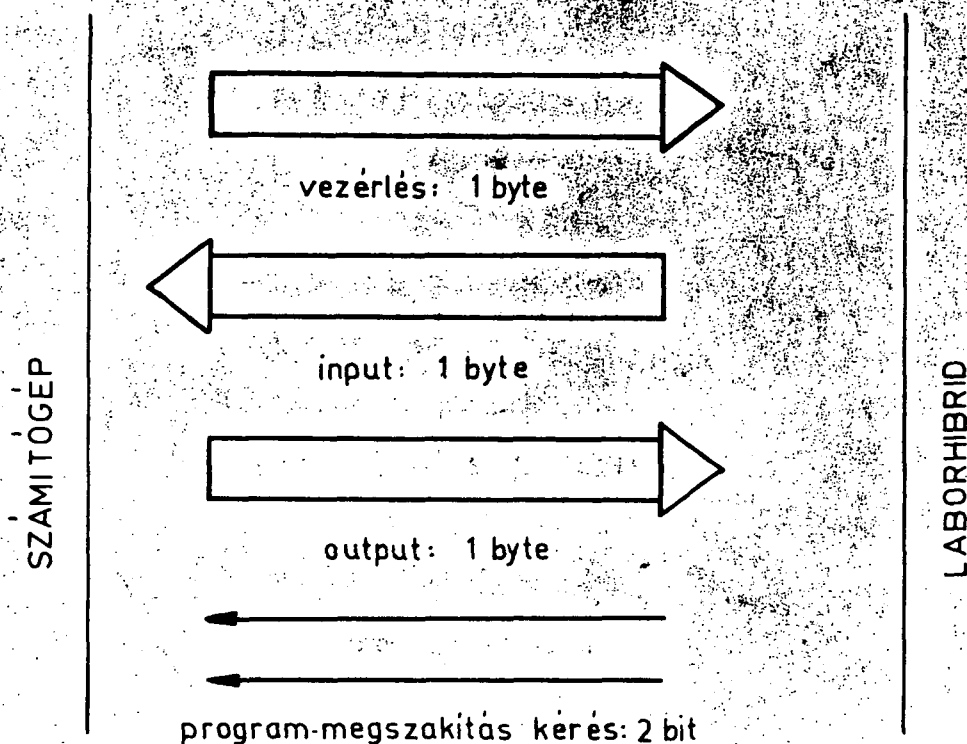
vezérlő utasítások  
input utasítások  
output utasítások

A vezérlő utasításoknál csak az 1 byte-os utasításkód átvitelére van szükség, míg az input és output utasításoknál még adatátvitel is történik. Az átvitt adatok is byte formátumúak, egy-egy input vagy output utasítás hatására byte átvitelére kerül sor.

Egy utasítás végrehajtásakor tehát maximum 2 byte-nyi információt kell átvinni. (1. ábra).

Még egy független információ átvitelére van szükség a LABORHIBRID-től a számítógéphez. Ahhoz, hogy a számítógép-LABORHIBRID rendszerben a LABORHIBRID a futó program megszakítását kérhesse, a LABORHIBRID programmegszakítás kérés jelét is külön át kell vinni a számítógéphez.

A programmegszakítás kérés max. két szinten történhet a LABORHIBRID-nél, azaz min. 1, max. 2 külön információs ut kell.



1. ábra —

A működési sebesség is egyértelműen definiálható a LABORHIBRID-nél. Egy utasítás végrehajtása, függetlenül típusától  $1 \mu\text{s}$ -ig tart. Természetesen ez az  $1 \mu\text{s}$  csak a LABORHIBRID belső adatforgalmára vonatkozik, azaz ezen idő alatt történik meg a felhasználói modulok és a vezérlő-illesztő modul közötti adatforgalom, illetve ennyi idő alatt hajtódnak végre a vezérlés jellegű utasítások. Viszont a felhasználói modulok és csatlakoztatott műszerek, készülékek ennél lényegesen több időt is eltölthetnek egy-egy utasítás végrehajtásával.

Az adatátviteli sebesség felső korlátja ebből már meghatározható: elvileg lehetetlen másodpercenként 1 milliónál több

LABORHIBRID utasítás végrehajtása. Ez a korlát viszont csak elméleti, ugyanis egyrészt az átvitt adatokkal a számítógépnek is végre kell hajtania bizonyos műveleteket; másrészt a LABORHIBRID-hez csatlakozó műszerek, berendezések általában nem igényelnek ilyen gyors adatforgalmat.

A számítógép és a LABORHIBRID közötti lehetséges összeköttetések kérdését tehát a következő három fő probléma határozza meg :

1. A szükséges adatátviteli út hossza.
2. Az időegység alatt végrehajtható műveletek száma.
3. Az egy utasítás végrehajtásakor átvitt maximális információmennyiség.

Az egy utasítás végrehajtásakor átvitt információmennyiség az átviteli út kialakításától függetlenül állandó, csak a végrehajtható művelet fajtájától függ. Ha nem input-output műveletet hajt végre a rendszer, csak 1 byte átvitele kell, a többi esetben pedig 2 byte-ot kell átvinni.

Természetesen ez az állandóság úgy értendő, hogy nem vesszük figyelembe az átvitel lebonyolításához szükséges egyéb jeleket, melyek száma változó.

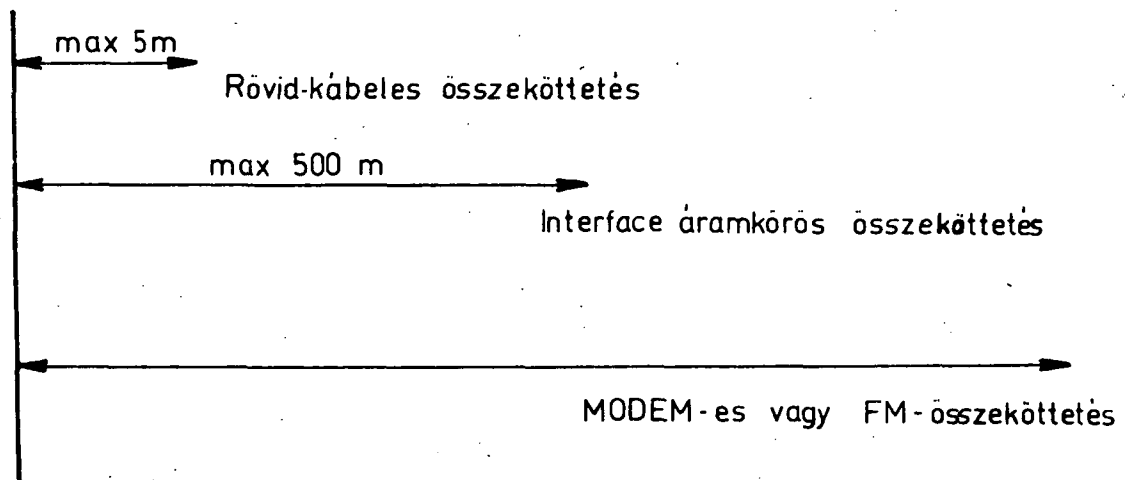
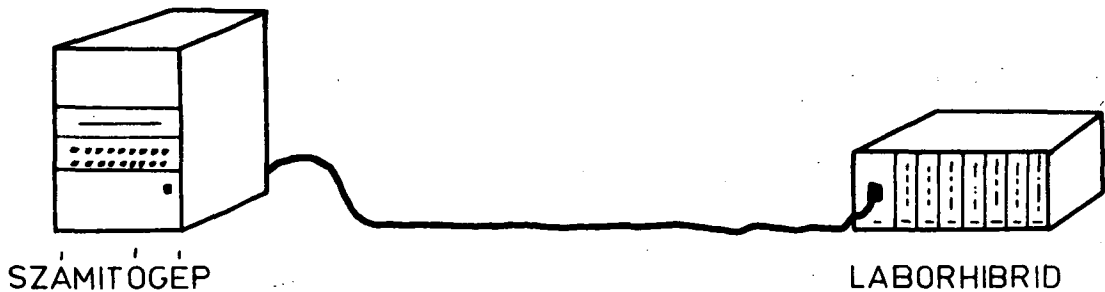
Az egyes megoldások közötti műszaki paraméter különbség az árban is erősen jelentkezik. Nagyobb sebességű és hosszabb adatátviteli út megvalósítása többbe kerül, mint egy kisebb adatátviteli sebességű vagy rövidebb távolsági követelményt kielégítő megoldás.

A LABORHIBRID fejlesztésével egyidejűleg az adatátvitel kérdésében is igyekeztünk a felhasználók igényeinek megfelelően többféle megoldást kialakítani. Jelenleg 4 különböző adatátviteli lehetőséget tudunk ajánlani a számítógép-LABORHIBRID kapcsolat kialakításához :

1. rövid kábeles összeköttetés,
2. interface áramkörös összeköttetés,
3. MODEM-es kapcsolat,
4. frekvenciamodulációs összeköttetés.

A következőkben az egyes összeköttetési módokat szeretnénk ismertetni, kitérve az alkalmazás szempontjából jelentős tulajdonságaikra.

Időrendi sorrendben elsőként a rövid kábeles összeköttetést alakítottuk ki. Alapvető tulajdonsága, hogy TTL jelszintekkel dolgozik, a vonalak meghajtására és az érzékelésre nem használ különleges áramköröket, hanem a TTL sorozat áramkörei használhatók. Ebből már következik, hogy csak kisebb távolságig alkalmazható, ez a távolság maximálisan 5 m lehet. (2. ábra) Ezt az összeköttetést kezdeti hardware, software kísérleteinkhez alakítottuk ki, hogy a számítógép-LABORHIBRID kapcsolatot létre tudjuk hozni és a próbákat el tudjuk kezdeni.



2. ábra

A rövid távu összeköttetés másik fő jellegzetességét a 3. ábra szemlélteti. Az átvitelhez külön  $\varepsilon$  vezetéken továbbítjuk a vezérlést előíró utasításkódot, valamint  $\delta$  vezetéket használunk az input, illetve output adat-byte átvitelére. Mivel az utasítás-byte, illetve az adat-byte átvitele paralel történik, a távolság kicsi, a LABORHIBRID belső adatforgalmára megadott  $1 \mu\text{s}$ -os időn belül lezajlik a számítógép-LABORHIBRID közötti átvitel is.

A legnagyobb átviteli sebesség tehát ezzel az adatátviteli uttal érhető el. Az áramköri kialakítás is igen egyszerű és olcsó, a kábelár sem jelentős, mivel kis távolságról van szó, mérsékelten az alkalmazott 34 erű kábel sem drága.

Alkalmazására ott kerülhet sor, ahol a műszerek, készülékek közvetlenül a számítógép melletti külön helyiségben, vagy vele egy helyiségben vannak.

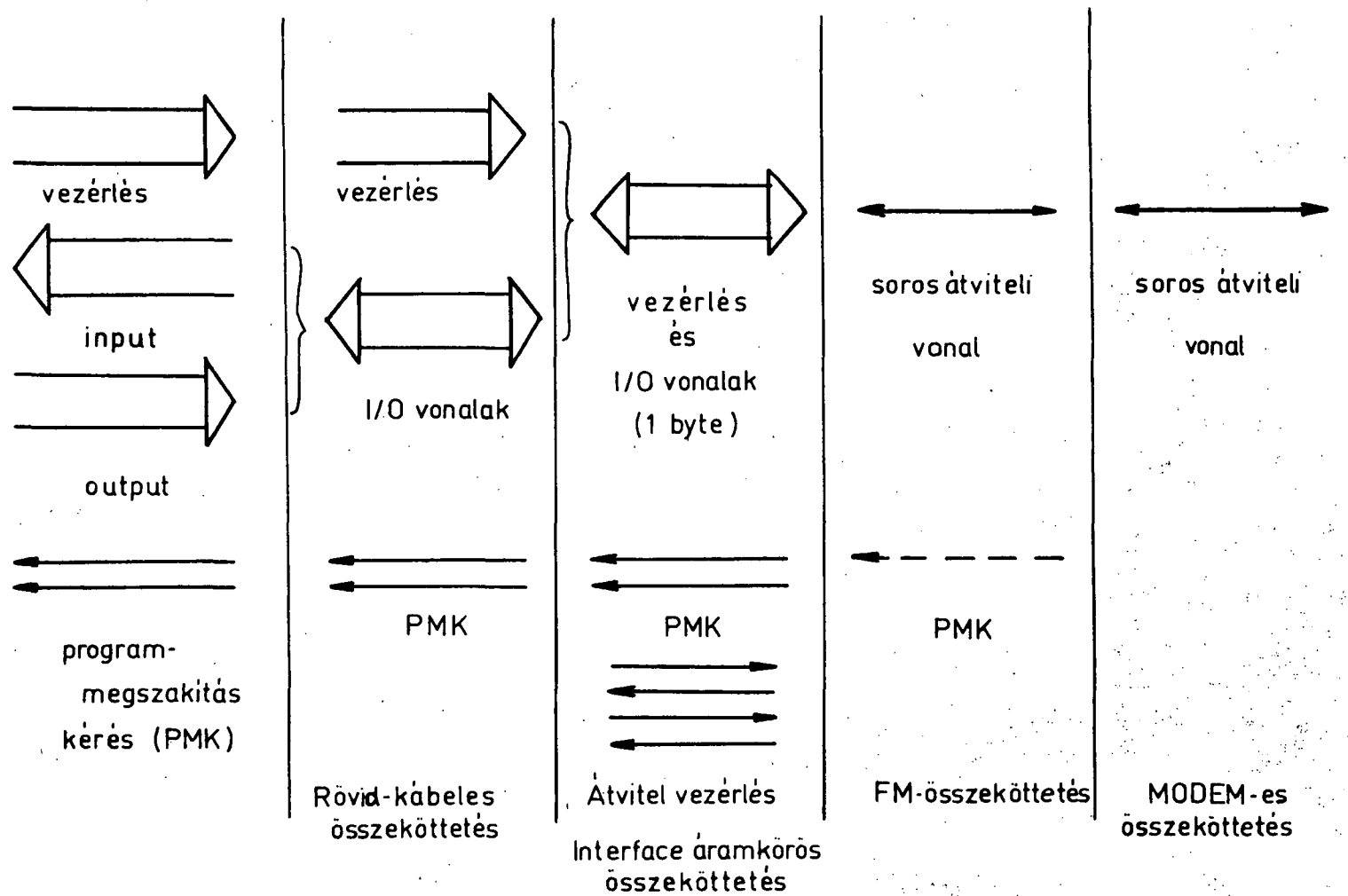
Legtöbb esetben azonban olyanok a körülmények, hogy a számítógép külön helyiségben van, s azok a műszerek, készülékek, melyeket a számítógéphez kellene kapcsolni, vagy más helyen vannak, távol a számítógéptől, és nem is vihetők át a számítógép közelébe, vagy pedig egy ilyen átcsoportosítás ésszerűtlen lenne.

Ezért létrehoztunk egy olyan összeköttetést is, melynek segítségével nagyobb távolsági követelményeket lehet kielégíteni.

Ennél a megoldásnál nagy zavarérzékenységgel integrált áramköröket alkalmaztunk, a Texas Instruments SN 75-ös sorozatu interface áramkörei közül. Ezt az átviteli rendszert éppen ezért interface áramkörös összeköttetésnek nevezzük.

Alapvető jellegzetessége, hogy minden jel átviteléhez 1 külön érpárra van szükség. Ezenkívül természetesen a földvezeték is szükséges, de ez közös.

Az átvitel itt nem tisztán párhuzamos, mint a rövid kábeles összeköttetésnél. Alapvető szempont volt a tervezés során, hogy a 34 erű kábel felhasználható legyen itt is. A nagyobb érszámú kábelek ugyanis lényegesen drágábbak, több 34 erű kábel használata pedig mind az ár, mind a bonyolultság növekedése miatt indokolatlan.



3. ábra

Ezért választottuk azt a megoldást, hogy egyetlen 8 bites adatutatót használunk, és ezen byte-soros, bit-parallel átvitel történik, azaz a számítógép felől eljut a LABORHIBRID-hez a vezérléshez szükséges utasításbyte, majd, ha input vagy output művelet van, ezen az adatuton, az átvitel irányától függően áthalad az adatbyte. A rövid kábeles összeköttetéshez képest bonyolultabb átviteli mód, ezért itt az átvitel lebonyolításának vezérléséhez külön vonalakra van szükség.

Ugyancsak külön vonalakon haladnak a program megszakítás-kérés jelei. Ezen átviteli módnál is megtartottuk a kétszintes programmegszakítás-kérés lehetőségét.

Ennél az összeköttetési módnál az adatátviteli idő már korántsem elhanyagolható a LABORHIBRID utasításvégrehajtási idejéhez képest. A 34-es kábel jelkésleltetési ideje kb. 5 ns méterenként, egy input vagy output műveletnél pedig a vezérlő vonalakon kétszer történik oda-vissza jelforgalom, időben egymás után, így tehát a kábelkésleltetés számításánál a tényleges kábelhossz négyszeresét kell figyelembe venni. Már 100 m-es kábelhossz esetén is ez 2  $\mu$ s-ot jelent, vagyis a számítógép LABORHIBRID-rendszerénél egy utasítás végrehajtási ideje 3  $\mu$ s-ra nyúlik meg ennél a távolságnál.

A maximális megengedhető távolságon belül bármilyen kábelhosszuság esetén az átvitel kézfogásos jellege miatt nincs szükség az időzítések külön beállítására, a kábelhossztól függő idő múlva a művelet végén a számítógép jelzést kap a művelet befejeztéről.

A megengedhető maximális kábelhossz függ a kábeltől, a zajviszonyoktól, valamint a számítógéptől is.

A tanszéken levő TPA-i géphez megvalósított összeköttetésnél figyelembe vettük, hogy egy input-output utasítás végrehajtási ideje maximum 15  $\mu$ s-ra megnyújtható. Ennek alapján a maximális kábelhosszra 500 m-es érték adódott. Ezen érték alatt egy LABORHIBRID művelet 1 TPA-i utasítással elvégezhető. Ilyen távolság mellett még a kábel ára sem korlátozó tényező, a LABORHIBRID árának 5 %-a alatt van.



Amennyiben egy LABORHIBRID utasítás végrehajtásához több számítógép utasításnyi időt engedünk meg, a kábelhossznak csak a zajviszonyok szabnak korlátot. Természetesen ilyen esetekben számolni kell a működési sebesség további csökkentésével, a távolság növekedésének megfelelően.

Összefoglalva azt mondhatjuk az interface áramkörös összeköttetésről, hogy alkalmazása akkor indokolt, ha az egymástól távolabb elhelyezkedő számítógép és LABORHIBRID között nagyobb átviteli sebességű összeköttetés szükséges. Pl. az 500 m-es távolság esetén is másodpercenként 50 ezer LABORHIBRID input-output művelet hajtható végre.

Amennyiben nem szükséges ez az átviteli sebesség, más megoldások is alkalmazhatók a számítógép-LABORHIBRID kapcsolat létrehozására, főként, ha nagyobb távolságu összeköttetés kell, mint amit az interface áramkörös megoldással el lehet érni.

Ilyen esetekben a postai MODEM-ek alkalmazása az egyik járható út.

Előny, hogy nem kell kiépíteni az adatátviteli vonalat, az már a meglévő telefonhálózat révén rendelkezésre áll. Ezzel a módszerrel lehetővé válik az is, hogy a LABORHIBRID-et egy számítógéppel nem rendelkező felhasználó alkalmazza, és a számítógép feladatát pl. egy más intézmény számítóközpontja lássa el.

A postai telefonhálózat alkalmazása mellett külön kiépített, saját kábel segítségével is használható a MODEM-es kapcsolat. Az adatátvitel soros jellege miatt a kábelár ilyen esetben nagyságrenddel kisebb, mint a 34 erű kábelé.

Az átviteli sebességet a MODEM-es összeköttetésnél a MODEM határozza meg. A soros átvitel és a telefonvonalak tulajdonságai miatt az átviteli sebesség igen alacsony lesz.

A MODEM-es soros adatátviteli mód mellett egy másik, nagyobb sebességű és a telefon vonallal kapcsolatos problémákat kikerülő soros átviteli móddal is folytatunk kísérleteket: a frekvenciamodulációs átvittel.

Előnye, az átvitel soros jellegéből adódóan, a kábel alacsony ára (egy koaxiális kábel elegendő, melynek ára a 34 erű kábel áránál nagyságrenddel kisebb), másrészt az URH sávba eső frekvenciatartományt választva, az átvitel sebessége lényegesen nagyobb, mint a MODEM-es kapcsolatnál.

Másodpercenként ezres nagyságrendbe eső számú LABOR-HIBRID művelet hajtható végre segítségével, így pl. egy analóg jel mintavételezésénél a másodpercenkénti ezer mintavétel biztosítható.

A koaxiális kábel jelkésleltetési ideje természetesen itt is befolyásolja a végrehajtási időt, az elérhető maximális távolság viszont főként a zajviszonyok függvénye. Bár erre vonatkozóan pontos adataink még nincsenek, a frekvenciamodulációs elv miatt az elérhető maximális távolság nagyobb, mint az interface áramkörös összeköttetésnél.

A frekvenciamodulációs kapcsolatot az univerzalitás és a számítógéptípustól független megvalósíthatóság miatt két LABOR-HIBRID keret között valósítjuk meg.

Az egyik keret a számítógép közelében helyezkedik el, és a rövid kábeles összeköttetéssel kapcsolódik a számítógéphez. A felhasználói modulok valamelyikének helyére kerül a FM kapcsolat modulja, a többi modulhelyre vagy egyéb felhasználói modulok, vagy szintén FM kapcsolatot biztosító modulok helyezhetők. Így egy hierarchikus LABORHIBRID rendszer építhető fel.

A frekvenciamodulációs átviteli mód alkalmazása ott előnyös, ahol pl. egy nagy kiterjedésű intézmény területén kell a számítóközponttól távol eső helyeken álló épületekben levő műszereket, berendezéseket a számítógéphez kapcsolni.

Ilyen esetekben felesleges a telefonvonalat igénybe venni, másrészt nagyobb átviteli sebesség érhető el, mint a MODEM-es kapcsolattal.

Terveink között szerepel a frekvenciamodulációs rendszerre alapozott vezeték nélküli kapcsolat kifejlesztése is. A kábeles ösz-

szeköttetéshez képest itt külön problémaként jelentkezik az átvitel megbízhatóságával kapcsolatban a hibavédelem kérdése. Ugy véljük, megfelelő hibavédelmi eljárást használva ez az átviteli mód is növelhetné rendszerünk alkalmazási lehetőségeit.

Az ismertetett négy adatátviteli móddal a lehetséges felhasználási területek igényeit igyekeztünk minél jobban kielégíteni. Jelenleg feladatunk ezzel kapcsolatban az, hogy minél részletesebben kifejtjük alkalmazásuk lehetőségeit, és tökéletesítsük őket. Emellett természetesen ettől eltérő összeköttetési módok kidolgozására is lehetőség van, a számítógép-LABORHIBRID rendszerrel szemben támasztott követelmények ismeretében.

### Irodalom

1. Ivanyos L.: TPA-i kismámítógép alkalmazása orvosi mérések adatainak feldolgozására. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és biológiában, 3. Koll. Szeged, 1972.
2. Ivanyos L., Tóth J., Molnár E.: Az 1001 TPA-i - LABORHIBRID rendszer alkalmazása EEG jelfeldolgozásban. Magyar EEG Társaság XVII évi tud.ülése, Szekszárd, 1973.
3. Tóth J., Ivanyos L., Molnár E.: EEG laboratórium és a számítógép on-line rendszerű kapcsolatának megteremtése "LABORHIBRID" elnevezésű komplex perifériával. Magyar EEG Társaság XVII. évi tud. ülése, Szekszárd, 1973.
4. Tóth J.: "LABORHIBRID" komplex periféria felhasználási lehetőségei az orvosi, biológiai és pszichológiai kutatásban. KKVMF tudományos ülésszaka, Budapest, 1973.
5. Tóth J., Ivanyos L., Molnár E.: Biológiai jelek rögzítése és feldolgozása LABORHIBRID modulokat alkalmazó rendszerekkel. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 4. Koll. Szeged, 1973.

6. Molnár E.: A FOKAL programnyelv kibővítése analóg és digitális adatgyűjtési, ill. vezérlési feladatok elvégzésére. KKVMF Tudományos Ülésszaka, 1973.
7. Molnár E., Ivanyos L., Tóth J.: Konverzációs software LABORHIBRID-TPA-i kisszámítógépes rendszere. Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában, 4. Koll. Szeged, 1973.
8. Ivanyos L., Tóth J., Molnár E., Kóré L.: Több munkahelyes számítógépes laboratóriumi rendszer megvalósítása "LABORHIBRID" perifériákkal. "Számítástechnika '74" konferencia, Esztergom, 1974.
9. Ivanyos L., Tóth J., Molnár E., Kóré L.: Biológiai jelek tárolása és feldolgozása LABORHIBRID egységek felhasználásával. Orvostechnikai konferencia, Budapest, 1974.
10. Kóré L., Ivanyos L., Tóth J., Molnár E.: Kisszámítógépes laboratóriumi mérőrendszer XI. Ipari Elektronikus Mérés és Szabályozás Szimpózium, Budapest, 1974.