

# A DIPEX tároltprogram vezérlésű digitális alközpontok forgalmi vizsgálata\*

ÁGOSTHÁZI MARGIT, DR. GOSZTONY GÉZA, SCHULLER J. ATTILA,  
SZENTIRMAI FERENCNÉ  
BHG Híradástechnikai Vállalat



## ÖSSZEFOGLALÁS

A DIPEX a BHG kis kapacitású TPV digitális alközpontcsaládjá. Az egy vagy két időosztásos buszból felépülő kapcsolómező vizsgálata számításokkal, illetve egy SIMULA 67 nyelven írott, CDC 3300-as számítógépen futó utánzóprogram felhasználásával történt. A vezérlőegység hívásfeldolgozó képességének meghatározására egy speciális keretprogram készült, amely magán a vezérlő processzoron, annak szabad idejében fut, vizsgálóhívásokat állít elő, és megfigyeli azokat.

## 1. Bevezetés

A BHG által gyártott DIPEX-rendszer egy mikroprocesszoros vezérlésű digitális alközpontcsalád, amely legfeljebb 100 mellékállomás kiszolgálására készült. Ebben a tartományban a rendszer különböző célokra használható fel, az egyszerű háziközponttól egészen a legbonyolultabb alközponti elrendezésekig.

A rendszer három fő részből áll: (1) a vezérlőegységből, (2) az időosztásos kapcsolómezőből és (3) a vonalcsatlakozó áramkörökből (1. ábra) [HORV 84].

A forgalmi vizsgálatok a vezérlőegységre és a kapcsolómezőre terjedtek ki. Általánosan érvényes, hogy a telefonközpontok forgalmi kapacitása veszteségi és várakozási szolgáltatási szint paraméterekkel jellemezhető. A DIPEX-rendszerben a kapcsolómező veszteséget, a vezérlőegység várakozást okozhat. A kapcsolómező vizsgálata számításokkal és számítógépes utánzással történt. A vezérlő szoftver vizsgálatára egy speciális utánzóprogram készült, amely magán a vezérlő mikroprocesszoron fut.

## 2. Kapcsolómező

A kapcsolómezőben a kapcsolások 32 csatornás PCM-buszokon építhetők fel. A bemenetek csoportokba vannak rendezve, utóbbiak a buszok egyikéhez csatlakoznak. A bemenetek különféle típusú forgalomforrásokat képviselnek. Normál kapcsolások céljára minden buszon 30 időrés áll rendelkezésre. Az ugyanahhoz a csoporthoz tartozó két bemenet összekapcsolására két szabad időrés kell legyen az illető csoporthoz tartozó buszon. Ha az összekapcsolandó bemenetek két külön csoporthoz tartoznak, akkor egy-egy szabad időrésre van szükség az érintett buszokon. Követelmény, hogy ezek az időrészek koincidensek legyenek, a kapcsolómező tehát egy térkapcsolót valósít meg. Az egyes bemeneti csoportok/buszok szempontjából „belső” és „külső” forgalomról lehet beszélni.

\*A TELECOM '85 konferencián elhangzott előadás bővített változata — Várna/Bulgária, 1985. okt. 17—19.

Beérkezett: 1985. VIII. 7. (#)

## ÁGOSTHÁZI MARGIT.

A Budapesti Műszaki Egyetemen 1967-ben okleveles villamosmérnöki, 1972-ben szakmérnöki oklevelet szerzett. 1967 óta dolgozik a BHG Híradástechnikai Vállalatnál.

1970 óta foglalkozik forgalomelméleti kérdésekkel. Fő területe a telefontechnikai vezérlőáramkörök forgalmi kapacitásának vizsgálata.

1975—81 között a BHG üzemi csoportjában, 1981-től a HTE-ben titkár.

### 2.1. Az egybuszos kapcsolómező

Az egy buszból felépülő kapcsolómező egy egyszerű teljes elérhetőségű csoportot képez, véges számú forgalomforrással és belső forgalommal. Erre a célra három matematikai modellt vizsgáltunk meg. (A) A belső forgalomra vonatkozó közönséges Engset-modell, (B) ennek a modellnek egy módosított változatát, amely figyelembe veszi a hívott foglaltságát [BAZL 73] és (C) az utóbbi modellt, kiegészítve a megismételt híváskísérletek hatásának figyelembevételével. Itt a [HONI 76]-ban használt közelítő számítási módszert alkalmaztuk. Az egy csoporthoz tartozó bemeneteknek feltevés szerint azonos forgalmi jellemzőik vannak.

#### 2.1.1. Az A modell

Poisson-típusú, véges számú forgalomforrást feltételezve,  $i$  időrész páry egyidejű foglaltságának valószínűsége könnyen kiszámítható az alábbi stacionárius állapotegyenletekből:

$$P(i) = \frac{\alpha^i}{i!} \prod_{j=0}^{i-1} (M-2j) P(0) \quad (1)$$

ahol

$$P(0) = \left[ 1 + \sum_{k=1}^N \frac{\alpha^k}{k!} \prod_{i=0}^{k-1} (M-2i) \right]^{-1}$$

$N$  — az időrész párok száma

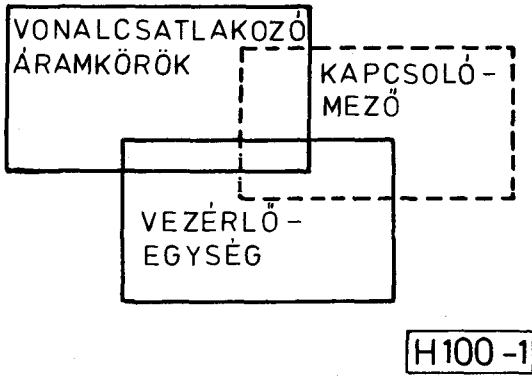
$M$  — a busz bemeneteinek száma

$\alpha$  — egy szabad forgalomforrás kezdeményezett forgalma:

$$\alpha = \frac{a}{1 - (1-B)a}$$

$a$  — a bemenetenkénti felajánlott forgalom

$$B = \frac{\alpha(M-2N)P(N)}{M \frac{a}{2}}$$



1. ábra. A DIPEX rendszer fő részei

amely utóbbi a veszteség valószínűsége (torlódás a kapcsolómezőben).

Ezek a képletek némileg módosított változatai a jól ismert Engset-modellnek,  $P(i)$  és  $B$  iterációs eljárással határozhatók meg. Ezt a számítást azonban nem kell elvégezni, mert a belső forgalmú Engset-modell egyszerűen átalakítható az eredeti Engset-modellé, behelyettesítve  $M$  helyébe  $M/2$ -t és  $\alpha$  helyébe  $2\alpha$ -t. Ezáltal a fenti összefüggések formálisan egy olyan rendszerre vonatkoznak, amelyben  $M/2$  forgalomforrás van egyenként  $a$  felajánlott forgalommal, és  $N$  teljes elérhetőségű kiszolgálószerv. Az ilyen rendszer forgalmi méretezése a rendelkezésre álló táblázatok és görbésregék segítségével elvégezhető.

### 2.1.2. A B modell

Tételezzük fel, hogy egy új hívás egyenlő valószínűséggel irányulhat a forgalomforrások akármelyike felé, kivéve természetesen a kezdeményező forgalomforrást.  $i$  számú, már fennálló kapcsolást feltételezve a hívott foglaltságának valószínűsége  $2i/(M-1)$ . A „lost calls cleared” (a torlódott hívások törölődnek) elvet alkalmazva, az új állapotegyenletekből a következő összefüggések vezethetők le:

$$P(i) = \frac{\alpha^i}{i!} \prod_{j=0}^{i-1} (M-2j) \left(1 - \frac{2j}{M-1}\right) P(0), \quad (2)$$

ahol

$$P(0) = \left[1 + \sum_{k=1}^N \frac{\alpha^k}{k!} \prod_{l=0}^{k-1} (M-2l) \left(1 - \frac{2l}{M-1}\right)\right]^{-1}$$

$$\alpha = \frac{a}{2} \frac{1}{1 - (1 - F(a))a}$$

$F(a)$  — a hívás sikertelenségének valószínűsége, amely két kifejezésből áll:

$$F(a) = B(a) + BY(a) = \frac{\alpha(M-2N)P(N)}{M \frac{a}{2}} + \frac{\alpha \sum_{i=1}^N (M-2i) \frac{2i}{M-1} P(i)}{M \frac{a}{2}}. \quad (3)$$



DR. GOSZTONY GÉZA

Fizikusi diplomát és dr. rer. nat. fokozatot az Eötvös Lo-

ránd Tudományegyetemen szerzett 1958-ban ill. 1973-ban. A megismételt telefonhívások forgalmi vizsgálatával kapcsolatos eredményeiért kandidátusi fokozatot kapott 1982-ben. 1963 óta dolgozik a BHG-ban, jelenleg mint a fejlesztés forgalmi méretezési munkáinak irányítója. 1976—1984 között a CCITT II/4 Munkacsoportjának, 1985 óta a II. Tanulmányi Bizottságnak elnöke. Tagja az International Teletraffic Congress állandó nemzetközi tanácsadó testületének. A HTE és az NJSZT tagja.



SCHULLER JÓZSEF ATTILA

1978-ban szerzett matematikai diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Azóta dolgozik a BHG Fejlesztési Intézetében. Az elmúlt években a gyártmányfejlesztéshez kapcsolódó forgalmi méretezési feladatok mellett speciális területként a távközlési rendszerek szolgáltatás használhatóságának matematikai modellezésével és időosztásos kapcsolómezők forgalmi vizsgálataival foglalkozott. Jelenleg a DIPEX alközpontcsalád szoftver fejlesztésében vesz részt.

Itt  $B(a)$  a hívástorlódás valószínűsége a kapcsolómező telítettsége miatt,  $BY(a)$  pedig a hívott forrás foglaltsága miatti sikertelenség valószínűsége. Ez a modell a [BAZL 73]-ban közölt modellnek egy speciális változata.

A (3) szerinti összetett sikertelenségi valószínűség meglehetősen nagy (1. táblázat).

1. táblázat  
A B modellel kiszámított összetett sikertelenségi valószínűség

A bemenetek száma, $M$	40	60	80	100	120
A híváskísérletek sikertelenségi valószínűsége, $F$ [%]	55,0	33,0	23,7	18,6	15,4
Torlódási valószínűség, $B$ [%]	1				

Az ilyen mértékű sikertelenségi valószínűségek azonban jelentős mértékű hívásismétlést okoznak, aminek a hatása már nem hanyagolható el.

### 2.1.3. A C modell

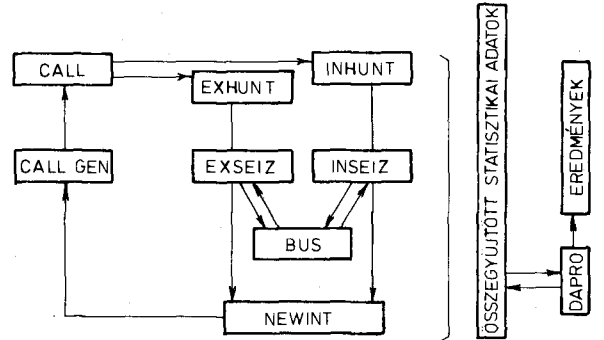
A hívásismétlések figyelembevételére a [HONI 76]-ban leírt közelítő számítási módszert használtuk fel. Ez abból az alapfeltevésekből indul ki, hogy a megismételt híváskísérleteket is tartalmazó új bemeneti folyamat változatlanul Poisson-folyamat marad. Így



**SZENTIRMAI FERENCNÉ**

1972-ben kezdett dolgozni a BHG-ban programozóként. 1978-ban üzemmérnöki oklevelet szerzett a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán.

Munkaterülete a telefonközpontok forgalmi méretezése kapcsán felmerülő problémák számítógépes utánpótlással történő megoldása.



H100-2

érvényes marad a (3) erre az esetre is, de fiktív megnövelt felajánlott forgalommal, amely az alábbi implicit összefüggésből határozható meg:

$$a^* = a\beta[F(a^*), H(i)] \quad (4)$$

ahol  $a^*$  — a bemenetenkénti fiktív felajánlott forgalom,  
 $a$  — az eredeti bemenetenkénti felajánlott forgalom (első híváskísérletek) és

$$\beta[F(a^*), H(i)] = 1 + \sum_{j=1}^{\infty} [F(a^*)]^j \prod_{i=1}^j H(i)$$

az ismétlési állandó.  $H(i)$  az  $i$ -edik sikertelen híváskísérlet utáni ismétlés valószínűsége.  $F(a^*)$  ugyanúgy számítható ki, mint  $F(a)$  a B modellben, de  $a$  helyett egy fiktív  $a^*$ -ot kell bevezetni. Mivel (4) szerint  $a^*$  implicit alakban van megadva, az egész számítás végül is kétszeres iterációt igényel. Az eredményül kapott  $F(a^*)$ -ot használtuk fel a híváskísérletek sikertelenségi valószínűségének becslésére. A torlódási valószínűségek 1% körüli tartományában az eredmények nem bizonyultak érzékenyek  $H(i)$  változásaira.

**2.2. Kébuszos kapcsolómező**

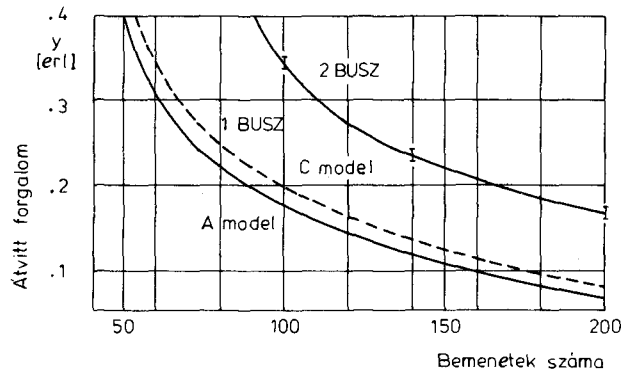
A kébuszos kapcsolómezők vizsgálatára egy általános, SIMULA 67 nyelven írott utánpótlóprogram készült.

**2.2.1. Az utánpótlóprogram**

Az új híváskísérleteket a PROCESS CLASS CALL-GEN állítja elő. Egy híváskísérlet a buszok valamelyikéhez van rendelve. A két egymást követő híváskísérlet közötti időtartam exponenciális eloszlású. A PROCESS CLASS CALL írja le a híváskísérletek tulajdonságait. A belső és külső hívások szabadút-keresését a CALL CLASS INCALL, illetve a CALL CLASS EXCALL végzi. A CLASS BUS tartalmazza a PCM busz tulajdonságait.

Az utánpótlás folyamán a kívánt számú CALL CLASS INCALL, CALL CLASS EXCALL és CLASS BUS egyidejűleg létezik, a belső és külső hívásokat, illetve buszokat képviselve. A belső és külső hívásokat a PROCEDURE INHUNT és PROCEDURE EXHUNT hajtja végre, az időrések lefoglalását a PROCEDURE INSEIZ és PROCEDURE EXSEIZ végzi. Utóbbi eljárások intézik a tartásidők nyilvántartását és a bontásokat.

2. ábra. Az utánpótlóprogram részeinek együttműködése



H100-3

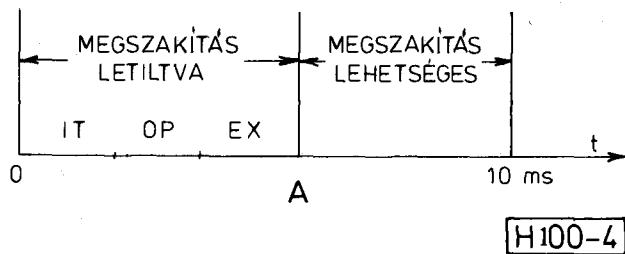
3. ábra. A kapcsolómező forgalmi kapacitása

Mivel feltevésünk szerint a bemenetek Engset-típusú forgalomforrások, ezért hívásintenzitásukat állandóan módosítani kell a szabad források számának megfelelően. Ezt a PROCEDURE NEWINT végzi. A PROCEDURE DAPRO kiértékeli az összegyűjtött adatokat. — Az 2. ábra bemutatja az utánpótlóprogram részei közötti kapcsolatokat. 25 ezer híváskísérlet végrehajtása körülbelül 15 percet igényel.

**2.3. Eredmények**

A kébuszos kapcsolómező utánpótlással meghatározott forgalmi kapacitását a 3. ábra mutatja, feltüntetve az egybuszos rendszerre vonatkozó eredményeket is. Látható, hogy egy busz mindkét esetben csaknem ugyanakkora forgalmat képes lebonyolítani, tehát a belső torlódásra nincsenek jelentős hatással a másik busz bemenetei felé irányuló hívások. További közelítő és egzakt analitikus modellek vizsgálata folyamatban van, ezekről későbbi időpontban számolunk be.

Az eredmények azt is megmutatták, hogy — legalábbis az egybuszos kapcsolómező kis torlódási valószínűségeinek tartományában — a valószínűségeknél jobb álló, bonyolultabb modell csaknem ugyanazt a forgalmi kapacitást adja, mint a belső forgalmú Engset-modell (azaz a jól ismert Engset-képlet).



4. ábra. Az alapciklus felosztása

### 3. A vezérlőrendszer

Vezérlőrendszerek forgalmi kapacitását a hardver és a szoftver tulajdonságai együttesen szabják meg.

#### 3.1. A rendszerszoftver felépítése

Az alkalmazott vizsgálati módszer bemutatásához a rendszerszoftver vázlatos ismertetése szükséges.

A rendszer működése 10 ms-os, úgynevezett alapciklusokon alapul. Az alapciklusok felosztását a 4. ábra mutatja. Az alapciklus egy időzítő megszakítással kezdődik, és két fő részre tagolódik: az elsőben a megszakítások le vannak tiltva, a másodikban a rendszer elfogad megszakításokat.

Az első szakaszban prioritásuk sorrendjében a következő programokat hajtja végre a vezérlő: a periodikus hangjelzéseket előállító, úgynevezett IT programokat, a kezelőkészlettől érkező jelzéseket fogadó és feldolgozó OP programokat, és a mellékállomásoktól származó jelzéseket fogadó és feldolgozó EX programokat.

A második szakaszban a hosszú végrehajtási idejű

programok futnak, amelyeknek nem kell szigorúan valós idejű kiszolgálást nyújtaniuk: a kezelőkészletben levő LED-ek működtetése, bontások, vizsgáló-programok stb.

A vizsgáló programrendszer a 4. ábrán A betűvel megjelölt helyen illeszkedik a rendszerbe.

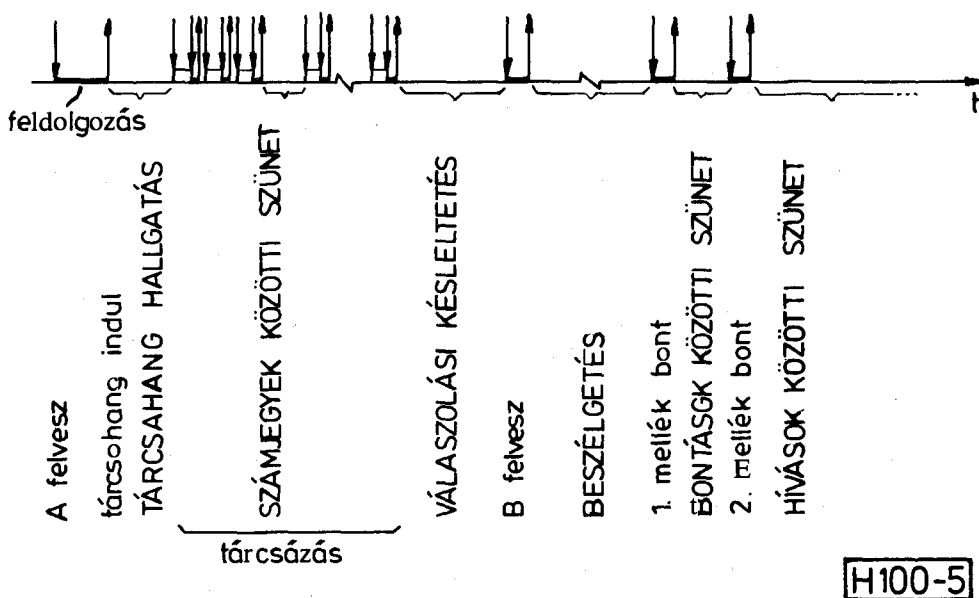
#### 3.2. A forgalmi kapacitás vizsgálatának módszere

A vezérlő szoftver kifejlesztése során szükségessé vált a vezérlőrendszer hívásfeldolgozó kapacitásának vizsgálata. Előzetes becslés és bizonyos mérések azt mutatták, hogy a vezérlőrendszernek elegendő szabad ideje van különböző önvizsgálatok elvégzésére. Ez feltétele annak a speciális utánzási módszernek, amelynek fő jellemzője, hogy maga a vezérlőrendszer vizsgálóhívásokat állít elő, és azokon megfigyeléseket, méréseket végez. A vizsgálóhívások megszakításokat írnak be a scanner megszakítási táblába: ezek helyettesítik a mellékállomások tevékenységét [SOÓS 84]. A következőkben a vizsgálat bizonyos alapelveit, a gyűjtött adatok típusait, a vizsgáló programrendszer hibáinak „kigyomlálására” alkalmazott módszereket és a végrehajtott vizsgálatokat foglaljuk össze.

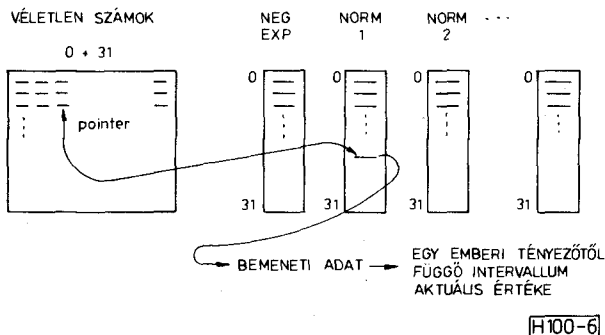
##### 3.2.1. A hívások leképzése

Az 5. ábrán példaképpen egy központon belül maradó, úgynevezett házi hívás idődiagramja látható. A lefelé mutató nyilak jelképezik a vizsgáló programrendszer által előállított jelzéseket. A felfelé mutató nyilak a vezérlő szoftver válaszait jelentik.

Néhány időtartam emberi tényezőktől függ, ilyenek pl. a tárcsahanghallgatás, a számjegyek közötti szünet, a hívott mellékállomás jelentkezési késleltetéseinek időtartama, stb. Ezeknek az eloszlásai mérések-



5. ábra. Egy belső hívás idődiagramja



6. ábra. Egy emberi tényezőtől függő időintervallum megvalósítása

bői ismertek; a vizsgálat céljára 32 elemű diszkrét eloszlásaikat állítottuk elő egy erre a célra kidolgozott speciális módszerrel [CSÁS 84].

A 6. ábrán láthatók egy adott eloszlású, emberi tényezőtől függő időtartam előállításának lépései. A kiindulópont egy 0 és 31 közé eső, kb. 2 ezer darab véletlen számot tartalmazó táblázat. Egy pointer kijelöl ebben egy véletlen számot, amelynek értéke meghatározza a kívánt eloszláslista egy elemét. A kiválasztott elemet meg kell szorozni egy bemeneti adattal, amelyet minden emberi tényezőre, egymástól függetlenül lehet megadni. Ez teszi lehetővé, hogy a megszakításokat tetszés szerint felgyorsíthassuk, vagy lelassíthassuk. Például a beszélgetés tartásidőhöz tartozó bemeneti adatot 1/60-nak definiálva a beszélgetések átlagos hossza 1 másodperc lesz, a tárolt negatív exponenciális eloszlás 60 másodperces átlagos értéke helyett. Ilyen módon a feldolgozási igények rendkívül nagy sűrűségűt, azaz a vezérlőrendszernek az üzemszerűnél sokszorta nagyobb terhelését lehet megvalósítani.

Néhány üzenetpárnak, azaz a hozzájuk tartozó eseményeknek különös fontosságuk van, ezért az üzenetpárok közötti időtartamok ellenőrzés céljából rendszeresen mérendők [GOSZ 80]. Például az „A mellékállomás felvesz” és a „tárcsahang indul” események közötti időintervallum fontos szolgáltatási szint paraméter, amitől elvárható, hogy ne lépjen túl egy adott értéket.

### 3.2.2. Adatgyűjtés, eredmények

Méréseket minden 10 ms-os alapciklusban végzünk. Az időtartam-mérések pontossága 128  $\mu$ s vagy 10 ms lehet. A mért adatokat átmenetileg a RAM memóriában tároljuk. Hogy megbízható adatokat kapjunk, a sztochasztikus szimuláció alábbi módszereit kell alkalmazzuk:

- a megfigyelések megkezdése előtt be kell *melegíteni* a rendszert: ez azt jelenti, hogy először a hívásgenerálás indítandó el, és csak miután megfelelő számú hívás él a rendszerben, akkor kezdhetők a mérések,
- a megfigyelést *több szakaszra* kell felosztani, és a szakaszok mérési eredményeiből átlagokat és konfidencia-határokat számítani,
- egy szakasz *elegendő hosszú* legyen ahhoz, hogy statisztikai egyensúlyi állapot alakulhasson ki. Esetünkben egy teljes mérésorozat 2,5 + 5 óra időtartamú volt, és több ezer hívásra terjedt ki.

Megfelelő előfeldolgozás után az összegyűjtött adatokat hexadecimális alakból decimális alakúvá alakítjuk

át. Mindezt maga a vezérlő processzor végzi offline módon, tehát a mérés-sorozat befejezése után. Az eredmények képernyőn vagy sornymotatón jeleníthetők meg.

Teljességre törekvés nélkül az alábbiakban felsorolunk néhány jellegzetes eredménytípust.

#### (a) Eseményszámlálók

- kezdeményezett hívások száma
- sikeres hívások száma
- torlódott hívások száma
- hívott foglaltsága miatt sikertelen hívások száma

- 10 ms-os ciklusok száma stb.

#### (b) Szakasonként gyűjtött időtartamok

- időtáblák feldolgozási időtartama
- munkatáblák feldolgozási időtartama
- mérések teljes időtartama
- egy utánzási szakasz nettó időtartama
- egy utánzási szakasz bruttó időtartama, beleértve a bemelegítési időt
- felajánlott forgalom stb.

#### (c) Eloszlások

- a hívó jelentkezésétől a tárcsahang megérkezéséig terjedő időtartam
- a mellékállomás bontásától a megfelelő bemeneti pont memóriabeli felszabadításáig terjedő időtartam
- egy 10 ms-os ciklusban mérésre fordított idő
- az összes hívásfeldolgozási feladat elvégzése után megmaradó szabad idő
- a foglalt hívástárak száma
- a bontótáblán található feldolgozási igények száma
- a munkatáblán található feldolgozási igények száma
- a szabad időrések száma stb.

### 3.2.3. A programozási hibák kiküszöbölése

Mivel a magas szintű programnyelvek hibafelismerő, hibabehatárolást segítő szolgáltatásai nem álltak rendelkezésre, ezért a programozási hibák felismerése és eltávolítása fáradtságos és meglehetősen időigényes feladat volt. Ennek néhány lépése:

- a véletlenszám-generátor ellenőrzése
- az emberi tényezőktől függő eloszlások megvalósulásának ellenőrzése
- a futások reprodukálhatóságának ellenőrzése
- egyetlen hívásból álló futások részletes elemzése
- az eredmények és előzetes becslésük összevetése
- különböző módon mért adatok összevetése.

Utóbbira példa a „mérések teljes időtartama” és az „egy 10 ms-os ciklusban mérésre fordított idő” eloszlásának, illetve az ebből kiszámítható átlagértéknek a ciklusszámmal való megszorításakor kapott értéknek az összehasonlítása. A különféle mérésekből származó adatoktól elvárható, hogy megfelelő mértékben megegyezzenek.

Hasonlóképpen, a híváskeletkezés gyakoriságát megszabó bemeneti adat és a megvalósult felajánlott forgalom jó összhangban kell legyen egymással és a foglalt hívástárak számával.

Ilyen és ehhez hasonló elemzésekkel voltak a programozási hibák felismerhetők, és lépésről lépésre felszámolhatók.

### 3.3. Forgalmi vizsgálatok

#### 3.3.1. Forgalmi kapacitás

Ez idáig csak belső hívások vizsgálatára került sor. Ebből bizonyos határokig jogosan vonhatók le következtetések egyéb hívástípusokra vonatkozóan is. Nevezetesen azért, mert a vezérlő által hívásfeldolgozásra fordított idő elsősorban az adott időtartam alatt végrehajtandó utasítások számától függ. Ez a szám a feldolgozandó hívások számával arányos, a hívás típusának ilyen tekintetben másodlagos szerepe van.

A normális terhelés mellett végzett vizsgálatokon túl ellenőriztük a rendkívül nagy terhelésű alközpont viselkedését is. A megfigyelések az alábbiakra koncentráltak:

- szolgáltatási szint teljesítmény
- bizonyos memóriaterületek feltöltődése stb.

A forgalmas órai hívásszám (BHCA — Busy Hour Call Attempts) legnagyobb értéke meghaladta a 2200-at. Ez esetben a kapacitás egy részét a mérések kötötték le. Becslés szerint mérések nélkül a vezérlőrendszer a névleges értéknek legkevesebb nyolcszorosát lenne képes megfelelő szinten kiszolgálni.

Fontos megemlíteni, hogy a forgalmi megfigyelések mellett a vizsgáló programrendszer állandóan ellenőrizte a hívásfeldolgozó szoftver helyes működését is.

#### 3.2.2. Egy számítási módszer ellenőrzése

A 2. pontban leírtak szerint az egybuszos kapcsolómező torlódási valószínűségeinek kiszámítására egy Engset-modellt alkalmaztunk. Ezt a közelítést mérési eredményekkel való összehasonlítás útján ellenőriztük. A számítással és méréssel kapott foglalt időrészsám eloszlások tagjai 2%-on belül megegyeztek.

#### Következtetések

A forgalmi vizsgálatok világosan megmutatták, hogy a DIPEX-rendszer forgalmi kapacitása igen kielégítő, és teljesíti az ezen tartományba tartozó alközpontok iránti követelményeket.

A belső forgalmú Engset-modell a megismételt híváskísérleteket figyelembe véve is jó közelítést ad, és egyszerűen átalakítható az eredeti Engset-modellé, melynek alkalmazásához rendelkezésre állnak a szükséges táblázatok, görbeseregek. Ez általános érdeklődésre számot tartó eredmény (a) a mindennapos forgalmi méretezés és (b) a jövőbeli ISDH alkalmazások szempontjából, hiszen az Engset-formula a tartásidő eloszlásától függetlenül érvényes.

A vezérlő által előállított vizsgálóhívások módszerének az a nagy előnye, hogy a vizsgálat közvetlenül a megvalósított rendszeren, azaz az adott szoftveren történik. Említést érdemel, hogy a forgalom előállításához — beleértve az emberi tényezőket is — nincs szükség független számítógépre, mint más hasonló, eddig végzett vizsgálatok esetében [FONT 71].

#### IRODALOM

- [BAZL 73] *Bazlen, D.*: „Multi-stage switching systems with both-way connections for internal and external traffic” 18th Report on studies in congestion theory, ISDT, Univ. of Stuttgart, 1973.
- [CSÁS 84] *Császár, Gy.*: „Traffic theory oriented approximation of continuous distributions by discrete ones” Proc. of the 3rd ITC Seminar on Teletraffic Theory, Moscow, June 20—26. 1984. pp. 61—65.
- [FONT 71] *Fontaine, B.*: „Real-time environment simulation” Electr. Comm., Vol. 46, No. 3. 1971.
- [GOSZ 80] *Gosztony, G.—Ágotházi, M.—Rét, M.*: „EDV Simulationsprogramm zur Bestimmung der Verkehrskapazität des Programmsystems von Rechnergesteuerten Vermittlungstellen” 12. Verkehrswissenschaftliche Tage, Dresden, 1980. Section 1.7.
- [HONI 76] *Honi, G.,—Gosztony, G.*: „Some practical problems of the traffic engineering of overloaded telephone networks” Proc. of the 8th Int. Teletraffic Congress, Melbourne, Paper 141/1—8., 1976.
- [HORV 84] *Horváth, I.*: „Small capacity digital private automatic branch exchanges developed in Hungary” 11th Int. Switching Symposium, Florence, Session 43/C Paper 4/1—6. 1984.
- [SOÓS 84] *Soós, F.*: „System software test for PABX exchange DIPEX using the own  $\mu$ P hardware system” Poster at the 29th Int. Scientific Colloquium, Oct. 29.—Nov. 2. 1984, Ilmenau, GDR.

*Lapunk példányonként megvásárolható  
V., Váci utca 10.  
V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti  
hírlapboltokban*