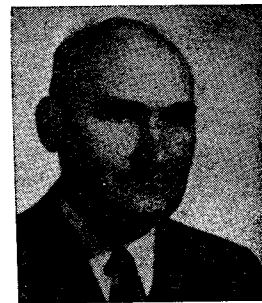


# DP 50 kiskapacitású digitális alközpont működésének nyomonkövetése diagnosztikai programcsomag segítségével



KESSELYÁK PÉTER—VARGA GÁBOR

BHG Fejlesztési Intézet

## ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk egy olyan diagnosztikai programcsomagot ismertet, amely mikroprocesszor vezérlésű kiskapacitású digitális alközpont működésének folytonos, valós idejű ellenőrzésére alkalmas. Mivel a nagyközpontokéhoz hasonló diagnosztikai programok alkalmazása nem lehetséges gazdasági és hardware okokból, azért a software nyújtotta diagnosztikai lehetőségeket kellett jól kihasználni, és amely kinyomtatható protokollt szolgáltat a központ restartjai után, valamint működése során tízpercenként. Ezek a protokollok adatokat szolgáltatnak a hívásfeldolgozás egyes fázisaiban az elvégzendő processzor feladatok felgyülemléséről vagy hiányáról, PCM időresek, hívástárak, városi fővonalak szabad vagy foglalt állapotáról. Tájékoztatnak ezenkívül a processzor szabadidejéről és különféle hiba szimptóma kódokat képeznek, ha szükséges. A protokoll számadatai és kódjai lehetővé teszik az alközpont aktuális működési állapotának felmérését és a forgalmi terhelés becslését. Diagnosztikai szótár segítségével a protokollok tartalma segíti a hiba behatárolást és karbantartást. A hiba-szimptóma kódokat a kezelőkészleten ki lehet jeleztetni.

### 1. A diagnosztikai programcsomag alkalmazásának célja

A mikroprocesszoros vezérlés nyújtotta gépi intelligencia lehetővé tette, hogy a DP 50 alközpont a saját működését valós időben, szoftver útján ellenőrizze. Az ellenőrzés célja kettős:

- Egyrészt folyamatos képet kapni a központ üzemvitele során végzett hívásfeldolgozási és egyéb, belső processzási folyamatok elvégzésének menetről, a forgalmi viszonyokról;
- Másrészt az üzemvitel és karbantartás érdekében feltárni a processzási szűk keresztmetszeteket, az esetleges feladattorlódásokat, időzavarokat, az erőforrások túlzott kihasználtságát vagy kihasználatlanságát.

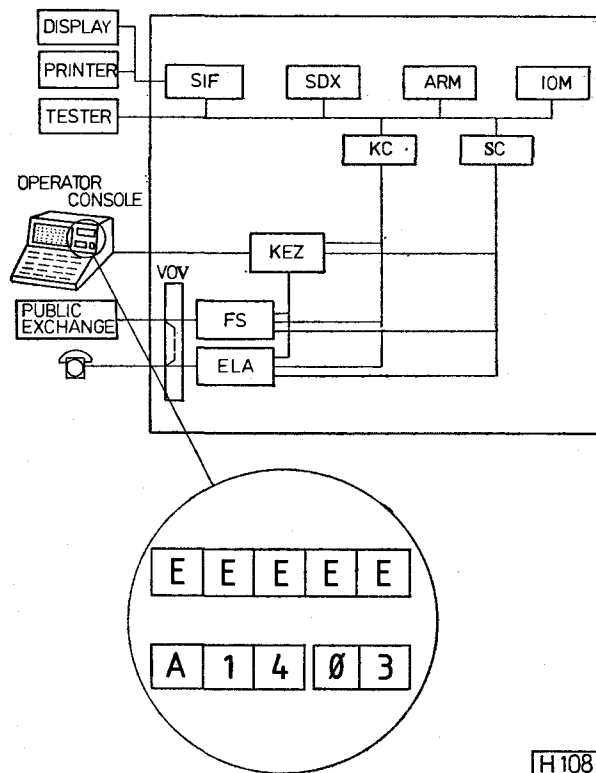
### 2. Primér diagnosztikai információbázis, mint új szolgáltatás

Mivel az alközpont forgalmi igényfeldolgozó képessége rendkívül nagy és igen dinamikus (a feldolgozás sebessége kilencszerese a maximális igénybeérkezési sebességnek) azért normális működési körülmények között forgalmi okokból az alközpont „sebezhetetlen”. Ha tehát a processzási folyamat mégis „szűk keresztmetszet”, időzavar, torlódás, telítettség, vagy valamilyen erőforrás teljes kihasználatlansága mutatkozik, az a köz-

### KESSELYÁK PÉTER

A Szegedi Tudományegyetem matematika-fizika szakán 1958-ban szerzett diplomát. 1959 óta a BHG Híradástechnikai Vállalat fejlesztő mérnöke. Államközi műszaki-tudományos együttműködés keretében éveken át dolgozott szakértőként Dél-Kínában, majd Kubában híradástechnikai gyártmányok trópusállósági és megbízhatósági vizsgálatait végezve.

E témában számos szakmai cikk és konferencia-előadás szerzője. Tagja az Európai Minőségügyi Szervezet és az IEC 56. Megbízhatósági Szakbizottságai hazai munkacsoportjának. Fő érdeklődési területe a rendszermegbízhatóság, beleértve ennek hardware- és software összetevőit. A hibakapacitás, mint új renyszermegbízhatósági jellemző bevezetéséért megkapta az Európai Minőségügyi Szervezet 1983. év dívját.



H 108-1

1. ábra. DIPEX 50 digitális alközpont blokkdiagramja perifériákkal együtt. Az ábra jelöléseinek magyarázata: SDX=8085-ös  $\mu$ -n alapuló központi vezérlő egység; ARM=12K adattároló egység; IOM=46K programtároló egység; KC=Kodek vezérlő áramkör; SC=Letapogató áramkör; KEZ=Kezelői áramkör; FS=Fővonalis szerelvény áramkör; ELA=Mellék szerelvény áramkör; VOV=Vonalváltó áramkör; SIF=Soros interface áramkör. Egy „alarm” jelzés megjelenítése a kezelőkészleten például: „EEEE”=üres kijelző; „A14”=14-es hibakód (a 14 sz. EPROM hibás); „03”=3 hiba-szimptóma van regisztrálva (a kijelzendő hibalista hossza)

Beérkezett: 1985. IX. 20. (#)

pontban levő hibára utal. A szoftver ellenőrző folyamat által feltárt ilyen rendellenességeket szoftver által generált hibaszimptómáknak nevezzük.

A diagnosztikai programcsomag futtatása során nyerhető információk és hibaszimptómák — közös néven primér diagnosztikai információ bázis — az üzemvitel és karbantartás számára olyan új szolgáltatást jelentenek, amelyekhez hasonló korábbi gyártmányainkban nem állt rendelkezésre. A programcsomag szolgáltatásainak igénybevételéhez kezelőkészletre és/vagy mátrixnyomtatóra van szükség.

Az alközpont blokkdiagramját és az információk kezelő készleten való megjelenítési módját az 1. ábra mutatja.

### 3. A programcsomag részei

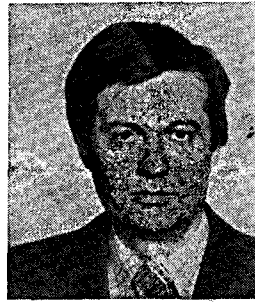
A programok egy része a rendszer inicializálásakor, illetve restart alkalmával aktivizálódik. Ellenőrzi magának az inicializálási folyamatnak helyes lejárásodását, ezenkívül pl. ellenőrzi a RAM és EPROM memória területek hibamentességét és hiba esetén regisztrálja a hibás integrált áramköri tok sorszámát. A gyűjtött diagnosztikai információk az inicializálás (restart) végén akkumulátoros RAM területen tárolva maradnak a következő inicializálásig. A kezelőkészlet kijelzőjén megjeleníthetők, nyomtató csatlakoztatása esetén pedig ezen kívül automatikusan kinyomtatásra kerülnek.

A programcsomag nagyobbik része üzemszerű működés alatt, a processzor minden egyes 10 ms működési ciklusának főidejében, annak elején fut és a 10 ms ciklusidőnek mintegy 20-%át foglalja el. Ezek a programok figyelik a rendszer esetleges túlterhelését, a különböző munkák várakozási listájának sorhosszát, az erőforrások foglaltságát, az időzítéseket és az egyes processzálási feladatok végrehajtásának időtartamát. Szükség esetén alarm-számlálókat léptetnek és hibaszimptóma kódokat generálnak. A gyűjtött adatok akkumulátoros RAM területre való elmentése és kinyomtatása 10 perces (10,65 perces) ciklusban történik. Ez idő alatt  $255 \times 255 = 65\,025$  db 10 ms működési ciklus fut le a rendszerben. A keletkezett hibaszimptóma kódok az aktuális 10 perces adatgyűjtési ciklus folyamán (kinyomtatásuk előtt) a kezelőkészlet kijelzőjén megjeleníthetők, a ciklus végén azonban az aktuális RAM területről törölődnek. Természetesen, ha a hibajelenség továbbra is fennáll, akkor a következő 10 perces adatgyűjtési ciklus elején a hibaszimptóma kódok azonnal újra képződnek, így mód van az állandó és időszakos hibák megkülönböztetésére.

### 4. A gyűjtött adatok

A diagnosztikai programok a következő fajta információkat gyűjtik:

4.1. Figyelik a processzálás dinamikáját, vagyis az úgynevezett várakozási listák hosszát: mintavételesen megszámlálják azt, hogy a processzálás minden 255. 10 ms alapciklusán belül hány hívás vár helyi, illetve bejövő irány-



VARGA GÁBOR

Diplomáját 1976-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar Műszertechnika Ágazatán szerezte. Diplomamunkájának témája elektromechanikus rendszerek megbízhatósági értékelése volt. 1976 óta a BHG Híradástechnikai Vállalat dolgozója. 1979-ben szakmérnöki oklevelet szerzett. Jelenleg a BHG Fejlesztési Intézetében telefonközpontok megbízhatósági kérdéseivel foglalkozik.

ból a kezelőre (HVL, VL, SVL listák), hány hívás vár bontásra (BONT), továbbá minden egyes 10 ms alapciklusban azt, hogy a kapcsolatfelépítés különböző szakaszaiban levő — még fel nem dolgozott — hívásigények összesen hány processzálási részfeladat elvégzésére vannak (SCHEDULER tábla, SCHT).

Tekintettel a már említett tényre, miszerint a munkáknak a várakozási listákról való kivétele, azaz a processzálás sebessége jóval nagyobb a lehetséges maximális igénybeérkezési sebességnél (a munkák listákra való feliratkozásának maximális sebességénél), a sorhosszak kritikus megnövekedése forgalmi okokból lehetetlen. Ha valamely sorhossz mégis kritikus mértékben megnő, az egyértelműen hibára utal. Fogalmas időszakban hasonlóan hibára utal az, ha valamely sorhossz tartósan nulla.

A programok meghatározzák a listákon levő munkák 10 ms-ként, ill.  $255 \times 10$  ms-onként megszámlált értékeinek 10 percen belüli halmozott összegét (S) átlagérték képzése céljából, valamint nagyság szerint osztályozzák a mért sorhosszakokat (0, 1, 2, 3—4, 5—8, 9—16 és >16 kategóriákba) és meghatározzák az egyes kategóriákhoz tartozó előfordulási gyakoriságokat. Az így letapogatott gyakorisági spektrum esetleges rendellenességeiből, mint hibaszimptómákból a processzálás dinamikai egyensúlyának megbomlására, különféle hibákra lehet következtetni.

4.2. A diagnosztikai programok másik csoportja a központ statikus működési egyensúlyát, a hardver és szoftver erőforrások foglaltságát figyelik. Ide tartozik pl. az alközpont városi fővonalainak (FŐVON), a beszédkapcsolatokhoz rendelt PCM időrés-párokknak (IRF) és hívástáraknak (HTF), valamint az időzítések óratablájának (ORATS) foglaltsági vizsgálata. A nyert adatokból a távbeszélő forgalom mértéke is meghatározható.

Ebben az adatsorozatban is meghatározásra kerül a foglalt erőforrások számának halmozott összege (S) átlagérték képzése céljából, valamint az időrés-pár foglaltság gyakoriság eloszlása. Ezen kívül a programok megadják a 10 perces adatgyűjtési időszakban mért minimális és maximális foglaltsági számot (M, X) és ezek gyakoriságát (NM, NX), továbbá azt, hogy az előre beállított min. és max. alarm-küszöbszinteket hány letapogatás alkalmával lépte túl a rendszer (AM, AX alarmszámlálók tartalma). Ha pl. a minimum alarmszint beállított értéke 0, akkor AM az erőforrás-

fajta foglaltságmentes állapotának gyakoriságáról tájékoztat. AM magas értéke forgalmas időszakban egyértelműen hibára utal.

4.3. A diagnosztikai programok harmadik csoportja a 10 ms processzási ciklus aktuális maradékidejét figyeli a programvégrehajtás 6 egymást követő fázisának végén. Minden egyes fázisra vonatkozóan meghatározásra kerül a

10 ms-ként mért maradékidők halmozott összege (S) átlagérték számítás céljából, valamint a minimum és maximum értékek (M, X) és azok gyakorisága (NM, NX). Az utolsó fázisban ezen kívül van egy AE alarmszámláló, amely akkor számol, ha a maradékidő egy előre beállított kritikus szint alá csökken. A maradékidő eloszlásának letapogatása céljából további 5 különböző maradékidő-küszöbszintj számláló (V, NV) állítható be.

```

VSUP:  C 0177      R 12                               9h 29
        S 000002
VSCHT:  S 00004E      32 00   16 00   8 00   4 00   2 02   1 4A
V8ONT:  S 000008      32 00   16 00   8 00   4 00   2 00   1 08
SVL:    S 000000
OL:     S 000003      32 00   16 00   8 00   4 00   2 00   1 03
HVL:    S 000000

VHTF:   C 0177
        S 000341      AX 00   AM 00   AE 00   M 02   NM 0044   X 06   NX 00DE

FOVON:  C 0177
        S 034811      AX 00   AM 00   AE 00   M 02   NM 489F   X 05   NX 1857

VIRF:   C 0177
        S 03514B      AX 00   AM 00   AE 00

        0 0000      1 0000      2 4C8C      3 3523      4 585A
        S 2071      6 0387      7 0000      8 0000      9 0000
        10 0000     11 0000     12 0000     13 0000     14 0000     15 0000

DRATS:  C 0177      M 08   NM 4403   X 0C   NX 0EA1

VMR11:  C 0177
        S 3F35AF      AE 01   M 30   NM 0001   X 41   NX 0C02

VMR12:  C 0177
        S 3A8A9E      AE 01   M 26   NM 0004   X 3C   NX 75F1

VMR13:  C 0177
        S 36509E      AE 01   M 19   NM 0001   X 39   NX 0C5C

VMR14:  C 0177
        S 3395CB      AE 01   M 15   NM 0001   X 35   NX 7842

VMR15:  C 0177
        S 30FCt4      AI 01   M 10   NM 0001   X 33   NX 1338

VMRID:  C 0177
        S 2E806A      AX 00   AM 00   AE 01   M 0E   NM 0001   X 31   NX 87FD
        U 24   NV 0128   V 27   NV 0157
    
```

H108-2

2. ábra. 10 perces működési ciklus protokollja forgalmas órán belül. Az ábra jelöléseinek magyarázata:

R: a restart-számláló aktuális értéke; VSUP C: az aktuális 10 perces adatgyűjtési időszak protokolljának sorszáma a legutolsó restarttól számítva; VSCHT: az aktuális 10 perces adatgyűjtési szakaszban a SCHEDULER listán jelentkező hívásfeldolgozási feladatok mennyiségére vonatkozó táblázat; S: a jelentkező feladatok számának halmozott összege; 32 nn, 16 nn, ... 2 nn, 1 nn; 10 ms-ként egyszerre jelentkező feladatok maximális számának gyakorisági spektruma;

VIRF: foglalt időrések statisztikái: S: 10 ms ciklusonként foglaltnak talált időrések számának 10 percen át halmozott összege, átlagos foglaltság meghatározása céljából; AX: maximum alarm, időrés-foglaltsági telítettség előfordulásainak száma, ahol telítettség a következő esemény értendő: „az összes időrés foglalt folyamatosan 2,5 másodpercen keresztül”; AM: minimum alarm, az időrések foglaltságmentességének előfordulási száma, ahol foglaltságmentességen a következő esemény értendő: „2,5 má-

sodpercen keresztül egyetlen időrés sem foglalt” 0 nnnn, 1 nnnn, ..., 15 nnnn: 0,1, ..., 15 időréspár egyidejű foglaltságának gyakorisági spektruma 10 ms-kénti letapogatás alapján; VMRID: A processzor 10 ms ciklusonkénti maradékidejére vonatkozó statisztikák: S: 10 ms ciklusonként mért maradékidők 10 percen át halmozott összege, átlagérték meghatározása céljából; AX, AM: maximum, ill. minimum alarm, a megfelelő küszöbértékek átlépésének gyakorisága; M, NM: a 10 perces adatgyűjtési periódusban mért minimális maradékidő számértéke és előfordulási gyakorisága; X, NX: a 10 perces adatgyűjtési periódusban mért maximális maradékidő számértéke és előfordulási gyakorisága; V 24, V 27: tetszőlegesen választott maradékidő-küszöbértékek, 125 µs többszöröseiben kifejezve, a maradékidő-eloszlás „szondázása” céljából; NV: azon 10 ms ciklusok száma, amelyekben a maradékidő nem haladta meg a választott küszöbértéket;

Megjegyzés: A protokollban található szám adatok mind hexadecimálisak

A processzálás egyes fázisainak végrehajtásában jelentkező idő-anomáliákból következtetni lehet a központ esetleges rendellenes működésének forrásaira.

4.4. A diagnosztikai programcsomag a 4.1—4.3. pontokban felsorolt adatokon túlmenően képes bizonyos hibaszimptóma kódokat automatikusan generálni. Ilyenek:

- Hibás EPROM tok sorszáma (CHECK-SUM ellenőrzés alapján);
- Hibás RAM tok sorszáma;
- Maradékidő szintje kritikus;
- Várakozási listán 16-nál több munka van (listánként külön);
- Erőforrások maximálisan foglaltak (telítettség, erőforrásfajtánként külön).

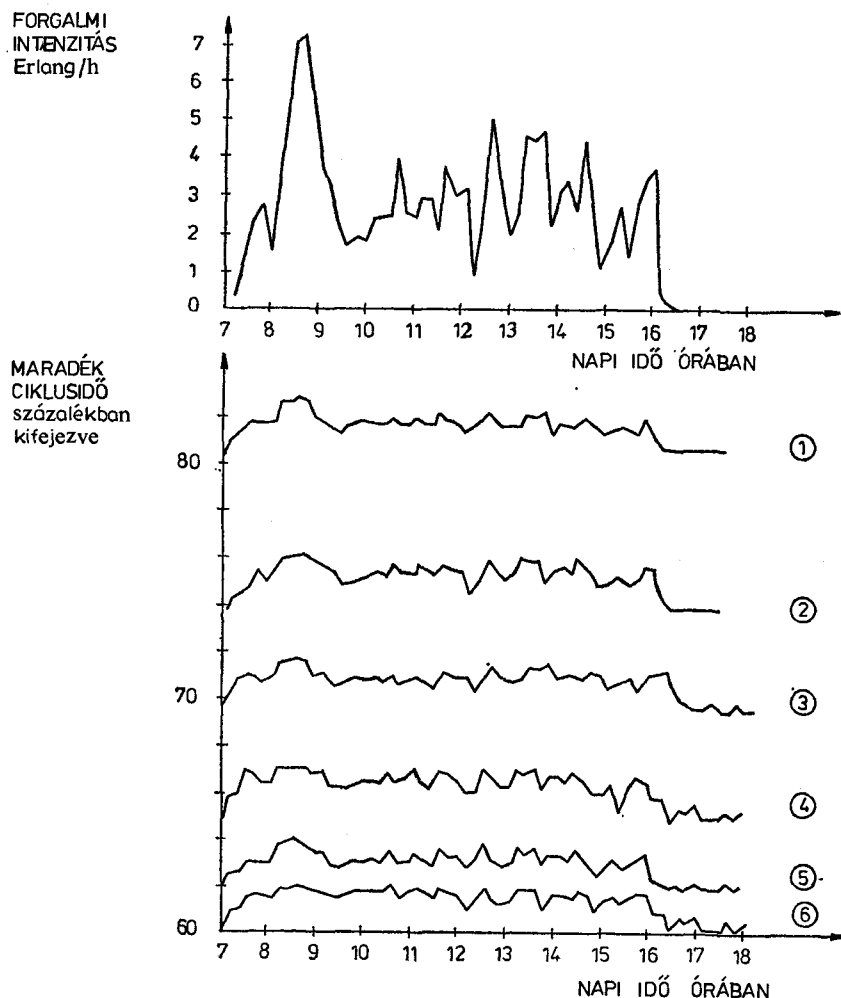
A hibaszimptóma kódok egy külön listára íródnak fel az aktuális 10 perces adatgyűjtési ciklus során és

a kezelő készlet kijelzőjén gombnyomásra kétjegyű kód formájában megjeleníthetők az 1. ábra szerint. A hibaszimptóma kód képződését közösített lámpajelzés adja tudtul a kezelőnek.

## 5. Nyomatott protokollok

Sornyomtató csatlakoztatása esetén a diagnosztikai programcsomag inicializáláskor, majd üzemszerűen 10 percenként protokollt nyomtat. Az üzemszerű protokoll tartalmát a 2. ábra és a hozzáfűzött magyarázat mutatja.

A protokollok azonosítása a legutolsó inicializálás (restart) kinyomtatott sorszámaival történik, ami egy 1-byte-os hozzáférhetetlen számláló tartalma (R, nn.)



H108-3

3. ábra. A processzor maradék idejének alakulása a forgalmi intenzitással összevetve. Az ábra számjelzéseinek magyarázata:

1. időellenőrzési pont: vizsgáló programok végrehajtása után
  2. időellenőrzési pont: időzítő programok végrehajtása után
  3. időellenőrzési pont: kezelői munkatábla feldolgozása után
  4. időellenőrzési pont: csengető- és hangjelzéseket vezérlő programok végrehajtása után
  5. időellenőrzési pont: scheduler munkatábla feldolgozó program végrehajtása után
- Végző maradék idő mérése: hívástár generálás után és befejezve az aktuális feladatokat

Ezen kívül azonosítótól szolgál még a legutolsó inicializálástól számított 10 perces adatgyűjtő ciklusok lefutott száma is, ami ugyancsak kinyomtatásra kerül (C, nnn). A kinyomtatott számadatok hexadecimálisak.

Megemlítjük még, hogy az ismertetett diagnosztikai programcsomagon kívül a rendszer tartalmaz egy úgynevezett POST MORTEM DUMP programot, amely automatikus restart előtt kinyomtatja a regiszterek, programszámláló, stack pointer és fontosabb memória területek megszaktítás pillanatában érvényes tartalmát, aktuális kezdőcímetek stb. — off-line hibaelemzés céljára.

## 6. A diagnosztikai programcsomag üzemszerű futtatásának tapasztalatai

A 2. ábra egy kis kapacitású DP 50 alközpont forgalmas órából származó 10 percének protokollját mutatja. Érdekes megfigyelni, hogy a VSCHT scheduler munkatáblán mindössze 2 db 2,5 másodperces letapogatási szakaszban fordult elő egyidejűleg maximum 2 munka és  $4AH=74$  alkalommal maximum 1 munka. Mivel egy 10 perces adatgyűjtési periódus során a letapogatási szakaszok száma 255 (és minden szakaszban 255 db 10 ms ciklus kerül letapogatásra), így 179 db 255-ös letapogatási szakasz esetében a program egyáltalán nem talált munkát a scheduler táblán, azaz a munkák számának maximuma 0 volt.

Megjegyezzük, hogy 4-nél több munkát egyszerre még nem tapasztaltunk a SCHEDULER táblán, ugyanakkor az alarmszintet egyszerre 17 vagy annál több munka jelenti. Mindez a processzálas rendkívüli dinamizmusát bizonyítja.

Még jobb a helyzet a többi várakozási listákkal kapcsolatban: a VBONT listán pl. 8 alkalommal, a VL listán 3 alkalommal maradt 1—1 munka a következő 10 ms ciklusra. Az SLV és HVL listákon egyáltalán nem fordult elő munka az aktuális 10 perc alatt. Ezt onnan tudjuk, hogy a csupa zérusból álló gyakorisági spektrumot a program nem nyomtatattatja ki.

A protokoll következő három tétele (VHTF, FÖVON, VIRF) a hívástárak, fővonalak és időrészpárok foglaltsági spektrumát mutatja. A lefoglalt erőforrások száma 2 és 6 között mozgott, az AX, AM alarmszámlálók mind nullát mutatnak. Mindegyik tételnél az S összegből hexadecimális/decimális off-line konverziós program segítségével kaphatjuk meg a foglaltság átlagértékét. Tapasztalat az, hogy az alközpontba bekapcsolt városi fővonalak száma rendkívül erősen korlátozza a többi erőforrás foglaltságát is, mivel kis alközpontban a helyi forgalom alig számottevő.

A protokoll VMRI1—VMRI5 és VMRI6 tételei a processzálas maradékidejének alakulásáról tájékoztatnak. Az AE=01 alarmszámláló érték jogos és megengedett, mivel minden egyes 10 perces adatgyűjtési ciklus végén, az utolsó 10 ms működési ciklusban a gyűjtött adatokat kinyomtatás céljából akkumulátoros RAM területre kell elmenteni és ez 65 025 eset közül 1 esetben küszöbszint alá csökkenti a maradékidőt. Egyébként a protokollból látható, hogy az M minimum

értékekhez tartozó NM gyakoriságok számszerűen jóval kisebbek, mint az X maximum értékekhez tartozó NX gyakoriságok. A tapasztalat azt mutatta, hogy normális körülmények között a maradékidő eloszlása sarkítottan aszimmetrikus: az átlagérték egészen a maximum közelében van. Ennek oka az, hogy a diagnosztikai programok csak minden 256-odik 10 ms ciklusban futnak hosszabban az átlagosnál, míg az alapfunkciók elvégzésének futásideje állandó és erre a bázisra szuperponálódik rá a véletlenszerűen beérkező forgalmi igények kiszolgálási ideje, márpedig ilyen igények a 10 ms ciklus ismétlődési gyakoriságához képest igencsak „ritkán” érkeznek.

A 3. ábra a processzálas maradékidő átlagértékét és a forgalmi intenzitás egy napi alakulását állítja egymás mellé. Minden 10 ms ciklus első fázisában a diagnosztikai programok kerülnek végrehajtásra. E programok szerkezete olyan, hogy nagyobb forgalmi intenzitás letapogatása rövidebb ideig tart, ami kiegyenlítőleg hat a processzálas cikluson belüli időtartamára s így a maradékidőre is. E kompenzáció olyan erős, hogy a forgalmi intenzitás növekedtével a processzálas össz-ideje abszolút értékben sem növekszik, hanem csökken — az adott esetben a 10 ms ciklusidőt 100%-nak tekintve — 0—2%-kal.

A processzálas 2.—6. fázisában a hívásigények és ezzel kapcsolatos belső munkák feldolgozása — az adott forgalomintenzitási tartományban — mindössze további 1%-on belül befolyásolja a maradékidő alakulását.

Ha tehát a maradékidő a ciklusidő 3%-ánál jobban eltér az átlagostól, akkor az adott forgalmi viszonyok mellett ezt az eseményt hibaszimptomának kell tekinteni.

A processzálas dinamikáját és időben bő redundanciáját mutatja az a tény is a 3. ábra szerint, hogy a maradékidő átlagértéke a forgalomintenzitástól alig függ: nagy stabilitást mutatva állandóan 60% körül mozog. (58%, +3%, —0%)

Meg kell jegyezni, hogy a diagnosztikai programcsomag által szoftver úton generált adatok és hibaszimptomák egyenként általában nem adnak elegendő információt a hiba helyének és okának pontos behatárolásához; ehhez több különböző hibaszimptóma együttes értékelésére és összegegyeztetetőségi (konzisztencia-) vizsgálatára van szükség. Ilyen értékeléseket egy külön dokumentáció, az alközpont hibaszótára tartalmaz.

## 7. Véggöveztetés

A DP 50 digitális alközpont bemutatott diagnosztikai programcsomagja bepillantást enged a processzálas szoftver-folyamatába és annak megbízhatósági tartalékai, lehetővé tesz bizonyos fajta forgalom mérését, statisztikai adatokat szolgáltat, képes alarmszámlálót léptetni és hibaszimptóma-kódokat képezni. Az általa generált primér diagnosztikai információbázis segítséget nyújt az üzemvitel és karbantartás számára a forgalmi terhelések és hibák helyének és okának behatárolásához.