

FRAJKA BÉLA

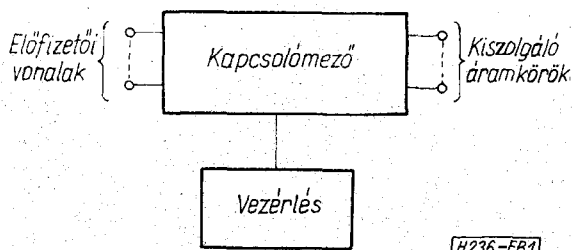
BME Híradástechnikai Elektronika Intézet

Moduláris felépítésű távbeszélő- központ. I. A kapcsolómező kialakítása törpe kapcsolókkal

ETO 621.395.34:621.395.65 - 181.4

Az elektronikus vezérlésű távbeszélő-központoknál a gyárak a tárolt-program vezérlésnek szinte mágikus tulajdonságokat tulajdonítanak. Ezek között a rugalmasság a leghangsúlyozottabb. A legtöbb cikk a vezérlés rugalmasságának tulajdonítja egy új szolgáltatás bevezethetőségét, s hogy az igazgatásos a tárolt-program vezérlésnek megnyerjék, számot eddig nem használt új szolgáltatás vonzó tulajdonságait ismertetik.

A valóságban egy távbeszélő-központ szolgáltatásait és rugalmasságát a központ elvben jól elkülöníthető két része, a kapcsolómező és a vezérlés együttesen határozza meg (1. ábra).



1. ábra. A távbeszélő-központ elvi vázlata

A kapcsolómező gyűjtőfogalomba a kapcsolók és az azokon végződött áramkörök (periféria) tartoznak. Ez határozza meg, hogy a perifériák milyen jelzéseket adhatnak-vehetnek és hogy milyen kombináció szerint kapcsolódhatnak egymással.

A vezérlési műveletek két nagy csoportra oszthatók:

- hívás-felépítési műveletekre,
- hívás-felügyeleti műveletekre.

A hívás-felépítési műveleteket igénylő szolgáltatások bevezetése csak vezérlési módosítást jelent. Ilyen például a rövidített hívószámú hívás, a hívás átadás stb.

Felügyeleti műveleteket is igénylő szolgáltatások bevezetése mindig kapcsolómező és vezérlő módosítást jelent. Pl. az előfizetői vonalon a számtárcsás készülék felváltása billentyűs készülékkel, az alközpontokban meghonosodott visszahívás bevezetése a főközpontokba stb.

A vezérlés információátvitelt és -feldolgozást jelent, ezért a rugalmasságot definiálhatjuk az információátvitel és a -feldolgozás szemszögéből.

Egy hívás felépítésekor a létesítendő összeköttetés az alábbi műveletek eredménye határozza meg:

a) A hívó fél által beküldött hívószámból azon áramkörök helyszámának meghatározása, melyek közül eggyel össze kell kapcsolni a hívó vonalát.

b) A helyszám ismeretében szabad kapcsolási út keresése a hívó és a szabad hívott vonal között.

c) Az így meghatározott kapcsolási út keresztpontjainak működtetése.

Az a) alatti művelet tulajdonképpen nem jelent mást, mint a megfelelő tárolóból elővenni a szükséges információt. A b) alatti műveletnek, akár huzalozott, akár tárolt-programú feldolgozás eredményeként realizálódják is, az a tulajdonsága, hogy elvégzéséhez a két helyszám és a kapcsolási utak pillanatnyi állapotának ismerete szükséges és független attól, hogy miként jött létre a hívószám/helyszám transzláció. A c) alatti művelet elsősorban az alkalmazott kapcsoló elem függvénye.

Az elmondottakból következik, hogy a hívás-felépítési műveletek rugalmasságát a transzláció rugalmassága határozza meg és független a feldolgozás módjától.

Az összeköttetés felépítése után a lehetséges események körét a periféria állapotának megváltozása és ezt követően a vezérlő által a kapcsolómezőhöz továbbított utasítások határozzák meg. A hívás-felügyeleti műveletek megváltoztatása információátvitel és -feldolgozás változtatással járhat együtt. Az ilyen változtatások költsége függ attól, hogy ezt a változtatást hány helyen kell végrehajtani. Magától

értetődik, hogy leggazdaságosabban, legkönnyebben és leggyorsabban a tárolt-program vezérlés esetén lehet a változtatást megcsinálni, de huzalozott program esetén sem jelenthet többet, mint egy-két nyomtatott áramkör kicserélését. Mindenesetre a felügyeleti műveletek döntő hányada egy központ élettartama alatt változatlan marad, és ezért „megváltoztathatatlanul” be lehet programozva a feldolgozóba. Ha mégis változtatásra van szükség, az olyan ritkán fordul elő és nem annyira sürgős, hogy ne lenne idő új kártyák legyártásával „átprogramozni” a vezérlőt.

Az elmondottakból nyilvánvaló, hogy a huzalozott programú vezérlés csak a hívás-felügyeleti műveletek vonatkozásában rugalmatlanabb a tárolt-programú vezérlésnél és ott sem jelentős mértékben. Amiből következik, hogy további szempontok dönthetik el, hogy adott helyen és időben milyen vezérlést célszerű választani.

A vonalankénti költség kedvezőtlenül alakul a kis vonalszámú kapacitásoknál, mert a centralizált vezérlő költség a kapcsolómező költségéhez viszonyítva aránytalanul nagy. Ezért a tárolt-programú vezérlést jelenleg csak nagy kapacitású központokban alkalmazzák.

Centralizált vezérlés esetén nehéz probléma az üzembiztonság megkívánt színvonalának biztosítása. Számos intézkedéssel — duplikálás, önellenőrzés, automatikus hiba diagnosztizálás stb. — az eddigi tapasztalat szerint a centralizált vezérlés is megfelelő üzembiztonságot nyújt. Ezen intézkedések eredményeként azonban rendkívül bonyolult, nehezen áttekinthető vezérlési mód adódik, s karbantartásához magas műszaki színvonalú szakember szükséges.

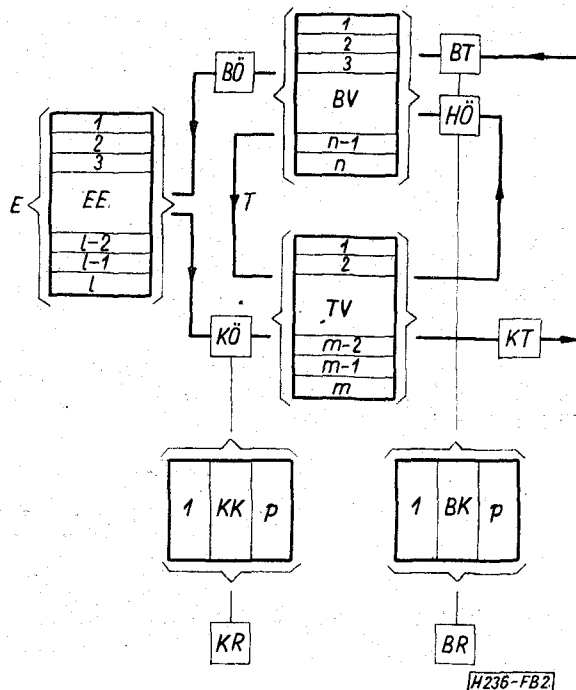
A vezérlés megfelelő decentralizálásával, a mi viszonyaink közepette, kettős célt lehet megvalósítani. Telefoniparunk sohasem lesz abban a helyzetben, mint a nagy tőkés vállalatok, hogy egyazon típusból nagy sorozatot tud gyártani, ezért nekünk olyan központ típusra lenne szükségünk, amely közepes és nagy központok céljaira lehetőleg azonos részegységekből, úgynevezett modulokból rakható össze. A modulok vezérlését úgy kell megvalósítani, hogy önállóan legyenek képesek a vezérlési feladatok ellátására.

A decentralizált vezérlés nagy központok esetében valószínűleg drágább lesz, mint a centralizált vezérlés, de hazai viszonyok között a nagy kapacitású központ igény jóval a kis és közepes kapacitású központ igény mögött marad. Viszont ellenszolgáltatásként nagymértékben megnő az üzembiztonság.

Végző eredményként üzembiztonságot növelő tényező az is, hogy a decentralizált logika könnyebben áttekinthető, egyszerűbb, s karbantartása a hazai műszaki kultúrával is megoldható.

Strukturális kialakítás

A struktúra általános blokkdiagramját a 2. ábra mutatja. Az ábrázolás is jól szemlélteti, hogy az egyes fokozatok moduláris felépítésűek, s ezáltal a bővítés gazdaságos lépésekben történhet. További szempont



2. ábra. A kapcsolómező struktúrája

volt, hogy a bővítés lehetőség szerint ne igényeljen módosítást a már üzemelő egységekben.

A kiszolgáló áramkörök felkapcsolását végző fokozatok (KK, BK) beiktatása nagymértékben egyszerűsíti a vezérlési folyamatot, valamint csökkenti a beszédutak kapcsolását végző fokozatok vezérlőinek terhelését.

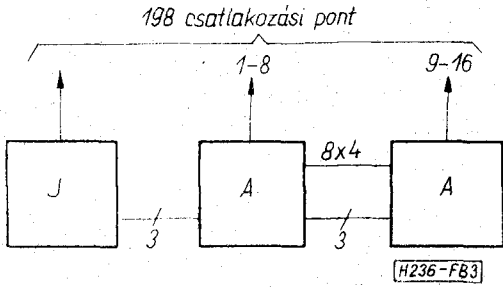
A decentralizált vezérlésnél törekedni kell arra, hogy a fokozatok vezérlése gazdaságos legyen. Más szavakkal ez azt jelenti, hogy a modulok vezérlése legyen egyszerű. Ezt nagymértékben segíti elő, ha egy fokozat mindig azonosan működik. A 2. ábra BV bejövő választó fokozata és BK bejövő regiszter kapcsoló fokozata a fenti elv alkalmazását a vezérlési részletek ismerete nélkül is szemléletesen tanúsítja. Akár bejövő, akár helyi hívást kapcsol a BV, az információt mindig a BR bejövő regiszterből kapja. A KR-ből a BR-be való információ áttöltés a BR terhelését növeli ugyan, azonban az ilyen terhelés növekedést megengedhetőnek kell tekinteni, ha ezáltal vezérlési egyszerűsítés érhető el.

Optimális modulnagyság

Egy távbeszélő-központ rendszer kifejlesztésénél a legelső eldöntendő kérdés, hogy milyen keresztpontot fogunk alkalmazni. Az elektronikusan vezérelt, térosztásos távbeszélő-központok keresztpont kérdése az 1960-as évek végére nyugvó pontra jutott. Két jellegzetes irányzat alakult ki: a reedjelfogókból kialakított kapcsolók és a crossbar elven működő miniatűr kapcsolók.

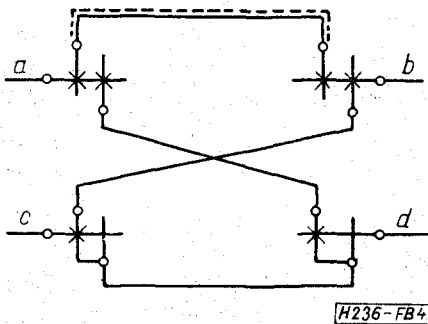
Az irodalomban megjelent ismertetéseket tanulmányozva és a hazai technológiai viszonyokat figyelembe véve kapcsoló elemként a miniatűrített kapcsolók alkalmazása látszik a legcélszerűbbnek.

A BME Vezetékes Híradástechnika Tanszékén kifejlesztett törpe kapcsoló jó választásnak bizonyul-



3. ábra. A törpe kapcsoló blokkdiagramja

hat. Blokkdiagramja a 3. ábrán látható. Keresztpont kapacitása, 16×8 , ami használható 2 db egymástól független 8×8 -as kapcsolóként is, amit a blokkdiagramon az A egységek képviselnek. A J egység a közös működtető részt jelenti. A keresztpont zárva tartása áram nélkül, mechanikai reteszelés révén történik. Egy zárt keresztpont elbontása a híd-mágnes ismételt működtetésének hatására történik. Ez lehet ún. bontó művelet, vagy pedig újabb kapcsolás felépítési műveletének eredménye. Utóbbi esetben, azaz, amikor egy kapcsolási út felszabadulását nem követi bontó művelet, a fokozatok közötti linkcsatlakozás a keresztpontba kapcsolódás kialakulása miatt sohasem lehet híd-híd között. Egy kétfokozatú linkkapcsolás linkjei négyféle kombináció (híd-híd, híd-vízszintes, vízszintes-híd, vízszintes-vízszintes) szerint köthetők be. A 4. ábrán feltüntetett híd-híd bekötési vázlat azt mutatja, hogy a



4. ábra. A keresztpontba kapcsolódás kialakulása

szaggatottan jelölt korábban fennállt $a-b$ kapcsolat után létesített $a-d$ és $c-b$ összeköttetések között az el nem bontott $a-b$ kapcsolat keresztpontba kapcsolódást eredményez. Ilyen eset nem áll elő, ha a link bekötés a fennmaradó három eset valamelyik változata szerint van megoldva.

A hidak keresztpontként 4 záró érintkezőt tartalmaznak. Két záró érintkező szükséges a beszédút kapcsolásához, a fennmaradó két záró érintkező felhasználható kapcsolási memóriaként a keresztpont állapotának jelzésére, valamint a kapcsolómezőn át továbbítandó jelzések jelzési útjainak kialakítására. A hídrúd további három segéd kontaktust is működtet. Ezek az előfizetői fokozatban a hívó szerelvény leválasztására (Váj szerep), míg a többi fokozatban a híd szabad állapotának jelzésére használható.

A burkolattal ellátott törpe kapcsoló külmérete $261 \times 214 \times 55$ mm. A 261×55 mm-es oldallapon

vannak koncentrálni a dugaszolható csatlakozó érintkezők. Ezáltal a törpe kapcsolók a keretekre úgy helyezhetők el, mint a könyvek. Egy kb. 0,6 méter széles és 3 méter magas kereten 100 kapcsológép és a szükséges kivezetések helyezhetők el.

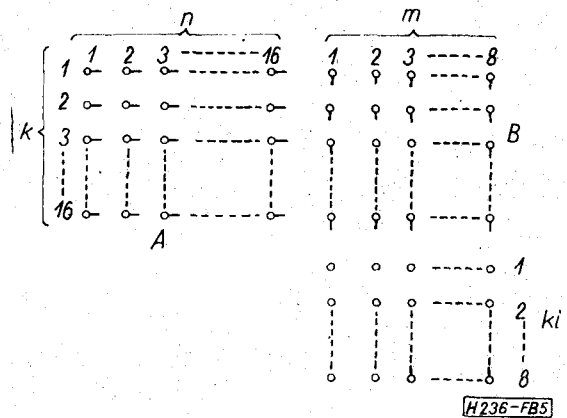
A modulnagyságot elsősorban a modul vezérlőjének (markerének) terhelési előírása korlátozza, amit elektronikus kivitel esetén döntően a keresztpont működési ideje határoz meg. A törpe kapcsoló 10 ms-os tervezési értékeit alapul véve a kapcsolási ciklus idő a 30 ms-ot biztosan nem fogja túllépni.

További lényeges szempont, hogy a modulok gazdaságos bővítést tegyenek lehetővé, azaz nagyságuk egyezzenek meg a természetes bővítési lépcsők igényével, vagy annak jól definiálható tört részével. Figyelembe veendő, hogy a modulok submoduleokra oszthatók legyenek, valamint a már említett méretű keret egész számú többszörösein legyenek elhelyezhetők a modul kapcsolói. Gyártási és karbantartási oldalról nézve kívánatos, hogy a különböző modulok lehetőleg minél több azonos rész egységet tartalmazzanak.

EF előfizetői modul

A már említett 30 ms-s kapcsolási ciklus idő mellett az EF-modul vezérlőjének tartási ideje 100 ms-on belül tartható. Terhelését a tapasztalatok szerint nem célszerű 0,5 E fölé vinni. Az előfizetői vonalak hívásintenzitását 0,06 E, az átlagos tartási időt 2 perc értékre választva, s figyelembe véve, hogy a vezérlőnek minden hívással kétszer kell foglalkoznia (felépíteni és elbontani), az elvégezhető kapcsolások száma 2500 lehet. A vezérlés bináris számrendszeréhez igazodva a kiszolgálható vonalak száma 2048 legyen.

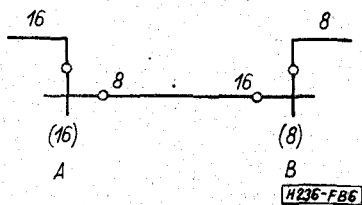
Az EF-modul kétfokozatú koncentrációs linkkapcsolás (5. ábra). Az ilyen egységet submoduleknak nevezve a 2048 vonalas kapacitást 8 submodule adja ki. A kimenetek száma, 4:1 koncentrációt választva, 512 lesz. A kimenetek egyenletesebb kihasználása a kimenetek teljes elérhetőségét kívánja meg, ami legalább egy további fokozat hozzáadását jelentené. Túl a keresztpontszám növekedésén ez a vezérlési előny feladásához, ill. lényegesen bonyolultabb vezérlőhöz vezetne. A nyolc submodule saját kimenettel azt eredményezheti, hogy amíg az egyik submoduleban a kapcsolók működtetése történik, addig



5. ábra. Az EF-modul kapcsolómező kialakítása

a vezérlő egy másik „szabad” submoduleban végezhet hívás felépítési műveleteket.

Az interurbán felajánlás miatt az egyszerűbb, s a törpe kapcsolók paramétereinek előnyösebb 5. ábra elrendezése helyett, a 6. ábrán látható elrendezést kell megvalósítani. A B fokozat hídjaira kerülnek a kimenetek. Ezért a kapcsoló vízszintes



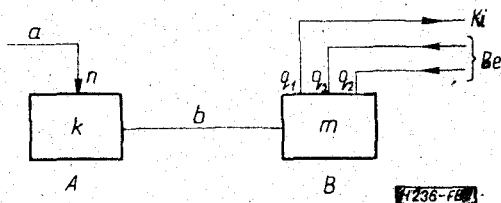
6. ábra. Felajánlás miatt módosított linkbekötés

multiplikációjának megszakításával két db 8×8-as kapcsolót kell kialakítani, majd a két kapcsolót a híd oldalán párhuzamosan kötve adódik a kívánt kapcsoló elrendezés.

Egy submodule kapcsoló szükséglete 24 db törpe kapcsoló. A teljes modulé 192. Ez két gépkereten helyezhető el.

Egy előfizetői modul szabvány méretének a továbbiakban az 512 kimenetet és a kimenetenkénti 0,48 E terhelést tekintjük. A fokozat koncentrációját ennek megfelelően kell megválasztani. Négy-nél nagyobb arányú koncentrálás a kimenetek lépcsőzésével valósítható meg úgy, hogy a konstrukció (gépkeret) változatlan marad. Pl. három teljes gépkeret 6 : 1 koncentrációt tesz lehetővé.

Blokkírozás számítása a 7. ábra alapján végezhető, amely a központ maximális kapacitás kiépítése esérére mutatja az EF-modul helyettesítő képét.



7. ábra. Az EF submodule elvi kapcsolása

Az elrendezés alap adatai

$$n=16 \quad q_1=4 \text{ (kimenő)}$$

$$m=8$$

$$a=0,12 \text{ E} \quad q_2=2 \text{ (bejövő)}$$

alapján a blokkírozást Jacobaeus ismert formulájával

$$P = b^m + (b + c^q - bc^q)^m$$

számolva, az alábbi értékek adódnak:

$$\text{kimenő hívásnál: } P_k \sim 10^{-4}$$

$$\text{bejövő hívásnál: } P_b = 10^{-3}$$

Inter felajánláshoz biztosítani kell a $q_2=4$ értéket, s ekkor a felajánlás sikertelenségének valószínűsége

$$P_f = c^{q_2} = 0,48^4 = 0,053.$$

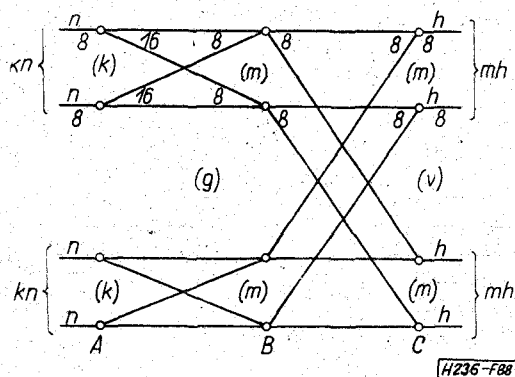
Egy előfizetői vonalra eső keresztpontszám a 192 beépített törpe kapcsoló és kapcsolónkénti 128 keresztpont mellett: 12.

Összefoglalva, a modul jellemzői:

Kapacitás:	2048 vonal
Koncentráció:	4 : 1
Forgalom:	246E
Kimenő blokkírozás:	10^{-4}
Bejövő blokkírozás:	10^{-3}
Keresztpont/vonal:	12

TV trunkválasztó modul

Nagyvárosi hálózatban a nagyszámú választandó irány, s a trunkök jó kihasználását eredményező nagy elérhetőség biztosítása azt diktálja, hogy a fokozat nagyszámú kimenettel rendelkezzen. A kimenetek számát 1024-re választva a fokozat kétszeres expanziót úgy tud megvalósítani, hogy vezérlőjének terhelése nem lépi túl a 0,5 E-t.



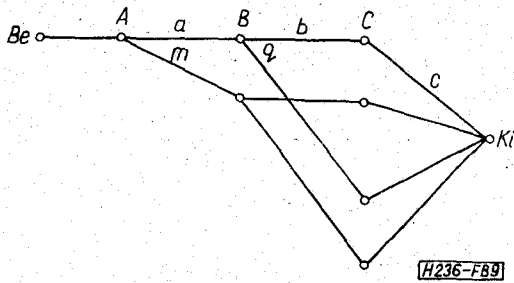
8. ábra. A TV-modul kapcsolási vázlatja

Egyszerű realizálást biztosít a háromfokozatú kapcsolás (8. ábra). Az A fokozatban teljes kapcsolók (expanzió), a B és C fokozatban osztott multiplikációjú kapcsolók vannak beépítve. A beépített kapcsolók száma: 192, ami két teljes gépkeretet tesz ki. A modul felfogható, mint nyolc AB submodule és egy C submodule.

A kimenő irányok áramkörei lépcsőzve vannak a modulok kimeneteire bekapcsolva, s így az elérhető teljesítmény függ a nyaláb nagyságától és a hozzáférhetőségtől. Az utóbbi viszont közvetve a modul kimeneteinek függvénye. Megfelelő számú kimenet esetén a fokozat blokkírozása nem teszi szükségessé az adott elérhetőséghez tartozó elméletileg megengedhető kimenő teljesítmény lecsökkentését.

A választott modult ellenőrizzük le arra az esetre, amikor az egyik irányt viszonylag nagy forgalom, az össz kezdeményezett forgalom 10%-a (196 E) terheli. Ezen forgalom érték esetén $P=0,001$ veszteség mellett a különböző elérhetőségekhez tartozó kimenő áramköri teljesítményeket táblázatokból ki lehet olvasni.

Elérhetőség	Teljesítmény
80	0,81 E
64	0,80 E
48	0,79 E
32	0,74 E



9. ábra. Az irányválasztás valószínűségi gráfja

Ezek után azt kell meghatározni, hogy mi az a legkisebb elérhetőség, amivel a blokkírozás az optimális kimenő teljesítmény mellett még nem lépi túl a 0,001 értéket.

Gyors és egyszerű számítás végezhető a 9. ábra valószínűségi gráfja alapján, ahol a linkek és a kimenetek foglaltságát a , és b és c -vel jelölve, $(1-a)$, $(1-b)$, illetőleg $(1-c)$ fejezi ki annak valószínűségét, hogy szabadok. Ennek alapján annak valószínűsége, hogy a „be” és a „ki” pont között az összes út egyidejűleg foglalt

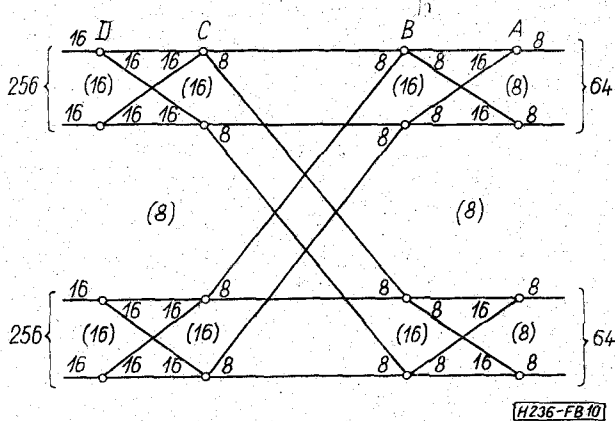
$$P = \{a + (1-a)[1 - (1-b)(1-c)]^q\}^m.$$

A modul bemeneteinek terhelése 0,48 E, így $a=b=0,24$ E, továbbá $m=16$. Ezen alapadatok behelyettesítésével azt kapjuk, hogy az egy ezrelékes blokkírozás 64 vagy annál nagyobb elérhetőséggel biztosítható. Más szavakkal: az 1024 kimenet mellett biztosítható a nagyszámú irány esetén is a jó hatásfok.

Egy trunkválasztó modul két BF-modul kimenő forgalmát bonyolítja le, így az egy előfizetői vonalra eső keresztpontszám: 6.

BV bejövő választó modul

Az EF modul bejövő híváskor is a szabad keresési elv alapján választ a BÖ bejövő összekötő áramkörök közül, aminek következménye, hogy a BV mindig két pont között létesít kapcsolatot. Ez viszont azt jelenti, hogy bármelyik BV-modulról bármelyik BÖ bejövő összekötőt el kell tudni érni.



10. ábra. A BV-modul kapcsolási vázlata

A szabványos 512 bemenetű modul négyszeres expanzió esetén kellő kimenettel rendelkezik ahhoz, hogy a fenti feltételt általában teljesíteni lehessen. A négyfokozatú linkkapcsolás AB, ill. CD submodulokból építhető fel (10. ábra), ami mind a bemeneten, mind a kimeneten lehetővé teszi a részleges kiépítést.

A CD fokozat 384 törpe kapcsolója négy teljes gépkereten helyezhető el, míg az AB fokozat 128 törpe kapcsolója csak részben tölt ki két gépkeretet.

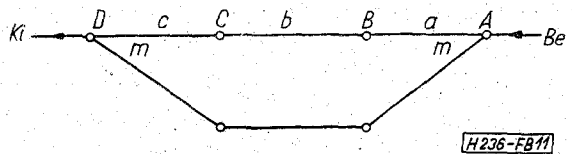
A blokkírozás számítás alapjául szolgáló valószínűségi gráf a 11. ábrán látható. Az ábra jelölése szerint a blokkírozás valószínűsége

$$P = [1 - (1-a)(1-b)(1-c)]^m.$$

A bemenetek terhelése a távoli központ nyaláb-képzésének függvénye, azonban a HÖ helyi összekötők megfelelő keverésével biztosítható, hogy a bemenetek átlagos terhelése ne lépje túl a 0,7 E-t. Így a megfelelő értékek

$$m = 16; \quad a = b = 0,35 \text{ E}; \quad c = 0,175 \text{ E}$$

behelyettesítésével elvégezve a számítást 0,001 adódik.



11. ábra. A BV-modul valószínűségi gráfja

A központ maximális kapacitásához (16 EF-modul; 1960 E össz bejövő és helyi forgalom) 6 db BV-modul tartozik. Az egy előfizetői vonalra vonatkoztatott beépített keresztpontszám pedig 12.

Regiszter kapcsoló modulok (KK; BK)

Mindkét modul bementeinek száma 512, amit a vezérlő terhelési előírása (0,5 E) határoz meg. A regiszter felkapcsolását az EF-modulnál ismertetett négyszeres koncentrációjú kétfokozatú linkkapcsolás biztosítja. Ehhez összesen 4 submodul szükséges. A KK fokozat feladata az adók felkapcsolása is, s így itt dupla mennyiségű kapcsoló kerül beépítésre. Ezért egy KK-modul 192 kapcsolót tartalmaz, ami két teljes gépkereten helyezhető el. Az egy előfizetői vonalra vonatkoztatott keresztpontszám 3.

A BK-modul 96 kapcsolója egy teljes gépkeretet jelent. Az egy előfizetői vonalra vonatkoztatott keresztpontszám 1.

Értékelés

A modulok szabvány méretének az 512 bemenetet, ill. kimenetet választva lehetőség nyílt a modulok kisebb egységekből történő felépítésére, s a BV-modul kivételével minden modulnak azonos méretű teljes gépkeretből való kialakítására.

Az egy előfizetői vonalra vonatkoztatott kereszt-pont mennyiség:

EF-modul	12
KK-modul	3
TV-modul	6
BK-modul	1
BV-modul	12
Összesen	34

Irodalomban közölt adatokhoz képest kissé soknak mondható, ha csak pusztán ezt az értéket tekintjük. Két hasonló kapacitású centralizált processoros vezérlésű ITT központ kapcsolómező adatait a következő táblázat tartalmazza.

	10-C	METACONTA L
Kapacitás	40 000	50 000
Vonalterhelés	0,1 E	0,136 E
Keresztpont típus	reed	miniswitch
Keresztpont/vonal	21	36

Ebből megállapítható, hogy nem elhanyagolható szempont a forgalom. Ha a decentralizált vezérlés mellett ezt is figyelembe vesszük, akkor azt lehet mondani, hogy elfogadható a kapott érték. A táblázatból ugyan nem derül ki, de a 10-C kedvező adatainak elérésében az is szerepet játszott, hogy a kialakított mátrixok méretei nyolcnak nemcsak egész számú többszöröse voltak, hanem szerepeltek 8×4 , 16×10 és 4×4 -es mátrixok is. A miniswitch és a törpe kapcsoló esetében erre nincs mód, s ez is befolyásolta a magas számérték kialakulását.

- [1] J. A. Lawrence—L. R. F. Harris: A Review of Electronic Switching Developments in the United Kingdom. IEEE Trans. on Communication Technology Vol. 14. No. 3. 206—211. June 1966.
- [2] Daisuke Kawata—Motojiro Shiromizu—Shoji Yoshida: Development Work on the Electronic Switching System in Japan. IEEE Trans. on Communication Technology Vol. 17. No. 5. pp. 505—512. October 1969.
- [3] No 1. Electronic Switching System. B. S. T. J. Vol. 43. No. 5. Sept. 1964.
- [4] H. H. Adelaar: The 10—C System a Stored-Program Controlled Reed Switching System. IEEE Transaction on Communication Technology Vol. 17. No. 3. pp. 333—339. June 1969.
- [5] S. Kobus—J. A. De Miguel—A. Régnier: Metaconta L: Stored Program Control of Latching Crosspoint Matrices. Electrical Communication. Vol. 46. No. 4. pp. 235—244.
- [6] Shoichiro Takagama—Shigefumi Fujimoto—Motojiro Shiromizu: System Design of DEX-2 Electronic Switching System. Review of the Electrical Communication Laboratory Vol. 17. No. 11. pp. 1241—1254. 1969.
- [7] Dr. Kozma László—Budai Lajos: Miniaturizált kapcsológépek Híradástechnika XXI. évf. 9. szám 257—264. old. 1970. Szeptember.
- [8] Törpe kapcsológép, elektronikusan vezérelt telefonközpontok számára. Gyártási dokumentáció. Budapesti Műszaki Egyetem Vezetékes Híradástechnika Tanszék, 1972.
- [9] Tabellenbuch Fernsprechverkehrstheorie. Siemens Aktiengesellschaft.
- [10] P. Molnár: Common Programme Control with Several Control Circuits for Large Telephone Exchanges. Budavox Telecommunication Review, 1966. No. 1—2. pp. 36—43.
- [11] Dr. L. Kozma—B. Frajka: Optimum Cross-Point Capacity of Crossbar Switches. Budavox Telecommunication Review 1970/1. pp. 1—7.
- [12] Vass Béla: Elektronikus vezérlésű crossbar központ. (ECR 2000 típus). BHG—ORION—TRT Műszaki Közlemények. 1967. 6. szám. 14—20. old.
- [13] Horváth Imre: Az ECT 500 típusú tranzit központ. BHG—ORION—TRT Műszaki Közlemények 1968. 1. szám. 71—75. old.
- [14] International Switching Symposium Record, 1972.