

A Magyar Posta tároltprogram-vezérlésű táviró- és adatkapcsoló központja

HORVÁTH PÁL

Posta Központi

Távíró Hivatal

1. A táviró- és adatközpontok felépítése és működése

A tároltprogram-vezérlésű táviró- és adatkapcsoló központok alkalmazása alig egy évtizedes múltta tekinthet vissza. Ez a rövid idő is elég volt arra, hogy a felépítés és működés tekintetében egymástól jelentős mértékben eltérő kapcsoló központok kerüljenek piacra. A területen élenjáró cégek gyártmányait elemezve számos érdekes megoldást találhatunk.

Vezérlő számítógépként a központtípusok egy része a kereskedelemben is kapható általános célú gépet használ fel (pl. a PDP 11 család különböző tagjait, illetve a HP 21 XY sorozat processzorait), míg mások központ vezérlésére tervezett speciális gépet alkalmaznak. A speciálprocesszorok fő különlegességei: sajátos utasításkészlet, a duplikált működéshez szükséges szinkron együttfutási és vezérlés átadási lehetőségek biztosítása, nagyteljesítményű multiprocesszoros konfiguráció kiépítésének lehetősége.

A vezérlő processzorok közti feladatmegosztás szempontjából jellegzetesek azok a központok, amelyekben a vezérlési feladatokat egyetlen (duplikált vagy háromszorozott) számítógép látja el anélkül, hogy a feladatokat alá- vagy mellérendelt processzorokkal megosztaná. Ezek a központok tipikusan legfeljebb 4000 vonalas kiépítésűek. Nagy kapacitású központokat feladat- és terhelésmegosztással működő multiprocesszoros vezérléssel építenek. A multiprocesszoros architektúrájú központok egy részére a hierarchikus szervezés (a processzorok közti alá-fölérendeltségi viszony) jellemző. A hierarchia 2–5 szintű. Az alacsonyabb szinteken egyre egyszerűbb felépítésű, és egyszerűbb feladatokat ellátó gépek dolgoznak. Gyártanak olyan központot is, amelyre a processzorok és azok csatlakozásainak egysége, a processzorok mellérendeltségi viszonya és csoportjaik közti feladatmegosztás a jellemző, ezért az ilyen rendszerek funkcionálisan tagoltnak nevezhetők.

Ahhoz, hogy a vonali táviró- és adatjeleket az elektronikus kapcsoló rendszer kezelni tudja, a jeleket a rendszer működésének megfelelő módon át kell alakítani. A konverzió a legegyszerűbben a start-stop elvű karakterszinkronizálást végző karakterkapcsoló központokban valósul meg: a vonali egy-

ség összevárja az egy-egy karakterhez tartozó biteket, és azokat párhuzamosan adja át a kapcsoló rendszernek. A nem karakterkapcsoló központok esetén a kapcsolómező feladata a kétállapotú jelek jelátmenetei időbeli helyzetének és a jelátmenet irányának az átvitele az egyik vonal csatlakozásáról a másikra. Ezen két jellemző átvitelét az adatvégerendezéssel aszinkron kapcsolatban levő kapcsolómező a bitenkénti többszörös mintavételezés vagy valamely jelátmenet-kódolási módszer alkalmazásával oldhatja meg. Az ilyen módon működő kapcsolómezők egy vonali bit átkapcsolásához 5–100 kapcsoló bitet használnak. Nagyobb előfizetői sebességek kapcsolására az adatvégerendezéssel szinkron kapcsolatban levő kapcsolómező használható gazdaságosan, mely bitközépen végzett szinkron mintavételezés útján nyert belső bitfolyamatot visz át egyik vonali csatlakozásáról a másikra.

A kapcsolat megvalósítását tekintve a kapcsoló rendszerek a jelek közbenső tárolásával vagy anélkül működnek. Az időosztásos kapcsolómezőben a közbenső tárolás célja az adó vonal időrésének áthelyezése a vevő vonal időrésebe. Időrés áthelyezéssel bit-, karakter- és borítékkapcsoló központok egyaránt működnek. A boríték az izokron bitfolyamból képzett 6 vagy 8 információs bitet, 1 borítékkeregető bitet és egy állapotbitet tartalmazó egység. A közbenső tárolás a legegyszerűbb rendszereknél a vezérlő számítógép operatív memóriájában valósul meg, míg a korszerű központok erre a célra külön memóriát használnak. Közbenső tárolás nélkül, az időmultiplex technika és a térosztás (az időmultiplex fokozatok térbeli kapcsolatát megvalósító linkrendszer) kombinálásával egyszerű felépítésű kapcsolómező hozható létre.

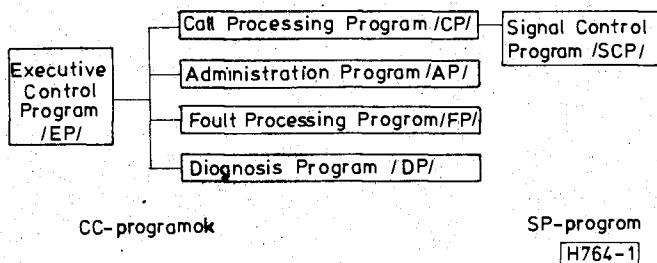
2. A Magyar Posta NEDIX 510A típusú központja

2.1 A központban alkalmazott rendszertechnikai megoldások

2.1.1 Feladat- és terhelésmegosztás a többprocesszoros rendszerben

A japán Nippon Electric Company (NEC) által gyártott NEDIX 510A típusú központban az irányítási funkciók ellátása két szinten történik: a vezérlő nagyszámítógép (CC — central controller) és az egyes kapcsoló modulokat (HW — highway) vezérlő SP (signal processor, mikroszámítógép) szintjén. Az információ-feldolgozási feladatok ellátásában az előbbi két szinthez egy harmadik, korlátozott-

A TKI Ifjúsági Konferencián (1980. XI. 17.) előadott előadás alapján.



1. ábra. A központ software-felépítése

tan ugyancsak programozható szint, az SP által irányított időosztásos feldolgozó áramkörök szintje csatlakozik. Az egyes vonalakkal az időosztásos feldolgozó áramkörök vannak közvetlen kapcsolatban.

A CC és az SP funkcióit a rajtuk futó programok szabják meg. A központ software-je az 1. ábrán látható fő modulokból épül fel.

Az egyes modulok funkciói:

EP (operációs rendszer): a programvégrehajtás vezérlése, I/O vezérlés, memory management, kezelői parancsok elemzése stb.;

CP: összeköttetések létesítése és bontása, különszolgáltatások biztosítása (direkt hívás, zárt előfizetői csoport, store and forward stb.);

AP: előfizetői és trónkadatok módosítása, forgalomvezérlés, forgalommérés, rendszerbővítés, állapotkijelzés, a kapcsolómező tesztelése stb.;

FP: hibák felismerése, a rendszer rekonfigurálása, automatikus újraindítás, közös egységek üzembeállítása és kizárása stb.;

DP: hibabehatárolás üzemben kívül helyezett egységeken;

SCP: az SP-n futó program. Logikai illesztést végez az időosztásos feldolgozó áramkörök és a CC programjai között.

Az SP a CC front-end processzorának tekinthető, amely mentesíti a CC-programokat az összetett hardware-vezérlési feladatok megoldásától, egyszerűsíti a CC-programok felépítését, növeli a CC feldolgozó képességét.

Segédáramkörei révén az SP észleli a vonalak állapotát, veszi a beadott hívószámokat, figyeli a jelzésrendszerben meghatározott időzítéseket stb. Információját az SP meghatározott formátumú üzenetblokkok (orderek) segítségével adja át a CC-nek. A CC tehát uniformizált információt kap a vonali eseményekről, ennek következtében egységesen képes kezelni ezeket az eseményeket, függetlenül a vonalak fajtájától és a rajtuk használt jelzésrendszertől. A híváskezelés folyamatában soron következő műveletre vonatkozó parancsot a CC ugyancsak order formájában adja le az SP-nek, aminek alapján az SP a feladat elvégzésére utasítja valamely időosztásos feldolgozó áramkörét. Időosztásos feldolgozó áramkör a vonali állapotváltozásokat figyelő Scanner (SCN), a minden egyes vonal számára egy-egy időzítés figyelését lehetővé tevő Line Timer (LTM), és a jelzési karakterek adását és vételét biztosító Signal Sender (Receiver/SSR). Az időosztásos működés jellemzésére: egyetlen SSR áramkör. 128 egymástól független (emellett eltérő sebességű és

kódkészletű) adási és vételi feladatot képes ellátni, és a 128 virtuális SSR mindegyike még négy különböző időzítést is figyel egyidejűleg.

A CC, az SP és az időosztásos feldolgozó áramkörök közti feladatmegosztás eredményeképpen az SP és a CC egy-egy kapcsolatfelépítés és bontás során csupán néhány elemi feldolgozó és vezérlő műveletet végez, miáltal lehetővé válik számos konkurrens igény kis késleltetésű kiszolgálása. A kiszolgáló hardware (SSR, LTM, SCN) egyszerű maradhat, az SP által beírható vezérlő memóriák révén azonban ezek a hardware egységek rendkívül rugalmasak.

2.1.2 A vezérlő nagyszámítógép-pár, az operatív tár és a háttértárak tulajdonságai

Az operatív tár (Main Memory — MM), a vezérlők (CC), a csatornák (Data Channel — DCH) és a buszrendszer (High Integrated Bus — HIB) kettőzöttek. Amennyiben a két rendszer valamelyikében olyan hardware-hiba fordul elő, amelyet a program nem képes elhárítani, a rendszerek ellenőrzését végző nagy megbízhatóságú EMA (Emergency Action Circuit) áramkör

- leállítja mindkét CC működését,
- működőképes konfigurációt hoz létre,
- kezdeti programtöltést hajt végre,
- ráadja a vezérlést az új konfigurációra.

A CC-nek szó- (16 bit) és byteműveletek mellett bitkezelési lehetősége is van. Címzési módjai: közvetlen, relatív, indexelt és indirekt. Címtartománya 2×2 Mszó. A szószervezésű tár ciklusideje 300 ns (sztatikus RAM), illetve 450 ns (dinamikus RAM). A memóriairási és -olvasási műveletek egymással átlapolódva folynak.

A két központi processzor vagy órajel szinten egymással szinkronizáltan ugyanazokat a műveleteket végzi, vagy egymástól függetlenül működik. A független működés esetén normál üzemben a „0” jelű processzor a „0” jelű 2 Mszó kapacitású memóriát használja, az „1” jelű processzor pedig az „1” jelű memóriát, illetve „0” processzor — „1” memória és „1” processzor — „0” memória együttműködése is lehetséges. A rendszer hibák utáni újraindítása esetén az aktív processzor mindkét memóriát ugyanazzal az információval tölti fel a fixfejes diszkról.

A CC 16 bites memóriacím-regisztere 64 kszó címzését teszi lehetővé. Ezzel szemben bármely processzor képes a teljes 2×2 Mszó kapacitású tár címzésére.

Mind a „0”, mind az „1” jelű, maximálisan 2 Mszó kapacitású operatív tár 32 db 64 kszó kapacitású logikai címtartományra oszlik. Egy-egy logikai címtartomány 2 kszónyi lapjainak a kezdőcímeit egy-egy táblázat tartalmazza. A 64 kszavas, a címregiszter által közvetlenül kezelhető logikai címtartományok a memóriában szétszórtan elhelyezkedő lapokból állhatnak. A logikai címtartományokat alkotó lapok kezdőcímeit tartalmazó táblák közül a memóriavezérlő regiszter választ. Az alkalmazott címszámítási technika rugalmas tárgydalkodást tesz lehetővé.

A vezérlő számítógépek mikroprogramozottak, ECL elemekből épülnek fel. A mikroprogramtár 4 kszó (32 bites) kapacitása, elérési ideje max. 70 ns. A regisztertomb 15 regisztert tartalmaz, amelyből 4 általános célú. Az operatív tár és a processzor felépítése lehetővé teszi, hogy az utasításvégrehajtás operandus-lehívási és műveletvégző fázisai a következő utasítás elővételeivel párhuzamosan folyjanak.

Az I/O műveletek négyféle módon zajlanak:

- programozott I/O lassú készülékekhez,
- I/O programozott megszakítással,
- multiplex átvitel,
- átvitel szelektor csatornán.

Egy CC-hez 4 csatorna tartozik. Mindegyik csatorna csatlakozik a multiplex buszra is és a szelektor buszra is. A csatornák közül egy lehet processzor-processzor csatorna is. A processzor buszra max. 58 CPU fűzhető fel.

A rendszer fixfejes mágneslemez egységeket használ a rendszerprogramok és az adattáblák biztonsági és a feladatvezérlő blokkok átmeneti tárolására. A mágnesszalag egységek díjazási, forgalmi stb. adatok rögzítésére, valamint programok és rendszeradatok biztonsági tárolására szolgálnak.

2.1.3 Kapcsolási elvek, a kapcsolómező működése

A NEDIX 150A kapcsoló központot kétféle kapcsoló alrendszer alkotja: az aszinkron és a szinkron kapcsoló alrendszer. Mindkét alrendszer egyaránt T-S-T (idő-tér-idő) felépítésű, és egyaránt 960 időrést használ. Az aszinkron kapcsolómező bitmultiplex, a szinkron pedig boríték-multiplex működésű. A központ a 6+2 típusú borítékot alkalmazza. Mindkét kapcsolómező 3,2 kHz-es mintavételező alapsebességet használ. Az 50 Bd-os jelet 3,2 kHz-cel mintavételezve a központ által okozott konverziós torzítás maximális értéke nem haladja meg a 3%-ot. 100 Bd-on és e feletti sebességeken (300 Bd-ig) 12,8 kHz-es mintavételezési sebesség használatos. Ez esetben a 100–300 Baudos jelfolyamot a 960 bites kapcsoló keretben 4 darab, egyenletesen elosztott kapcsoló bit reprezentálja.

A szinkron kapcsolómező szinkron mintavételezést alkalmaz, ezért az előfizetői berendezésekkel, illetve más kapcsoló központokkal szinkron módon, szinkron hálózaton kell együttműködnie.

A borítékolás következtében a 2400 vagy 4800 bit/s előfizetői sebesség 3200, illetve 6400 bit/s-ra módosul. Az előfizetői berendezések adási jelfolyamának borítékolása és a hálózattól az előfizetői berendezéshez jövő borítékfolyam homogén izokron vételi információs bitfolyammá, valamint az X.21 ajánlás szerinti DTE–DCE (lényegében: terminál-központ-hívó) interfész I jelű vezetéke állapotává történő visszaalakítása az előfizetőnél elhelyezett DCE-ben (DCE: Data-circuit Terminating Equipment; az adathálózati központhívó ISO szerinti elnevezése) történik. A DCE-k a borítékkezelésen kívül szinkronizálást, vonali jelátalakítást és hibabehatárolási lehetőségeket is biztosítanak. A szinkron adathálózat átviteltechnikája és kapcsolástechnikája a DCE-ben történő borítékolás következtében borítékokat kezel. A borítékkapcsoló a 3200 bit/s sebességű csatorna-

hordozót 400 boríték/s sebességgel kapcsolja. Egy ilyen borítékfolyam kapcsolásához a 960 borítékot tartalmazó szinkron keret egy (borítéknyi) időrése szükséges. Egy 6400 bit/s sebességű csatornahordozóhoz a CC két darab, egymástól a keretben 480 időrésnyi távolságra levő időrést rendel.

Az időrések keresése, kijelölése és felszabadítása az MM-ben levő időréstáblában történik. A vonalak és az időrések összerendelésére az SCU-ban található kapcsoló memória szolgál.

A NEDIX 510A központ max. 16 kapcsoló modult, ún. highway-t tartalmazhat. Az aszinkron HW aszinkron vonalakat (max. 1920-at), a szinkron HW pedig szinkron vonalakat (max. 960-at) fogad. A rendszeren belül az aszinkron és a szinkron HW-k számaránya tetszőleges lehet. Egy-egy HW-t egy SCU-pár vezérel. Normál működés esetén egy-egy SCU csak a HW vonalainak a felét kezeli, azonban valamelyikük meghibásodása esetén a másik képes valamennyi vonal kiszolgálására. Az aszinkron HW-n 120 előfizetőtől kezdődően, a szinkron HW-n pedig 20 előfizetőtől kezdődően duplikált a hardware. A rendszer megbízhatóság szempontjából előnyös, hogy a négy vonalat fogadó előfizetői kártyák és az SCU-k közti legmagasabb szintű nem duplikált hardware nagyon egyszerű.

Az időosztásos kapcsolómező kedvező lehetőséget kínál a hálózatba kihelyezett időmultiplex berendezések csoportosításon történő fogadásához. A kihelyezett időmultiplex berendezések által összefogott csatornák jelei a központ oldalán önálló jelekként nem jelennek meg. A központ a CCITT R.101 ajánlása szerinti táviró és aszinkron adatmultiplex, valamint az X.50 ajánlás szerinti szinkron adatmultiplex berendezés jelfolyamait fogadja. A rendszerhez tartozó koncentrátor és központ oldali fogadó egység az R.101-hez hasonló multiplex keretszervezést alkalmaz.

2.1.4 Hálózatszinkronizálás

A szinkron mintavételezésű kapcsolómező megkívánja, hogy az adatállomások a kapcsoló központ által meghatározott sebességgel adják jeleiket. Ezen sebesség-kényszer átadását szolgálja a hálózat szinkronizációs rendszere. A szinkronizációs rendszer fázisbeállítási funkciókat is ellát a hálózat egyes helyein. Nemzeti keretek között a hálózatszinkronizálás despotikus megoldású, azaz minden adathálózati órafrekvenciát egyetlen hálózati fő óra határoz meg.

A szinkron adathálózat és a digitális (PCM) alaphálózat szinkronizálásának módja a PCM hálózat jellegétől függ. Míg a PCM hálózat a mai helyzethez hasonlóan analóg környezetben üzemel, addig az adathálózat a szinkronizáció szempontjából egymástól független primer PCM rendszerek 64 kbps sebességű időréseit használja. Ez esetben az adathálózat 2048 kHz-es órajellel lát el minden olyan primer rendszert, amelyet csoportosításon átvitelére igénybe vesz.

A digitális távbeszélő-kapcsolástechnika elterjedése szükségessé fogja tenni a táviró- és a távbeszélő-központok és a PCM rendszerek közös szinkronizációs rendszerének a kialakítását.

2.2 A központ software-jének egyes jellemzői

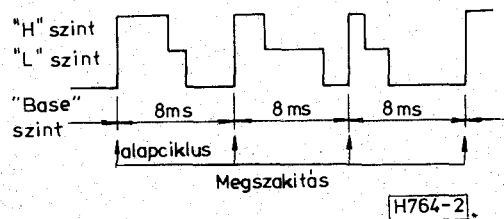
A vonalak minél jobb forgalmi kiszolgálása igazi real-time feldolgozást, a nagy központkapacitás pedig multiprocessinget tesz szükségessé.

Az előfizetők és a hálózat leírásához a központ nagyszámú táblázatot használ. A tároltprogram-vezérlés velejárója, hogy minden külső feltételt (jelzésrendszer, számrendszer, útvonalmeghatározás, forgalomvezérlés stb.), programok által kezelhető belső adathalmaz (ún. office data) reprezentál. A Magyar Posta azzal, hogy a belföldi nyilvános táviró, a GENTEX, a telex, a DATEX, az aszinkron és a szinkron adathálózat kapcsoló központjainak, ezen belül a telex és az adathálózat nemzetközi kicserélő központjainak a funkcióit egyetlen rendszerrel valóítja meg, messzemenően kihasználja a NEDIX 510A rendszer virtuális központképzési lehetőségeit.

Mivel a központ folyamatos működésű, az esetleges meghibásodásoknak a forgalomra gyakorolt hatását automatikus rekonfigurációval és újraindulással kell minimálisra szorítani. A hibák jellegétől függően különböző újraindulási folyamatok lehetségesek, amelyek általában vagy észrevétlenül maradnak az előfizetők számára, vagy — ritkábban — az újabb hívások néhány másodpercnyi visszaautításával járnak, azonban a fennálló összeköttetések megmaradnak.

A kapcsolási folyamat korábban említett elemi lépésekre bontása elősegíti ugyan nagyszámú egyidejű igény kis késleltetésű kiszolgálását, azonban önmagában nem képes megoldani a processzor valamely részfeladat által történő kisajátításának az elkerülését. Szükség van egy vezérlésátadási kényszerítő megoldásra is, amelyet a feladatok prioritási szintekbe sorolása biztosít.

A processzor az idő nagyobbik részében base szintű feladatokkal van elfoglalva. 8 ms-onként azonban hardware-megszakítás révén az operációs rendszer kapja a vezérlést és a „H” szint valamely programjának adja. A H (vagy valamely másik) szint egy egész vagy akár néhány alapcikluson keresztül magánál tarthatja a vezérlést, azonban bizonyos időkorlát eltérésekor az operációs rendszer hibát észlel és elveszi a vezérlést.



2. ábra. Programok prioritási szintjei

A sorosan történő feldolgozás és a véletlenszerűen felmerülő igények pillanatnyi egyensúly zavarainak kiküszöbölésére a rendszer számos helyen alkalmaz hard és szoft sorokat.

A hívásfeldolgozó CC-program három fő részből áll: bemeneti, belső és kimeneti feldolgozás. A bemeneti és a kimeneti programok a CC—SCU kommunikációt bonyolítják le. A bemeneti program által az SCU-k által feltöltött sorokból kiolvasott ordert a belső feldolgozást végző program elemzi, és meghatározza azt a taskot, amely a bejövő információnak megfelelő műveleteket elvégzi. A taskokat makró-táblák írják le, amelyekben felsorolt makrók végrehajtását a Task Execution Program vezérli. A makrók végrehajtása során előálló információt a kimeneti program küldi le order formájában az érdekelt SCU-nak.

Mivel a hívások feldolgozása sok lépésben, nagy számú hívás számára időben átlapolódva történik, szükséges annak a biztosítása, hogy a hívásfeldolgozó program emlékezzék a hívás legutóbbi állapotára. Ennek biztosítására a program minden egyes híváshoz rendel egy-egy feladatvezérlő blokkot (Task Control Block, TCB), amelybe beírja a hívás minden jellemzőjét, és a kapcsolat elbontásakor felszabadít. A kapcsoló programnak minden vonali állapotváltozásakor meg kell találnia az adott híváshoz tartozó TCB-t. Ezt segíti elő a minden egyes vonalhoz tartozó és a vonalak sorszáma szerint rendezett Call Entry Table-k TCB-sorszámot tartalmazó szava.

A rendszerrel való kommunikációhoz gazdag utasításkészlet áll rendelkezésre. A különböző jelentőségű és funkciójú kommandok használati joga személyekhez kötött kulcsszavak kiosztásával korlátozható a működés biztonsága által megkívánt mértékre.