

Az INTERCSAT-rendszer PCM-csatornaegységének rendszertechnikai és realizálási problémáiról

BÁCS ERNŐ—GUBÁNYI MIHÁLY—HANZÓ LAJOS—HINSENKAMP LÁSZLÓ—UHERECZKY LÁSZLÓ
Távközlési Kutató Intézet



ÖSSZEFOGLALÁS

Az SCPC (Single Channel per Carrier) rendszerekben a hangfrekvenciás csatornaegység feladata az A/D, D/A konverzió elvégzése, az előírt blokk-struktúra előállítása és lebontása, a blokk-szinkronizmus felvétele és tartása, valamint a beszéddektálás. A rendszertechnikai feladat megfogalmazása és a számítástechnikai részfeladatok kiemelése után kirajzolódik a megoldandó feladat komplexitása. Ennek ismeretében több megoldási lehetőség adódik: célhardware, nyolc vagy tizenhat bites MOS processzorokból álló multiprocesszor és gyors speciális céláramkörök, bitszelet processzor. A különféle megoldásoknak más-más előnyei és hátrányai vannak. A mérlegelendő szempontok: költség, áramfelvétel, fejlesztésmunka-igény, műszaki színvonal stb. A fenti szempontok alapján választott I 8085 alapú multiprocesszorra épülő — realizáció ismertetése mellett kitérünk az igényesebb rendszertechnikai problémák tárgyalására is.

1. Bevezetés

A mikroelektronika napjainkban elektronikus berendezések megvalósításához gazdag lehetőségeket, az alternatívák sokaságát nyújtja. Az adott esetben a kérdés úgy fogalmazódott meg, hogy milyen alkatrészbázist, milyen architektúrát választunk a PCM-csatornaegység megvalósítására a tervezés, fejlesztés, gyártás, üzemeltetés sokrétű, gyakran egymásnak ellentmondó jellemzőinek optimalálására.

A dolgozat 2. fejezetében ismertetjük a PCM-csatornaegység felépítését, funkcióit és a teljes rendszerbe való beilleszkedését, a 3. és 4. fejezetben a lehetséges realizálási alternatívákat vetjük össze, az 5. fejezetben pedig a kiválasztott I 8085 alapú MOS multiprocesszorról ejtünk szót, végül a 6. fejezetben összefoglaljuk realizálási tapasztalatainkat.

2. A PCM csatornaegység feladatai

A PCM csatornaegység feladatait az 1. ábrán foglaltuk össze, ahol a [6] szerint előírt blokk-struktúrát is feltüntettük. (ld. 1.a. ábra)

A csatornaegység adóoldali feladatai a következők:

— A beszédcsatorna bemenetére érkező analóg jeleket az A/D konverzió előtt a mintavételi tétel betartása érdekében a szokványos beszédsvárra (0,3–3,4 kHz) kell sávkorlátoznunk.

— A szűrt analóg jelet „A” törvényű kompondálás után 7 bites A/D konverzióknak kell alávetni $f_{mv} = 8$ kHz mintavételi frekvencia ütemében, s ennek eredményeképp 56 kbit/s sebességű soros adatfolyamot kapunk.

— Az így előállt 7 bites PCM szavakon beszéddektálást kell végeznünk annak érdekében, hogy megkülönböztessük egymástól a beszédet és a beszédszünetet, azaz azt az állapotot, amikor csak zaj érkezik a csatornaegység bemenetére. Ekkor ugyanis letiltjuk az adott csatorna vivőjét, s így egyrészt szatellit ener-

BÁCS ERNŐ

A BME műszer- és irányítástechnika szakán végzett 1974-ben. Azóta a Távközlési Kutató Intézetben dolgozik.

Szakmai érdeklődése mikroprocesszoros rendszerek hardware és software kérdéseire, valamint digitális áramkörök hibafelderítésére terjed ki.

giát takarítunk meg, másrészt csökkentjük a teljesítménykorlátos fedélzeti transzlátor terhelését. Mivel az alkalmazott adaptív küszöbszabályozású beszéddektálás a PCM csatornaegység egyik legigényesebb részfeladata [7], a későbbiekben a PCM csatornaegység különböző realizálási alternatívái közötti választás során ezt a feladatot is többször használtuk tesztprogram gyanánt. Itt érdemes megemlítenünk, hogy a „Beszédszint Regulátor” a „Beszéd-detektor” detektálási küszöbszintjét adaptíve az akutális csatornazaj szintjéhez igazítja, s ezzel optimális beszéddektálást tesz lehetővé.

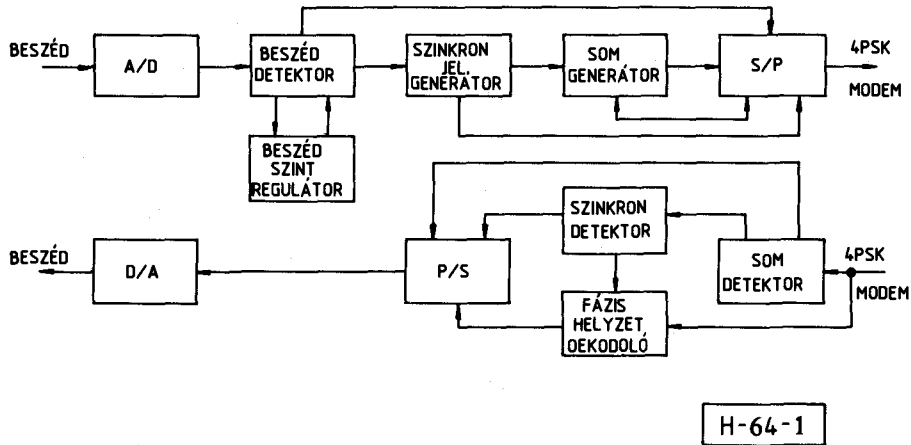
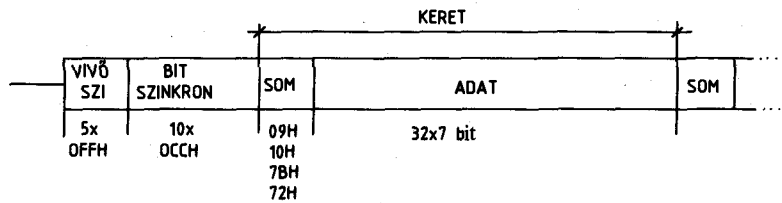
— Az adóban végzendő további feladatokat — a keretszervezést — az 1.a. ábra specifikálja. Az 1.b. ábrán látható „Szinkronjel Generátor” és „SOM Generátor” jelű blokkok feladata az 1.a. ábrán látható keretstruktúra felépítése, amelynek részleteit az alábbiakban kielemezzük. A vivővisszaállítás megkönnyítésére minden — a beszéd-detektor által kijelölt — beszédsgemgens elé 40 bitből álló, a szinkronvisszaállító támogatására pedig 80 bitből álló előkódot illesztünk. Ezt követi az ábrán SOM-al jelölt (SOM = Start of Message) 32 bitnyi fix tartalmú szegmens, amelynek az előkóddal együtt hexadecimálisan meg is adtuk az értékét az 1.a. ábrán. A SOM szegmens feladata, hogy — tekintettel arra, hogy a [6] rendszerspecifikáció a továbbiakban állapot-fázismodulációt (4 PSK) ír elő — segítségével a vevőben ki lehessen szűrni a vivőkereszt elfordulásából fakadó fázisbizonytalanságot. Az így beiktatott 32 bites SOM-ot ezután $32 \times 7 = 224$ bitnyi adatinformáció követi, s így az eredő bitsebesség 64 kbit/s.

— Ezt a soros adatfolyamot az S/P jelű soros-párhuzamos átalakító továbbítja 32 kbit/s-os jelzési sebességgel dibitenként a 4 PSK modemhez, amelyik az adott beszédcsatornát a 70 ± 18 MHz-es sáv egymástól választhatóan 45 v. 80 kHz távolságra levő vivőinek valamelyikére ülteti.

A csatornaegység vevőoldali feladatai az alábbiakban foglalhatók össze (ld. 1. ábra):

— A PSK modemtől érkező 2×32 kbit/s sebességű bitfolyamot a SOM-detektor fogadja. A SOM-detektor egy döntési konfidenciát növelő algoritmussal kiegészített 32 bites korrelátor. A döntés konfidenciáját növelő algoritmus a következő. A SOM-detektor

Beérkezett: 1985. V. 12. (□)



1. ábra A PCM-csatornaegység feladatainak specifikálása: a) Az előírt keretstruktúra; b) A PCM-csatornaegység funkcionális felépítése

egy 32 bit hosszúságú ablakot tol folyamatosan a vett jelfolyamon, és jelzi, hogyha talál benne olyan szegmenst, amelyik legalább 30 biten egyezik a SOM-mal. Ezt azonban még csak provizórikusan fogadja el üzenet-kezdetnek, s megvizsgálja, hogy tőle 256 bit — azaz 4 msec távolságra talál-e ismét legalább 30 biten megegyező SOM-ot. Ha igen, akkor feltételezi, hogy itt van az üzenet kezdete, — azaz valóban nem zajból detektáltunk véletlenül SOM-ot — és ezt követően a vett jelfolyam ezen kijelölt helyén keresi a SOM-ot. Ezután legalább ötször egymás után több, mint két biten meg kell hibásodnia a SOM-nak ahhoz, hogy kiesünk a feltételezett szinkron állapotból, és újra bitenkénti SOM-keresésre térjünk át.

— Az 1.b. ábrabeli „Szinkron Detektor” és a „Fázishelyzet Dekódoló” blokkok segítségével lebontjuk az adóoldalon felépített keretstruktúrát, kompenzáljuk a vivőkereszt elfordulását, majd a P/S jelű párhuzamos-soros átalakítóval visszaállítjuk az adott 56 kbit/s sebességű bitfolyamot.

— Ezután „A” törvényű expandálás és 7 bites D/A konverzió következik.

— Végül a rekonstruáló aluláteresztő szűrőn keresztül előáll az analóg beszéd.

3. Lehetséges realizálási alternatívák

A fentiek alapján körvonalazott specifikációt a realizálási alternatívák közötti választáshoz célszerű még azzal is kiegészíteni, hogy mindenképpen előnyben kell részesíteni egy olyan verziót, amelyik a beszéddetektor minél jobb megvalósítását teszi lehetővé, hiszen egy teljes rendszer mutatóiban alapvető jelentőségű a beszéddetektor zaj-, zavarérzékenysége, illetve

az általa bevitt torzítások. A megvalósítási lehetőségek közötti választás érdekében kritériumokat állítottunk fel, a kritériumokhoz pedig 0-tól 10-ig terjedő pontszámokat rendeltünk, s az adott szempontból legjobb megoldásnak a maximális pontszámot adtuk. A kritériumrendszert úgy építettük fel, hogy elemei többé-kevésbé azonos súllyal szerepeljenek a megoldás egészében.

Kritériumok:

a) *Fogyasztás*

Az INTERCSAT-berendezés által használt úrnyaláb max. 800 csatorna kapacitású, nagy kiépítettségű, és általában 30—50 csatornaegység együttes üzemeltetése tűnik reális lehetőségnek. Ily módon az INTERCSAT-berendezés összdisszipációját alapvetően a csatornaegység határozza meg, hiszen ilyenkor a közös egységek fogyasztása csekély súllyal szerepel az össz-fogyasztásban.

b) *Fejlesztés idő- és munkaigénye*

A fejlesztési-kutatási munkának határidejével is illeszkedni kell a teljes rendszerhez, a siker lényeges feltétele a gyors fejlesztés. Nyilvánvalóan ebből a szempontból olyan megoldások az értékesek, ahol lehetőség van számítógépes szimuláció közvetlen alkalmazására, azaz a fejlesztési-kutatási munka minél több eleme automatizálható.

c) *Flexibilitás*

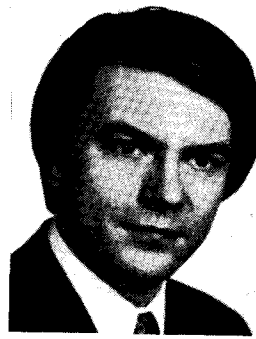
Közvetlen feladatunk az INTERCSAT/INTELSAT specifikációjú beszédcsatorna kifejlesztése volt, ugyanakkor azonban előretekintve látszott, hogy a 48 kbit/s sebességű hibavédett beszédcsatorna és a szte-



GUBÁNYI MIHÁLY

Tanulmányait 1952—1957 között a Budapesti Műszaki

Egyetem Villamosmérnöki Karán végezte. 1957—1964 között a Posta Rádió és Televízió Műszaki Igazgatóságának Budapesti Televízió Adóállomásán dolgozott csoportvezető mérnökként. 1964—1970 között a Posta Kísérleti Intézetben a hazai színes televízióadás bevezetésével kapcsolatos kutatási munkák témavezetőjeként dolgozott. 1970-től a TKI-ban adatátviteli berendezések fejlesztésében vett részt. 1982-től a TKI-ban az INTERCART-berendezés fejlesztési munkáin dolgozik.



HINSENKAMP LÁSZLÓ

A BME híradástechnikai szakán végzett 1970-ben. Három évig a BME. Mikrohullámú Híradástechnika Tanszékén dolgozott, azóta a Távközlési Kutató Intézet munkatársa. 1974-ben szakmérnöki diplomát szerzett. 1983-ban három hónapos ösztöndíjas tanulmányutat tett a bochumi (NSZK) egyetemen. 1984 óta BME HEI Áramkörök Osztályán mellékfoglalkozású adjunktus. Szakmai érdeklődése a digitális hírközléssel kapcsolatos rendszertechnikai problémákra terjed ki.



HANZÓ LAJOS

A BME híradástechnika szakán végzett 1976-ban, s diplomatervét harmadik, TDK-dolgozatát első díjjal jutalmazták. Azóta a TKI tudományos munkatársa. 1980-ban egy évet dolgozott az erlangen-i egyetemen (NSZK), 1982-ben szakmérnöki diplomát, 1983-ban egyetemi doktori fokozatot szerzett, 1984-ben Pollák—Virág-díjjal tüntették ki. Szakmai érdeklődési körébe az információátvitellel kapcsolatos jelfeldolgozási és rendszertechnikai problémák tartoznak.

reofonikus hangátvitel megvalósítása a közeli jövő feladatát képezi. Éppen ezért ebből a szempontból azok a megoldások vonzóak, amelyek lehetővé teszik a bővítést, részegységek többé-kevésbé változatlan formában történő „átmentését”, módosítások csekély áldozattal történő végrehajtását.

d) Alkatrészek

Lényeges, hogy a komponensek több forrásból biztosíthatók legyenek, s a nagy integráltságú elemek által nyújtott megbízhatóság-növekedés nyilvánvaló.

e) Helyfoglalás

A korábbi kritériumok tárgyalásánál már szóba jött, hogy ezenkívül egy földi állomáson 30—50 csatornás kiépítésre is van igény, tehát semmiképpen sem közömbös, hogy a minden csatornában ismétlődő egységek milyen térfogatot igényelnek.

f) Karbantarthatóság

Komplex elektronikus berendezések teljes életciklusát tekintve igen fontos tényező a fenntartás, hibakeresés, javítás folyamatainak színvonala. A teszt- és diagnosztikai funkciók színvonala az üzemeltetésben döntő tényező, a gyártásban való alkalmazhatóságuk pedig igen komoly előnyöket rejt magában.

g) Gazdaságosság

Itt nem csupán az egyes részegységek előállítási árának minimalálására kell gondolni, hanem a teljes csatornaegység árának optimalálására. Nyilvánvalóan egy berendezésen belül ismétlődő egységek felhasználása a gyártásban, fejlesztésben jelentős gazdasági előnyt nyújt.

A specifikáció realizálását az alábbi változatokban elemeztük:

- TTL SSI, MSI áramkörök
- CMOS SSI, MSI áramkörök
- Bit-Slice processzorok
- MOS processzorok

Ezeket a változatokat a korábban vázolt kritériumrendszerrel szembeállítottuk, s az értékelést az 1. táblázatban adjuk meg.

1. táblázat

A PCM-csatornaegység realizálási alternatíváinak összevetése

	Fogyasztás	Munkaidőigény	Flexibilitás	Alkatrészek	Helyigény	Karbantartás	Gazdaságosság
TTL áramkörök	5	6	0	10	6	3	6
CMOS áramkörök	10	6	0	3	6	3	6
Bit-Slice processzorok	3	4	8	5	10	5	7
MOS processzorok	8	10	10	10	8	10	10

4. MOS mikroprocesszor teljesítőképessége

Az előkészítő, elemző munka eredményeként MOS mikroprocesszorokra alapuló tervezést választottunk. A kereskedelmi processzorok közötti választást úgy végeztük el, hogy a megvalósítandó funkciók közül kiragadtunk egy kritikus feladatot — a beszéddetektor adaptív küszöbszabályozását — és szimulációval mértük végrehajtási idejét. A szimulációban a programozási eszközöket is vizsgálat tárgyává tettük. Itt a mérleg két serpenyőjében a gyors végrehajtást, memóriatakarékos megoldást, de fáradtságos, következőképpen nagy volumenű munkát jelentő Asssembler és az elegáns, könnyen dokumentálható, világos, de kevésbé gyors működésű és memóriapazarló magas szintű nyelv (CORAL 66) áll.

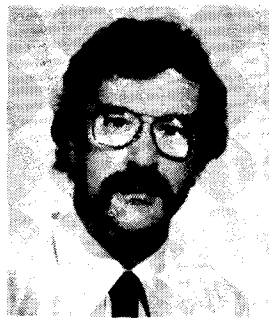
2. táblázat
Különböző nyelveken programozott MOS processzorok
sebességének összevetése

Processzor	Programnyelv	Szimulációban használt mikro-gép	Órajel	Futási idő
INTEL 8080	ASM 80	MDS 800	2 MHz	110 μ s
	PLM 80	MDS 800	2 MHz	165 μ s
	CORAL 66	MDS 800	2 MHz	130 μ s
INTEL 8085	CORAL 66	IPC 85	4 MHz	97 μ s
INTEL 8086	ASM 86	SDK 86	5 MHz	38 μ s
	PLM 86	SDK 86	5 MHz	44 μ s
	CORAL-CONV 86	SDK 86	5 MHz	58 μ s

Mint már említettük, a beszéddetektor adaptív küszöbszabályozásának különböző nyelveken programozott, különfajta gépeken futtatott változatai képezték vizsgálatunk tárgyát. A processzorválasztást pedig az ár/működési sebesség kritérium alapján végeztük. Ennek a szimulációnak az eredményét a 2. táblázatban foglaltuk össze.

5. A multiprocesszor

A fentiek — egy rövid cikk lehetőségein belül — megmutatták azt az utat, hogyan érkeztünk el a kiválasztott négy 8085 típusú processzorral felépített multiprocesszorig. Az egyes mikrogepek közös bus-on

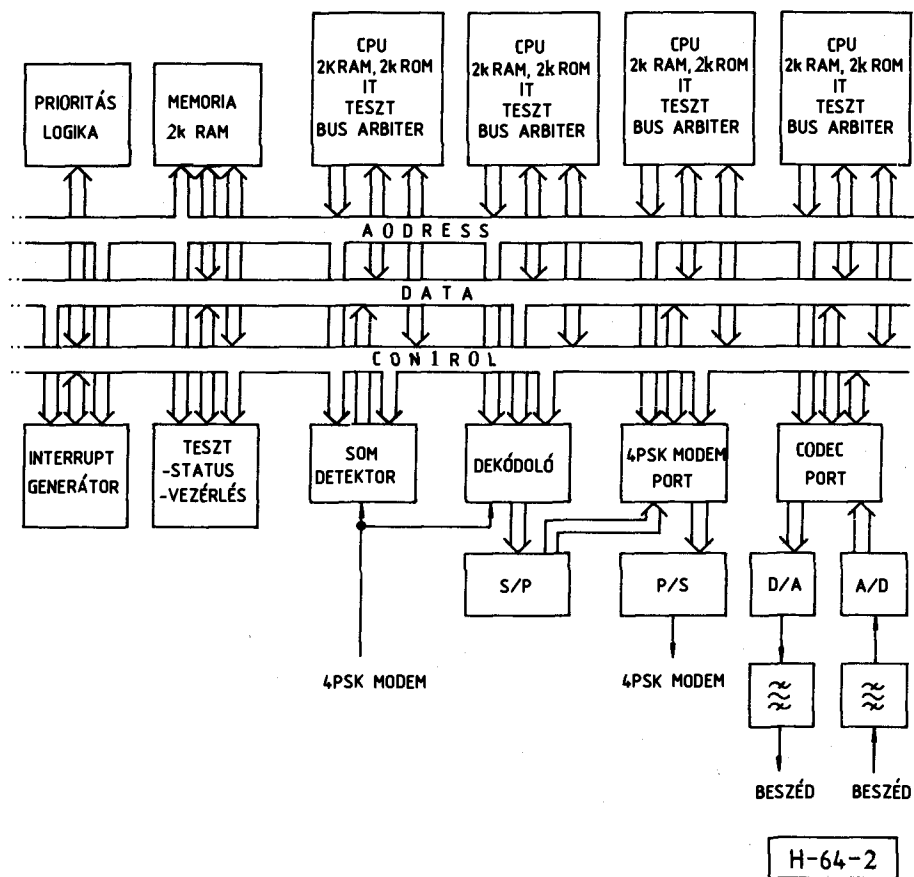


UHERECZKY LÁSZLÓ

A BME híradástechnika szakán szerzett diplomát 1966-

ban. 1966—1977 között a Telefontárolásban dolgozott a fejlesztésén, 1973-tól a Számítástechnikai Fejlesztési Főosztály vezetőjeként. 1977-től a TKI-ban jelenleg tudományos osztályvezető. 1970-ben ösztöndíjasként Japánban a Fujitsu Ltd.-nél és a Tokió Egyetemen folytatott tanulmányokat. 1978—79-ben a National Physical Laboratóriumban Angliában vendégkutatóként adatátviteli protokollok jellemzőinek vizsgálatával foglalkozott. Szakmai érdeklődése: számítógépes kommunikáció, mikroprocesszoros rendszerek.

kommunikálnak egymással, a közös memóriával, a jelátalakítókkal, kezelőszervekkel és a speciális hardware-elemekkel. A megvalósítandó feladatot úgy szegmentáltuk, hogy a négy mikrogepek többé-kevésbé azonos terheléssel működik. Az adaptív küszöbszabályozás és az információátvitel lényegében alternatív folyamatok, így az adásirányban működő két mikrogepen mindig csak az egyik feladat jelent terhelést. Az üzemképességet ellenőrző tesztprogramok sem jelennek szimultán terhelést. A beszédcsatorna realizálásához használt négy I 8085-ös processzorból álló multiprocesszor-architektúrát a 2. ábrán láthatjuk. A feladatszegmentálás és a realizálás azt az alapelvet tükrözi, hogy a multiprocesszoros struktúrát a számításintenzív részfeladatok megoldásánál gyors célhard-



2. ábra A PCM-csatornaegység multiprocesszoros megvalósítása

ware elemekkel támogattuk meg és tehermentesítettük. A SOM-detektor például nagy integráltságú memóriákkal realizált korrelátor. Az A/D, D/A konverterek és az „A” — karakterisztikájú kompander/expander egyetlen PCM kodek chipben helyezkedik el, csakúgy, mint az SC technológiájú csatorna-szűrő.

A teljes PCM-csatornaegység 3 db dupla s egy szimpla „Európa”-kártyán helyezkedik el. Két azonos felépítésű dupla kártyán van elhelyezve a négy I 8085 processzor, egy dupla kártyán található a speciális hardware-elemek, s a szimpla kártya a PCM kodeket és szűrő áramköröket foglalja magába. A teljesítményfelvétel kb. 20 Watt.

6. Következtetések

A kiválasztott mikroprocesszoros struktúrából látható, hogy az elkövetkezendő feladatok megoldásához szükséges bővítéseket ez az architektúra könnyedén

befogadja. A megépített mintapéldányon végzett mérések szerint az egység teljesíti az INTELSAT/INTERCSAT specifikációt [6], a beszédcsatornában jó minőségű beszédátvitelt tesz lehetővé, és alkalmas max. 4800 bps sebességű adatátvitelre, valamint a beszédcsatorna másodlagos honosításával multiplex távíróátvitelre is.

IRODALOM

- [1] SCPC/PSK (40) and SCPC/PCM/PSK (40) System Specification. BG-9-21 E (Rev. 3), 31. March, 1982.
- [2] INTERSPUTNIK System Specifications (in Russian), 1982
- [3] Microprocesszor and Peripheral Handbook, INTEL 1983.
- [4] George Adams, Thomas Rolander: Design Considerations for Multiple Processor Microcomputer Systems. Computer Design, March 1978.
- [5] Jamas Nadir, Bruce McCormick: Bus Arbiter Streamlines Multiprocessor Design, Computer Design, June 1980.
- [6] BG-921 E (Rev. 3.) 31. March 1982, System Specification
- [7] E. Bács, L. Hanzó: A Simple Adaptive Real-Time Speech-Detector for SCPC Systems To be published in the Proc. of ICC '85, Chicago