

# Hibrid integrált áramkörök a Telefongyár átviteltechnikai berendezéseiben

DR. UDVARHELYI GÁBOR  
REMIX  
DR. PÖRNECZI TAMÁS  
Telefongyár



## ÖSSZEFOGLALÁS

A REMIX és a Telefongyár együttműködése a hibrid IC-k fejlesztése és felhasználása területén dinamikusán szélesedik. A cikk ezen együttműködés előzményeivel, jelenével és lehetséges továbbfejlesztésével foglalkozik.

### 1. Bevezetés

A világ elektronikai iparában az 1970-es években bekövetkezett ún. „második ipari forradalom” hatásaként a hazai berendezésgyártó vállalatoknál is megnövekedett az igény korszerű hibrid integrált áramkörök alkalmazása iránt. Ennek a tendenciának az okai nem valami nyugati divat utánzásában, hanem valós műszaki, gazdasági, kereskedelmi tényezők felismerésében és figyelembevételében keresendők. Manapság egy berendezésgyártó vállalat csak klasszikus alkatrészekkel (tranzisztor, dióba, IC, R, C stb.) NYÁK-on szerelt áramköri kivitelben készített berendezéssel nem lehet a világpiacon versenyképes, mivel egyrészt árban, másrészt megbízhatóságában, korszerűségben elmarad azoktól a cégektől, amelyek berendezéseikben — természetesen a monolit IC-k mellett — korszerű, nagybonyolultságú hibrid integrált áramköröket is alkalmaznak. Ahhoz, hogy a hibrid áramkörök előnyei egyértelműen megmutatkozzanak, szükséges, hogy a berendezésgyártó vállalat és a hibrid IC-t előállító vállalat szakemberei szorosan együttműködjenek.

Ilyen együttműködés jó példája a TERTA és a REMIX szakemberei között kialakult alkotói légkör, melynek eredményeire — korszerű hibrid áramkörök — későbbiek során visszatérünk. Előbb azonban röviden tekintsük át a hibrid áramköri technológia eddigi fejlődését, valamint a fejlődés további irányait.

### 2. Korszerű hibrid integrált áramkörök fejlesztése a REMIX-ben

A REMIX, mint alkatrészyártó vállalat az 1960-as évek végén és a '70-es évek elején kezdte meg a szigeteléalapú hibrid integrált áramkörök kutatás-fejlesztését, valamint kísérleti gyártását. A fejlesztési munkák mind a vékonyréteg, mind a vastagréteg hibrid integrált áramkörök területén folytak, ugyanis mind a két integrált áramköri családnak megvan a jól definiált felhasználói területe. A vékonyréteg hibrid integrált áramköröket olyan területen használják, ahol az alap ellenállás hálózattal szemben a követelmény:

Beérkezett: 1987. XI. 18. (←→)

### DR. UDVARHELYI GÁBOR

A BME Villamosmérnöki Kar Híradástechnikai Szakán 1968-ban villamosmérnöki, majd 1974-ben Integráltáramkörös elektronikai szakmérnöki oklevelet szerzett. Egyetemi doktori disszertációját 1978-ban védte meg, a hibrid aktív RC szűrők tervezése és realizálása témakörben. 1968 óta dolgozik a Remixben, először mint gyártmányfejlesztő,

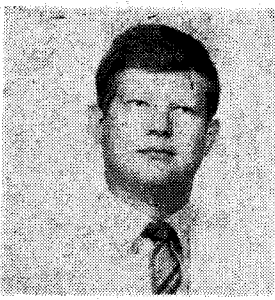
később pedig 1975-től, mint áramköri fejlesztési osztályvezető, majd 1985-től mint a hibrid fejlesztési főosztály vezetője tevékenykedik. Szakterülete az aktív RG szűrők és SO szűrők tervezése, realizálása hibrid technológiával. Számos cikke jelent meg, illetve előadása hangzott el hazai és külföldi konferenciákon. A HTE tagja, 1982-ben Pusztaszer díjjal tüntették ki.

- szűk tűrés (0,1%)
- kis TK (10—25 ppm/°C)
- nagy stabilitás

Ez egyben determinálja is a sorozatnagyságot, amely néhány száz db-tól néhány ezer db-ig terjed. A vastagréteg technológiával kialakított hibrid integrált áramkörök műszaki specifikációjuknak megfelelően alkalmasak a professzionális berendezésgyártók korszerű áramköri igényeinek realizálására

- ellenállás tűrés:  $\pm 1\% \dots \pm 10\%$
- ellenállás TK:  $\pm 100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$
- PD/mm<sup>2</sup>: 80...150 mW
- stabilitás: 0,1—0,2%/1000 óra 125 °C-on teljes terheléssel.

Az optimális sorozatnagyság bonyolultságtól függetlenül néhány ezer db-ból 100 000 db-ig terjedhet. Természetesen a kezdeti időszakban nagyrészt különböző ellenállás hálózatok kerültek kialakításra, amit egyrészt a rendelkezésre álló technológiai berendezések színvonala és mennyisége határozott meg, másrészt a mai értelemben vett korszerű elemválaszték (mikrotokozott tranzisztorok, IC-k, diódák, monolit kondenzátor chippek stb.) sem állott rendelkezésre. Ez az időszak ellentmondásaival együtt is alkalmas volt arra, hogy a REMIX szakemberei kellő tapasztalatot és elméleti tudást szerezzenek a hibrid integrált áramkörök fejlesztésében és gyártásában. A korszerűbb technológiai berendezések beszerzése (ezek egyedi gépvásárlások voltak és közelről sem voltak egy technológiai sornak tekinthetők), és a mikrotokozott eszközök megjelenése a hazai elektronikai iparban is megteremtette a hibrid berendezésorientált áramkörök megjelenését és alkalmazási lehetőségét. A kibontakozás gátja — ebben az időben — a hibrid termékek viszonylag magasabb ára volt.



DR. PÖRNECZI  
TAMÁS

A Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnikai Szakán szerezte meg villamosmérnöki oklevelét 1981-ben. Ezután a Telefongyár támogatásával nappali szakmérnöki képzés keretében kapcsolt

kapacitású szűrők tervezésével és analizálásával foglalkozott. Szakmérnöki diplomáját, valamint a dr. techn. fokozatot 1983-ban szerezte meg. Azóta a Telefongyár Átviteltechnikai Fejlesztési Főosztályán digitális átviteltechnikai beépítések fejlesztésével foglalkozik.

Az 1970-es évek második felében a technikai fejlődés és a módosuló bel- és külgazdasági feltételek gyökeresen megváltoztatták a hibrid integrált áramkörök iránti igényeket. A megnövekedett mennyiségi és minőségi igényeknek az 1980-as évek elejétől a REMIX már nem tudott maradéktalanul eleget tenni, ezért szükségessé vált, egy korszerű vastagréteg gyártósor beszerzése. Ezt 1983-ban a TERTA-REMIX-SAT szerződés keretében sikerült megoldani. A beruházás eredményeként a REMIX-ben évi 2 millió db/műszak közepes bonyolultságú vastagréteg hibrid integrált áramköri gyártó kapacitás alakult ki. A gyártósor még nyugat-európai szemmel nézve is korszerűnek tekinthető (automatikus nyomtatók, lézeres értékebeállítók, darabolók, valamint korszerű beültető automaták szerepelnek többek között a gyártósorban).

Az elmúlt 15 évben a hibrid integrált áramköri hazai igény alakulását az alábbi néhány számadat jellemzi:

| Gyártási év | Típus-féleségek | Összes gyártott db-szám | Termelési érték Mft-ban |
|-------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| 1972        | 3—4             | 10 000                  | 0,04—0,05               |
| 1987        | 95—100          | 1 000 000—1 200 000     | 280—300                 |
| 1990*       | 150             | 2 000 000—2 500 000     | 600—700                 |

\*Ezen utóbbi adatot a különböző fejlődési trendek figyelembevételével extrapoláltuk.

Természetesen az évek folyamán nemcsak mennyiségi, hanem minőségi változások is bekövetkeztek a hibrid integrált áramkörök fejlesztésében és gyártásában. A felhasználók részéről a bonyolultabb, több funkciót megvalósító hibrid áramkörök iránt nőtt és nő meg az igény úgy, hogy ez párosuljon a kisebb mérettel, nagyobb megbízhatósággal és nem utolsósorban a kedvező árral.

A megnövekedett felhasználói igényeknek a REMIX természetesen csak akkor tud maradék-

talanul eleget tenni, ha technológiájának folyamatos fejlesztéséről — itt elsősorban a chipes, chip carrieres áramkörök gyártásához elengedhetetlenül szükséges finomrajzolatú nyomtatási technológia kifejlesztését értjük — és a szükséges új berendezések (technológiai, mérés-technikai stb.) biztosításáról gondoskodik.

A hibrid integrált áramkörök alkalmazási területe igen széles. A teljesség igénye nélkül, néhány főbb területet kívánunk bemutatni, mintegy reprezentálva a lehetséges felhasználási területeket:

- orvosi elektronika,
- számítástechnika,
- gépjármű elektronika,
- átviteltechnika,
- kapcsolástechnika,
- műszer- és mérés-technika stb.

### 3. Hibrid áramkörök alkalmazásának szükségességének

A fejlesztőmérnök munkájának jelentős része az alternatív megoldások elemzése, s közülük a feladathoz optimálisan illeszkedő változat kiválasztása. A hibrid integrált áramkörök alkalmazását is minden esetben körültekintő műszaki és gazdasági számítások előzik meg a Telefongyárban is. Ma már nem kell bizonygatni a hibrid integrált áramkörök felhasználásának szükségességét. A berendezések integrálódása, a digitális átviteltechnika dinamikus térhódítása megköveteli használatukat. A technológia adta lehetőség a fejlesztőmérnök kezében van. Ezzel a lehetőséggel bánni azonban meg kell tanulni. Mérlegelni kell a technikai, gyártástechnikai előnyöket és számot kell vetni a szükségszerűen magasabb árral és fejlesztési költséggel.

Mi kerül az előnyök oldalán a mérleg serpenyőjébe: — kisebb méret a diszkrét elemekkel történő realizáláshoz képest, ami kisebb nyomtatott lap igényt is eredményez, — nagyobb megbízhatóság, — magasabb műszaki színvonal, — alkatrész beszerzési, tárolási költségek csökkenése, mert több egyedi alkatrész helyett csak egy áramkör beszerzése szükséges, — szerelési, bemérési költségek csökkenése, hiszen ezek egy részét a hibrid IC gyártója végzi, — szervizelhetőség egyszerűsödése, mivel funkcionális egységek cseréjét kell végezni, — az áramkör minden esetben berendezés orientált, vagyis „testre szabott”, s így alkalmazása a berendezés lemásolását megnehezíti vagy lehetetlenné teszi, — alkalmazásával jelenlegi gazdasági szabályozók mellett jelentős devizát takaríthat meg a vállalat.

A felsorolt előnyökkel szemben a hibrid IC-nek néhány hátránya is van:

- ára 2,5—3,5-szor magasabb a diszkrét elemek áránál,
- magasabb a fejlesztési költség, s némileg hosszabbá válik a fejlesztés ideje.

Hogyan dönthetünk a hibrid IC alkalmazásáról? Figyelembe kell venni a várható igényeket.

Amennyiben nem tisztán a műszaki problémák megoldása igényli a hibrid IC alkalmazását, a döntést gazdasági számítások alapján kell meghozni. Ez új feladatot jelent a fejlesztők számára, hiszen költségelemzési feladatok megoldásának aktív részeseivé kell válniuk. A Telefongyárban erre az együttműködésre jó példa a legújabb generációs primer PCM multiplex berendezés, amely a hibrid IC-k felhasználásával elődeihez képest műszakilag korszerűbb és ezzel párhuzamosan kisebb önköltségű lett.

#### 4. Hibrid integrált áramkörök alkalmazása a Telefongyárban

A REMIX és a Telefongyár együttműködése a hibrid IC-k fejlesztése és felhasználása területén dinamikusan szélesedik. Az első közösen kialakított hibrid integrált áramkörök az 1974-ben kifejlesztett és gyártásba vett W9072...78 típusszámú különböző csillapítótagok voltak, amelyek a TERTA különböző átviteltechnikai berendezéseiben kerültek alkalmazásra. A kezdeti típusonként néhány száz db-os sorozatról napjainkig eljutottunk a néhányszor 10 000 db-os, illetve 100 000 db-os sorozatokig.

A következő nagyobb áttörésre az 1980-as évek elejéig kellett várni, melynek főbb okait az előzőekben vázoltuk már (korszerű alkatrészválaszték, ár stb.). Ezen típuscsalád a távíró berendezésekben alkalmazott 6 féle, az ITT által kifejlesztett és gyártott hibrid áramkörök voltak. A REMIX sikeresen oldotta meg a típusok kiváltását, méret, műszaki paraméterek és ár vonatkozásában egyaránt, ezzel is bizonyítva, hogy a hazai gyártású hibrid áramkörök versenyképesek a hasonló típusú nyugati áramkörökkel. Megítélésünk szerint ez volt a fordulópont a két vállalat együttműködésében, mert azóta a TERTA különböző nagy berendezéseibe (digitális átviteltechnikai, transzlátor stb.) a REMIX több, mint 10 új típust fejlesztett ki és vitt gyártásba. A megvalósult TERTA-REMIX-SAT szerződés keretében

további 18 új típusú hibrid integrált áramkör került kísérleti gyártásba 1986. év folyamán.

Végezetül tekintsük azon áramköri típusok jegyzékét, amelyek a közös tevékenység eredményeként a REMIX-ben gyártásba, a TERTA-ban felhasználásra, beépítésre kerültek.

|            |   |              |
|------------|---|--------------|
| W9072...78 | csillapítótagok                               |              |
| HAC—51     | szintfigyelő áramkör                          |              |
| HSN—51     | kapcsoló áramkör                              |              |
| HAO—52     | oszillátor áramkör                            | ITT áramköri |
| HFL—54     | aktív RC szűrő                                | kiváltások   |
| HFL—55     | aktív RC szűrő                                |              |
| HPL—523    | nagypontosságú, szűk TK-jú ellenállás hálózat |              |

18 féle típusú SAT licenc alapján gyártott áramkörök

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| HSS—51 | telepadó áramkör                    |
| HAA—63 | NF-ás erősítő                       |
| HSG—51 | földadó áramkör                     |
| HSG—52 | földadó áramkör                     |
| HID—52 | központoldali végződés              |
| HAS—54 | vételi csatornakapu áramkör         |
| HDA—52 | D/A átalakító                       |
| HFH—51 | felüláteresztő aktív RC szűrő (PCM) |
| HAS—56 | adási csatornakapu áramkör          |
| HCS—51 | órajel kinyerő áramkör              |

A fenti típusokból 1988-ra a várható db szám: 23 edb. A termelési érték: 65—70 mFt.

Az előző adatok alapján a TERTA a hibrid áramköri forgalomba résztvevő mintegy 70 cég közül harmadik legnagyobb felhasználó. Az előző számok önmagukért beszélnek, és egyben bizonyítják az eddig elvégzett munka eredményességét.

#### Perspektívák

Az eddig elért eredmények jó alapot szolgáltatnak az együttműködés továbbfejlesztéséhez a már klasszikusnak számító hibrid területen, valamint perspektívát mutatnak olyan új területeken való közös munkára, mint a felületszerelési technológia (SMT) vagy az optikai hibridek területe, hogy csak a leglényegesebb területeket említsük.