

250.165

HÍRADÁS- TECHNIKA



A HÍRADÁS-
TECHNIKAI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET
LAPJA

9

HÍRADÁS- TECHNIKA

1968. szeptember XIX. évfolyam, 9. szám

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

Az olvasókhoz	257
DR. VALKÓ IVÁN PÉTER: A csoportos integrálás	258
DR. AMBRÓZY ANDRÁS: Lineáris integrált áramkörök újabb fejlődése	263
VASZILY GYÖRGY	268
DR. TARNAY KÁLMÁN: MIS tranzisztorok alkalmazása integrált áramkörökben	269
II. MEBÍZHATÓSÁG AZ ELEKTRONIKÁBAN SZIMPOZIUM	278
RIBÉNYI ANDRÁS: Integrált logikai áramkörök	279
Beszámoló az IEC stockholmi ülészakáról	283
Tartalmi összefoglalások	284
Обобщения	284
Zusammenfassungen	284
Résumés	285
Summaries	285
Hibás lappéldányok	285

Szerkesztőség: BOGLÁR GYULA szerkesztő, SZÖLLŐSI GYÖRGYNÉ szerkesztőségi titkár, BALOGH PÁL, SÁRKÓZY GÉZA kandidátus és MAY PÉTER tudományos szerkesztők, FLESCH ISTVÁN, RUPPENTHAL PÉTER, VÁSÁRHELYI PÁL szerkesztőségi munkatársak. — A szerkesztőség címe: Budapest, V., Október 6. utca 7. IV. 471. Telefon: 183-772 — A Híradástechnikai Tudományos Egyesület címe: Budapest, V., Szabadság tér 17. Telefon: 113-027

Szerkesztő bizottság tagjai: ALMÁSSY GYÖRGY kandidátus, BARTA ISTVÁN akadémikus, BATTISTIG GYÖRGY, BÍRÓ FERENC, BUDAI LAJOS, CZEGLÉDY GYÖRGE, ERDÉLYI JÁNOS kandidátus, GERGELY ÖDÖN, GIBER JÁNOS kandidátus, KATONA JÁNOS, a műszaki tudományok doktora, KÖMÜVES FRIGYES kandidátus, LAJKÓ SÁNDOR, MAGÓ KÁKMÁN, MAKÓ ZOLTÁN, NÁDAS TIBOR, POGÁNY KÁROLY, VALKÓ I. PÉTER, a műszai tudományok doktora, VIG ISTVÁN

Index: 25.375

HÍRADÁSTECHNIKA

Kiadja a Lapkiadó Vállalat Budapest, VII., Lenin körút 9–11. Telefon: 221-285. Felelős kiadó: SALA SÁNDOR igazgató. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hirlapirodánál (Budapest, V., Szabadság tér 5–6. III. em. 320 sz. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: félévre 36 Ft, egész évre 72 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. Megjelenik havonta. Csekk számlaszám: egyéni 61,254, közületi 61,066 vagy átutalás MNB 8. sz. folyószámlájára. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” P. O. B. 149 Budapest 62.

68.996 Egyetemi Nyomda, Budapest. Felelős vezető: JANKA GYULA igazgató

Az olvasókhoz



Alig telt el néhány év az első integrált áramkörök megjelenése óta, de ma már világosan látható, hogy a következő évtizedben a híradástechnika minden területén elterjednek. Ha meggondoljuk, hogy közben az elektronika befolyása az iparban, a tudományban és az élet minden területén egyre növekszik, az integrált áramkörök alkalmazása terén szinte beláthatatlan lehetőségek mutatkoznak.

A következő években a hazai híradástechnikai ipar is megkezdte az integrált áramköröket tartalmazó berendezések sorozatgyártását. Ehhez kutatóintézeteink — elsősorban a Hiki — az alapfeltételeket biztosították, és a gyárak fejlesztő laboratóriumaiban már a berendezések tervezése folyik. Ilyen nagyberendezés lesz például a postai célokot szolgáló PCM átviteltechnikai berendezés.

Az utóbbi években számos előadás hangzott el e tárgykörben és lapunk hasábjain is jelentek meg idevágó közlemények. Az integrált áramkörök iránt megnyilvánuló nagy érdeklődés arra készítetett, hogy a témakör jelenlegi fejlődésének irányvonalát és az alkalmazások egyes kérdéseit összefoglalólag ismertessük.

Lapunk jelen célszámának szerzői megkísérlik, hogy az integrált áramkörök fejlődésének legújabb eredményeit ismertessék. A korlátozott terjedelem folytán nincs mód arra, hogy mindenre kitérjenek,

így a technológiai problémákat — bár azok igen lényegesek — nem tárgyalják, csak a terminológia egységesítésének érdekében táblázatosan összefoglalják.

A cikkek zöme áramköri, rendszertechnikai és alkalmazási kérdésekkel foglalkozik. Ezzel a tervező mérnökeink számára szeretnénk segítséget nyújtani. Lapunk korlátozott terjedelme miatt sajnos az összes cikket nem tudjuk egy számban közölni. Ehhez a célszámhoz tartoznak még a következő cikkek, melyeket lapunk legközelebbi, 10. számában közlünk: *Mayer Géza*: Integrált áramkörök számítógépekben; *Madas István*: A katasztrofális meghibásodás figyelembevétele mikroelektronikus tervezésben; *Simonfai László*: Integrált áramkörök és a felhasználó ipar; *R. A.*: Integrált áramkörök előállításánál alkalmazott technológiák.

Egyúttal köszönetünket kívánjuk kifejezni *dr. Valkó I. Péter* professzor úrnak, *dr. Ambrózy Andrásnak*, e célszám szervezőjének és tudományos szerkesztőjének, valamint a szerzőknek áldozatos és lelkes munkájukért.

Megítélésünk szerint az egész híradástechnikai és elektronikus ipart kellő időben fel kell készíteni az integrált áramkörökkel kapcsolatos új szemléletre. Ehhez kívánunk lapunk jelenlegi célszámával hozzájárulni.

Szerkesztőség

A csoportos integrálás

ETO 621.3.049.7-111:621.382.334

Abban a pillanatban, ahogy megszületett a monolitikus integrált technológia, nyilvánvalóvá vált, hogy a fejlődés az egyre nagyobb méretű integrálás felé mutat. Ez azt jelenti, hogy az elektronikus berendezésen, illetve rendszeren belül egyre bonyolultabbá válik az az alapegység, amely mechanikailag roncsolásmentesen szét nem választható, mert pl. közös tokban van. Meghibásodás esetén ez az egység egészben cserélendő, összeszereléskor mint kiinduló elem szerepel; egyszóval a klasszikus értelemben vett alkatrész helyébe lép.

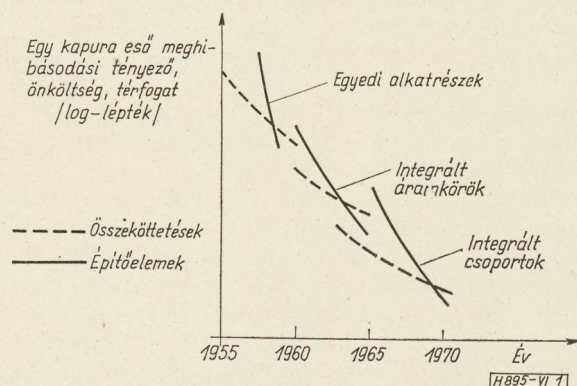
Az első integrált körök, 1960 körül, 3–6 alkatrészt egyesítettek egyetlen szilíciumlapkán egyetlen logikai funkcióra (pl. inverter). A ma általában elterjedt és felhasznált logikai áramkörök már bonyolultabbak: egy-egy integrált áramkör 5–10 logikai funkciót egyesít magában, 50–60 egyedi alkatrészszel. A folyamat magyarázata a technológia fejlődésében, elsősorban a kihozatali hányad növekedésében van. Első pillanatban azt gondolnánk, hogy sok alkatrészt tartalmazó kör esetén még akkor is nagyon csekély lesz a kihozatal, ha egyetlen alkatrészre vonatkoztatva a technológiai eljárás jó kihozatalú. Ha például egy alkatrész kihozatala $p=98\%$, egy 100 alkatrészt tartalmazó áramkörben $0,98^{100} = 14\%$ kihozatalt várnánk, ha a hibák véletlen statisztikus folyamat eredményei lennének. A valóságban azonban a hibáknak csupán kisebb hányada statisztikus eloszlású, pl. a porszemek okozta szennyeződés miatt. A nagyobb rész a nyersanyagellenőrzésben, vagy a technológiában elkövetett apró hiba eredménye, így ha az áramkör egy alkatrésze hibátlan, ez nagy valószínűséggel azt jelenti, hogy a többi alkatrész is hibátlan lesz.

Kedvező kinyerési százalék mellett a bonyolultság fokozása azért kedvező, mert az egy logikai funkcióra vagy egy alkatrészre számított előállítási költség csökken. Amerikai adatok szerint az optimum 1967-ben mintegy 100 elemi alkatrész egyetlen tokba

való integrálásánál volt. A technológia további javulása ezt az értéket tovább növeli. Becslések szerint Amerikában 1968-ban 400 elemi alkatrészből álló integrált áramkörök gyártása rentábilissá válik. Ez azonban még nem jelent minőségi változást. A tulajdonképpeni csoportos integrálás jelenlegi felfogás szerint akkor kezdődik, ha a tokba zárt eszköz legalább 250 logikai funkciót lát el, ami mintegy 2000 alkatrészt jelent. Itt már nem is helyénvaló az integrált áramkör kifejezés, helyesen integrált csoportról kellene beszélnünk. (Large Scale Integration.)

Az alkalmazó szempontjából nem az egyszeri beszerzés ára, hanem a megbízhatóság és a karbantartás jelenti a döntő gazdaságossági szempontot. Az a tény, hogy a teljes berendezés kevesebb elemi egységből áll, nagyon megkönnyíti a hibakeresést és a javítást, tehát a karbantartási munkákat. Ezt az előnyt csökkenti viszont az a tény, hogy a kicserélendő elem drágább. Így természetesen a megbízhatóság, valamint az egység ára együttesen határozzák meg, hogy mikor gazdaságos a csoportos integrálás. Az 1. ábra azt mutatja be, hogy az idő függvényében hogyan változtak az elektronika építő elemeinek egyes paraméterei, ti. a meghibásodási tényező, a költség és a geometriai méret. Ezeknél a paramétereknél a számszerű érték csökkenése a kívánatos. Külön értékelhetők magukra az építőelemekre és külön a köztük kapcsolatot fenntartó összeköttetésekre. Törvényszerűnek látszik, hogy az építőelemek paraméterei gyorsabban csökkennek, mint a hozzájuk tartozó összeköttetésekéi. 10 esztendővel ezelőtt a tranzistorok ára, geometriai mérete, meghibásodási százaléka sokkal nagyobb volt, mint az összeköttetéseké. Néhány évvel később azonban a technológia rohamos fejlődése miatt ezek a paraméterek annyira megjavultak, hogy a teljes elektronikus berendezésben már méret, költség és megbízhatóság szempontjából az összeköttetések váltak döntővé, amelyekben ez a fejlődés sokkal lassúbb. Így vált műszakilag és gazdaságilag indokoltá az integrált áramkörök fellépte, ami után kezdetben természetesen megint igen alárendelt volt az összeköttetések szerepe. A fejlődés azonban megint csak rohamos csökkenést okozott pár év alatt az integrált áramkörök költségében, meghibásodási valószínűségében és méretében [1, 2, 3].

Ez oda vezetett, hogy ma a meghibásodások nagyobb része az összeköttetésekből származik, a helyszükséglet nagyobb részét az összeköttetések foglalják le (pl. kivezető huzalok csatlakoztatásához szükséges párologtatott alumíniumfoltok). Ez teszi aktuálissá a csoportos integrálást, vagyis az integrált csoportok kifejlesztését. Ezzel egy időre újból háttérbe szorul az összeköttetések szerepe.



1. ábra. Elektronikus szerkezeti elemek meghibásodási tényezőjének, önköltségének és térfogatának változása

1. A csoportos integrálás előnyei és hátrányai

A csoportos integrálás műszaki előnyöket is jelent. Kézenfekvő a működési sebesség növekedése, mivel az egyes elemek méretei és az elemek közötti összeköttetések megrövidülnek. Az összeköttetések megrövidülése közvetlen következménye annak, hogy a részáramkörök közös tokba kerülnek, valószínűleg egyetlen szilíciumlemezeken foglalnak helyet. Ami viszont az egyes elemek és részáramkörök méretcsökkenését illeti, ez az eddigi tendencia szerint a csoportos integrálással kölcsönhatásban fog tovább haladni, mert a fotolitográfia technológiája állandóan tökéletesedik. Az eddigi tapasztalatok szerint a méretek öt évenként egy nagyságrenddel csökkennek. Az eddigiekben ez együtt járt az áramszintek csökkenésével, úgy hogy a termikus problémák egyelőre nem veszélyeztetik a nagyobb bonyolultságú integrált csoportok létrejöttét. A működési sebesség növekedésének további oka az, hogy az egyes részáramkörök tervezésében már számításba lehet venni, hogy a bemeneti és kimeneti oldalon mely áramkörökhez csatlakoznak; nem kell fölösleges tartalékokat képezni fan-in vagy fan-out szempontjából. Ez drasztikusan csökkenti a kapacitásokat.

A megbízhatóság várható növekedését már előzőleg említettük a gazdasági előnyök között: ennek az érvnek műszaki alátámasztása abban van, hogy a csoportos integrálás a külső összeköttetések — a fő hibaforrások — számának csökkenését jelenti.

Külön műszaki előnyt jelent az ellenőrző vizsgálatok egyszerűsödése. Ahogy az integrált áramkörben csupán a célnak megfelelő funkciót kell vizsgálni az egyes elemek univerzális felhasználáshoz szükséges tulajdonságok vizsgálata helyett: ugyanúgy csökken a vizsgálatok száma, ha csupán a teljes csoport funkcióját kell ellenőrizni az egyes részáramkörök helyett.

A csoportos integrálás fejlődésének perspektíváját zavarja az elektronika jellegéből fakadó néhány ellentmondás. Az első ellentmondás abban van, hogy a technológia igen gyorsan aknázza ki a műszaki fizika új gyakorlati eredményeit, tehát állandóan új technológiai megoldások kerülnek nyilvánosságra. Ugyanakkor ezeknek a tömeggyártásba való bevitelére még egy rugalmas, mindenféle segédforrással rendelkező nagyipar esetében is időt vesz igénybe és emellett a már elkészült beruházásoknak amortizálódniuk kell, tehát a túlságosan gyors fejlődés veszteségesé teszi a gyártást. A készüléktervezés és a készülékgyártás maga is jelentős időt vesz igénybe, már pedig tervezni csak a már meglévő alkatrészekkel lehet. Így az elektronika reprezentatív nagy berendezésében, a számítógépekben mintegy öt év elmaradás van, vagyis a jelenleg piacon kapható amerikai számítógépek integrált áramkörei és egyéb alkatrészei azt a technológiát tükrözik, amely öt esztendővel ezelőtt került először nyilvánosságra [11].

2. Technológiai irányok

A csoportos integrálás (még nem kiforrott) technológiája a félvezető alapú és szigetelő alapú mikroelektronika részletmegoldásainak összeötvözésén alap-

szik. A szilícium mellett tehát a vékonyréteg technológiában felhasználásra kerülő ellenállásanyagokat és dielektrikumokat is tanulmányozzák.

Elvi szempontból a hibrid technológia fő előnye abban van, hogy a passzív alkatrészek optimálisak lehetnek, míg abban az esetben, ha valamennyi alkatrészt diffúzióval hozzuk létre szilícium lapkán, a passzív elemek tulajdonképpen melléktermékei annak a diffúziós eljárásnak, amelyet az aktív elemek szempontjából alakítottunk ki optimálisra.

Újabb eredményként zárkózik fel a csoportos integrálásnál sok előnnyel rendelkező új eljárás: a zafir alapú szilícium technológia [2, 12]. Ennek lényege az, hogy zafir lemezen egykristályos szilícium réteget növesztenek. Ezt fotolitográfiai eljárással különálló szilícium szigetecskékre szabdalják fel. Ezekben az immár klasszikussá vált planár eljárással hozzák létre az egyes aktív elemeket. A szükséges passzív elemeket a zafir lemezke csupaszá tett felületén vákuumpárolgatással kivitelezik. Ugyancsak vákuumpárolgatással hozzák létre az összeköttetések is.

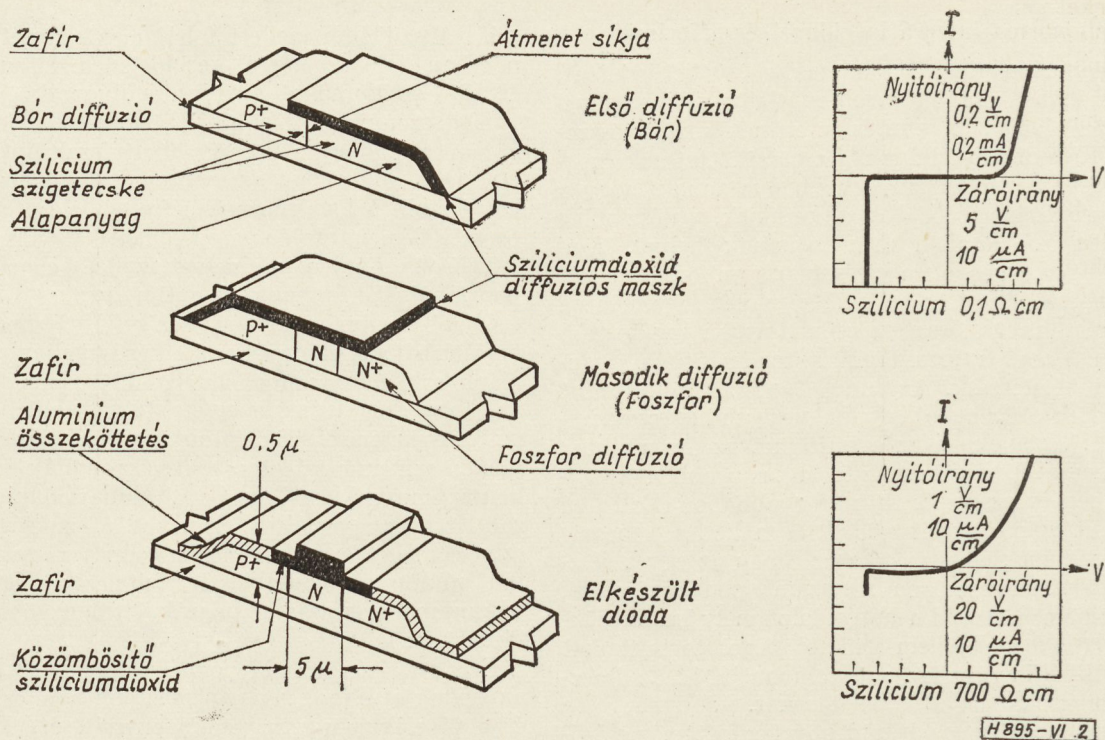
Ez az eljárás az eddigieknél jobban közelíti meg az áramkörtechnológia régi ideálját: a jó hővezetés és a jó elektromos szigetelés egyesítését. Az aktív elemek szoros kapcsolata a zafir alaplemezzel lehetővé teszi, hogy azok a szokásosnál nagyobb teljesítményszinten működjenek. A kitűnő elektromos szigetelés biztosítja, hogy ugyanazon lemezken a legkülönbözőbb fajta eszközöket lehessen kifejleszteni. Igen kicsiny teljesítmények feldolgozására az új technológia képes kialakítani egészen kicsiny pn átmenettel rendelkező diódákat. Ezekben megfelelő maszkok segítségével egymás után történő diffúzióval függőleges síkban alakítják ki az átmenetet (2. ábra).

3. Többrétegű összeköttetések

A mai integrált áramköri technológia az összeköttetéseket többrétegű kártyákkal (multilayer boards) valósítja meg. Törekcsenek arra, hogy a drága ragasztási művelet miatt ezt is kiküszöböljék.

Perspektívában a csoportos integrálásnak az ún. integrált többrétegű összeköttetések fognak megfelelni, mint ahogy integrált áramkörökhöz jól illett a többrétegű kártyákkal történő huzalozás. A többrétegű összeköttetések a bonyolult kapcsolatok létesítése érdekében „törvényesen” igénybe veszik a harmadik dimenziót.

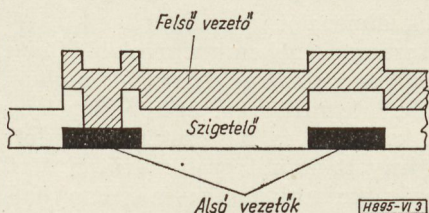
Hazi szempontból csak a távolabbi jövőt tekintve van jelentősége annak az eljárásnak, amikor az összeköttetések integrált áramkör csoporttal azonos alaplemezekre kerülnek és a vezetőrétegek fölvitele ragasztás helyett fotolitografikus úton történik. Az eddigi próbálkozások alapján megállapíthatjuk, hogy szigetelőréteggé elsősorban szilíciumoxid és üveg jön számításba. Ezekben azonban még gyakoriak lehetnek a túszúrásszerű pontok, amelyek zárlatot hozhatnak létre a fémek összeköttetések két szintje között. Ezért a kutatásokat újabban fényérzékeny szerves anyagokra is kiterjesztették. Nagyon leegyszerűsítendő az eljárást, ha magát a fényérzékeny (fotoreziszt) lakkot lehetne felhasználni szigetelésre.



2. ábra. Laterális dióda készítésének fázisai és karakterisztikái

Ehhez azonban a jelenleg használatos lakkok dielektromos tulajdonságait nagyon meg kell javítani. Reményt kelt itt a hőkezelés nitrogén atmoszférában (250 °C, 20 perc). Az így kezelt lakkok jó dielektromos tulajdonságokat mutatnak.

Ugyancsak jó eredményekkel kecsegtet az az eljárás, amelyben szerves monomer anyagok (GDP sztirén) gőzét ködfénykísüléssel polimerizálják és a katód környékén vékony rétegben lecsapatják [6]. Említést érdemelnek a Sylvania többrétegű összeköttetései, melyeknek az a különlegessége, hogy az egymás fölött levő rétegek egyre vastagabbak (3. ábra). A csekély felületi ellenállás mellett itt különösen fontos a csekély érintkezési ellenállás az alsó és felső fémrétegek összeköttetéseiben. Figyelni kell arra is, hogy a szigetelőréteg kapacitása csekély és átütési szilárdsága nagy legyen. Kísérleti adatok: átütési szilárdság 430 V; átvezetési áram 30 V-nál 10 μA; kapacitás μm²-ként 25·10⁻⁶ pF; négyzetes ellenállás 0,05 Ω; maximális áramterhelhetőség 630 mA [14].



3. ábra. Többrétegű összeköttetés metszete

4. A huzalozás automatizálása

Az egyes rétegek között, derékszögű koordináták módján futó összeköttetések a csoportos integrálás lényeges elemét jelentik. Mindenekelőtt arra kell gondolnunk, hogy a létrehozandó rendszerek leg-

nagyobb része nagyszámú, azonos funkciót ellátó áramkör egyesítéséből áll; ilyenekből állnak például a számítógépek. Az integrált áramkörök kihozatali százaléka az utóbbi évek technológiai fejlődése következtében már igen kedvező, de természetesen sohasem várhatunk el 100%-ot. Amíg a szilíciumlemezen száz vagy több egymástól független integrált áramkör készült, ez csak azt jelentette, hogy néhány áramkört ki kell selejtezni. Ha azonban az összes áramköröket egyetlen csoportban akarnánk a lemezen egyesíteni, szinte minden esetben selejtet kapnánk, hiszen nagy a valószínűsége annak, hogy az egyedi áramkörök között véletlen okoknál fogva selejtes áramkörök is lesznek. A megoldás az, hogy minden lemezen nagyobb számú egységcellát (egyszerű áramkört) hoznak létre, mint ahányra a csoportban tényleg szükség van; automatikus vizsgálóberendezésen megállapítják és megjelölik a hibás egységcellákat; és amennyiben kellő számú hibátlan cella van a lemezen, ezek összekötésével hozzák létre a kívánt csoportot. Ez az úgynevezett diszkrécionális huzalozás elve. Ha figyelembe vesszük, hogy az összeköttetéseket itt párolgató eljárással, maszk segítségével kell megvalósítani, láthatjuk, hogy ehhez fejlett automatizálási eljárásra van szükség. Számítógép állítja be a cellák közötti összeköttetéseket attól függően, hogy mely sorokban és oszlopokban vannak selejtes cellák [10, 13].

A diszkrécionális huzalozás nem az egyetlen irányzat a csoportos integrálás fejlesztés alatt álló területén. A másik elgondolás, a vevő kívánásának megfelelő huzalozás. Ilyen a Fairchild cég által kifejlesztett ún. micromatrix. Itt a tömegben gyártott, katalógus szerint rendelhető lemezekéik kisméretűek és kevés számú cellát tartalmaznak, amelyek mindegyike meghatározott rendszerben tartalmaz különböző al-

katrészeket. A raktározott lemezekén még az első szintű fémes összeköttetések sincsenek rajta. Ezeket is a célnak megfelelően választják meg, ugyanis az összeköttetések mintájának megváltoztatásával ugyanazon alkatrészekből különböző funkciókat végző egyedi áramköröket lehet biztosítani. A felhasználó egyedi konstrukciójának megfelelően lehet tehát a félkész gyártmánynak tekinthető lemezekből a megfelelő csoportokat kiformálni. Ehhez mindössze háromféle maszokra van szükség. Az egyik az alsó szintű fémes összeköttetéseket, a másik a két fémes összekötő szint közötti szigetelést és kapcsolatot biztosító, furatokkal ellátott dielektrikumréteget, a harmadik pedig a cellák közötti összeköttetéseket létrehozó felső szintű huzalozást állítja elő. Ebben a rendszerben csak az összes fémes összeköttetés kialakítása után vizsgálják meg a kész lemezt. Itt a redundanciára nincs lehetőség, tehát a hibás lemezeket el kell dobni. Látható, hogy itt az elemi celákra vonatkoztatva közel 100%-os kihozatali arányt tételeznek föl. A valóságban itt nyilván nagyobb selejt várható, mint az előbb tárgyalt megoldásban, amelyben a lemezen nagyobb számú egyedi áramkörből válogatják össze a jó egyedeket [15, 16, 17].

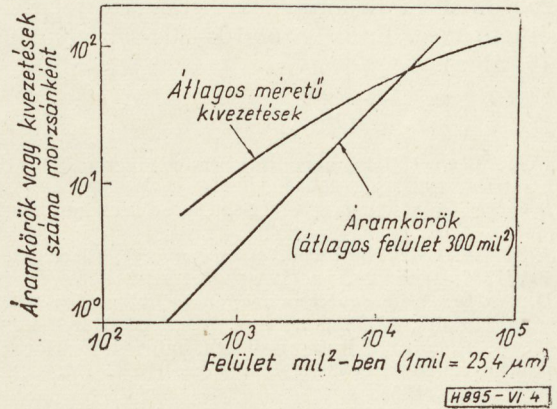
Itt két gazdasági megfontolás áll egymással szemben. Ahhoz ugyanis, hogy az egyedi áramköröket külön-külön vizsgálni lehessen, a mérőberendezés tagozatú szervei számára kontaktus felületeket kell kialakítani, amelyek értékes szilícium területeket használnak fel. Emellett maga a 100%-os mérés és a számítógéppel kialakított egyedi összeköttetési minta is nagyon költséges. Ha nincs szükség az egyedi méréshez kontaktuspontokra, kisebb lehet az egész rendszer felülete, ami lecsökkenti a hibák előfordulásának valószínűségét. Bevált, jó technológia esetében tehát elképzelhető, hogy gazdaságosabb ez az utóbb ismertett, kevesebb lépést tartalmazó gyártási eljárás a maga viszonylag nagyobb selejtszázalékával, mint az egyedi összeköttetések megvalósítása a maga kisebb selejttjével, de bonyolultabb eljárásával [18, 19].

5. Példa a mai technológiára: átmenet a csoportos integráláshoz

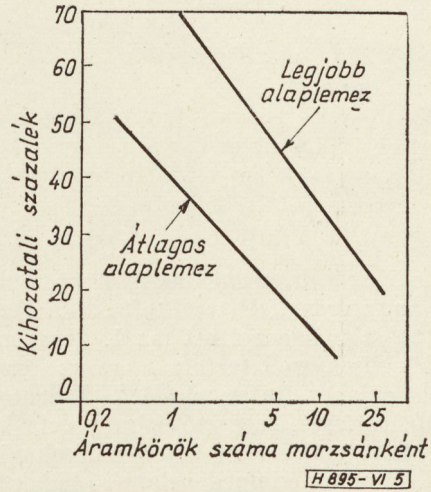
A jelenlegi gyártás csúcsteljesítményei még nem tartoznak a csoportos integrálás fogalmkörébe, de már nem is azonosak a néhány évvel ezelőtti egyszerű áramkörökkel. Az IBM, amely korábban elsősorban a szigeteléalapú technológiát fejlesztette, most olyan félvezető monolit lemezkét dolgozott ki, amely alkalmazza az eljövendő csoportos integrálás bizonyos elemeit. Itt az $1,5 \times 1,5 \text{ mm}^2$ felületű szilíciumlemezke 168 alkatrészt tartalmaz, 12 logikai áramkörben. A kivezetések száma 24. A belső összeköttetések három szinten vannak elhelyezve; ezek között rádiófrekvencián porlasztott kvarc a szigetelőréteg [20].

A rendszer optimális nagyságát úgy választották ki, hogy megvizsgálták, hogyan változik a bonyolultság növelésével az egy monolitra szükséges kristályfelület és a kihozatali százalék. Öt tranzistorból és öt ellenállásból álló tipikus áramkört tekintve, a szükséges felület monoton nő az egy lemezkén elhe-

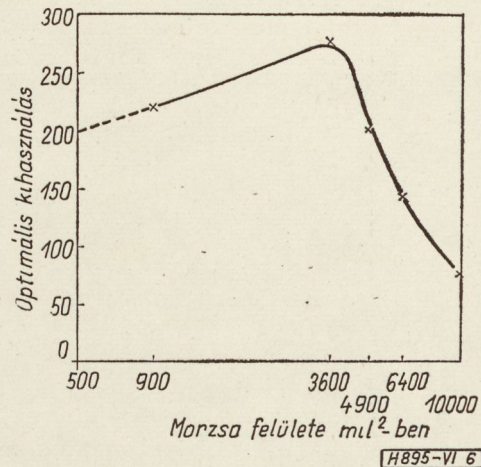
lyezendő áramkörök számával, de nem arányosan, mert a felület egy részét a külső csatlakozásokhoz szükséges $0,1 \times 0,2 \text{ mm}^2$ -es fémmezések veszik igénybe, amelyek száma tudvalevően lassabban növekszik a bonyolultság fokával (4. ábra). A kihozatali százalékat kísérletileg határozták meg. Ez, amint az 5. ábrán látható, monoton csökken a bonyolultság növe-



4. ábra. Áramkörök és hozzávezetések által elfoglalt felület



5. ábra. Kihozatali százalék az egy morzsán elhelyezett áramkörök számának függvényében



6. ábra. A kihozatali százalék és az egy szeleten (morzsán) elhelyezhető áramkörök számának szorzata a felület függvényében

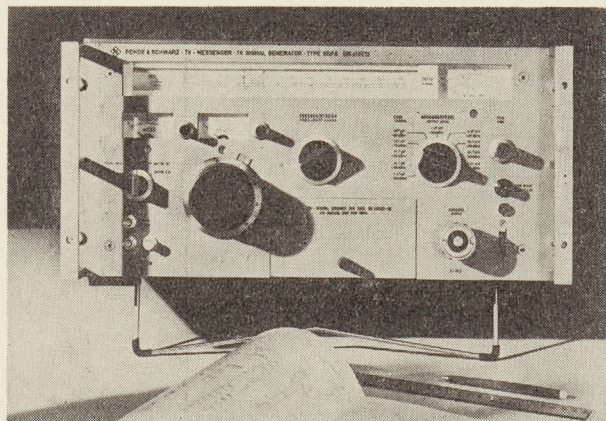
lésével. Az optimum annál a bonyolultsági foknál van, amelynek alkalmazásával egy adott nagyságú szilícium szeletből a maximális számú áramkört tartalmazó jó monolitok hozhatók ki. A jelenlegi technológiai viszonyok mellett a kihozatali százalék és az egy szeleten elvileg elhelyezhető áramkörök számának szorzata a 12-áramkörös rendszernél adott maximumot. A 32 mm átmérőjű szilícium szeleteken kb. 250 db ilyen 12 áramkört tartalmazó rendszer valósítható meg. Ezek közül 10–30% bizonyul jónak (6. ábra).

IRODALOM

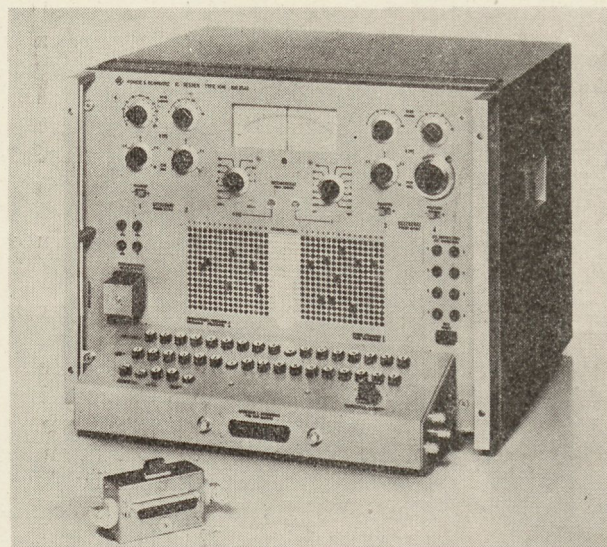
1. *W. S. Baer*: LSI in monolithic Semiconductors. Scientia Electrica, 1967. pp. 29–40.
2. *H. Wolf*: A new aspect of LSI. Onde Electrique 1967, March- April, pp. 418–426.
3. *S. Weber*: LSI: The technologies converge, Electronics, 40., 1967. Febr. 20. pp. 124–129.
4. *D. Grabbe*: A new interconnection technique for integrated circuits, IEEE Int. Conv. Rec., pt 9, March 1964.
5. *W. S. Rigling*: Selection, design, and fabrication of multilayer printed wiring laminates, IEEE Int. Conv. Rec. pt 10, 1965.
6. *B. G. Carbajal*: Dielectric properties of some thin organic polymer films, Trans. of Met. Soc. of AIME, 1966. March. pp. 364–365.
7. *C. E. Marvin, R. M. Walker*: Customizing by interconnection, Electronics 40., 1967. febr. 20. pp. 157–164.
8. *R. K. Petritz*: LSI technology, Trans. of Met. Soc. of AIME 1966. March, pp. 235–249.
9. *P. H. Robinson—C. W. Mueller*: The deposition of silicon upon sapphire substrates, Trans. of Met. Soc. of AIME 1966, March, pp. 268–274.
10. *J. W. Lathrop*: Discretionary Wiring Approach to LSI. Wescon Papers Vol. 10. 10/3.
11. *E. G. Fubini, M. G. Smith*: Limitations in I. C. Solid State Technology. IEEE Spectrum 4 (1967). May p. 55.
12. *A. Miller*: Silicon — on — sapphire approach affords freedom and flexibility. Electronics 40., 1967. febr. 20. pp. 171–176.
13. *D. L. Critchlow*: Layout and mask generation for LSI, IEEE Conv. Record, 1967. Part. 6. p. 62.
14. *Whitehouse*: LSI arrays. Electrical Communication, 1967. jan. febr.
15. *L. Vadász*: The „Micromatrix” approach to MOS complex arrays, Wescon Papers. Vol. 10. 10/5.
16. *M. G. Smith*: System considerations for LSI. Wescon papers Vol. 10. 10/1.
17. *H. Freitag*: Design automation for LSI. Wescon Papers Vol. 10. 10/2.
18. *O. R. Baker*: Aspects of Large Scale Integration. IEEE Int. Conv. Record 1967. Part. 6. p. 56.
19. *R. B. Seeds*: Yield Economic and Logistic Models for Complex Digital Arrays. IEEE Int. Conv. Record 1967. Part. 6. p. 60.
20. *O. Bilous, etc.*: Design of monolithic circuit chips. IBM Journal, 1966. september. pp. 370–376.

SZEMLE

A *Rohde & Schwarz* cégnek a BNV során kiállított műszerei nagy érdeklődést váltottak ki. Az *SDFA* típusjelű tv szignálgenerátort az 1. ábra mutatja. A készülék frekvenciatartománya az összes tv-sávokat átfogja, a frekvencia $1 \cdot 10^{-5}$ pontossággal beállítható, a feszültségosztó igen precíz kivitelű, szabályozott. A műszer színes tv-mérésekre is alkalmas és felhasználható impedanciamérő-hidak táplálására, antennamérésekhez. Az *ICM* típusú műszer (2. ábra) integrált áramkörök sztatikus és dinamikus adatainak mérésére szolgál. A készülékbe 4, egymás-



1. ábra



2. ábra

tól független tápegység van beépítve. A mérendő áramköri egység a készülékhez adapterekkel csatlakoztatható, az egyenáramú táplálást és a kívánt mérőelrendezést lyukkártyával lehet beállítani. Tömeggyártási célokra a műszernek mérőautomata változatát is gyártják.

Lineáris integrált áramkörök újabb fejlődése

ETO 621.3.049.7-111:621.382.334-501.12

Néhány évvel ezelőtt úgy tűnt, hogy csak a digitális alkalmazási területen fognak elterjedni az integrált áramkörök. Több megfontolás is indokolta ezt: ezek az áramkörök kevésbé érzékenyek az alkatrész toleranciákra, egyszerű felépítésűek, és egy-egy nagyberendezésben igen sok azonos felépítésű található belőlük. Az újabb fejlődés, amely körülbelül 2 éve kezdődött és ma is rohamosan tart, az előbbi megállapításnak éppen az ellenkezőjét igazolja. Ma már olyan tömegben ismeretesek lineáris integrált áramkörök, hogy inkább a rendszerbe foglalás okoz nehézséget. Egy meghatározás szerint [1] ide tartozik valamennyi olyan áramkör, melynek kimenőjele tetszőleges lineáris függvénye valamely bemenőjelnek. Ez a definíció nem zárja ki azt, hogy a lineáris integrált áramkör egyes részei nemlineáris, vagy időben változó elemeket tartalmaznak; ide kell sorolnunk tehát a modulátorokat, demodulátorokat, keverőket, stb.

A régebbi évek irodalmában olvasható sok különféle ötlet közül mára csak az életképesek maradtak meg. Ezek egyike a differenciálerősítőből és néhány kiegészítő fokozatból felépíthető műveleti erősítő. A műveleti erősítőt univerzális építőelemnek is tekinthetjük, tehát igen sok funkciót megvalósíthatunk vele. Természetesen nem mindenütt adja a legolcsóbb megoldást. Nagy darabszámot éppen univerzális jellege miatt lehet belőle gyártani.

Még lényegesebb a darabszám kérdése a közfogyasztásra kerülő integrált áramköröknél. Igen jól kell gondolni az egy hordozólapkára kerülő alkatrészek funkcióját, számát, elrendezését, hogy egy-egy áramkörtípus minél több helyen felhasználható legyen.

Még mindig nem sikerült készíteni egyszerű, olcsó megbízható szelektív integrált áramkört. Az utóbbi másfél évben azonban igen sok próbálkozásról olvashattunk, tehát feltehetően sok helyen foglalkoznak a probléma megoldásával. Az egyéb területeken elért fejlődés ütemét tekintve lehetséges, hogy e probléma is hamarosan megoldódik.

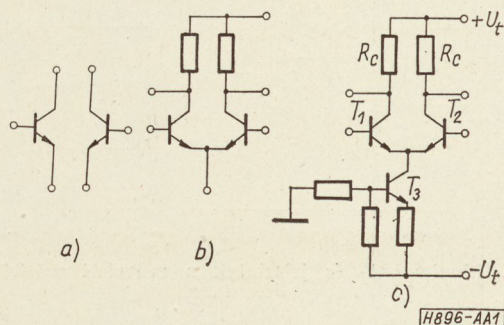
1. Integrált műveleti erősítő

1967. októberi adat szerint [2] az 1965 óta gyártott lineáris integrált áramkörök 60%-a differenciálerősítő. Abban az esztendőben készítették az első integrált műveleti erősítőket és ezek sikere jóformán minden lineáris áramköri területen érezhetővé vált.

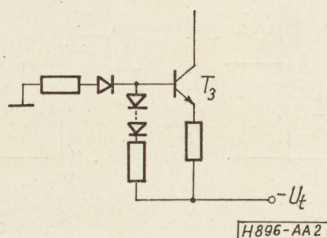
A fejlődés egyes lépéseit az 1. ábrán láthatjuk. Már a korai planártranszisztorok között is találunk közös hordozón létrehozott tranzisztorpárokat. Ezek már akkor is kitűntek jól illeszkedő karakterisztikáikkal és elektromos paramétereikkel. A következő lépésben a kollektorellenállásokat is a hordozólapkán alakították ki. A közös emitterellenállás kialakítása nehézségbe

ütközött, mivel a zavarmentes működés (minél nagyobb közös módus elnyomás) feltétele a lehetőleg nagy emitterellenállás. Ez pedig a félvezetőkristály felületének igen nagy részét vette volna igénybe. Ezért a következő lépésben az emitterkörbe a már régebben ismert áramgenerátoros táplálást építették be. Ennek különlegesen nagy előnye, hogy csaknem végtelen a differenciális ellenállása, ugyanakkor az áramgenerátorul szolgáló tranzisztor emitter-, és báziskörében található ellenállások viszonylag kis ohmértékűek, és a gyártási toleranciákra is aránylag kevésbé érzékenyek. Így alakult ki az 1c ábrán látható alaptípus, amely ma a lineáris integrált erősítők kiindulópontja. A hagyományos elemekkel épített hasonló erősítővel szemben előnye, hogy a T_1 és T_2 tranzisztorok karakterisztikái igen hasonlóak egymáshoz a közös gyártási technológia következtében és működés közben a hőmérsékletük is követi egymást, a szoros termikus csatolásnak köszönhetően. Az emitterköri áramgenerátor nagymértékben javítja a működési feltételeket, az így adódó tranzisztortöbblet pedig az integrált áramkörben alig játszik szerepet [3].

Az 1. ábrán látható alapkapcsolás a különféle igényeknek megfelelően természetesen továbbfejleszthető. Elsősorban széles hőmérsékleti tartományban működőképesnek kell lennie, anélkül, hogy a munkaponti áram és az erősítés lényegesen megváltoznék. Ezt az áramgenerátorként működő tranzisztor bázisosztójának hőkompenzálásával érhetjük el. A 2. ábra



1. ábra. Integrált differenciálerősítő fejlődése



2. ábra. Hőkompenzált emitteráramforrás

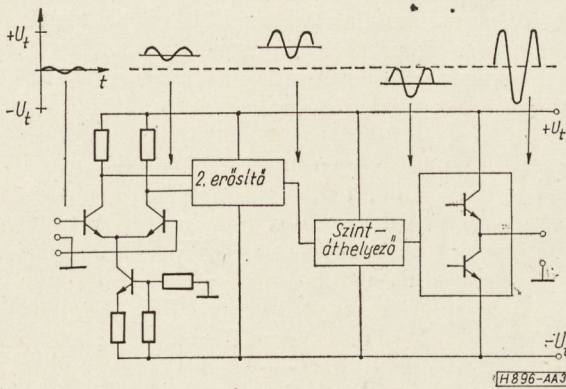
szerint a bázisosztót egy, vagy több nyitóirányban előfeszített diódával egészítjük ki, melyek részben az ellenállások, részben a tranzisztorok hőfokfüggését kompenzálják. Az 1. és 2. ábrán látható alapkapcsolások igen részletes analizisét megtalálhatjuk a [4] irodalomban.

Egyetlen fokozat általában nem szolgáltat elegendő erősítést, és sok esetben az is problémát okoz, hogy a kimenőjel egyenfeszültségintje különbözik a bemenőjelétől. Ezért a differenciálerősítő alaptípusát rendszerint további fokozatokkal egészítik ki.

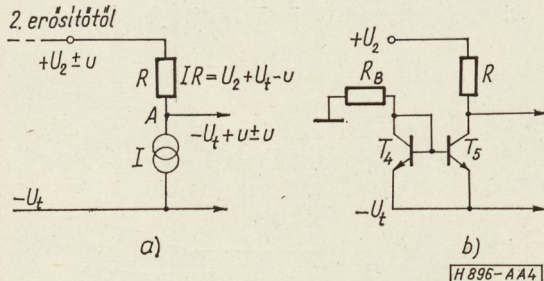
A 3. ábra szerint általában még egy szimmetrikus erősítőfokozat található a rendszerben. Ennek nyugalmi kimenőfeszültsége azonban még pozitívabb, mint az első fokozaté, tehát a kivezérelhetőség csekély. Ezért a következő fokozat funkciója a szintáthelyezés, lehetőleg erősítésvesztés nélkül. Végerősítőként rendszerint egykimenetű, ellenütemű fokozatot alkalmaznak, melynek legfőbb előnye, hogy a kimenőfeszültség zérus középpértékkel csaknem a teljes telepfeszültségekig kivezérelhető.

Szintáthelyezésre pnp tranzisztor lenne legalkalmasabb a különben npn tranzisztorokból álló áramkörben. Sajnos, jó specifikációjú pnp tranzisztort nem lehet az npn tranzisztorokkal párhuzamosan, ugyanazon a hordozókristályon létrehozni. Az egyetlen lehetséges megoldás, a laterális pnp tranzisztor áramerősítési tényezője és határfrekvenciája kicsiny [5].

Ezt a technológiai problémát új kapcsolástechnikai megoldásokkal lehetett megkerülni. A 4a ábrán npn tranzisztorokkal felépített szintáthelyező működési elvét, a 4b ábrán a tényleges kapcsolást láthatjuk [6].



3. ábra. Munkapont- és jelszintek a műveleti erősítőben



4. ábra. Szintáthelyező:

a) Elvi kapcsolás, b) Áramköri megoldás

Az erősítő $\pm u$ kimenőjele U_2 egyenszintre szuperponálva jelentkezik a második erősítőfokozat kimenetén. Ebből $U_2 + U_t - u$ -t levonva az A ponton $-U_t + u$ -ra szuperponálva jelenik meg ugyanaz a $\pm u$ feszültségváltozás, tehát a kimenőjel minimális szintje ($-u$) egybeesik a negatív telepfeszültséggel. Ahhoz, hogy az R ellenálláson állandó legyen a feszültségesés, az I áramgenerátornak — ez esetben inkább nyelőnek nevezhetnénk — a ráeső feszültségtől függetlenül állandó áramot kell elnyelnie. A 4b ábrán az integrált áramkörben használható megoldást láthatjuk [7]. A T_5 tranzisztor báziskörében a diódának kapcsolt T_4 tranzisztor foglal helyet. Tegyük fel, hogy mindkét tranzisztor bázisárama elhanyagolható a kollektoráramhoz képest ($B \gg 1$). Ha $U_{BE4} \ll U_t$,

$$I_{c4} \approx \frac{U_t}{R_B}$$

és a szilíciumtranzisztorok kollektoráramára nagy pontossággal teljesül

$$I_c = I_0 e^{\frac{qU_{BE}}{kT}}$$

összefüggésből

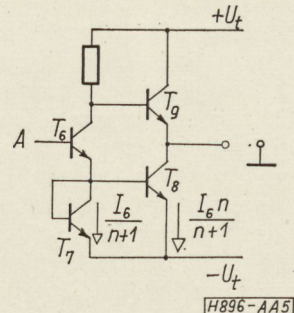
$$U_{BE4} = \frac{kT}{q} \ln \frac{I_{c4}}{I_0} = U_T \ln \frac{I_{c4}}{I_0}$$

A T_4 és T_5 tranzisztor egyetlen alapelemezen, ugyanazon gyártási lépésekkel készül, $I_c(U_{BE})$ karakterisztikájuk kis hibahatáron belül egyezik. Ezért

$$I_{c5} = I_0 e^{\frac{U_{BE4}}{U_T}} = I_{c4} \approx \frac{U_t}{R_B},$$

vagyis a kollektoráram csak jól kézben tartható tényezőktől függ.

Ugyanezt az elvet az integrált műveleti erősítő más fokozataiban is sikerrel alkalmazhatjuk. Az 5. ábra a fázisfordítóval kiegészített végerősítő fokozatot mutatja. A 4. ábra A pontja a T_6 tranzisztor bemenetére csatlakozik. Ha a T_7 diódának kötött tranzisztor nem lenne T_8 báziskörében, a fokozat áramerősítése nagyon függene T_8 áramerősítési tényezőjétől. Az előbbi példából kiindulva T_7 és T_8 kollektoráramának egyenlősége esetén az áramerősítés egységnyi lenne. Válasszuk most T_7 felületét T_8 felületének n -ed részére, ekkor az áramerősítés n -szeres lesz, mivel adott áramkörkonstrukció esetén az áram-sűrűség állandó. Minthogy a felületek aránya igen



5. ábra. Fázisfordító és végerősítő fokozat

jól kézben tartható, az áramerősítési tényezőt pontosan lehet méretezni.

A 4b ábrán bemutatott konfigurációt kis áramú konstans áramforrásként is hasznosítani lehet a 6. ábra szerinti változtatással. Néha ugyanis célszerű a műveleti erősítő bemenőtranzisztorait minél kisebb munkaponti árammal működtetni (pl. nagy bemenőellenállás, kis zajtényező érdekében). Kis áram előállítására általában nehézségekbe ütközik integrált áramkörökben, mert nagy ellenállások csak nehezen valósíthatók meg. A 6. ábra szerint azonban

$$\Delta U_{BE} = U_{BE10} - U_{BE3} = U_T \ln \frac{I_{10}}{I_3} = R_E I_3$$

és

$$R_E = \frac{U_T}{I_3} \ln \frac{I_{10}}{I_3}$$

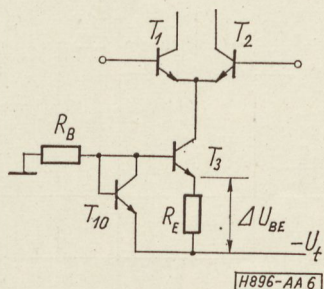
Ha pl. $I_{10} = 1$ mA és $I_3 = 50$ μ A, $R_E = 1,56$ k Ω szükséges, ami könnyen megvalósítható.

A felsorolt — korántsem teljes — példákban azt láthatjuk, hogy az integrált áramkörgyártás technológiai korlátain új kapcsolástechnikai szemlélettel úrrá lehet lenni. Ebből az is következik, hogy a hagyományos áramkört általában nem lehet közvetlenül integrálni. Kerülendő a nagy értékű ellenállás, kondenzátor, induktivitás, viszont igen előnyösen használható a tranzisztorok és diódának kapcsolt tranzisztorok karakterisztikájának egyformasága — nemcsak szobahőmérsékleten, hanem széles hőmérsékleti tartományban. A közös alaplemez — helyes geometriai elrendezés esetén — biztosítja az összetartozó tranzisztorpárok azonos hőmérsékletét, így az erősítő munkapontvándorlása sokkal kisebb, mintha különálló tranzisztorokkal valósítottuk volna meg.

A 3. ábra szerinti blokkjával általánosan jellemezhetjük a ma forgalomban levő integrált műveleti erősítők nagy csoportját [6] [8]. Lényeges specifikációs adatok:

Bemeneti ellenállás	10...1000 k Ω
Bemeneti áram	0,1...5 μ A
Közös módus elnyomás	70–90 dB
Feszültségerősítés	$5 \cdot 10^3 \dots 5 \cdot 10^4$
Kivezérelhetőség	$\pm(0,8 \dots 0,9)U_t$
Telepfeszültség	$\pm 10 \dots 15$ V
Teljesítményfelvétel	50...100 mW

Külső visszacsatolással az erősítést nagy pontossággal beállíthatjuk. Ilyenkor azonban külön gondoskodni kell a rendszer stabilitásáról, mivel a több fokozatú erősítőt tartalmazó hurok nem feltétlenül stabil. Az erősítő egyes belső pontjait ezért külön kivezetik,



6. ábra. Kis áramú áramforrás

külső kompenzáló elemek csatlakoztatása céljából [4] [6] [8].

Integrált műveleti erősítővel számos feladat megvalósítható [9]:

Erősítés (0° vagy 180° fázistolással), kiegészítő elemekkel szelektív, vagy sávkorlátozott erősítés is. Szabályozott erősítés.

Precíziós csúcseyenirányítás (diódákkal kombinálva).

Áram-, és feszültségstabilizálás.

Feszültség-frekvenca konverter.

Fázisdetektor.

Komparátor.

Oscillátor,

valamint minden olyan feladat, amit eddig hagyományos műveleti erősítővel valósítottak meg (összeadás, integrálás, differenciálás stb.)

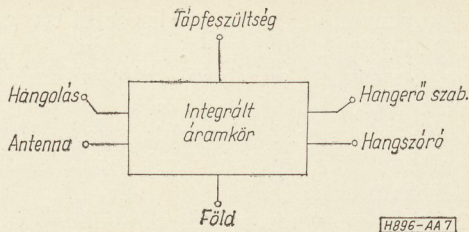
Amint látjuk, kevés olyan áramköri funkció van, amelyre a műveleti erősítő ne lenne alkalmas. Univerzális elemként való elterjedését egyelőre még gátolja magas (bár rohamosan csökkenő) ára. Várható, hogy a nagy pontosságú nagy megbízhatóságú professzionális berendezésekben hamarosan elterjed, a közfogyasztású elektronikus készülékek integrálásához azonban más, gazdaságosabb megoldásokat kell keresni.

2. Lineáris integrált áramkörök közfogyasztású elektronikus készülékekben

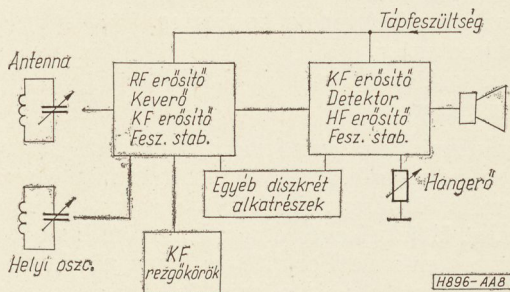
A műveleti erősítő fejlesztése során nyert tapasztalatokat a vezető cégek gyümölcsöztetni kezdik a tömegcikk területén is. Itt elsősorban az olcsó ár a fontos, és mivel nagy szériáról lehet szó, érdemes az adott célra speciális áramkört tervezni. A fő szempontokat az alábbiakban foglalhatjuk össze:

A kifejlesztésre kerülő integrált áramkörnek a gazdaságos sorozatnagyság érdekében alkalmasnak kell lennie a zsebrádió áramköreibe éppen úgy mint az asztali készülékekbe. Ez igen rugalmas tervezést kíván, tehát a minél kisebb számú integrált áramkör minél többfajta specifikációs változatot tegyen lehetővé. Ugyanakkor nem szabad feláldozni semmit az eddig elért eredményekből, így pl. a készüléknek 1 V/m térerősségnél is torzításmentesen kell működnie, legalább 100 mW hangfrekvenciás teljesítményt kell leadnia 6 V telepfeszültségnél és 250 mW-ot 9 V-nál stb. Ezenkívül a hangfrekvenciás előerősítő áramkörnek 5–10 mW-ot kell szolgáltatnia kellő feszültség szinten, amennyiben az integrált áramkört hálózati készülékbe építik be.

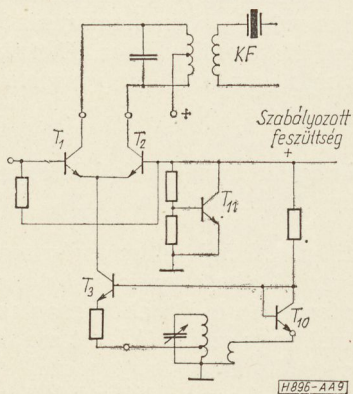
A rádiókészülék integrálását több módon is meg lehet közelíteni. Az ideális megközelítés blokkdiagramját a 7. ábrán láthatjuk. Ebben az esetben az antenna, a hangszóró és a hangolóelemek kivételével valamennyi aktív és passzív elem integrálva lenne. Jelenleg ez nem valósítható meg, elsősorban a megfelelő karakterisztikájú integrált sávszűrő hiánya miatt. A másik véglet csupán az aktív elemek integrálása. Igen alapos rendszertechnikai, áramköri, és technológiai megfontolások szükségesek ahhoz, hogy minimális számú integrált áramkör maximálisan redukálja a passzív elemek számát, ugyanakkor lehe-



7. ábra. Teljesen integrált vevőkészülék blokkvázlata



8. ábra. Integrált vevőkészülék lehetséges kivitele



9. ábra. Integrált keverőfokozat

tőleg minél kisebb legyen a kivezetések száma, ezen a kivezetéseken keresztül azonban módosítani lehessen egyes lényeges specifikációs adatokat. Világos, hogy ez a feladat csak kompromisszumok árán oldható meg [10] [11] [12] [13].

Egy lehetséges elrendezést a 8. ábrán láthatunk. Ez két különböző integrált áramkört tartalmaz, ezek közül az első magában foglalja a rádiófrekvenciás erősítőt, keverőt, első középfrekvenciás erősítőt, valamint a belső feszültségek stabilizálására szolgáló áramkört. A másik integrált körben középfrekvenciás erősítő, detektor és hangfrekvenciás erősítő található a belső feszültségszabályozó mellett. A középfrekvenciás sávzűrőt diszkrét elemekkel valósítják meg, ezenkívül további diszkrét elemek is találhatóak a rendszerben.

Érdekes a 8. ábra szerinti blokkvázlat egyik elemét, a keverőfokozatot kiemelni (9. ábra). Itt a differenciálerősítő emitteráram-generátora helyi oszcillátorként működik. Mivel a szimmetrikus fokozat erősítése a meredekségen keresztül az emitterárammal arányos, a keverés létrejön. Az oszcillátorjelre nézve a kapcsolás kiegyenlített.

Igen érdekes a T_{11} tranzisztorral felépített áramkör szerepe. T_2 bázisát nagyfrekvenciás szempontból

földpotenciálra kellene kötni. Ezt hagyományosan kondenzátorral oldották volna meg, de ahhoz eggyel több kivezetésre lett volna szükség, illetve a hordozólapkán nem lehetett volna elegendően nagy kapacitást megvalósítani. Ezért T_{11} -gyel feszültségvisszatartott erősítőt építettek fel, melynek kimenőellenállása igen kicsiny, s így csaknem rövidzárat jelent.

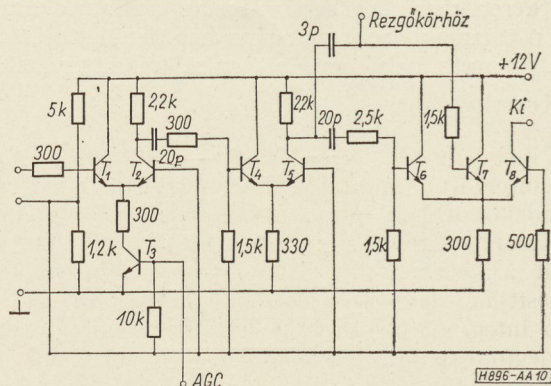
A 8. ábra szerinti integrált áramkörös, és egy nyolc tranzisztoros tartalmazó AM készülék specifikációjának összehasonlítását az alábbi táblázat mutatja [11]:

	Integrált	Hagyományos	Mértékegység
Érzékenység 50 mW-nál	50	100	$\mu\text{V/m}$
6 dB-es sáv szélesség	7	7	kHz
Csillapítás $\Delta f = 10$ kHz-nél	26	20	dB
Max. bemenőfeszültség	2	0,2	V/m
Szabályozhatóság	80	40	dB
Kimenőteljesítmény $k = 10\%$ -nál	140	140	mW

Szabályozható erősítésű KF erősítő és FM demodulátor kombinációját láthatjuk a 10. ábrán.

Az első fokozat differenciálerősítő, ennek emitterkörében a T_3 tranzisztor található, melyet automatikus erősítésszabályozásra használhatunk. Amennyiben ez a tranzisztor telített állapotban van, a fokozat erősítése maximális. Az áramot csökkentve az erősítés is csökken. Általában az ilyen szabályozások megvalósításakor ügyelnek arra, hogy az erősítő tranzisztorok (T_1 , T_2) ne kerülhessenek telítésbe, mivel ez a nagyfrekvenciás tulajdonságokat nagyon lerontaná.

A második fokozat szintén differenciálerősítő, működése magától értetődik. A harmadik fokozat azonban három tranzisztoros tartalmaz. Ezt az elrendezést fel lehet használni hangfrekvenciás erősítőként is, eredeti szerepe azonban a frekvenciamodulált jel demodulálása. A T_6 és T_7 tranzisztorok együttesen egy kétbemenetű VAGY kaput alkotnak. A beérkező szinuszos rádiófrekvenciás jel amplitúdója olyan nagy, hogy a T_8 tranzisztor kimenetén négyszögfeszültséget kapunk. A VAGY-kapu két bemenete kö-



10. ábra. Középfrekvenciás erősítő és FM demodulátor

zül az egyikre közvetlenül, a másokra egy rezgőkör beiktatásával vezetjük a demodulálandó jelet. A 11. ábra szerint a rezgőkör jele névleges frekvencián 90° fáziseltolásban van az eredeti jelhez képest. A frekvencia megváltozása esetén ez a fázisszög is megváltozik, így a két bemenetű VAGY kapu kimenetén a frekvenciamoduláció szerint változó szélességű impulzusokat kapunk. Ez pedig már tartalmazza a hangfrekvenciás információt.

Különleges, de elvileg nem megoldhatatlan problémát jelent a szükséges hangfrekvenciás kimenőteljesítmény biztosítása. Integrált végerősítő fokozattal eddig maximálisan 1 W kimenőteljesítményt értek el [13]. A legfőbb nehézséget az okozza, hogy az egy kimenetű, ellenütemű végfokozat (a 3. ábrán sematikusan ábrázolva) soros tranzistorai hajlamosak a hőmegfűtésre, és mivel az egyik tranzistor mindig vezet, nagy a valószínűsége a rövidzárlatnak. Az integrált végerősítő ezért számos hőkompenzáló diódat és egyenáramú visszacsatolást tartalmaz.

Egy régen felismert, de eddig ritkán alkalmazott elv szerint a hangfrekvenciás teljesítményerősítő kapcsoló üzemi tranzistorokkal is megoldható [14].

A 12. ábra szerint egy nagyfrekvenciás négyszöghullámot szélességben modulálva és aluláteresztő szűrőn átvezetve hangfrekvenciás jelet kapunk. Az ábrán e jel Fourier-spektrumát is ábrázoltuk. Amennyiben a négyszöghullám frekvenciáját elég magasra választjuk, a torzítás következtében fellépő oldalsávok nem nyúlnak bele a hangfrekvenciás tartományba, így a hangfrekvenciás torzítás elhanyagolható.

Az erősítő meghajtásához kétállapotú jelre van szükség. Ezt a legegyszerűbben komparátorként használt differenciálerősítővel állíthatjuk elő.

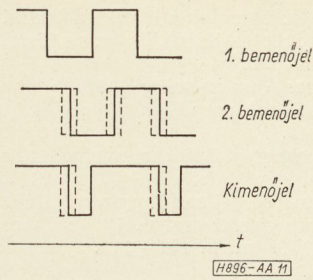
A 13. ábra szerint a hangfrekvenciás jelet nagyfrekvenciás háromszögjellel komparáljuk, ennek eredményeként jön létre az ábra felső részén látható szélességmodulált négyszöghullám. Mivel a háromszöghullámot független oszcillátorral állítjuk elő, a vivőfrekvencia konstans a moduláló jeltől függetlenül. Számos más lehetőség is létezik a szélességmodulált jel előállítására. Így pl. astabil multivibrátor bázisáramát vezérelhetjük a moduláló jellel, vagy visszacsatolt, hiszterézissel rendelkező négy-pólusú oszcillációra készíthetünk stb. A kimenőjel frekvenciája és szélességmodulációja a bemenetre kapcsolt hangfrekvenciás jellel változtatható.

Külön előny, hogy a kimeneti tranzistorok sohasem kerülhetnek egyszerre bekapcsolt állapotba, tehát rövidzár nem fordulhat elő.

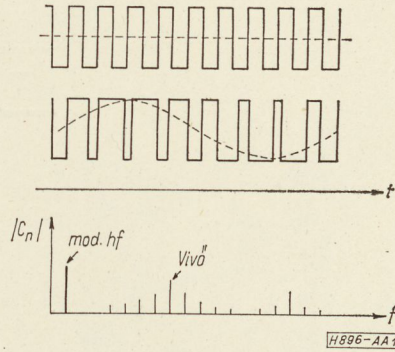
3. Következtetések

E dolgozatban áttekintést kívántunk adni a lineáris integrált áramkörök fejlődésének fő irányairól. Szándékosan nem tárgyaltuk a szelektív áramköröket, mert még nincs kiforrott megoldásuk. Ha viszont a szelektivitást hagyományos áramkörökkel biztosítjuk, csaknem az összes többi funkció megoldható integrált körökkel. A lineáris integrált áramkör legfontosabb építőeleme a differenciálerősítő.

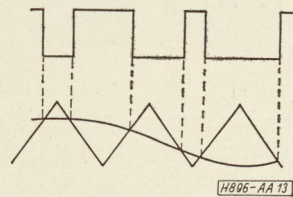
Egy-egy funkciót általában differenciálerősítők és más, kifejezetten az integráláshoz alkalmazkodó



11. ábra. Jelalakok az FM demodulátoron



12. ábra. Szélességmodulált impulzussorozat időbeli lefolyása és frekvenciaspektruma



13. ábra. Szélességmodulált impulzussorozat előállítása komparálással

áramkörök kombinálásával valósíthatunk meg. A hagyományos kör integrálása általában nem vezet eredményre.

Készülékek, berendezések akkor építhetők fel gazdaságosan integrált körökkel, ha az egyfajta áramkörök darabszáma nagy.

Ügyes tervezéssel a korlátozott számú kivezetésen keresztül is befolyásolhatóvá tehetjük az áramkört, így egyetlen alapelrendezés több célra is alkalmassá tehető.

I R O D A L O M

1. R. S. Pepper: Linear integrated circuits: today and tomorrow. 1967. IEEE Internat. Conv. Rec. Part 6, p. 3-11.
2. Linear Integrated Circuits Electronics, Part I. 1967. aug. 7., p. 100. Part II. 1967. aug. 21., p. 78-80. Part III. 1967. szept. 18., p. 96-105. Part IV. 1967. okt. 16., p. 86-91.
3. Ambrózy A.: Lineáris integrált áramkörök. Híradástechnika 1967. jan. p. 2-7.
4. RCA linear integrated circuit fundamentals, RCA Technical Series IC-40.
5. J. Lindmayer, W. Schneider: Theory of lateral transistors. Solid State Electronics, 1967. márc. p. 225-234.
6. S. T. Robertson, R. A. Hirschfeld: Designing in integrated differential amplifier. Motorola Application Note AN 164.

7. *R. J. Widlar*: Some circuit design techniques for linear integrated circuits. IEEE Trans. on Circuit Theory 1965. dec. p. 586–590.
8. *R. J. Widlar*: A unique circuit design for a high performance operational amplifier. Fairchild Application Report AR 141.
9. The applications of linear microcircuits. Fairchild-kiadvány.
10. *D. Bingham*: Novel multipurpose LIC's introduce new concepts into circuit design. IEEE Trans. on Broadcast and TV, 1967. jul. p. 108–115.
11. *L. H. Hooke et al*: Monolithic circuits for radio receivers. IEEE Trans. on Broadcast and TV, 1967. jul. p. 64–71.
12. *D. Bingham, J. T. Hanna*: A low cost AM-FM radio employing an integrated circuit. IEEE Trans. on Br. and TV, 1967. jul. p. 92–99.
13. *M. J. Hellstrom, R. Feltman*: The design of a one watt audio amplifier. IEEE Tr. on Br. and TV, 1967. jul. p. 100–107.
14. *H. R. Camenzind*: Modulated pulse audio power amplifiers for integrated circuits. IEEE Tr. on Audio. 1966. sept. p. 136–140.

VASZILY GYÖRGY



A magyar műszaki társadalom ismét egy tevékeny tagjától búcsúzott, amikor *Vaszily György*, az Egyesült Izzólámpa és Vill. Rt. volt műszaki igazgatója 1968. július 13-án elhalálozott.

Mint kétkezi dolgozók gyermeke, 1906. ápr. 13-án született. Elektroműszerész-tanuló volt, 1926-ban kezdő szerkesztő a Knut Károly Épületgépészeti Gyárban, amelytől saját elhatározásából megvált és az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt-hez lépett be, amelytől élete végéig nem vált el.

Az Egyesült Izzóba történő belépésekor üzemtechnikusi beosztást kapott az Izzólámpa-gyártásban, ahol rövid idő után felfigyeltek élénk észjárására és rendkívüli szorgalmára. Ezért 1932-ben a Speciál-lámpagyártás egyik alosztályának vezetésével bízták meg és ettől kezdve végig különböző helyeken bár, de csak vezető beosztásba helyezik, sőt olyan feladatok megoldását bízzák rá, amely különleges képességeket és szakmai ismereteket igényel. Így 1934-ben már a Rádiócsőgyártás összeépítő osztályának a vezetője lett. Közben 1938-ban a Párizs melletti TUNGSRAM fiókvállalat üzembe helyezésével és 1939-ben a TUNGSRAM varsói leányvállalatának műszaki problémái megoldásával, a fióküzem rendb hozásával bízták meg.

Már közvetlenül a felszabadulás előtt — 1944-ben — ismét a Rádiócsőgyártásban van, mint üzemvezető, amely beosztásban 1948-ig fejti ki tevékenységét

és nagy érdemeket szerez a felszabadulás utáni rádiócsőgyártás azonnali beindulásában. Rátermettségének és tehetségének teljes kibontakozása tulajdonképpen akkor kezdődik, amikor először gyáregységvezetői beosztást kap, majd 1953-ban az Egyesült Izzó vezető főmérnökévé nevezik ki.

Erre az időszakra esik a nagyarányú vállalatfejlesztés tervének megvalósítása, melynek keretében az Egyesült Izzó törzsgyárától helyileg különálló Vákuumtechnikai Gépgyár létesül és ennek megszerzése, a Váci Képcső- és Alkatrészgyár létrehozása, a Gyöngyösi Félvezető- és Gépgyár kialakítása, valamint a Nagykanizsai Fényforrásgyár létesítésének beindítása mind az Ő munkásságához kapcsolódnak.

Vezetői beosztása sohasem tudta elszakítani a konkrét műszaki feladatok megoldásában való részvételtől és úgy a termelési, mint a fejlesztési problémákban is egészen apró részletekbe menő javaslatokat, megoldásokat dolgozott ki, illetve azokhoz nemcsak utasítást adott, hanem a megvalósításban való közreműködésével az eredmények biztosítását is segítette. Ezen tevékenységét fémjelzi, hogy pályafutása alatt sok találmány kidolgozásában részt vett és ebből több szabadalmi bejelentésre került. Ezek nagy része már arra az időszakra esik, amikor magas beosztásában energiáját és tevékenységét a vezetés problémái foglalták le.

Időközben — 1962-ben, miután az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. nagyipari vállalattá fejlődött — a vállalat műszaki igazgatójává és egyben vezérigazgató helyettesévé nevezték ki.

1954-ben a Gépipar Kiváló Dolgozója és ugyanabban az évben a Szocialista Érdemérem tulajdonosa lett. Majd 1959-ben a Munka Érdemérem és 1967-ben a Munka Érdemrend Arany fokozat kitüntetésével ismerték el munkásságát.

Törhetetlen akaratereje, munkaszeretete útján vívta ki munkatársai elismerését, még nyugdíjaztása után is, mint a vállalat műszaki szaktanácsadója sem kímélte energiáját és teljes tudását, szerzett tapasztalatait továbbra is a vállalat problémáinak megoldásánál hasznosította.

MIS tranzisztorok alkalmazása integrált áramkörökben

ETO 621.3.049.75-111:621.315.592.4:621.382.334.

A MIS (Metal-Insulator-Semiconductor) tranzisztorok alapötlete már az 1920-as évek végén felmerült [1], azonban a félvezetőeszközök technológiája csak az 1960-as évek elejére érte el azt a fejlettséget, amely gyakorlati megvalósításukhoz szükséges volt [2]. Aránylag egyszerű technológiájuk, kis méreteik és sokoldalú alkalmazhatóságuk következtében egyre jelentősebb szerepet játszanak integrált áramkörökben is. Jelen közleményben azokat az áramköri megoldásokat tárgyaljuk, amelyek digitális célra szolgáló integrált áramkörökben alkalmazhatók.

A MIS tranzisztorok működése

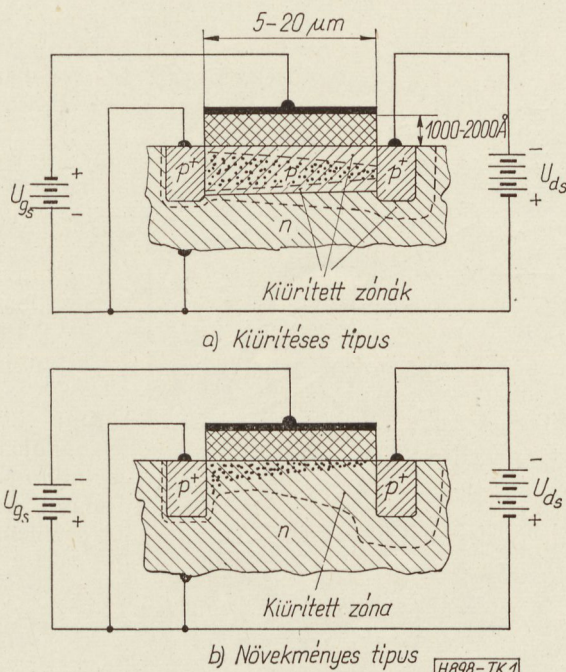
A MIS tranzisztorok felépítése az 1. ábrán látható. A szilícium egykristályban diffúziós eljárással hozták létre az erősen szennyezett *emittert* (source) és *kollektort* (drain), amelyek egymástól 10–20 μm távolságban helyezkednek el. Az emitter és kollektor közötti félvezető felületen 1000–2000 \AA vastagságú szilíciumoxidréteget növesztenek, vagy szilíciumnitridet hoznak létre (MOS és MNS tranzisztorok). A szigetelőrétegre fémréteget (Au, CrNi stb.) visznek fel, ez a *vezérlőelektróda* (gate). Működésük kétféle lehet:

a) A *kiürítéssel* típusú (depletion-type) MIS tranzisztor közepes fajlagos ellenállású félvezető anyagból készül, az emitter és kollektor szennyezettsége az alapanyagával egyező típusú.

Működéséhez vékony, közepes szennyezettségű rész szükséges. Működése egyébként hasonló a záróréteges térvezérléses tranzisztoréhoz: a fém vezérlőelektróda és a félvezető közötti feszültség hatására a félvezetőben kiürített réteg keletkezik, amely az emitter és kollektor közötti áramvezető csatorna hatásos keresztmetszetét lecsökkenti. Ha a fém vezérlőelektróda és a félvezető felülete közötti feszültségkülönbség meghaladja a szennyezettségtől és a csatornavastagságtól függő V_0 *elzáródási feszültséget* (pinch-off voltage), a kiürített réteg elfoglalja a teljes áramvezető csatorna keresztmetszetét. Ha a vezérlőelektródára V_0 -t meghaladó feszültséget kapcsolunk, az emittornél bekövetkezik az elzáródás, és a tranzisztoron áram nem folyik. V_0 -nál kisebb vezérlőelektróda-feszültségek esetén az emitter környezetében nincs elzáródás, a kollektor környezetében azonban $U_{ds} \geq U_{gs} - V_0$ kollektorfeszültség esetén létrejön az elzáródás. Ekkor az áramvezető csatorna többségi töltéshordozói a kiürített szakaszon tértöltéskorlátozott áramot hoznak létre. Így egy igen rövid szakasz veszi fel az elzáródási pont és a kollektor feszültsége közötti különbséget. Ezen a szakaszon a kollektoráram a kollektorfeszültségtől függetlennek tekinthető. A kiürítéses típusú MIS tranzisztor karakterisztikáját és működését a 2. ábra szemlélteti. Figyeljük meg, hogy az áram megszüntetéséhez *ellentétes polaritású* vezérlőelektróda-feszültség és kollektorfeszültség szükséges.

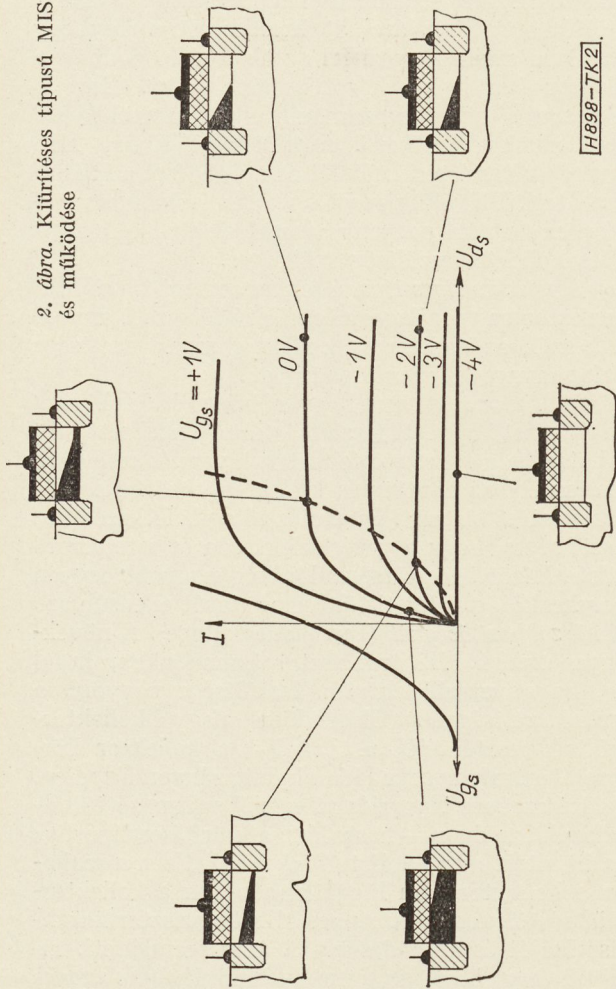
b) A *növekményes típusú* (enhancement-type) MIS tranzisztor nagy fajlagos ellenállású félvezető anyagból készül, az emitter és kollektor szennyezettsége az alapanyagával ellentétes típusú.

Működése azon alapul, hogy a fém vezérlőelektróda és a félvezető közötti feszültség által előidézett erőtér hatására a félvezető felületén inverziós réteg jön létre, amely az emitter és kollektor között jelentős áramvezetést biztosít. Inverziós réteg keletkezéséhez az szükséges, hogy a vezérlőelektróda és a félvezető felülete közötti feszültségkülönbség nagyobb legyen a helyhez kötött felületi töltések hatását ellensúlyozó V_T *küszöbfeszültségnél* (threshold voltage). A növekményes típusú MIS tranzisztor árama akkor indul meg, ha a vezérlőelektróda feszültsége nagyobb a küszöbfeszültségnél. Elegendően nagy kollektorfeszültség esetén ($U_{ds} \geq U_{gs} + V_T$) a kollektor környezetében már nem tud kialakulni az inverziós réteg, az előző szakasz inverziós rétegéből származó töltéshordozók azonban — hasonlóan a kiürítéses típushoz — a kiürített rétegen át tudnak jutni. Ezen a szakaszon a kollektoráram függetlennek válik a kollektorfeszültségtől. A növekményes MIS tranzisztor karakterisztikáját és működését a 3. ábra szemlélteti. Figyeljük meg, hogy az áram megindulásához *azonos*

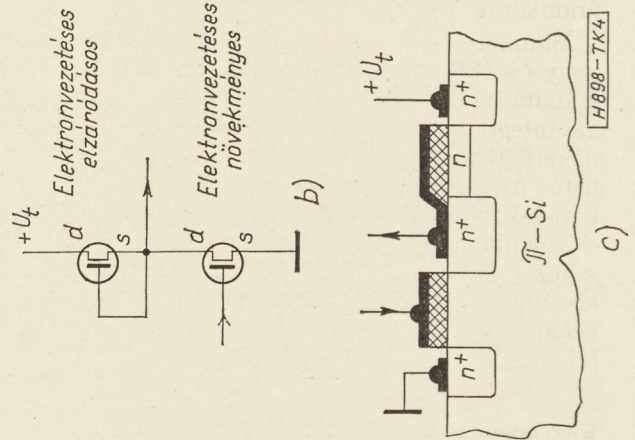
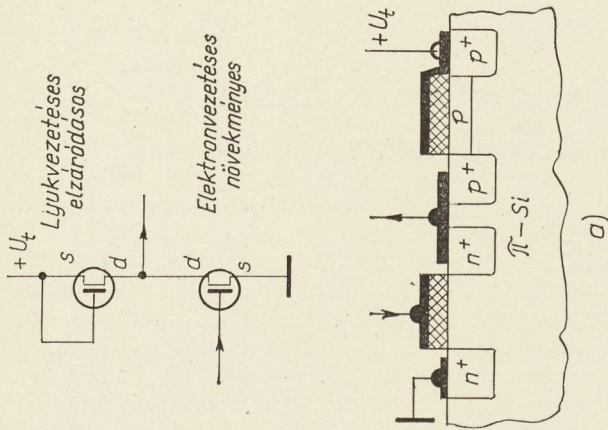
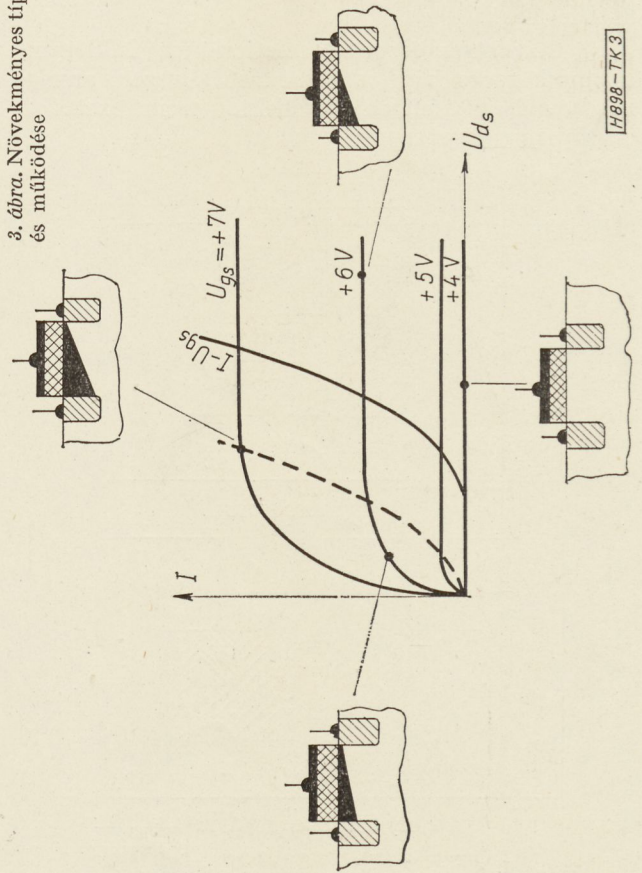


1. ábra. MIS tranzisztorok felépítése

2. ábra. Kihűtési típusú MIS tranzisztor karakterisztikája és működése



3. ábra. Növekményes típusú MIS tranzisztor karakterisztikája és működése



4. ábra. MIS tranzisztoros inverter és integrált áramkör felépítése. A konstans áramú terhelő MIS tranzisztor a kapcsolót tranzisztorral: a) azonos csatornaszennyezettségű, b) ellenes csatornaszennyezettségű

polaritású vezérlőelektróda- és kollektorfeszültség szükséges. Ez lehetőséget nyújt közvetlen csatolású áramkörök készítésére.

Mindkét típus bemeneti ellenállása rendkívül nagy ($> 10^{12}$ Ohm), bemenete kapacitásként vehető számításba. A C_{gs} bemeneti kapacitás néhány pF, az integrált áramkörökben alkalmazott igen kis méretű MIS tranzisztorok esetén 0,1 pF-ig csökkenthető. Az elzáródási, ill. küszöbfeszültségek 3–5 V körüliek. Az átkapcsolási jelenségek a töltéskonceptió alapján vizsgálhatók [3], az eszköz átkapcsolásához $C_{gs} V_T$ vagy $C_{gs} V_0$ töltésmennyiség be-, ill. kiszállítása szükséges (1 ... 10 pCb). Általában a bekapcsolás lefolyása lassú, a kikapcsolásé gyors [4].

Közvetlen csatolású logikai áramkörök

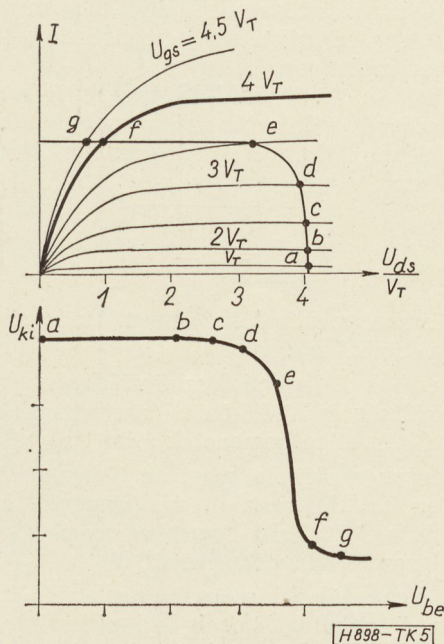
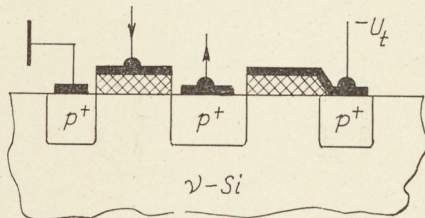
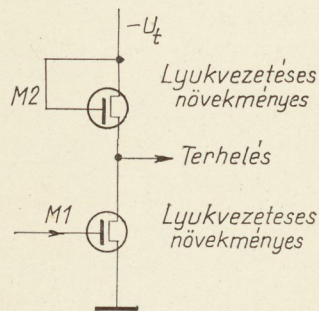
Az integrált áramkörökben alkalmazott MIS tranzisztoros logikai áramkörök rendszerint közvetlen csatolásúak. A kapcsolótranzisztor növekményes típusú. Munkaellenállásként is MIS tranzisztort alkalmaznak, amely konstansáramú kapcsolásban működik, és a kapcsolótranzisztoréval egyező vagy ellentétes csatornaszennyezettségű, elzáródásos típusú. A szokásos rendszer alapeleme az inverter (4. ábra).

A MIS tranzisztoros inverter kapcsolókarakterisztikáját — a bemenetre kapcsolt feszültség függvényében a kimeneti feszültséget — az 5. ábrán tüntettük fel. Látható, hogy ez az ideális görbét jól megközelíti. Integrált körökben — bár kapcsolókarakterisztikájuk az előző típusénál kedvezőtlenebb — technológiai okokból gyakran a 6. ábrán látható invertert alkalmazják, amelyben két azonos csatornájú, növekményes típusú MIS tranzisztor helyezkedik el [5]. M_2 rendszerint kisebb felületű, így azo-

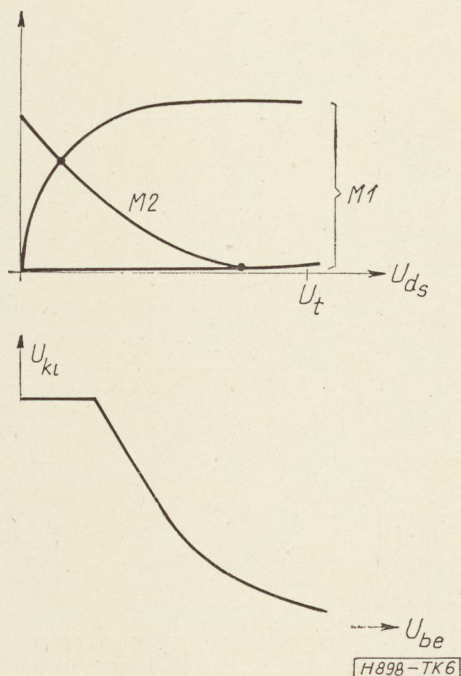
nos feszültségű munkapontban M_2 árama M_1 áramának k -szoros, $k < 1$. Mindaddig, amíg M_1 vezérlőelektróda feszültsége kisebb a küszöbfeszültségnél, M_1 lezárt állapotban van és szakadást képvisel, M_2 pedig a terheléstől függő áramot enged át.

A MIS inverterből könnyen kialakíthatók a logikai áramkörök főbb építőelemei (7. ábra).

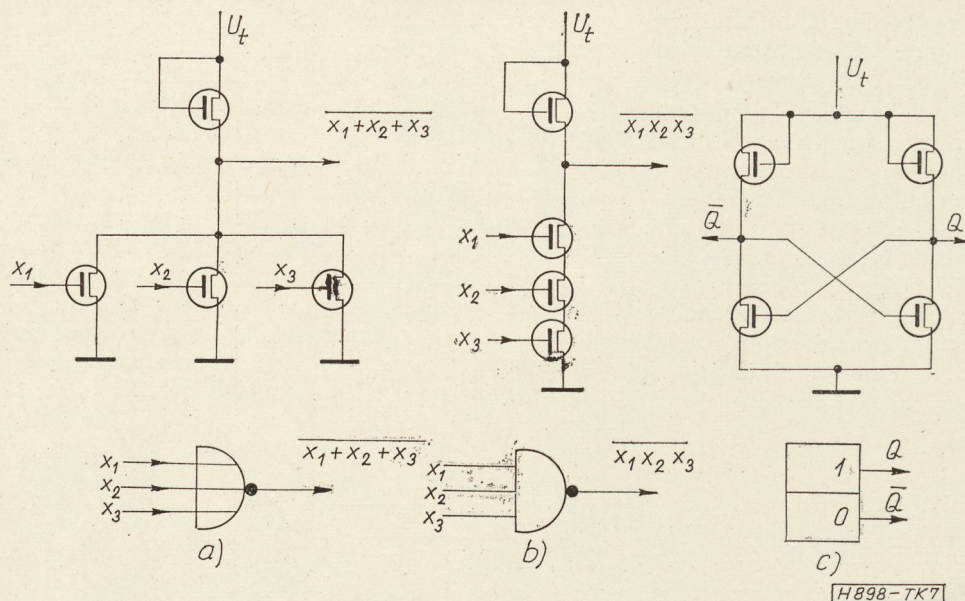
a) Az invertált VAGY (NOR) kapuáramkörben több párhuzamosan kapcsolt MIS kapcsolótranzisztor helyezkedik el közös terheléssel. Bármelyik MIS tranzisztor vezérlőelektródájára adott nyitójel — logikai 1 szint — a kimeneti feszültség nagymértékű lecsökkenéséhez vezet, vagyis a kimeneten logikai 0 szint jelenik meg. Általában a kapcsoló funkciót



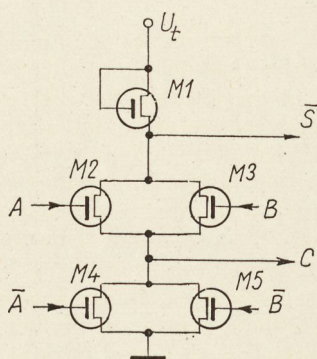
5. ábra. MIS tranzisztoros inverter kapcsolókarakterisztikájának szerkesztése



6. ábra. Két azonos csatornaszennyezettségű növekményes tranzisztorból készített inverter kapcsolása, integrált áramköri felépítése és karakterisztikái

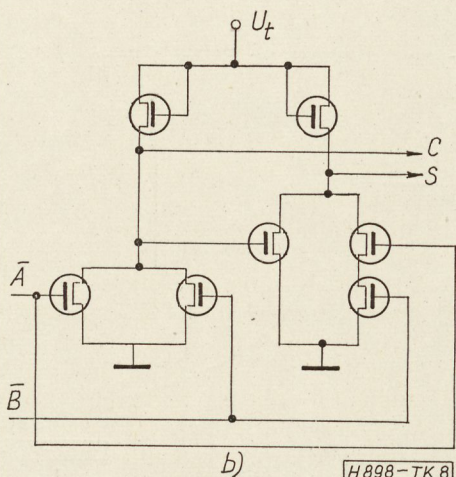


7. ábra. Közvetlen csatolású MIS tranzisztoros digitális alapáramkörök kapcsolása és szimbolikus jelölése; a) invertált VAGY kapuáramkör, b) invertált ÉS kapuáramkör, c) bistabil alapáramkör



A	B	C	S̄
0	0	0	1
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	1	1

a)



b) H898-TK8

8. ábra. Közvetlen csatolású MIS tranzisztoros bináris félösszeadó kapcsolások

végző tranzisztorok csatorna-konduktanciája a terhelő MIS tranzisztor csatorna-konduktanciájának 10–20-szorosa.

b) Az *invertált ÉS (NAND) kapuáramkör* több soros kapcsolásban elhelyezkedő MIS kapcsolótranzisztort tartalmaz közös munkaellenállással. A kimeneten mindaddig logikai 1 szintet kapunk, amíg valamennyi kapcsolótranzisztor vezérlőelektródájára nyitófeszültséget — logikai 1 szintet — nem adtunk.

c) Az alapáramkörkészlet *bistabil eleme* két inverter keresztcsatolásából származtatható.

Az előzőekben említett alapáramköröknél bonyolultabb kapuáramkörök is készíthetők. Általában az

$$x = \overline{y_1 y_2} + v_1 v_2 + z_1 z_2 + \dots$$

logikai függvényt megvalósító (ÉS-invertált VAGY kapcsolat) áramkörök realizálhatók. Ebben az áramköri rendszerben n számú bemenethez $n+1$ MIS tranzisztor szükséges.

Példaként a 8. ábrán MIS tranzisztoros *bináris félösszeadó* két változatának kapcsolását tüntettük fel. A 8a ábrán látható 5 MIS tranzisztort tartalmazó áramkör az

$$\overline{S} = \overline{(A + B) \cdot C}$$

$$C = \overline{\overline{A + B}}$$

logikai összefüggést valósítja meg. Az áramkör működése a következő:

a) Ha A és B logikai 0 szintet jelentenek, akkor a tápfeszültség és föld közötti zárt áramkör kialakulását a közvetlen bemenetek által lezárt M_2 és M_3 tranzisztorok szakítják meg, az \overline{S} invertált összeg kimeneten az M_1 tranzisztoron keresztül a tápfeszültségre, a C átvitel-kimenet az invertált bemenetek által vezető állapotba hozott M_4 és M_5 tranzisztorokon keresztül földre csatlakozik ($\overline{S}=1, C=0$).

b) Ha A logikai 0, B pedig logikai 1 szintet jelent, akkor az M_3 és M_4 tranzisztorokon keresztül zárt áramkör alakul ki, és a kifelületű, kisáramú M_1 tranzisztorra jut gyakorlatilag a teljes tápfeszültség.

Ebben az esetben mindkét kimenet földpotenciálra kerül ($\bar{S}=0, C=0$).

c) Ha A logikai 1, B pedig logikai 0 szintet jelent, akkor az M_2 és M_5 tranzisztorokon keresztül zárt áramkör alakul ki és a kisfelületű, kisáramú M_1 tranzisztorra jut gyakorlatilag a teljes tápfeszültség. Ebben az esetben — hasonlóan az $A=0, B=1$ esethez — mindkét kimenet földpotenciálra kerül ($\bar{S}=0, C=0$).

d) Ha A és B logikai 1 szintet jelentenek, akkor a tápfeszültség és föld közötti zárt áramkör kialakulását az invertált bemenetek által lezárt M_4 és M_5 tranzisztorok szakítják meg, az \bar{S} invertált összeg kimenet az M_1 tranzisztoron keresztül, a C átvitelkimenet pedig az M_1, M_2 és M_3 tranzisztorokon keresztül a tápfeszültségre csatlakozik ($\bar{S}=1, C=1$).

A 8b ábrán látható bináris félösszeadó az

$$S = \overline{AB} + C$$

$$C = \overline{A} + \overline{B}$$

logikai összefüggést valósítja meg. Ez az áramkör 7 MIS tranzisztort tartalmaz. Megjegyezzük, hogy félösszeadók MIS tranzisztorok másféle kombinációval is megvalósíthatók.

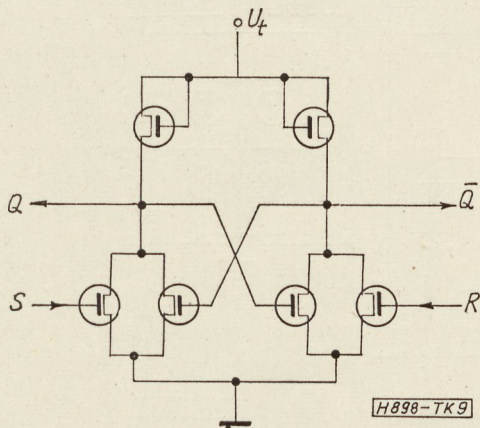
Invertált VAGY kapuáramkörökből binárisan kódolt decimális számot decimálissá kódoló áramkör készíthető [5]. A bemenetre vezetett négybites párhuzamos, 8421 súlyozású BCD kód hatására a kódnak megfelelő kimeneten jelenik meg logikai 1 szint.

MIS tranzisztorokkal lineáris precíziós kapcsolóáramkörök is készíthetők, amelyek *analog-digitál digitál-analog átalakítókhoz*, vagy analóg méréspontváltó céljaira alkalmazhatók. A General Instruments Co. mindhárom célra megfelelő, 350 aktív elemet tartalmazó áramköre 1,6 mm × 2,6 mm felületű Si kristályon épül fel [9].

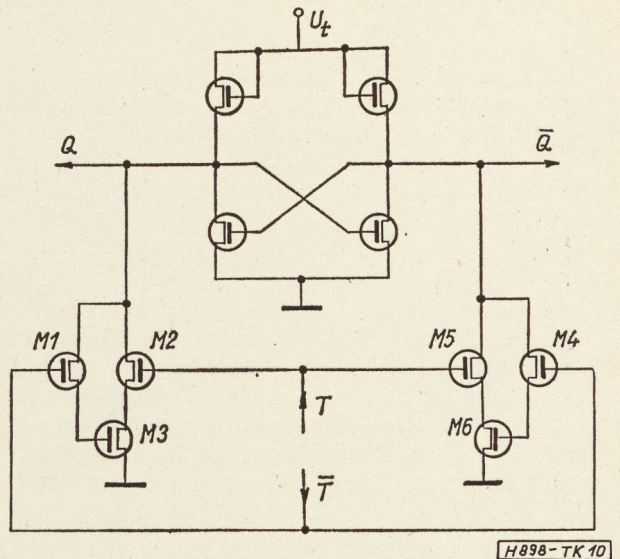
MIS billenőkörök

Tárolóelemként a 9. ábrán látható RS flip-flop alkalmazható, amely az alapáramköri készlet billenőkörének két inverter helyett két invertált VAGY kapuáramkörből felépített változata.

Az áramkör működése a következő: amennyiben pl. az S bemenetre logikai 1 szintet, vagyis nyitófe-



9. ábra. RS flip-flop kapcsolása



10. ábra. T flip-flop kapcsolása

szültséget kapcsolunk, ez semmiféle hatást nem fejt ki akkor, ha a Q kimeneten logikai 0 szint van, ekkor ugyanis az S kapcsolótranzisztorral párhuzamos MIS tranzisztor vezető állapotban van. Amennyiben az S bemenetre adott nyitó szint megjelenésekor a flip-flop helyzete olyan, hogy a Q kimeneten logikai 1 van, vagyis az S-sel párhuzamosan kapcsolt MIS tranzisztor zár, akkor a beállító jel hatására Q kimeneten a feszültség lecsökken, és ez a feszültségcsökkenés átbillenti a flip-flopot az ellentétes helyzetbe, és ebben marad az S bemenetre helyezett nyitófeszültség megszűnése után is. Az R bemenetre vezetett jel esetén a vezérlés éppen ellentétes módon játszódik le.

Az RS flip-flopot puffertárolókban alkalmazzák. Az S bemenetek rendszerint különböző pontokhoz csatlakoznak, míg a visszabillentést végző R bemenetek közös vezérlést kapnak.

A T flip-flop kapcsolást elsősorban számláló áramkörökben alkalmazzák. Ez az áramkör megváltoztatja állapotát valahányszor a T bemenetre triggerjel jut (10. ábra). A T flip-flop az alapáramkörkészlet kapuzó áramkörrel kiegészített, bistabil áramkör, amely nemcsak kapcsoló, hanem időszakos tároló funkciót is végez [6].

Az M_1, M_2 és M_3 , valamint M_4, M_5, M_6 tranzisztorokból álló kapuzó áramkörökben M_1 és M_2 , illetve M_4 és M_5 kapcsolóként működnek, M_3 és M_6 pedig az M_2 és M_5 tranzisztorokkal ÉS-kapuáramköröket alkot. Vezérlőelektróda-félvezetőréteg kapacitásuk az időszakos tároló funkciót ellátó kapacitásként szerepel. Amíg triggerjel nincs, T nyitófeszültséget ad M_1 és M_4 vezérlőelektródájára. Ekkor a flip-flop állapotától függően M_1 vagy M_6 vezérlőelektródája logikai 1 szintre töltődik fel. A triggerjel megjelenésekor M_1 és M_4 lezár M_2 és M_5 pedig nyit. Mivel M_3 vagy M_6 vezérlőelektródája logikai 1 szintre van feltöltve, így az az ÉS kapu fog nyitni, amelyhez a flip-flop előzőkben lezárt állapotban levő kimenete csatlakozik. A nyitott ÉS kapu éppen ezt a kimene-

tet földre kapcsolja, ennek hatására a T flip-flop átbillen.

Bonyolultabb tárolóelem a JK flip-flop, amelyet elsősorban léptetőregiszterekben alkalmaznak. A JK flip-flop állapota 00 bemenetnél változatlan marad, 11 bemenetnél invertálódik, 10 bemenet esetén a kimenet 1 állapotba, 01 bemenet esetén pedig 0 állapotba kerül. Az invertált ÉS kapuáramkörökből felépített JK flip-flop előállításához szükséges minimális MIS tranzisztorszám 30 [5].

A MIS tranzisztoros integrált körök előnyösen alkalmazhatók nem túlságosan nagy kapacitású tárolókban is. A 11. ábrán egy ilyen rendszer elvi vázlatát mutatjuk be. Ebben a megoldásban 1000 szavas, szavanként 28 bites memóriát készítettek 1 μ s elérési idővel. Az áramkör összesen 30 félvezető lemezkén helyezkedik el. A memória szószervezettségű.

Tárolóeleme az alapáramköri készlet bistabil eleme két kapuzó tranzisztorral kiegészítve. Amíg a tárolóelemhez csatlakozó szövezetek 0 szint van M_1 és M_2 lezár, és a bistabil elem izolálva van a bitvezetékektől. A tárolóelemhez tartozó szövezeték aktiválásakor a két kapuzó tranzisztor bemenetére nyitófeszültség jut és a flip-flop két kapcsa a 0 és 1 bitvezetékekre csatlakozik. Kiolvasáskor a kapuzott differenciálerősítők továbbítják a megfelelő vezetéken levő jelet a kimenetre. Beírásakor a bitvezetékek egyikét (0 vagy 1) aktiváljuk, és ezzel a flip-flopot átbillentjük. A memória tartalma kiolvasáskor nem változik meg.

A közvetlen csatolású MIS tranzisztoros logikai rendszer legnagyobb előnye integrált áramkörökben az, hogy csak egyetlen áramköri elem típus — növekményes MIS tranzisztor — szükséges tetszőleges bonyolultságú áramkörök felépítéséhez. A korszerű

nagyhálós integrált körökben egyetlen félvezető lemezen több száz, esetleg több ezer MIS tranzisztorból álló nagybonyolultságú digitális rendszer gazdaságosan megvalósítható. Így azonban elvész a digitális technika egyik igen lényeges előnye, hogy kevésfajta építőelemből számos különböző nagybonyolultságú rendszer valósítható meg. Ennek az ellentmondásnak a feloldására nyújt lehetőséget az az eljárás [7], amelyben egyetlen szilícium lemezen nagyobb számú egyforma cellát alakítanak ki, pl. egy 2 mm \times 2 mm méretű lemezen 20 cella található, és mindegyik cellába 16 MIS tranzisztor emitterét és kollektorát diffundáltatják be. Egy cellában az alábbi alapáramkörök alakíthatók ki (12. ábra):

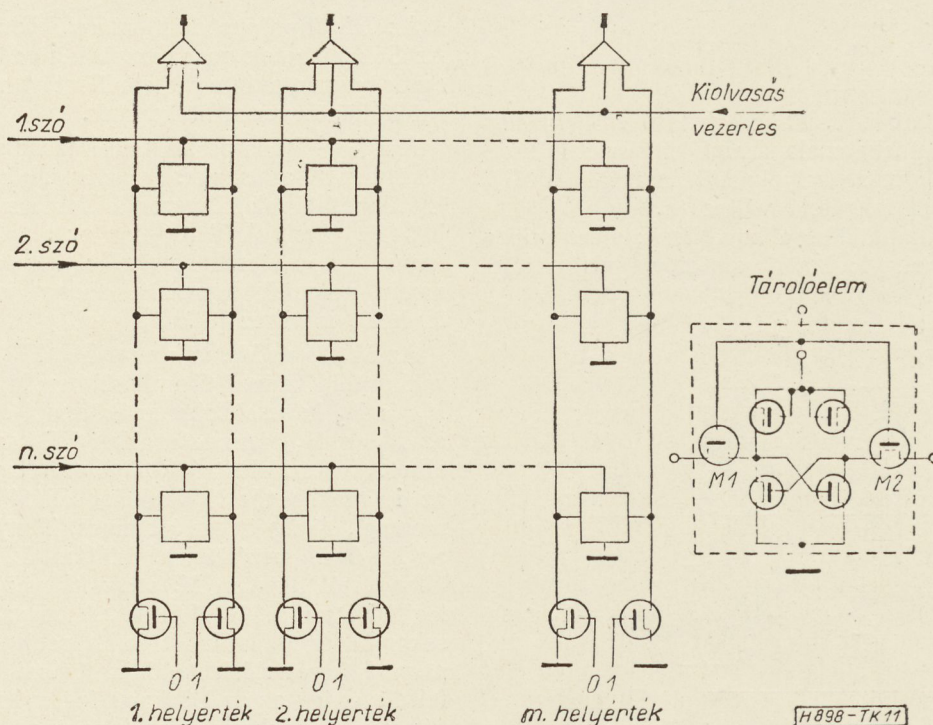
- 4 db 3 bemenetű invertált ÉS kapuáramkör,
- 4 db 3 bemenetű invertált VAGY kapuáramkör,
- 2 db kizáró VAGY kapuáramkör,
- 2 db kapuzott RS flip-flop,
- 1 db bináris teljes összeadó stb.

Ez az eljárás nagyfokú rugalmasságot biztosít a gyártás részére, ugyanis:

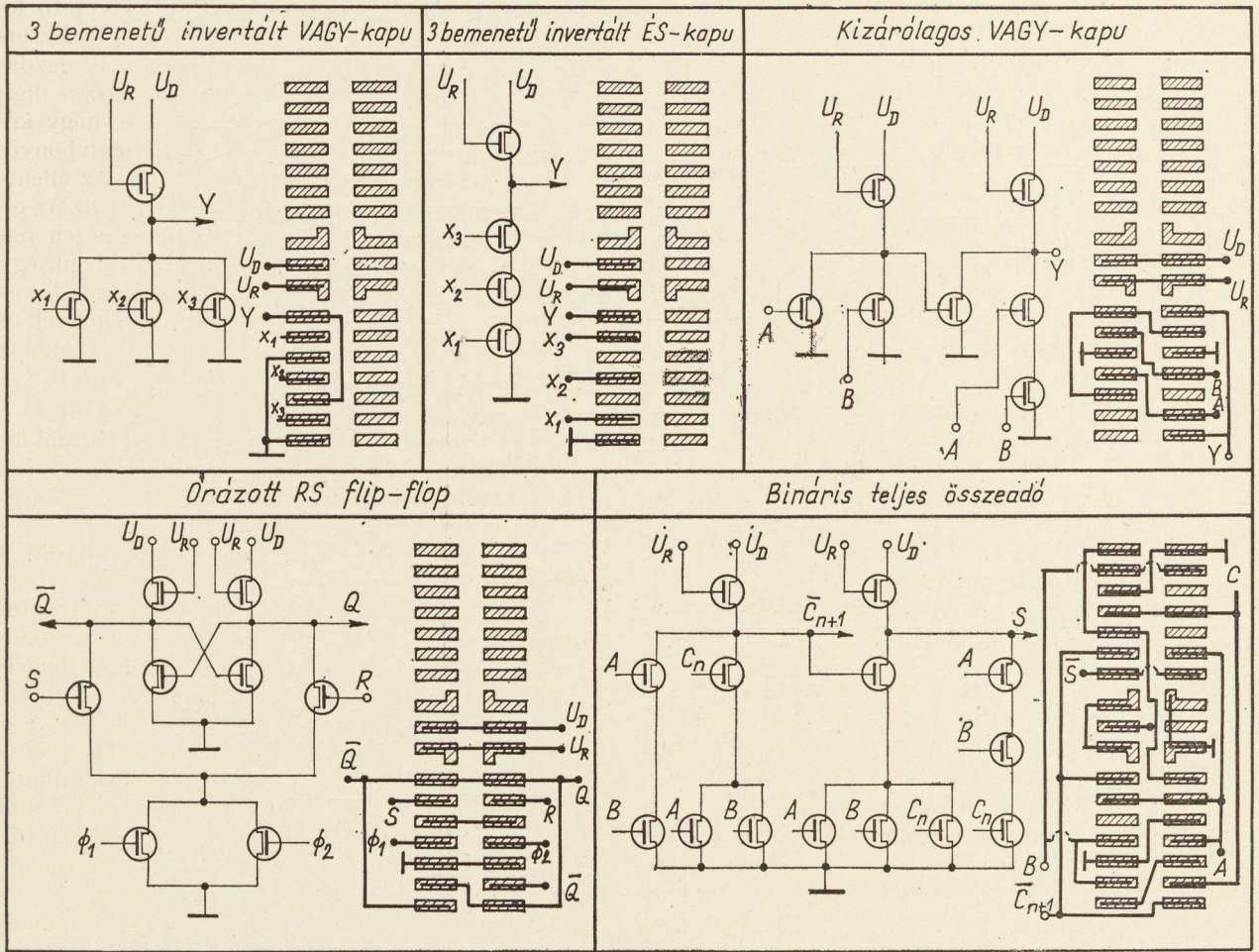
a) Az első gyártási fázis (a 320 MIS tranzisztor emitterének és kollektorának diffúziója és az oxidrétegek felvitele) az előállítandó áramkörtől függetlenül minden esetben azonos maszkokkal végezhető.

b) A második gyártási fázis (emitter- és kollektorcsatlakozások, vezérlőelektródák és cellán belüli összekötő fémrétegek felvitele) már az előállítandó áramköröktől bizonyos mértékig függő maszkokat igényel, azonban gondosan megválasztott alapáramköri készlet esetén 5–10-féle változat elegendő lehet az előforduló áramkörök legyártására.

c) A harmadik gyártási fázis (a végleges áramkör kialakítása a cellák közötti fémes összeköttetések létrehozásával) már természetesen minden áramkörtípus céljára külön maszk alkalmazását igényli.



11. ábra. Lineáris szelekciójú MIS tranzisztoros tároló elvi felépítése



H898-TK 12

12. ábra. Egy cellában fémrétegek felvitelével kialakítható áramkörök

Dinamikus flip-flopok

A MIS tranzisztoros digitális integrált áramkörök jellegzetes típusa a dinamikus flip-flop, amely kihasználja a MIS tranzisztorok vezérlőelektróda-kapacitásának tároló hatását.

A 13. ábrán látható, kétfázisú órajellel működő dinamikus flip-flop léptetőregiszterként alkalmazható [5]. Az áramkör bitenként két egyforma fokozatot tartalmaz.

Az órajel első fázisának megjelenése alatt az M_2 és M_3 MIS tranzisztorok nyitnak, ennek hatására az M_1 és M_2 MIS tranzisztorból álló inverter aktiválódik, és:

— ha M_1 vezérlőelektróda-kapacitása fel van töltve, akkor az inverter kimenetén gyakorlatilag földpotenciál jelenik meg,

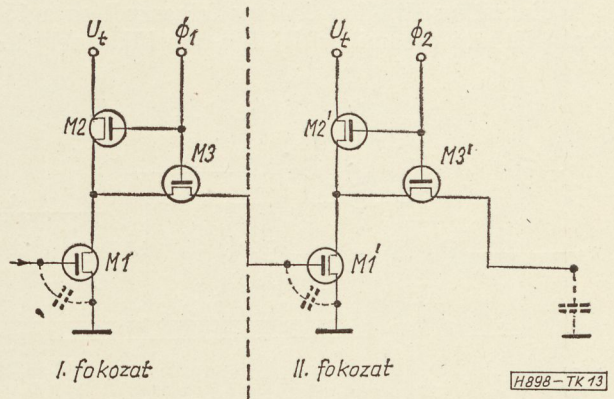
— ha viszont M_1 bemenetén a kapacitás nincs feltöltve, akkor az inverter kimenete logikai 1 szintet szolgáltat.

Az inverter kimeneti jele az M_3 tranzisztoron keresztül a következő, hasonló felépítésű fokozat bemenetére jut, bemeneti kapacitását kisüti vagy feltölti. Így az első órajelfázis alatt a bemeneten levő információ invertáltja jut a fokozat kimenetére. A második órajelfázis alatt ez átjut a másik fokozat kimenetére és közben ismét invertálódik. Tehát a

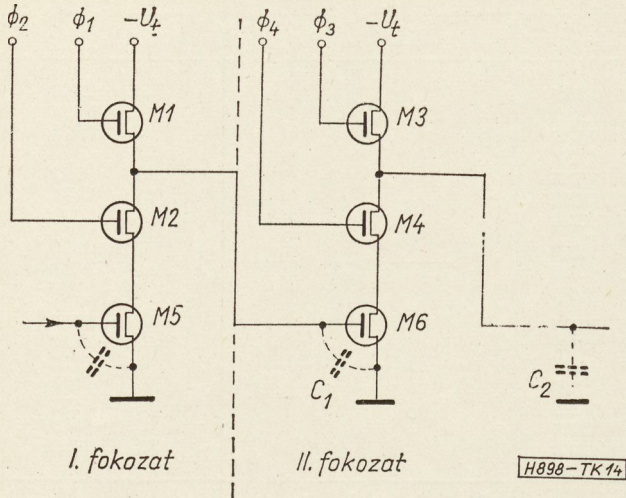
kétfázisú órajel egy teljes ciklusa alatt a bemeneten tárolt jel helyes fázisban tolódik át a kimenetre. Az áramkör 10 kHz és 1 MHz közötti órafrekvenciával működik megfelelően.

Kidolgozták a négyfázisú órajellel működő dinamikus flip-flop-ot is [8] (14. ábra). Ez a következőképpen működik:

Az első órajelfázis megjelenésekor C_1 bemeneti kapacitás negatív feszültségre töltődik fel. A második órajelfázisban M_2 nyit, és C_1 töltése változatlan ma-



13. ábra. Kétfázisú órajellel működő dinamikus flip-flop



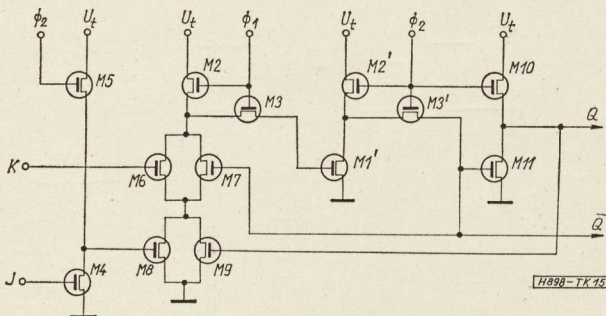
14. ábra. Négyfázisú órajellel működő dinamikus flip-flop amelynek csak a kapcsolási tranziensek alatt van tápáramfelvétele

rad, ha M_5 tranzisztor lezárt, illetve kisül, ha M_5 nyitott állapotban van. A harmadik órajelfázis nyitja az M_3 tranzisztort, és ez a C_2 kapacitást a negatív tápfeszültségre tölti fel. A negyedik órajelfázisban M_4 tranzisztor nyit, és attól függően, hogy M_6 nyitott vagy lezárt állapotban van, C_2 kisül vagy töltése változatlan marad.

Ennek az áramkörtípusnak előnye a kétfázisúval szemben az, hogy a tápfeszültségforrásból a föld felé egyenáram soha nem folyhat, energiafelvétel csak a kapacitások feltöltésének tranziensei alatt van. Mivel ezek a kapacitások rendkívül kicsik (0,2 pF), a teljesítményfelvétel is rendkívül kicsi, bitenként 100 μ W alá csökkenthető. Ez a négyfázisú rendszer kiküszöböli a disszipált teljesítmény és a kapcsolási sebesség közötti kapcsolatot, ezért kis teljesítményigénye ellenére meglehetősen gyors működésre képes (5 MHz ismétlődési frekvencia). Ez 20 picojoule $P\tau$ szorzatot jelent, amely a legkorszerűbb rétegt tranzisztoros digitális köröknél legalább fél nagyságrenddel jobb.

A bitenként 6 MIS tranzisztort tartalmazó dinamikus flip-flop integrált kivitele rendkívül kedvező, és kereskedelmi forgalomban már ez idő szerint is találhatóak egyetlen félvezető lemezen előállított 100 bites rendszerek, amelyek 600 MIS tranzisztort tartalmaznak [11].

A dinamikus flip-flop érdekes felhasználása a 15. ábrán látható dinamikus JK flip-flop [5], amely lé-



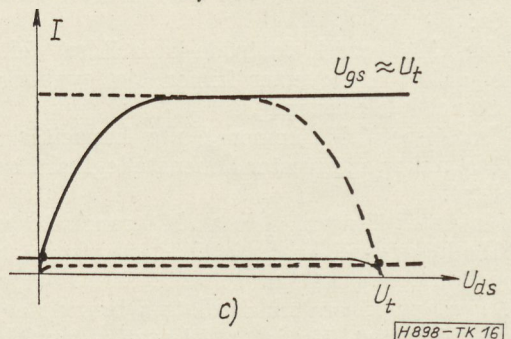
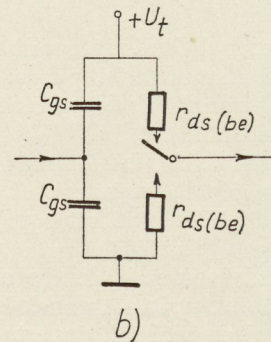
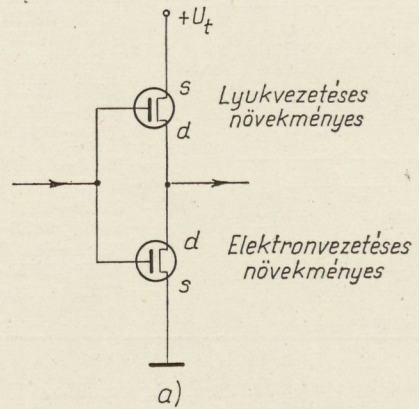
15. ábra. Dinamikus JK flip-flop

nyegesen kisebb MIS tranzisztorszámval valósítható meg, mint az invertált ÉS kapuáramkörökből felépített JK flip-flop (30 helyett 13 MIS tranzisztor). A JK flip-flopban a dinamikus flip-flop M_1 tranzisztor helyett a bemeneten az M_4 – M_9 tranzisztorok vannak, a kimeneten pedig az M_{10} – M_{11} tranzisztorokból álló inverter van.

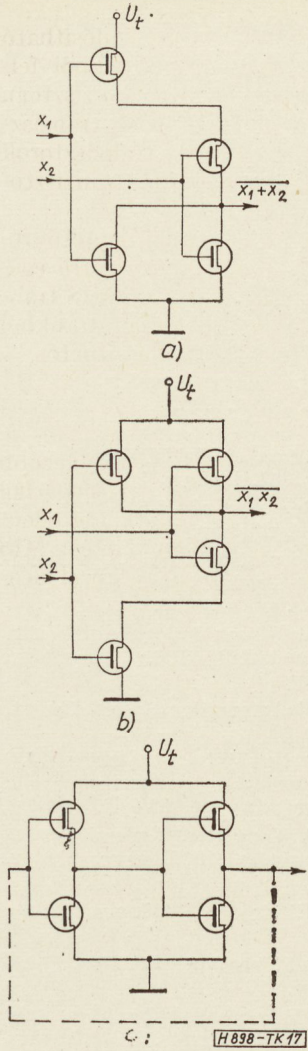
A dinamikus flip-flopokból készített léptető regiszter teljes összeadókkal *digitális integrátorra* egészíthető ki. Az összeadórendszer 230–250 MIS tranzisztort tartalmaz [10]. A digitális integrátorokból digitális differenciálanalizátor (DDA) készíthető.

Komplementer inverteres logika

A korábbiakban tárgyalt invertereknél kedvezőbb tulajdonságú a komplementer MIS tranzisztorpárból készített *komplementer inverter* [12], amely két ellentétes csatornaszennyezettségű növekményes MIS tranzisztorból áll (16. ábra). Ez az áramkör közel ideális kapcsolóműködést biztosít.



16. ábra. Komplementer MIS tranzisztoros inverter: a) elvi kapcsolás, b) helyettesítő kapcsolás, c) karakterisztika

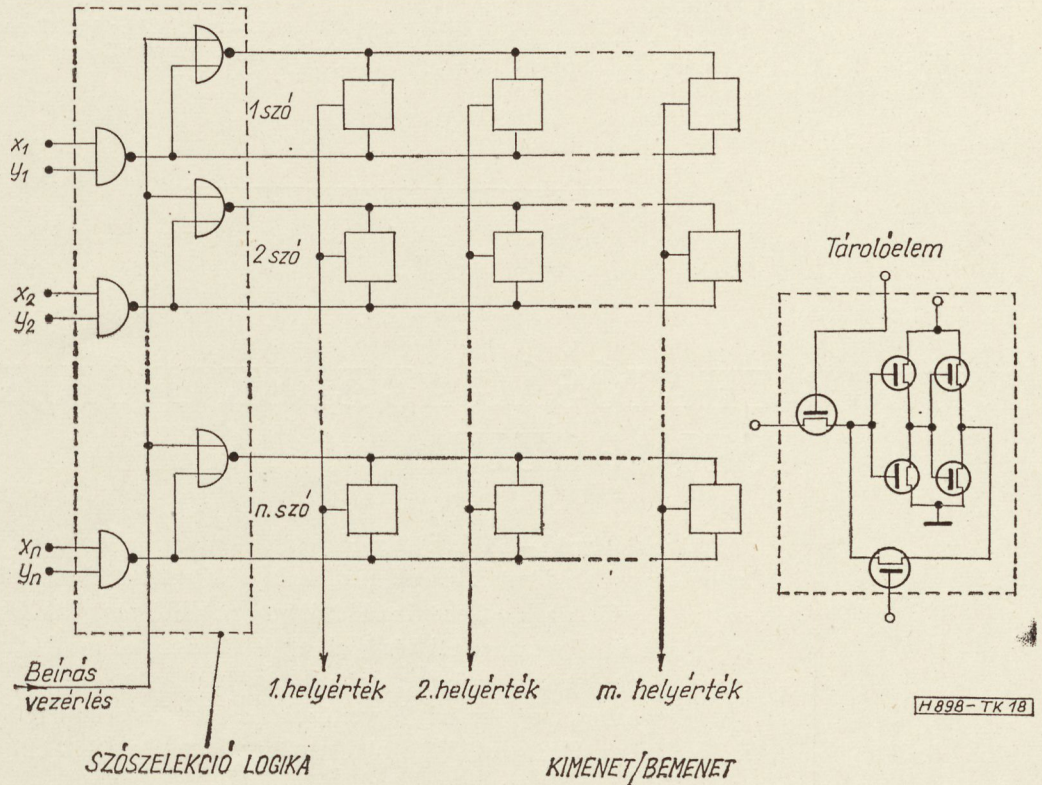


17. ábra. Komplementer MIS tranzisztoros digitális alapáramkörök kapcsolása; a) invertált VAGY kapuáramkör, b) invertált ÉS kapuáramkör, c) bistabil alapáramkör

A bemeneti vezetékre adott nagyfeszültségű szint hatására a felső MIS tranzisztor lezár, az alsó pedig jól vezető állapotba kerül, tehát a kimenet gyakorlatilag földpotenciálra lesz.

A bemeneti vezetékre 0 feszültséget kapcsolva, a felső MIS tranzisztor nyit és az alsó zár le, ennek következtében a kimenet a tápfeszültségpontra csatlakozik.

Vizsgáljuk meg az átkapcsolás lefolyását. Induljunk ki abból a kezdeti állapotból, amikor a bemeneten logikai 1 szint (nagy pozitív feszültség) van. Ekkor az M_1 tranzisztor — amelynek vezérlőelektróda-feszültsége éppen a bemeneti feszültség — áramot jól vezető állapotban van, és a kimenet kis ellenálláson keresztül a földre csatlakozik. A bemeneti feszültség csökkentésekor az M_1 tranzisztor által képviselt ellenállás növekedni kezd, és amikor a bemeneti feszültség $U_T - V_T$ alá csökken, az M_2 MIS tranzisztor — amelynek vezérlőelektróda-feszültsége negatív-kinyit, és a kimenet egyre kisebb ellenálláson keresztül a tápfeszültséghez csatlakozik. Ekkor a kimeneti feszültség növekedni kezd. Amikor a feszültség V_T alá csökken, M_1 lezár, a kimenet pedig a kis ellenállást képviselő M_2 MIS tranzisztoron keresztül a pozitív tápfeszültséghez csatlakozik. Ha a tápfeszültség kisebb, mint a két MIS tranzisztor küszöbfeszültségének összege, akkor M_1 és M_2 az átkapcsolás alatt sem lehet egyidejűleg vezető állapotban. Mivel a komplementer inverter bemenete kapacitás jellegű, a tápfeszültségforrás és föld között zárt egyenáramú út nem alakulhat ki. Ezért energiafelvétel csak az inverter bemenetére adott logikai 0 szintnél, az átkapcsolási tranziens tartama alatt van, amikor az M_2 MIS tranzisztoron keresztül a következő fokozat bemeneti kapacitása feltöltődik.



18. ábra. Koincidens szelekciójú komplementer MIS tranzisztoros tároló

A komplementer inverteres logikai rendszer kapuáramköreihez (17. ábra) n számú bemenet esetén $2n$ MIS tranzisztor szükséges. A komplementer MIS tranzisztoros logika bistabil eleme — hasonlóan az előző rendszeréhez két keresztcsatolású inverterből áll.

A 18. ábrán egy rendkívül kis tápenergiaigényű, komplementer MIS tranzisztoros áramkörökkel készült *koincidens szelekciójú szószervezettségű tárolót* tüntettünk fel [13]. A tárolóhoz szavanként egy szószelekció logika tartozik, amely egy invertált ÉS kapuáramkört, valamint egy invertált VAGY kapuáramkört tartalmaz. Az invertált VAGY kapuáramkör a szó kiválasztására szolgál. Az invertált ÉS kapuáramkör egyik bemenete a szelektált szóvezetékre, másik bemenete a beírást vezérlő vezetékre csatlakozik. A bitenkénti tárolóelem bistabil áramkör, kiegészítve két kapuzó tranzisztorral, amelyek közül az egyiket a szóvonal vezérli, ez a MIS tranzisztor a tárolóelem bemenetét csatlakoztatja a kimenet/bemeneti vonalhoz, a másik kapuzó MIS tranzisztor zárja a billenőkört, ennek vezérlése a beírás-vezérlésről történik.

A szó kiválasztása az x és y vezetékeken levő logikai szint 0-ra csökkentésével végezhető. Ha a szelektált szóhoz tartozó invertált ÉS kapuáramkör második bemenete a beíró vezetéken megjelenő logikai 0 szint következtében szintén 0 szintre kerül, kimenetén — amely egyúttal a szóvonal is — logikai 1 szint jelenik meg. Ez a jel egyrészt aktiválja a beírást vezérlő áramkör egyik bemenetét, másrészt a tároló elem kimenetét rákapcsolja a megfelelő helyértékű bitvonalra. Ha ekkor a beírás-vezérlésre logikai 1 szintet adunk, a beíró vezeték a beírást vezérlő kapcsolótranzisztor lezárja, és így a tároló elem bemenete a kimenet/bemenetre kapcsolódik, és azzal azonos állapotba billen.

Kiolvasáskor a beírás-vezérlés logikai 0 szinten van, tehát a tárolóelem beírást kapuzó MIS tranzisz-

tora vezet, a flip-flop zárt hurkot képez és stabil állapotban van. A beírás-vezérlés úgy történik, hogy a beíróvonal feszültségét logikai 0 szintre kapcsoljuk, azaz a puffertároló zárt áramkörét megszakítjuk. Ekkor a kimenet/bemenet a tárolóelem által meghatározott feszültségszintre jut.

IRODALOM

1. *Lilienfeld, J. E.*: US Patent No. 1. 900. 018, 1928. márc. 28.
2. *O. Heil*: British Patent No. 439. 457, 1935. márc. 4.
3. *Ihantola, H. K. J.*: Design Theory of a Surface Field Effect Transistor. Techn. Rept. No. 1661. Stanford Electronics Labs, 1961. aug. 17.
4. *Tarnay K.*: Charge Equations of Field Effect Transistors. Electronics Letters, 1967. jan. pp. 38–39.
5. *Tarnay K.*: Transient Response of MIS Transistors. Electronics Letters, 1967. április. pp. 155–156.
6. *Lohman, R. D.*: Applications of MIS FET'S in Microelectronics. Semiconductor Products and Solid State Technology, 1966. március, pp. 23–29.
7. *Bogert, H. Z.*: Metal Oxide Silicon Integrated Circuits. Semiconductor Products and Solid State Technology, 1966. márc. pp. 30–35.
8. *Weber, S. et. al.*: Large Scale Integration, Special Report. Electronics, 1967. február 20. pp. 123–182.
9. *Seely, J. L.*: Advances in the State-of-the-Art of MIS Device Technology. Semiconductor Products and Solid State Technology, 1967. március, pp. 59–62.
10. — MEM 5014 A/D—D/A Converter. General Instruments Co. hirdetés, Electronics, 1967. márc. 20. pp. 64–65.
11. — Integrator on a Chip. Electronics, 1966. aug. 22. pp. 38–40.
12. — MIS shift register costs 52 cent per function. Electronics, 1966. február 21. pp. 180–181.
13. *Burns, J. R.*: Switching Response of Complementary Symmetry MIS Transistor Logic Circuits. RCA Review, 1964. dec. pp. 627–661.
14. *Wood, J.—Ball, R. G.*: MIS Transistors in Digital Logic and Storage. The Radio and Electronics Engineer, 1966. július, pp. 33–45.

II. MEGBÍZHATÓSÁG AZ ELEKTRÓNIKÁBAN SZIMPOZIUM

1968. október 15–18. között a Híradástechnikai Tudományos Egyesület a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya támogatásával szimpoziумot rendez. Az előadások a Technika Házában az alábbi tárgykörökben lesznek: a megbízhatóság általános elméleti kérdései, aktív alkatrészek megbízhatósága, áramkörök, berendezések és rendszerek megbízhatósága.

A szimpoziум ügyében felvilágosítást ad a Híradástechnikai Tudományos Egyesület Titkársága, Budapest, V., Szabadság tér 17., telefon: 113-027

Integrált logikai áramkörök

ETO 621.382.334:681.325.65

Az utolsó két évtized elektronikus iparára a digitális technika rohamos fejlődése jellemző. A digitális technikával bonyolult rendszereket építenek, ezek a rendszerek azonban csak néhány alapáramkört tartalmaznak. E felépítési mód az alapáramkörök tipizálására vezet, ezeket modul rendszerben, hagyományos alkatrészekből már az integrált áramkörök megjelenése előtt is gyártották.

Az integrált áramkörök megjelenésekor fontos szempont volt az áramkör egyszerű felépítése, és jó tipizálhatósága, hogy tömeggyártási módszerek alkalmazásával a jelentős beruházási és a rossz hatásfokú gyártási költségek megtérüljenek. E követelményeket csak a már kis egységekre bontott digitális alapáramkörök elégítették ki, így természetes, hogy az első áramkörök ilyen típusúak voltak.

Az elmúlt időszak technológiai fejlődése lehetővé tette, hogy ma már több tíz elemes áramköröket lehessen épp olyan gazdaságosan gyártani, mint a kezdeti 3–5 elemeseket.

A digitális integrált áramkörök áttekintéséhez szükséges ismerni a logikai áramkörök felépítését. A logikai áramkörök két nagy csoportra oszthatók: a jelszintregeneráló és a logikai funkciót megvalósító áramkörökre. A legtöbb logikai rendszerben a jelszintregeneráló-, vagyis erősítőelem fázist fordít, tehát a logikai szintet invertálja. Az 1. ábrán vezérelt kapcsolóelemmel megvalósítható egyszerű inverter kapcsolási vázlat látható. Hátránya az így felépített áramkörnek az, hogy nyitott kapcsoló esetén a kimeneti ellenállás az R munkaellenállással azonos, ami a rendszer működését lassítja.

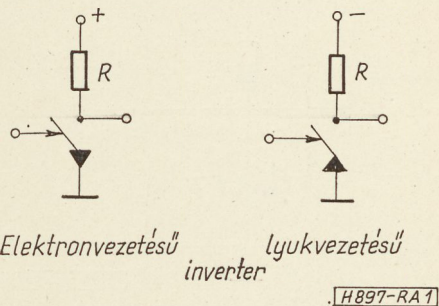
Lényegesen kisebb kimeneti ellenállása van a 2. ábrán látható ellenütemű inverter áramkörnek. Ilyen áramkörrel nagy terhelhetőségű és gyors rendszer készíthető. A kis kimeneti ellenállás következtében a kapacitív terhelések kevésbé lassítják a működést.

Logikai funkciót megvalósító áramkör felépíthető vezérelt kapcsolókból, illetve csak logikai funkciót ellátó áramkörből. Vezérelt kapcsolós logikai áramkörök láthatók a 3. ábrán. Mivel a vezérelt kapcsolók a jelszintet invertálják, a megvalósított logikai funkció **ÉS NEM**, illetve **VAGY NEM**.

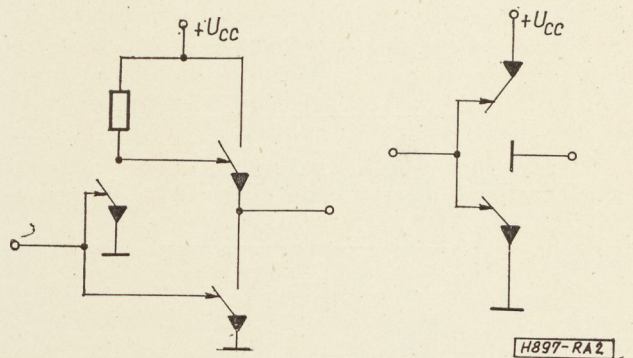
Diódás logikai áramkörök kapcsolása látható a 4. ábrán. A diódákon feszültség esik, így a jelszint nagysága csökken, vagyis jelvesztés következik be, ezért a diódás kapuáramköröket inverterrel építik egybe.

A digitális áramköröket az inverter, illetve annak csatolási módja, valamint a logikai funkció megvalósítása szerint lehet csoportosítani. Történelmileg a legelső integrált kivitelű rendszer a Közvetlen Csatolású Tranzisztor Logika (DCTL) volt. Kapcsolási vázlat az 5. ábrán látható, a logikai funkciót pár-

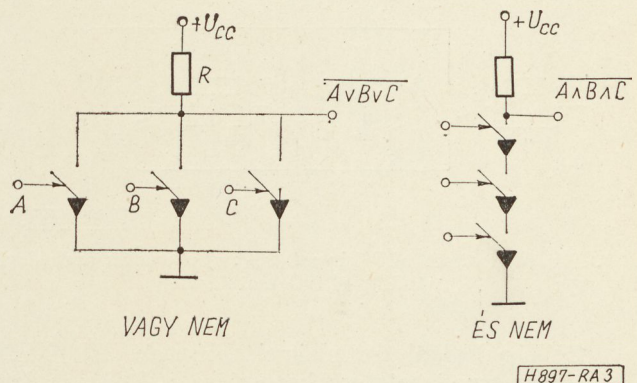
huzamos kapcsolóelemek biztosítják, így az alapáramkör **VAGY NEM** típusú. Ezen egyszerű felépítésű áramkör előnye a könnyű gyárthatóság, hátránya a nagy zavarérzékenység és a közepes működési sebesség. A 6. ábrán az áramkör két módosított változata látható, amelyekben a tranzisztorok bemeneti karakterisztikájának szórását a bázissal sorba kapcsolt ellenállással kompenzálják.



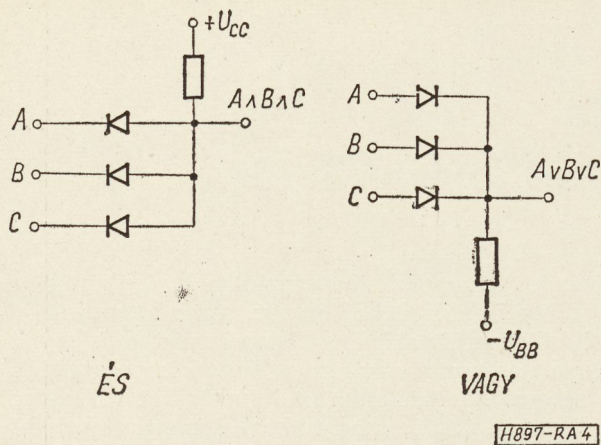
1. ábra. Inverter áramkör vezérelt kapcsolóval



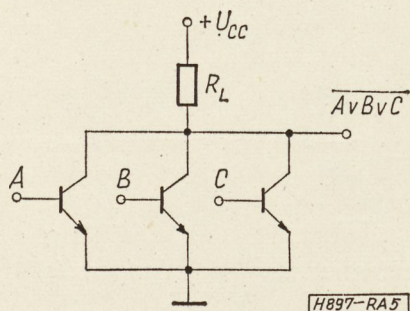
2. ábra. Ellenütemű inverter kapcsolások



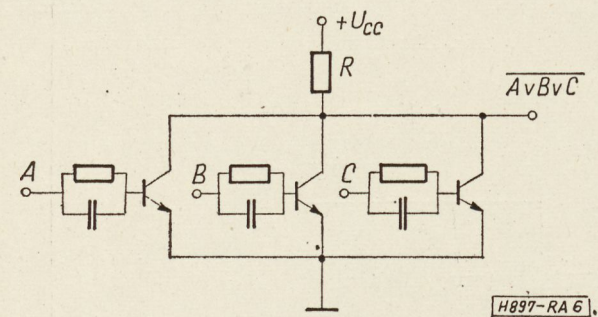
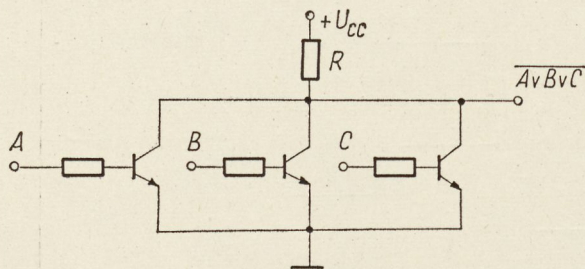
3. ábra. a) Vezérelt kapcsolás VAGY NEM áramkör, b) Vezérelt kapcsolós ÉS NEM áramkör



4. ábra. Diódás logikai áramkörök: a) ÉS kapu, b) VAGY kapu

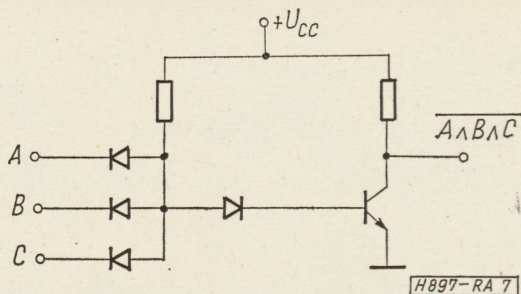


5. ábra. Direkt Csatolású Tranzisztor Logikai (DCTL) VAGY NEM áramkör

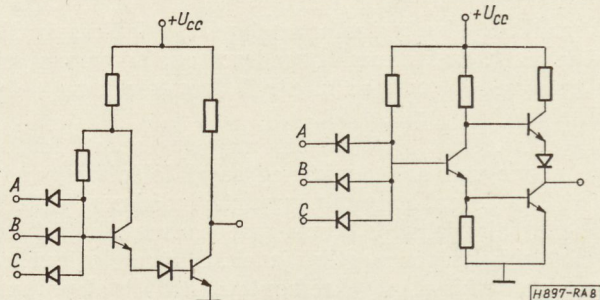


6. ábra. Módosított DCTL áramkörök: a) ellenállás csatolással (RTL), b) RC csatolással

Diódás logikai áramkörrel felépített ÉS NEM áramkör egy lehetséges kapcsolása a 7. ábrán látható. Ezt az áramkörtípust nevezik általánosan Dióda Tranzisztor Logikának (DTL).



7. ábra. Dióda Tranzisztor Logikai (DTL) ÉS NEM áramkör



8. ábra. DTL ÉS NEM áramkörök

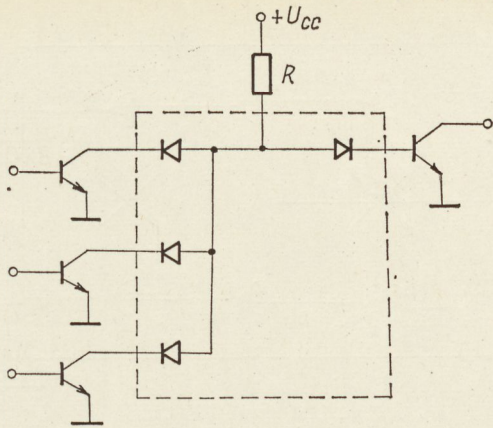
Az inverter kialakításától függően az áramkör több típusa ismert. A 8. ábrán két lehetséges elvi kapcsolást mutatunk be. Az emitterkövetős megoldás javítja a fokozat terhelhetőségét, az ellenütemű inverter az áramkör működési sebességét növeli.

A DTL típusú áramkörök integrált kivitelben jól gyárthatók, sebességük közepes, zajérzékenységük jó, teljesítményvesztésük nem nagy.

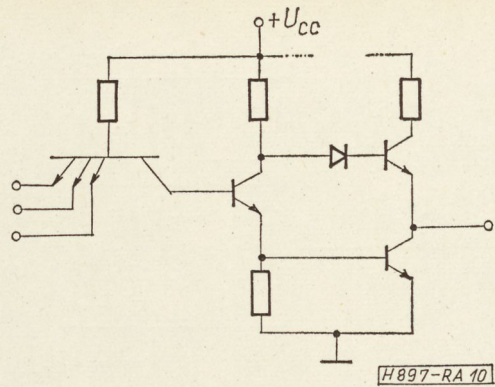
A DTL áramkörök továbbfejlesztett, integrált változata a Tranzisztor Tranzisztor Logika (TTL).

A 9. ábrán felrajzoltuk az átalakítás lépéseit. E megoldás előnye, hogy a sokemitteres tranzisztor alkalmazásával a kapu működési sebessége nő. A sebességnövekedés indokolja, hogy az ilyen típusú áramkört majdnem minden esetben ellenütemű inverterrel készítik (10. ábra). Az így felépített áramkör előnye a nagy működési sebesség, a jó zavarérzékenység és a nagy terhelhetőség.

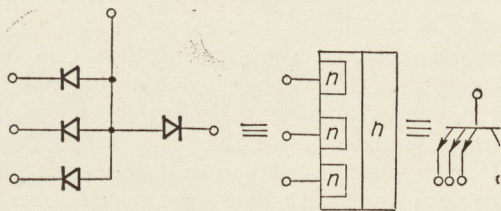
Előnyös tulajdonságai miatt jelenleg ez az áramkörtípus a legelterjedtebb. Egyes cégek három különböző sebességű és teljesítményfelvételű áramkör-családot fejlesztettek ki. Teljes logikai rendszert vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy a legnagyobb működési sebesség csak az áramkörök kis hányadánál kerül kihasználásra, a többi áramkör esetében a lassúbb működés is elegendő lenne. A teljes logikai rendszert tekintve célszerű, ha a lassúbb áramkörök felvett teljesítményét csökkentjük, így az egység üzemeltetéséhez kisebb teljesítmény elegendő. Egyes cégek ezért olyan áramkör-családot fejlesztettek ki, amelyben a statikus adatok, a logikai szintek, a tápfeszültség, a zajérzékenység azonos értékűek, ugyanakkor a sebesség, illetve a teljesítményvesztés eltérő. A Texas cég által gyártott ilyen áramkör-család kapcsolási rajzai és a főbb adatai a 11. ábrán láthatók. A nagysebességű áramkör bonyolultabb felépítésű, több elemet tartalmaz, míg a kisteljesítményű kör esetében



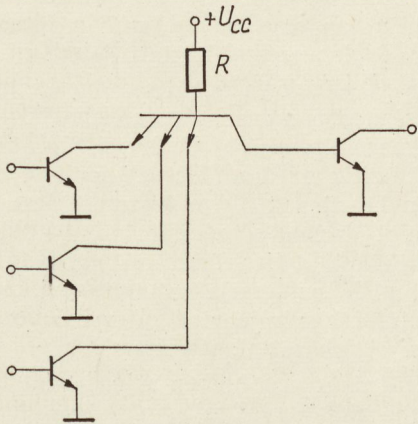
DLT-kör



10. ábra. TTL áramkör ellenütemű inverterrel



Az átalakítás lépései



TTL-kör

H897-RA 9

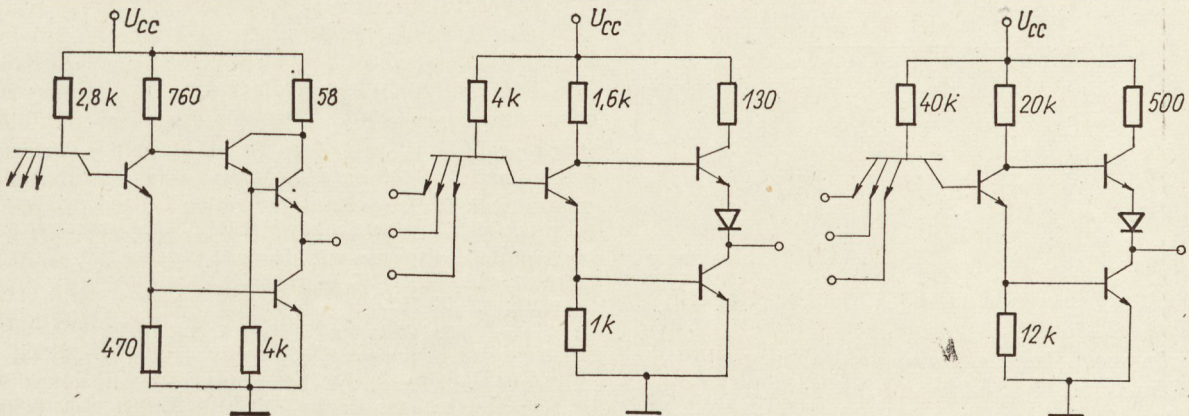
9. ábra. TTL áramkör kialakítása DTL áramkörből

az ellenállások nagyobb értékűek, így az áramkör előállításához szükséges terület nő. A legolcsóbb áramkör a közepes sebességű, körülbelül ennek kétszerese a gyors áramkör, míg a legdrágább a lassú, kisvesztésű áramkör.

Jelenleg a legerjedtebbnek tekinthető TTL rendszerrel aránylag nagy működési sebesség, illetve kis terjedési idő érhető el ($t_{pd} = 6$ ns). Ennél gyorsabb működést csak nem telített üzemmódban dolgozó logikai áramköri rendszer biztosíthat. Integrált változatban gyakorlatilag csak az Emitter Csatolású Logikai (ECL) rendszert alkalmazzák (12. ábra). Hátránya, hogy két tápfeszültséget igényel, és felépítése bonyolult. A működési sebesség kettős emitterkövetős rendszerrel tovább javítható ($t_{pd} = 1-2$ ns).

A logikai áramkörök másik jelentős csoportját a különböző tároló áramkörök alkotják. A legegyszerűbb tároló áramkör a statikus működésű RS tároló. A 13. ábrán ilyen áramkör látható VAGY NEM egységből felépítve, az ábrán táblázatos formában megadtuk a megvalósított logikai funkciót.

A tárolók másik nagy csoportját a dinamikus működésű áramkörök alkotják. Az ilyen felépítésű áramkört nevezük JK tárolónak. Hagyományos áramköri elemekből megvalósított változata a 14. ábrán látható. A J és a K jelzésű bemenetre kapcsolt jelszint csak azt szabja meg, hogy az órabemenetre adott negatív feszültségugrás hatására melyik oldal billen.



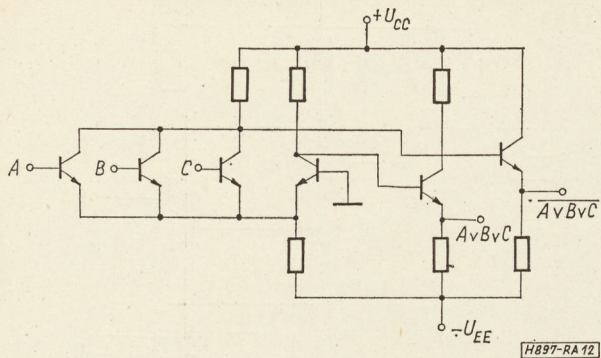
$t_{pd} = 6$ ns
 $P_D = 22$ mW

$t_{pd} = 13$ ns
 $P_D = 10$ mW

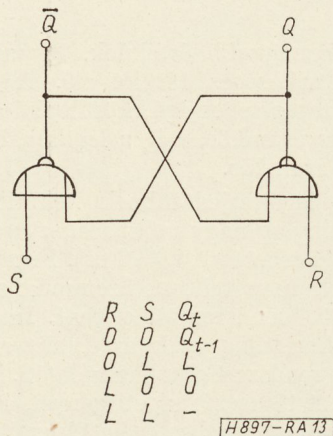
$t_{pd} = 33$ ns
 $P_D = 1$ mW

H897-RA 11

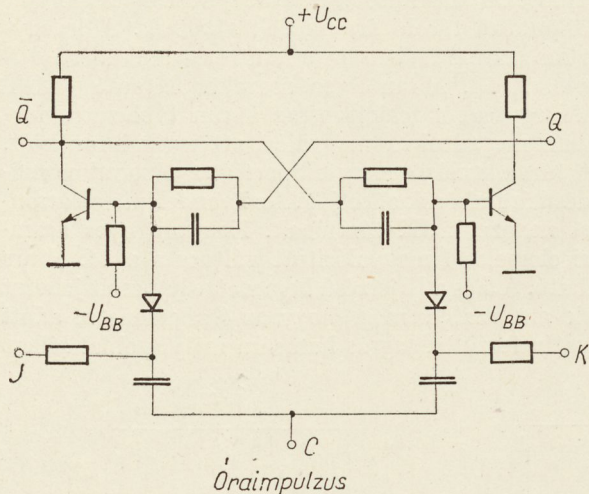
11. ábra. Három különböző sebességű TTL áramkör



12. ábra. Emittor Csatolású Logika (ECL)



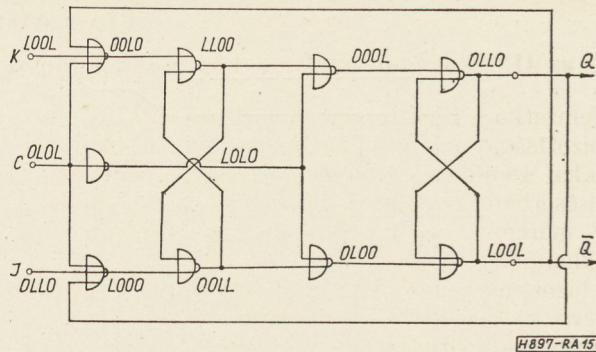
13. ábra. RS tároló



14. ábra. Hagyományos elemekből felépített JK tároló

Az ábrán megadtuk az áramkör által megvalósított logikai funkciót. Ilyen körökből építhetők fel a különböző léptető- és komplementáló tárolók, valamint a számláló áramkörök.

Az órabemenet hagyományos kivitelben kondenzátoros. Integrált technológiával a kondenzátor csak nehezen gyártható, ezért az áramkörtervezők olyan



15. ábra. Kétütemű JK tároló

egységet alakítottak ki, amelyben a dinamikus működést az áramkör több ütemre bontott statikus üzemével biztosítják.

Az áramkör vázlatja a 15. ábrán látható. Az úgynevezett előkészítő tárolóban az órainpulzus hatására az előkészítő JK információt írjuk be, míg az órainpulzus változásakor az előkészítő tárolóból az információ a tényleges tárolóba jut. A teljes JK tároló aránylag sok elemet tartalmaz, így az első áramkör-típusoknál egy egységen belül gazdaságosan nem volt előállítható. A gyártó cégek általában két részre bontották az áramkört, az előkészítő tárolót statikus RS tároló vagy flip-flop elnevezéssel, míg a főtárolót fél-léptető-tároló elnevezéssel hozták forgalomba.

Ma, amikor a technológia fejlődése következtében bipoláris tranzisztorból is gazdaságosan lehet 50—100 elemet tartalmazó áramkört előállítani, JK tároló elnevezéssel készítik az áramkört. A fenti fejlődés következtében készítenek olyan összetett áramköri egységeket mint decimális számlálókat, 4—8 bites tároló áramköröket, teljes összeadó áramkört, a decimális számlálóhoz csatlakoztatható dekódoló áramkört gáztöltésű számjegyindikátor cső vezérlésére alkalmas végfokozattal.

Az áramköröket az első időben a jól bevált tranzisztortokban hozták forgalomba, majd a különféle lapos tokozású áramkörök terjedtek el. Jelenleg leginkább a dugaszolható kivitelű, úgynevezett dual-in-line 14 vagy 16 csapos műanyag tok használatos.

I R O D A L O M

- Christiansen, D.: In search of the ideal logic scheme. Electronics, 1967. márc. 6. pp. 149—157.
- Petriz, R. L.: Large Scale Integration Technology. Trans. of the Metallurgical Society of AIME, 1966. márc. p. 249.
- Digital Schaltungen mit den integrierten Halbleiterelementen der DTL-FC — Reihe. Valvo Technische Informationen TI 102.
- Keelan, R.: Choosing DTL integrated logic circuits. Electronic Components, 1967. nov. pp. 1259—1262.
- Thorkelson, Th. R.: Entwicklung und Anwendung integrierter Schaltkreise der TTL. Int. Elektronische Rundschau, 1967. ápr. pp. 81—86.
- TTL integrated circuits from Texas Instruments. Gyári ismertető.
- All CCSL elements have common basis. S.G.S. Planar News, 1967. nov.

Beszámoló

az IEC környezetállósági kérdésekkel foglalkozó bizottságának Stockholmi üléséről

A Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság (IEC) 50. sz. bizottsága, amely a gyártmányok környezeti hatásokkal szembeni ellenállóképességének kérdéseivel — elsősorban vizsgálati módszereivel — foglalkozik, 1968. március 29. és április 6. között tartotta üléseit Stockholmban.

A bizottság nem új, s feladatköre és munkássága is sok évre nyúlik vissza. Új azonban elnevezése, amely a korábbi klimatizáció vagy klímaállóság helyébe a környezetállóság fogalmát ültette. A cím változása a feladatkör bővülését kívánja jelezni. Az elektrotechnikai eszközök jellemző környezete még néhány éve a Földünket körülvevő atmoszféra volt, s ennek állapotát a klímátényezők határozták meg. Ma már egyre több elektromos gyártmányt használunk fel a tengerek mélyén vagy éppen a világűrben. Fontos tehát ismernünk gyártmányaink viselkedését ezekben a nem atmoszferikus környezetekben is. Hasonlóképpen jellemző hatása van a gyártmányok működésére a nem atmoszferikus környezeti tényezőknek, mint például a mechanikai tényezőknek is. Ez tette indokolttá a környezetállóság fogalmának bevezetését, amelynek meghonosítása a magyar szaknyelvben is célszerűnek látszik.

A stockholmi ülésen 15 ország 72 delegátusa vett részt, az 50. Műszaki Bizottság, annak két albizottsága és több munkacsoportja tanácskozott. A napirenden szereplő több mint 50 téma közül e helyen csak azokat említjük meg, amelyek a híradástechnikai szakemberek szélesebb rétegeit érintik.

A Bizottság feladatkörének a címben is kifejezésre jutó bővítésén kívül más irányú kiterjesztése is jelentős.

Korábban ugyanis a Bizottság és a gondozásában kiadott 68-as számú kiadvány elsősorban az elektronikus gyártmányokkal foglalkozott. A stockholmi ülésen kiterjesztette ezt a hatáskört az elektrotechnika egész területére. Indokolttá tette ezt a változást az ipari automatizálás ugrásszerű fejlődése, amely az elektronika alkalmazását a híradástechnika hagyományos területéről úgyszólván az ipar minden területére kiterjesztette. Az elektromos berendezések ma már az „erőáramú”, „elektronikus” és „műszeripari” egységek rendszeréből állnak. Következésképpen környezeti hatásokkal szembeni ellenállóképességüket is egységesen kell megítélni. A 68-as IEC ajánlás hatályának ilyen kiterjesztését a hazai bizottság már korábban is javasolta és a vonatkozó országos szabványosítást már ilyen irányban folytatta. A nemzetközi fórum döntését így saját gyakorlatunk meg erősítésének tekinthetjük.

Említést érdemel ezzel kapcsolatban, hogy a KGST Szabványosítási Állandó Bizottsága 1967-ben hozott határozata ugyancsak az IEC 68-as kiadvány általános alkalmazása mellett foglalt állást azokkal a korábbi javaslatokkal szemben, amelyek az elektromos ipar egyes területeire vonatkozólag eltérően kívánták szabályozni a környezetállóság kérdéseit.

Jelentős fejlődést tükröz az IEC környezetállósági ajánlásainak kidolgozása során az az új törekvés,

hogy a vizsgálati módszerek meghatározása mellett az eljárások alkalmazásának irányelveit, a módszerek kiválasztásának szempontjait is kidolgozzák.

Az egyes vizsgálati eljárások kidolgozása és továbbfejlesztése terén végzett munka eredményei közül az alábbiakat lehet kiemelni:

A nedvességállósági vizsgálati módszerek terén az alkatrészvizsgálatoknál elterjedten alkalmazott tartós- és gyorsított eljárások mellett új, jól reprodukálható, ciklikus módszerek kerültek kidolgozásra. Elkészült az az alkalmazási-irányelv ajánlás is, amely a legcélszerűbb módszer kiválasztását és az eredmények egyértelmű értékelését hivatott biztosítani.

Elfogadásra került a gyors hőmérsékletváltozás hatásának vizsgálati módszere is, amelynek hiánya évek óta nehezítette az egységes vizsgálati gyakorlat kialakítását. Az alkalmazási irányelvek kidolgozása is jelentősen előrehaladt.

Új eljárásokat fogadott el a Bizottság a tömitések vizsgálatára is, amelyek főleg a félvezetőgyártásnál jelentősek. Ezek a jelzőgáz és a nagy nyomású (bomb pressure) módszerek.

A mechanikai vizsgálati módszerek közül különösen a rázásállóság meghatározásának korszerű módszerei, a széles sávú és keskeny sávú rendezetlen rezgésekkel végzett vizsgálatok terén történt számottevő fejlődés. Ezek az eljárások bonyolult és költséges berendezéseket igényelnek, mégis gyorsan terjednek, mert nagyban növelik a vizsgálatok megbízhatóságát.

Mint érdekességet kell megemlíteni, hogy az ipari zajforrások növekvő jelentősége következtében az akusztikus hatásokkal szembeni ellenállóképesség vizsgálata is foglalkoztatja már a nemzetközi szervezeteket.

A forrasztott kötések megbízhatóságával szembeni követelmények fokozódása tükröződött abban a nagy érdeklődésben, amely a forrasztathatósági vizsgálat kidolgozását kísérte. Több éves munkára tett pontot a Bizottság e módszerek elfogadásával. Különösen fontos, hogy a régi szubjektív módszerek helyébe egy jól definiált objektív módszer került, az ún. „forraszcsepp”-eljárás, amelynek hazai bevezetése az IEC munkával párhuzamosan folyt.

Sajnálattal kell megállapítani viszont, hogy egyes területeken a munka előrehaladása lassú. Így például a napfényállóság, por- és homokállóság, ipari gázokkal szembeni ellenállás vizsgálati kérdései évek óta alig mutatnak fejlődést. Hasonlóképpen stagnál a klímafelosztás IEC ajánlásának ügye is.

E negatívumok ellenére is jelentős azonban az az eredmény, amelyet az IEC 50. Bizottsága a stockholmi ülésen elért. A résztvevő delegációk növekvő száma és az ülések során kialakult termékeny viták jelzik a témakör iránt állandóan fokozódó érdeklődést.

Hazai szabványosításunk kapcsolata az IEC ajánlásaival igen szoros. Az 50. Bizottság munkájában évek óta tevékenyen részt veszünk, és ez a közvetlen kapcsolat nagy segítséget jelent előírásaink korszerűsítésében és az új módszerek adaptálásában.

Schmidt János

Tartalmi összefoglalások

Обобщения

ETO 621.3.049.7-111:621.382.334

Dr. Valkó I. P.:

A csoportos integrálás

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 9. sz.

A csoportos integrálás (Large-Scale Integration) a mikroelektronika új perspektívikus irányzata, amelyben többszáz elemi áramkör egyetlen szilíciumlemezen foglal helyet. A belső összeköttetések több síkban felvitt fémcsíkok, a síkokat szigetelőrétegek választják el. Az egyes áramkörök gyártás utáni ellenőrzése, optimális összeköttetések meghatározása, a rendszer megbízhatósága, a várható gazdasági eredmény kiértékelése sok érdekes problémát vet fel.

ETO 621.3.049.7-111:621.382.334-501.12

Ambrózy A.:

Lineáris integrált áramkörök újabb fejlődése

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 9. sz.

A kezdeti lassú fejlődés után a lineáris integrált áramkörök az utóbbi két évben betértek az elektronika minden ágába. Ezt az a tette lehetővé, hogy sikerült univerzális építőköveket — a differenciálerősítőket — találni. Néhány további áramkörrel, melyek kifejezetten az integrált körök technológiájához illeszkednek, sikerült a hőmérsékletfüggést leszorítani, a nehezen integrálható alkatrészeket kiküszöbölni stb. A cikk az első részében főként áramköri, a második részben pedig rendszertechnikai szempontból tárgyalja a lineáris integrált áramköröket.

ETO 621.049.75-111:621.315.592.4:621.382.334

Dr. Tarnay K.:

MOS tranzisztorok alkalmazása integrált áramkörökben

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 9. sz.

A cikk a MOS tranzisztorok működésének rövid áttekintése után ismerteti azokat a kapcsolástechnikai megoldásokat, melyek integrált áramkörökben előnyösen alkalmazhatók. Részletesen tárgyalja az egyszerű és komplementer inverterből kifejleszthető kapuáramköröket és tároló áramköröket, valamint az ezekből készíthető bonyolultabb digitális rendszereket.

ETO 621.382.334:681.325.65

Ribényi A.:

Integrált logikai áramkörök

HÍRADÁSTECHNIKA XIX. (1968) 9. sz.

Az új fejlesztési digitális készülékekben jelenleg az integrált áramköröket általánosan alkalmazzák. Az integrált áramkörök a leg egyszerűbb felépítésűek voltak, mert ez biztosította a gazdaságos gyártást. A fejlődés következő lépésében azonban a nagyobb elemszámú áramkörök gyártása is gazdaságossá vált, így terjedt el általánosan a TTL típusú áramkör. Ez az áramkör aránylag bonyolult felépítésű, de elektromos jellemzői a legjobbak. Jelenleg már az 50—100 elemes áramkörök előállítása is gazdaságos, így kezednek a piacon bonyolult áramköri funkciókat megvalósító egységek megjelenni, mint pl. számláló dekádok, teljes összeadók, 4—8 bites tárolók, 4—8 bites bináris számlálók stb.

Zusammenfassung

DK 621.3.049.7-111:621.382.334

Dr. I. P. Valkó:

„Large-Scale Integration”

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) Nr 9.

Die „Large-Scale Integration” ist die neue perspektivische Richtung der Mikroelektronik in welcher mehr Hundert Elementarschaltkreisen auf einem einzigen Siliziumplättchen Platz nehmen. Die innere Verbindungen sind Metallstreifen, die in mehreren Ebenen aufgebracht wurden. Die Streifen werden von einander durch Isolationsschichten getrennt. Die Kontrolle der einzelnen Stromkreise nach der Fabrikation, die Bestimmung ihrer optimalen Verbindungen und die Auswertung des voraussichtlichen Wirtschaftsergebnisses werfen viele interessante Probleme auf.

DK 621.3.049.7-111:621.382.334-501.12

A. Ambrózy:

Jüngste Entwicklung der linearen integrierten Stromkreise

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) Nr 9.

Nach der langsamen Anfangsentwicklung drangen die linearen integrierten Stromkreise in allen Zweigen der Elektronik in den letzten zwei Jahren, ein. Das wurde dadurch ermöglicht, dass ein universaler Baustein, der Differenzialverstärker gefunden wurde. Mit einigen weiteren Stromkreisen, welche ausgesprochen zu der Technologie der integrierten Stromkreise sich anpassen, ist es gelungen die Temperaturabhängigkeit herabzudrücken, die schwer integrierbare Bauelemente zu beseitigen, usw. In dem ersten Teil des Artikels werden die linearen integrierten Stromkreise hauptsächlich von dem Standpunkt der Stromkreise selbst, in dem zweiten Teil von dem Standpunkt der Systemtechnik diskutiert.

DK 621.3.049.7-111:621.382.334

Д-р И. П. Валко:

Интеграция в группах

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 9.

Интеграция в группах (Large-Scale Integration) является новой перспективной тенденцией микроэлектроники, в которой помещаются несколько сот элементарных цепей на одной кремниевой пластинке. Внутренние соединения выполнены как металлические ленточки нанесенные в некоторых плоскостях разделенных изолирующими слоями. Многие интересные проблемы возникают по контролю после производства отдельных цепей, по определению их оптимальных соединений, по надежности системы, по оценке ожидаемого экономического результата.

DK 621.3.049.7-111:621.382.334-501.12

А. Амбрози:

Новое развитие линейных интегрированных цепей

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 9.

После медленного развития вначале интегрированные цепи проникли во все области электроники. Это дало возможность найти универсальный строительный блок — дифференциальный усилитель. С помощью некоторых других цепей, приспособившихся полностью к технологии интегрированных цепей, удалось уменьшить зависимость от температуры, устранять детали которые интегрируются трудно и т. д. Первая часть трактует линейные интегрированные цепи с точки зрения построения цепей, а вторая — с точки зрения техники системы.

DK 621.3.049.75-111:621.315.592.4:621.382.334

Д-р К. Тарнай:

Применение транзисторов МОП в интегрированных цепях

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 9.

После краткого обзора работы транзисторов МОП статья излагает решения цепей, применяемые выгодно в интегрированных цепях. Подробно трактуются цепи стробирования и памяти, разработанные из простых и дополнительных преобразователей, а также более сложные цифровые системы, изготовленные из них.

DK 621.382.334:681.325.65

А. Рибени:

Интегрированные логические цепи

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) XIX. (1968) № 9.

В цифровых аппаратах новой разработки интегрированные цепи применяются вообще в настоящее время. Первые интегрированные цепи являлись простыми по построению, потому что это обеспечило экономное производство. В следующем шаге развития, однако, производство цепей, содержащих большее число элементов стало тоже экономным, таким образом распространялись цепи типа TTL. Эта цепь является относительно сложной, но ее электрические параметры наилучшие. В настоящее время изготовление цепей с 50—100 элементами является тоже экономным и поэтому выпускаются блоки, осуществляющие сложные функции цепей, как например счетные декады, полные складыватели, памяти 4—8 бит, двоичные счетчики 4—8 бит и т. д.

DK 621.3.049.75-111:621.315.592.4:621.382.334

Dr. K. Tarnay:

Anwendung der MOS Transistoren in integrierten Schaltungen

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) Nr 9.

Nach einer kurzen Übersicht der MOS Transistoren werden solche schalttechnische Lösungen erörtert, welche in integrierten Stromkreisen vorteilhaft anwendbar sind. Die einfachen und aus komplementären Invertern entwickelbaren Torstromkreise und Speicherstromkreise und die aus diesen erzeugten komplizierten Digitalssysteme werden eingehend diskutiert.

DK 621.382.334:681.325.65

A. Ribényi:

Integrierte logische Stromkreise

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) Nr 9.

In der neu entwickelten Digitaleinrichtungen werden zurzeit die integrierten Stromkreise im allgemeinen angewendet. Die erst integrierten Stromkreise waren von einfachstem Aufbau, denn dieser ermöglichte die wirtschaftliche Fabrikation. In dem nächsten Schritt der Entwicklung wurde die Fabrikation von Stromkreisen mit mehreren Elementen auch wirtschaftlich, so verbreitete sich im allgemeinen der Stromkreis Typ TTL. Dieser Stromkreis ist verhältnismäßig von kompliziertem Aufbau, aber seine elektrischen Kennwerte sind die besten. Zurzeit ist auch die Herstellung der Stromkreise mit 50—100 Elementen wirtschaftlich, so erschienen die Einheiten, die komplizierte Stromkreisfunktionen realisieren, auf dem Markte, als z. B. die Zehlerdeken, vollständige Addier- vorrichtungen, Speicher mit 4—8 Bit, binäre Zähler mit 4—8 Bit, usw.

Résumés

CDU 621.3.049.7-111:621.382.334

Dr. I. P. Valkó:

Intégration en groupes

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

L'intégration en groupes (Large-Scale Integration) est une tendance nouvelle perspective de la microélectronique dans laquelle se trouvent plusieurs cents des circuits élémentaires sur une plaquette de silicium. Les connexions internes sont des lamelles métalliques appliquées en plusieurs plans séparés par des couches isolantes. Le contrôle après la fabrication des circuits particuliers, la détermination des connexions optimales, la fiabilité du système, l'évaluation du résultat économique présumé soulèvent beaucoup de problèmes intéressants.

CDU 621.3.049.7-111:621.382.334-501.12

A. Ambrózy:

Nouveau développement des circuits intégrés linéaires

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

Après un développement lent au commencement les circuits intégrés linéaires ont envahi tous les domaines de l'électronique. Ce-ci devenait possible par trouvant un bloc universel de construction: l'amplificateur différentiel. À l'aide de quelques autres circuits s'adaptant à la technologie des circuits intégrés on a pu réduire la dépendance de température, éliminer les composants étant difficile à intégrer etc. La première partie de l'article traite les circuits intégrés principalement de l'aspect des circuits, la deuxième partie de l'aspect de la technique des systèmes.

CDU 621.3.049.75-111:621.315.592.4:621.382.334

Dr. K. Tarnay:

Utilisation des transistors MOS dans des circuits intégrés

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

L'article après un bref résumé de la fonction des transistors MOS expose les solutions de circuit lesquelles peuvent être appliquées profitablement dans des circuits intégrés. Les circuits de déclenchement et de mémoire dérivés de l'inverseur simple et complémentaire, ainsi que les systèmes numériques plus compliqués réalisés de ceux sont traités en détail.

CDU 621.382.334:681.325.65

A. Ribényi:

Circuits logiques intégrés

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

Les circuits intégrés sont utilisés en général dans les appareils numériques de nouveau développement. Les premiers circuits intégrés étaient d'une construction la plus simple parce que ceci assurait une fabrication économique. Dans la phase suivante du développement, toutefois, la fabrication des circuits comprenant un plus grande quantité d'éléments devenait aussi économique, de cette manière se repandait généralement le circuit du type TTL. Ce circuit est relativement compliqué mais ses caractéristiques électriques sont les meilleures. Actuellement la réalisation des circuits de 50—100 éléments est déjà économique; c'est pourquoi des blocs réalisant fonctions de circuit complexes se mettent à paraître sur le marché, par exemple décades à compter, mémoires à 4—8 bits, compteurs binaires à 4—8 bits, etc.

Summaries

UDC 621.3.049.7-111:621.382.334

Dr. I. P. Valkó:

Large-Scale Integration

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

The new perspective trend of microelectronics is the Large-Scale Integration, in which more hundreds of elementary circuits take place on a single silicon slice. The internal connections are metal strips brought up in several planes. The planes are separated by insulating layers. The testing of the individual circuits after fabrication, the determination of their optimal connection, the reliability of the system, the evaluation of the economic result to be accepted set up interesting problems.

UDC 621.3.049.7-111:621.382.334-501.12

A. Ambrózy:

Recent Development of the Linear Integrated Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

After a slow initial development the linear integrated circuits invaded all branches of the electronics in the last two years. This became possible because of a universal building brick, the differential amplifier, was found. With some further circuits, which are suitable for the technology of the integrated circuits the reduction of the temperature dependence, the elimination of the components difficultly capable of integration etc. was obtained. The first part the paper discusses the linear integrated circuits from the point of view of circuits proper, the second part from the aspect of system engineering.

UDC 621.3.049.75-111:621.315.592.4:621.382.334

Dr. K. Tarnay:

Use of MOS Transistors in Integrated Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

After a short review of the function of the MOS transistors the paper presents those solutions of the switching, which can be advantageously used in the integrated circuits. The gate circuits and memory circuits developed from the simple and complementary inverters and the complicated digital systems which can be made of the same are discussed in detail.

UDC 621.382.334:681.325.65

A. Ribényi:

Integrated Logical Circuits

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest) XIX. (1968) № 9.

In the newly developed digital equipments the integrated circuits are generally used. The first integrated circuits were of the simplest construction, because this ensured the economic manufacture. But in the next stage of the development the production of the circuits of more elements became also economic and so the TTL type circuit came into general use. The construction of this circuit is rather complicated, but its electrical characteristics are the best. At present the production of circuits with 50—100 elements is also economic, and consequently units realizing complicated circuit functions begin to appear on the market, e.g. counting decades, complete adders, memories with 4—8 bits, binary counters with 4—8 bits etc.

Hibás lappéldányok

Sajnálatos módon lapunk 8. számának néhány példány hibás oldalsorrendű, A rossz példányokat a Lapkiadó Vállalatnál (VII., Lenin körút 9-11) a meglévő készlet erejéig kicserélik.



TRANSZFORMÁTOR KTSZ

Budapest, VII., Nefelejts utca 39.

Telefon: 428-969, 228-401

Nagyfeszültségű készülékek:

anyagvizsgáló röntgenberendezések:
elektrosztatikai készülékek

Feszültség gyors szabályozók:

váltakozó áramú stabilizátorok
generátor gyors szabályozók

Feszültség szabályozók:

kézi, motoros és automatikus működésű mozgótekerccses vagy
toroidrendszerű szabályozó berendezések

Transzformátorok:

egy- és háromfázisú sorozat, különleges transzformátorok,
valamint híradástechnikai transzformátorok



MAGYAR KÁBEL MŰVEK

IGAZGATÓSÁG ÉS KÖZPONTI GYÁR

Budapest, XI., Budafoki út 60 • Telefon: 466-770, 266-670

ZOMÁNCBUZALGYÁR | SZEGEDI KÁBELGYÁR

Budapest, XI., Hunyadi J. út 1.

Szeged, Huszár utca 1.

Telefon: 268-930

Telefon: 15-330

GYÁRTMÁNYOK:

Erősáramú szigetelt vezetékek

Jelző-, mérő-, működtetőkábelek

Erősáramú kábelek 1—35 kV-ig

Alumínium és acél-alumínium
szabadvezetékek

Tekercselőhuzalok

Switch-kábelek

Gumitömlő-kábelek

Híradástechnikai vezetékek

Távkábelek

Hírközlő kábelek

Hajókábelek

Zománchuzalok

Zárt-acélkötelek

Hullámosított lemezkábeldobok

HÍRADÁSTECHNIKAI, MŰSZERIPARI

belföldi és import

ALKATRÉSZEK!

- | | |
|-------------------------|------------------|
| <i>csatlakozók</i> | • ELEKTROMODUL • |
| <i>fokozatkapcsolók</i> | • ELEKTROMODUL • |
| <i>billenőkapcsolók</i> | • ELEKTROMODUL • |
| <i>mikrokapcsolók</i> | • ELEKTROMODUL • |
| <i>klf. ferritek</i> | • ELEKTROMODUL • |

**ELEKTROMOS ÉS ELEKTROMECHANIKAI
ALKATRÉSZEK!**

ELEKTROMODUL

Budapest, XIII., Visegrádi utca 47a-b

Telefon: 495-340; 495-940

Telex: 3648

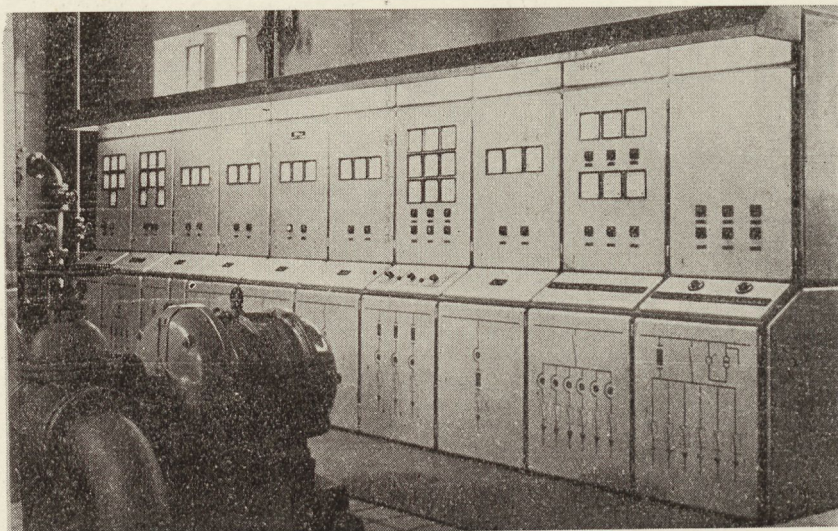
ÉVITERV

Az ÉVM Szerelőipari Tervező Vállalat tervezési tevékenysége

Ipartelepi villamos berendezések

villamos erőátvitel,
világítás,
köz- és díszvilágítás,
sportpályavilágítás,
eredményhirdetők,
szabadvezetékek,
mezőgazdasági villamos
berendezések,

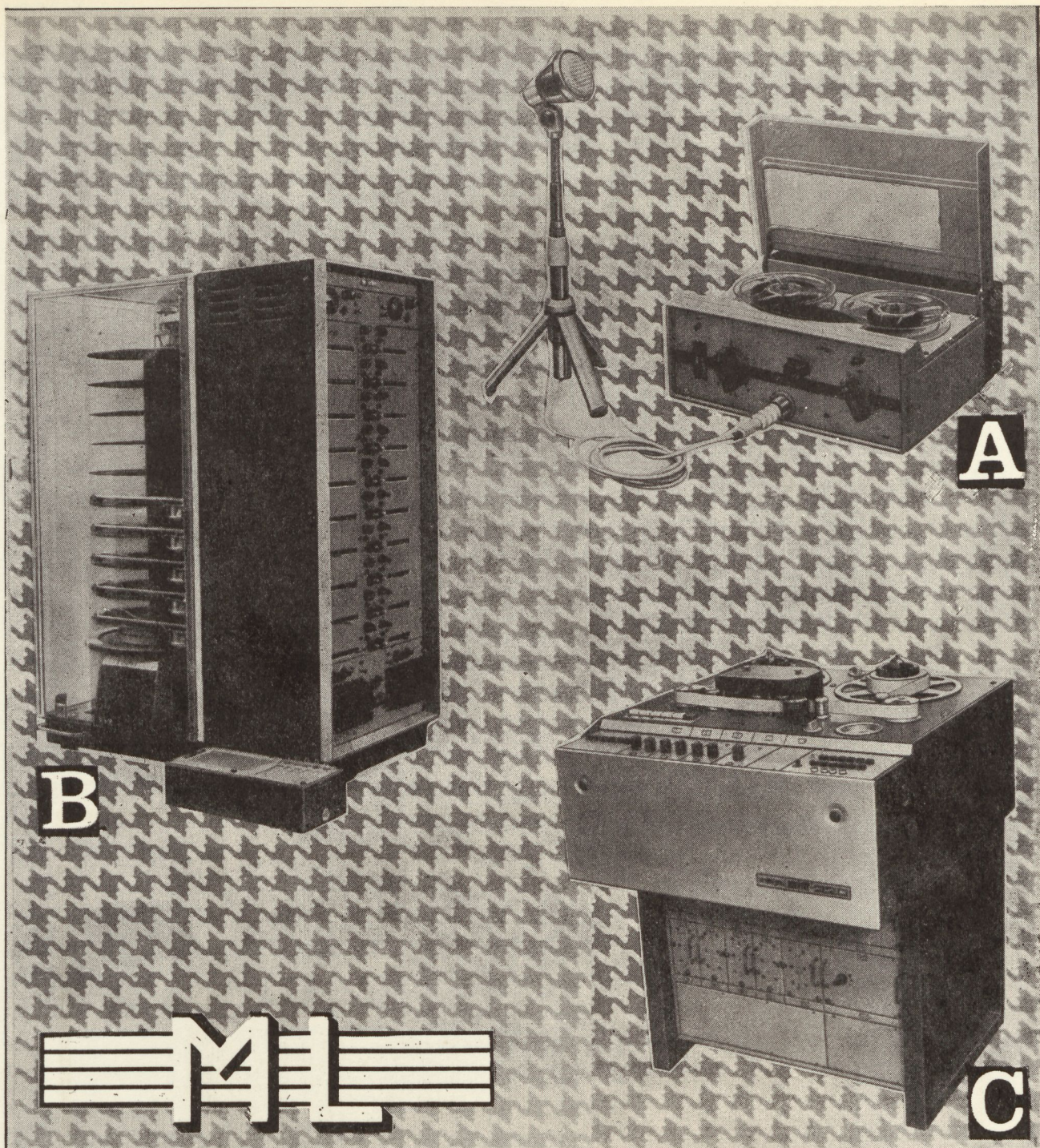
szaktanácsadás,
felülvizsgálat,
központi fűtés,
gáz, víz, csatorna,
légtechnika,
felvonó.



ÉVM Szerelőipari Tervező V.

Budapest, VIII., Vas u. 2/d.

Telefon: 337-960, 377-964-től 969-ig.



MECHANIKAI LABORATORIUM
HIRADÁSTECHNIKAI KÍSÉRLETI VÁLLALAT
 Budapest, Gorkij fasor 25-27.

A. RIPORTERMAGNETOFON

Teljesen kontaktusok nélküli egyenáramú elektromotor alkalmazásával készült. A beépített dinamikus kompresszor a tízszeres hangerő növekedést kevesebb mint 4/1000 mp alatt szabályozza le önműködően normál szintre.

Szalagsebesség : 9,5 és 19,05 cm/mp

Frekvenciamenet : 60-1200 Hz

Teljesítményfelvétel : 160 VA

B. INFORMÁTOR-AUTOMATA

Mágnesesen rögzített és tárolt hanginformációt távindításra lejátszik. Hálózati táplálással működik, a felvétel mikrofonról történik. Műsorideje : 2x10 csatorna esetében csatornánként max. 5 perc.

C. STM-220 NÉGYCSATORNÁS (PLAY-BACK) STUDIÓMAGNETOFON

Alkalmazásával sztereo műsorok elkészítése lényegesen egyszerűbbé válik.

Csíkszélesség : 4,5 mm. Minden csík külön törölhető és rájátszható.

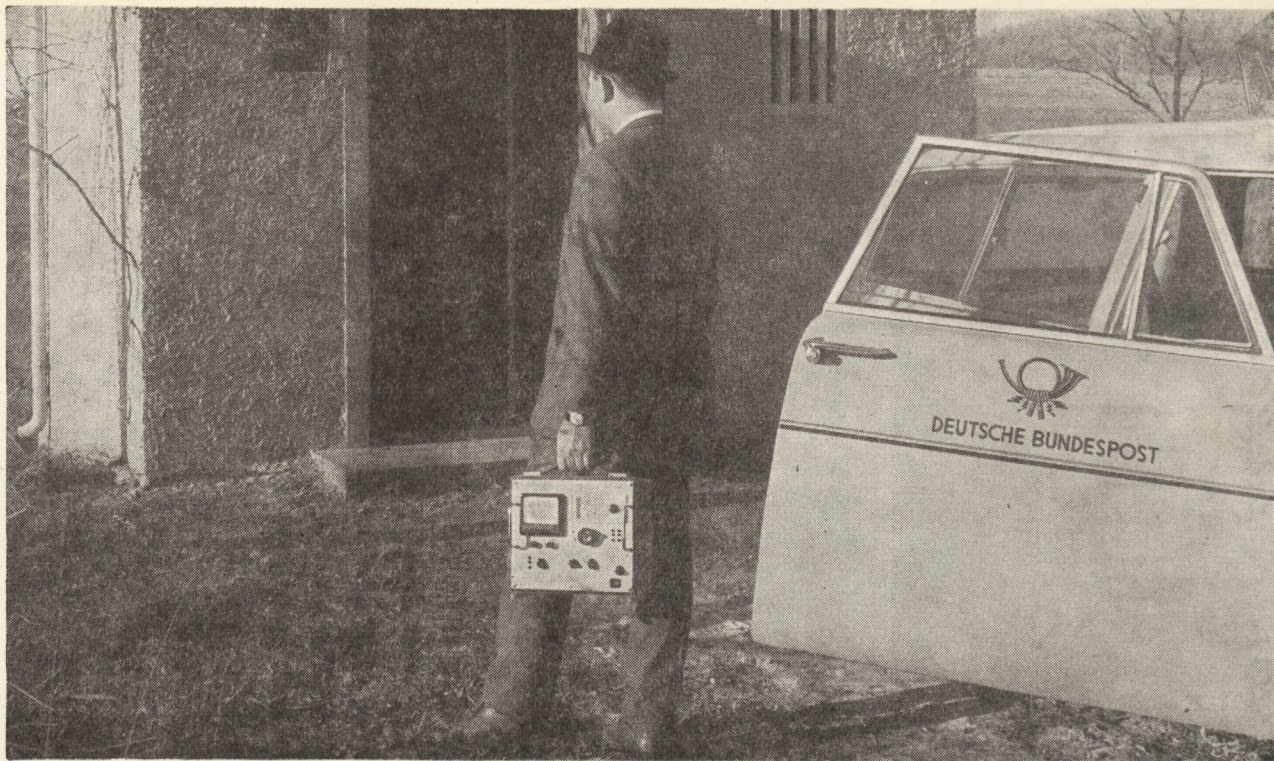
Szalagsebesség : 38,1 és 19,05 cm/mp

Max. tekercsátnérő : 300 mm

Alkalmazott szalag : 25,4 mm széles

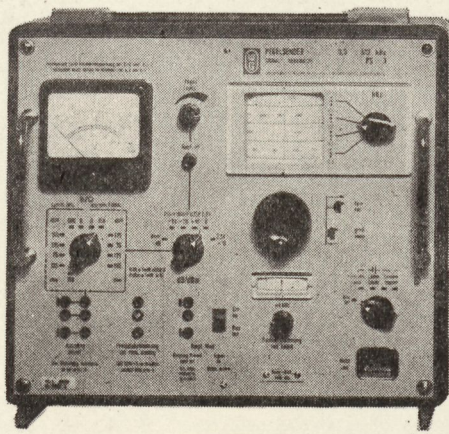
Frekv. menet : 38 : 31,5-14000 Hz

19 : 40-8000 Hz



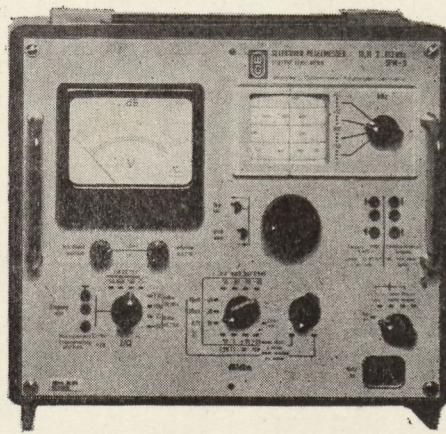
A 300 Hz . . . 612 kHz-es PS-3 szintmérőhely alkalmazása a német szövetségi posta vívőfrekvenciás berendezéseinek szélessávú és szelektív méréseinél.

A készülékek leguniverzálisabb terep- mérőtermi felhasználásra szükséges minden előnnyel és kis, de igen erőteljes kivitelben, hálózatifüggetlenséggel és azonnali mérőkészséggel rendelkeznek. A teljesen tranzistoros készülékbe 9 órai folyamatos üzemeltetést bíró telepek és töltőkészülék van beépítve.. Az adó és vevő Np-, Npm-, vagy dB- (dBm-) V- kivitelben szállítható. Ki- és bemeneti mpedanciák: 0 (adó), 75, 135, 150, 600 Ohm, ca. 5 kOhm (vevő).



Szintadó PS-3.

Frenkvenciatartomány 300 Hz...612 kHz
 Szinttartomány: —60 dB... +10 dB
 Külső frekvencia beállítási lehetőség a szintmérővel.
 AM Belső (800 Hz), külső (0,3—4 kHz)



Szintvevő SPM-3

Fr. tartomány 300Hz... 612 kHz 2 kHz-től szelektív
 Szinttartomány —100 dB... +23 dB, —60 dB-től szélessávú
 SFZ-1 mérőtartozék látszólagos ellenállás és reflexiócsillapítás-
 méréshez

Nagy gyártmányösszeállításunkban további 180 precíziós mérőkészülék található. Szíveskedjék részletes leírásokat kérni.

Wandel & Goltermann

7410 Reutlingen, BRD. Postfact 259, Telefon 07121, Telex 0729-833 wugd.

