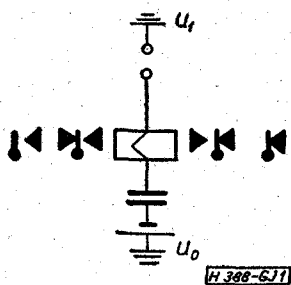


## Kapacitív áramokkal működtetett relés áramkörök

ETO 621.316.928;621.313.57;621.382.3

A cikk cím szerinti témáját két, egymástól időben nagyon távoleső kapcsolási eljárással hozhatjuk összefüggésbe. Az egyik — a régebbi — a relés kapcsolástechnikában fellelhető speciális áramköri elrendezésben, a másik a korszerű COS/MOS integrált logikai áramkörök alkalmazásában mutatkozik meg. Mindkét esetben közös jelenség, hogy kapcsolási funkciót végző szerkezeti elemek működtetése kapacitív árammal történik.



1. ábra

Felidézve a relés áramkörökből ismert eljárást, modellként tekinthető az a kapcsolás, amelyben a működtetendő relével kondenzátort kapcsolunk sorba, s így a relé gerjesztését a kondenzátor töltő áramával valósítjuk meg. Egyidejűleg biztosítjuk azokat a kiegészítő feltételeket, amelyek a meghúzás utáni állapot mibenlétét meghatározzák. Ha pl. a relének az a feladata, hogy a meghúzást követően munkálatban maradjon, a tervezők a lényegyet tekintve három megoldás közül válogatnak: tartó áramkört alkalmaznak egy további tekercs felhasználásával, ún. tapadó relét használnak, amely mágneskörében permanens mágneset tartalmaz, ennek mágneses feszültsége a meghúzáskor fennálló légrésmentes mágneses körben a tartáshoz elegendő mágneses fluxust tud biztosítani, illetőleg mechanikus reteszeltést tartalmazó speciális relékonstrukciót választanak.

Ez a kapcsolási elrendezés azonban minden esetben különleges figyelmet érdemel abból a szempontból, hogy az áramkör működése folyamán a relé minden meghúzását meg kell előznie a kondenzátor kisütésének.

A kondenzátor kapacitásának megválasztásában a relé működéséhez megkívánt gerjesztés nagysága az irányadó. A szükséges ampermenetszám meghatározásakor azonban kiesik a számításból a jelfogó tekercsére eső teljesítmény, amelyet tartós terhelés esetén mint legfontosabb paramétert szokás tekintetbe venni. Az a tény ui., hogy a relé meghúzása

néhány ezred másodperc alatt lezajló tranzienst áramköri folyamat eredményé, tág teret enged az áram, a tekercsellenállás és menetszám tolerálásában.

Nem szorul tehát külön magyarázatra, hogy a szóban forgó kapcsolás alkalmazásának célja éppen az, hogy egy garantáltan rövid ideig tartó, nagy intenzitású áramlökéssel érjék el a relé meghúzását.

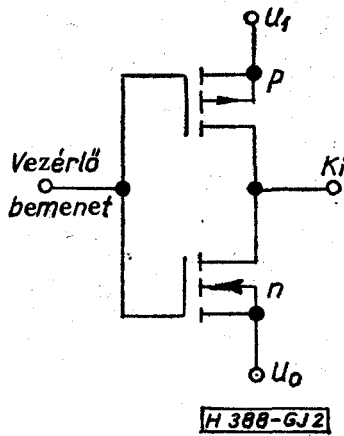
A működtető tekercs ilyen üzemmódban nagyon leegyszerűsödik, térfogata jelentősen megkisebbedik, gyártási szempontból könnyen kezelhetővé válik, s a meghúzáshoz szükséges energia gyakorlatilag elhanyagolható.

A felsorolt előnyök azonban nem szolgáltatnak alapot az említett kapcsolás széles körű alkalmazására. Az energia- és anyagtakarékosságra irányuló törekvés jegyében azonban manapság érdemes nagyobb figyelmet szentelni ennek a kérdésnek, s különösen a kapcsolástechnika más modern területén megmutatózó fejlemények fényénél újabb vizsgálat alá venni a relék kapacitív áramokkal való működtetésének problémáját. Ez a célkitűzés jól kapcsolódik azokhoz az erőfeszítésekhez, amelyek a relék mechanikai konstrukciójának korszerűsítéséhez különleges kapcsolástechnikai eljárásokat igényelnek.

A félvezető-technikában az utóbbi években nagy figyelmet fordul a COS/MOS technika felé, elsősorban az áramkörök kis fogyasztása miatt [1, 2]. Mint ismeretes, ebben a rendszerben a kapcsolási folyamatokat kapacitív áramok vezérlik. A MOS tranzisztorok mint kapcsolóknak a működését elektrosztatikus hatások váltják ki.

A COS/MOS rendszer azonban témánk szempontjából további különleges figyelmet érdemel azért is, mert az a kapcsolástechnikai koncepció, amely benne megvalósul, analóg módon vihető át relés áramkörökre. Igaz ugyan, hogy a közismert relés kapcsolástechnikában ennek az analógiának nem lenne jelentősége, a kondenzátorral sorban működtetett relékből felépített áramkörök különleges kapcsolástechnikájának kialakításában már irányadónak tekinthető. A teljesség érdekében megemlítjük, hogy az imént idézett és a COS/MOS rendszerben alkalmazott kapcsolástechnika alapvető tételei már annak megjelenése előtt kidolgozásra kerültek [3]. A COS/MOS rendszert tehát ebben a vonatkozásban mint meggyőző és reprezentatív gyakorlati példát ismertetjük.

A MOS tranzisztor vezérlő bemenetére kapcsolt megfelelő erősségű és polaritású feszültség akár a p, akár az n típusú félvezető közeg átmeneti ellenállását képes mintegy 4 nagyságrenddel megváltoztatni elektrosztatikus hatás érvényesítésével. A logikai kapcsolások céljára szolgáló COS/MOS rendszerben az alapegységet úgy képezik, hogy egy p és egy n típusú tranzisztorból complementer párokat alakítanak

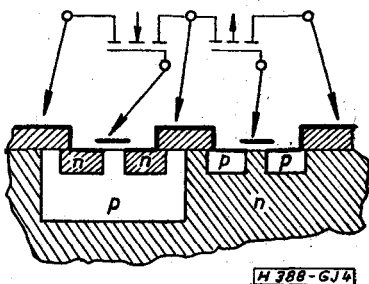


2. ábra

nak ki, és ezek közösítési pontját vezetik ki mint kimenetet (2. ábra). Ugyanakkor a két tranzisztor vezérlő bemenetét is közösítik, s az ezen bevezetett  $U_1$  feszültség a p típusú tranzisztor ellenállását maximálisra, az n típusúét pedig minimálisra állítja be. Következésképp a kimeneten  $U_0$  feszültség fog megjelenni, mivel a két MOS tranzisztor mint vezérelhető feszültségosztó funkcionál. Ha vezérlő jelként  $U_0$  feszültséget alkalmazunk, a tranzisztorok vezetési viszonyai ellenkező értelemben alakulnak, s a kimeneti feszültség  $U_1$  értékre változik. Egy complementer tranzisztorpár tehát inverterként viselkedik. A kimeneten megjelenő  $U_0$ , ill.  $U_1$  jelfeszültségek lehetővé teszik igen nagy számú inverter vezérlését. Az inverterben lejátszódó kapcsolási mechanizmust jól érzékelteti a 3. ábra.

A p típusú alapanyagban két n sziget, az n típusban két p sziget közötti csatornában jön létre kontaktus a vezérlő elektróda potenciáljának függvényében kialakuló erőter hatására [2].

Ha egy ilyen inverter kapcsolástechnikai sajátosságait relés áramkörök ábrázolására használt szimbólumokkal kívánjuk kifejezni, a 4. ábra szerinti elrendezést alakíthatjuk ki. Ha ezt a képet összevetjük a ténylegesen relét ábrázoló elrendezéssel, a szerkezeti jellemzők tekintetében mindössze annyi különbség jelentkezik, hogy egyrészt a jelfogók működtető mechanizmusának megfelelő szerkezeti részt a COS/MOS rendszerben nem találunk, másrészt a nyugalmi és munkaérintkezők képében mutatkozó kontaktuspárok nem a relék érintkezőinek ideális tulaj-

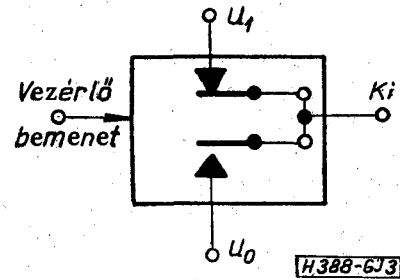


3. ábra

donságait mutatják, hanem azoknál két-három nagyságrenddel kedvezőtlenebbek.

Mind a klasszikus, mind a korszerű modellnek — amelyeket az előzőekben röviden leírtunk — az a közös tulajdonsága van, hogy a tényleges kapcsolást végző szerkezeti elemek működtetése kapacitív áramokkal történik. Energiafogyasztás csak addig áll fenn, ameddig az állapotváltozás létrejön. Amíg azonban a COS/MOS rendszer e sajátossága mellett minden kapcsolástechnikai részletet tekintve egyértelmű és átfogó áramkörtervezési módszerrel kezelhető, a relés modell egyedi esetként merül csupán fel, főként spekulatív, áramkörtervező munka keretében.

A cikk mondanivalója a következőkben arra irányul, hogy főbb vonásaiban ismertessen egy olyan átfogó, relétechnikai tervezési eljárást, amely a kis energiafogyasztás igényét alapvető követelménynek tekinti, s ebből kifolyólag a relék működtetését kapacitív árammal valósítja meg. Előrebocsátjuk, hogy e tekintetben a COS/MOS kapcsológységek elektrosztatikus vezérlésének modelljét követjük, azaz a kapacitív áram töltési és kisütési periódusait használjuk fel a relé meghúzására, ill. elengedtetésére. Következésképp mindkét esetben ugyanezt a tekerest gerjesztjük, csak ellenkező értelemben.



4. ábra

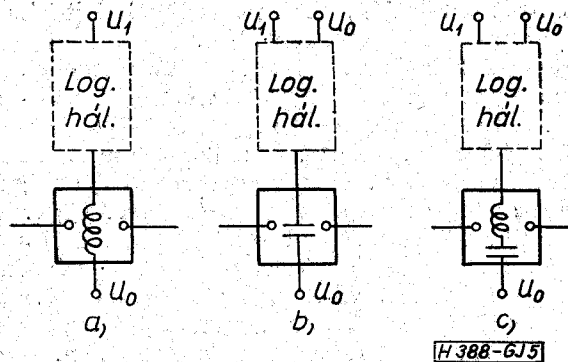
A működést követő és az elengedést megelőző tartó állapotot az összes lehetséges szerkezeti megoldásban vizsgálat alá vetjük, azaz számolunk tartó tekercscsel, tapadó relével és mechanikus reteszeléssel alkalmazó relékönstrukcióival.

### Diszkusszió

Szolgáljon az 5. ábra szerinti absztrak modell három kapcsoló alapvető működési funkcióinak ábrázolására. Az 5a ábra a közismert elektromechanikus relészerkezetet, az 5b ábra a MOS tranzisztort, az 5c pedig a kapacitív árammal működtetett relékapcsolást szemlélteti. A működtető mechanizmus jellegré első esetben az elektromágnes, másodikban a kondenzátor, harmadikban a kettő együtt utal. A kapcsolószerkezettel létesített kontaktus a vízszintesen futó vezetékszakaszok között jön létre a kapcsoló működésekor.

Az egyes kapcsolók működtetésében szerepet játszó kontaktushálózat — a dolog természeténél fogva — olyan kontaktusokból épül fel, amelyek létrehozására maga a kapcsoló képes.

Az a kölcsönös függés, amely a kapcsolószerkezetben a működtető mechanizmus és az általa létesített



5. ábra

kontaktusok minőségi jellemzői között fennáll, az elektromechanikus relék birodalmában abban mutatkozik meg, hogy a működtető tekercsrel szemben elhanyagolható átmeneti ellenállású kontaktusok és kontaktushálózatok állnak.

A MOS tranzisztor mint kapcsoló távolról sem léte-sít ideális kontaktust, de elegendő annak az alapvető követelménynek, hogy felhasználásával olyan logikai hálózatok legyenek képezhetők, amelyek a vezérlő bemeneten egyértelműen az IGEN vagy NEM jelet tudják létrehozni.

Függetlenül azonban a kontaktus minőségétől, az 5. ábra kapcsolóinak működtetésében részt vevő logikai hálózatokról egy alapvető megállapítást tehetünk: az 5a szerinti hálózat kétpólusú, az 5b szerinti hárompólusú és hárompólusúnak kell lennie az 5c ábrán látható logikai hálózatnak is.

A hárompólusú logikai hálózatban a szerkezeti elem működtető bemenetére vagy az  $U_1$ -et, vagy az  $U_0$ -át kapcsoljuk attól függően, hogy a villamos töltéseket a kapcsolószerkezetbe iktatott kondenzátorba be kell-e vezetni, vagy onnan el kell vezetni, más szóval, hogy a működtetésre felhasznált kapacitív áram töltésre vagy kisütésre szolgál-e.

A kapacitív áramokkal működtetett relés áramkörök tervezése — a fentiek szerint — két fő fázisból tevődik össze. Ezek:

- a hárompólusú logikai hálózatok tervezésének és szerkesztésének elvégzése, és
- a relék működtető áramkörének kiegészítése a tartás és elengedtetés milyensége szerint.

**Hárompólusú logikai hálózatok tervezése és szerkesztése**

Abból a felismerésből, hogy a kapacitív árammal működtetett kapcsolók vezérlését végző hálózat hárompólusú, s ennek kimenetén a bemeneteken betáplált  $U_1$  és  $U_0$  feszültségek közül minden időben vagy az egyiknek, vagy a másiknak jelen kell lennie következik, hogy a szóban forgó két kapcsolóhálózat egymás negatívja.

Mint reprezentatív elrendezést bemutatjuk e célból a COS/MOS NOR kaput (6a ábra), amely volta-képpen 3 p típusú és 3 n típusú tranzisztorból összeállított logikai hálózat.

A 6b ábra relés érintkező-hálózat képében mutatja ugyanezt a hárompólusú logikai hálózatot, s jól kife-

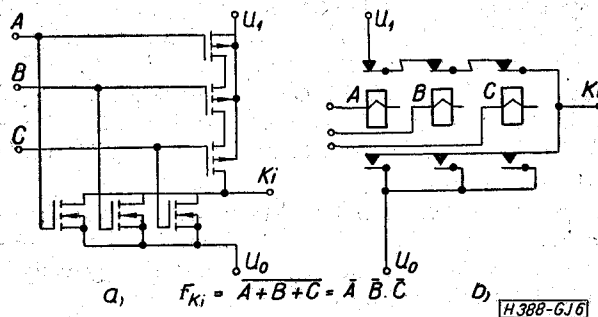
jezi, hogy a p és n típusú kétpólusú hálózatok egymás negatívjai.

A COS/MOS áramköri elrendezésben a hárompólusú egyesített két kétpólusú hálózat más alakban nem rendezhető, mert az egyes kapcsolóelemek működtetési feltételei megszábják a kapcsolóelem helyét. A hárompólusú relés hálózatokban azonban lehetőség nyílik egyszerűbb elrendezés kialakítására.

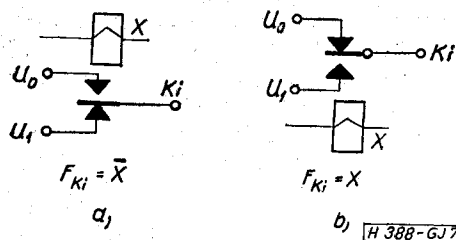
Ismeretes ugyanis, hogy bármely érintkező-hálózat saját negatívjával olyan hárompólusban egyesíthető, amely csupa váltó érintkezőből épül fel [4]. Az ilyen ún. feszültségkapcsoló hálózatok gyakorlatban is végrehajtható szerkesztése három egyszerű szabály betartásával végezhető [5, 6].

A hárompólusú érintkező-hálózat építőeleme a váltóérintkező. Ez utóbbit — amelyet elemi kapcsoló egységnek nevezünk — két bemenetén  $U_1$  és  $U_0$  feszültséggel táplálunk olyan polaritásban, amely a kimenő jel kívánt értékét és a relé működtető jelének értékét egyidejűleg tekintetbe veszi. Ezen az alapon az elemi kapcsolóegységet célszerűen kétféle elrendezésben szerepeltetjük a 7. ábra szerint.

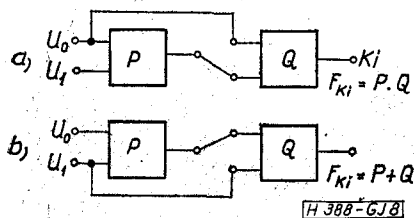
Két tetszőleges hárompólusú érintkező-hálózat soros kapcsolását azáltal valósítjuk meg, hogy az első hárompólus kimenetéről a második hárompólus  $U_1$ -gyel táplált bemenetére csatlakozunk, a két  $U_0$ -ra kapcsolt bemenetet pedig közösítjük (8a ábra).



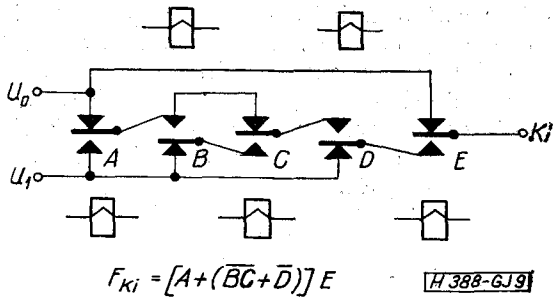
6. ábra



7. ábra



8. ábra



9. ábra

Két tetszőleges hárompólus párhuzamos kapcsolásakor az első kimenetéről a második  $U_0$ -al táplált bemenetére csatlakozunk, és az  $U_1$  táplálású bemeneteket közösítjük (8b ábra).

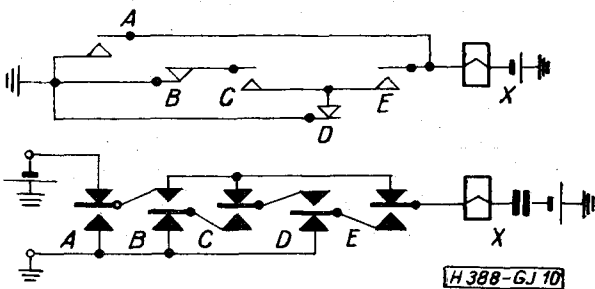
A 9. ábra egy — a felsorolt három szabály betartásával szerkesztett — hárompólusú logikai hálózatot mutat.

A kapacitív árammal működtetett logikai áramkörök tervezése az elmondottak szerint hárompólusú érintkező-hálózatok tervezését és szerkesztését kívánja bemutatni. A relés áramkörök tervezői azonban a klasszikus relés áramkörökben kétpólusokkal dolgoznak. Ha a tervezés matematikai apparátus felhasználásával történik, az imént felsorolt szabályok betartásával gyorsan lehet célhoz érni azáltal, hogy a logikai függvények alapján egyenesen hárompólusokat szerkesztünk. Ha azonban részben vagy teljes egészében spekulatív úton folyt a tervezés, a reléket vezérlő kétpólusokból utólag kell hárompólusokat szerkeszteni.

Ez a transzformációs munka — lényegét tekintve — ugyancsak az említett három szabály felhasználásával történik. Kiegészítésül a következő megjegyzések vehetők figyelembe:

— a kétpólusú hálózat érintkező-párjai állapotuk szerint a 7. ábrán feltüntetett két formációban épülnek be a hárompólusú hálózatba, azaz a nyugalmi érintkező a 7a ábra, a munkaérintkező pedig 7b ábra szerint rajzolendő,

— az így rögzített hárompólusú elemi kapcsolókat a kétpólusú hálózat logikai elrendezése szerint kapcsoljuk sorosan és párhuzamosan. Ezt a szerkesztő munkát gépiesen is lehet végezni. A 10. ábrán bemutatott kétpólus esetében pl. úgy, hogy kezdjük a kapcsolók elrendezését a baloldalt legfelül szereplő kontaktussal, és befejezzük a jobboldalt álló legalsóval.

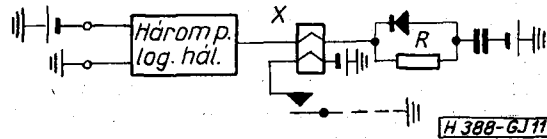


10. ábra

A tartás és elengedtetés kérdései

Mint korábban rámutattunk, alapvetően három változat jöhet szóba. Ezek közül a tartó tekercs alkalmazása és a mágneses tapadással létesített tartás a gyakorlatban azonos jelenségeket mutat, és elvben is azonos módon kezelhető (11. ábra). Jellemzője, hogy a tartásra felhasznált gerjesztés szükséges mértéke csak töredéke a meghúzható gerjesztésnek. A tartás és elengedtetés megoldásának alapjául éppen ez a tény szolgál. A 11. ábra elrendezése kifejezi, hogy a relé meghúzható áramköre a kondenzátor feltöltésekor az egyenirányítón át, ellentétes irányú, elengedtető árama pedig — a kondenzátor kisütésekor — az  $R$  ellenálláson át záródik. A közbeeső időszakban a tartó gerjesztést a tartó tekercs adja, amely természetesen a meghúzható gerjesztéssel azonos irányú, de csupán mintegy harmad annyi erősségű mágnesezést létesít. Az elengedés időszakában ezt az utóbbit közömbösíti a működtető tekercsen átfolyó, az  $R$  ellenállással szabályozott erősségű áram.

A tartás mechanikus szerkezeti megoldását egy olyan — igen korszerű — relékonstrukcióval (BHG) kapcsolatban mutatjuk be, amelynek három stabil



11. ábra



12. ábra

állapota van: kettő a relé elengedett állapotában, a harmadik a meghúzott állapotban áll fenn. A meghúzott állapotot — átmenetinek tekintve — csupán arra használjuk fel, hogy annak fennállása alatt egy mechanikus kijelölést végezzünk arra nézve, hogy a két fő alapállapot közül melyik jön létre a horgony elengedésekor. Ezt a kijelölő műveletet egy több-kevesebb relére közös mágnes működtetésével végezzük.

A 12. ábra jól szemlélteti, hogy ilyen reléekkel felépített áramkörök esetében az  $X$  relé meghúzása a hárompólusú hálózaton át közvetlenül történik, elengedtetése pedig minden esetben együttjár a több relére nézve közös  $J$  relé működtetésével. Ez utóbbi gondoskodik arról, hogy az  $X$  relének a kondenzátor kisütésekor bekövetkező meghúzása után egy külön vezérlési művelettel meghatározott alapállapota jöjjön létre. A másik alapállapot a kondenzátor töltő áramával létrehozott meghúzást követően önműködően áll elő.

Végezetül felsorolunk néhány észrevételt a gyakorlati alkalmazás aspektusából.

Elsőként hangsúlyozni kell, hogy a kapacitív áramú működtetési mód a relétechnikában többletkiadással jár. Mindenekelőtt növekszik a kontaktusok száma, s szükség van nagy élettartamú és nagy igénybevételeket tűrő, viszonylag nagy kapacitású kondenzátorokra. Növekszik tehát az áramkör térfogatigénye. Mint megtakarítás jelentkezik hardware vonalon a tekercs nyersanyagigényének csökkenése és a tekercsgyártás egyszerűsítése.

A nyersanyagigények csökkentése érdekében s ezzel szoros összefüggésben a tekercs pillanatnyi túlterhelhetőségének kihasználására az ismert kapcsolástechnikai megoldások nem nyújtanak átfogó módszereket. A tárgyalt eljárás a relék konstrukciós fejlesztésében éppen ezért új irányokat jelöl meg.

Az áramkörök üzemi jellemzői közül említést érdemel, hogy a kapcsolások üzemszerű viszonyok között szikrammentesek, mert a kontaktusok átváltása idején a szétkapcsolódó kontaktusok között nincs feszültségkülönbség. Ez a tény kedvező kihatással lehet az érintkezők kialakítására.

A kapcsolástechnikában egyre gyakrabban jelennek meg relék olyan szerepkörben, ahol a felépített kapcsolatok tartós fenntartásának igénye merül fel. Ilyen esetekben nem fér kétség a kapacitív áramú működtetés hasznosságához. Rövid ideig és ritkán működő relék esetében azonban kívánatos a gazdaságossági mérlegelés.

## IRODALOM

- [1] Hbover, M. V.: An introduction to COS/MOS integrated-circuits and their applications in digital-circuits systems. Alfred Neye-Enatechnik, Quickborn — Hamburg, 1971.
- [2] Gardner, P. D.—Afrons, R. W.: Interaction of technology and performance in complementary symmetry MOS integrated circuits. Alfred Neye-Enatechnik, Quickborn—Hamburg, 1971.
- [3] Gál J.: Új eljárás mozgó elemektől mentes logikai áramkörök megvalósítására. Híradástechnika, 1965. 10. sz.
- [4] Keister, W.—Ritchie, A. E.—Washburn, S. H.: The design of switching circuits. New-York, Van Nostrand Co. 1951.
- [5] Gál J.: Feszültségkapcsoló logikai áramkörök tervezése. Híradástechnika, 1965. 12. sz.
- [6] Gál J.: Kapcsolásalgebra bevezetése a pneumatikus logikai hálózatok tervezésébe. Gép, 1971. 12. sz.