

HÍRADÁSTECHNIKA

Elektromechanikai kapcsolóelemek az elektronikában

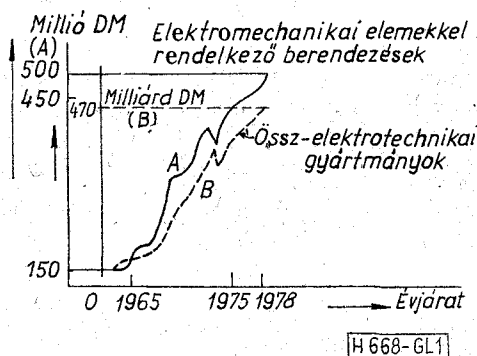
GUDENUS LÁSZLÓNÉ
BHG Híradástechnikai Vállalat

A technika haladásának megváltozott körülményei mind a műszaki fejlesztőkre, mind a gyártókra állandóan új feladatokat rónak. Ez a folyamat soha nem zárul le.

A közelmúltban legjelentősebb irányzatnak az elektronika felfutása bizonyult. Ez a meredek folyamat főleg a félvezető technika ugrásszerű fejlődéséből adódott. Ez az adottság a hagyományos elektromechanikai alkatrészek, elsősorban az elektromechanikus relék számára nemcsak a funkciók koncentrációját szabta meg feladatuk, hanem azt is, hogy az átalakult követelményekhez illesztve be kell törniük az elektronikai építő elemek sorába. A technikai fejlődés szükségessége mellérendelt feladatkört jelölt ki számukra.

A félvezetők hegemoniája nem jelenthet olyan irányú kategorikus elhatározást, hogy minden lehetséges szolgáltatást — mindenáron — csak félvezetővel oldjunk meg. Az elméletileg — „teljesen elektronikus” — kapcsolásokban is megvan a megfelelően adaptált elektromechanikai kapcsolóelemek helye. Példaként bemutatjuk a Német Szövetségi Köztársaság össz-elektrotechnikai gyártmányainak fejlődését, párhuzamosan az elektromechanikai elemekkel (relé) rendelkező berendezésekkel (1. ábra).

Beérkezett: 1979. V. 2.



1. ábra. Összehasonlítás össz-elektrotechnikai és elektromechanikai kapcsolóelemekkel rendelkező berendezések között

Elektromechanikus relék helyzete és létjogosultsága az elektronikában, előnyös tulajdonságaik alapján

Régebben volt olyan felfogás, hogy a relétechnika fejlődésének a félvezető technológia haladása miatt vissza kell szorulnia. Az ún. tiszta elektronikus megoldás elmélete téves felfogáshoz vezethet. Nem elhanyagolható a relék feszültségoldó és biztonságos kapcsolást létrehozó — mindamellett — gazdaságos működési tulajdonsága. Például a nagymértékben integrált félvezető kapcsolásokból felépülő mikroprocesszor mind széles körű alkalmazást nyer. Mindenütt, ahol a mikroprocesszorral külső végrehajtó szerkezetet kell vezérelni, külön kapcsoló szervre van szükség. Ez pedig éppen a relé lehet.

Magasabb biztonsági követelmények melletti kapcsolásoknál mindig nagy jelentőségű a hálózati feszültségek leválasztása az emberek és technikai berendezések védelmére. Biztonsági berendezések és jelzések céljaira — munkagépeknél — egy rövidzár megakadályozása — külső kapcsolásokkal — életvédelmet jelent.

Természetesen a relék tartományában nem rejlenek olyan tulajdonságok, hogy a messzemenően integrált félvezető elemekkel teljesen egyenrangúvá tehetők. De megvannak az adottságok arra, hogy mellérendelt építőelemek legyenek, megfelelő technológiai és konstrukciós kialakításban. Ehhez tartozik a műszaki adatoknak és a mechanikai felépítésnek a modern elektronikai követelményekhez való illesztése. Az alkatrészek integrációjának fejlődésével mindig komplexebb kapcsolások kerülnek előtérbe. Ezen mértékkel mérve a relék felé támasztott kapcsolási követelmények mindig differenciáltabbak lesznek. Ez adódik a különböző felhasználási területek szerint:

- légi közlekedés;
- híradástechnika;
- mérés-technika;
- járműipar;
- hőmérséklet-szabályozók;
- háztartási gépek;
- adatfeldolgozás (számítógépes technika);
- irodagépek;
- orvosi műszerek;

- kémiai felhasználás;
- stúdióberendezések;
- erősáramú közlekedési berendezések;
- játékautomaták stb.

Világviszonylatban számtalan felépítésű relétípus él. Ebből kell a legmegfelelőbbet kiválasztani (az optimális méretezés szerinti kiválasztás elvét lásd később, számítógépes modellen). A kiválasztást befolyásolja még, hogy nemzetközi és országos előírások őröködnék a biztonságos galvanikus bontás felett, amely az emberéleteket is védi. Legfejlettebb az elektronikai felhasználású relétechnikában: Japán, USA és az NSZK.

Az elektronikával együttműködő relé, illetve elektromechanikus kapcsolóelemmel szemben támasztott követelmények és jellemzők:

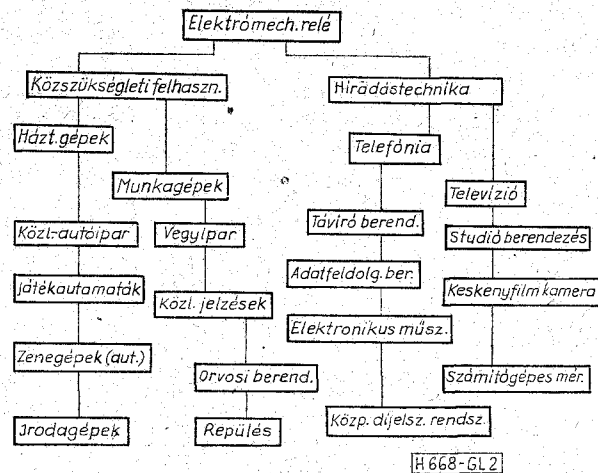
- nyomtatott áramköri kivitel,
- kis geometriai méretek,
- optimális szigetelés,
- villamos szilárdság tekercs és kontaktus között: felhasználási területtől függően 0,5–4 KV eff. erősáramú alkalmazás esetén ennél is nagyobb, csekély teljesítményfelvétel,
- magas kapcsoló áramimpulzusok (pl. lámpa- és C-terhelésre),
- magas tartósáram-igénybevétel az érintkezőkön,
- a nemzetközi és hazai szabványok biztonsági előírásainak való megfelelés,
- különböző érintkező anyagok, amelyeknél az optimális illesztés az extrém kapcsolási feladatokat is kielégíti,
- széles hőmérsékleti tartomány,
- magas érintkező nyomás,
- szigorú rázás és ütésállóság,
- nagy élettartam (mech. és terhelés alatti),
- gazdaságosság.

Felhasználási területek

A felsorolt tulajdonságokat a megfelelő helyen felhasználva az elektronikához adaptált elektro-mechanikai relének a legfontosabb felhasználási területeit vázoljuk fel (2. ábra).

Ez a nagy felhasználási terület mindig összetettebb, vagy differenciáltabb feladatokat ró a relékre, ha az elektronika melletti létjogosultságát fenn akarja tartani. Ilyen reléváltozatok, illetve tulajdonságok a következők:

- relék igen nagy jeladási biztonsággal, főleg vasútbiztosító berendezéseknél vagy járművek vezérlésénél, ahol egy téves működés életveszélyes helyzetet teremtene;
- magas teljesítményerősítésű relék. Ha a logikai vezérlésben meghibásodás áll elő, pl. egy mikroprocesszornál, akkor fizikai beavatkozás elérésére érzékeny teljesítménykapcsolók szükségesek (alarm és átkapcsoló áramköröknél);
- relék, melyek egy központi információt könnyen és gazdaságosan, több független kimeneti áramkörbe továbbítanak: pl. a híradástechnikában;



2. ábra. Az elektromechanikai relé főbb felhasználási területeinek tömbvázlata

- relék, amelyek extrém fizikai körülmények között képesek kapcsolni: alacsony és magas kapcs. feszültség és körny. hőmérséklet mellett, ami pl. elkerülhetetlen a járműiparban;
- relék, melyek információkat tudnak energiaodavezetés nélkül tárolni, és zavaró frekvenciákkal szemben igen érzéketlenek. Ez fontos a nem hálózati (teleppótlós) táplálású berendezéseknél vagy körvezérlésű helyeken.

Az elektronikával együttműködő reléknek egyértelmű közvetlen kapcsolási kritériumaik vannak: a digitáltechnika éppen ilyen építőelemet kíván.

- A relé optimálisan illeszthető legyen adott kapcsolási feladatokhoz: egy relékontaktus kapcsolhat egyen-, váltó vagy éppen, HF- (nagy fr.) áramokat, ohmos vagy induktív terhelést.
- Nem utolsósorban játszik azonban szerepet a technika mellett a gazdaságosság. Optimális áramköri kialakításban, amely a teljesítményre, minőségre, megbízhatóságra, árra, de főleg az elektronikus áramkörökben alkalmazható felépítésre vonatkozik, a relé a jövőben is elkerülhetetlen építőelemnek látszik a kapcsolási feladatok realizálásánál.

További alkalmazási területek:

- A rohamosan fejlődő közlekedési sűrűség a jelzőtechnika elé mindig komplexebb feladatokat állít. Az erősáramú közlekedési berendezések elektronikájában is feltalálhatók a relék a fokozatkapcsolónál, fényszórók kapcsolásánál, benzinpumpáknál és villogó jelzéseknél.
- A távolbalátó technikában, színes televíziókészülékekénél video-rekorderekben, stereo berendezéseknél és hangrögzítő egységekben.
- A háztartási gépek modern technikájában a mosó- és mosogatógépeknél lassan kizárólag elektronikus programkapcsolókat találunk, amelyek szintén elektromechanikai kapcsolóelemek. Kimenetükön relék alkalmazása célszerű, nem utolsósorban a magas biztonsági követelmények miatt.

- A légi forgalom biztonságos szolgálatában is relék működnek közre: segítik a navigációt, vezérlik a repülőtér-megvilágítást, a repülőtéri biztonsági berendezéseket, de közvetlenül a repülőgép vezérlési és kapcsolási folyamataiban is részt vesznek (amelyek már jórészt ma elektronizálva vannak).
- Modern alkalmazási területe a reléknek az adatfeldolgozás. Biztonságosan kapcsolják a perifériaegységeket az adatfeldolgozó berendezéseknél.
- Gyógyászati berendezésekben, orvosi elektromos, illetve elektronikus eszközöknél, mint közvetlen betegellátó, vizsgáló műszereknél vagy röntgenberendezéseknél a legmagasabb megbízhatóság igénye áll fenn a relékkel szemben, amelyek azt képesek kielégíteni.

A gazdaságosan is gondolkodó elektronikus mérnököt a következő kérdések is foglalkoztatják:

$$\eta = \frac{\Sigma \text{kapcsolt teljesítmény a kontaktusokra (VA)}}{\text{disszipált igénybevételi teljesítmény (W)} \times \text{reléköbtartalom (cm}^3\text{)}}$$

A relé élettartama e hatásossági tényezőnek a függvénye.

A fő oka, hogy a relétechnika sok vonatkozásban előtérbe kerül az, hogy több integrált funkcióra kihasználható. Csak miniatürizálni és ósrégi koncepciókat fenntartani nem érdemes, de kontaktusnyomással mágneses energiát megtakarítani, hőmérsékletérzékeny építőelemek helyett alkalmazni: gazdaságos felhasználás.

A mikroelektronikában jól hasznosítható értékek:

- kapcs. és pergési idő < 0,3 ms,
- kapcs. szám > 10⁸ működés,
- ütésállóság > 100 g,
- igénybevételi telj. < 40 mW.

A kapcsolási időknek msec, vagy az alatti tartományban kell lenniük, és ha az érintkezők nem elválaszthatók, nem integrálhatók kívánság szerint, a félvezetős kapcs. rendszerben nincs létjogosultságuk.

A relé lexikon az alábbi címszavak szerint határozza meg, milyen alapvető tulajdonságokkal kell az elektronikában versenyképes relének rendelkeznie:

- magas kontaktusátadás-szám (működésszám),
- kicsiny kontaktusadás-ellenállás (átmeneti ellenállás),
- hatásos mágneskör,
- polarizált relé,
- reed relé,
- gazdaságos kilátások,
- magas megbízhatóság,
- sokrétű megbízhatósági tényezők.

Ezek után legszemléletesebben egy összehasonlító táblázatban tekinthetjük át mindazokat a műszaki paramétereket és tulajdonságokat, amelyek leginkább tükrözik egy építőelem létjogosultságát és félvezetőkhöz mért helyét az elektronikában (1. táblázat). Ezen sokrétű tulajdonságokon kívül el kell is-

- Mennyi energiát igényel egy biztonságos kapcsolási folyamat?
- Milyen a megengedett hőmérséklet-intervallum?
- Az elektromechanikus építőelem melegezése zavarja-e a szomszédos teljesen elektronikus alkatrészeket?
- Milyen működési igénybevétel után várhatóak téves kapcsolások?

A legtöbb adatszolgáltatás nem ad lehetőséget e kérdések megválaszolására, annak ellenére, hogy ilyen magas információs értéket képvisel.

A relé hatásosságukban és hasznosságuk értékében erősen különböznek más szerelvényektől. Egy relé hatásossági tényezője: maximális kontaktusterhelés, az érintkezők száma és a teljesítménnyel összefüggő konstrukciós felépítésének figyelembevételével, a következő formulából adódik:

merni, hogy az elektromechanikai kapcsolóelem (relé) hatásossága nemcsak a bevitt elektromos energiának a mechanikai munkába (kapcsolás) való átmenetéből, hanem azokból a tényezőkből is adódik, amelyek a kontaktusadás biztonságát és megbízhatóságát befolyásolják.

A hatásosság és a megbízhatóság emelése a modern konstrukciójú, miniatürizált, nyomtatott áramköri szerelésre alkalmas elektromechanikai kapcsolóelemek (főleg relék) árát természetszerűleg arányosan megnövelik.

Gondos mérlegelés tárgyát kell tehát képeznie, hogy relés vagy tiszta félvezetős kapcsolások kerüljenek esetenként alkalmazásra. Ez az elvégzendő kapcsolási feladattól függ:

- Melyik kapcsolóelemmel, milyen hatásfokkal oldható meg úgy, hogy a gyártmány szempontjából gazdaságos is legyen.

Az elektromechanikus kapcsolóelemek konstrukciókialakításában a változtatás szükségszerűsége az elektromos berendezéseknél bekövetkezett termékváltás természetes folyamánya. (Beleértve a híradástechnikát.)

A régi és új rendszerek közötti lényeges különbségek, amelyek főleg

rendszertехnikai,	alkalmazástechnikai,
strukturális,	rugalmassági,
technológiai,	modularitási,
helyszükségleti,	megbízhatósági

szempontból jelentkeznek, új feladatokat és új konstruktív formákat kívánnak az elektromechanikai kapcsolóelemektől. Ezen gyűjtőnéven:

- alacsony és nagyfrekvenciás dugaszokat, csatlakozókat,
- nyomógombokat, billentyűket, érintkezős kapcsolókat,

Összehasonlító táblázat a klasszikus-modern elektronikus relé és a tranzisztor között

Műszaki tulajdonság, jel. paraméter	Klasszikus relé		Tranzisztor- pár	Modern, elektronikával együttműk.			Célszerű alkal- mazás
	norm. rugós	Reed-relé		Reed-relé 1 záró	Reed 1 váltó	modern kártyajel- fogó	
Átmeneti ellenállás Ω	< 0,05	0,05	5	0,15	0,06	< 0,03	relé, spec.
Kont. kapcs. pF	< 5	< 1	< 10	< 1,5	< 3	< 4	relé, spec.
Kapcsolási idő ms	< 10	< 1	< 0,001	< 0,5	< 0,7	< 5	relé, spec.
Pergési idő ms	< 10	< 1	0	< 0,3	< 0,1— —0,2	< 0,1	tranzisztor
Kapcsolási teljesítmény W	< 30	< 10	< 0,1	< 5	< 20	< 100	relé, spec.
Kapcsolási idő-befolyásolhatóság	nehézkés		kiválóan lehetséges	lehetséges			tranzisztor
Tartós terhelés mW		> 100	< 10	> 20	> 20—0	> 20—0	relé, spec.
Elektromos szilárdság	magas, nem megh.		védő diód.	nem megh., magas			relé
Útésállóság g		< 10	< 100	< 30	< 100	< 50	tranzisztor
Helyszükséglet cm ³ /koht.	8	5	0,5—2,5	0,8	1	0,8	tranzisztor relé, spec.
Kontaktusváltozatosság	igen	igen	nem	igen	igen	igen	relé
Súly/kont. p		> 100	< 10	< 1,3	2,5	1,75	relé
Nyák- felhasználhatóság	nehezen kivihető		jól megoldható	jól megoldható			spec. konst. relé tranzisztor
Beolvadás a mikroelektronikába	nem lehetséges		igen jó	lehetséges, de nem integrálható			tranzisztor
Működési élettartam	10 ⁶ —10 ⁸		nincs el- használódás	2·10 ⁸ —10 ⁸			tranzisztor
Túlterhelhetőség	lehetséges		igen behatá- rolt	lehetséges			relé
Sugárzási befolyás	nem észrevehető		jelentős	nem figyelemreméltó			relé
Kapcsolási viszony R _{záró} /R _{átm.}	10 ¹¹	2 × 10 ¹¹	2·10 ⁶	6,6 × 10 ⁹	1,67· 10 ¹¹	3,3· 10 ¹²	relé, spec.
Záróellenállás		10 ¹⁰	10 ⁷	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹²	relé
Igénybevételi teljesítmény mW	100—2000	> 100	1—100	60	40—70	40—80	tranzisztor
Kábelezhetőség	nehézkés		könnyű	könnyű			spec. relé tranzisztor
Hasznos/zavaró áram	majdnem korlátlan		beszűkített dinamika	majdnem korlátlan			relé
Energiabefolyás-irány	egysíkú		nem azonos	egysíkú			relé
Bemenet/kimenet telj.	kiváló		legtöbbször galv. össze- kötve	kiváló			relé, spec.
A kapcs. állapot táplálása			korlátozott	jó	jó		relé, spec.
Hatásosság η^*	37	20	2—200	104	225— —500	1540— —3125	relé, spec.

— de elsősorban reléket és ezeknek a megváltozott körülményeknek megfelelően átalakított formáját (pl. Solid State Relay)

kívánok értelmezni. Mindezekből az elektronikus (félvezető) elemek mellé rendelve csakis méretükben, megbízhatóságban, formai és esztétikai kivitelben és a rendeltetéshez mért szolgáltatásokban beilleszkedő elem vagy szerelvény alkalmazható. A továbbiakban néhány, az elmondott feltételek kielégítését jól közelítő típust ismertetünk.

Elektronikus vezérléssel működő jellemző relétípusok

Az elektronika valódi partnerévé fejlődött elektromechanikai kapcsolóelemeket leginkább egy-egy jellemző, elektronikával együtt működő típus bemutatásával tudjuk érzékeltetni. Először a leglényesebb szerelvény, a relé fejlődését kísérjük figyelemmel, majd egyéb, kevésbé összetett szerelvényekkel is foglalkozunk: pl. kapcsoló, nyomógomb, billentyű, taster stb. Nemcsak miniaturizált nyomtatott áramköri kivitelű vagy gyorsított időműködésű (vagy reed) jelfogókat tárgyalunk, hiszen ezek általában már ismertek, hanem egy elektronikus vezérlésű relé optimális működési paraméterekkel történő mérete-

zésének közelítő eljárását (számítógépes szimulációs eljárással). Nem lenne teljes ez a tanulmány, ha figyelmen kívül hagynánk korunk teljesen elektronikus relétípusát: a Solid State Relay-t.

Az elektronikában legáltalánosabban felhasznált relétípusok a különböző miniaturizált, nyomtatott áramkörre szerelhető típusok. (Kartenrelais.) — Ezek monostabil és bistabil kivitelben készülnek, az alkalmazott szigetelési és kontaktuskiképzési módtól függetlenül akár 15 A kapcsolható áramra. A méretek csökkentésével a vasmagbelső tömegének csökkentése lényeges gyorsulást jelent a működésben, de ez természetesen további technológiai fejlesztést igényel. A biztonságos kontaktusadás, illetve az érintkezők áramterhelhetősége ugyancsak behatárolja a körültekintő érintkezőanyag kiválasztását. Ugyanez áll a szigetelőanyagok megválasztására is.

Tájékoztatásul táblázatba foglalt összehasonlító adatokat mutatunk be néhány tipikusan elektronikus áramkör-felhasználásra tervezett, lapos, új nyomtatott áramköri miniatűr reléről. (Hazai hasonló konstrukciók hiányában a bemutatott típusok külföldiek.)

Az elektronika és az automatika mechanikai relépartnera a reed-relé. Ez a típus már nem új, eleinte quasidelektronikus relének is nevezték. Részletes tár-

2. táblázat

Kontaktusanyagok fizikai tulajdonságai

Anyag	Sűrűség kg m ³	Brinell keménység N mm ²	Rugalmas- sági modu- lus N mm ²	Fajlagos elektromos ellenállás Ω·cm	Hővezető képesség W m·K	Olvadási hőmérs. °C	Oxidációs hajlam
Alumínium	2 700	4,9·10 ⁸	6,9·10 ¹⁰	3·10 ⁻⁶	210	658	5
Arany Au	19 290	6,4·10 ⁸	7·10 ¹⁰	2,3·10 ⁻⁶	310	1063	0
Réz Cu	8 300	4,1·10 ⁸	10,8·10 ¹⁰	1,75·10 ⁻⁶	372	1083	4
Bronz 90 Cu 10 Sn	8 700	6,9·10 ⁸	10,8·10 ¹⁰	18·10 ⁻⁶	50	950	2
Beryll Br 97,6 Cu 2,4 Be	8 200	23,6·10 ⁸	12,3·10 ¹⁰	8·10 ⁻⁶	150		
Konstantán 54 Cu 46 Ni	8 900	6,9·10 ⁸	16,7·10 ¹⁰	50·10 ⁻⁶	22,6	1270	3
Messing 60 Cu 40 Zn	8 400	9,8·10 ⁸	9,8·10 ¹⁰	8,5·10 ⁻⁶	90	900	5
Nikkel Ni	8 800	14,7·10 ⁸	19,6·10 ¹⁰	8,6·10 ⁻⁶	57,1	1455	4
Krómnikkel 62 Ni 15 Cr 23 Fe	8 200	7,75·10 ⁸		112·10 ⁻⁶	12	1390	
Platina Pt	14 000 19 000	6,4·10 ⁸	12,8·10 ¹⁰	12·10 ⁻⁶	71,2	1773	0
Rhódium Rh	12 400	15,3·10 ⁸	2,94·10 ¹⁰	5,1·10 ⁻⁶	84	1966	
Ezüst Ag	10 500	4,2·10 ⁸	6,9·10 ¹⁰	1,65·10 ⁻⁶	410	960	
Cink Zn	7 130	4,4·10 ⁸	8,8·10 ¹⁰	6,2·10 ⁻⁶	12,77	419	
Ön Sn	7 280	0,52·10 ⁸	4,9·10 ¹⁰	11,2·10 ⁻⁶	64	232	

Szigetelőanyagok fizikai tulajdonságai

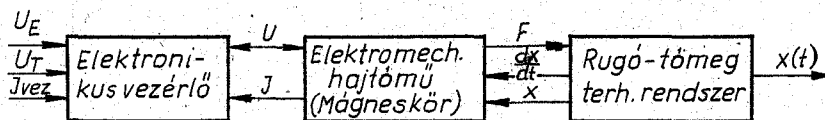
Kémiai állóképesség, különb. anyagokra						Szig. anyag-típus	Megnevezés	Sűrűség kg/m ³	Tartós meleg igénybevétel °C	Max. vízfelvétel		Belső ellenállás		Dielekt. veszt. tényező		Villamos szilárdság kV/m
Víz	Cyenge savak	Cyenge lúgok	Benzol	Benzin	Ásványolaj					mg	%	száraz Ω	nedr. Ω	800 Hz %	1 MHz %	
+	○	○	+	+	+	Duroplast (Hőre keményedő)	Típus—31	1400	100	180		10 ¹⁰	10-	30	5	17
+	○	○	+	+	+		Típus—31,5	1400	100	180		10 ¹²	10 ¹²	10	3	15
+	○	○	+	+	+		Típus—157	1700		200				50		9
+	○	○	+	+			Melamin üvegszál	1850		70		10 ¹¹				
+	+	+					Diait. Nr. Fs80	1880	245	50	0,2			0,81	1,1	> 15
+	+	+	-	-	+	Thermoplast (Hőre lágyuló)	Típus—501	1055	65	< 0,1	> 10 ¹⁴	> 10 ¹⁴	< 0,04	0,03	55	
+	+	+	-	-	○		Típus—502	1050	75	2	> 10 ¹⁴	> 10 ¹⁴	< 0,03	< 0,03	50	
+	+	+	-	-	-		Lupaion 81—OH	918	79			10 ¹⁴		0,033	< 0,03	
+	+	+	○	○	○		Hostalon GC 6400	960	80	< 0,2	10 ¹⁸	> 10 ¹⁴		> 0,05	50	
+	+	+	○	-	+		Hostalon PPN	900	100	0,09	10 ¹⁸	> 10 ¹⁴		> 0,09	80	
+	+	+	-	+	+		Plexigumi 6N	1180	75					3	40	
+	+	+	+	+	+		Ultromid S	1070	90	< 4				8	51	
+	○	+	+	+	+		Durethon BK2—8F	1130	120	345		10 ¹⁴	> 10 ¹⁰	3,6	4	34
+	+	+	+	+	+		Makrolon 3000	1200	135	10	0,4	> 10 ¹⁴	> 10 ¹⁵	0,13	1,1	27

gyalása helyett néhány, világviszonylatban ismert cég által gyártott típus főbb adatait foglaljuk össze.

Számtalan esetben alkalmaznak elektronikus vezérlést valamely elektromechanikus kapcsolóelemre, ezért levezetünk — modell alapján — egy számítógépes szimulációs és optimalizálási eljárást elektromechanikus szerelvények tervezéséhez. Az elektromechanikai kapcsolóelemeknél teljesítmény- és megbízhatósági követelmények a méretezésüknél megkívánják, hogy nem lineáris elemekkel és pergési folyamatokkal is számoljunk. A formulákkal való számolásnak a statikus leképezésnél több jelentése nem lehetséges. Ezért hasznos és szükségesnek látszik a dinamikus folyamatok méretezéséhez nem — lineáris differenciál — egyenletekhez folyamodni. Módszerként kínálkozik a digitális szimuláció az optimális kiválasztás elvével kapcsolatban. Például: a program kidolgozásánál célkitűzésként vehetjük, hogy a horgony „X” mozgása magas frekvenciával történik. Ehhez három kapcsolódó funkcionális rész paramétereinek figyelembevétele szükséges (3. ábra):

- elektronikus vezérlés,
- elektromechanikus energiahordozó (mágneskör),
- terhelési rendszer.

A 4. ábra szerinti C kondenzátort R_1 ellenálláson át az U_E megemelt feszültségre kötjük. A T_1 tranzisztor bekapcsolása után magas I áramimpulzus adódik, és ezáltal az „mA”-tömegű horgony nagy kezdősebességre tesz szert, ami a meghúzási idő lecsökkentéséhez vezet. Miután a C kondenzátor kiűlt, beáll a tartófeszültség (U_T) az R_3 ellenálláson és D_3 diódán át, hogy a horgony tovább tartva maradjon. T_1 tranzisztort lekapcsolódása után következik a csak erre az időpontra működő D_1 dióda nyitása, és a D_2 Zener-dióda közelítőleg konstans U_Z feszültséget állít be. Ez csökkenti az átmagnesezési időt, és elnyomja a zavarfeszültséget, a tranzisztornál, kikapcsoláskor. A terhelési rendszert az A_1 és A_2 mozgó felület képezi, és a horgonyt C_B előfeszített rugó terheli (majd kiinduló helyzetbe



H.668-GL3

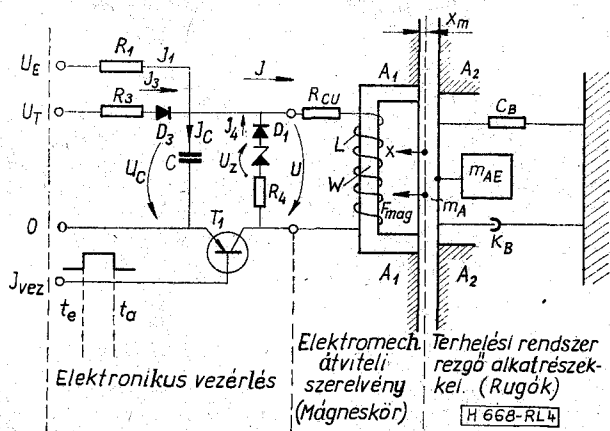
3. ábra. Elektronikusan vezérelt elektromechanikus modell tömbvázlata

Összeállítás korszerű nyomtatott áramköri kivitelű KARTENRELAIS miniatűr jelfogók műszaki jellemzőiről

Eléltípus a gyártó cég megnevezésével	TE-relé SDS Elektr.	DX ₂ relé SDS Elektr.	NF ₂ SDS NF ₄ Elektr.	HB ₁ ; HB ₂ SDS Elektr.	HA-relé SDS Elektr.	S ₂ ; S ₂ L; S ₂ -L ₂ S ₃ ; S ₄ ; S ₄ L; SDS Elektro			NC ₂ ; NC ₂ L; NC ₄ NC ₄ -L; NC ₄ -L ₂ SDS Elektro.		KARTENRELAIS (Kártyajelfogó)						Kártyajelfogó KARTEN- RELAIS BAV 121, 122 LM ERICSSON
						N	P	SN	SP	R	R IMP RELÉ	SIEMENS					
Érintkezők száma	V	2 V	2 V 4 V	2V	V	2z 2b	3z 3b	4z	2 V 4 V	2 V	2 V	6 V	6 V	1 V	1 V	(4z) 2z, 2b	
Max. bekapcs. áram A	3	3	8	5	6	10			15	120; 0,2	2, 0, 2	3, 0, 2	3, 0, 2	15	15	2	
Tartós áram A	2	2	2	2	3	5			8	1-2	1-2	1-2	1-2	8	8	1	
Max. kapcs. fesz. V	110(220)	220	220	30(125)	30(250)	250			250	110, 24	110, 24	250, 24	250, 24	250	250	60	
Max. kapcs. telj. W (VA)	20(30)	30(50)	60(100)	60(125)	90(750)	100(1000)			120(1250)	30,5	30,5	100,5	100,5	35-310	35-310	50	
Érint. nyomás cN	5	6	8			15						10	10	15	15	15	
Érintk. átm. ell. mΩ	100	50	50	100	100	30			50								
Megh. idő ms	609 S 420 S	2	12	5	10	5	5	4	10	8	8	8	7	6	Imp. idő	5	
Eleng idő ms	0,03 S -120 S	1	6	5	10	2			5	6	7	2	6	4	0,01-20 sec.	5	
Pergési idő ms	cca 0,2	1,5	1,5			0,2			2								
Érint. anyag	Rh	Ag+ Au	Ag+ Au	AgNi	AgNi	Ag+ An			AgNi+ Au	Ag ara- nyozva Au	Ag ara- nyozva Au	Ag ara- nyozva Au	Ag ara- nyozva Au	AgCdO	AgCdO	AgPd	
Tekercs fesz. V(n)	24(220)	3,5, 6, 12 18, 24	6, 12, 24 48, 60	3, 5, 6 12, 24	3-24 (6-115)	1, 5, 3, 5, 6, 9 12, 24, 48			60, 110, 3, 5, 6 12, 24, 48								
Tekercsek száma	1	1(2)	1	1	1	1			1,2	2	2	1	2	1	2	6,2-77	
Élettartam	10 ⁶ -10 ⁸	107	102- 5·10 ⁶	2·10 ⁶ 7·10 ⁶	6-10 ⁶ 1,5·10 ⁸	3·107 5·10 ⁶			10 ⁸ -5·10 ⁵	2·10 ⁶	10 ⁸	10 ⁸	107	2·10 ⁷	107	2	
Szig. ellenállás Ω	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ⁸	10 ⁸	10 ¹⁰			10 ⁹								
Villamos szilárdság é/é V	500	500	750	500	750	750			1000	500	500	1000	1000			750	
Villamos szilárdság tek/tes									500	500	500	500				> 750	
Villamos szilárdság é/tek	1000	1000	1000	1000	1500	1500			1500			1000	1000	2500	2500		
Ütésállóság g	50	50	8	10	10	50			10							500ms ⁻²	
Rázásállóság g/Hz	20/2000	20/2000	8/55	10	10	20/1000			5/55							200ms ⁻²	
Geometr. méretek m/m	31,2× 21,8× 10,7	20× 12× 6	29,6× 19,6× 10,8	20× 11× 15,5	26,3× 14× 16,9	28× 12× 10,1			25,4× 38,1× 25,4× 25,4× 10,9 10,9	30,6× 20,8× 11,3	29,6× 19,8× 11,3	39,7× 37,4× 10,2	39,7× 37,4× 10,2	27,9× 24,7× 10,4	27,9× 24,7× 10,4	30×30× 14,7	
Névleges műk. fesz. V										6, 12, 24 36, 48, 60	6, 12, 24 48	6, 12, 24 48, 60	6, 12, 24 48, 60	6, 12, 24 48, 60	6, 12, 24 48, 60	6, 9, 12, 24, 48 60	
Klíma °C	-20 +65	-65 +125	-40 +65	-40 +65	-40 +65	-55/+65			-40/ +70 -40 +55	-40 +70	-25 +70	-40 +70	-40 +70	-40 +70	-40 +70		
Működés/sec										50		30	40	20			
Terhelhetőség W										1,7 (2,2)	1,7 (2,3)	2,5 (3,4)	2,2 (3)	1,2 (1,7)	1,2 (1,7)	2	

Különböző Iteed-relék műszaki adatai

Relétípus a gyártó cég megnevezésével	SDS ELEKTRO			LM ERIOSSON			SIEMENS			HAMLIN miniatűr Reed-relé			HAMLIN HE 621, 622
	A	DA ₁	DA ₂	RAG 603	RAG 611-613	RAG 601-602	DLR	V6	Miniatűr védőgázrelé	DUAL-IN-LINE	HE 831 A05	HE621 822 ^z	
Érintkezők száma	1z	1z 2z		1z	1z	3z	1z, 2z, 1 V	1z, 1b	1z	1z-2, 1b, 1V 0,025	2 V	1z, 1b, 2z	1 V
Max. bekapcs. áram A	0,8	1,0		0,0095	0,018		0, 5, 0, 25	0,25	0,5	0,025	0,059-0,016	0,5	0,5-0,250
Tartós áram A	0,5	0,5		0,0064	0,0084		0,5; 0,7		0,75	0,010		0,5	0,007-0,034
Max. kapcs. fesz. V	50	100		5,12	24,48	5,12,24 48	100,28	100	200	18	250	28	200
Max. kapcs. telj. W	3 (5)	10					10, 10, 3	10	10	10-50	3	3-10	3-10
Érintk. átm. ell. mΩ	150	150					200; 150	250	kb. 200	250	200	200	200
Érintk. nyom. cN													
Megh. idő ms	0,5	0,5					200-400 μs	700 μs	1	< 0,5	0,5	0,5	1,0
Elong. idő ms	0,1	0,3					100-250 μs	500 μs	0,2	0,5	0,5	0,5	1,0
Pergési idő ms	0,7	0,3					100-250 μs	300 μs	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8
Érint. anyag	Rh	Rh		Rh	Rh/Au	Au H Rh				Rh	Rh	Rh	Rh
Tekercs fesz. V	5,12,24	5,6,12,15,24		12,5	24		5, 12, 15	24	6, 12, 24	5,12,24	5,12,24	5,12,24	5,12,24
Tekercsek száma	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Élettartam	10 ⁶	5-10 ⁶					10 ⁸ -3	10 ⁶	10 ⁹	10 ⁹	> 2·10 ⁶	> 2·10 ⁶	> 2·10 ⁶
Szig. ellenállás Ω	10 ⁹	10 ⁹		10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹¹		10 ¹⁰	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹
Villamos szilárdság	é/é	250		750	750	750	750	250	250	250	250	250	250-320
	tek/tést	500		750	750	750	350			250	250	250	250-320
	é/test			750	750	750	350	500	1500	250	250	250	250-320
Geom. méretek	∅9,5×20	18,8×7,2×6,2 18,8×9,2×6,2		54,6×14,8×14,3	33,3×9,3×8,0	33,3×14,3×8,0	19,6×6,4×6,6	26,2×11×11	30×15×10	19,05×6,60×6,98	23×8,9×8,9	23×8,9×8,9	38,1×11,43×12,70
Vizsg. fesz.				750 V	750 V	750 V	750	750					
Útésállóság							1000 ms ⁻²	500 ms ⁻²	500 ms ⁻²	250			
Rázásbiztonság							200 ms ⁻²	250 ms ⁻²	200 ms ⁻²				
Klíma °C							-25 +70	-25 +70	-25 +70	+5/250 °C			
Műk./sec								500					



4. ábra. Szimulációs modell elvi kapcsolása

hozza). A horgonyon és a rugókon rezgési jelenségek mennek végbe. Ezeket c_v és c_r rugó rezgési konstansok és K_r és K_v csillapítási együtthatók a horgonnyal együttműködve okozzák.

Mialatt a felsorolt folyamatok a rövid kapcsolási idők mellett mindhárom funkcionális részben közelítőleg azonos átmeneti idővel lefutnak, oly erősen befolyásolják egymást, hogy leképezésük csaknem lineáris differenciálegyenlet zárt modelljén történhet. Ilyen rendszerek modellezése a konstruktőrnek általában fokozott nehézségeket okoz, amelyek megnehezítik a szimulációs program elkészítését.

A következőkben egy példán bemutatunk egy összesített futtatást az igénybevételi rendszerek számításához.

Közönséges nem lineáris differenciálegyenletek leképezésére általában hasznos program módszerek állnak rendelkezésre, de az előirányzott értékekből adódó felépítési paraméterek explicit kiszámítása a differenciálegyenlet egzakt megoldása útján nem lehetséges. A méretezésre iteratív optimalizálási eljárást használhatunk. Szimulációs eljárások viszonylag magas számítási időket igényelnek. Ezáltal kibővíthető a leképezés minden lehetséges variációra. A megoldási tartomány beskatulyázására és egyidejűleg egy elfogadható kezdeti megoldás elérésére, kétlépcsős optimalizáció alkalmazható:

1. Először következik egy durva meghatározás egyszerű statikus közelítő formulák felhasználásával.

2. Ezt követi a dinamikus lefolyás optimalizációja nonlinearis differenciálegyenletekre alapozva. Ezen két feldolgozási lépés között áll egy adatbeviteli lépés. Ennek során a mágneskörhöz tartozó geometriai méretek közlésre kerülnek a dinamikus modell szimulációs programjához. A program tömbvázlatát az 5. ábra mutatja.

Statikus méretezés — előprogram

Az előprogramban a mágneskör meghatározása történik, valamint a tekercs adatoké — a meghúzási és elengedési időre való tekintettel, a szükséges húzóerőre és a megengedett hőmérsékletre számítva. A programban előkészítést nyernek a kiválasz-

tott mágneskör geometriai adatai. Ha a típuskiválasztás geometriai adatai és a tekercs adatai elő vannak készítve, kezdődik egy további elemzés. Ez az előprogram (pl. különböző variációk megkeresésére), a következő szimulációs résztől függetlenül is végrehajtható.

Közelítő eljárások és csatolási program

A mágnes geometriájától való függetlenség céljából a szimulációs programban a mágnes jellemzésére általánosított modellt választunk két polinom hányadosa formájában, amellyel a szimulációs futtatásban könnyű számolni, és nem vesz igénybe nagy számítási időket.

Legyen a mágneses vezetőképesség:

$$G(X) = \frac{G_0}{1 - h_1 x_a - h_2 x_a^2 - h_3 x_a^3 - h_4 x_a^4},$$

ahol: $x_a = x_m - x$,

továbbá x_m a kitüntetett légrést jelenti, x pedig a pillanatnyi légrést.

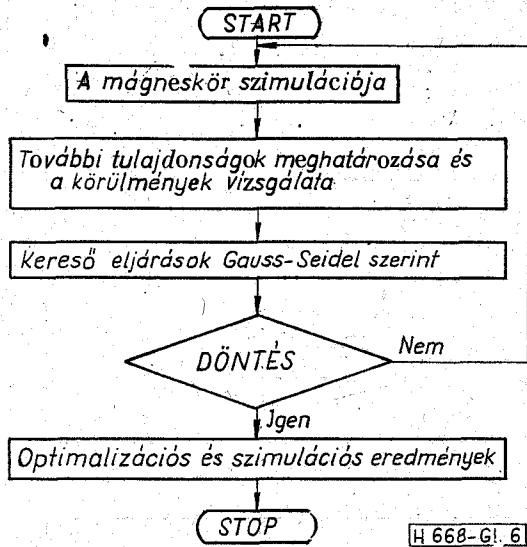


5. ábra. Összesített szimulációsprogram-futtalás

A mágneses vezetőképesség kijelölt helyeken felvett értékeiből és ezen pontokban vett deriváltjából a „ h ”-paramétereknek jó közelítése adódik (4. ábra). Így minden kiválasztott mágneskörhöz a kitüntetett x_m légrés tartozik és a h_i modellparaméterek. Ezek együtt az előprogramban számított követelményekkel és más szükséges adatokkal a szimulációs és optimalizációs program számára input adatként átadásra kerülnek.

Szimuláció és optimalizáció

A fennálló diszkontinuitások (szakadások) miatt egy mérsékelt Gauss–Seidel-eljárás alkalmazható (6. ábra). A szimuláció alapjául a dinamikus rendszer egy viszonylag hű leképezési modellje szolgál.



6. ábra. Méretezés optimalizáció és szimuláció alapján

Ennek — a határértékek számítására és a célfüggvény meghatározására — járulékos — (pót) — modellekkel kell kiegészítve lennie az optimális megoldás érdekében. A következőkben a szimulációs modell analizésébe mélyebben betekintünk. Az elektronikus vezérlésű matematikai modell (lásd 4. ábra, ahol a tranzistorok és diódák mint ideális kapcsolók szerepelnek) a következő:

$$I_1 = (U_E - U_C) / R_1,$$

$$I_3 = \begin{cases} 0, & \text{ha } U_C \geq U_T \\ (U_T - U_C) / R_3, & \text{ha } U_C < U_T \end{cases},$$

$$I_4 = \begin{cases} 0, & \text{ha } t_e \leq t \leq t_a \\ I, & \text{ha } t > t_a \end{cases},$$

$$I_C = \begin{cases} I_1 + I_3 - I, & \text{ha } t_e \leq t \leq t_a \\ I_1 + I_3, & \text{ha } t > t_a \end{cases},$$

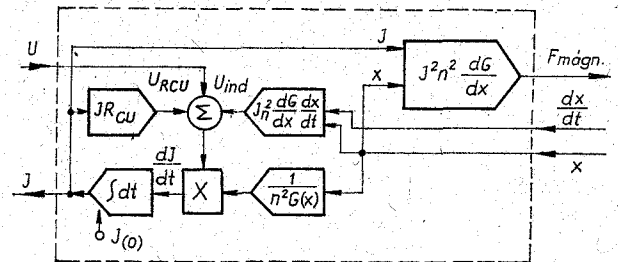
$$U_C = U_{C0} + \frac{1}{C} \int_0^t I_C dt,$$

$$U = \begin{cases} U_C, & \text{ha } t_e \leq t \leq t_a \\ -(U_Z + I_R), & \text{ha } t > t_a \end{cases}.$$

Az elektromágnesekre viszonylag nagy légrésnél az alábbi adódik:

$$U = IR_{CU} + L(x) \frac{dI}{dt} + I \cdot \frac{dL(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}.$$

Ezzel egy általános szimulációs modell állítható fel az elektromágnesekre (7. ábra), és feltételezzük,



7. ábra. Elektromágnes szimulációs modellje

hogy L a működési tartományban az I -áramtól függetlenül modellezhető. Kihazsználva L értelmezésénél a tekercs menetszámtól (n) és a mágneses ellenállástól való függését, ezt $\frac{dL(x)}{dx}$ -he helyettesítjük, és a mágneses ellenállás helyett a vezetőképességet ($G(x)$) helyezük, ekkor az egyenlet az áram deriváltjára így írható fel:

$$\frac{dI}{dt} = \left(U - IR_{CU} - In^2 \frac{dG(x)}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} \right).$$

A 7. ábra alapján I felírható:

$$I = I_0 + \int_0^t \frac{dI}{dt} dt.$$

Mivel az út megtételéhez szükséges mágneses húzóerő:

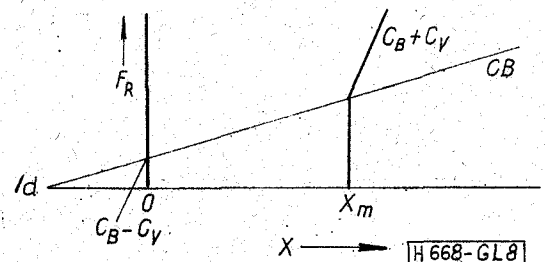
$$F_s = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{dx},$$

szimulációs modellünknel ennek analógiájára:

$$F_{\text{magn.}} = \frac{I^2}{2} \cdot n^2 \cdot \frac{dG(x)}{dx}.$$

Az elektromágnes szimulációs modelljének blokk-sémáját a 7. ábra mutatja.

A mechanikai mozgatótt rendszer matematikai leírását a 8. ábra mutatja.



8. ábra. Rezgőrugók leképezése

A terhelési rendszer, pergési lehetőségekkel, egy rugó-tömeg nyomást jelent. A rugó mozgását jellemző gyorsulás:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{m_A + m_{AE}} (F_{\text{mágn.}} - F_D - F_S - F_R),$$

ahol

F_D a csillapító erő; F_R a rugóerő; F_S súrlódási erő. Lineáris rugópergésnél (C_v és C_r rezgési állandók értéke változatlan) és konstans K_v és K_r csillapítási együtthatók mellett helyettesíthető:

A rugónyomás:

$$F_R = C_B(x+d) + \begin{cases} c_v(x-x_m), & \text{ha } x > x_m \\ 0, & \text{ha } 0 \leq x \leq x_m \\ c_r x, & \text{ha } x < 0 \end{cases}$$

ahol az x légréskoordináta a légrés középvonalától számít (lásd 4. ábra), és d = rugó előfeszítés. C_B az előfeszített terhelőrugó.

A csillapító erő:

$$F_D = K_B \left(\frac{dx}{dt} \right) + \begin{cases} K_v, & \text{ha } x > x_m \\ 0, & \text{ha } 0 \leq x \leq x_m \\ K_r, & \text{ha } x < 0 \end{cases}$$

ahol K_B = csillapítási terhelés, K_v és K_r = csillapítási együtthatók.

A súrlódási erő:

$$F_S = \mu F_N \left(\frac{dx}{dt} \right).$$

Az előprogramban beadott adatok a feszültség adatai: U_E , U_T , U_Z és az ellenállások: R_1 , R_3 , R_4 . Másrészt előrelátható típusértékek kerülnek beadásra (pl. pergés konstans vagy be- és kikapcsolási idők) adott x_m légrés függvényében.

Összefoglalva:

A konstrukciónak gyorsabb, elektronikus vezérléssel való mágnesköri igénybevehetősége céljából a terhelő rendszer rezgési folyamatait figyelembe vevő program került kidolgozásra. Ez lehetővé teszi a globális méretezést és a finom analízist a dinamikus folyamatok digitális szimulációja útján.

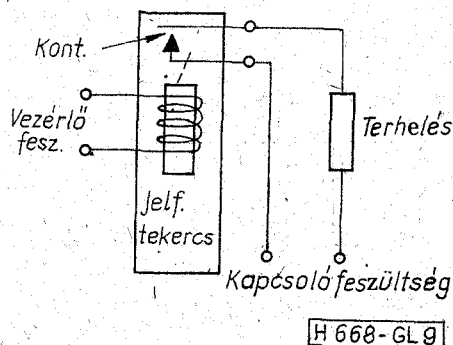
A bemutatott szimulációs modellen a rezgőrugókkal rendelkező elektromágneses relé dinamikus működési folyamatokat megközelítő – méretezési – leképezését programoztuk. A mechanikus mozgás, horgony- és rugórezgések mindenképpen nehezítik az elektronikával való együttműködést: számos egyéb fizikai tényezőt hoznak be. Ilyenek: működési idők, kapcsolás, anyagfáradás és vándorlás (kontaktusok) rezgésjelenségek, behatárolt élettartam, villamos és mechanikus zaj stb. Ezek jelentőségét megszünteti, viszont más szempontokat tesz mérlegelés tárgyává a Solid State Relay (SSR), mely teljesen elektronikus, kontaktus nélküli relé, galvanikus elválasztással.

Az SSR-k, mint teljesen elektronikus relék, lényegesen különböznek az elektromechanikai reléktől, ezeket nem helyettesítik, hanem a váltófeszültségek kapcsolásának új lehetőségeit nyitják meg. Különböző felhasználási tartományokban adnak kapcsolási lehetőséget. Fő előnyeik:

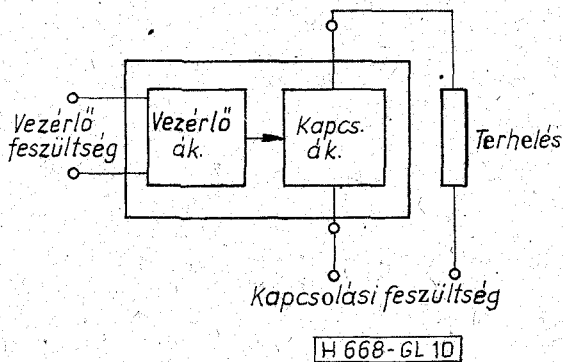
- magas számú kapcsolási lehetőség,
- logikai kompatibilitás azonos vezérlő teljesítményekkel,
- elvileg korlátlan élettartam,
- pergés nélküli működés,
- zavarás mentes kapcsolás,
- külső egyéb hatásokra érzéketlenség,
- a váltófeszültség 0-pontjánál való kapcsolási lehetőség.

A félvezetőtechnika nagy előrelépésével realizálódhattak a Solid State Relék, amelyeknél elektronikus elemek vezetik a kapcsolási funkciókat úgy, hogy mozgó alkatrészek nem működnek. Vezérlő és kapcsoló áramkörök – mint az elektromechanikai relénél – galvanikusan szét vannak választva, mivel az SSR-nél a vezérlő és kapcsoló körök felépítése félvezetővel történik, leggazdaságosabb a kapcsoló körben csak egy zárást realizálni. Hasonlítsuk össze egy EMR és egy SSR elvi felépítését (EMR-elektromechanikai relé).

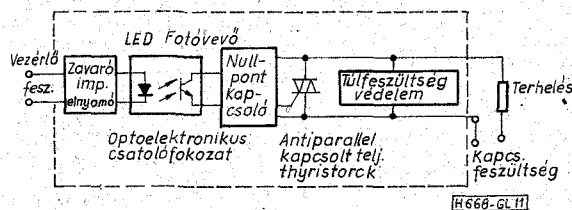
A vezérlő kör zavarmentesítéssel és optoelektronikus csatoló fokozatból áll. A rövid (pl. 1 ms) feszültségcsúcsok által keltett, nemkívánatos kapcsolásokat szünteti meg, és egyben az egyenfeszültségű vezérlésnél polaritásvédelemül is szolgál.



9. ábra. Elektromechanikai relé elvi felépítése



10. ábra. Solid State Relay működési blokk-sémája

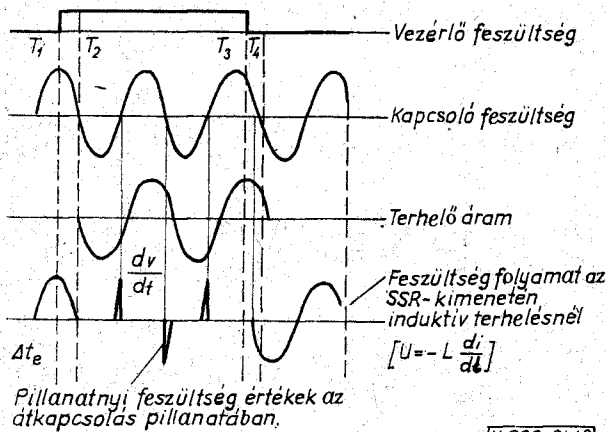


11. ábra. Solid State Relay szerkezete

Az optoelektronikus csatolóegység, amely egy LED-ből (világítódioda) és egy fotóvevőből (fotodióda vagy fototranzisztor) áll, galvanikusan elválasztja a vezérelt áramkörtől a kapcsolót. A LED (lumineszcencia dióda) körben fellépő áram fényt vagy infravörös sugárzást bocsát ki, és ismét áramot kelt a fotóvevőkörben. A kapcsolókörben kapcsolóelemként a terhelési oldalon egy antiparallel bekötött tirisztorpár, vagy triac áll. Triac a tirisztorral ellentétben mindkét irányban tud áramokat kapcsolni. Túlfeszültséget és induktív terhelést a tirisztor jobban elbír. A nullpontkapcsoló jelentősége abban áll, hogy váltófeszültségeknél a nullpontátmenetnél is lehetővé teszi az SSR kapcsolását. A nullpontkapcsoló mindig a feszültség nulla átmeneténél kapcsol, nem pedig az áraménál. Emiatt az SS-relé kiválasztásánál ügyelni kell az áram és feszültség fáziseltolásmértékére, pl. magas induktív vagy kapacitív terhelésnél, amelyeknél az áram- és feszültségnullpont-átmenetek nem fedik egymást.

A 12. ábrán bemutatjuk az SS-relé jellegzetes nullpontkapcsoló működésének hullámformáit.

Végül áttekintünk egy összehasonlító táblázatot az SSR és az EMR között, és néhány tipikus felhasználási területet jelölünk meg (a + jel a kedvezőbb tulajdonságú relétípust jelenti).



12. ábra. Solid State Relay mint nullpontkapcsoló időbeli működési fázisai

Tipikus felhasználási területek a Solid State-reléhez:

— *Lámpaterhelések gyakori kapcsolása.* A magas lámpa hidegáramok miatt nagyon gyakori kapcsolásnál az elektromechanikai kontaktusokat a berendezések élettartama alatt rutinszerűen le kell cserélni, pl. fotomásoló vagy jelző berendezéseknél, így mérlegelve a gazdaságosságot, az üzemkiesés, várás és csere miatt az SSR magasabb ára megtérül.

— *Perifériaberendezések adatfeldolgozáshoz.* A zavarásmentes és zajtalan üzemmód, a logikai kompatibilitás és a gyakorlatilag behatárolatlan élettartam miatt az SSR ideális kapcsoló adatfeldolgozó-perifériák részére.

— *Ipari vezérlések.* A bekapcsolási idő egzakt módon kijelölhető azonosan pl. hőmérséklet-szabályozásra az ipari kályhákban (égető kemencék, hőkezelés stb.).

	SSR	EMR
Rázás és ütésállóság	+	-
Hőmérséklet állóság	-	+
Logikai kompatibilitás	+	-
Kontaktusféleségek	-	+
Átkapcsolók (váltók)	-	+
A felhasználók galv. kiválasztása	-	+
Nullpont-kapcsoló	+	-
Élettartam	+	-
Mérések	-	+
Túlterhelhetőség (kapcs. áram)	-	+
Zajmentesség	+	-
Zavarvédetség	+	-
Túlfeszültség-biztonság	-	+
Hibadiagnózis	-	+
Kenőáram zárt állapotban	-	+
Egy relével való különböző terhelések melletti kapcsolás	-	+
Bistabil kivezetések	-	+
Robbanásbiztonság	+	-
Fesz. és átkapcsolt állapotban	-	+
Vezérlőtélj.	+	-
Pergési szabadság	+	-
Biztonság	-	+
Árhelyzet	-	+

A 4. és 5. táblázatban bemutatott modern konstrukciójú relék egyik különleges felhasználási területe a mikroprocesszor. A mikroprocesszor bevezetése 1971 óta több konvencionális elektronikus kapcsolást helyettesít, és új lehetőségeket nyit meg az elektronika feladatkörében. Ezáltal megbízható építőelemekre is szüksége van, amelyek biztosítják az áramkörök galvanikus szétválasztását. Érzéketleneknek kell lenniük a periférián fellépő zavaró feszültségekkel és túlterhelésekkel szemben. Univerzális felhasználásra egyen- és váltóáramra, néhány milliwatt-tól kilowatt nagyságrendig nagy záró és kis áteresztő ellenállással kell kapcsolniuk. A mikroprocesszorból kiadott jelek direkt nem használhatók fel relék vezérlésére. A processzor csak kb. 0,5 μ s-ig küldi a (vezérlő) jeleket az adattárba. Cím kód bekódolással kell meghatározni, mikor vannak a jelek a relé vezérlésére kijelölve. A jeleket felerősítik (kivezélők) úgy, hogy az áram és a feszültség a relé működtetésére alkalmas legyen. A relé elengedésekor

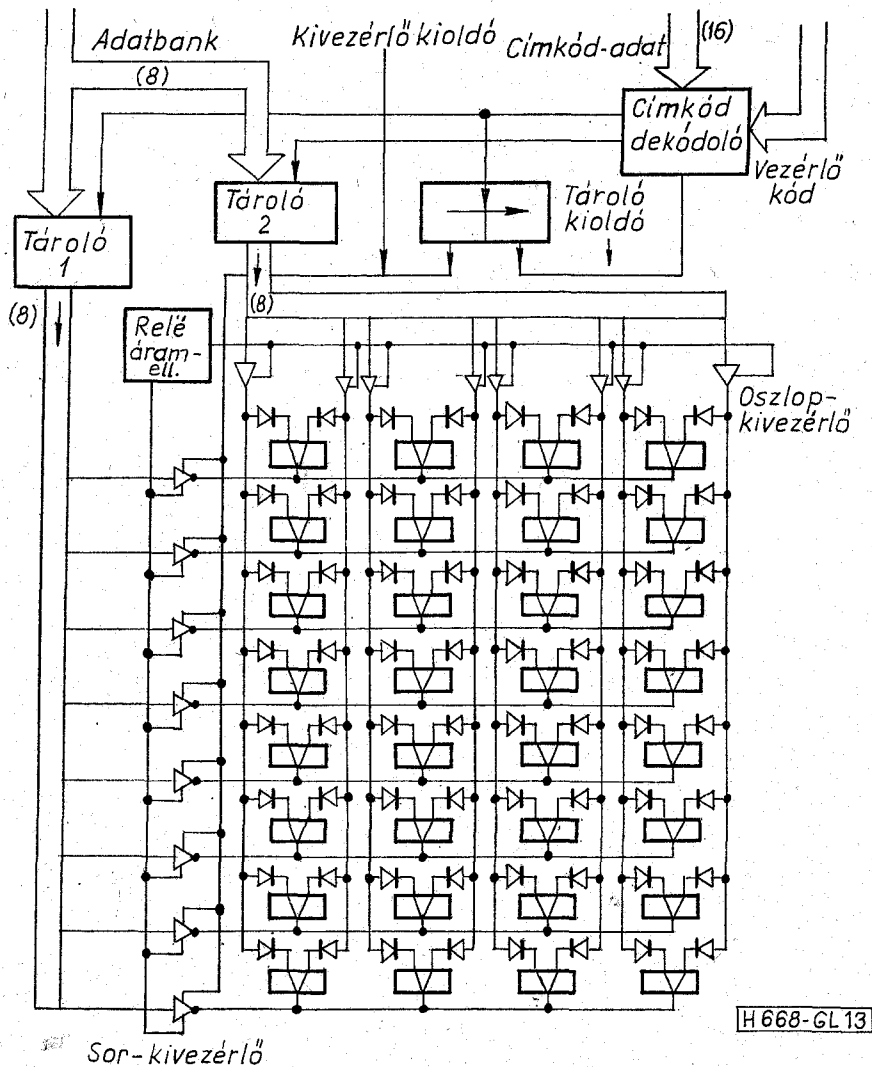
fellépő kikapcsolási feszültségcsúcsot le kell vágni, zavaró impulzusok elkerülése és az erősítő védelme érdekében. (Legtöbbször diódákkal.)

Az 5V -tal működő mikroprocesszor-rendszereknél ez a jelenség erősebben zavaró, itt az erősítőt a megfelelő relétekercset és a vágódiódák módszerét gondosan kell megválasztani, összekapcsolni. Kedvezőbb a helyzet a 12 V-tal működő mikroprocesszoroknál. Nagyszámú relé használatánál a feszültség 24 V, amihez a meghajtón (erősítőn) kívül logikai lépcsők is szükségesek. Egyik lehetőség sok polarizált, bi-stabil relé vezérlésére: egy egyszerű matrixkapcsolás. Néhány milliszekundumos gerjesztés mellett megtartják kapcsolási állapotukat teljesítményfel-

től leválasztott csatlakozóval. A relé tehát itt is egy általános építőelem, ha nem szükséges igen nagy kapcsolási sebesség. Gazdaságos, nem érzékeny kompakt elválasztó tag a logikai és a terhelő körök között.

Különbféle kapcsoló (összekötő) elemek az elektronikus berendezésekben

Ebbe a tartományba sorolhatjuk a dugaszokat, csatlakozókat, nyomógombokat, billentyűket, tas-tereket, kijelzőket stb. Világviszonylatban ebben a tárgykörben az első konferenciát Londonban tartot-



13. ábra. 32 db polarizált relé matrix kapcsolása két 8-bites vezrlő utasítással

vétel nélkül, amíg éllengerjesztést nem kapnak. Bemutatunk egy 32 db polarizált, kéttekercses relével és 64 helyett 16 meghajtóval (kivezrlővel) rendelkező kapcsolást.

Ciklikus vezérlésnél, stabil áramlökésvíszonyok mellett, polarizálatlan relék is alkalmazhatók. Zavaró mellék- (vissza-) hatásoknak a rendszertől való távoltageására a magasabb terhelést kapcsoló kontaktusoknak le kell zárva lenniük egy, a vezrlő oldal-

ták, és a csatlakozó elemekre a legfontosabb követelmény azóta is a nagyfokú biztonság. További főbb szempontok:

- oldható elektromos kötést teremteni,
- oldható mechanikai érintkezést tereinteni,
- elektromos vezetőket szigetelni,
- mechanikai stabilitást előállítani,
- a huzalozás egyesítését biztosítani,
- huzalok kötési egyesítését biztosítani,

- nyomtatott áramköri csatlakozást biztosítani stb.

Legismertebb fejlesztő és gyártó cégek az ITT Cannon (szalagkábelek, meghatározott szélességre vágható kivitelben, IC-méretezésű csatlakozók 10–64-pontos), AMP, Siemens, Knitter, Valvo, LME-Ericsson stb.

A különböző csatlakozók főbb felhasználási területei:

- híradástechnika,
- haditechnika,
- ipari elektronika,
- közlekedéstechnika,
- közszükségleti cikkek.

A nyomtatott áramkörök elterjedésével csökkent az a nehézség, amely a nemzetközi egységesítés gondja volt: nevezetesen gyakran a legegészségesebb megoldású berendezésnek egy másik rendszerhez való csatlakoztatásánál legtöbbször adapterek használata vált szükségessé (pl. 22-féle CB-csatlakozás, spec. mikrofoncsatlakozók, autóantenna-adapterek stb.).

A VALVO-cég például a DIN 41612 nyomtatott áramköri dugasz előírások szerint nagy választékú programot állított össze, mely alapján az elektronikus felhasználásra széles körű adaptálás nélküli elemek kiválaszthatók. Az Amphenol-Tuchel kidolgozta az ASR nyomtatott áramköri dugasz indirekt módszert. A keses vezetők érintkezői szilárdan be vannak fogva, a tartó vezetők érintkezői pedig befogó flanschnival vagy anélkül, egyénileg dugaszolhatók a rasterpontokban. Különlegesen lapos szigetelő testű miniatürdugasz-rendszert is kidolgoztak, 18 csatlakozási ponttal. Ugyancsak széles skálájú a variációs választék a Siemens, Knitter és egyéb külföldi cégeknél. Újabban a lengyel Unitra-Dolam is foglalkozik fejlesztésükkel. További kapcsolóelemek során itt is nézzük meg, mint a reléknél, a miniatürizált, elektronikus, jobbára nyomtatott áramköri kivitelben konstruált, egyéb kapcsolóelemek létjogosultságához tartozó követelménykritériumokat (melyeket a nemzetközi szabványok, ill. IEC-ajánlások is előírnak):

- ütésállóság, rázás, egyéb dinamikus igénybevételek;
- klimatikus igénybevételek (hőmérsékletváltozások, nedvességértékek);
- igénybevételi frekvencia (reflexiófaktor 0,1 leghyebben);
- igénybevételi feszültség, áram;
- polaritás egyértelműségének biztosítása;
- átmeneti ellenállás;
- szigetelési ellenállás, szigetelőanyagok;
- kontaktusanyagok megfelelő kiválasztása (gazdaságosság, áramterhelés, igénybevétel-oxidáció és sulfidáció szempontjából: pl. kis teljesítménynél 10 mW-nál és 1 mA-nél csak arany vagy aranyozott kontaktus (vezetőképesség: pl. $Ag-x=62 \text{ Sm/mm}^2$, $Au=42 \text{ Sm/mm}^2$).
- élettartam (kapcsolásszám, dugaszolásszám);
- vizsgálati feszültségek (jóval magasabban, mint az igénybevételi feszültség);
- rasterméretek (csak szabványosan);
- esetleg, kötőmód (pl. wire-wrap).

Mindezek a szempontok fokozottan előtérbe kerülnek az elektronikus elemekkel való közvetlen együttműködés mellett, amit többek között kapcsolási sebesség, a frekvenciatartomány kiszélesedése (különösen HE-felé), a működtető áramok, feszültségek korlátozása, teljesítménycsökkenése indokol.

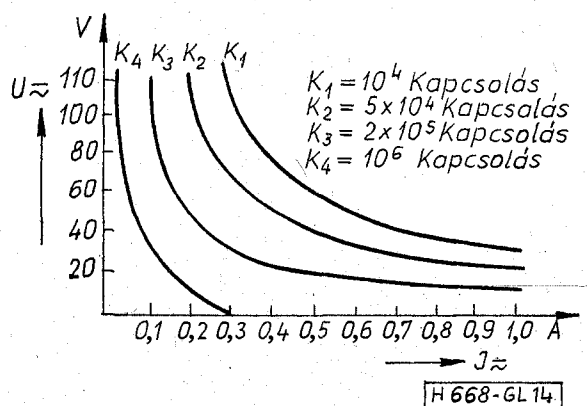
Csak néhány ismertebb építőelemet tárgyalunk:

Az LM-Ericsson elektronikus nyomtatott áramköri felhasználásra ajánlott kapcsolóelemeit az IEC 68–2 híradástechnikai ajánlásainak figyelembevételével konstruálta. Ide tartoznak: világítódiodás miniegyeségek, nyomó-, ugró kapcsolók, biztonsági kapcsolók, vizsgálótokok. A kapcsolók $V_{\max}=60 \text{ V}$ -tal és $\text{max}/0,5-1,0 \text{ A}$ árammal működnek. LM-Ericsson mini-matrix programmező, 10×10 dugaszpont lehetőséggel, aranyozott berilliumbronz kontaktusokkal, polikarbonát szigetelővel, 100 db dióda dugaszolására alkalmas, IC lábkiképzéssel. A speciális nyomtatott áramköri matrixmező méretei a rasztertávolságból adódnak: $70 \times 70 \times 45 \text{ mm}$. Az előzőekben vázolt szempontok érvényesek a különböző típusú miniatür kapcsolókra és tasterekre is.

Itt megemlíjtük az ITT-Schadow világító diódás (1 v 2 LED) kivevő nyomógombját (híradástechnikai célra). A szórakoztató elektronika céljaira Schadow kifejlesztette a „FOX” modellt, amelynek működtetéséhez 2,5 mm elmozdulás és kontaktusonként 3–6N erő szükséges, élettartama 10^5 működés, 60 V fesz. és 0,2 A max. áram mellett.

A Telefonbau und Normalzeit $15 \times 15 \times 31 \text{ mm}$ -es kis alapterületű világító taszter jelenít meg telefonos, közvetlen nyomtatott áramkörre szerelhető kivitelben. Kapcsolófeszültség: 48 V, teljesítmény: 3 VA. Érintkezési (átmeneti) ellenállás: 50 mΩ.

Modern konstrukció a Siemens elektronikus berendezésekhez ajánlott nyomtatott áramköri kapcsoló (Albis Printtaste) 1 és 2 váltós kivitelben, világítódiodával és anélkül. AgPd kontaktusokkal, $19 \times 19 \times 13 \text{ mm}$, vagy $19 \times 27,9 \times 13 \text{ mm}$ -es kivitelben. Adatit paraméterként az élettartamot tekintve a 14. ábra szemlélteti. Ugyancsak Siemens produkció a numerikus és alfanumerikus (digitális) kijelző rendszerre vivő, nyomtatott áramkörre dugaszolható kódoló, kijelző rendszer (Codier Anzeige System). Programkapcsolójuk magas követelményű híradástechnikai berendezésekhez készült. Lépcsős forgókapcsolóval is kombinálható, így lehetőséget nyújt



14. ábra. Albis kapcsoló élettartama a feszültség és az áram függvényében

elektromechanikai feladatoknak kis helyszükséglettel technikailag is gazdaságosan optimális megoldására. A híradásipari elektronika művelői közül pl. a francia Sigma Industries már Hali-effektusra épülő vagy Reed-kontaktusos kapcsolókat is előállít.

Hazai vonatkozások, felhasználási adatok

A bemutatott kapcsolóelemek különbözőek, felhasználásuk az elektronikában sokrétű. Egy közös vonásuk van: mind külföldiek. Az elektronizálódás elterjedésével az elektronikus berendezések száma hazai viszonylatban is rohamosan nő. De ugyanilyen mértékben nő a felhasználásra kerülő alkatrészek és az együttműködő elektromechanikai kapcsolóelemek aránya. Elektromos berendezéseket fejlesztünk ki számos területen, amelyekre a 2. ábrán és a hozzá tartozó fejezetben utalunk. De ezekhez a berendezésekben az összimporhányad és ebből a tárgyalt elemekre jutó rész is figyelemreméltó. Tájékoztató adatként közöljük egyik jelentős külkereskedelmi vállalatunk, az ELEKTROMODUL 1978-as elektronikus berendezésekhez felhasznált elektromechanikai kapcsolóelemekre vonatkozó tőkés import hányadát. Az adatok a Kartenrelaist nem tartalmazzák. Ennek alapján az érintett tőkésimport-behozatal 302 millió Ft.

Példaként véve a BHG új fejlesztésű (QA-típ.) elektronikus telefonközpontját, itt az abszolút elektronikus félvezető alkatrészekhez képest a beépített elektromechanikai kapcsolóelemek aránya számottevő. Az erre eső importhányad ez esetben szerencsésnek mondható. Ez abból adódik, hogy nyomtatott áramköri csatlakozó dugaszként a KONTAKTA termékét használja fel. Másrészt az importhányad abszolút értékét csökkenti a nyugatnémet T. u. N. céggel kötött kölcsönös építőelemekre és termékekre vonatkozó együttműködési megállapodás.

Mindezek ellenére fennáll a mini jelfogó, billentyű mini kapcsoló tőkés import igénye.

Nem véletlen, hogy legfelsőbb szinteken tárgyalják az elektronikai ipar fejlesztését. Ez a probléma, és főleg az elektronika elvi fejlesztését megvalósító alkotóelemek konstruálása világviszonylatban infrastrukturális — nem egyes szakágazatok,

vagy gyárak problémája, hanem nemzetközi munkamegosztást igénylő. Különösen fontos ez szocialista országokban. A szellemi munkaigények türelmetlenséget teremtenek, és ennek kielégítésére ma még egyetlen út az import, mely a késztermék korszerűsítésének biztosítására szükséges.

Összefoglalás

A tanulmány anyagát összevetve ismételten szeretnék utalni arra, mennyire fontos kapcsolóelemet jelentenek az elektromechanikai építőelemek az elektronika számtalan ágában. Csak néhány felhasználási példát ragadtunk ki (pl. mikroprocesszor), de ez is mutatja jelentőségüket.

Viszont relé, kapcsoló, taster stb. csak akkor válhat az elektronika méltó partnerévé, ha konstrukcióban, működési adatainak illesztésében megbízhatóságában a felhasznált anyagok műszaki paramétereinek megválasztásában az elektronika igényeit ki tudja elégíteni.

IRODALOM

- [1] Gordos Grisby-Barton Inc.: Designer's handbook of Solid State Relays. Bulletin N° SS 501—6/76
- [2] Grayhill: Handbook of Solid State Relays. Bulletin 241 R32 (1974) Grayhill Inc.
- [3] Jentsch, W.: Digitale Simulation. München/Wien; R. Oldenburg Verlag, 1969.
- [4] Schwarze, G.: Simulation-kontinuierliche Systeme. Technik. 1976. Reihe Automatisierungstechnik, Band 177. Berlin, VEB Verlag.
- [5] Sauer, H.: Relays -Lexikon, Abs. Zuverlässigkeitsmerkmale. Univ. Buchhandlung Lachner, Theresien Strasse 43.8 München 2.
- [6] Hausen, F.: Konstruktionswissenschaft. C. Hanzel Verlag, München, Wien.
- [7] Holm, R.: Die Technische Physik der elektrischen Kontakte. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1958.
- [8] Meckh, H.: Mehrfachsteckverbinder für die Automatisierung. Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg.
- [9] Ketsch, P.: Stufenschalter und Programmschalter. -ein lückenloses Paketschalter-programm für Leiterplatten, Siemens Bauteile-Infom. 7. (1969) S. 12 bis 14.
- [10] Gnostic Concepts Inc: Relay Industry, Forecast, 1977. Volume 1. U. S. Departement of Commerce: Electric Current Abroad.
- [11] Dr. Schäfer, E. dr.: Broschüre des IEZ-Lehrganges vom 6/7. 5. 1974. Liss, D.: „Hybrid-Relays“... etz-b 16/76.