

GYAKORLATI ÚT A KIBERNETIKÁHOZ

Vezérkönyv a „Mikromat” építőkészlethez

**Összeállította
Kovács Mihály**

Budapest, 1967

Összeállította:

KOVÁCS MIHÁLY

Felelős kiadó: Fáy András

Formátum: A/5 — Példányszám: 3000

Ivterjedelem: 9,37 /A/5/ iv

67.6102 Bács-Kiskun megyei Nyomda Vállalat Rotaüzeme, Lajosmizse

GYAKORLATI ÚT A KIBERNETIKÁHOZ

VEZÉRKÖNYV A »MIKROMAT« ÉPÍTŐKÉSZLETHEZ

Összeállította
KOVÁCS MIHÁLY

BUDAPEST 1967

Összeállította: -

KOVÁCS MIHÁLY



12383

Felelős kiadó: Fáy András

Formátum: A/5 — Példányszám: 3000

Ivterjedelem: 9,37 /A/5/ iv

67.6102 Bács-Kiskun megyei Nyomda Vállalat Rotaüzeme, Lajosmizse

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
BEVEZETÉS	7
<u>I. Ismerkedés a Mikromat-tal</u>	10
A szerelőlap és tartozékai	10
1. Az égők közvetlen kapcsolása	12
2. Az égők kapcsolása nyomógombbal	14
3. Kettős kapcsoló	16
4. Fontos megállapodások számrendszerek	18
5. A párhuzamos kapcsolás és törvényei	19
6. A jelfogó vezérlése kézzel	20
7. A jelfogó elektromos vezérlése	22
8. A jelfogó vezérlése söntöléssel	24
9. A soros kapcsolás és törvényei	26
10. Akárhány áramkör vezérlése egy nyomógomb- bal	27
A szerelőlap ellenőrzése és javítása	30
<u>II. Automata berendezések a hétköznapi életben</u> ...	33
11. A lépcsőházi villany két kapcsolóval	34

	Oldal
12. Lépcsőházi villany több kapcsolóval	35
13. Elektromos csengő	36
14. A meghúzási és elengedési idő	37
15. Lassított csengő	39
16. A jelfogók késleltetése kapcsolási fogá- sokkal	40
17. Impulzusgenerátor	44
18. Oda-vissza csengő három vezetékkel	46
19. "Emlékező" vagy önzáró jelfogó	47
20. "Emlékező és felejtő" jelfogó	49
21. Az autóbusz leszállástjelző berendezése .	50
22. A háromkocsis villamos indítóberendezése.	51
23. Riasztóberendezés	54
24. Tökéletesebb riasztóberendezés	55
25. Három égő vezérlése két nyomógommbal	56
26. A hálókocsi villanykapcsolója	58
<u>III. A számítógépek működési elvei</u>	61
Számlálás, számolás, számítás	62
A/ Számlálóberendezések	64
27. Memória-egység két jelfogóval	64
28. Impulzusfelező kapcsolás	65
29. Egyszerűbb impulzusfelező kapcsolás	67
30. A teljes frekvenciafelező kapcsolás	70
31. Számlálóberendezés tervezése	71

	Oldal
32. Jelfogós számlálóberendezés	73
33. Kezdetleges összeadó-kivonó gép	75
B/ Számítógépek	76
34. A 2-es számrendszer	76
35. Összeadás a 2-es számrendszerben	80
36. A legegyszerűbb összeadó gép	82
37. A fél-összeadó	84
38. A "teljes" összeadó	86
39. Három számjegyes összeadó	88
40. A kivonás végzése számítógépekkel	92
41. Kivonás három-bites összeadó gépünkkel ...	95
42. Szorzás a 10-es és a 2-es számrendszerben	95
43. Szorzás 2 hatványaival	98
44. Szorzás tetszőszerinti számmal	99
45. Az osztás végzése digitális számítógépeken	102
Összefoglalás	103
<u>IV. Logikai műveletek végzése számítógépekkel</u>	<u>105</u>
46. Az É S művelet, a logikai szorzás	106
47. Az É S művelet végzése jelfogókkal	110
48. A V A G Y művelet, a logikai összeadás ...	111
49. Összetett É S és V A G Y művelet	114
50. A N E M művelet, a tagadás, negáció	115

	Oldal
51. A logikai műveletek kapcsolata	117
52. A Boole-algebra azonosságai	119
53. Áramkörök egyszerűsítése Boole-algebrával	121
54. A "gondolatolvasás" gépi megoldása	126
55. A "gondolatolvasás" jelfogók felhasználá- sával	128
56. A "gondolatolvasás" az átdolgozott kapcsolá- lással	128
57. A logikai gépek és az ember	129
<u>V. A számítógép mint "szimulátor".</u>	131
58. Mi a "szimulátor"?	132
59. Hogyan használják a szimulátort?	133
60. "A kecske, a káposzta, a farkas és a gas- da"	137
Befejezés: Néhány szó a nagy számítógépekről.	145

B e v e z e t é s

Építőképzletünkről egy mondatban ezt mondhatnánk: játék és tudomány 13 évesnél idősebb fiataloknak és fiatal idősebbeknek.

Játék, mert úgy bele tud merülni fiatal és felnőtt, ahogyan csak a szenvedéllyel üzött játékba lehet belemerülni. - De tudomány is, mert aki ezt a vezérkönyvet az építőképzlet alapján végigdolgozza, korunk egyik legcsodálatosabb alkotásainak, a számoló- és számítógépeknek a világába tekinthet be alaposan.

Fiataloknak való, mert bennük van meg az a szellemi frissesség, ami a sokszor eléggé bonyolult kapcsolások áttekintéséhez szükséges. Bennük van meg az a lelkesedés minden új és nagy dolog iránt, amely a felmerülő nehézségek legyőzéséhez szükséges. - De való felnőtteknek is, hisz sok országban egy ehhez hasonló berendezésen /Minivac 601./ kapják az előképzést mindazok, akik mint számítógépkezelők, szerelők és karbantartók, mint a számítógépeket tápláló alkalmazott matematikusok akarnak elhelyezkedni. Sőt azok a kutatók, mérnökök és közgazdászok, akik tájékozódni szeretnének, hogy a maguk

lalat közvetítésével megkaphatnánk későbbi közérdekű felhasználás céljából.

Jó játékot!
Tanulságos munkát!

I. ISMEREKEDÉS A "MIKROMAT"-TAL

A szerelőlap és tartozékai

Építőkészletünk leglényegesebb része a szerelőlap. Tekintsük át először vázlatosan. Négy, teljesen meg-
egyező oszlopot látunk rajta. Hogy a későbbiekben egy-
értelműen hivatkozassunk rájuk, jobbról balra haladva
1-4 sorszámmal láttuk el őket legfelül. A szokatlan ha-
ladási iránynak majd a későbbiekben vesszük hasznát.

Minden oszlopban legalul van egy nyomógomb. Ezt a
sort a "Beadás" felirattal láttuk el. Általában ezeknek
a nyomógomboknak a lenyomásával közöljük a géppel a szá-
moláshoz vagy eljáráshoz szükséges adatokat és utasitá-
sokat, itt "adjuk be" ezeket a gépbe.

A nyomógombok körül három lyukpárt találunk. X, Y
és Z betűkkel jelölve. A nyomógomb normál helyzetében az
Y és X pontok vannak fémes összeköttetésben. Lenyomott
helyzetében pedig az Y és Z pontok. Lyukpárok csak azért
vannak, hogy bármely helyről két másik helyre is mehes-
sünk tovább, ha szükséges.

A "Memória" feliratu sorban négy drb. kettős kap-
csolót találunk. A recézett nyelv normál állása a jobb-

oldali állás. Ekkor a középső pentok fémes érintkezésben vannak a jobboldalakkal. Tehát a P az R-rel és a T a V-vel. Ha a recézett nyelvet balra toljuk, akkor P az O-val és T az S-sel kerül fémes érintkezésbe. Mivel ezt a sort sokszor használjuk fel adatok tárolására, ezért nevezzük Memóriának.

A "Műveletek" feliratu sorban található a szerelőlap legfontosabb kelléke, a négy jelfogó. Ezekről a későbbiekben még bőven lesz szó. Most csak annyit jegyünk meg, hogy a műanyagházban lévő jelfogók melletti F és G feliratu lyukak a jelfogó tekercsének kivezetései, a C, D, E ill. H, J, K pedig a jelfogó rugós érintkezőinek kivezetései. - A jelfogók alatt lévő L és N kivezetésekkel ellátott lámpát legtöbbször ellenállásként fogjuk felhasználni. - A jelfogók ~~alatt~~ ^{felett} lévő + ill. - jelzés-
sel ellátott lyukak a lapos zseblámpatelep megfelelő pólusaival vannak fémes összeköttetésben.

Az "Eredmény" feliratu sorban mindössze négy égőt látunk A ill. B felirattal ellátott kivezetésekkel. A későbbiekben még megbeszélendő módon ezekkel az égőkkel közli velünk a gép mondanivalóját, műveletek esetén pl. az eredményt.

Ha a szerelőlapot alulról nézzük meg, ott legnagyobb meglepetésünkre szinte semmit sem látunk. Ez azért van, mert szerelőlapunkon huzalozás helyett a legmodernebb ún. nyomtatott áramkört alkalmaztuk.

Az építőkészlethez vásárolt friss, lapos zseblámpatelepnek a szerelőlap alatti tartóban való elhelyezése senki számára nem okozhat különösebb problémát. Jó, ha ügyelünk arra, hogy a telep rövidebb, sárgaréz kiveze-

tése a pozitív pólus. Erre kapcsoljuk rá azt az érintkezőt, mely a + jelzésű lyukakkal van fémes érintkezésben.

A szerelőlap tetején, a Mikromat felírás alatt találjuk a főkapcsolót. Ezt általában csak akkor állítsuk a Be feliratu bekapcsolt helyzetbe, ha egy-egy kapcsolást már összeállítottunk, és az összeállítás helyességét felül is vizsgáltuk. Sok bosszuságot és biztosítékot megtakarítunk vele.

A főkapcsolótól jobbra lévő két, felirat nélküli lyukpárt köti alul össze a biztosíték. Ez védi a nyomtatott áramkört a károsodástól. Ha rövidzár következtében kiégne, a Keravill boltokban vásárolt hasonló alakú 1 A-es vagy 0,8 A-es biztosítókkal pótolható.

Az építőkészlet lényeges kelléke még az 50 db. programozó zsinór. Ezek a két végükön fémkupakkal ellátott szigetelt vezetékek. Egy-egy kapcsolat összeállítása ugyanis úgy történik, hogy a szerelőlap megfelelő pontjait ezekkel a zsinórokkal fémes kapcsolatba hozzuk. Ezekkel "programozzuk be" a kapcsolást a gépbe.

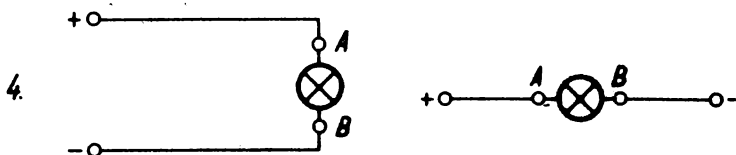
Ezen vázlatos áttekintés után folytassuk építőkészletünkkel az ismerkedést most már alaposabban, de célkitűzésünknek megfelelően: kapcsolások megértésével és tényleges összeállításával.

1. Égők közvetlen kapcsolása

Kezdjük a lehető legegyszerűbb kapcsolással: egy égő közvetlen be- és kikapcsolásával. Szemeljük ki pl. a 4-es oszlopban a legfelül lévő égőt. Alatta látjuk a +

ill. - jelnél az áramforrás két pólusát. Vegyünk két rövid huzalt. Kössük össze a + jelzésű lyukak egyikét az A pontnál lévő lyukak egyikével. Ugyanígy a - jelnél lévő pontot a B jelzésű ponttal. A szerelőlap tetején lévő főkapcsoló bekapcsolásával már ki is gyullad az égő.

Használjuk fel ezt az egyszerű kapcsolást néhány alapfogalom elmélyítésére. - Hasznos a kapcsolásokat rajzban rögzíteni, sőt a későbbiekben általában előbb megrajzolni, és csak azután megvalósítani. Az előbb megbeszélt kapcsolásra a mellékelt ábrán /1.1./ két elvi



1.1. ábra. Égők közvetlen kapcsolása

kapcsolási rajzot is megadunk. A két vonással X alakban áthuzott nagyobb kör jól jelképezi az égőt. /Néha az égő rajzjeléről a körvonalat el is hagyják./ A + ill. - jellel ellátott két kis karika az áramforrás jele. /Az áramforrás baloldali jelölési módja a fali csatlakozó két pólusára emlékeztet./ - A főkapcsolót elvi kapcsolási rajzainkról a jövőben is elhagyjuk.

A kapcsolat végrehajtására adott többmondatos utasítást megállapodás alapján röviden így írhatjuk le:

4+ / 4A

4- / 4B

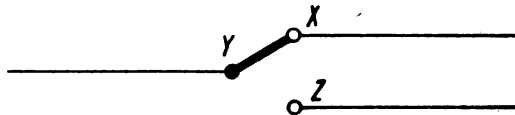
Részletesen kiírva ez a következő két utasítást jelenti: A 4. oszlopban lévő + jelzésű pontot kösd össze a 4.

oszlopban lévő A jelzésű ponttal, és a 4. oszlopban lévő - jelzésű pontot kösd össze a 4. oszlopban lévő B jelzésű ponttal. - A kapcsolásnak ilyen rövid alakban megadott utasításait a jövőben a kapcsolás programjának nevezzük. Ez rövid és félreérthetetlen. Főleg bonyolultabb kapcsolások esetén lesz előnyös.

Feladat: Kapcsold be közvetlen kapcsolással a 2. oszlop alsó égőjét!
Írd fel ennek a kapcsolásnak az utasítását, programját!

2. Égő kapcsolása nyomógombbal

Az előzőekben adott utasítást megtartva kezdjük a dolgot az elvi kapcsolási rajz megtervezésével. A nyomógomb rajzjelét a 2.1 ábra mutatja. Nagyon jól mutatja ez

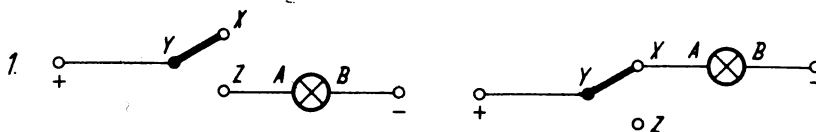


2.1 ábra. A nyomógomb és az 1-utas 2-állású kapcsoló rajzjele

a rajz, hogy a nyomógomb le-nem-nyomott állapotában pl. a bal irányból jövő áram a felső vezetéken mehet jobbra tovább. A nyomógomb lenyomott állapotában pedig az alsó vezetéken. A vastagabban kihuzott vonaldarab a nyomógomb rugós, mozgó nyelvét jelképezi. Ez a lenyomás megszűntével magától visszatér a felső helyzetébe. A nyomógomb tehát lényegében egy 2 állású egyutas pillanatkapcsoló.

Morze-kapcsolónak is hívják. - Szerelőlapunkon a nyomógombok kivezetései a 2.1 ábra szerinti elrendezésben találhatók. .

A nyomógomb rajzjelét kell csak beiktatnunk az 1.1 elvi kapcsolási rajzba, és már kész is az új kapcsolat. /2.2/ Látjuk, hogy két lényegesen különböző esetet kap-



2.2 ábra. Égők be- illetve kikapcsolása nyomógombbal

tunk. A baloldalinál a nyomógomb lenyomásakor gyullad ki az égő. A jobboldalinál pedig ekkor alszik el.

Rögzítsük megint néhány szakkifejezést. A baloldali rajzra azt mondjuk, hogy nyitott áramkörrel van dolgunk, és a gomb lenyomásával zárjuk az áramkört. A jobboldali rajzon zárt áramkörünk van, és nyitjuk vagy bontjuk az áramkört a gomb lenyomásával.

A kapcsolat programja a következő:

1+ / 1Y		1+ / 1Y
1Z / 1A	illetve:	1X / 1A
1B / 1-		1B / 1-

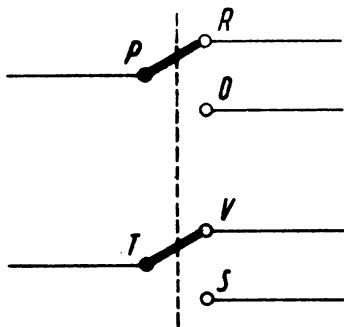
Állítsuk össze mindkét kapcsolást!

Feladat: Készíts olyan kapcsolásról rajzot és programot, ahol a nyomógomb lenyomásakor egy égő elalszik, egy pedig kigyullad!

Állítsd is össze a kapcsolást!

3. Kettős kapcsoló

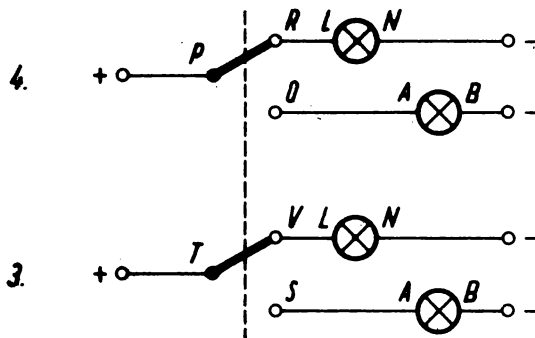
Kettős kapcsolónk az előzőekben megismert nyomógombbal áll közeli rokonságban. De azsal ellentétben tartós kapcsolások létrehozására használjuk. Rajzjelét a 3.1 ábrán látjuk.



3.1 ábra. A kettős kapcsoló rajzjele
/2-utas 2-állású kapcsoló/

Normál /a szerelőlapon a jobboldali/ állapotban a P és R, és a T és V pontok között létesít fémes kapcsolatot, átváltott /a szerelőlapon a baloldali/ állapotban pedig a P és O, és a T és S pontok között. Mindkét állapot tartós. Tehát a kapcsoló magától nem megy át egyik állapotba, se, mint a nyomógomb tette. A rajz vastagon kihúzott szakasza itt is a mozgó érintkezőt jelképezi. Ezeknek a szaggatott vonallal való összekötése azt jelenti, hogy együtt mozognak. Tehát nem lehet csak az egyiküket átváltani. - A kapcsoló teljes neve talán ez lehetne: 2-utas 2-állású csuszókapcsoló.

A kettős kapcsoló már sok, viszonylag bonyolult kapcsolást tesz lehetővé. Állítsuk össze gyakorlásnak azt a talán legbonyolultabb esetet, amikor a kapcsoló átváltásakor két zöld lámpa elalszik, két piros lámpa pedig kigyullad. Kapcsolási rajzát a 3.2 ábrán látjuk. Az előzők után úgy gondolom a kapcsolási rajzhoz nem szükséges semmiféle magyarázat.



3.2 ábra. Kapcsolás kettős kapcsolóval

A kapcsolás programja a következő:

4+ / 4P	4+ / 4T
4R / 4L	4V / 3L
4N / 4-	3N / 3-
4O / 4A	4S / 3A
4B / 4-	3B / 3-

Természetesen a 2-utas 2-állású kapcsolót használhatjuk egyszerűbb feladatokra is. Pl. használhatjuk csak egyszerű be és kikapcsolásra is, ha tartós kapcsolatot akarunk létesíteni, és így a nyomógomb nem megfelelő.

4. Fontos megállapodások. Számrendszerek

Az eddig megismert áramköri alkatrészek, szebb kifejezéssel áramköri elemek: az égő, a nyomógomb és a kapcsoló valamennyien un. kétállapotu elemek.

Az égő vagy ég, vagy nem ég.

A nyomógomb le van nyomva, vagy nincs lenyomva.

A kapcsoló a jobboldali /normál/ vagy a baloldali helyzetben van.

Igy alkalmasak két szám jelzésére, reprezentálására.

Az égő, ha nem ég jelezze a 0-t!

Az égő, ha ég jelezze az 1-et!

A nyomógomb, ha nincs lenyomva jelezze a 0-t!

A nyomógomb, ha le van nyomva jelezze az 1-et!

A kapcsoló a jobboldali helyzetben jelezze a 0-t!

A kapcsoló a baloldali helyzetben jelezze az 1-et!

Hogy az áramköri elemek általában kétállapotuak, ez az oka annak, hogy a számológépek az un. 2-es számrendszerben dolgoznak. Ezzel később még részletesen foglalkozunk. Most csak annyit jegyzünk meg még róla, hogy ebben a számrendszerben mindössze két számjegy van a 0 és az 1-es, és ez elegendő az összes szám leírására.

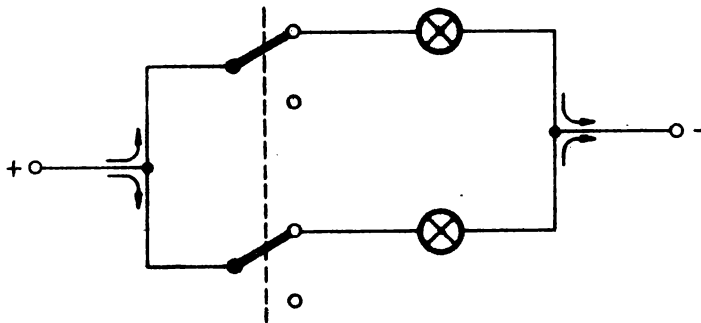
Két kezünk ebből a szempontból nézve "10 állapotú elem", hisz lehet becsukva 1,2, és így tovább 10 ujjunk. Ez az oka annak, hogy a hétköznapi életben az un. 10-es számrendszer terjedt el.

Hogy a fenti megállapodások mennyire nem "természetesek", hanem valóban csak "megállapodások", azt legjobban a fenti utolsó megállapodás mutatja. Fordítva ugyanigy megállapodhattunk volna.

Feladat: Állíts össze olyan kapcsolást, hogy a 3. oszlopban lévő kettős kapcsoló jobboldali helyzetében az 1. és a 3. oszlop piros lámpái égjenek, baloldali helyzetében pedig a 2. és 4. oszlop piros lámpái! - Írd fel a kapcsolás programját is!

5. A párhuzamos kapcsolás és törvényei

A 3.2 ábra kapcsolásából ragadjuk ki azt az esetet, amikor a két zöld lámpa ég, és rajzoljuk ezt fel kissé más alakban. /5.1 ábra./



5.1 ábra. A párhuzamos kapcsolás

Bizonyára ráismerünk, hogy ez a kapcsolás lényegében megegyezik az előzővel. Egy valamit azonban jobban kiemel. Azt, hogy az áram az ábra baloldalán elágazik, a jobboldalán pedig újra egyesül, mint a Duna teszi pl. a Margitsziget északi illetve déli csucsánál.

Az ilyen kapcsolás neve párhuzamos kapcsolás. Ha az egyik körtét, pl. a felsőt kiemelnénk foglalatából, az

természetesen elaludna. Ez azonban az alsót semmiben sem zavarná. Ezen megfontolás alapján a következő két törvényt fogalmazhatjuk meg:

1. Párhuzamos kapcsolás esetén a főágban /az elágazás előtti illetve az egyesülés utáni ágban/ annyi áram folyik, mint a mellékágakban /a jelen esetben a két égőben/ együttvéve.

2. Párhuzamos kapcsolás esetén minden ág ugyanazt a feszültséget kapja. A jelen esetben a telep teljes feszültségét, tehát kb, 4-4.5 V-ot.

A telep nem tud akármennyi áramot leadni. Tehát pl. mind a 8 égőket párhuzamosan hosszabb időre rákapcsolni nem ajánlatos.

Feladat: Állítsd össze és rövid időre kapcsold be a 2. eszlop kapcsolójával mind a 4 piros körtét! - Ird fel a kapcsolás programját!

6. Jelfogó. Vezérlése kézzel

A jelfogók, mint már említettük építőkésszletünk legfontosabb alkatrészei. Itt ugyanazt a szerepet játsszák, mint a nagy számológépekben az elektroncsövek illetve a tranzisztorok. Előnyük azokkal szemben, hogy olcsóbbak, nehezebb tönkretenni őket. Még fontosabb azonban, hogy működésük egyszerűbb és így könnyebben megérthető. Hátrányuk, hogy lassúbbak. Ez azonban számunkra inkább előny, mert így működésük szemmel is követhető és ellenőrizhető.

Emeljük le óvatosan az egyik jelfogó műanyag házát. A jelfogóttest legkiemelkedőbb részét egy finom kis rugó

tartja jól meghatározott helyzetben. Innen két rugós érintkező nyulik le a jelfogó aljáig. Lent a végükre hegesztett, különleges anyagból készült kis "pogácsáikkal" hozzányomódnak egy-egy álló érintkezőhöz. Ha a jelfogó tetejét finoman megnyomjuk, a feszítőrugó kissé megnyulik. A lenyuló rugós érintkezők alul elválnak az előző két álló érintkezőtől, és a velük szembenállókhoz nyomódnak hozzá. - Ha elengedjük a jelfogó tetejét, visszaáll az előző helyzet.

Nem nehéz ezek után és az előzők ismeretében a mi jelfogóinkra azt a megállapítást elfogadnunk, hogy ezek lényegében kettőskapcsolók, de pillanatkapcsolók, vagyis arra az időre kapcsolnak csak át, amíg lenyomva tartjuk őket.

Győződjük meg róla, hogy valóban így van. A jelfogók mozgó rugós érintkezői a szerelőlap D illetve J pontjaihoz vannak kivezetve. Azok az álló érintkezők, amelyekhez ezek normális állapotban hozzányomódnak, a jobboldali E illetve K pontokhoz, azok az álló érintkezők pedig, amelyekhez a lenyomott állapotban nyomódnak hozzá, a C illetve a H pontokhoz vannak kivezetve.

Állítsuk össze a következő program szerinti kapcsolást:

1+ / 1D	1+ / 1J
1E / 1L	1K / 2L
1N / 1-	2N / 2-
1C / 1A	1H / 2A
1B / 1-	2B / 2-

A főkapcsoló bekapcsolásával két zöld lámpa kigyullad. A jelfogó felső részének lenyomásakor a két zöld lámpa

elalszik, és helyettük kigyullad két piros lámpa - amint a kettős kapcsoló működésének bemutatásakor is történt.

A kapcsolási rajzot azért nem adtuk meg, mert ez teljesen egyezik a 3.2 ábra kapcsolásával.

Azt az eljárást, amit most alkalmaztunk a jelfogó kézi vezérlésének nevezzük. Ritkán, de azért a későbbiekben ezt is alkalmazzuk. - Most tegyük vissza óvatosan és gondosan jelfogónkra az átlátszó műanyagházat, mert ez védi a portól és a sérülésektől.

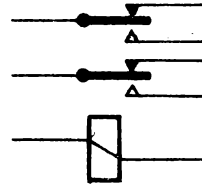
7. A jelfogó elektromos vezérlése

Vegyük szemügyre még egyszer minden oldalról jelfogónkat! Súlyának és térfogatának legnagyobb részét a papirossal bevont tekercs adja. A bevonó papirossról jelfogónk fontosabb elektromos adatai leolvashatók. Eszerint a színes műanyag tekercstestre 0,1 mm-es lakkszigetelésű rézhuzalból 1100 menet van felcsévelve. A tekercs ellenállása 45 ohm. Így Ohm törvénye alapján a 3 voltos normál feszültség esetén 67 mA folyik át a tekercsen.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{3 \text{ V}}{45 \text{ ohm}} = 0,067 \text{ A} = 67 \text{ mA.}$$
 Fogyasztása mindössze 0,2 watt. $P = U \cdot I = 3 \text{ V} \cdot 0,067 \text{ A} = 0,2 \text{ W.}$ Tehát egy zseblámpakörte fogyasztásának alig harmadrésze.

Mi történik, ha a jelfogó tekercsére áramforrást kapcsolunk? Jó lenne mindjárt kipróbálni! A kapcsolás szakszerű megtervezéséhez azonban szükségünk van a jelfogó rajsjelére. A 7.1 ábrán láthatjuk.

A téglalap a benne lévő ferde vonással a jelfogó tekercsét jelképezi. Látjuk a tekercs két végét jelképező vonaldarabkákat is. A vastagon kihuzott szakaszok a rugós mozgóérintkezők. A kis háromszögekkel ellátott vékonyabb vonalak pedig az álló érintkezők.

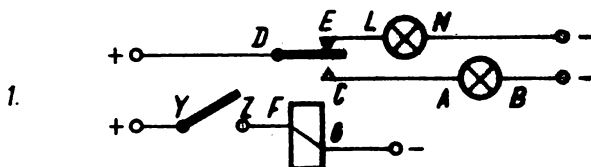


7.1 ábra. Jelfogónk rajzjele

Felül rajzoljuk és sötét háromszöggel jelezzük azt az álló érintkezőt, amelyikhez a jelfogó normál, tehát be nem húzott állapotában a mozgó érintkező hozzányomódik. Üres háromszöggel jelezzük és alul rajzoljuk azt az álló érintkezőt, amelyikhez a jelfogó árammal átfolyt, behúzott állapotában nyomódik hozzá. A mi jelfogóink két bontó-záró érintkezővel rendelkeznek. Vagyis a mozgó érintkezőknek a felső álló érintkezőkkel való kapcsolata a jelfogó behúzásakor előbb megszakad, és csak azután nyomódnak hozzá az alsó álló érintkezőkhöz. Az ilyen érintkezőpárt morze érintkezőnek is hívjuk. - A telefontechnikában használatos más jelfogókon gyakran 8-10 érintkezőpár is van.

Most már megtervezhetjük áramkörünket. Pl. az 1. oszlop jelfogójának tekercsére akarunk egy nyomógomb lenyomásakor áramot adni. Ha jelfogónk tekercsén áram folyik át, a belsejében lévő lágyvasból készült mag, az un. vasmag mágnessé válik. A mágnes az előtte lévő vaslapocskát magához vonza. Ezáltal azonban a jelfogóra két-rugós mozgó érintkezője éppen úgy "átvált", mint amikor előző összeállításunkban felülről kissé megnyomtuk. - Az átváltást azzal akarjuk jeleztetni, hogy egy zöld lámpa aludjék el, és gyulladjon ki helyette egy piros.

Az elvi kapcsolási rajzot a 7.2 ábrán láthatjuk. Jelfogónk másik rugós érintkezőjét fel sem rajzoltuk, mert erre most nincs szükségünk.



7.2 ábra. Jelfogó vezérlése nyomógombbal

Megemlítjük még azt is, hogy a jelfogók tekercsének két vége a szerelőlap F és G pontjaihoz csatlakozik. Így már felírhatjuk az előző kapcsolás programját is.

1+ / 1Y	1+ / 1D	1C / 1A
1Z / 1F	1E / 1L	1B / 2-
1G / 1-	1N / 1-	

A főkapcsolót bekapcsolva a zöld lámpa ég. A nyomógombot lenyomva a zöld lámpa elalszik és a piros gyulad ki.

Győződjünk meg róla szemmel is, hogy a jelfogó rugós érintkezői a nyomógomb lenyomásakor valóban "átváltak"!

Feladat: Állítsuk össze ugyanezt a kapcsolást jelfogónk másik rugós érintkezőjének felhasználásával! - Miben különbözik programja a megadottól?

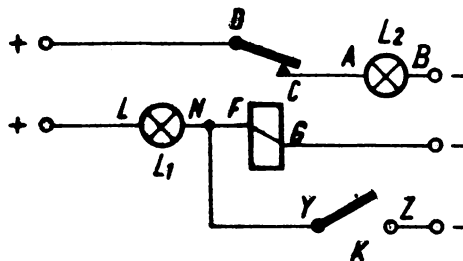
8. Jelfogó vezérlése söntöléssel

Aki szerelőlapunk valamelyik égőjét már kicsavar-ta, foglalatán azt olvashatta, hogy az égő 4 V-os.

Jelfogóinkról az előbbieken azt mondtuk, hogy 3 V-osak. Áramforrásunk pedig 4,5 V-os lapos zseblámpatelep. Mi a magyarázata ezeknek a különbségeknek?

Az egyik az, hogy áramforrásunk csak friss állapotban és terheletlenül 4,5 V-os. Később, és főleg alaposan terhelve már kisebb feszültséget ad. Ezért szoktak a zseblámpákban is 3,5 V-os égőket alkalmazni.

A másik ok az, hogy alkalomadtán jelfogóinkat a 8.1 ábra szerinti kapcsolásban is akarjuk működtetni. A K



8.1 ábra Jelfogó vezérlése söntlélssel

kapcsoló vagy nyomógomb le nem nyomott állapotában az L_1 égőn és a jelfogón nyilván áram folyik át. Ha ez elegendő a jelfogó működtetéséhez, akkor az állandóan behuzott állapotban van az L_1 égő pedig valamelyest világít. Ha ellenben a K nyomógombot lenyomjuk, a jelfogóval párhuzamosan is utat nyitunk az áramnak. Ennek az utnak gyakorlatilag nincs ellenállása, és így az áram nyilván erre folyik és nem a viszonylag nagy ellenállású jelfogón át. Azt mondjuk: a jelfogót söntöltük. A jelfogó természetesen elenged, és csak akkor zár újra, ha a K nyomógommbal bontjuk a söntölést létrehozó utat. - Az L_1

égőnek azért kell ott lennie, mert különben rövidzár ke-
letkezne, és ez megrongálná szerelőlapunkat. - Az L_2
égőt csak azért vettük be kapcsolásunkba, hogy a műkö-
dést szemléltesse.

A söntöléssel való vezérlés mintegy ellentétje az
előzőkben megtárgyalt nyomógombos vezérlésnek. Ott akkor
húzott be a jelfogó, ha lenyomtuk a nyomógombot, itt
ekkor enged el.

A kapcsolás programja:

4+ / 4L	4N / 4Y	4+ / 4D
4N / 4F	4Z / 4-	4C / 4A
4G / 4-		4B / 3-

Az összeállítás működtetésekor figyelj meg a L_1
égő fényességének megváltozását a nyomógomb lenyomásá-
kor!

Feladat: Állítsd össze az előző kapcsolást úgy,
hogy a K nyomógomb lenyomásakor gyulladjon
ki az L_2 égő!

9. A soros kapcsolás és törvényei

Az előző kapcsolás működtetésekor bizonyára észre-
vettük, hogy az L_1 égő gyengén világított, a K nyomógomb
lenyomásakor azonban normális módon. Magyarázatát nem
nehéz megérteni. A második esetben az L_1 égő közvetlenül
az áramforrásra volt kapcsolva, az első esetben pedig a
jelfogón át. Azt mondjuk szakkifejezést használva, hogy
az égő és a jelfogó sorba voltak kapcsolva. A telep fe-
szültségének nemcsak az égő, hanem a jelfogó ellenállá-
sát is le kell győznie. Így kisebb áramot tudott átnyom-
ni rajtuk. Ezért világított az égő kevésbé.

Ezen szemléletes magyarázat alapján belátjuk a soros kapcsolás alábbi törvényeit:

1. Fogyasztók soros kapcsolása esetén azok ellenállásai összeadódnak.

2. A sorbakapcsolt fogyasztók mindegyikén ugyanakkora áram folyik át, hisz ami átfolyt az egyikben, annak át kell folynia a másikon is.

Ohm törvénye alapján, ha egy ellenálláson áram folyik át, akkor azon feszültségesés lép föl. /Az $I = \frac{U}{R}$ -ből ez a feszültségesés $U = I \cdot R$./ Vonjunk ebből le következtetést mostani kapcsolásunkra: A telep 4,5 V-os feszültségének egy része /kb. 1,6 V/ esett az L_1 égőn, a másik része pedig /közel 3 V/ a jelfogón. Ezért világított égőnk olyan gyengén, viszont jelfogónk még így is jól és biztosan működött.

Jó lesz alaposan megbarátkoznunk Ohm törvényével, mert a legtöbb nem működő kapcsolási próbálkozásunknak az ezen törvényről való megfélelkezés az oka. Ohm törvénye gyakran megrézfálja a tapasztalt szakembereket is.

Feladat: Mekkora áram folyik jelfogókon /ellenállása 45 ohm/, ha a normális 3 V üzemi feszültség helyett mi gyakran 4,5 V-ot kapcsolunk rá? /Ne aggódjunk! Ugy van méretezve, hogy ezt még tartósan is jól bírja./

10. Akárhány áramkör vezérlése egy nyomógombbal

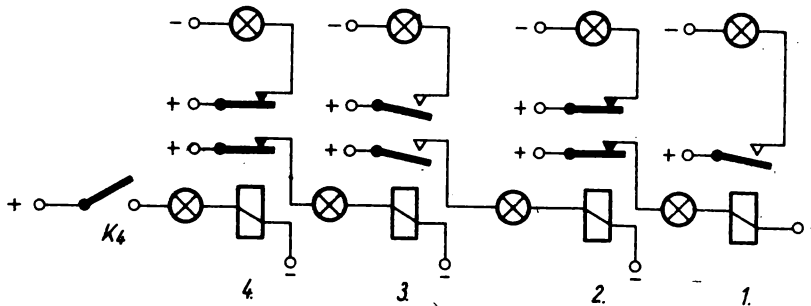
A jelfogó működését bemutató kapcsolásunk /7.2 ábra/ talán nem emelte ki eléggé, hogy mit is "tud" a jelfogó. Lenyomtuk egy nyomógombot, és erre egy jelfogó

közreműködésével elaludt egy égő és kigyulladt egy másik. Hát ezt jelfogó nélkül, közvetlenül a nyomógombbal is megtehettük volna!

A következő és más hozzá hasonló feladatokat azonban már bajosabb lenne megoldani egyetlen nyomógombbal, legalábbis a túlterhelés veszélye nélkül.

A feladat: A 4. nyomógomb lenyomására huzzon be a 4. és a 2. jelfogó, engedjen el a 3. és az 1. jelfogó. Ugyanekkor gyulladjon ki a 3. és az 1. piros égő, és aludjon el a 4. és 2. piros égő. A megfelelő zöld égők jelezzék, ha oszlopuk jelfogója behuzott állapotban van.

Az összeállítás elvi kapcsolási vázlata a 10.1 ábrán látható. - A kapcsolás összeállítása és a főkapcsoló



10.1 ábra. Nyolc áramkör vezérlése egy nyomógombbal.

bekapcsolása után természetesen a 3. és az 1. jelfogó behuzott állapotban vannak, és a 4. és a 2. piros lámpák égnek, hisz ezeknek kell a K nyomógomb lenyomásakor

elengedniük illetve kialudniuk. - Igen alapos és tanulságos figyelempróba a kapcsolási rajzon az alapállás helyességnek az ellenőrzése, és hogy valóban bekövetkeznek-e a nyomógomb lenyomása után a fent előírt következmények.

A kapcsolat programja pl. a következő:

1+ / 4Y

4Z / 4L

4N / 4F 3N / 3F 2N / 2F 1N / 1F

4G / 4- 3G / 3- 2G / 2- 1G / 1-

4+ / 4J 3+ / 3J 2+ / 2J

4K / 3L 3K / 2L 2K / 1L

4+ / 4D 3+ / 3D 2+ / 2D 1+ / 1D

4E / 4A 3E / 3A 2E / 2A 1E / 1A

4B / 4- 3B / 3- 2B / 2- 1B / 1-

Mind a kapcsolásból, mind a programból igen szépen látszik a probléma szimmetrikus, illetve ismétlődő volta. Hogy ilyen áttekinthető rajzokat tudjunk készíteni egy-egy problémáról, ahhoz sok tapasztalat és gyakorlat kell. Ennek megszerzését szolgálják az itteni példák és feladatok. Ne ijedjünk meg, ha első rajzaink kuszáltak. Lényeges, hogy a probléma megoldását adják. De miután erről meggyőződünk, szépítsük és tegyük áttekinthetőbbé rajzunkat. Ez egyszerűbbé teszi a programozást, és adott ipari problémáknál olcsóbbá a kivitelezést.

Ebből a kapcsolásból már támad sejtésünk a jelfogó sokoldalú felhasználhatóságáról. Egyetlen nyomógomb lenyomásával egész sereg berendezést működtettünk. Pedig az itteni csekély lehetőségeknek sem használtuk ki még csak a felét sem. Nyomógombunkon csak egyetlen jelfogó

árama folyt át. Így lehet a villamosokon és villanymozdonyokon kisfeszültségű és aránylag kis fogyasztású jelfogókkal nagy feszültségen és több száz amperes árammal dolgozó motorokat be- és kikapcsolni. - Így lehet pl. a Dunaujvárosi meleghengerműben a hatalmas motorok százait vezérelni, hogy előre vagy hátra menjenek, ilyen vagy olyan sebességgel mozgassák, alakítsák a több tonnás izzó acéllemezt.

De a későbbiekben majd látjuk, hogy ennél sokkal többet is tud a jelfogó. Tud emlékezni, számtani, algebrai, sőt logikai műveleteket végezni. Játékgépekben próbára teszi kombinatív, sőt gondolkodó képességünket is. - Ezekkel az eljárásokkal ismerkedünk meg a következőkben, ha van bennünk kitartás, munkakedv és türelem.

Feladat: Állíts össze kapcsolást, hogy az 1. két-tőskapcsoló kapcsolásakor az 1. és a 2. jelfogó behúzzon, a 3. és a 4. pedig elengedjen. A behúzottaknak égjen a zöld jelzőlámpája, az elengedettnek pedig a piros lámpája. - Készíts elvi kapcsolási rajzot is!

A szerelőlap ellenőrzése és javítása

Építőkészletünk gondos munkával és ellenőrzéssel készült. De meghibásodhat. Szükséges és illik is, hogy alkatrészeit magunk tudjuk ellenőrizni és - ha szükséges - megjavítani.

Az alsó nyomtatott áramkörrel csőszegecsek vezetnek fel a szerelőlap tetejére az áramot. Ezek, jóllehet rugós kiképzésűek, idővel meglazulhatnak. A szerelőlapot felfordítva a meglazult szegecset támasszuk alá pl. a satuba fogott, vagy az asztalra állított nagyobb kala-

páccsal. - Egy kisebb kalapáccsal a nyomtatott áramkör felőli oldalon óvatosan néhányat a meglazult szegecsre ráütve helyreáll a biztos érintkezés.

Ha a lámpák valamelyike kiégett volna, kupakja leemelhető, az égő kicsavarható, és a Keravill-ban vásárolt ugyanilyen égővel /4 V, 0,1 A/ kicserélhető.

A meghibásodott nyomógomb álló vagy mozgó érintkezőjének gondos alakításával javítható. A csuszós kettős-kapcsoló hibás érintkezése egy-két erősebb kapcsolásra meg szokott javulni.

A legbonyolultabb alkatrész a jelfogó. Ha érintkezői elszennyeződnek pl. por-lerakódás, vagy túlterheléskor bekövetkezett oxidálódás következtében finom csiszolópapír-darabka, vagy türeszelő, vagy vékony tű segítségével tisztíthatók. Az érintkezők 1 A-es áramot bírnak el rongálódás nélkül. Tehát a szerelőlap normális használata közben aligha rongálódhatnak meg. A rövidzárt természetesen ezek sem bírják.

A jelfogó mozgó rugós érintkezőjét is lehet finoman alakítani, ha az álló érintkezőhöz nem nyomódna eléggé. De óvatosan bánjunk vele!

Ha egy jelfogó javíthatatlanul tönkremenne, a szerelőlapról leforrasztható, és az Ezermester boltokban kapható ugyanilyen jelfogó /3 V-os!/ forrasztható be a helyére.

Az sem javíthatatlan hiba, ha valami rövidzár következtében a nyomtatott áramkörön a fólia valahol leégne. A szakadási helyet vékony rézhuzal felforrasztásával átkötjük. A forrasztási helyeken a rézfóliát természetesen előzőleg "érzéssel" megcsiszoljuk.

Az alkatrészek ellenőrzéséről most nem is beszélünk. De ez az előzők után nem is szükséges. A gyanús alkatrészt a lehető legegyszerűbb módon bekapcsoljuk, működtetjük, és már elő is jön az esetleges hiba.

A hibakereséstől és a javítástól nem kell idegenkednünk. Sokszor ezek a legtanulságosabbak. Jobb egy ilyen egyszerű és olcsó berendezésen tapasztalatokat gyűjteni, mint egy sokmillió Ft-os "komoly" számológépen, melynek óradíja 1000-1500 Ft. De azon el sem tudnánk igazodni az itt megszereshető alaptapasztalatok nélkül. Az elektromos berendezéseken műszerrel szokták a hibát megkeresni. - Jól helyettesíti a drága műszert az építőkészlethez mellékelt, vezetékkel ellátott foglalat és égő. - Az egyik zsinórt az áramforrás egyik pólusába bedugva, a másik zsinórral kapcsolásunkat "végigtapogatva" könnyebben megtaláljuk a hibás érintkezési helyeket. Megjegyzés. A 28. oldalon lévő rajzunknál /10.1.sz. ábra/ nem irtuk be a szerelőlapra utaló betűket, amint azt az előző rajzokon tettük. - A bonyolultabb rajzokat ugyanis zsúfolttá és nehezen áttekinthetővé tenné a sok szám és betű. - Szokjuk meg a kapcsolások önálló megvalósítását.-

II. AUTOMATA BERENDEZÉSEK

A HÉTKÖZNAPI ÉLETBEN

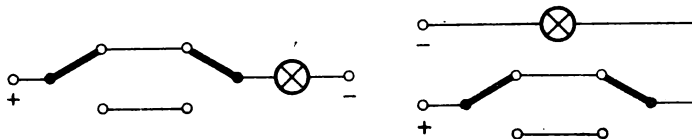
Már 17 éves gimnazista lehettem, amikor problémát okozott, hogy milyen lehet a lépcsőházi villany kapcsolása. Hosszas fejtöréssel megoldottam a problémát, és még ma is emlékszem, hogy mekkora örömet okozott ez számomra. Szeretném, ha sok ilyen logikai örömben lenne része az építőképzés használóinak, ezért összegyűjtöttem néhány ilyen problémát.

Munkánk ne egyszerűen abból álljon, hogy a megadott programok, vagy elvi kapcsolási rajzok alapján összeállítjuk a kapcsolást és gyönyörködünk működésében. Ez is lehet tanulságos és értékes. De sokkal érdekesebb a "játék", ha előbb magunk igyekszünk megoldani a felvetett problémákat, és ha nem boldogulunk vele, akkor használjuk csak fel a nyújtott segítséget. Az is érték, ha a probléma megoldása után keresünk újabb, egyszerűbb megoldást. Végül a legértékesebb, ha olyan problémákat is megoldunk, amelyek ebben a könyvben egyáltalán nem szerepelnek, de találkoztunk valahol velük, és nem hagyunk nyugodni, amíg meg nem oldottuk őket.

11. A lépcsőházi villany két kapcsolóval

A probléma közismert: Szeretnénk, ha egy égőt /a lépcsőházi villanyt/ két helyről /a földszintről és az emeletről/ is bármikor fel lehetne gyújtani vagy eloltani.

Erezzük, hogy erre a célra a közönséges villanykapcsoló, amely csak bekapcsolja, vagy nem kapcsolja be az áramkört nem elegendő. Kevés két szál drót is, melyek közül az egyik a körtéhez, a másik pedig a körtétől vissza vezet az áramot, hogy zárt áramkör legyen. Kell tehát egy harmadik vezeték is, és olyan kapcsoló mindkét helyen, amely erre a harmadik vezetékre átkapcsolja az áramot. A villanyszerelők váltókapcsolónak hívják az ilyen kapcsolót. Mi nevezhetnénk a 3. pontban megbeszéltek alapján 1-utas 2-állású kapcsolónak. Ilyen van nekünk bőven. Tehát a problémát meg tudjuk oldani. A 11.1



11.1 ábra. Lépcsőházi villany két kapcsolóval

ábrán két rajzot is bemutatunk. A baloldali az elvi megoldást mutatja világosabban, a jobboldali a valósághoz áll közelebb. Erről az is leolvasható, hogy ilyenkor három vezeték fut a falban.

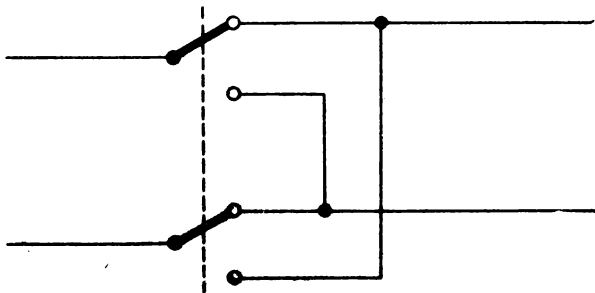
Állítsuk össze talán a kapcsolás jobboldali formáját. Programja pl. a következő:

4+ / 4T	1T / 2A
4V / 1V	2B / 4-
4S / 1S	

Igy a 4. és az 1. kapcsolóval a 2. lámpa gyújtható vagy oltható.

12. A lépcsőházi villany több kapcsolóval

Ha harmadik helyen is kapcsolni akarjuk lépcsőházi lámpánkat, akkor oda már un. keresztkapcsolóra van szükségünk. Ezt a két szélső kapcsolót összekötő két vezetékbe úgy építik be, hogy egyik állásában a mostani helyzetet hozza létre /lásd a 11.1 ábrát/, másik állásában pedig a felül jövő vezetékét alul vigye tovább, az alul jövőt pedig felül. 2-utas 2-állású kapcsolóinkkal ez a keresztkapcsolás is megvalósítható. A 12.1 ábránkon



12.1 ábra. "Keresztkapcsolóvá" átalakított 2-utas 2-állású kapcsoló

csak ezt a keresztkapcsolóvá átalakított kettőskapcsolónkat mutatjuk be. A rajzzal kapcsolatban felhívjuk a figyelmet arra a megállapodásra, hogy ha egy kapcsolási rajzon kényszerűségből két vezeték keresztezi egymást, akkor azok nem okvetlenül vannak vezetői kapcsolatban is. Ha igen, akkor a keresztezési pontban egy jól látható pontot is kell tennünk.

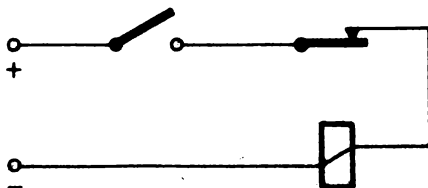
Az 1., 3., 4. kapcsoló és a 2. piros égő felhasználása esetén a kapcsolás programja a következő:

4+ / 4T	3R / 3S	3V / 3O
4V / 3P	4S / 3T	1T / 2B
3R / 1V	3V / 1S	2A / 4-

Feladat: Állítsd össze a 4 helyen kapcsolható lépcsőházi villany elvi kapcsolási rajzát!
 - Legyenek a kapcsolók a négy kettős kapcsoló, a lámpa pedig a 3. piros égő!
 Írd fel a kapcsolás programját!

13. Elektromos csengő

Jelfogónk elektromos csengőként is kapcsolható. Vezessük a jelfogót működtető áramkört a jelfogó egyik bontó érintkezőjén át. Így, ha a jelfogó behúzó, áramkörre megszakad. Erre a jelfogó elenged. Elengedve azonban ismét záródik áramkörre. Ismét meghúzó, ismét elenged. És így tovább. Jelfogónk a villanycsengőhöz hasonló hangot ad. - A hang magasságát, rezgésszámát jórészt a jelfogó mechanikai adatai: tömeg, rugalmasság stb. határozzák meg. Jelfogónk rezgésszáma a 13.1 ábra szerinti kapcsolásban kb. 100 mp-enként.



13.1 ábra. Elektromos csengőként működő jelfogó

A kapcsolás programja pl. a következő:

4+ / 4Y	4N / 4J	4G / 4-
4Z / 4L	4K / 4F	

A program szerinti kapcsolásban egy zöld lámpát is sorbakapcsoltunk a jelfogóval. Így ez érintkezők igénybevétele a gyors kapcsolások alkalmával kisebb. Az égőt a kapcsolási rajzról a könnyebb áttekinthetőség kedvéért hagytuk el.

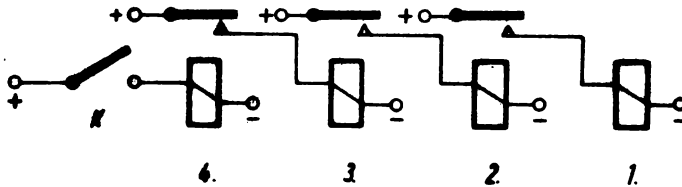
14. Meghuzási és elengedési idő

Jelfogónk az előbbi kapcsolásban - mint már említettük - kb. 100-at rezgett mp-enként. Egy rezgés ideje tehát $1 : 100 = 0,01 \text{ mp} = 0,010 \text{ mp} = 10 \text{ milliszekundum}$, ahogyan szaknyelven mondják. Jól különböztessük meg ettől az un. meghuzási és elengedési időt.

Meghuzási időn azt az időtartamot értjük, ami egy jelfogó bekapcsolásakor eltelik a nyomógomb lenyomásától addig, amíg a jelfogó kapcsolja azt az áramkört, aminek a kapcsolása éppen ekkor a feladata. - Nyitási időn pedig azt az időtartamot értjük, ami a jelfogó gerjesztő áramkörének nyitásától eltelik addig, amíg a jelfogó valóban ki is kapcsol. - Ezek elsősorban a jelfogó elektromos adataitól /menetszám, a csévézés módja, stb./ függenek, és - mint a későbbiekben látjuk - tág határok között változtathatók különböző kapcsolási fogásokkal is.

A mi jelfogónknál mind a meghuzási, mind az elengedési idő 6-8 milliszekundum körül van. Hogy ez milyen kis idő, annak szemléltetésére állítsuk össze a 14.1 ábra szerinti kapcsolást /ábrát lásd a 38. oldalon/.

Látjuk az ábráról, hogy a K. nyomógomb lenyomása után a 4. jelfogó behuz. Ennek behuzása után gerjesztő



14.1 ábra. Négy jelfogó meghuzási idejének összegezése

áramot kap a 3. jelfogó, és az is behuz. Ugyanigy a 2. jelfogó, és végül az első. - Nagyon kell figyelniük, hogy észrevegyük azt, hogy négy jelfogó behuzását jelző koppanás nem egyidőben hallatszott, hanem kissé egymás után.

Az összeállítás programja pl. a következő:

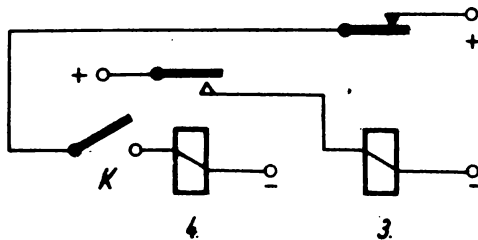
4+ / 4Y	4+ / 4D	3+ / 3D	2+ / 2D
4Z / 4F	4C / 3F	3C / 2F	2C / 1F
4G / 4-	3G / 3-	2G / 2-	1G / 1-

Fülünk roppant érzékeny műszer! Biztosan meg tudja különböztetni ezt a négy egymás utáni koppanást az alábbi feladat kapcsolásakor bekövetkező egyidejű koppanástól.

Feladat: Állíts össze olyan kapcsolást, hogy a négy jelfogó egyidejűleg huzzon bel! **Megjegyzés:** a négy egyforma jelfogó behúzási ideje nem teljesen egyező. A jobb fülük még ezt is "meghallják".

15. Lassított csengő

Két jelfogó alkalmazásával csengőnk rezgésszámát kb. a felére csökkenthetjük. A 15.1 ábráról leolvashatjuk a kapcsolás működését.



15.1 ábra. Lassított csengő

A 4. jelfogó gerjesztő áramát a 3. jelfogó egy bontó érintkezőjén át vezetjük a K nyomógombhoz. A nyomógomb lenyomása után a 4. jelfogó behúz. Ez egy záró

érintkezőjén át gerjesztő áramot ad a 3. jelfogónak. A 3. jelfogó is behuz. Ekkor bontódik a 4. jelfogó gerjesztő áramköre. Ez elenged. Elenged a 3. jelfogó is. Ekkor az egész folyamat kezdődik elülről.

A kapcsolás programja:

3+ / 3E	4N / 4F	4G / 3L
3D / 4Y	4G / 4-	3N / 3F
4Z / 4L	4+ / 4D	3G / 3-

A program szerinti kapcsolásban itt is kötöttünk a jelfogók elé egy-egy zöld lámpát ellenállásnak az érintkezők kimélése céljából.

A kapcsolás működtetésekor meglepetéssel tapasztaljuk, hogy alig hallunk mélyebb hangot, mint az egy jelfogós csengő kapcsoláskor. Ennek oka az, hogy mindkét jelfogó koppanásait halljuk behuzáskor. Egy jelfogó azonban csak kb. feleannyiszor zár és nyit, mint az előbb.

Valamelyik jelfogó záró vagy bontó érintkezőjén át beköthetünk egy piros lámpát jelzőlámpának. A lámpa inkább fényerőcsökkenést veszünk észre, mint pislogást, mert a kapcsolások száma még mindig 50-70 mp-enként. Az alábbi feladat kapcsolásában azonban a lámpa pislogása már jól észlelhető.

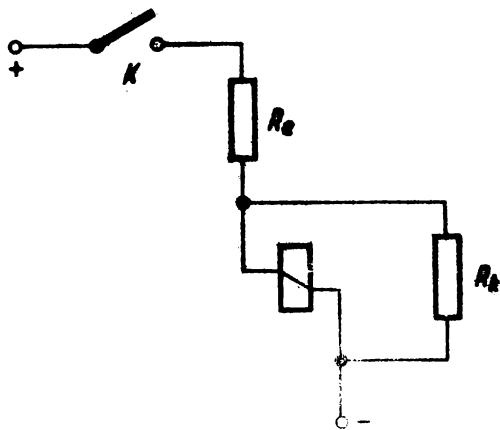
Feladat: Állíts össze lassított csengőt mind a négy jelfogó felhasználásával!

16. Jelfogók késleltése kapcsolási fogásokkal

A gyárilag elkészített jelfogó behuzási és elengedési ideje jól meghatározott. Nagyobb jelfogóknál 10-20

milliszekundum szokott lenni. A mi jelfogónk tehát ebből a szempontból az igen gyorsak közé tartozik. A kapcsolástechnikában gyakran szükség van arra, hogy az egyidejűleg bekapcsolt két jelfogó közül az egyik később huzzon be, mint a másik. Ezt különböző áramköri elemek /ellenállás, kondenzátor, tekercs/ alkalmazásával érik el. Lássuk ezek közül a legegyszerűbbet!

A 16.1 ábrán a jelfogó tekercsével párhuzamosan kapcsolva látunk egy ellenállást / R_k /. Az ellenállás



16.1 ábra. Jelfogó késleltetése ellenállással

rajzjele az a kis üres téglalap, betűjele pedig: R . Állítjuk, hogy ennek alkalmazása növeli jelfogónk behúzási idejét: késlelteti a jelfogót.

Ennek megértéséhez tudnunk kell, hogy a vasmagas tekercs - és jelfogónk tekercse is ilyen - az áram bekapcsolásának pillanatában igen nagy ellenállást tanúsít

a benne kialakuló árammal szemben. Amikor már állandó áram alakult ki benne, ellenállása sokkal kisebb.

Természetesen ez az állandó áram lassabban alakul ki, ha a tekercs végeire kisebb feszültség van kapcsolva. Ez az eset a 16.1 ábrán alkalmazott kapcsolásnál. Az R_k késleltető ellenálláson már a bekapcsolás pillanatában is folyik áram. Ez az R_e előtétellenálláson feszültségesést hoz létre. /L. a soros kapcsolás c. 9. pontunkat! / A jelfogó tekercse nem kapja meg a teljes telepfeszültséget. Így behúzási ideje megnő: késni fog.

Honnan vegyünk ellenállásokat a kapcsolás megvalósításához? Zöld égőinket használjuk föl erre a célra! Égők adataiból /4 V, 0,1 A/ Ohm törvénye alapján kiszámítható, hogy izzó állapotban ellenállása 40 ohm. Hideg állapotban csak néhány ohm, de ez a késleltetés szempontjából még hasznos is. Gondoljunk csak feladatként utána!

Kapcsolásunk programja ezekután a következő:

4+ / 4Y	4N / 3L	4G / 4-
4Z / 4L	3N / 2N	
4N / 4F	2L / 2-	

A kapcsolási rajz R_k ellenállásának céljaira azért kellett programunkban két zöld égőt is sorbakapcsolni, mert egy égőnek kicsi az ellenállása. E miatt annyira leesik esetleg a jelfogó bemenetén a feszültség, hogy az be se tud húzni. - Fülünkkel jól észlelni tudjuk a kapcsolás működésváltoztató hatását, ha működés közben a 2- pontnál ismételten kihúzzuk - bedugjuk az összekötő huzalt.

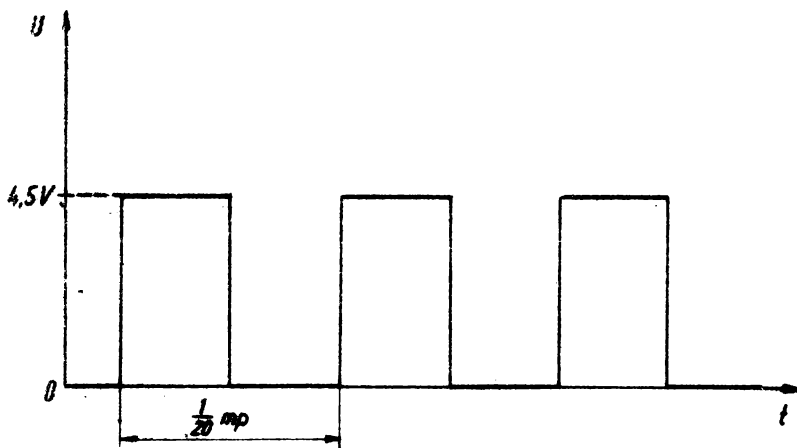
Az R_k ellenállásnak van egy fontosabb szerepe is, mint a behúzási idő megnövelése. - Jelfogónk vasmagos tekercse nemcsak annak áll ellen, hogy kezdetben az áramerősség benne kialakuljon, hanem annak is, hogy áramkörének nyitásakor benne az áram megszűnjön. Ez abban nyilvánulna meg, hogy pl. a 16.1 ábra K kapcsolójának nyitásakor ott egy kis szikra keletkeznék. Ez a szikra rongálja és idővel tönkreteszi a kapcsolók és a jelfogók érintkezőit. Az R_k ellenállás ezt a szikrát levezeti, hisz az azt létrehozó vasmagos tekercs két pólusát vezetőileg összeköti. Tehát az így alkalmazott ellenállás óvja kapcsolóinkat, jelfogóinkat, meghosszabbítja élettartamukat.

Az R_k ellenállás alkalmazásának azonban van egy hátránya is: a jelfogó működése alkalmával ezen is áram folyik át, tehát ez is fogyaszt. Több ezer jelfogót tartalmazó berendezéseknél ez nem elhanyagolható. - Ezen is tudunk segíteni.

A programozás szerinti kapcsolás 2. lámpája helyébe tegyünk be /helyes polaritással! / egy kondenzátort. Építőkészletünkhöz nem adtunk ilyet, mivel nem sokszor használjuk, de minden rádióamatőrnél akad ilyen otthon. /pl. 50-100 mikrofarados 4/5 V-os elkó, elektrolit kondenzátor/. Ez az egyenáramot nem vezeti, de a rákapcsolt feszültségre feltöltődik. A kondenzátor eszményi késleltető áramköri elem! Csak kissé drágább, mint az ellenállás, és hamarabb tönkremegy. Hiába, a természet nem ad semmit ingyen!

17. Impulzusgenerátor

Ha a 15. pont feladatának megvalósításakor valamilyik jelfogó bontó érintkezőjén keresztül egy égőt kapcsolunk áramforrásunkra, az mp-enként 20-szor, 25-ször felvillan. Tegyük fel, hogy a felvillanások száma éppen 20 másodpercenként. Ez azt jelenti, hogy égőnk két bemenetén másodpercenként 20-szor van feszültség és 20-szor nincs. Igen szemléletesen mutatja ezt a 17.1 ábrán

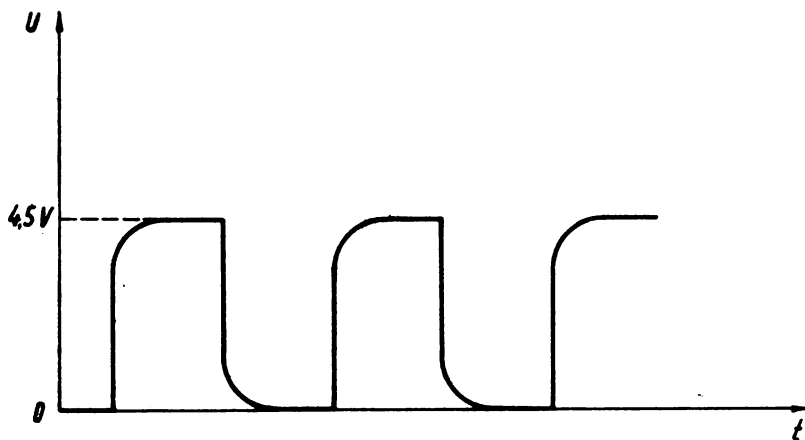


17.1 ábra. Az ideális "négyyszögimpulzus"

lévő rajz. A szokott grafikonos ábrázolás. A vízszintes tengelyre az időt mértük fel, a függőlegesre pedig az égő bemenetein megjelenő feszültséget. Szaknyelven így mondjuk: ábrázoltuk a feszültséget az idő függvényében. Az ilyen típusú elektromos jeleket impulzusoknak nevezük. Azokat a berendezéseket pedig, amelyek ilyen ti-

pusu elektromos jeleket állítanak elő impulzusgenerátoroknak. Tehát elektromos csengőnk melleleg impulzusgenerátor is. Egy impulzus hossza a jelen esetben $1/40\text{ms}$. Az impulzusok frekvenciája, ismétlődése 20 impulzus másodpercenként. Alakjukat tekintve pedig impulzusaink a négyszögimpulzusok családjába tartoznak.

Impulzusgenerátorra előléptetett elektromos csengőknek szinte minden pontjáról vehetők le impulzusok. Ezek frekvenciájukat tekintve megegyeznek, de alakjukat tekintve már nem. Pl., ha az előző pont szerinti késleltetéssel kombináljuk kapcsolásunkat, akkor - ha késleltető áramköri elemnek kondenzátort használunk - a jel-fogó tekercsének két végéről a 17.2 ábra szerinti alakú



17.2 ábra. A négyszögimpulzus képe oszcilloszkópon impulzusok vehetők le. Vagyis a feszültség hirtelen fel-futását a kondenzátor és tekercs együttes hatása lassítja. De ugyanezek lassítják a feszültség hirtelen megszűnését is.

Különböző áramköri elemekkel az impulzusok formája, alakja szinte tetszés szerint változtatható. Ezt az eljárást impulzusformálásnak hívjuk. Az impulzusok formája az oszcilloszkópnak nevezett műszerrel szemellátathatóvá tehető.

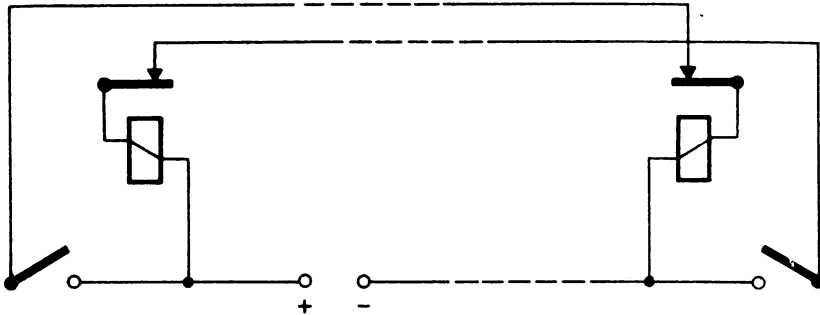
Az impulzusoknak nagy jelentősége és szerepe van a televíziós adás- és vételtechnikában, de az elektronikus számológéptechnikában és az automatizációban is. Előállításukkal, formálásukkal az elektronika külön ága, az impulzustechnika foglalkozik.

18. Oda-vissza csengő három vezetékkel

Térjünk vissza a magas elektronikából a mi egyszerűbb kapcsolásainkhoz. Ezeket át vezet az út oda!

Villatelepüléseken fordul elő, ahol a ház messze van a kaputól, hogy a becsöngető látogató bizonytalanságban van afelől, hogy a csengő nem működik-e, vagy valóban nincsenek otthon, akiket keres. Ilyen helyeken szokták visszacsöngetéssel megnyugtatni a látogatót, hogy hallották a csengetést. Várjon nyugodtan, amíg jönnek a kaput kinyitni.

A két csengőhöz elvileg négy huzal kell. Nem lehetne-e ezekből egyet vagy kettőt is megtakarítani. A kapcsolást a mi építőkészletünk "csengőire" 3 vezetékkel a 18.1 ábra mutatja. Bővebb magyarázat az előzők ismeretében nem igen kell hozzá.



18.1 ábra. Oda-vissza csengő három vezetékkel egy áramforrással

A kapcsolás programja a szokásos védő előtétellenállások beiktatásával a következő:

4+ / 4Z	4E / 1Y	1N / 1F
4+ / 4G	4N / 4D	1G / 1D
4Y / 1E	1Z / 4-	
4F / 4L	1Z / 1L	

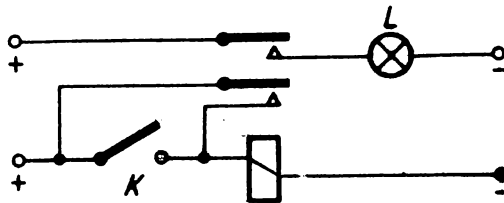
A gyakorlatban a rajz alsó vezetéke esetleg földeléssel is helyettesíthető. Ekkor két vezetékes lesz a kétirányú összeköttetés.

Feladat: Tervezd meg a kétirányú összeköttetést földelés nélküli két vezetékkel! - Ehhez két morzekapcsoló és két egymástól független áramforrás szükséges. /Az utóbbi a mi szerelőlapunkon nincs meg. Így a kapcsolás nem állítható ezen össze./

19. "Emlékező" vagy önzáró jelfogó

Az automata számítógépekbe a tulajdonképpeni számítás megkezdése előtt rengeteg adatot és utasítást "be

kell vinni". Ezeket a gép az ún. tárolóegységben, vagy memóriában tárolja, mint mi a papíron a feljegyzett adatokat. A tárolóegység egyik lehetséges megvalósítási módját teszi érthetővé a 19.1 ábra kapcsolása.



19.1 ábra. "Emlékező" vagy önzáró jelfogó

Működése a következő. Ha a K nyomógombot lenyomjuk, a jelfogó tekercsén áram folyik: a jelfogó behúzó záróérintkezőjén át ekkor az L jelzőlámpa kigyullad jelezvén, hogy a K nyomógombot lenyomtuk. - Másrészt azonban az alsó záróérintkezőn át, a nyomógombbal párhuzamosan is megindul az áram. Ez akkor sem szűnik meg, ha a nyomógombot elengedjük. A jelfogó önmagát zárja, mintegy "emlékszik" arra, hogy a nyomógombot egyszer lenyomták. Innen az elnevezés: önzáró vagy emlékező jelfogó.

Összeállíthatjuk pl. az alábbi program alapján:

1+ / 1Y	1B / 1-	1D / 1A
1H / 1C	1+ / 1H	1G / 1-
1F / 1J	1Z / 1F	

Feladat: Állíts össze "emlékező" jelfogóskapcsolást az elvi kapcsolási rajz alapján más oszlopon! Készíts kapcsolási rajzot, majd

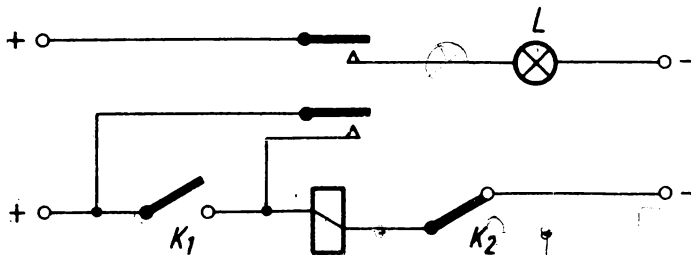
állíts össze kapcsolást úgy, hogy egy pontból /pl. az 1+ pontból/ ne kelljen több helyre menni!

Fontos újabb megállapodás: Jelfogós tárolóegységünk behuzott állapotában az 1-et tárolja, be nem huzott állapotban pedig a 0-t!

20. "Emlékező" és "felejtő" jelfogó

Az előző kapcsolás nagy hiányossága, hogy ha tárolóegységünkbe egyszer már beadtuk az 1-gyet, tehát ha bekapcsoltuk az égőt, nincs módunk a kikapcsolásra, s törlésre. Ezt a hiányosságot pótolhatjuk egy második nyomógomb beiktatásával.

A kapcsolási rajzunk /20.1/ alig különbözik az előzőtől. Ha a K_1 jelzésű nyomógombot nyomjuk le, összeállítjuk az L jelzőlámpa égvemaradásával jelzi,



20.1 ábra. "Emlékező és felejtő" jelfogó

hogy megjegyezte, tárolja az 1-et. Ha pedig később a K_2 nyomógombot nyomjuk le, az égő elalszik, és jelzi, hogy tárolóegységünk elfelejtette az 1-et, és mostantól kezdve a 0-át tárolja.

A kapcsolás programja is megegyezik az előzővel, csak az 1G/1- helyett a következő pontokat kell összekötni: 1G / 2X és 2Y / 2-.

Megjegyzés. Szerelőlapunkon a jelfogók sorára mi azt irtuk fel, hogy "Műveletek". Ezzel azt akartuk jelezni, hogy mi a jelfogókkal fogjuk a tulajdonképpeni számolási és logikai műveleteket végezni. Ha sok-helyünk lett volna, azt is jeleztük volna, hogy ez a sor az "elsődleges memória" vagy szaknyelven: "operatív memória". Az előbbieken leírt módon ugyanis tárolásra is felhasználjuk jelfogóinkat, ha a tárolt adathoz azonnal hozzá is akarunk férni. A kettős kapcsolóval tárolt adathoz nehezebb a hozzáférés. Ez szaknyelven a "másodlagos memória".

A mai nagy számológépek elsődleges memóriaként főleg az un. ferritgyűrűs memóriát használják. Ennek egy-egy sejtje egy mindössze 2-3 mm-es átmérőjű, jól mágnesezhető és átmágnesezhető anyagból készült gyűrű. Egyik irányu mágneses állapotában a 0-át, a másikban az 1-et tárolja.

Másodlagos memóriaként a nagy számológépek a végtenített magnószalaghoz hasonló un. "mágneses dob"-ot használják. Ezek "hozzáférési ideje" már hosszabb. Tehát a gép egy-egy szükséges adatot csak hosszabb idő alatt tud előteremteni. /Kb. 20 milliszekundum, míg a ferritmemóriánál 0,01 milliszekundum!/
/

21. Az autóbusz leszállástjelző berendezése

Maradjunk egyelőre még az automatizációs problémáknál. - Az előző kapcsolás /20.1/ felhasználásával működtethetnénk pl. az autóbusz leszállástjelző berende-

zését. A leszállni óhajtó utas megayomja a K_1 jelzésű nyomógombot. A vezető előtt lévő L jelzőlámpa kigyullad és égve is marad figyelmeztetésül a vezetőnek, aki megállásakor az ajtót nyitja. Ha azután az ajtót kinyitotta, ez automatikusan bontja a K_2 kapcsolót. A berendezés állapota törlődik, és a berendezés új jelzések befogadására készen áll.

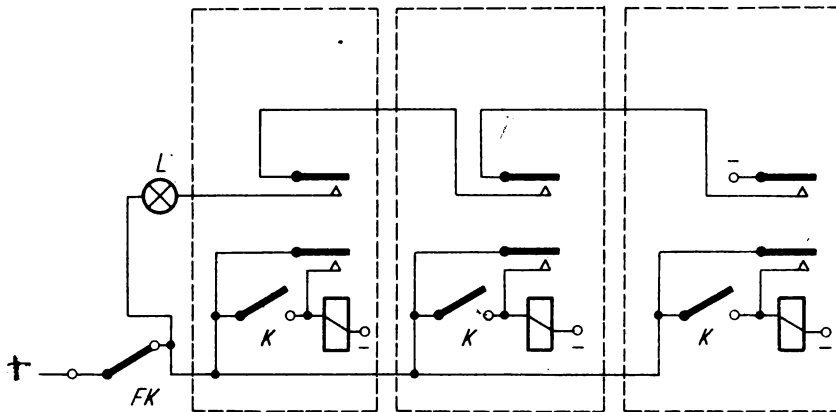
A gyakorlatban a vezető előtti jelzőlámpával párhuzamosan van kötve az ajtó feletti jelzőlámpa is. Ez az utas számára mintegy nyugtázza, hogy a jelzés rendben megtörtént. Természetesen több leszállástjelző nyomógomb is lehet a K_1 -gyel párhuzamosan kötve. - Megfigyelhetjük a szellemes kapcsolásról azt is, hogy ha az utas tévedésből, vagy idegeskedésből megegyeszer jelezne, az az előző jelzést nem zavarja. De azt is megfigyelhetjük, hogy az egyszer leadott jelzés nem vonható vissza.

Feladat: Állítsd össze a berendezést két jelző nyomógombbal és két jelzőlámpával!

22. A 3-kocsis villamos indítóberendezése

Az elvi kapcsolási rajz megértése /22.1/ az előzők után már nem okozhat gondot. A három, különálló bekerezett rész egy-egy kocsit jelképez. Egy-egy ilyen rész tulajdonképpen az autóbusz leszállástjelző berendezésének továbbfejlesztése.

Ha valamelyik kocsi indulásra kész, a kocsi kalauza lenyomja a K jelző nyomógombot. /Az áttekinthetőség redvéért minden kocsiba csak egy nyomógombot vettünk fel./ A jelző nyomógomb lenyomásával az önzáró jelfogó



22.1 ábra. A 3-kocsis villamos indítóberendezése

behúz és behúzza is marad. Van azonban még egy záró érintkező a jelfogón. Ez is zár és zárva marad. A vezető előtt lévő jelzőlámpa, L azonban csak akkor gyulladhat ki, ha már mindhárom kocsi jelezte, hogy készen van. A vezető a kocsi indításával az FK főkapcsolót automatikusan nyitja. Ezáltal mindhárom jelfogó elenged, és az egész berendezés új jelzések befogadására készen áll.

Az összeállítás programja a következő:

4+ / 4Y	3H / 2Y	2H / 1Y
4X / 4A	3D / 2C	2D / 1C
4X / 3Y	2Y / 2H	1D / 1-
3Y / 3H	2Z / 2J	1Y / 1H
3Z / 3J	2Z / 2F	1Z / 1J
3Z / 3F	2G / 2-	1Z / 1F
3G / 3-		1G / 1-
4B / 3C		

Megjegyzés. A programban a 3H/2Y helyett tulajdonképpen 3Y/2Y utasítást kellett volna felvennünk, ha a kapcsolási rajzot követjük. A 3Y helyen azonban már mindkét lyukat elfoglaltuk. Ezért mentünk most a 3H helyről tovább. Ezt a 3Y-nal már az előbb összekötöttük. Így annyi mintha onnan mennénk tovább. - Ilyen fogásokra a későbbiekben is szükségünk lesz.

Ajánlatos az alább lévő példában említett jelzőlámpákat az egyes jelfogók tekercsével párhuzamosan már most bekötünk. Így mutatósabb összeállításunk. A kapcsolási rajzról csak a könnyebb áttekinthetőség kedvéért hagytuk el.

Bizonyára meglepődünk, hogy 2l bekötőhuzal szükséges ehhez az egyszerű kapcsoláshoz! A valóságban ennél sokkal több. Minden kocsiban több nyomógomb is van, hogy a kalauz bárholnan könnyedén jelezhessen.

Egy vagy két jelzőlámpa is van kocsinként a kalauz jelzésének nyugtázására. Minden kocsiban csengő a várható indulás jelzésére. - De a bonyolult berendezést megéri a használatával járó kényelem és biztonság.

A fenti "program" nagy előnyét a szerelési munkák elvégzésénél is láthatjuk. Az esztétikai és szilárdságtani követelmények miatt igen bonyolult uton haladó vezetéseket mérnök vagy technikus tervezi meg. A szerelő szakmunkás már a fentihez hasonló programot kap, és csak arra kell ügyelnie, hogy az azon megadott pontokat kösse össze, mint szerelőlapunkon mi is tesszük.

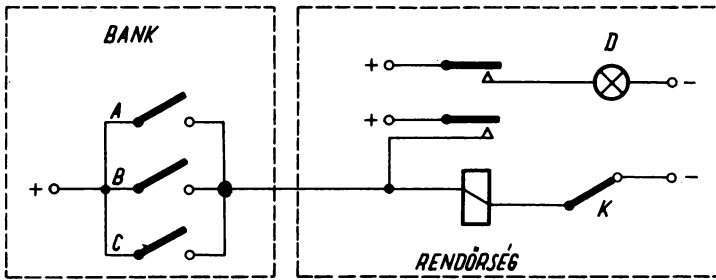
Feladat: Készítsük el az elvi kapcsolási rajzot és az összeállítást is arra az esetre, ha kocsinként van egy /zöld/ jelzőlámpa, és a vezető előtt egy villanycsengő is!

23. Riasztóberendezés

A villamos indítóberendezéséhez hasonlóan egyszerű, de mégis érdekes probléma riasztóberendezés készítése. Megadom a problémát, próbáljuk talán megoldani magunktól, a később megadott segítség felhasználása nélkül.

Adott egy bankhelyiség. Gyulladjon ki a közeli rendőr őrszobán egy jelzőlámpa, ha az esti zárás után a banknak akár az ajtaját, akár valamelyik ablakát, akár a pánccélszekrényt kinyitják illetéktelenek.

A legkézenfekvőbb megoldást talán a 23.1 ábra mutatja. Jelképezze A a bank ajtaját, B valamelyik ablakát, C pedig a pánccélszekrény ajtaját. Ezeken esti zá-



23.1 ábra. Riasztóberendezés

ráskor egy rugós érintkező nyílik és megfeszül. Ekkor helyezik feszültség alá az egész jelzőrendszert. Ha az éjszaka folyamán bármelyik védett berendezést csak egy pillanatra is megnyitják, a záródó rugós érintkező zárja a rendőrségen lévő jelfogó áramkörét. Ez behuz, és mivel önzáró, behuzva is marad. Ugyanekkor kigyujt egy figyelmeztető lámpát is, vagy megszólaltat egy csengőt. A lámpa most már mindaddig égve marad, amíg a rendőrségen nem törlik a jelzést.

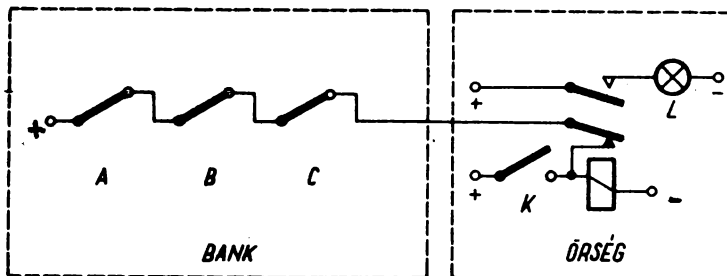
A kapcsolás programja a következő:

4+ / 4Y	2Z / 1F	1+ / 1J
3+ / 3Y	1G / 1Y	1H / 1A
2+ / 2Y	1X / 1-	1B / 1-
4Z / 3Z	1F / 1C	
3Z / 2Z	1D / 1+	

A kapcsolásban a 4., 3. és 2. oszlop jelképezi a berendezésnek a bankban lévő részét, az 1. oszlop pedig a berendezésnek a rendőrőrszobában lévő részét. A kettő a valóságban nagyobb távolságban is lehet egymástól.

24. Tökéletesebb riasztóberendezés

Nem tudom észrevettük-e az előző riasztóberendezésnek egy súlyos hiányosságát. Ha a betörők "munkájuk" előtt megkeresik valahol a riasztóberendezés vezetékeit és elvágják, akkor utána nyugodtan "dolgozhatnak". A berendezés a megszakítást nem jelzi, és megszakítva nem működik.



24.1 ábra. Tökéletesebb riasztóberendezés

Nem nehéz olyan berendezést készíteni, amely a megszakítást jelzi, és üzemszavár esetén is működésbe lép. Kapcsolását a 24.1 ábrán látjuk. Ezt esti zárás után a

rendőrségen kell üzembe helyezni a K nyomógomb lenyomásával. Ekkor a jelfogó behúz és behúzva is marad, mert most a bank biztosított berendezésein nyitó érintkezők vannak. Ekkor az L jelzőlámpa sem ég. Ezt az állapotot mutatja kapcsolásunk.

Ha éjjel valamelyik biztosított berendezést illetéktelenek nyitják, a rendőrségen lévő jelfogó elenged és a jelzőlámpa kigyullad, illetve a vészcsengő megszólal.

Kapcsolásunk programja a következő:

4+ / 4Y	1H / 1F	1+ / 1D
4X / 3Y	1+ / 1Y	1E / 1A
3X / 2Y	1Z / 1F	1B / 1-
2X / 1J	1G / 1-	

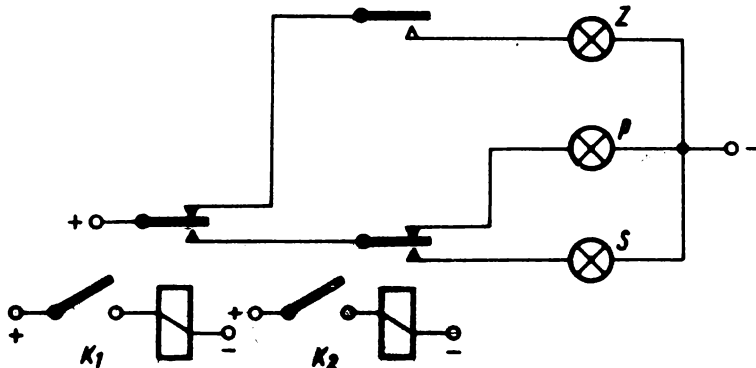
Két tanulságot is levonhatunk kapcsolásunkból. Egyrészt új kapcsolásunkban az előzővel szemben a többletet nem ingyen kaptuk. Itt egy jelfogónak állandóan bekapcsolva kell lennie a berendezés működési ideje alatt. Ez fogyasztást, tehát költséget jelent.

Másrészt soha se elégedjünk meg egy probléma egyetlen, főleg nem tökéletes megoldásával. Keressük a jobb, a tökéletesebb megoldásokat.

25. Három égő vezérlése két nyomógombbal

A forgalomirányító jelzőlámpák működése közismert. A három fajta jelzőlámpa a következő sorrendben gyullad ki: zöld, sárga, piros, sárga. Két nyomógomb és két jelfogó felhasználásával már eddigi tudásunk alapján is

készíthetünk erre egy megoldást. A 25.1 ábrán láthatjuk az elvi kapcsolási rajzot. A megrajzolt állapotban egyik lámpa sem ég. Ha csak a K_1 nyomógombot nyomjuk le, csak



25.1 ábra. Három égő vezérlése két nyomógombbal

a piros lámpa ég. A K_1 és K_2 nyomógomb együttes lenyomásával a sárga lámpa gyullad ki. Végül a K_2 nyomógomb lenyomására a zöld lámpa ég.

A kapcsolás programja pl. a következő:

4+ / 4Y	4H / 1J	1K / 2A
4Z / 4F	1+ / 1Y	1H / 1A
4G / 4-	1Z / 1F	3B / 2B
4+ / 4J	1G / 1-	2B / 1B
4K / 1D	1C / 3A	1B / 1-

Az élethűbb működés szempontjából az egyik piros lámpáról levehetjük a védőburát, így ez lesz a sárga lámpa. Zöld lámpának pedig egy zöld burkolatú lámpát kapcsolhatunk be.

Feladat: Gondolkodjunk, hogy nem lehetne-e egy gomb egymás utáni nyomogatásával automatikusan működtetni a megfelelő sorrendben a lámpákat. Az itt leírt működtetési mód nagy figyelmet igényelne. /Nehéz feladat!/

26. A hálókocsi villanykapcsolója

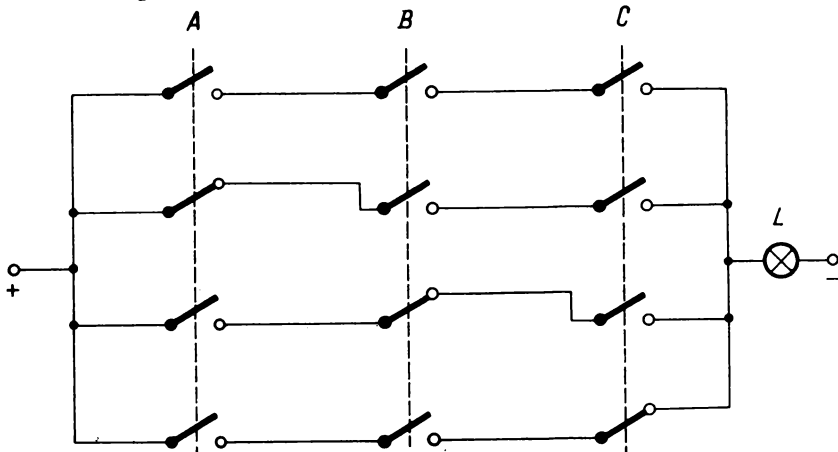
A következő kapcsolást arra hozzuk fel példának, hogy építőkészletünket ügyes fogásokkal sokszor olyan kapcsolások összeállítására is fel lehet használni, amelyek az első pillanatban nem látszik alkalmasnak. - Így van ez a nagy számológépeknél is. Az ügyes számológép-matematikussal egy adott számológépre sokszor olyan problémát is be tud megfelelő fogásokkal programozni, amelyet egy kevésbé ügyes, vagy kevésbé gyakorlott matematikus nem tud már beprogramozni.

A probléma a következő. Hárman utasnak egy hálókocsiban. Milyen kapcsolót tegyünk az ágyukhoz, ha azt akarjuk, hogy közös lámpájuk a mennyezeten csak akkor égjen, ha a három utas közül kettő kívánja.

Ugynevezett négyes kapcsolókkal a probléma megoldását a 26.1 ábrán láthatjuk. Ha követjük az áram útját, meggyőződhetünk róla, hogy az L égő valóban csak akkor ég, ha az A, B és C kapcsolók közül legalább kettő az alsó helyzetébe van átkapcsolva. /A kapcsolókat átkötő szaggatott vonal azt jelenti, hogy a négy-négy mozgó érintkező mechanikusan össze van kötve. Tehát együtt mo-
sognak./

Hogyan valósítsuk meg mi a 26.1 ábra kapcsolását hiszen négyes kapcsolóink nincsenek? - Az első gondolatunk az lehetne, hogy jelfogóinkat igyekezzünk még fölhasználni. Hisz azok tulajdonképpen kettős kapcsolók. Ha tehát az egyes oszlopok kettős kapcsolóinak egyik felén át az oszlop jelfogójának tekercsét zárjuk, már nyertünk is minden oszlopban két kapcsolót. A kettős kapcsoló egyik kapcsolóját azonban elveszítettük. Így most is csak hármas kapcsolóink lesznek.

A 26.1 ábra legfelső kapcsolósora azonban elhagyható. Ez ugyanis akkor zárná az áramkört, ha mindhárom utas kívánja. Azonban a másik három kapcsolósor segítségével már két utas kívánságára is ég a lámpa. A legfelső kapcsolósor tehát valóban elhagyható. Így a jelfogók segítségével készített hármas kapcsolókkal a probléma megoldható.

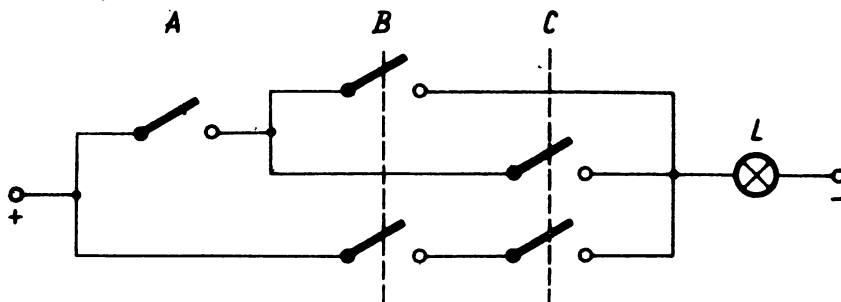


26.1 ábra. A hálókocsi villanykapcsolója

Akiben azonban van leleményesség, az próbálgatás közben hamarosan rájön, hogy további egyszerűsítések is lehetségesek. A 26.2 ábra adja a mi szerelőlapunkon a probléma legegyszerűbb megoldását. Programja pl. a következő:

4+ / 4P	3P / 2P	4P / 3T
40 / 3P	20 / 1A	3S / 2T
30 / 1A		2S / 20
1B / 1-		

A későbbiekben megismerkedünk egy eljárással /53. pont a IV. fejezetben/, melynek segítségével bonyolult áramkörök minden különösebb leleményesség nélkül, szinte gépiesen hozhatók a legegyszerűbb alakba. Érdeemes lesz ezzel a módszerrel alaposan megbarátkozni, mert bonyolult áramkörök kivitelezésénél fáradság és költség takarítható meg vele.



26.2 ábra. A hálókocsi villanykapcsolójának legegyszerűbb megoldása

III. A SZÁMITÓGÉPEK MŰKÖDÉSI ELVEI

Bevezetésünkben a nagy számítógépek működésének megismerését tűztük ki célul. Az előző, önmagukban is érdekes kapcsolások ismeretében ehhez a nem kis feladathoz is a siker reményében foghatunk hozzá. Ha munkánk közben elfáradunk, és úgy érezzük, hogy a sok új fogalom megemésztése problémát okoz, tartsunk nyugodtan pihenőt. Okunk van rá. Tegyük félre egy időre építőkézetünket. Később újra elővéve azt tapasztaljuk, hogy ismerősebbek már ezek a nem könnyű fogalmak.

Nagyon hasznos lesz közben megfelelő bővebb és részletesebb "szakirodalom" forgatása. Ma már igen bő kibernetikai szakirodalom áll magyar nyelven is az érdeklődők rendelkezésére.

Fiataloknak íródott és e vezérkönyv témáját adja, de szélesebb alapokon és részletesebben a modellezők könyvtárában megjelent: Kibernetikai játékok és modellek c. könyv. - Fiataloknak is ajánlható Németh Pál: Ut a kibernetikához c. könyve. Mintegy ötven további könyvre hívja fel a figyelmet irodalomjegyzékében. - Nem műszaki vonalon, de a kibernetika egész területéről ad áttekintő képet Tarján Rezső: Kibernetika c. könyve.

Bátran vegyük elő a szakszerűbb és tudományosabb, éppen ezért nehezebb könyveket is. Ne szegje kedvünket, ha első olvasásra nem értünk meg belőlük mindent. Majd lassan tisztázódnak a dolgok. Mint kisgyermek is bizonyult világba csöppentünk bele, és lassan, de biztosan mégis el tudunk igazodni benne.

Számlálás, számolás, számítás

Tisztázzuk a fenti három fogalmat, hogy ezen az alapon azután különböztetni tudjunk azok között a berendezések és gépek között is, amelyeket a hétköznapi nyelvhasználat akárhányszor egyszerűen csak "számológépek"-nek nevez.

Számlálás a számok helyes sorrendben való mondása. Milyen boldog volt édesanyánk - és valljuk meg, hogy mi is, amikor 4-5-6 éves korunkban 5-ig, 10-ig, majd 20-ig tudtunk már helyesen számlálni. - Vannak olyan számológépek, pontos nevükön számlológépek vagy számláló berendezések, amelyek ugyanezt tudják. Csak számlálni tudnak, de ha kell olyan sebességgel, amire az ember nem lenne képes.

Pl. az atomfizikusok által használt ilyen számlálóberendezések, az un. scaler-ek /szkélér/, pontosan megszámlálják a felbomló atomokat még akkor is, ha többszáz bomlás történt másodpercenként. - A mérnökök pedig az un. frekvenciamérőkkel meg tudják mérni az egyes hangok rezgésszámát. Sőt ellenőrizni és mérni tudják ilyen berendezésekkel a rádióadók rezgésszámát, frekvenciáját is, ami több millió is lehet másodpercenként. - Mostani fejzetünk első részében ezeknek a számlálóberendezéseknek a működési elvével szándékozunk megismerkedni.

Az általános iskolában megtanultunk a számtanórákon számolni, vagyis a most már jól ismert számokkal műveleteket végezni; összeadni, kivonni, szorozni, osztani. Nagyon sok un. számológép van ma üzletekben, irodákban, amelyek ugyanezt tudják. Akár mechanikus meghajtásuk, akár villanymotorral, akár ujabban minden zaj nélkül, tranzisztorokkal működnek, általános jellemzőjük a következő. Nyomógombokkal betápláljuk beléjük a pillanatnyi számoláshoz szükséges numerikus adatokat. Megadjuk, hogy milyen műveletet végezzenek velük. A gép elvégzi a kijelölt műveletet. "Kijrja", közli velünk az eredményt. Majd leáll. Várja a következő adatokat, a következő utasítást. - Ezekkel a tulajdonképpeni számológépekkel mi nem foglalkozunk.

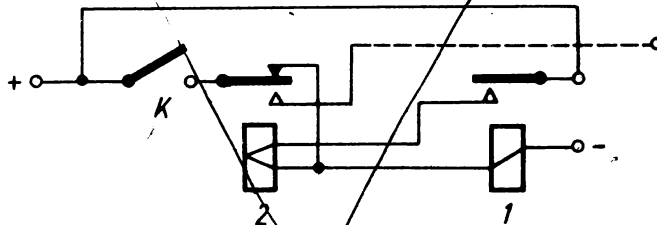
Alig 20 évvel ezelőtt, 1944-ben, készült el az első számítógép. A számítógépek olyan berendezések, amelyek sok ezer, esetleg sok millió számolási műveletet igénylő számításokat is minden emberi beavatkozás nélkül, automatikusan végeznek el hihetetlenül rövid idő alatt. Természetesen ezekbe az elvégzendő műveleteket és azok sorrendjét is pontosan be kell adni, be kell programozni. - Az első számítógép jelfogókkal működött. A mai, harmadik generáció már legnagyobb részben tranzisztorokkal. De működésük megértéséhez - főleg fiatalok számára - még ma is a jelfogós berendezések a legalkalmasabbak. - A számítógépek működésének elvi megalapozásában nagy szerepet játszott Neumann János magyar származású, világhírű matematikus.

A./ Számlálóberendezések

27. Memória-egység két jelfogóval

A 19. és 20. összeállításunkban már megismertedtünk az adatmegőrzés gépi módszerének egy-két lehetséges formájával. Ezt építjük most tovább, mert ez vezet a számlálóberendezések működési elvének megértéséhez.

Sokszor olyan tárolóegységre van szükség, amely a beadás előtti állapotot meg tudja különböztetni a beadás alatti, és ezt a beadás utáni állapottól. Mindezt lehetővé teszi a 27.1 ábra kapcsolása. Amint látjuk a



27.1 ábra. Memória-egység két jelfogóval

kapcsolásról, két jelfogó szükséges a probléma megoldásához. Működése a következő.

A K nyomógomb lenyomása előtt mindkét jelfogó elengedett állapotban van. - A nyomógomb lenyomása alatt az 1. jelfogó meghúz és meghuzva is marad. A 2. jelzésű jelfogó nem huz meg, mert "söntölve" van: mindkét bevezetése pozitív feszültséget kap. A K nyomógomb elengedés után azonban a 2. jelfogó is meghúz, mert söntölése megszűnik: bevezetése továbbra is pozitív feszültséget kap, kivezetése azonban nem. - Az impulzust adó vezeték lekapcsolódik erről a jelfogópárról, erről a tárolóegy-

ségről, mert újabb jel bejövése csak zavarná az egység működését. Esetleg rákapcsolódhat az impulzust adó vezeték a szaggatottan kihuzott vonalon át egy másik ilyen tárolóegységre, ha több adat tárolására is szükség van. - A tárolt adatok törlése az áramkör megszakításával történhet, a mi építőrészletünk esetén pl. a /kapcsolási rajzon fel nem tüntetett/ főkapcsoló kikapcsolásával. - A telefontechnikában használatos ez a tárolási mód. - Ha a két jelfogó szabad záró érintkezőire egy-egy égőt is kapcsolunk, ezek kigyulladására jól érzékelteti a bekapcsolás előtti, alatti és utáni állapotot.

A kapcsolás programja pl. a következő:

4+ / 4Y	4D / 4A	4G / 3F
4Z / 4J	4B / 4-	3G / 3-
4K / 4G	4F / 3H	3+ / 3C
4+ / 4C	3J / 3+	3D / 3A
		3B / 3-

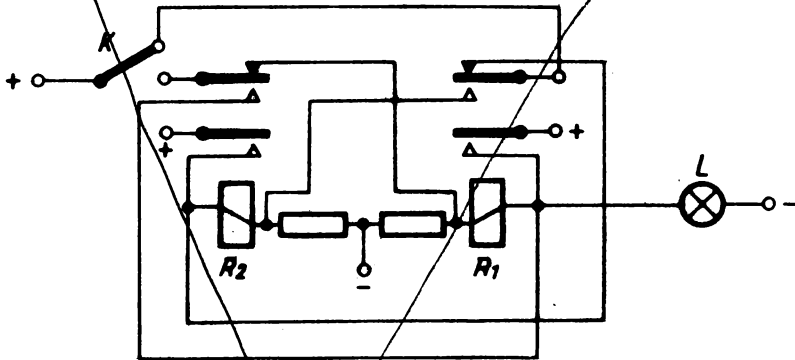
Feladat: Állíts össze két teljes tárolóegységet 4 jelfogó felhasználásával!

28. Impulzusfelező kapcsolás

Ha tulságosan sok jel, impulzus fut be egy bizonyos idő alatt, akkor adódik a gondolat, hogy számláljuk csak a páros számú impulzusokat, vagy minden negyedik, minden nyolcadik impulzust, és így tovább. Ezek számából következtethetünk az eredeti impulzusok számára. - Ezt teszi lehetővé pl. a 28.1 ábra un. impulzusfelező kapcsolása /ábrát lásd a 66. oldalon/ *bevezető*!

Az ábrán közölt helyzet tulajdonképpen csak akkor áll fenn, ha még nincs feszültség az összeállításon.

A feszültség rákapcsolása után a 2. jelfogó behúz, mert az 1. jelfogó nyitó érintkezőjén át kap áramot. Nevezük el ezt a helyzetet alaphelyzetnek. A K kapcsoló első lenyomása, vagyis az első impulzus beérkezése után az

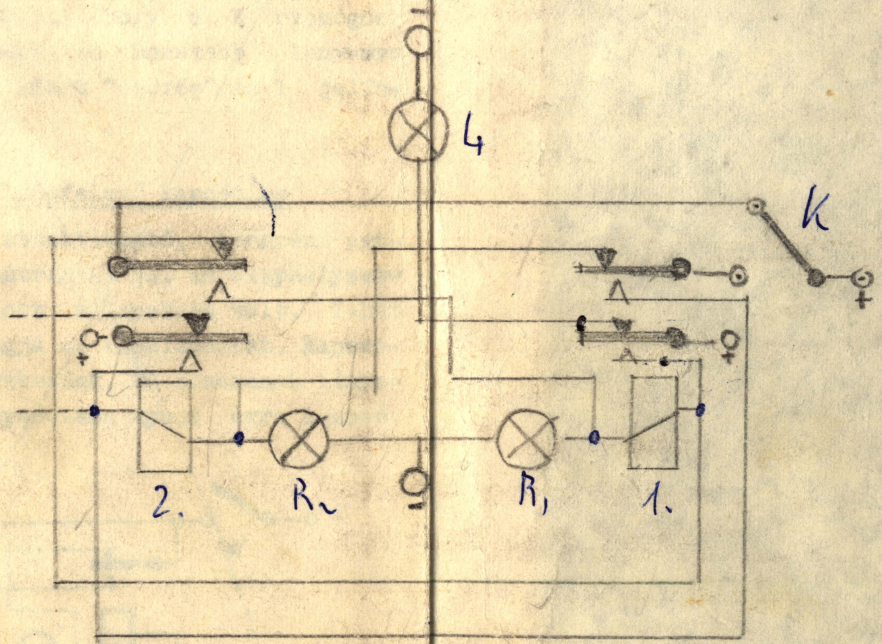


28.1 ábra. Impulzusfelező kapcsolás

az 1. jelfogó is behúz, és a jelenleg oda kötött L jelzőlámpa is kigyullad. A nyomógomb elengedése után a 2. jelfogó elenged, mert söntöltük, mindkét kivezetésére pozitív feszültséget kapott. - A nyomógomb második lenyomásakor, tehát a második impulzus beérkezése után az 1. jelfogó is elenged. A nyomógomb második elengedésekor a lámpa elállszik és a 2. jelfogó behúz: tehát visszaáll az alaphelyzet, és berendezésünk újabb impulzusok befogadására, felezésére készen áll. - Célunkat elértük: az L jelzőlámpa csak feleannyiszor gyullad ki, mint ahányszor a K nyomógombot lenyomtuk, ahány impulzus beérkezett.

Honnan vegyük az R_1 és R_2 ellenállásokat összeállításunkhoz? Erre, mint már az előzőekben is említettük,

Működés megismerése!



28.1

A feszültség rákapcsolása után az 1. jelfogó meghuz, a söntölő ellenállásnak használt R_1 égő halványan ég, mert az 1. jelfogóval sorba van kapcsolva. Az L jelzőlámpa nem ég. Nevezük ezt a helyzetet alaphelyzetnek: számlálónk készen áll impulzusok befogadására, számlálására.

A K kapcsoló első lenyomása után a 2. jelfogó is meghuz, az R_2 égő is ég halványan. A K kapcsoló elengedésekor, illetve az eredeti helyzetébe való visszaérkezése után az 1. jelfogó elenged, mert kimenetére is pozitív feszültséget kapott. Az R_1 söntölő lámpa most erősen ég, mert megkapja a teljes feszültséget. De az L égő is kigyullad, jelezve, hogy egy impulzus beérkezett.

A K kapcsoló második lenyomásakor a 2. jelfogó is elenged, és az R_2 söntölő lámpa is erősen ég. A K kapcsoló elengedésekor az L égő elalszik. Visszaáll az alaphelyzet. - Célunkat az impulzusok felezését elértük, az L jelzőlámpa ugyanis K kapcsolónknak csak minden második lenyomására gyullad ki.

ki. -- A működés vázolata: Alaphelyzet: 1. meghuzva, R_1 alig ég, L nem ég.

K először le: 1. és 2. meghuzva, R_1 és R_2 alig ég, L nem ég,

K " fel: 1. elenged, R_1 erősen, R_2 " " , L ég.

K másodszor le: 2. is " , R_2 erősen ég, L ég.

K " fel: Visszaáll az alaphelyzet.

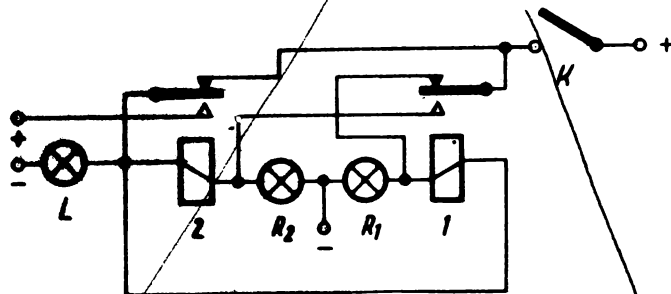
két zöld lámpát használunk fel. - Összeállításunk programja így pl. a következő lesz:

4+ / 4Y	4F / 4H	4C / 2F	2H / 2A
4X / 2D	4J / 4+	2G / 2N	2B / 2-
2E / 4F	4G / 2C	2L / 2-	
4G / 4N	4Z / 4D	2F / 2H	
4L / 4-	4E / 2G	2J / 2+	

Feladat: Állapítsuk meg a leírás és az elvi kapcsolási rajz alapján, hogy a K nyomógomb második lenyomása és hosszabb lenyomva tartása alatt miért "csörög" az 1. jelfogó?

29. Egyszerűbb impulzusfelező kapcsolás

Előző kapcsolásunk jól áttekinthető, könnyen értelmezhető volt. Voltak azonban hátrányai is. Az alaphelyzetben az egyik jelfogója behuzott állapotban volt. Tehát akkor is fogyaszt, amikor vágja az impulzusokat. Kapcsolásainkban ezt elkerülni igyekszünk, ha nincsenek lényeges előnyei. 29.1 ábránk kapcsolása nyújt erre lehető-



29.1 ábra. Egyszerűbb impulzusfelező kapcsolás

séget, és még a felhasznált eszközökben is lényegesen megtakarítással jár. Működése a következő:

A K nyomógomb lenyomása előtt egyik jelfogó sincs meghuzott állapotban, mint a kapcsolási rajzból kitűnik.

A K nyomógomb első lenyomása után a 2. jelfogó meghuz, és önbezáróan meghuzva is marad. Az 1. jelfogó nem tud meghuzni, mert mindkét vezetékén ugyanaz a feszültség van.

Az L jelzőlámpa is kigyullad a nyomógomb első lenyomása után, és égve is marad.

A K nyomógomb elengedése után az 1. jelfogó is meghuz, és meghuzva is marad, mert söntölése megszűnik és önzáró.

A K nyomógomb második lenyomásakor a 2. jelfogó elenged, mert söntöltük, de az L jelzőlámpa még továbbra is ég.

A nyomógomb újabb elengedésekor végül az 1. jelfogó is elenged, és a jelzőlámpa is kialszik. - Ezzel visszaállt az eredeti állapot.

Ha berendezésünket folyamatosan működtetjük, a jelfogók sorozatos behuzása és elengedése ütemes, ritmikus hangot ad. Bizonyára innen kapta a kapcsolat a szakirodalomban ismert nevét: flip-flop kapcsolat.

Kapcsolásunk programja a következő:

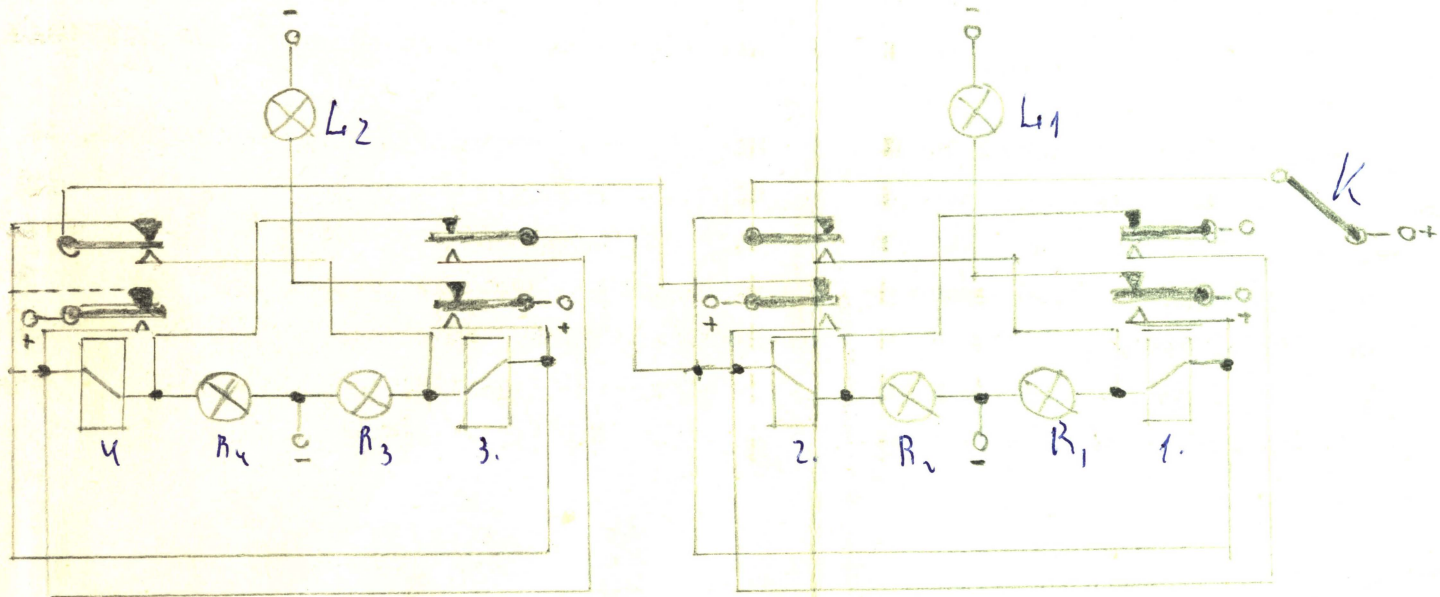
1+ / 1Y	1H / 2G	2H / 2+	2B / 2D
1Z / 1J	1G / 1L	2G / 2L	2O / 2-
1Z / 2K	1N / 1-	2N / 2-	2F / 2J
1K / 1G	1F / 2F	2+ / 2A	

Négyig számláló, vagy négyállapotú jelfogós berendezésünk működése:

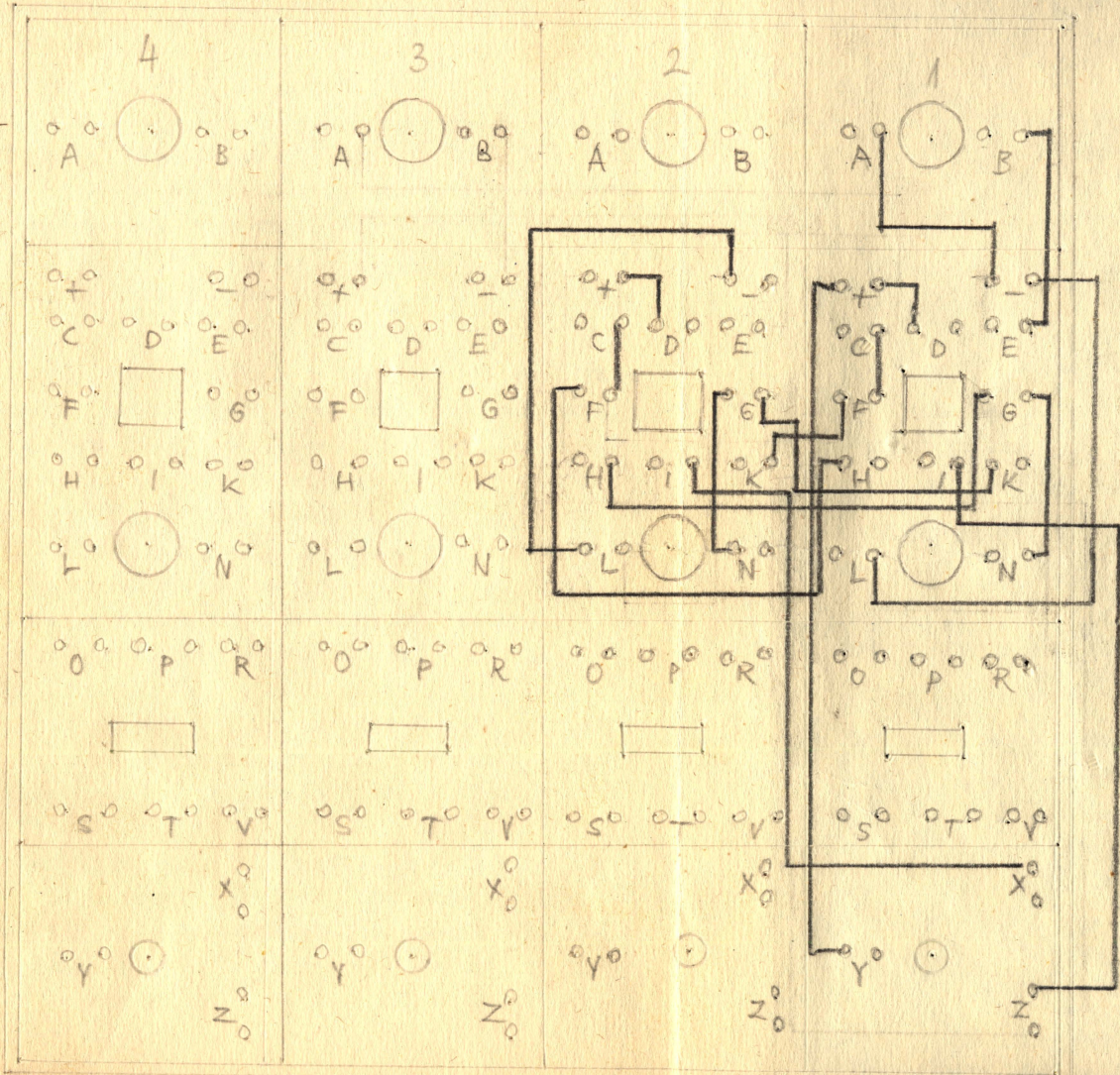
A feszültség rákapcsolása után az 1. és a 3. jelfogó meghuz. A söntölő ellenállásként szereplő 1. és 3. égő halványan ég, de az L_1 és az L_2 jelzőlámpák még nem. A berendezés alaphelyzetben van: várja az impulzusokat. Az elektroncsöves és tranzisztoros számlálók hasonlóképpen működnek az áram bekapcsolásakor.

A K nyomógomb első lenyomása után a 2. és a 4. jelfogó is meghuz. A nyomógomb elengedése után az L_1 jelzőlámpa kigyullad, jelezve, hogy egy impulzus már beérkezett. - A K nyomógomb második lenyomása és elengedése után csak az L_2 jelzőlámpa marad égve, ^{mert} ~~hogy~~ már két impulzus érkezett be. A K nyomógomb harmadik lenyomása és elengedése után az L_1 égő is kigyullad és égvemarad, jelezve, hogy $2+1 = 3$ impulzus érkezett már be. Végül a negyedik impulzus beérkezése után az L_1 és L_2 égő is elalszik. Visszaáll az alaphelyzet.

Működés jelzős nóm láló!



32. 1.



A megadott programban az L jelzőlámpát a 2. jelfogó második záróérintkezőjén át kötöttük be. Így a berendezés működése biztosabb.

Ha a 29.1 rajzunkat összehasonlítjuk a 28.1-gyel, számbavehetjük újabb kapcsolásunkon a megtakarításokat: Berendezésünk csak akkor fogyaszt, ha dolgozik. Ezt már említettük. - Bontó-záró érintkezőjű nyomógomb helyett elegendő működtetéséhez csak záró érintkezővel rendelkező nyomógomb is. - Végül mindkét jelfogón elmaradhat vagy más célokra felhasználható egy-egy záró érintkezőpár.

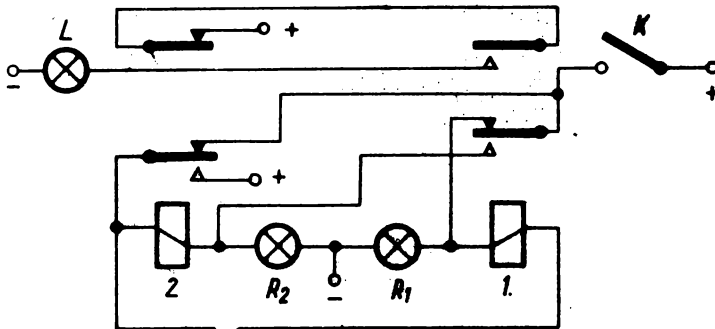
Akik a legapróbb részleteknek is szeretnek utána nézni és gondolni, azok számára van még egy megjegyzésünk. A K nyomógomb első lenyomása után lejátszódó esemény eléggé bonyolult. A 2. jelfogó a saját nyitódó érintkezőjén át kapja az áramot. Ez az ut azonban a nyitás pillanatában megszakad és könnyen újabb visszazáródásra, tehát végeredményben "csörgésre" vezet, ahelyett, hogy átváltódna az érintkező, és így újra kapna, most már saját önzáró érintkezőjén át áramot. - Azonban az átváltódás ideje alatt is kap az 1. jelfogó nyitó érintkezőjén és tekercsén át gyengébb áramot a 2. jelfogó tekercse. - Ez az áram kisebb, mint az előző volt. Hisz három ellenállás van sorbakapcsolva: az 1. jelfogó tekercse, a 2. jelfogó tekercse és az R_2 zöld égő. - Fontos is, hogy ez az áram kisebb legyen. Így az 1. jelfogó még éppen nem tud behuzni, mert a behúzáshoz nagyobb áram kellene, a 2. jelfogó viszont nem ereszt el, mert a behúzva maradáshoz kisebb áram is elegendő. - A berendezés esetleg kimerülőben lévő zseblámpateleppel nem

is működik üzembiztosan. - Ez az ára a megtakarításoknak. A kapcsolás egyébként igen szellemes kapcsolás.

30. A teljes frekvenciafelező kapcsolás

Van már több kétállapotú berendezésünk is a bejövő frekvenciák felezésére. Most csak azt szeretnénk még elérni, hogy minden páros bejövő impulzus után adjon berendezésünk egy rövid ideig tartó jelet, hogy azután ezt lehessen továbbvinni egy következő felező áramkör számára.

Ezt valósítja meg a 30.1 ábrán megadott, most már tökéletes frekvenciafelező kapcsolás, amely tehát a jel továbbviteléről, az "átvitelről" is gondoskodik. Működése a következő.



30.1 ábra. A teljes frekvenciafelező kapcsolás

A K nyomógomb első lenyomása után a 2. jelfogó meghúz és meghúzva is marad. - A nyomógomb elengedése

után az 1. jelfogó is meghuz. /Az átvitelt jelző égő /L/ még nem tud kigyulladni, mert áramköre mindkét esetben valahol meg van szakítva.

A K nyomógomb második lenyomása alatt azonban a 2. jelfogó elenged. Így az /L/ égő kigyulladhat. Az átvitel létrejöhet. - A nyomógomb második elengedése után visszaáll az alapállapot.

A kapcsolás programja egyezik az előző kapcsolás programjával. Az utolsó három utasítás helyett azonban a következőket kell vennünk:

3+ / 2E

2D / 1D

4C / 3A

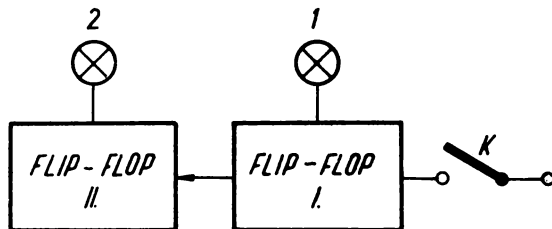
3B / 3-

31. Számlálóberendezés tervezése

Az eddigiek ismeretében hozzáfoghatunk egy számlálóberendezés tervezéséhez. Bonyolultabb berendezések vázlatos tervezésekor nem szoktak törődni az apróbb részletekkel. Tegyük most mi is így. Azt az egész összeállítást, mely képes a bejövő jelek felezésére, és minden második jel után egy jel továbbadására, jelöljük egy kis téglalappal, és írjuk bele, hogy "Flip-flop", mert a szakirodalomban sokszor csak így nevezik.

A berendezéssel szemben követeléseink a következők /31.1 ábra/. A K nyomógomb első lenyomása után gyulladjon ki az 1-es jelzésű égő, jelezve, hogy 1 impulzus beérkezett. - A nyomógomb második lenyomása után aludjon ki az 1-es jelzésű égő, és gyulladjon ki a 2-es

jelzésű, jelezve, hogy már 2-jel, impulzus érkezett be.
 - A nyomógomb harmadik lenyomása után gyulladjon ki az 1-es jelzésű égő is, jelezve, hogy már $2+1 = 3$ impulzus érkezett be. - Végül a nyomógomb negyedik lenyomása után aludjon el mindkét égő, vagyis álljon vissza az eredeti állapot.



31.1 ábra. A számlálóberendezés tömbvázlata

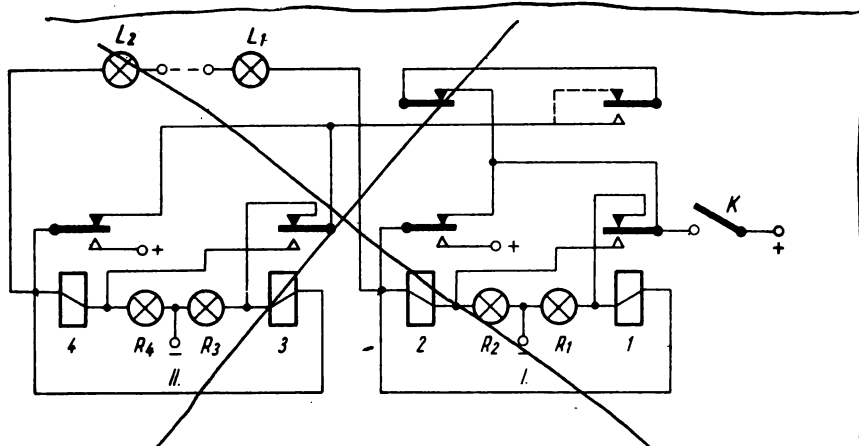
Összeállításunk így lényegében egy olyan számlálóberendezés, mely háromig tud számlálni. Látszólag nem sok, de az elv megértéséhez ennyi is elég. A mi építő-készletünk csak ennyire képes. De ha egy ismerősünknek van ugyanilyen építő-készlete, akkor azt a miénk elé kapcsolva már olyan berendezésünk lesz, mellyel 15-ig tudunk számlálni. - Azt is láthatjuk ebből, hogy a "nagykapacitású" számlálóberendezésekhez bizony elég sok alkatrész is szükséges.

A 31.1 ábra számlálóberendezését "négyállapotu elem"-nek is nevezhetnénk, mert négy jól megkülönböztethető, és a berendezés által is jelzett állapota van: 0, 1, 2, 3. - Még azt jegyezzük meg tömbvázlatunkhoz, hogy az elektronikus elemekkel, tehát elektroncsövekkel és

tranzisztorokkal működő számlálóberendezések tömbvázlata is ugyanez, csak a "debozokban", a téglalapokban akkor nem jelfogókat kell képzelnünk, hanem elektroncsöveket, illetve tranzisztorokat.

32. Jelfogós számlálóberendezés

Az előző pontban megbeszélt és vázlatosan megtervezett számlálóberendezést összeállíthatjuk építőkészletünk lehetőségeinek felhasználásával. - A kapcsolási rajzról az előzők után nem sokat kell beszélnünk. A szaggatott vonallal bekötött bontó érintkezővel egyelőre ne törődjünk. A rajzban a 29.1 ill. 30.1 rajzaink egyesítésére vagy a 30.1 rajzunk megkettőzésére ismerünk rá. - A berendezés működése a következő:



32.1 ábra. Számlálóberendezésünk kapcsolási rajza

A K nyomógomb első lenyomásakor a 2. jelfogó meghúz és meghúzva is marad. Az L_1 jelzőlámpa kigyullad és

30 ábra a 69. lapon!

évvé is marad, jelezve, hogy egy impulzus már beérkezett. - A nyomógomb elengedése után az 1. jelfogó is meghuz, az előzőkben már megbeszéltek okok miatt.

A második impulzus beérkezésekor a 2. jelfogó elenged, az L_1 -es égő kialszik, de a 4. jelfogó meghuz és az L_2 -es égő gyullad ki, jelezve, hogy már kettőig számlált összeállításunk. - Az impulzus után az 1. jelfogó elenged, de meghuz a 3.

A harmadik impulzus beérkezésekor a 2. jelfogó ismét meghuz, az L_1 -es égő is kigyullad, de a 4. jelfogó elenged. - Az impulzus után az 1. jelfogó huz ismét meg és a 3. elenged. - Az L_2 és L_1 égők továbbra is égnek jelezvén, hogy már $2+1 = 3$ impulzust számláltak meg.

Végül a negyedik impulzus beérkezése után valamennyi jelfogó elenged és valamennyi égő kialszik. Visszaáll az eredeti, az alapállapot.

Az utolsó impulzus után történeteket szaknyelven igen szemléletesen "tulcsordulás"-nak is nevezik. Számlálóberendezésünk befogadóképessége ugyanis három egység, mint ahogy egy edény befogadóképessége pl. 3 liter. Ha ennél többet akarunk belétölteni, akkor a többlet befogadására már nem képes.

A kapcsolás programja a következő:

1+ / 1Y	1J / 2E	3F / 4F	4H / 4+
1Z / 1J	2E / 2K	3K / 3G	4J / 2A
1K / 1G	2H / 2+	3G / 3L	2B / 2-
1F / 2F	2J / 2F	3N / 3-	
1G / 1L	2G / 2L	3H / 4G	
1N / 1-	2N / 2-	4G / 4L	
1H / 2G	2J / 1A	4N / 4-	
1D / 2D	1B / 1-	3J / 4K	
1C / 3J	1F / 3F	4J / 4F	

Kapcsolásunkban a négy zöld égőt használjuk fel előtét ellenállásnak, az első és második piros égőt pedig az 1 ill. 2 számok jelzésére.

Ha összeállításunk a 29. pont végén megbeszéltek miatt az első jel beérkezésekor az átkapcsolás helyett csörögni kezdene, akkor az átkapcsolás tartamára kapcsoljuk le róla az L_1 égőt. Jelfogóink tulságosan érzékenyek, és az L_1 égő tulságosan leterheli hideg állapotában a kapcsolást. Friss zseblámpateleppal azonban általában működik a kapcsolás.

33. Kezdetleges összeadó-kivonó gép

Elsős kisdiák korunkban a 3-hoz úgy adtuk hozzá a 2-t, hogy ujjainkat kinyitva elszámláltunk 3-ig, majd még 2 ujjunkat kinyitva, hozzászámláltuk a 2-t, elszámláltunk 5-ig. - Így értelmezve az összeadást, mint előreszámlálást, már mondhatjuk, hogy gépünk összeadni is tud.

Hasonló értelmezés mellett kivonni, visszafelé számlálni is tudunk gépünkkel. - Ha a 32.1 kapcsolási rajzunkat jól megfigyeljük, látjuk, hogy az átvitel az I. részből a II-ba, az 1. jelfogó felső záródó érintkezőjén át történik. Ha ezt az érintkezést töröljük, és helyette egy nyitó érintkezőn át hozzuk létre az átvitelt /az ábrán szaggatott vonallal ezt jelöltük!/, már kész is van a visszafelé számláló, vagy kivonógépünk. Ekkor összeállításunkon az első bekapcsoláskor jelenik meg a 3-as szám, vagyis ég az L_1 és L_2 -es égő, és utána egy-egy impulzusra mindig eggyel kisebb szám jelenik meg.

Ezzel be is fejeztük a számlálóberendezések működési elvével való megismerkedést. Jelfogós kivitelben a telefontechnikában használják őket a hívott számok rövid időre való tárolására. Ezek mp-enként legfeljebb 100-120 jelet tudnak megszámlálni. Elektroncsöves és tranzisztoros hasonló berendezések mp-enként több milliót is.

B/ Számítógépek

34. A 2-es számrendszer

Mint már a 4. pontban is említettük, a használatos elektromos alkatrészek, jelfogók, kapcsolók, égők, sőt az elektroncsövek, tranzisztorok is kétállapotú elemek. Ezek összekapcsolásával - mint a 31. pontban megbeszél-tük - tudunk négyállapotú berendezéseket építeni. Ezek továbbépítésével nyolcállapotú, tizenhatállapotú stb. berendezések építhetők. Csak éppen tízállapotú berende-zések építése nehéz, vagy nem gazdaságos. Ezért a számi-tógépek világában az ún. 2-es számrendszert használják. Ennek megértése roppant egyszerű.

Nem tudjuk, hogy ki volt, aki az általunk használt 10-es számrendszert és a számok helyi-értékes írásmód-ját feltalálta, pedig megérdemelte volna, hogy felje-gyezzék a nevét. Ennek lényege az, hogy tíz számjeggyel /0; 1; 2; ... 9/ valamennyi szám egyszerűen felírható a következő megegyezés alapján: Ha egy számjegy már egy másik előtt áll, tőle egy hellyel balra van, akkor azt $10^1 = 10$ -zel kell megszoroznunk, és úgy hozzáadnunk az utána állóhoz. Ha két hellyel van balra, akkor $10^2=100$ -zal kell megszoroznunk és úgy hozzáadnunk az utána ál-lóhoz. És így tovább. A matematika szaknyelvén szólva,

a számoknak nemcsak alakja, hanem helyi értéket is tulajdonítunk. Tehát pl. 153 tulajdonképpen a következő összeg rövidített leírását jelenti:

$$153 = 1 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 = 1 \cdot 100 + 5 \cdot 10 + 3 \cdot 1$$

vagy $2704 = 2 \cdot 10^3 + 7 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0$

Teljesen ennek a mintájára két számjeggyel is valamennyi szám fölírható az előzőkhöz hasonló következő megegyezések alapján: Legyen csak két számjegyünk: 0 és 1. Ha egy számjegy már egy másik előtt, tehát tőle egy hellyel balra áll, akkor $2^1 = 2$ -vel kell megszoroznunk és úgy hozzáadunk az utána állóhoz. Ha pedig egy számjegy már két hellyel áll balra egy másiktól, akkor $2^2 = 4$ -gyel kell megszoroznunk és úgy hozzáadunk az utána állókhöz. És így tovább.

Tehát ebben az un. 2-es számrendszerben pl. 101 a következő összeg rövidebb leírását jelenti:

$$\underline{101} = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

Ez a mi 10-es számrendszerünkben tovább egyenlő

$$1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = \underline{5}$$

Vagy egy másik példa /a jobb oldalon a nulla értékű tagokat elhagytuk, és mindjárt átírtuk a 10-es számrendszerbe is a számot/:

$$\underline{101001} = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 8 + 1 = \underline{41}$$

A későbbiek kedvéért mindjárt készítsünk magunknak egy "szótárt" a két számrendszer között. Így nem kell külön gondolkozni egy szám leírásakor, vagy átírásakor.

A 10-es számrendszerben	a 2-es
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111
16	10000

És így tovább!

Látjuk, hogy két számjeggyel is valamennyi szám leírható. - Bizony a 2-es számrendszerben több számjegy kell ugyanannak a számnak a leírásához, mint a 10-es számrendszerben. Pl. a 16 leírásához két számjegy helyett öt. A 100 leírásához pedig három számjegy helyett ^{hét} nyolc. Ezt a többletet is vállaljuk azonban az egyéb előnyök miatt.

A 2-es számrendszerbeli számok átírását a 10-es számrendszerbe az előzőkben már gyakoroltuk. Nézzük most, hogyan irunk át egy 10-es számrendszerbeli számot a 2-es számrendszerbe?

Azt kell csak megtudnunk, hogy melyik helyen milyen számjegy áll. Nézzük először meg, hogy 10-es számrendszerbeli szám esetén hogyan tudhatjuk ugyanezt meg. - Legyen a számunk 1967. Osszuk el a számrendszer alapjával, a jelen esetben 10-zel. Kapjuk:

$$1967 = 196 \cdot 10 \text{ és a maradék } 7.$$

A hányadost osszuk el ismét 10-zel:

$$196 = 19 \cdot 10 \text{ és a maradék } 6.$$

Hasonlóképpen

$$19 = 1 \cdot 10 \text{ és a maradék } 9.$$

Végül $1 = 0 \cdot 10 \text{ és a maradék } 1.$

Látjuk, hogy a maradékok adják az egyes helyértékekhez tartozó számjegyeket.

Ugyanígy a 2-es számrendszer alapjával, a 2-vel való sorozatos osztás megadja a szám 2-es számrendszerbeli alakját, vagy szaknyelven bináris alakját. Irjuk át pl. 59-et ezen a módon a 2-es számrendszerbe:

$$59 = 2 \cdot 29 \text{ és a maradék } 1.$$

$$29 = 2 \cdot 14 \text{ és a maradék } 1.$$

$$14 = 2 \cdot 7 \text{ és a maradék } 0.$$

$$7 = 2 \cdot 3 \text{ és a maradék } 1.$$

$$3 = 2 \cdot 1 \text{ és a maradék } 1.$$

$$1 = 0 \cdot 1 \text{ és a maradék } 1.$$

Ezek alapján 59 bináris alakja: 111011.

Az átalakítás helyességéről úgy győződhetünk meg, hogy a már ismert módon vissza alakítjuk a 10-es számrendszerbe.

Sok számítógép technikai okokból csak 1-nél kisebb számokkal, törtszámokkal dolgozik. Tanuljuk meg a törtszámok felírását is a 2-es számrendszerben.

Az algebra tanítása szerint:

$$2^{-1} = \frac{1}{2}; \quad 2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}; \quad 2^{-3} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}; \quad \text{és így tovább.}$$

Az előzőkhöz hasonlóan tehát a következő 2-es számrendszerbeli tört szám:

$$0,1101 = 1 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{4} + 1 \cdot \frac{1}{16} = \frac{13}{16} = 0,8125 \text{ a 10-es számrendszerben. Hasonlóképpen:}$$

$$10,101 \text{ a 10-es számrendszerben: } 2,625.$$

Feladat: Gyakorlásul írjuk át a 10-es számrendszerbe a következő 2-es számrendszerbeli számokat:

$$111000111; \quad 101010; \quad 101; \quad 001101.$$

Írjuk át a 2-es számrendszerbe a következő számokat:

$$1848; \quad 1024; \quad \frac{28}{32}; \quad 2,85.$$

A megismert elvek alapján írjuk át a 10-es számrendszerbe a következő 3-as, ill. 8-as számrendszerbeli számokat: 2012; 121 /3-as számrendszer!/
77; 513 /8-as számrendszer!/
.

35. Összeadás a 2-es számrendszerben

Bizonyára nem volt egyszerű az előző pont alapján a más számrendszerekre való áttérés, hisz annyira megszoktuk a 10-es számrendszerben való számolást, hogy már szinte "természetesnek" tartjuk a 10-es számrendszert. Most megismerjük a 2-es számrendszer első előnyét: ebben a számrendszerben az összeadás sokkal egyszerűbb.

Az összeadás gyors előreszámlálás. Azért tudunk a 10-es számrendszerben többjegyű számokat papiroson gyorsan összeadni, mert 6-7 éves korunkban megtanultuk és megjegyeztük egyszer s mindenkorra a számjegyek összegét. Ez a 10-es számrendszerben nem is volt olyan könnyű. Mivel ugyanis a számjegyek sorrendje sem egészen mindegy, ennek az ún. "összeadó-táblázatnak" száz esete van.

A 2-es számrendszerben könnyebb dolgunk van. Az "összeadó-táblázatnak" itt mindössze a következő négy esete van:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \text{ és "átvitel"-ként}$$

marad 1.

/A 10-es számrendszerben is így mondtuk: pl. nyolc meg négy az tizenkettő, leírjuk a kettőt és átvitelként marad egy./

Lássunk mindjárt egy összeadást a 2-es számrendszerben. /A műveletet ellenőrzésként elvégeztük a 10-es számrendszerben is!/

$$\begin{array}{r} 11101 \\ + 1100 \\ \hline 101001 \end{array} \quad \begin{array}{r} 29 \\ + 12 \\ \hline 41 \end{array}$$

Az összeadást itt is a legalacsonyabb helyértékű számjeggyel, tehát jobboldalon kezdjük és úgy haladunk balra. A következő szöveget mondjuk hozzá: 0 meg 1 az 1. Leírjuk az 1-et, átvitel nincs. 0 meg 0 az nulla. 1 meg 1 az 0. Leírjuk a 0-át. Maradt 1. Most jön az érdekesség:

1 meg 1 az 0, meg 1 az 1. Leírjuk az 1-et, maradt 1.
 - 1 meg 1 az 0. És végül 1 magában 1.

Már tudunk is a 2-es számrendszerben összeadni! Hát ezt lényegesen könnyebb volt megtanulnunk, mint általános iskolás korunkban a 10-es számrendszerben való összeadást!

Feladat: Végezzük el gyakorlásként a következő összeadásokat:

$$\begin{array}{r} 110011 \\ + \quad 1111 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 111111 \\ + \quad 1 \\ \hline \end{array}$$

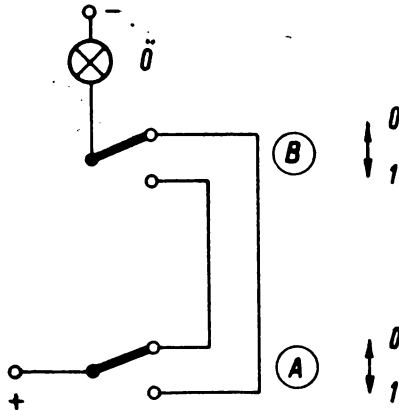
36. A legegyszerűbb összeadó gép

A számláló és számító gépek egyszerre mindig csak két 2-es számrendszerbeli számot szoktak összeadni. Ha több összeadandó is van, akkor először az első kettőt adják össze. Majd az első kettő összegéhez adják hozzá a harmadikat. Az így kapott összeghez a negyediket. És így tovább. A legalacsonyabb helyértékű jegyek összeadásánál, ha egyelőre az átvitelrel nem törődünk, a következő négy eset fordulhat elő:

A	B	Ö
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

ahol A az egyik, B a másik összeadandó, Ö pedig az összeget jelenti. - Jelentse a 36.1 ábra alsó kapcsolója az egyik összeadandót, az A-t. Felső kapcsolója pedig a másik összeadandót, a B-t. Az összeget jelző égő /Ö/

csak akkor ég, tehát csak akkor jelez 1-et, ha vagy az alsó, vagy a felső kapcsoló van az 1-es állásban. Ha mindkettő az 0-es vagy a 0 állásban van, akkor az égő nem ég, tehát 0-t jelez. - A 36.1 ábra kapcsolása alkalmas tehát két 2-es számrendszerbeli egyjegyű szám összeadására, ha egyelőre az esetleges átvitel jelzésétől eltekintünk.



36.1 ábra. Összeadó átvitel nélkül

Kapcsolók gyanánt pl. az 1-es oszlop nyomógombját és kettős kapcsolójának egyik felét felhasználva, az összeg jelzésére pedig ugyanakkor az oszlopnak a piros jelzőlámpáját, a kapcsolás programja a következő:

1+ / 1Y	1X / 1S	1Z / 1V
1F / 1A	1B / 1-	

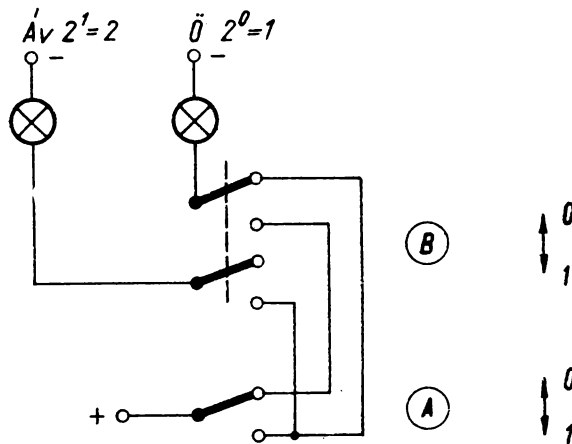
Feladat: Állítsd össze ugyanest a kapcsolást a negyedik oszlopon!

37. Fél összeadó

Szeretnénk, ha összeadó gépünk az "átvitelt" is jelezné, hisz ez az összeadás negyedik esetében lényeges. Egészítsük ki először összeadó táblázatunkat úgy, hogy a negyedik oszlopba beírjuk az átvitelt /Áv/ is.

A	B	Ö	Áv
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	0	1

A 37.1 ábra kapcsolása most már valóban alkalmas lesz két egyjegyű, 2-es számrendszerbeli szám összeadására. A két összeadandó "beadására" építőkészletünk egyik



37.1 ábra. "Fél-összeadó" kapcsolási rajza

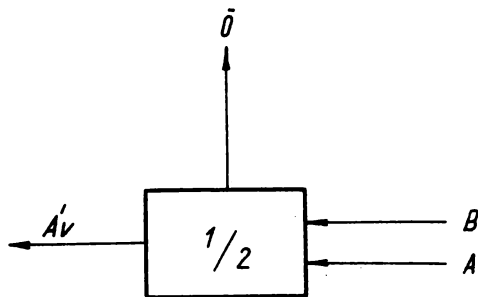
oszlopának kettős kapcsolóját, ill. nyomógombját használjuk fel. A rajzot követve látjuk, hogy ha mindkét

kapcsolóval a 0-át adjuk be összeadó gépünkbe, vagyis mindkét kapcsoló a felső állásban van, akkor valóban az eredmény 0, egyik égő sem ég. Ha az egyik kapcsoló az 1-es állásban van, akkor a $2^0 = 1$ égő jelzi, hogy az összeg 1. Ha pedig mindkét kapcsoló az 1-es állásban van, akkor csak a $2^1 = 2$ jelzésű égő ég, jelezve, hogy az összeg 2.

A kapcsolás programja a következő:

1+ / 1Y	1P / 1A
1X / 1O	1B / 1-
1Z / 1S	1T / 2A
1Z / 1R	2B / 2-

Ez a kapcsolás még csak a 2-es számrendszerbeli számok utolsó jegyeinek összeadására alkalmas. Ezért ezt a kapcsolást "fél-összeadó"-nak nevezik. - Vázlatos rajzokor ezt a fél-összeadót a 37.2 ábra szerinti jellel jelölik.



37.2 ábra. "Fél-összeadó" vázlatos jelölése

Jól érzékelteti ez a rajz, hogy a fél-összeadóban két bemenet vezet, és belőle is két kijövet vezet ki.

Feladat: Állíts össze fél-összeadót úgy hogy az egyik összeadandó beadására valamelyik jelfogó érintkezőit használd fel, és a jelfogó vezérlése kézzel történjék.
/Óvatosan! L.a 6. pontot is!/

38. A "teljes összeadó"

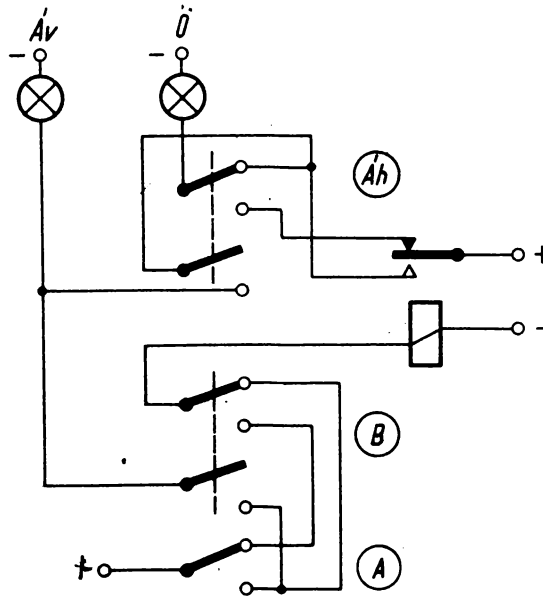
Az összeadásnak utolsó, leggyakrabban előforduló esete, hogy a két összeadandón kívül az előző helyértékről maradék, "áthozat" is van. Ez az eset mintaösszeadásunkban /35. pont/ jobbról számítva pl. a harmadik hely értéknél fordult elő, de természetesen a második helyértéktől számítva bárhol előfordulhat.

Vegyük be táblázatunkba harmadik összeadandónak az áthozatot /Áh/. Ekkor az összeadásnak az alábbi 8 esete fordulhat elő:

A	B	Áh	Ö	Áv
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
0	1	0	1	0
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0
1	0	1	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	1	1

Mind a nyolc esetet megvalósíthatjuk a 38.1 ábra kapcsolásával. Itt tulajdonképpen a legalsó nyomógomb /A/ és a fölötte lévő kettőskapcsoló /B/ egy fél-összeadót alkot. A jelfogó és a felső kettőskapcsoló /Áh/ pedig egy másik fél-összeadót. - Ha a kapcsolási rajzon

végigkövetjük azt a legérdekesebb esetet, amikor mindkét összeadandó 1 és áthozat is van, tehát mindhárom kapcsoló az alsó helyzetben van, látjuk, hogy valóban az átvitel / Δv / lámpája és az összeg lámpája is ég.



38.1 ábra. A "teljes összeadó" kapcsolási rajza

Ha megvalósításra a szerelőlap 2. oszlopának nyomógombját, kettőskapcsolóját, jelfogóját, és az 1. oszlop kettős kapcsolóját használjuk fel, akkor a kapcsolás programja a következő:

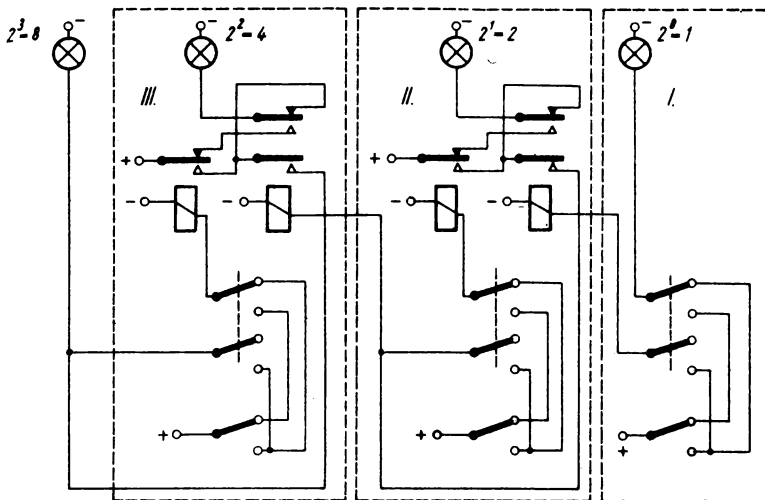
2+ / 2Y	2P / 2F	1S / 2A
2Z / 2S	2G / 2-	1T / 1R
2Z / 2R	2J / 2+	1P / 1A
2X / 2O		1B / 1-
2T / 2A	2K / 1O	
2B / 2-	2H / 1R	

Feladat: Állítsd össze az előző kapcsolást úgy, hogy a szerelőlap első oszlopának kettős kapcsolója helyett, az első oszlop jelfogójának érintkezőit használd fél kapcsolónak, és a jelfogó vezérlése kézzel történjék /Óvatosan!/

39. Három számjegyes összeadó

Az előzők ismeretében most már összeállíthatunk építőkészletünkön egy komoly összeadó gépet. A nagy számítógépek lényegében ugyanígy végzik legfontosabb műveletüket az összeadást. Modellünk csak abban különbözik tőlük, hogy ezen csak háromjegyű számokat tudunk összeadni és az eredmény legfeljebb négyjegyű lehet. A nagy gépek harminckét bitesek, tehát harminckét számjegyű, 2-es számrendszerbeli számokat tudnak összeadni. Ez kb. tízjegyű 10-es számrendszerbeli számoknak felel meg.

A három bitnek megfelelő hármas tagozódás jól látszik a 39.1-es kapcsolási rajzon. A rajz jobboldali, I-gyel jelölt részében a 37.1 ábra fél összeadójára ismerünk. Attól mindössze abban különbözik, hogy az átvitel vezetőke nem lámpára megy, hanem a második bit egy jelfogójára.



39.1 ábra. Három-bites összeadó

A II. bitben a teljes összeadó rajzára ismerünk. Csak az áthozatot nem mi adjuk be egy külön kétős kapcsolóval, hanem az az I. bitből jön, és egy jel-fogó közvetítésével a mi külön beavatkozásunk nélkül adódik be. Az átvitel itt is természetesen nem lámpára megy, hanem a következő fokozatba.

Az utolsó bit /III./ egyezik a másodikkal, csak az ebből származó átvitel már természetesen lámpára megy.

A kapcsolás összeállítása igénybe veszi kis építő-készletünknek szinte a teljes kapacitását.

A kapcsolás programja a következő:

1+ / 1Y	2+ / 2Y	3+ / 3Y
1X / 10	2Z / 2S	3Z / 3S
1Z / 1S	2Z / 2R	3Z / 3R
1Z / 1R	2X / 20	3X / 30
1P / 1A	2T / 3F	3T / 4A
1B / 1-	3G / 3-	4B / 4-
1T / 1F	2P / 2F	3P / 4F
1G / 1-	2G / 2-	4G / 4-
1J / 1E	2J / 2+	4+ / 4J
1E / 2H		4K / 3C
1C / 2K		4H / 3E
1D / 2A		3E / 3J
2B / 2-		3H / 4A
1H / 2T		3D / 3A
		3B / 3-

Ha a fenti program szerint összeállítottuk kis összeadó gépünket, akkor a vele való összeadás a következőképpen megy. Adjunk pl. hozzá 7-hez 1-et. Kettős kapcsolóinkon beállítjuk, beadjuk a gépbe a 7-et, vagyis a 0111-et. Tehát jobbról haladva az 1., a 2. és a 3. kettős kapcsolót a baloldali helyzetbe kapcsoljuk, a 4-et pedig a jobboldali helyzetben hagyjuk. Ha a főkapcsolót ekkor bekapcsoljuk, akkor az eredményt mutató égők közül az 1., a 2. és a harmadik kigyullad, jelezve, hogy a kapcsolósoron

$1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 2 + 1 = 7$ -et adtunk be a gépbe. - Ha most a másik összeadandót, az 1-et is beadjuk gépünkbe az 1. oszlop nyomógombjának lenyomásával, az előző égők mind elalszanak, és kigyullad helyettük a

negyedik égő. Ez - mint tudjuk - a $2^3 = 8$ -at reprezentálja számunkra. Gépünk így jelzi, hogy $7 + 1 = 8$.

Hasonló módon variálhatjuk a két összeadandót 1-től 7-ig, és az eredmény változni fog 0-tól 14-ig. Ez már igazán élvezetes játék!

Több tanulságot is levonhatunk kis összeállításunkból. A gép az összeadás műveletét tulajdonképpen század mp-nyi idő alatt elvégzi. Erről úgy győződhetünk meg, hogy mindkét összeadandót beadjuk, és csak utána kapcsoljuk be a főkapcsolót. Egy villanás, és már meg is jelent az eredmény. - A nagy gépeknél is így van. A beadás és az esetleges nyomtatásban való kilrás tart sokáig, a tulajdonképpeni művelet alig egy milliomed mp-ig.

Ha még egy építőkészlet áll rendelkezésünkre, akkor gépünk kapacitását lényegesen megnövelhetjük. Kapcsolási rajzunk I. és utolsó /III./ része természetesen megmarad, és a középső /II./ része fog még kétszer ismétlődni. A két összeadandó így 0-tól 31-ig változhat, az összeg pedig 0-tól 62-ig. - A nagy számítógépek kapacitása is a beépített alkatrészek függvénye.

Feladat: Négy építőkészlettel dolgozva mekkora lehetne a legnagyobb összeadandó és összeg?

Megjegyzés:

Sokkal meggyőzőbbé teszi kis összeadó gépünk működésének bemutatását a 2-es számrendszerben kevésbé járatos "laikusok" számára a következő kis ujtás. - Praktikus okokból a szerelőlaponk tetején lévő számok csak

az egyes oszlopok sorszámát jelzik. Kis papirdarabkákkal takarjuk le ezeket, és a sorszámok helyett írjuk fel a kis papirdarabkákra, hogy az alattuk lévő égő kigyulladására mekkora számot jelent az eredmény szempontjából.

Az 1. sorszámot letakaró papírra ezt írjuk: $2^0 = 1$
A 2. " " " $2^1 = 2$
A 3. " " " $2^2 = 4$
A 4. " " " $2^3 = 8$.

Igy a magunk számára is könnyebb lesz az eredmény gyors leolvasása.

40. A kivonás végzése számítógépekkel

Négy esetből álló "kivonási táblázat" készítése után kivonni is megtanulhatnánk a kettős számrendszerben. Ennek azonban nem sok értelme lenne, mert a digitális számítógépek egészen más, számukra lényegesen egyszerűbb módon végzik el a kivonást: visszavezetik az összeadásra. Ismerkedjünk meg mindjárt ezzel a módszerrel. Bemutatom egy példán először a 10-es számrendszerben.

43-ból 37-et kivonva 6-ot kapunk. Ha kivonás helyett 43-hoz hozzáadjuk azt a számot, amelyik az előző kivonandót, a 37-et 100-ra egészíti ki /tehát 63-at/, akkor 106-ot kapunk. Ha ebből elhagyjuk a százast, akkor az előző különbséget, a 6-ot kapjuk. - Másik példa. Ahelyett, hogy a 43-ból a 28-at kivonnánk, adjuk hozzá a kisebbbitendőhöz a kivonandót 100-ra kiegészítő számot, a 72-t. Ezt hozzáadva a 43-hoz, és elhagyva belőle a 100-at, ismét a különbséget, a 15-öt kapjuk. - Próbáljuk ki más számokra is! - A kapott kiegészítő számokat,

Megemlítjük még, hogy a számoknak a gépekbe való beadásakor a balról számított első helyet a szám előjele számára tartják főt. Ha a szám pozitív, akkor erre az első helyre 0-át írunk, ha pedig a szám negatív, akkor 1-et. Arra is emlékezve, amit már egyszer megemlítettünk /L. 34.pont!/, hogy sok nagy számítógép csak 1-nél kisebb számokkal dolgozik, megérthetjük, hogy

$$\begin{array}{r}
 \text{a 2-es} \qquad \qquad \qquad \text{a 10-es} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \text{számrendszerben:} \\
 \text{és} \qquad \qquad \qquad 0 \ 1011 \qquad \qquad \qquad + \frac{11}{16} \\
 \qquad \qquad \qquad 1 \ 0111 \qquad \qquad \qquad - \frac{7}{16}
 \end{array}$$

Aki még tovább is tudja követni nem könnyű megjegyzéseinket, annak a számára megemlítjük, hogy az utóbbi számunk 1 0111 /- $\frac{7}{16}$ / az a 0 1001 / $\frac{9}{16}$ /-nak a komplementens száma. - A megbeszéltek szerint végezzük el a következő kivonást:

$$\begin{array}{r}
 \frac{11}{16} \qquad \qquad \qquad 0 \ 1011 \longrightarrow 0 \ 1011 \\
 \qquad \qquad \qquad - 0 \ 1001 \qquad \qquad \qquad + 1 \ 0111 \\
 \hline
 \frac{-9}{16} \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 0 \ 0010 \\
 \hline
 \frac{2}{16}
 \end{array}$$

Igy is $\frac{1}{8} = \frac{2}{16}$ - ot kaptunk természetesen eredményül. A még érdekesebb az a dologban, hogy ezen a módon a különbség előjelét is megkapjuk. Ez a jelen esetben +.

Feladat: Végezd el a következő kivonásokat:

$$28 - 12; 45 - 8; \frac{11}{16} - \frac{7}{16}; \frac{5}{16} - \frac{7}{16} //$$

/A legutolsó kivonásnál az eredmény komplementjét fogod megkapni!/

41. Kivonás három-bites összeadó gépünkkel

Az előző pontban megbeszéltek alapján a 39.1 ábrán bemutatott három-bites összeadó gépünkkel kivonni is tudunk. Csak a 2^3 jelzésű égőt ekkor nem kell bekötnünk, mert meghaladja gépünk kapacitását. Vonjunk ki pl. 7-ből 2-t. A 2 kivonása helyett 7-hez hozzáadva 2 komplementjét, megkapjuk a különbséget:

$$\begin{array}{r} 7 \\ - 2 \\ \hline 5 \end{array} \quad \begin{array}{r} 111 \\ - 010 \end{array} \text{ helyett: } \begin{array}{r} 111 \\ + 110 \\ \hline 101 \end{array} \text{ Ez valóban 5,}$$

mert az utolsó, átvitelként maradt 1-est már nem jelzi gépünk.

Természetesen a nagy digitális számítógépek a kivonási utasításra automatikusan végzik a szám komplementének megalkotását, a szükséges összeadást is.

Másfajta kivonógéppel is megismerkedhetsz a Kibernetikai játékok és modellek c. könyvecskében.

Feladat: Végezd el összeadógepünkkel még a következő kivonásokat is: $7 - 3$; $7 - 4$ /!/

42. Szorzás a 10-es és a 2-es számrendszerben

A teendők tudatosítása céljából végezzünk el egy szorzást először a 10-es számrendszerben!

$$\begin{array}{r} 4302 \cdot 2402 \\ 8604 \\ 17208 \\ 8604 \\ \hline 10333404 \end{array}$$

A következőket figyelhetjük meg: 1. Csak az egyes számjegyekkel kell szoroznunk. 2. A kapott részletszorzatot megfelelő számú helyel jobbra kell eltolnunk. 3. A kapott részletszorzatokat össze kell adnunk. - A számjegyekkel való szorzáshoz az egyszerű 100 esetét kell emlékeztetből tudnunk.

Mit jelent az eltolás, az új részletszorzatok egy jeggyel jobbra való írása? Azt, hogy az addigi részletszorzatokat 10-zel, a rendszer alapszámával megszorozzuk. Az újabb eltolás újabb 10-zel való szorzást jelent az addigi részletszorzatokra nézve. Az előző szorzást tehát egészen szabatosan tulajdonképpen így kellett volna lejegyeznünk:

$$\begin{array}{r}
 4302 \cdot 2402 \\
 \hline
 8604000 \\
 1720800 \\
 00000 \\
 \hline
 8604 \\
 \hline
 10333404
 \end{array}$$

Azonban megegyeztünk annak idején az általános iskolában, hogy a "felesleges" 0-akat nem írjuk ki.

A 2-es számrendszerben a többjegyű számok szorzása ugyanígy megy, csak lényegesen egyszerűbb. Lássuk mindjárt egy példán:

$$\begin{array}{r}
 1101 \cdot 1011 \\
 \hline
 1101 \\
 1101 \\
 1101 \\
 \hline
 10001111
 \end{array}
 \quad /13 \cdot 11 = 143/$$

Itt is csak az egyes számjegyekkel szoroztuk meg a szorzandót. A részletszorzatokat itt is jobbra vittük egy vagy több helyel, és azután összeadtuk őket.

"Szorzó-táblázatunknak" azonban a 10-es számrendszerbeli 100 eset helyett itt mindössze a következő négy esete van:

A	B	A.B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Hát ezt igazán nem nehéz megjegyezni!

Mit jelent itt az eltolás, vagyis az eddigi részletszorzatok után egy vagy több 0-nak az írása? Nézzük meg az előző példán!

$$\begin{array}{r}
 1101 \qquad \qquad \qquad /13/ \\
 11010 \qquad \qquad \qquad /26 = 2 \cdot 13 = 2^1 \cdot 13/ \\
 110100 \qquad \qquad \qquad /52 = 4 \cdot 13 = 2^2 \cdot 13/
 \end{array}$$

Azt látjuk, hogy az eltolás az alapszám hatványaival való szorzást jelenti, mint azt a 10-es számrendszer esetén is jelentette.

A digitális számítógépek általában egyszerre csak két számot tudnak összeadni. Ezért a velük való szorzás a fent bemutatottól abban különbözik, hogy a kapott részletszorzatokat azonnal hozzáadjuk az addigi részletszorzatok összegéhez.

Feladat: Végezd el a 2-es számrendszerben a következő szorzásokat:

$$1100110011 \cdot 101010;$$

$$111111 \cdot 10001.$$

43. Szorzás 2 hatványaival

Könnyű ezekután építőkészletünkön olyan szorzógépet összeállítani, amelyiken 2-vel, 4-gyel, 8-cal, tehát kettő hatványaival tudunk szorozni.

Abban állapotunk meg, hogy kettős kapcsolóink jobboldali állásukban a 0-át, baloldali állásukban pedig az 1-gyet reprezentálják, jelentik számunkra. /L. a 4. pontot!/ Kapcsoljuk építőkészletünk eredményjelző piros körtéit áramforrásunk pólusaira a fenti megegyezés figyelembevételével a kettős kapcsolóinkon át. Ha tehát bármelyik kettős kapcsolónkat a baloldali állásba toljuk, akkor a megfelelő jelzőlámpa kigyullad. /Olyan egyszerű a dolog, hogy kapcsolási rajzát röstelnénk fölrajzolni!/

Adjuk be így gépünkbe pl. a 3-as számot, vagyis az 1. és a második oszlop kettős kapcsolóját toljuk a baloldali állásba. Az eredményjelző égők közül a két utolsó kigyullad. Jelzi a gép a $11 = 3$ -at.

2-es számrendszerbeli számot kettővel szorozni úgy kell, hogy utána egy 0-át írunk, mint azt az előző pontban már megbeszéltük.

$$11 \cdot 100 = 1100 \quad /3 \cdot 4 = 12/$$

Formailag: a 2. oszlop 1-sét átírjuk a 3. oszlopba. Az 1. oszlop 1-sét átírjuk a 2. oszlopba. Az 1. oszlop 1-ese helyébe pedig 0-t írunk. - Sokkal könnyebb ezt megcsinálni, és gyorsabb is, mint leírni.

Ugyanígy végezzük el a következő szorzást is:

$$11 \cdot 100 = 1100 \quad /3 \cdot 4 = 12/$$

Feladat: Végezzük el az előbbi módon, tehát kézi eltolással, léptetéssel az alábbi szorzásokat: $111 \cdot 10$
 $10 \cdot 100 !$

44. Szorzás tetszőszerinti számmal

Építőkészletünk sajnos csak 4-bites, négy helyértékű. Tehát a legnagyobb szám, amit egy szorzás eredményeképp kaphatunk rajta $1111 = 15$. Végezzük el vele a következő szorzást: $3 \cdot 5 = 15$.

A 44.1 ábránk adja szorzógépünk kapcsolási rajzát. Alaposabban megnézve a 39.1 ábra három bites összeadógépezék továbbfejlesztésére ismerünk benne. Az 1., 2. és 3. oszlopban teljesen megegyeznek. A 4. oszlopban iktattunk be még egy kapcsolót.

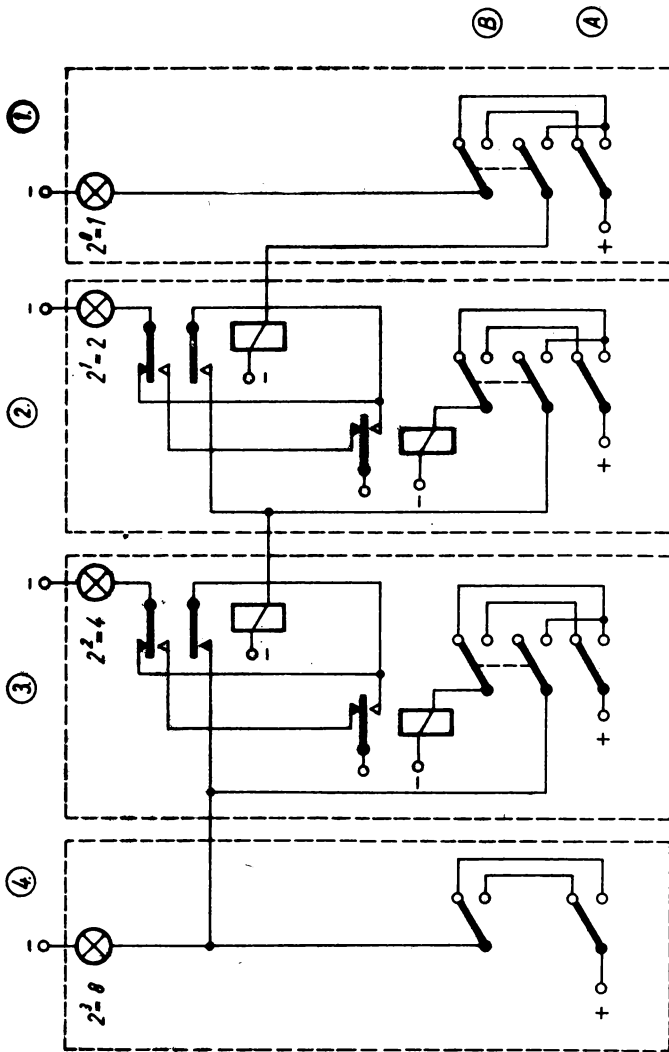
Végezzük el először írásban a szorzást:

$$\begin{array}{r} 11 \cdot 101 \\ \underline{11} \\ 11 \\ \underline{111} \end{array}$$

Ugyanezt a menetet követve a géppel a szorzás a következőképpen történik.

a/ Beadjuk a gépbe a szorzandót, az 11-et. - Ez az 1. és 2. oszlop "B" sorban lévő kettős kapcsolóinak az alsó helyzetbe való átkapcsolását jelenti a rajzon, ugyanezen kettőskapcsolók balra való tolását a szerelő-lapon.

b/ Megszorozzuk a gépbe így beirt szorzandót a szorzó balról számitott első számjegyével az 1-gyel.



44.1 ábra. Négy-bites
szorzógép kapcsolási rajza

- Az l-gyel való szorzás azonban semmi változást nem jelent, tehát már meg is kaptuk az első részletszorzatot, a 11-et.

c/ Mielőtt a következő számjeggyel szoroznánk, az eddigi részletszorzatot egy hellyel léptetni kell. Ezt az előző pontban megbeszélték szerint elvégezve kapjuk: 110.

d/ A szorzó következő számjegye azonban 0. Tehát megint csak léptetni kell egyet. Elvégezve kapjuk: 1100.

e/ A szorzó következő számjegye 1. Tehát a részletszorzat maga a szorzandó: 11. - Ezt beadjuk a gépbe az "A" nyomógombsor 1. és 2. oszlopbeli nyomógombjának lenyomásával. Gépünk azonban lényegében összeadó gép. És így már jelezni is fogja az eredmény soron a szorzás végeredményét az 1111-et, vagyis a 15-öt.

A kapcsolás programja egyezik a 39. pontban megadott programmal, csak a következővel kell még kiegészítenünk:

4+ / 4Y	4X / 4S
4Z / 4V	4T / 4A

Feladat: Végezd el szorozógépünkkel a következő szorzást: 101 . 11 !

Megjegyzés: A léptetést, szaknyelven shift-telést a nagy számítógépeken természetesen a szorzási utasítás beérkezésére egy külön berendezés végzi, nem kell nekünk kézzel végeznünk.

Végeredményül megjegyezhetjük, hogy a digitális számítógépek a szorzást is az összeadásra vezetik vissza az eltolás felhasználásával.

Ha még egy építőkészlet áll rendelkezésünkre, akkor eredményünk nyolcjegyű szám is lehet. Tehát már elég nagy számokat is össze tudunk szorozni.

45. Az osztás végzése digitális számítógépeken

A szorzáshoz hasonlóan lehetne a számítógépeken automatizálni az osztást is az írásban végzett osztásból kiindulva.

Ehelyett a legtöbb számítógép az osztást a kivonás közvetítésével inkább az összeadásra vezeti vissza. Ha két számot el akarnak osztani egymással a megfelelő ún. "szubrutint" veszik elő. Vagyis alkalmaznak egy erre a célra előre elkészített külön utasításrendszert. A mi szerény eszközeinkkel ennek az utasításrendszernek a bemutatása igen körülményes lenne.

A magasabb algebrai műveleteket /hatványozás,gyökvonás/ is lényegében az összeadásra vezetik vissza a nagy számítógépek.

ÖSSZEFOGLALÁS

Fejezetünk végére érve foglaljuk össze, hogy hogyan is számolnak a számítógépek? Hisz ez volt fejezetünk leglényegesebb tárgya. - Szaknyelven azt mondanánk, hogy a számítógép számológóművével, az "aritmetikai egységgel", és ennek elvi működésével ismerkedtünk meg.

A számológómű építőkövei azok a "flip-flop" áramkörök, vagy multivibrátorok, amelyekkel a 27-30. pontokban ismerkedtünk. A mai gépekben nem jelfogókkal működnek ugyan, hanem azoknál sokkal gyorsabb elektroncsövekkel, diódákkal, tranzisztorokkal, vagy még újabb elektronikus alkatrészekkel. De működési elvük ugyanez. A számológómű "regisztereiben" is ilyen multivibrátorok tárolják pillanatokig azokat a számokat, amelyekkel a gép valamilyen műveletet akar végezni. - A szorzáshoz szükséges "léptető regiszter" is ezekből az elemekből áll.

A számológómű alapvető eleme az összeadó. Ennek működési elvét a 36.-39. pontokban láttuk. - A legnagyobb meglepetésünk a számológómű működésének megismerésekor talán az volt, hogy a számítógépek tulajdonképpen csak összeadni tudnak. A kivonást, szorzást, osztást, sőt a magasabbfokú műveleteket is erre az egyetlen műveletre az összeadásra vezetik vissza.

Összeadni azonban a számítógépek szinte hihetetlenül gyorsan tudnak. A kis számítógépek "műveleti sebessége" - ahogyan szaknyelven mondják - csak néhányszor tíz, vagy néhányszor száz művelet másodpercenként. Ilyen gépek nálunk pl. az M-3, vagy az Ural-1. - A közepes gépek műveleti sebessége néhányszor 1000 vagy 10 000 művelet másodpercenként. Ilyen gépeink is vannak. Pl. az Ural-II., az Elliott-803 és a Gier. - A mai legnagyobb gépek műveleti sebessége több mint 1 000 000 művelet másodpercenként.

A nagy gépek építési és fenntartási költségei is természetesen igen nagyok. Csak akkor fizetődnek ki, ha többműszakos üzemeltetéssel jól ki tudják használni őket. Munkával való "táplálásukra" 100-nál is több matematikusra, programozóra van szükség. Karbantartásuk csak néhány mérnökből és technikusból álló műszaki gárdát igényel.

IV. LOGIKAI MŰVELETEK VÉGZÉSE SZÁMITÓGÉPEKKEL

Logikai problémákat is meg tudunk oldani az algebrahoz hasonló módszerekkel, és így végeredményben számítógépekkel; 1/ ha a logikai fogalmakat, a logikus gondolkodás elemeit betűkkel jelöljük, mint az algebraiban a számokat; 2/ ha a logikus gondolkodás elemeinek összekapcsolását, mint logikai műveleteket definiáljuk; 3/ és végül, ha megállapítjuk az ezen műveletekre érvényes azonosságokat, mint az algebraiban is megállapítottuk.

Hasonlít ez, a laikusok számára szinte elképzelhetetlennek látszó eljárás a szóbeli egyenletek megoldására. Ott is az algebra betűinek, képleteinek felhasználásával a szavakban megadott kapcsolatokat algebrai alakba öntöttük. Majd a műveleti szabályok, azonosságok felhasználásával az egyenleteket szinte gépiesen megoldottuk.

A fennálló nagy hasonlóság miatt nevezték el ezt a tudományt, amelynek elemeivel az alábbiakban foglalkozni szándékozunk matematikai logikának, vagy az egyik legrégebbi művelőjéről Boole-algebrának /ejtsd: Bul/.

Az alábbiakban a 3 leginkább használt logikai műveletet mutatjuk be: az **ÉS**, a **VAGY** és a **NEM** műveleteket. Bemutatjuk a műveleteknek megfeleltethető kapcsolós és jelfogós áramköröket. Ismertetünk négy alap-azonosságot. Majd egy játékos logikai problémán bemutatjuk a problémák algebrai alakba való felírásának előnyét, és egyben a logikai problémák gépi megoldásának módszerét.

Nem ígérhetjük, hogy a következő fejezet átdolgozása könnyű lesz. De azt ígérhetjük, hogy a fejezet végén visszatérve erre a "bevezetésre", sokkal érthetőbbnek és tartalmasabbnak fogjuk tartani, mint most, céljaink kitűzésekor.

46. Az **ÉS** művelet, vagy a logikai szerzés

"Esik az eső **és** fuj a szél."

"Ha esik az eső **és** kimegyek, megázom."

Az első mintamondatunkra azt mondjuk, hogy összetett állítás. Két egyszerű állításból van összetéve. Ezeket az **és** kötőszó kapcsolja össze. /A szakirodalom az "ítélet" elnevezést használja a mi "állítás" elnevezésünk helyett/.

Második mintamondatunkra azt mondjuk, hogy következtetés. Két, **és** kötőszóval összekapcsolt egyszerű állításból következtetünk a harmadik, szintén egyszerű állításra.

Két vagy több egyszerű állítás összekapcsolását logikai műveletnek nevezzük. Az ilyen összekapcsolások a logikus gondolkodás alapvető formái.

Mikor lesz az ilyen összetett állítás vagy következtetés igaz? Csak akkor, ha az összetett állítás mind-

két tagja, vagy a következtetés mindkét előzménye igaz. Minden más esetben hamis.

A logikai műveletek általánosságban való vizsgálatát nagyon megkönnyíti, ha az egyes egyszerű állításokat, az ugynevezett logikai változókat egy-egy betűvel jelöljük, mint az algebrában a számokat. Magát az összekapcsolás módját pedig valamilyen műveleti jellel. - Jelöljük pl. az előbbi összetett állításunkban az első egyszerű állítást /Esik az eső/ A-val, a másodikat /fuj a szél/ B-vel, az őket összekapcsoló és kötőszót pedig egy ponttal, az algebrai szorzás jelével. Akkor összetett állításunkat, és vele együtt az összes hozzá hasonlókat így tudjuk egyetlen formulában rögzíteni:

"Esik az eső és fuj a szél"

A . B

Az előző következtetést pedig így:

"Ha esik az eső és kimegyek, megázom"

A . B C

Természetesen az utóbbi formula, mondhatnánk úgy is, hogy egyenlet rögzíti pl. a következő atyai ígéretet is: "Ha legalább 4-es bizonyítványod lesz, és lemegyünk a Balatonra, akkor két hétig kerékpárt bérelek a számodra.

Hogy miért éppen a szorzás jelét választották az és kötőszóval való összekapcsolás jelzésére, azt megértjük, ha elkészítjük a fenti állítás, illetve következtetés un. igazságtáblázatát.

Mind az egyes, mind az összetett állítások, és a következtetés is, csak igaz vagy hamis lehet. Nézzük meg, hogy az egyes állítások igaz vagy hamis volta hogyan befolyásolja az összetett állítás igaz vagy hamis

voltát. - A mi fenti példáinknál mindössze a következő négy eset lehetséges:

Ha esik az eső	és kimegyek,	megázom.
hamis	hamis	hamis
igaz	hamis	hamis
hamis	igaz	hamis
igaz	igaz	igaz

Ha azt, hogy az állítás hamis, 0-val, azt pedig, hogy igaz, 1-gyel jelöljük, az egyszerű megállapításokat betűkkel, összekapcsolásukat műveleti jellel, akkor az előző táblázat helyett a következő, minden hasonló következtetésre fennálló igazságtáblázatot nyerjük:

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

Ez a táblázat teljesen megegyezik a 2-es számrendszerbeli 0 és 1-es számok ún. szorzási táblázatával, ahol A és B a két tényező, C pedig a szorzat. /L. a 41. pontot!/ Ezért nevezték el ezt a logikai műveletet logikai szorzásnak. Mivel pedig az ilyen típusú összetett állításoknál vagy következtetésekénél az és kötőszó kapcsolja ösz-

sze az egyes egyszerű állításokat, ÉS műveletnek is hívják.

Ha megegyezünk abban, hogy egy állítás vagy következtetés igaz voltát

bekapcsolt kapcsoló,

égő körte,

lenyomott nyomógomb,

behuzott jelfogó,

vezető dióda, elektroncső, vagy tranzisztor

jelzi, reprezentálja számunkra. - Az állítás vagy következtetés hamis voltát pedig

be nem kapcsolt kapcsoló,

nem égő körte,

le nem nyomott nyomógomb,

be nem huzott jelfogó,

lezárt dióda, elektroncső vagy tranzisztor,

akkor az előbbi következtetést, vagy összetett állítást pl. a 46.1 ábrán látható áramkörrel hozhatjuk egyértelmű kapcsolatba. - A C jelzőlámpa valóban csak akkor ég, ha mindkét kapcsoló lenyomott állapotban van.

Ha esik az eső ÉS kimegyek, megázom



$$A \cdot B = C$$

46.1 ábra. Az ÉS művelet /logikai szorzás/ kapcsolós áramköre

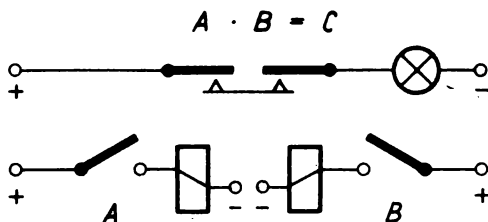
Próbáljuk ki mindjárt építőkészségünkön is! A kapcsolás programját nem is szükséges megadni. A rajz alapján azonnal összeállítható.

Feladat: Mondj olyan következtetéseket, amelyeknek algebrai alakja megegyezik előbbi mintakövetkeztetésünk algebrai alakjával!

Ird fel a következő következtetés algebrai alakját: Ha az első és a második és a harmadik kocsis is kész, a villamos indulhat!
 - Rajzold fel a következtetésnek megfelelő kapcsolós áramkört! /A 22.1 rajzunk felső részét ismerjük fel benne!/
 /

47. Az ÉS művelet végzése jelfogókkal

A gyakorlatban általában nem a 46.1 ábrához hasonló kapcsolós áramkörökkel valósítják meg a logikai műveleteket. Inkább jelfogót, elektroncsövet vagy tranzisztort használnak erre a célra. Hogy miért, azt éppen a háromkocsis villamos indítóberendezéséből érthetjük meg.



47.1 ábra. Az ÉS művelet megvalósítása jelfogókkal

Ha pl. egyszerűen csak három nyomógombot alkalmaznánk a három kocsiban, akkor az egyes kalauzoknak mindaddig a nyomógombon kellene tartani az ujjukat, amíg a

villamos meg nem indul. Ha pedig egyszerű villanykapcsolókat használnának, akkor indulás után a kikapcsolásról is nekik kellene gondoskodniok. Jelfogók alkalmazásával mindez automatikusan történik. Ez bőven megéri a költségtöbbletet.

Két tényezős logikai szorzás végzésére alkalmas jelfogós összeállítás elvi kapcsolási rajzát a 47.1 ábrán láthatjuk. Programja pl. a következő:

1+ / 1Y	1+ / 1D
1Z / 1F	1C / 2C
1G / 1-	2D / 3A
2+ / 2Y	3B / 3-
2Z / 2F	
2G / 2-	

Feladat: Próbáljuk ki összeállításunkon a 46. pont "igazságtáblázatának" négy esetét! Készítsük el a háromkocsis villamos problémájának megfelelő következtetés igazságtáblázatát! Hány sora van?

48. A VAGY művelet. Logikai összeadás

"Ha kiállok az esőre, vagy a zuhany alá állok, vi-
zes leszek."

Itt a vagy kötőszóval kapcsolt összetett állítást látunk, vagy ha a harmadik tagra is tekintettel vagyunk; olyan következtetést, melynek két előzménye között a vagy kötőszó áll. Készítsük most mindjárt el ennek a következtetésnek az igazságtáblázatát. Legyen az első ál-

litás /kiállok az esőre/ jele A; a másodiké /zuhany alá állok/ B. A következmény /vizes leszek/ jele C. Az előző megállapodásokat felhasználva kapjuk:

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

Ez a táblázat az utolsó sora kivételével egyezik a 2-es számrendszerbeli számok összeadási táblázatával. Ezért ezt a logikai műveletet, egyszerű állításoknak a vagy kötőszóval való összekapcsolását, logikai összeadásnak nevezik, és a következőképp jelöljük:

$$A + B = C$$

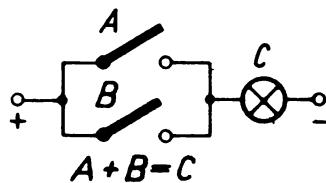
Az előzőkben már szintén tárgyalt megállapodások felhasználásával pl. a 48.1 ábra kapcsolós, és a 48.2 ábra jelfogós összeállításával tudjuk a VAGY műveletet, a logikai összeadást kapcsolatba hozni. Valóban a C jelzőlámpa csak akkor ég, ha vagy az A, vagy a B kapcsolót zárjuk, vagy mind a kettőt. Illetve: vagy az A vagy a B jelfogó behuz, vagy mind a kettő.

A 48.2 kapcsolás programja a következő:

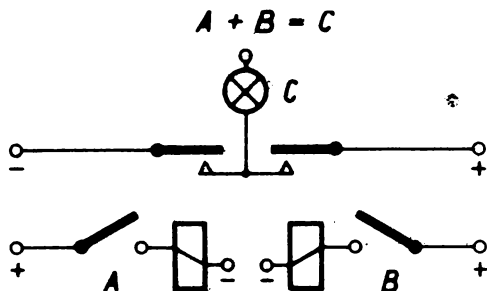
1+ / 1Y	2+ / 2Y	1+ / 1D	1C / 1A
1Z / 1F	2Z / 2F	1C / 2C	1B / 1-
1G / 1-	2G / 2-	2D / 2+	

Feladat: Írd fel a következő összetett állítás logikai algebrai alakját: Ha a bank ajtaját /A/, VAGY ablakát /B/, VAGY a pánccél-szekerényt /C/ fessegetik, a riasztócsengő, /D/ megszólal. /L. a 23. pontot!/

Ha kiállok az esőre,
VAGY
a zuhany alá állok, } vizes leszek.



48.1 ábra. A VAGY művelet /logikai összeadás/
áramkörre kapcsolókkal



48.2. ábra. A VAGY művelet megvalósítása
jelfogókkal

Megjegyzés: Látjuk ebből a példából, hogy ha kapcsoló is elegendő egy probléma megoldására, akkor nem alkalmazunk jelfogót. Hisz ez drágább!

49. Összetett ÉS és VAGY művelet

Az eddig tárgyalt két művelet természetesen egy gondolatsoron belül, együtt is előfordulhat, mint pl. a következő okoskedásban:

- A Ha kimegyek ÉS
- B ha esik az eső, VAGY
- C ha zuhany alá állok,
- D akkor vizes leszek.

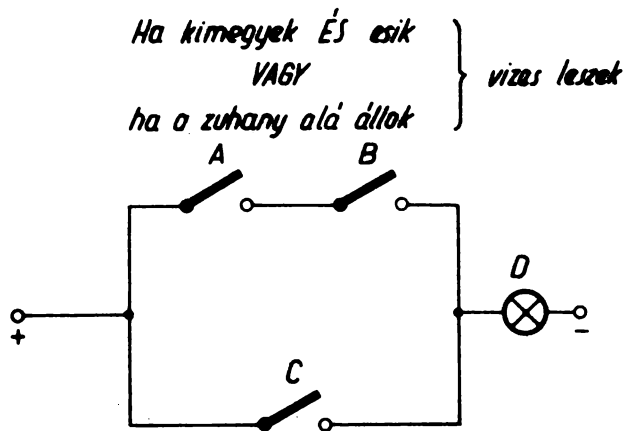
A megbeszélte betű és műveleti jelek felhasználásával ez, és az összes ilyen típusú gondolatsor a következő formulába rögzíthető:

$$A \cdot B + C = D.$$

Az is könnyen belátható, hogy minden ilyen típusú gondolatsor a 49.1 ábrán látható kapcsolós áramkörrel egyértelmű kapcsolatba hozható. A D jelzőlámpa csak akkor ég, ha vagy az A és B kapcsoló egyidejűleg, vagy a C kapcsoló, vagy mind a három kapcsoló le van nyomva.

Feladat: Írd fel a következő összetett állítás logikai algebrai alakját:

"Vagy bölondok vagyunk s elveszünk egy szálit,
Vagy ez a mi hitünk valóságra válik." /Ady/



$$A \cdot B + C = D$$

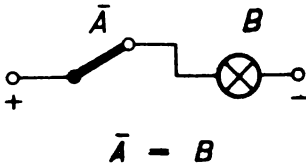
49.1 Összetett **ÉS** és **VAGY** művelet

50. A NEM művelet. A tagadás, negáció

Néha egy eseményt attól tesszük függővé, ha valami nem történik meg. Az apa mondja a fiának: "Ha a tanév végén nem buksz meg, megveszem számodra a kért zsebrádiót." - Ezt a logikai műveletet NEM műveletnek, vagy tagadásnak, vagy latinosan negáció-nak nevezzük. - Jelölésül a neki megfelelő állítást jelző nagybetű fölé hozott vízszintes vonalkát választották. Ha tehát pl. a "megbúksz" kijelentés jelölésül a A -t választjuk, akkor a "nem buksz meg" jele: \bar{A} . Néha nyomdatechnikai okokból az állítás nagybetűje elé írt kis n betűvel is jelölik. Tehát így: nA . - Mindkét esetben így olvassuk: nem A , vagy latinosan: non A .

A fenti atyai kijelentés a megismert logikai algebrai gyorsírásunkkal így rögzíthető:

$$\bar{A} = B.$$



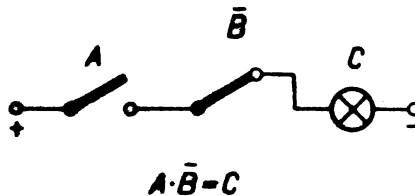
50.1 ábra. A NEM művelet megvalósítása kapcsolóval

És így olvassuk: nem A egyenlő B-vel. Kapcsolástani megfelelőjét az 50.1 ábrán láthatjuk.

Nézzünk egy összetett állítást, melyben tagadás is szerepel: "Ha esik az eső, és nem megyek fedél alá: megázom." - Jelemben nyilván így rögzíthető:

$$A \cdot \bar{B} = C.$$

A formulát így olvassuk: A és nem B egyenlő C-vel. Vagy latinosan: A és non-B egyenlő C-vel. - A vele egyértelmű kapcsolatba hozható kapcsolás áramkört az 50.2 ábrán



50.2 ábra. ÉS és NEM műveletek

láthatjuk. - Programja pl. a következő:

1+ / 1Y 2B / 2-
1Z / 2Y
2X / 2A

51. A logikai műveletek kapcsolata

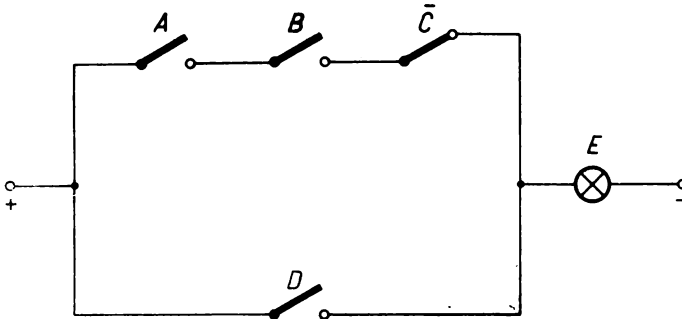
Nézzünk egy olyan összetett állítást, melyben mind a három megismert alapművelet szerepel.

- A Ha esik az eső, **ÉS**
- B a szabadban vagyok, **ÉS**
- \bar{C} nem nyitom ki az ernyőmet, **VAGY**
- D ha zuhany alá állok, akkor
- E vizes leszek.

Jelekben mennyivel egyszerűbb ennek, sőt vele együtt az összes ilyen típusu következtetésnek a lerögzítése:

$$A \cdot B \cdot \bar{C} + D = E.$$

Az 51.1 ábra kapcsolós áramköre az ilyen típusu következtetések megfelelője.



51.1 ábra. **ÉS**, **NEM** és **VAGY** műveletek egy kapcsolásban

Hány logikai művelet van? A szakirodalomban megtalálhatjuk, hogy pontosan 16. Azonban ne ijedjünk meg! A szakkönyvek azt is bebizonyítják, hogy már az általunk megismert három művelet is sok. A tagadásra, és a másik kettő közül az egyikre a harmadik már visszavezethető, mint mindjárt látunk is rá egy példát. - Sőt elvileg egyetlen logikai műveletre valamennyi többi visszavezethető.

Azonban főlsleges dolgot az előzőkben még sem tanultunk. Ugyanis a két, sőt az egy műveletre való visszavezetés bonyolulttá teszi a dolgokat. Ezért a gyakorlati életben az általunk megismert mindhárom alapműveletet használják.

A 23. pontban tárgyalt riasztóberendezés tulajdonképpen a következő logikai probléma megoldása:

$$A + B + C = D$$

Ez az adott konkrét esetben szavakkal így adjuk vissza: Ha a bank ajtaját, vagy ablakát, vagy a pánccélsekrényt fessegetik, szólaljon meg a vészcsengő. - A 24. pont tökéletesebb riasztócsengőjének szavakban megadott problémája pedig a következő: Ha a banknak sem az ajtaját, sem az ablakát, sem a pánccélsekrényét nem fessegetik, akkor a riasztócsengő nem szól. Jelemben:

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} = D$$

Látjuk a problémának jelemben lerögzített alakjából, hogy három alapműveletünk egymástól valóban nem független. Hisz a VAGY műveletet a tagadás felhasználásával az ÉS művelettel tudtuk helyettesíteni.

52. A Boole-algebra azonosságai

Ha már egy szóbeli egyenletet felállítottunk, akkor azt a műveleti szabályok, vagy ahogy ujabban szaknyelven mondják, azonosságok felhasználásával hozzuk szinte gépiesen olyan alakra, hogy belőle végül is a probléma megoldása kiolvasható. A Boole-algebrának is megvannak a maga azonosságai. Lássuk közülük a legegyszerűbbeket!

Az összeadás és szorzás un. felcserélési vagy kommutatív törvénye fennáll mind az algebrában, mind a logikai algebrában:

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

Természetesen a logikai algebrában pl. az első így olvassuk: A vagy B az ugyanaz, mint B vagy A.

A másodikra pedig inkább szavakkal mondunk példát:

Ha esik az eső és kimegyek, ugyanúgy megázom, mintha kimegyek és odakint esik az eső.

Az un. csopertosítási, vagy asszociatív törvény is fennáll a logikai összeadásra és szorzásra is. Tehát

$$A + /B + C/ = /A + B/ + C$$

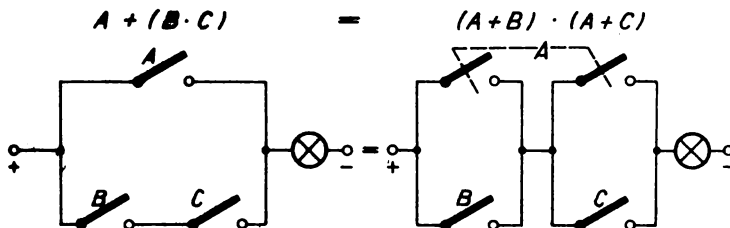
$$A \cdot /B \cdot C/ = /A \cdot B/ \cdot C.$$

Az un. széttagolási vagy disztributív törvény a következő:

$$A \cdot /B + C/ = A \cdot B + A \cdot C .$$

Ennek fennállását a logikai algebrában szemléletesen az 52.1 ábra kapcsolásával igazoljuk. Az egyenlőség bal és jobb oldalán lévő két kapcsolat nyilván ugyanarra

az eredményre vezet. Adott esetben természetesen a baloldalt használjuk, mert ebben egy kapcsolóval kevesebb van.



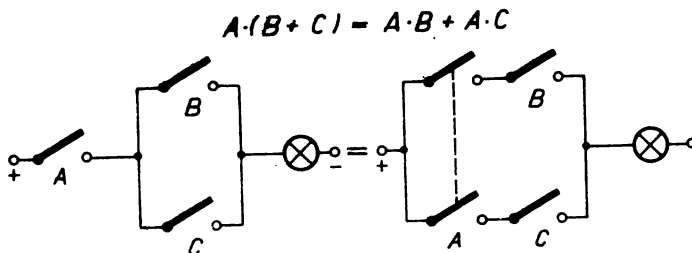
52.1 ábra. Az első disztributív törvény

Az ún. második disztributív törvény

$$A + /B \cdot C/ = /A + B/ \cdot /A + C/$$

az algebrában már nem áll fenn, de a logikai algebrában igen. Mint tudjuk, így olvassuk:

A VAGY /B és C/ ugyanaz, mint /A VAGY B/ és /A VAGY C/. Szemléletes bizonyítását az 52.2 ábra kapcsolása mu-



52.2 ábra. A második disztributív törvény

tatja. A baloldali kapcsolás ugyanarra az eredményre vezet, mint a jobboldali. - Adott esetben természetesen itt is a baloldalit használjuk, hisz ahhoz kevesebb kapcsoló kell.

Végül bemutattunk még egy azonosságot mindjárt szavakban: "Nem igaz, hogy Béla nem tanul jól." Ezt az egyszerű állító kijelentést, hogy Béla jól tanul, szükséges néha ilyen bonyolult alakban kifejeznünk. - Jelekben nyilván így rögzitenénk:

$$\overline{\bar{A}} = A$$

Igy olvassuk: nem nem A, az A. - Szavakban így szoktuk megfogalmazni: Kétszeres tagadás, az állítás.

Nagyobb szakkönyvek /pl. Ritchie: Kapcsolóáramkörök tervezése; Simon F.: Távbeszélőtechnika/ 20-30 logikai algebrai azonosságot is bemutatnak és bizonyítanak. Nekünk legyen elég bevezetőül ennyi. - Már ezekből is látjuk, hogy a logikai algebra nem azonos a matematikai algebrával. De egyuttal azt is látjuk, hogy a matematikai algebra nem az egyetlen lehetséges algebra, éppen úgy, mint az Euklidesz-i geometria sem az egyetlen lehetséges geometria.

53. Áramkörök egyszerűsítése Boole-algebrával

A disztributív törvényekhez fűzött megfontolásokból már láthatjuk is, hogy hogyan lehet a Boole-algebrát áramkörök, eljárások egyszerűsítésére felhasználni. Felírjuk az áramköröket, eljárásokat logikai algebrai alakban, vagyis "egyenletek" formájában. Ha ezekben szerepel a szóbanforgó azonosságok bonyolultabb oldalainak

megfelelő kifejezés, akkor e helyett az egyszerűbb oldal megfelelő kifejezését írjuk. - Ezt sokkal könnyebb az algebrai alakba öntött formából meglátni, mint pl. a szavakban megfogalmazott formából. Mint ahogy akárhányszor egy bonyolultabb szóbeli egyenletet is könnyebb algebrai úton megoldani, mint ekoskodással.

Lássuk most egy játékos és egyszerű logikai problémán, hogy hogyan lehet a Boole-algebrát áramkörök, eljárások célszerű átalakítására felhasználni.

Közismert a "gondolatolvasás" elnevezésű társasjáték. Valaki gondol egy számra 0 és 7 között. /Tehát 8 lehetséges eset van!/ Ha három, jól megválasztott kérdésünkre válaszol, meg tudjuk mondani, hogy melyik számra gondolt.

Kérdéseink a következők:

A/ Nagyobb-e a szám, mint 3?

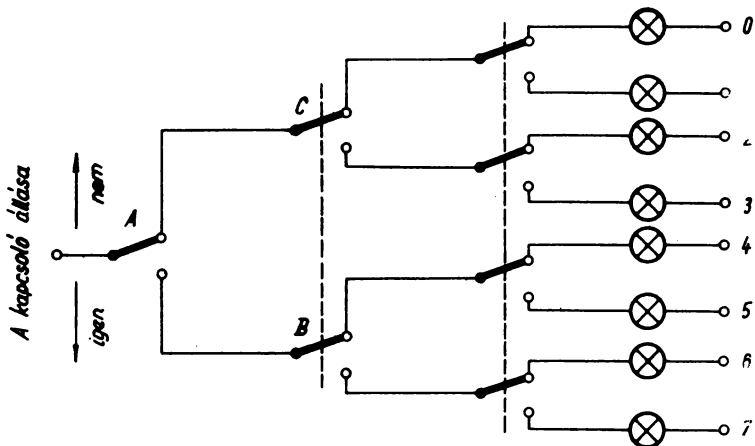
B/ A számot 4-gyel osztva nagyobb-e a maradék, mint 1?

C/ Páratlan-e a gondolt szám?

As A kérdés megválaszolása után nyilvánvalóan már csak négy, a B kérdés megválaszolása után pedig már csak két lehetséges eset marad fenn a nyolcból. A C kérdés megválaszolása után pedig már csak egy lehetséges eset marad.

As 53.1 ábrán lévő elágazásos kapcsolás nyilván a helyes megoldását adja a problémának. Legyen pl. a gondolt szám 3. Ekkor az A kérdésre a felelet: Nem! Tehát az A váltókapcsolót meghagyjuk az eredeti helyzetében.

Nem kapcsoljuk át. - A B kérdésre a válasz: Igen!
 /Ugyanis 3-ban a 4 megvan 0-szer és még maradt 3./ Tehát
 a B jelzésű kettőskapcsolót átkapcsoljuk. - A C kérdés-
 re a válasz szintén: Igen! Tehát a C jelzésű négyes
 átkapcsolót is átkapcsoljuk. - Ha most feszültséget kap-
 csolunk az összeállításra, valóban csak a 3-as jelzésű
 égő fog égni. - Ugyanígy kipróbálhatjuk a kapcsolás he-
 lyességét a megengedett számok közül bármelyikre.



53.1 ábra. A "gondolatolvasás" problémájának első elvi kapcsolása

Az 53.1 ábrán közölt kapcsolás megvalósítására a nyolc jelzőlámpán kívül egy egyes, egy kettes és egy négyes váltókapcsoló kell. Tegyük most fel, hogy kettes és négyes váltókapcsolónk nincs, de van helyettük két darab hármas. Vajon megvalósítható-e ezekkel is ugyanest a feladatot ellátó kapcsolás? A Boole-algebra felhasználásával beláthatjuk, hogy igen.

Öntsük először az egyes számokhoz vezető logikai gondolatmenetet algebrai alakba. - Megállapodunk a következő jelölésekben:

A: a szám nagyobb, mint 3.

\bar{A} : a szám nem nagyobb, mint 3.

B: a maradék nagyobb, mint 1.

\bar{B} : a maradék nem nagyobb, mint 1.

C: a szám páratlan.

\bar{C} : a szám nem páratlan.

Akkor az egyes számokra való gondolás feltétele algebrai alakban a következő:

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} = 0$$

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C = 1$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} = 2$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot C = 3$$

$$A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} = 4$$

$$A \cdot \bar{B} \cdot C = 5$$

$$A \cdot B \cdot \bar{C} = 6$$

$$A \cdot B \cdot C = 7$$

Pl. a 3-ra vonatkozó feltételt röviden így olvassuk: NEM A ÉS B ÉS C egyenlő 3-mal. Bővebben kifejtve: Ha 3 a gondolt szám, akkor az 1. nem nagyobb, mint három; 2. de 4-gyel osztva a maradék nagyobb, mint egy; és 3. páratlan. - Nem nehéz belátni, hogy az 53.1 ábrán megadott kapcsolás az előbbieken felsorolt nyolc logikai feltétel együttes megvalósítása.

A felcserélési törvény értelmében, melyet az 52. pontban ismertettünk az első négy logikai feltételegyenletet más alakba is átírhatjuk:

$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} = 0 \text{ helyett } \bar{A} \cdot \bar{C} \cdot \bar{B} = 0$$

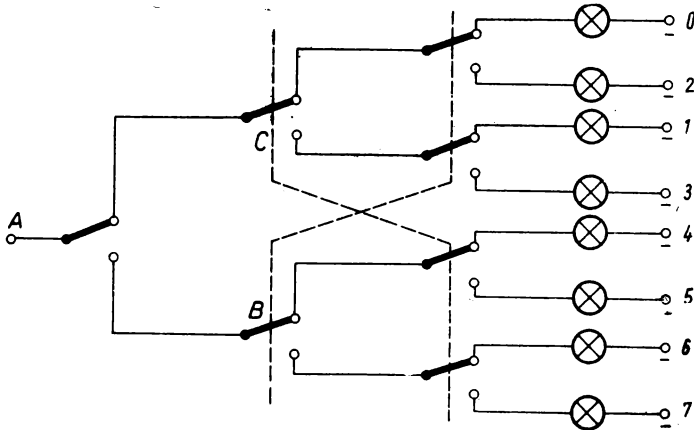
$$\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C = 1 \text{ helyett } \bar{A} \cdot C \cdot \bar{B} = 1$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} = 2 \text{ helyett } \bar{A} \cdot \bar{C} \cdot B = 2$$

$$\bar{A} \cdot B \cdot C = 3 \text{ helyett } \bar{A} \cdot C \cdot B = 3$$

Ezekhez vegyük hozzá a másik négy feltételt változatlan alakban.

Mind a 8 feltételnek eleget tesz egyszerre az 53.2 ábra kapcsolása. Látjuk, hogy ennek megvalósításához



53.2. ábra. A "gondolatolvasás" második kapcsolása a 8 égőn kívül csak egyes, és két hármas váltókapcsoló kell. Így a kívánt átalakítást végrehajtottuk.

Ilyen átalakításokra bonyolult kapcsolástani feladatok és bonyolult logikai problémák megoldása ese-

tén gyakran van szükség. Telefontechnikában és egyéb automatizációs berendezések építésekor először papíron a kapcsolás-algebra felhasználásával hozzák a berendezést a lehető legegyszerűbb alakra, csak azután rajzolják meg, és végül valósítják, építik meg a berendezést. Költséget takarítanak meg vele.

54. A "gondolatolvasás" gépi megoldása

Nézzük most meg, hogy hogyan állíthatunk össze építőkészletünkön olyan berendezést, amelyik az előző pontban leírt "gondolatolvasás" elnevezésű társasjáték gépi megoldását lehetővé teszi. Így megalapozott elképzelésünk lesz azokról a gépekről, melyekkel logikai problémákat is meg tudnak oldani.

Vegyük először alapul az 53.1 ábrán megadott elvi kapcsolási rajzot. Hisz gépünk, építőkészletünk "kapacitása" elég nagy ahhoz, hogy a problémát első alakjában is meg tudjuk vele oldani. Legyen az A kétállású kapcsoló építőkészletünk 4. oszlopa kettős kapcsolójának egyik fele. A B kapcsoló a 3. oszlop kettős kapcsolója. A C négyes átkapcsoló céljaira pedig a 2. és 1. oszlop kettős kapcsolóit használjuk fel. - A nyolc jelzőlámpa építőkészletünk négy zöld és négy piros lámpája lehet.

Sokkal hatásosabb készülékünk működése, ha kis papírdarabkákra felírjuk 0-tól 7-ig a számokat, és ezeket odatesszük a körték fölé a következő sorrendben: a 4., 3., 2., 1. zöld körte fölé a 0, 1, 2, 3 számokat, és a 4., 3., 2., 1. piros körte fölé pedig a 4, 5, 6, 7 számokat. - Főleg a piros körték fölött lévő, oszlopjelző számok letakarása fontos, mert ez nagyon zavarja azokat, akik először ismerkednek építőkészletünkkel. /A számokat nyomtatva mellékeljük/.

A leghelyesebb az 53.1 ábra rajzát követve elkészíteni az összeállítást. De a kényelmesebbek számára megadom az összeállítás programját is.

4+ / 4T	30 / 2T	1R / 4A
4V / 3P	2V / 2L	4B / 4-
3R / 2P	2N / 2-	10 / 3A
2R / 4L	2S / 1L	3B / 3-
4N / 4-	1N / 1-	3S / 1T
20 / 3L	4S / 3T	1V / 2A
3N / 3-	3V / 1P	2B / 2-
		1S / 1A
		* 1B / 1-

A berendezés programozása, összeállítása után a játék maga így történik.

Valaki gondol egy számot, 0 és 7 között bármelyiket. Megkérdezzük: Nagyobb-e a szám, mint 3? Ha nem, akkor a 4. oszlop kettős kapcsolóját a jobboldali helyzetben hagyjuk, ha igen, akkor a baloldaliba nyomjuk át. Második kérdésünk: Négyel osztva a számot, a maradék nagyobb-e mint 1? Ha nem, akkor az 3. oszlop kettős kapcsolóját a jobboldali helyzetben hagyjuk; ha igen, akkor a baloldaliba kapcsoljuk át.

- Harmadik kérdésünk: Páratlan a szám? Ha nem, akkor a 2. és 1. oszlop kettős kapcsolóját a jobboldali helyzetben hagyjuk; ha igen, akkor a baloldali helyzetbe nyomjuk. - A főkapcsolót bekapcsolva már ki is gyullad a megfelelő égő.

55. "Gondolatolvasás" jelfogók felhasználásával

Az előző pontban ismertetett összeállításnak talán egyetlen szépséghibája, hogy a harmadik kérdésre adott felelet beprogramozásakor egyszerre két kapcsolót is kell kapcsolnunk. Így tudjuk csak a szükséges négyutas kétállású kapcsolót két darab kétutas kétállású kapcsolóval helyettesíteni.

Ezt a szépséghibát is kiküszöbölhetjük, ha jelfogóinkat is felhasználjuk. - A harmadik feleletre adott válasz beprogramozásakor kapcsoljuk csak a 2. oszlop kettős kapcsolóját. Azonban ennek a kapcsolónak a balra való tolásakor záródjék a 2. és az 1. oszlop jelfogóinak működtető áramköre. A normál helyzetbe, tehát a kapcsoló jobbra való tolásakor pedig nyitódjanak ugyan ezek az áramkörök. - Az 53.1 ábra B kapcsolóját képviselő építő-készletünk 3. oszlopához tartozó kapcsoló vezetékeli pedig a C kapcsolók helyett a jelfogók megfelelő érintkezőihez fussanak. - És már kész is az újabb összeállításunk. Kiküszöböltük előző összeállításunk szépséghibáit.

Feladat: Állítsd össze a fent leírt kapcsolást, és készítsd el kapcsolási rajzát is!

56. "Gondolatolvasás" az átdolgozott kapcsolással

"Gondolatolvasás" gépünknek nem a legegyszerűbb, de kétségkívül legelegánsabb megoldása az átdolgozott rajz /53.2 ábra/ szerinti megoldás. Használjuk fel az A kapcsoló gyanánt a 4. oszlop csuszós kapcsolóját. B kapcsoló gyanánt a 3. és C kapcsoló gyanánt a 2. oszlop kettős kapcsolóját. - Tudjuk, hogy a kapcsolók egyik érintkezőjével egy-egy jelfogót vezérlünk. Legyenek ezek a 2. és a 3. oszlop jelfogói.

Az összeállítás programja a következő:

4+ / 4P	2+ / 2T	2C / 3A
4R / 2P	2S / 2F	3B / 3G
2R / 3D	2G / 2-	3E / 2J
3E / 4L	3+ / 3P	2K / 2A
4N / 4-	3O / 3F	2B / 2G
3C / 2L	3G / 3-	2H / 1A
2N / 2-	4O / 3T	1B / 1-
2O / 3J	3V / 2D	
3K / 3L	2E / 4A	
3N / 3-	4B / 4-	
3H / 1L		
1N / 1-		

Feladat: Rajzold be az 53.2 ábrába a két jelfogót is!

57. A logikai gépek és az ember

A nem szakemberek számára a számítógépek működésében ez a legrejtélyesebb, hogy hogyan tudnak ezek logikai műveleteket végezni. Nekünk az előzők megértése alapján erről legalább némi sejtésünk van.

A logikus gondolkodásban magában semmi különösebben szellemi tevékenység nincs. A logikus gondolkodás és az aszerint való cselekvés roppant egyszerű és természetes dolog. Ha az ember nem cselekszik logikusan, az legtöbbször azért van, mert nem vett észre minden szempontot, amelyek szerint cselekednie kellett volna, vagy a már észrevett szempontok közül egyről vagy többről megfeledkezett.

Pl. a MÁV mindennapos problémája, hogy a kiürült tehervagonokat azokra az állomásokra küldje, ahol éppen szükség van rájuk. Az a természetes és "logikus", hogy a kocsik a legkevesebb "üres kocsikilóméter" megfutásával jussanak a szükséges helyekre. Erről eddig gyakorlatlított kocsirányítók próbáltak gondoskodni. Ha csak 100 állomást és 1000 kocsit veszünk is fel, látjuk, hogy a "logikus" megoldás szinte lehetetlen. Ember ennyi kombinációs lehetőséget nem tud számontartani, és nem tudja közülük a legmegfelelőbbet, az "optimális"-at kiválasztani. Ezért "érzéssel" oldották meg a számoló- illetve a számítógépek megjelenéséig ezeket, és az ezekhez hasonló problémákat. Pedig a "logikusan" és az "érzéssel" kapott megoldások között akárhányszor naponkénti tízezerforintos költségkülönbségek voltak.

A számítógépek fölénye az emberrel szemben nem abban áll, hogy ezek logikusabban tudnának gondolkodni, hanem abban, hogy a szempontok ezreit számon tudják tartani, és - ha az ember jól programozta őket - a megfelelő pillanatban a szükséges szempontokat a megfelelő sullyal számításba is tudják venni. - Ezenkívül ha kell milliószorta gyorsabban számolnak, mint az ember papíron, vagy közönséges számológépek segítségével. Így van idejük az adott probléma kiszámítására.

A legköltségesebb számítógépek és logikai gépek sem arra valók, hogy bármi ujat fedezzenek fel. Csak azt tudják kiszámítani, de azt igen gyorsan, amit az ember gondos munkával beléjük programozott. Így az embernek nem vetélytársai, hanem jó segítőitársai.

V. A SZÁMÍTÓGÉP MINT "SZIMULÁTOR"

A mai nagy digitális számítógépeket univerzális számítógépeknek is nevezik. Ezzel azt akarják kifejezni, hogy sokféle munka elvégzésére alkalmasak. Negyedórás, félórás munkával elintézik egy többezer munkást foglalkoztató gyár havi bérelszámolási munkáját, és még ki is nyomtatja a szokásos bércédulára, ha erre programozták be őket. - Számontartják egy nagy készletező vállalat áruraktárának állományát, és naponként negyedórás munkával ki is nyomtatják, hogy melyik áruból mekkora utánrendelés szükséges. - Tervezőintézetek, kutatóintézetek sok munkát igénylő bonyolult számítási munkáit gazdaságosan és gyorsan elvégzik. - Számontartják világot behálózó légitforgalmi vállalatok járatainak foglaltságát, és érdeklődésre pillanatokon belül megmondják, hogy hol van még üres hely.

Oldalakon keresztül tartana csak felsorolni is, hogy a világnak ma mintegy 50 000 komoly számítógépét milyen célokra használják. Mi egyet emelünk most ki közülük, ami talán a legérdekesebb: a szimulátorok problémáját.

58. Mi a "szimulátor"?

A repülőtársaságok, a katonaság a pilóták tizezreit képezik ki évente. Legtöbbjüket a műszerek szerinti repülésre, az un. "vakrepülésre" is kiképezik. Ez azt jelenti, hogy a legrosszabb látási viszonyok között, sötétben, felhőben, ködben is kell tudniuk repülni, a repülőteret megtalálni, és leszállni. Ez lényegében néhány tucat műszer figyelemmel kísérését, és a gépnek a műszerek alapján való vezetését jelenti. Egyetlen műszer figyelmen kívül hagyása is katasztrófával járhat, mert a gépek sebessége nagy, a repülőterek méretei pedig nagyon is korlátozottak, nem is beszélve pl. a repülőgép anyahajókról.

Sokszáz órát kellene a pilótajelöltnek gyakorlott pilótával együtt repülnie, hogy ezt a tudományt elsajátítsa. Lényegesen rövidebbé tette a kiképzési időt, és olcsóbbá és veszélytelenebbé a kiképzést az un. "blind trainer"-eknek az alkalmazása. Ezek lényegükben belülről a repülőgép pilótafülkéjét tökéletesen utánzó /szimuláló/ olyan berendezések, amelyek egyáltalán nem repülnek, és kívülről nézve nem is hasonlítanak a repülőgéphez. Ha azonban a valamelyest már repülni tudó vakrepülő-jelölt beleül és vezeti a gépet, vagy le akar szállni vele, az mindenben úgy viselkedik, mindenre úgy reagál, mint a valóságos repülőgép. Ezen a jelölt mindaddig veszélytelenül és olcsón gyakorolhatja pl. a leszálláshoz szükséges mozdulatokat és cselekvéseket egymásutánját, amíg az tökéletesen nem megy. Utána az igazi gépen már elegendő néhányszor próbálnia.

Elvileg hasonló berendezésen szimulátoron gyakorlatozott az a közel harminc ürrepülő is, akik elsőkéntek néhány óras, napos vagy hetes utazást a világűrben. Annyira begyakorolták előre ürrepülésüknek minden mozzanatát, hogy alig egy-két újabb esemény fordult elő velük a tényleges ürrepülésük folyamán. Így volt módjuk ezek megoldására fordítani a teljes figyelmüket. A közeljövő Holdra tervezett űrutazásának eseményeit is már jónéhány ember végigélte ilyen szimulátorokban.

De ma már hatalmas üzemeket, gyárat sem csak papíron terveznek. Megépítik elektromos modelljeiket is. Ezeket végigpróbálva, szimulálva mindazt a folyamatot, amit később az üzem, a gyár végezni fog, sok értékes tapasztalatot szereznek, és esetleg milliókat takarítanak meg.

Mi tehát a szimulátor? Lényegében sok száz, vagy ezer logikai és számítási problémát megoldó számítógép. Tervezésük, építésük a következőképp történik. Az előrendő cél által meghatározott logikai problémákat a Boole-algebra szabályai szerint algebrai alakba öntik. A lehetséges egyszerűsítések után megtervezik az egyenleteknek megfelelő áramköröket. Az áramkörök gyakorlati megvalósítására vagy külön berendezést építenek, vagy beprogramozzák megfelelő kapacitású univerzális számítógépbe. És már kész is a szimulátor, csak használni kell tudni.

59. Hogyan használják a szimulátort?

A logikai gépek csak akkor tudnak egy problémát megoldani, ha a probléma megoldásához szükséges összes adatot közöltük velük.

Ez természetes! Így van a logikai problémát megoldani akaró, gondolkodó ember is. Ha adott pl. a föltétel, hogy odakint esik az eső, és azt kérdezi tőlem valaki, hogy megázik-e, természetesen semmi biztosat nem tudok neki mondani. De nem tud a legbonyolultabb számítógép sem, mert ez az egyetlen adat nem elegendő határozott következmény levonására. Ha ugyanis az illető nem megy ki, akkor nem ázik meg. Akkor sem ázik meg, ha ki megy, de jó esőkabát van rajta, vagy van esernyője. Ezzel szemben, ha ezek nélkül megy ki, akkor bizony megázik.

A szimulátorok alkalmazásának módja a következő. Valamilyen esemény sok előzménytől függ. Az előzmények közül egyeseket nem áll módunkban változtatni, másokat azonban igen. Szeretnénk megtudni, hogy milyen előzmények esetén következik be az esemény az általunk legkivánatosabbnak tartott formában. A következőképp járunk el.

1. Először is beadjuk a gépbe, a szimulátorba azokat az előzményeket, adatokat, amelyeket nem áll módunkban megváltoztatni.

2. A változtatható adatokra nézve feltevésekkel élünk és ezeket a feltevéseket adjuk be a szimulátorba.

3. A gép most már elegendő adattal rendelkezik a döntéshez, és közli velünk, hogy az adott feltételes adatok esetén hogyan alakul a következmény. Nevezzük a kapott megoldást lehetséges megoldásnak.

4. Ha mi közöljük a géppel sorjában a feltételes adatok összes lehetséges változatait, akkor az közli velünk az összes lehetséges megoldásokat.

5. Ekkor nekünk módunkban áll a kapott lehetséges megoldások közül kiválasztani a legjobbat. Tehát elértük célunkat: módunkban áll azokat a változtatható előzményeket megadni, amelyek a számunkra legkedvezőbb megoldást eredményezik.

Hogy egészen megértsük az eddigiekben kifejtett szimulálási eljárást, vigyük végig lépésről-lépésre a "megázás" előbb is felhozott, könnyen követhető problémáján.

Adott a tény, az előbb úgy mondtuk nem változtatható adat: esős idő van odakint. Meg szeretnénk tudni, hogy mit tegyünk, hogy semmiképp se áztassuk el új öltönyünket.

A megázás vagy meg-nem ázás csak egyetlen változtatható adattól függ, hogy mi mit teszünk.

Lehetséges esetek:

A/ Nem megyünk ki.

B/ Kimegyünk.

C/ Esőkabátot veszünk magunkra.

D/ Esernyőt viszünk magunkkal.

Az egyes lehetséges eseteket végig gondolva a következő lehetséges következményeket, megoldásokat kapjuk:

a/ Ha nem megyünk ki, nem ázunk meg.

b/ Ha kimegyünk valószínűleg megázik új öltönyünk.

c/ Ha esőkabátot viszünk, nem ázunk meg.

d/ Ha esernyőt viszünk, nem ázunk meg.

A szimulátor lényegében csak erre a második lépésre képes: Ha beadtuk az összes nem változtatható előzményt, adatot, és ha beadtuk a változtatható előzmények összes lehetséges eseteit, akkor kiszámítja, megmondja nekünk az összes lehetséges következményt, anélkül, hogy a valóságban végig kellett volna csinálnunk a dolgot. - A szimulátor kezelőjére hárul azután az a feladat, hogy kiválassza a lehetséges megoldások közül a legkedvezőbbet.

Ezt a kiválasztást sok egyéb körülmény is befolyásolhatja. Nézzük végig előző egyszerű problémánknál ezt a fontolgatást is.

A/ Nem megyek ki. Nem ázom ugyan meg, de szavamat adtam valakinek, hogy fölkeresem.

B/ Kimegyek. Lehet ugyan, hogy szerencsém lesz és az esős idő ellenére sem ázom meg, de nem kockáztathatom új öltönyömet.

C/ Esőkabátot veszek. Nem áznék meg, ha nem lenne szakadt az esőkabátom egy-két helyen.

D/ Esernyőt viszek. Nem ázom meg, de kellemetlenül érzem magam esernyővel a kezemben.

Ha meg akarom tartani szavamat, és nem akarom új öltönyömet eláztatni, mégis a legokosabb, ha esernyőt viszek magammal. - Ez most számunkra az optimális megoldás.

Az elmondott fontolgatásnak - a szimulátor használatának - tehát az a lényege, hogy végiggondolva az az összes lehetséges megoldást, kiválaszhattuk magunknak a legkedvezőbbet. Így a magunk számára költséget, bosszúságot takaríthattunk meg.

60. A kecske, a káposzta, a farkas és a gazda

Építőkészletünk a legkisebb számítógépekhez képest is elenyészően kicsi és egyszerű. Mégis össze tudunk rajta állítani egy valódi szimulátort, és így egészen közvetlenül megismerkedhetünk a szimulálási eljárás lényegével. - Egy világszerte ismert, egyszerű, de mégis fegyelmezett gondolkodást igénylő játékos problémát oldunk meg vele.

A gazda kiment a földjére dolgozni. Magával vitte a kecskét is, hogy napközben legeljen. A nap folyamán fogott egy farkaskölyköt. Estefelé szedett káposztát, és hazaindult a kecskével, a káposztával és a fogott farkaskölyökkel. Utközben át kell kelnie egy folyón. A csónakban azonban a gazdán kívül csak vagy a kecskének, vagy a káposztának, vagy a farkaskölyöknek van hely. - A probléma a következő: milyen sorrendben vigye át őket, hogy közben se a magára hagyott káposztát ne egye meg a kecske, se a magárahagyott kecskét ne egye meg a farkas.

A gazda tehetné azt is, hogy követné gondolkodás, ökoskodás helyett azt az elvet, hogy "próbáld meg, és legfeljebb nem sikerül", és úgy találomra megindulna valamelyikkel. Így azonban fölösleges fáradságnak, esetleg pótolhatatlan kárnak tenné ki magát. Pedig tudjuk, hogy van a problémának jó megoldása is.

Nézzük meg, hogy az előzőkben már megismert szimulálási eljárás felhasználásával, az építőkészletünkökből, összeállított szimulátoron hogyan lehet a probléma kedvező megoldását megtalálni!

A probléma felírása algebrai alakban

A probléma szavakban legrövidebben talán a következő két feltételbe sűrithető:

A/ A kecskét és a farkast együtt nem hagyhatja magukra a gazda.

B/ Az algebrai alakba való öntéshez megállapodásaink:

G jelenti a gazda jelenlétét.

\bar{G} jelenti a gazda távollétét.

Ke jelenti a kecske jelenlétét.

$\bar{K}e$ jelenti a kecske távollétét.

F jelenti a farkas jelenlétét.

\bar{F} jelenti a farkas távollétét.

Ká jelenti a káposzta jelenlétét.

$\bar{K}a$ jelenti a káposzta távollétét.

Ezek után a fenti A feltétel a következő áttekinthető alakba önthető:

$$\bar{G} \cdot Ke \cdot F + G \cdot \bar{K}e \cdot \bar{F}a = \text{hiba} \quad /1./$$

Mint tudjuk ezt az "egyenletet", vagy talán helyesebben hibafeltételt, így olvassuk:

Gazda NEM ÉS kecske ÉS farkas, VAGY

gazda ÉS kecske NEM, ÉS farkas NEM: hiba lenne.

Hasonlóképpen a B feltétel logikai algebrai alakja:

$$\bar{G} \cdot Ke \cdot K\bar{a} + G \cdot \bar{K}e \cdot \bar{K}\bar{a} = \text{hiba} \quad /2./$$

A két hibafeltételt egyetlen egyenletbe is összevonhatjuk az egyenletek baloldalainak összeadásával:

$$\bar{G} \cdot Ke \cdot F + G \cdot \bar{Ke} \cdot \bar{F} + \bar{G} \cdot Ke \cdot Ká + G \cdot \bar{Ke} \cdot \bar{Ká} = \\ = \text{hiba}$$

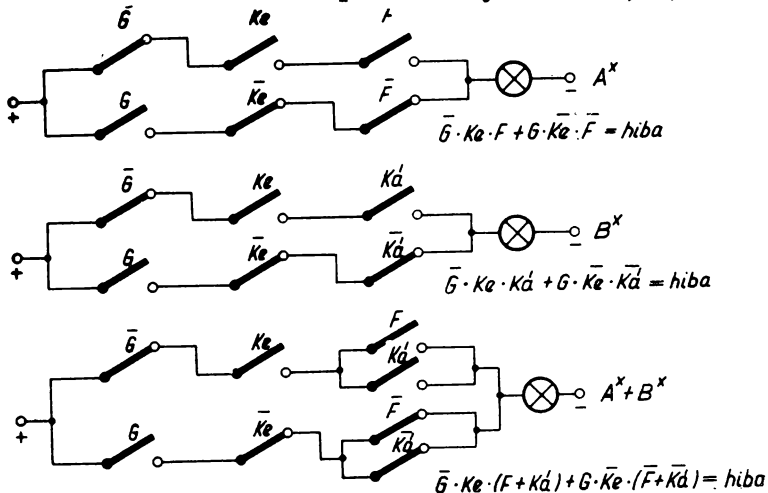
Ebben az egyenletben az első és harmadik tag, továbbá a második és negyedik tag a logikai algebra disztributív azonossága alapján rövidebb formába is írható, összevonható. Így kapjuk:

$$\bar{G} \cdot Ke \cdot /F + Ká/ + G \cdot \bar{Ke} \cdot /F + \bar{Ká}/ = \text{hiba} /1.+2./$$

Az /1./ és /2./ hibafeltétel, vagy a végső közös /1.+2./ hibafeltétel végeredményben a probléma logikai algebrai alakját adja.

Kapcsolástani megvalósítás

A 60.1 ábra felső kapcsolása nyilván az /1./ felté-

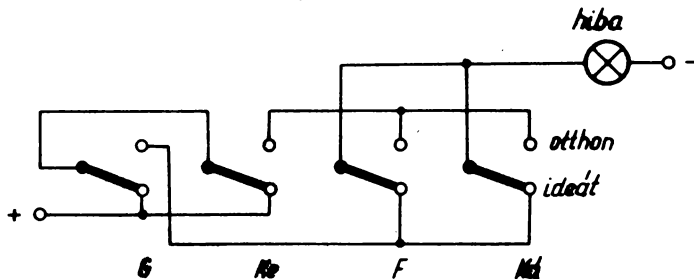


60.1 ábra. A "hibafeltételek" megvalósítása kapcsolókkal

tel, a középső kapcsolása a /2./ feltétel, alsó kapcsolása pedig a közös /1.+2./ feltétel kapcsolástani megvalósítása. - Az alsót pl. így gondoljuk végig:

Ha a \bar{G} kapcsolót nem nyomjuk le, és a \bar{K}_e és az \bar{F} vagy a \bar{K}_a kapcsolót lenyomjuk, akkor kigyullad a hibát jelző lámpa. De éppen úgy kigyullad, ha a G kapcsolót lenyomjuk és a \bar{K}_e , és az \bar{F} vagy \bar{K}_a kapcsolót nem nyomjuk le.

Bizonyára mindannyian érezzük, hogy a 60.1 ábra mindhárom kapcsolásában túlságosan sok a kapcsoló. Az ugyanolyan betűvel ellátott nyitó és zárókapcsolók /pl. a \bar{G} és G / nyilván egyetlen váltókapcsolókba is összevonhatók. A 60.2 ábrán megadjuk az előző ábra legalsó kapcsolásának végső, legegyszerűbb alakját.



60.2. ábra. A hibafeltétel legegyszerűbb kapcsolása

Ezzel végeredményben szimulátorunk a gazda problémájának a megoldására a legegyszerűbb formában, kapcsolókkal el is készült. A 60.2 ábra kapcsolását megvalósítva a gazda végig próbálhatja a probléma megoldásának valamennyi lehetséges esetét, anélkül, hogy akár a kecskéjét, akár a káposztáját veszedelem fenyegetné.

Azt a számára legkedvezőbb esetet fogja azután a valóságban véghezvinni, amelynél a szimulátoron nem gyulladt ki a hibát jelző lámpa.

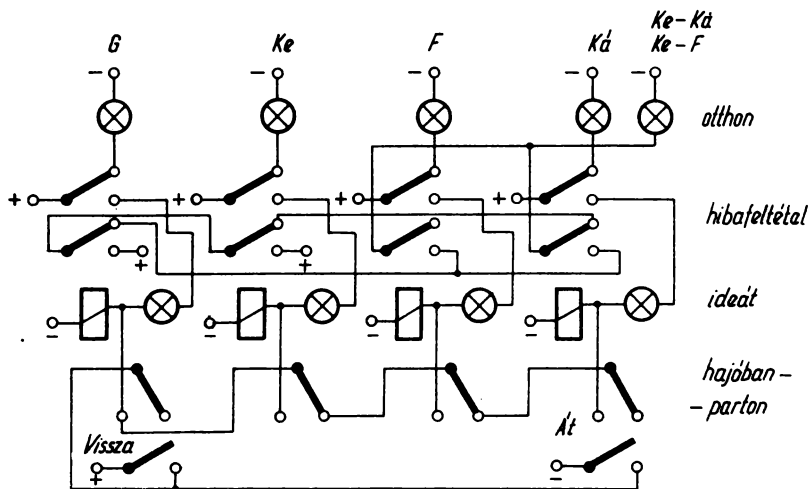
Jól tudjuk, hogy a gazda nem fogja a folyó partjár otthagyni kecskéjét, káposztáját és a farkast, hogy kapcsolók után nézzen, és szimulátort építsen. De a nagy vállalatok ipartelepek építése előtt megteszik, és az úrhajózást intéző szervek is, hogy modellen, szimulátoron keressék meg a legalkalmasabb megoldást. - Mi ezen az egyszerű játékon ismerkedtünk meg ezzel a nagyhorderejű problémával.

Szemléletesebb megoldás

Van egy hátránya a 60.2 ábrán közölt szimulátornak: nem eléggé szemléletes. Viszont előnye, hogy roppant egyszerű. Néhány jelfogó és nyomógomb alkalmazásával ugyanez a kapcsolat sokkal szemléletesebb lesz.

Az újabb kapcsolást a 60.3 ábrán látjuk. Első pillantásra bonyolultnak látszik. Bizony ez az ára a laikusok számára szemléletesebb működésnek.

Négy, lényegében azonos alkatrészeket tartalmazó oszlopot különböztethetünk meg a rajzon. A jobbról számítva 1. oszlopot a káposztához, a 2-at a farkashoz, a 3-at a kecskéhez, a 4-et a gazdához rendeljük hozzá. Mindegyik oszlopban van legfelül egy lámpa. Ezek jelzik égésükkel, ha a gazda ill. tulajdonai már otthon vannak. A jelfogók felső, váltó érintkezője ezen lámpák kapcsolására szolgál.



60.3 ábra. Szimulátorunk kapcsolása

A négy jelfogó alsó váltóérintkezőjében a 60.2 kapcsolás négy váltókapcsolójára ismerünk. Tehát ezekkel valósítjuk meg a két hibafeltételt. Ez a leglényegesebb része a kapcsolásnak.

A jelfogókkal egy-egy lámpát /a zöld lámpák/ kapcsolunk sorba. Ezek égésükkel azt jelzik, hogy a gazda ill. tulajdonai még a folyó innenső partján vannak.

A jelfogók alatti váltókapcsolók a jobboldali állásban azt jelzik, hogy a gazda ill. tulajdonai valamilyik parton vannak. A baloldali állásban pedig azt, hogy a hajóban. A legalsó két nyomógomb egyikével jelezzük, hogy a csónak indul át a folyón, a másikkal pedig azt, hogy jön vissza.

A legfelső sor jobboldali, 5. lámpája azt jelzi számunkra, ha hibás átszállítási próbálkozás követke-

tében a farkas eszi a kecskét, vagy a kecske eszi a káposztát. /Ezt a körtét külön kell kapcsolnunk építőkészletünkhöz, mert a probléma ezzel az egy körtével meghaladja gépünk kapacitását. Az építőkészlethez mellékelt hibakereső körte megfelel erre a célra./

Szimulátorunk programja a következő:

4+ / 4Y	3S / 3F	2S / 2F	1- / 1Y
4Z / 1Z	3V / 2T	2V / 1T	1S / 1F
4Z / 4T	3F / 3L	2F / 2L	1F / 1L
4S / 3T	3G / 3-	2G / 2-	1G / 1-
4S / 4F	3N / 3C	2N / 2C	1N / 1C
4G / 4-	3+ / 3H		1+ / 1D
4F / 4L	3K / 2K	2K / 1K	1E / 1A
4N / 4C	3+ / 3D	2+ / 2D	1B / 1G
4+ / 4H	3E / 3A	2E / 2A	1J / ^X A
4J / 3J	3B / 3-	2B / 2-	XB / 1B
4+ / 4D		2H / 4K	
4E / 4A		2H / 1H	
4B / 4-		2J / 1J	

/Az ^XA ill. ^XB jelöléssel a külön beiktatandó hibakereső izzó kivezetéseit jelöltük./

Szimulátorunk működtetése

Az összeállítás elkészítése és bekapcsolása után a négy jelfogót kézzel átbillentjük az érintkezők alsó helyzetébe. A jelfogók ekkor behuznak és behuzva is

maradnak, amiről az áram útjának követelésével könnyen meggyőződhetünk. A jelfogókkal sorbakapcsolt négy zöld izzó is kigyullad és égve is marad, jelezve, hogy a gazda és mindhárom tulajdona az innenső parton vannak, és várják az átszállítást. A berendezés a próbálkozások megkezdésére készen áll.

Ekkor a gazdát és valamelyik tulajdonát váltókapcsolójuknak balra való állításával "beletesszük a hajóba". Az "Át" feliratu nyomógomb lenyomására és elengedésére a gazda és a csónakba tett tulajdona felső /piros/ jelzőlámpája kigyullad, alsó /zöld/ jelzőlámpája pedig elalszik, jelezve, hogy átérték a folyón. Ekkor az átvitt tulajdon kettős kapcsolóját ismét a jobboldali helyzetbe hozzuk, jelezve, hogy a tulajdont kiraktuk a csónakból, most már a tulsó parton. A gazdát pedig a "Vissza" feliratu nyomógomb lenyomásával csónakostul visszahozzuk az innenső-partra, hogy az előzőhöz hasonlóan valamelyik újabb tulajdonát szállithassa át. - Így megy ez mindaddig, amíg a gazda és valamennyi tulajdona át nem ért a folyón. - A sikeres átszállítás befejezését a felső sor négy piros körtájének égése jelzi.

Ha bármikor hibát követünk el, tehát magára hagytuk a kecskét és a káposztát, vagy a kecskét és a farkast, a hibajelző körte kigyullad. Ezzel jelzi a berendezés számunkra a hibás átszállítást.

Ha olyanoknak mutatjuk be a szimulálás műveletét, akik építőkézsletünket közelebbről nem ismerik, ajánlatos itt is kis papírdarabkákra felírni a 60.3 ábra feliratait, és berendezésünkre a megfelelő helyekre elhelyezni. - Így ha nem is értik a dolgot, de legalább azt látják, hogy berendezésünk jól működik. /A felirato-
kat nyomtatva mellékeljük /.

Néhány szó a nagy számítógépekről

Építőkézsletünk segítségével eléggé mélyre sikerült behatolnunk a kibernetika és a számítógépek világába. Utunk lehetett néha fárasztó, de - legalább is a témát illetően - semmiképpen sem volt kimerítő. Hisz építőkézsletünk, szerkezeténél fogva, csak az un. digitális számológépek működési elveivel ismertetett meg bennünket. Van a számológépeknek egy másik nagy csoportja. Ezeket analóg számoló- vagy számítógépeknek nevezik. Bővebb ismertetés helyett inkább könyvünk végén néhánynak a fényképét hozzuk, és ezekről szólunk néhány szót.

Az első fényképen a Budapesti Műszaki Egyetem MN-7 típusu analóg számítógépét látjuk. A mi szempontunkból érdekessége, hogy a tetején lévő programozó zsinorokkal és az elején lévő kapcsolókkal és forgatógombokkal beletáplált magasabbfoku problémákra nem számokkal adja meg a feleletet, hanem a mellette lévő oszcilloszkóp képernyőjére grafikon alakjában rajzolja fel. - Tudjuk, hogy valamilyen problémáról egy grafikon sokszor többet mond, mint akárhány különálló adat. Például a beteg állapotáról áttekintőbb képet ad a lázgörbe, mint a táblázatba foglalt hőmérsékletek. - Érdekessége még, hogy a gép elfér egy asztalon, pedig az analóg gépek között már nagyobbnak számít, mert sok mindent "tud".

A második fényképen a Budapesti Műszaki Egyetem saját építésű, 50 elektroncsöves, szintén analóg gépét látjuk. Ez is elsősorban grafikonon közli velünk számításainak eredményét. Rajzoló berendezése a baloldali asztalon látszik. De a gépre digitális, vagyis számk-

író is kapcsolható. Látjuk, hogy ezen mindössze 5 számjegy számára van hely. Az analóg gépeknek az elegendő, mert ezek természetüknél fogva korlátozott pontosságúak, mint pl. a logaritmikus. De azért a műszaki és tudományos életben sok probléma megoldására alkalmasak. Sőt vannak olyan problémák, amelyeket analóg gépeken célszerűbb megoldani.

A harmadik képen már digitális számítógépet látunk. Az első magyar tervezésű és építésű digitális számítógép. 1958-ban épült, elsősorban oktatási célokra szintén a Budapesti Műszaki Egyetemen. 2700 jelfogóval működött. Az elektronikus számítógépek lassan kiszorították, mert "mindössze" néhány száz tíz műveletet tudott elvégezni másodpercenként.

Az utolsó képünk az "Ural-2" elnevezésű elektronikus számítógép kezelőasztalát, lyukszalagos beolvasó, beíró berendezését és a gép egy részét mutatja. Több ezer elektroncső van benne. Fogyasztása 25 kW. Tehát annyi, mint 50 elektromos főzőlap fogyasztása. 12 000 összeradást tud elvégezni másodpercenként, pedig csak a közepes teljesítményű gépek közé tartozik.

Érdekes a számítógépekkel alaposabban megbarátkoznunk. Hozzáértők véleménye szerint a jövőben nem csak a különleges szakembereknek kell ismerniük őket. Eljőhet az az idő, hogy "telefonhívásra" számítógépközpontok állnak szinte mindenkinek a rendelkezésére, hogy a maga szakterületén a gyorsabb, olcsóbb, eredményesebb munka érdekében bármikor felhasználhassa ezeket a gépeket, melyek kétségteljesen korunk legesodálatosabb alkotásai közé tartoznak.

RAJZJELEK.



Kapcsoló



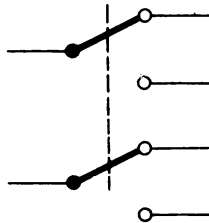
Égő, lámpa



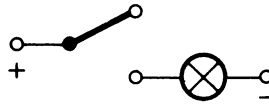
Átkapcsoló, nyomógomb



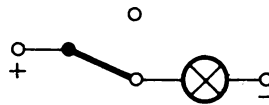
Áramforrás



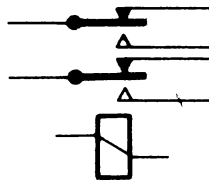
Kettős átkapcsoló



Nyitott áramkör



Zárt áramkör



Jelfogó, relais (röle)



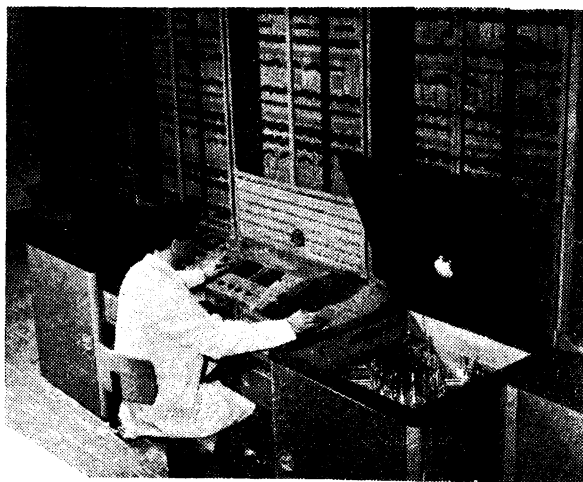
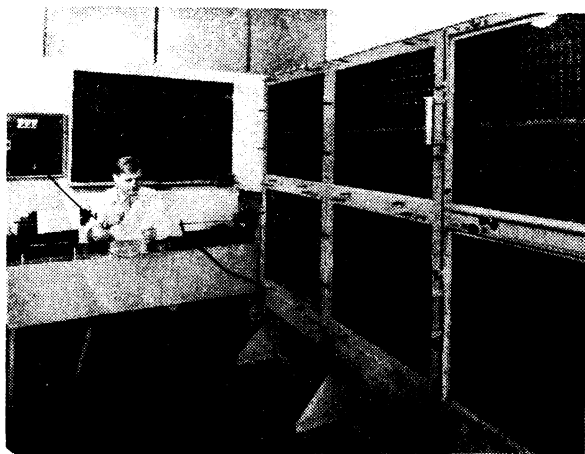
Ellenállás



Az MN-7 típusú analóg számítógép
/Budapesti Műszaki Egyetem/



A Budapesti Műszaki Egyetem elektroncsöves
analóg számítógépe



Az Ural 2 számítógép kezelő asztala

$2^0=1$	$2^1=2$	$2^2=4$	$2^3=8$
0	1	2	3
4	5	6	7
GAZDA		KECSKE	
FARKAS		KÁPOSZTA	
<p>Hiba:</p> <p>Kecske eszi a káposztát</p> <p>Farkas eszi a kecskét</p>			
Otthon		Ideát	
Át		Vissza	

Hajóban

—

parton