

4848

Mérnöki Továbbképző Intézet
előadássorozatából: 3355



Nemes Tihamér

Logikai gépek

Kézirat

1955

FELSŐOKTATÁSI JEGYZETELLÁTÓ VÁLLALAT, BUDAPEST

T. sz.: 5511431

Ára: 18.— Ft

4712

MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZET
előadássorozatából: 3355

NEMES TIHAMÉR

LOGIKAI GÉPEK

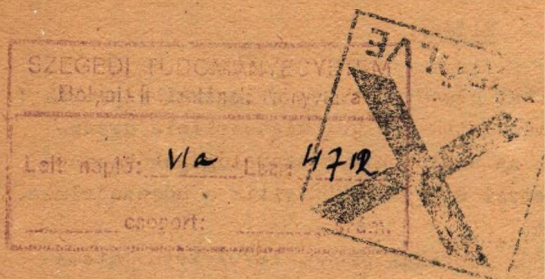
KÉZIRAT

1955

FELSŐOKTATÁSI JEGYZETELLÁTÓ VÁLLALAT, BUDAPEST

5511431

Ára: 18,- Ft



1956 APR 2

A kéziratot ellenőrizte:
SZÉKELY-DOBY SÁNDOR

Kiadásért felelős: Felsőoktatási Jegyzetellátó V. igazgatója
1955

A kézirat nyomdába érkezett: X.10.

Példányszám:180

Készült: Rotaprint lemezzel

az MNOSZ 5601-50 Á és 5602-50 Á szabványok szerint

5.75 A/5 iv terjedelemben 35 ábrával

Készült a Felsőoktatási Jegyzetellátó Vállalatnál

Felelős vezető:Bojkovszky Lajos

Táskaszám:5511431

Előszó

A szorosan vett logikai gépek feladata a logikai képletek által megadott egyszerű műveletek szolgáló véghezvitele ugyanolyan módon, mint ahogyan az elektronikus számológépek hasznosítják a matematika képleteit s így megkönnyítik a hosszadalmas, fárasztó számolási munkát.

Az első logikai gépről /logikai piano, 1870/ írta matematikai logikáról szóló könyve előszavában Schröder 1890-ben:"oly csekély a teljesítménye, mint a Papinfazéké a gőzgéppel szemben". "Azonban valójában senki sem láthatja előre, vajon nem lehet-e majd konstruálni olyan "Denkmaschine"-t, a számológéphez hasonlót vagy tökéletesebbet, amely az emberről elhárítja lassankint a fárasztó gondolkozási munka jelentékeny részét, ugyanolyan módon, mint ahogy a gőzgép sikeresen tette a fizikai munkával. Természetesen nem várhatjuk az aratást nyomban a vetéskor, legkevesebé ott, ahol fákat ültettünk".

A Szovjetunió sok gyára ma már teljesen automatikus és ember nélküli, tehát leveszi nemcsak a fizikai, hanem a szellemi munka fárasztó részét is a dolgozók válláról.

A dialektikus materializmus óva int attól, hogy összetévesztjük az azonosságot az esetleges hasonlósággal élőlény és gép között. Még ha egyes dolgokban látszólag ugyanaz is a teljesítmény, elhamarkodott dolog volna ugyanazon belső szerkezetre következtetni. Az entuziasztákat már Babbage önműködő számológépeinek tervezésekor /1830/ lehűtötte higgadt kritikusaiknak óvása: "A gép csak olyasmit tud teljesíteni, amit beletterveztünk, azaz aminek véghezvitelére megkonstruáltuk".

A haladó tudomány nem a dolgozókból akar gépet csinálni, hanem ellenkezőleg, hasznos önműködő szerkezeteket akar teremteni, melyek leemelik a megerőltető, idegőrlő munkát a dolgozók válláról, hogy a dolgozó élete kényelmesebb legyen.

A logika elemei

A klasszikus /másszóval: hagyományos/ logika Aristoteles nyomdokain haladva a középkori szillogisztikában fejezte be pályafutását. A jelenben a matematikai vagy szimbolikus logika vette át a helyét, mely képleteivel pontosabban tudja feladatokat kijelölni és elvégezni. A szorosan vett logika formális, mert nem törődik az állítások, kijelentések ill. ítéletek tartalmával, hanem csupán a következtetési műveletekkel foglalkozik. Ama törvényeket keresi, melyeknek alapján e műveletek hibátlanul, helyesen végezhetők el. Szabatos levezetés esetén, ha a kiindulási képletekbe igaz tartalmat helyettesítettünk be, a végeredmények is igazak lesznek. Ha a végeredmény abszurdumot ad, akkor vagy a levezetés, vagy legalább egy kiindulás hibás ill. hamis.

A fogalmak legelemibb kapcsolatának a csupán alany és állítmányból álló nyelvtani alakzat felel meg, melyet szokás szerint ítéletnek nevezhetünk. Az alanyt és állítmányt az indogermán nyelvek /az állítmánykiegészítő alakot értve/ a kopulával /lat. "est"/, azaz a létigével kötik össze. E kopula csak nyelvtani csökevény, melynek fölöslegességét a turáni nyelvek bizonyítják, melyek minden félreérthetőség nélkül ki tudják fejezni ugyanazt nélküle is. Mill Stuart pl. sokat és hiába vesződött a kopula szükségességének bizonyításával.

Az ilyen nyelvtani alakú ítéletek rendszerint azt állítják, hogy az alanyul szolgáló fogalom ill. e fogalommal jelzett tárgy az állítmányban jelzett kategóriába, osztályba, halmazba tartozik, pl. a bálna emlős. Ha az alanyt S-el, az állítmányt P-vel jelöljük, akkor a fenti ítélet klasszikus képlete SaP , ahol a állító vonatkozást jelent. A tagadó ítélet, pl. a vas nem réz, jelölése: SeP ; amint látjuk, itt az alárendeltség nem követelmény. A részlegesen állító ítélet jelzése SiP , pl. némely növény tüllevelű. Végül a részlegesen tagadó ítéletet SoP -pal jelöljük, pl. néhány ásvány nem szilárd.

Már az egyes ítéletekből is lehet következtetni. A következtetés lehet deduktív vagy induktív. A deduktív következtetések voltaképpen csak nyelvtani átalakítások illetőleg ugyanazon topológiai alakzat más-más nyelvtani kifejezései, melyek célja az általános ítéletben foglaltak szabatos kiemelése.

A dedukció nem tart igényt arra, hogy "ujat" mondjon. Mégis évente sok dolgozat érkezik be filozófiai folyóiratok szerkesztőségeibe, melyek szerzői újra feltalálják, hogy pl. a szillogizmus semmi újat nem mond. Az egy itéletből vonható következtetéseket az első táblázat foglalja magában.

SZILLOGISZTIKAI TÁBLÁZATOK.

CONCLUSIONES IMMEDIATEAE.

1./ Principium contradictionis:

/SaP/ \supset /Se nonP/

2./ Állításból:

SaP \supset SiP, non/SeP/, non/SoP/

SiP \supset non/SeP/

SeP \supset SoP, non/SaP/, non/SiP/

SoP \supset non/SaP/

3./ Tagadásból:

non/SaP/ \supset SoP

non/SiP/ \supset non/SaP/, SeP, SoP

non/SeP/ \supset SiP

non/SoP/ \supset SaP, SiP, non/SeP/

4./ Conversio per accidens:

SaP \supset PiS

Conversio Simplex:

SeP \supset PeS

SiP \supset PiS

5./ Contrapositio:

SaP \supset /nonP/a/nonS/

SeP \supset /nonP/iS

SoP \supset /nonP/iS

A proposíciókalkulus néhány axiómája:

/nonP/ \vee Q \equiv P \supset Q ,

PQ \equiv non/nonP \vee nonQ/

Compositio: /p \supset q//p \supset r/ \supset /p \supset qr/

1. ábra.

Ha igaz az, hogy a bálna emlős, akkor a következő helyes kijelentéseket tehetjük: néhány bálna emlős; nem igaz, hogy a bálna nem emlős; nem igaz, hogy néhány bálna nem emlős.

E primitív következtetések első pillanatra talán nevetségesen magától értetődőknek tűnnek. De hiszen éppen az a feladatunk, hogy megkeressük, kikutassuk azokat a törvényeket, amelyek alapján először is a legegyszerűbb következtetések létrejönnek. Az ilyen "természetes" evidenciákat éppen azért nevezzük természetesnek, mert a természetből tapasztalás útján keletkeznek és

még hozzá nem is olyan egyszerű uton, mint ahogy azt könnyedségük folytán hisszük.

A SiP-ből való következtetés iskolapéldája a "zsák alma". Ha kivesszünk néhány almát/S/ és az férges/P/, mit következtethetünk ebből az egész zsák almára? Semmi egyebet nem mondhatunk, mint azt, hogy nem igaz az, hogy egy sem férges:non/SeP/.

A tagadás jelölésére mi a vonatkozó fogalom vagy ítélet jele elé irt latin non-t használjuk, mert ez magyarázat nélkül is érthető. A németek felülhuzást pl. SeP, az angolok eléjeirt ~ jelet használnak. A következtetés jelölésére a német Schröder-től eredő fekvő patkót \supset használjuk, amelyet az olasz Peano tett nemzetközivé, mindezek dacára a német Hilbert fekvő nyilat használ.

A táblázatban érdekes még a SoP tagadás, mert ez határozott SaP ítéletre jogosít. Az almapéldát folytatva: ha nem igaz, hogy néhány alma ép/azaz nea férges/, akkor mind férges /SaP/.

A megfordítás /konverzió/ egy példája: SaP \supset PiS, a bálna emlős, tehát néhány emlős bálna.

A kontrapozíció egy igen fontos tételt tartalmaz: a SaP-ből következik, hogy /nonP/ a /nonS/, azaz: ami nem emlős az nem lehet bálna. E tétel az ok-okozat kapcsolatban is első helyen szerepel /l. alább/.

Két ítéletből vonható következtetésekkel foglalkozik a szillogisztika. Két ítélet dominószerű összeillesztéséből egy harmadik ítéletet nyerünk, amely azonban csak alakilag új, tartalmilag semmi új adatot nem tartalmaz. Mint már említettük, a szillogizmus célja a rendszerezés, a kiemelés, amit legjobban pl. a következő példával világíthatunk meg. Arra a kérdésre, hogy hány lába van a Dermestesnek, azonnal meg tudunk felelni, mihelyt tudjuk, hogy a Dermestes rovar; mert minden rovarnak hat lába van. Nyomban feltűnik a szillogizmus nagy ökonomiai haszna, mert elég elraktározni "a rovarnak hat lába van" tételt, hogy minden rovarra érvényes számtalan helyes ítéletet mondhasunk egyszerű behelyettesítéssel anélkül, hogy a raktárt meg kellene terhelnünk számtalan egyes ítélettel.

A szillogizmus legegyszerűbb alakja a "Barbara", melyet a második táblázat első sorában találunk meg. Ez "a bálna emlős, az emlős gerinces, tehát a bálna gerinces" típusú következtetés, melyet a görögök a "Sokratés ember" és az "anthropos

thnétos estin" példával szoktak illusztrálni. A középkorban a szillogizmus típusokat mnemotechnikai elnevezésekkel illették, melyeket a táblázatba is beirtunk.

	MaS	MeS SeM	MiS SiM	MoS	SaM	SoM
MaP	 Darapti		 Datisi, Darii		 Barbara	
MeP PeM	 Felapton Fesapo		 Ferison Ferio		 Celarent Cesare	
MiP PiM	 Disamis Dimatis					
MoP	 Bocardo					
PaM	 Bamalip	 Calemes Carnestres				 Baroco
PoM						

2. ábra.

Hogy két itéletet össze tudjunk illeszteni következtetés képzése céljából, kell hogy bennük az egyik fogalom közös legyen, azt M-el jelöljük /medius/. A fennmaradó két másik fogalom

az S /minor/ és P /maior/ következtetésben mindig S az alany és P az állítmány. A második táblázat használata tehát a következő: e két ítélet legyen adva "a bálna emlős" és "a bálna uszik". A közös fogalom a "bálna", tehát ez lesz az M; a két ítélet tehát ilyen alakú: MaS és MaP. Kikeressük azt az ozlopot és sort, amelyek MaS és MaP jelzésűek s keresztezésükben /jelen példában az első kocka/ megtaláljuk a "darapti" alakot s a kocka felső sarkában az i betűt, ami azt jelenti, hogy a végekvetkezés SiP, azaz "néhány emlős uszik".

E táblázat egy lapon tartalmazza a középkor teljes szillogisztikáját, mindazon fejtörések eredményét, amit cellájukba zárkózott szerzetesek elérhettek. A körökből alkotott ábrák azonban Eulertől származnak s később Venn szisztematikusan foglalkozott velük. Már régebben rájöttek ugyanis, hogy mi nem ily táblázatok betanulása révén gondolkozunk logikusan, hanem mindig a feladat megadásakor képzelünk el ilyen skatulyaféléket /pl. köröket/ s ezek alapján adódik ki a következtetésünk. Bármilyen komplikált szillogizmus kerül is elénk, ilyen körök felrajzolásával azonnal leolvashatjuk a megoldást, anélkül hogy valaha is ismertük volna a középkori logikát. A logikai axiómák e kör-ábrák topológiai helyzeteknek egyszerű tapasztalati leolvasásából származnak. /Topológia a matematikában és geometriában minden, amit mérni nem tudunk pl. hány szín kell minimálisan a térképen országok jelzésére, hogy ugyanazon színek ne érintkezzenek, csomók problémái, felületek kifordítása stb./

A táblázatnak csupán az a haszna, hogy a lehetséges 64 eset közül a használhatók már ki vannak válogatva. A többiből ugyanis semmi határozott következtetés nem tehető. E táblázat tartalmazza a "kategorikus" szillogizmusokat.

A hipotétikus szillogizmus két olyan ítéletet köt össze, amely okviszonyban van egymással és így a fekvő patkó jelével köthetjük össze: "ha áram folyik, a vízbontó pezseg" azaz A \supset B, ahol A az első, B a második ítélet. Két következtetési alak ismeretes ebből /már a hindu bölcsészek is ismerték/: 1/ a modus ponens, amely a következő alakú:

"Ha áram folyik, a vízbontó pezseg; most áram folyik; tehát a vízbontó most pezseg." Mint látjuk, ez egy elraktározott tétel /az első mondat/ gyakorlati alkalmazása egy jelen esetre. A 2/ modus tollens-re példa: Ha a kobaltkloridot /a titkosírás

tintája/ melegítjük, megkékül /elveszti kristályvizét/; most nem kék, tehát hő sem lehetett jelen. E következtetési módot már egyszerűbb alakban ismerjük az első táblázat contrapositívójából /nonP/ a /nonS/, némi erőltetéssel ugyanis az egyszerű itélet szétbontható két tényezőre /ill. két csonka, azaz csupán léteigés itéletre/ pl. "ha bálna, akkor emlős". Ilymódon az \underline{a} és \supset jel messzemenőleg helyettesíthető egymással.

A disjunctív syllogismus /szétválasztó következtetés/ két alakban ismeretes: 1/modus ponendo tollens: " S, vagy T vagy U vagy V. Most SaT, tehát S nem U sem V. 2/modus tollendo ponens: S, vagy T, vagy U vagy V. Most S nem T sem U, tehát S csak V lehet. E következtetési mód igen gyakori az elektromos készülékek /pl. rádió/ hibakeresésekor, de a tudományos kutatásban is sokszor helyes irányt ad meg.

Az összetett /lemmás/ szillogizmusokat itt nem tárgyaljuk, példaként csupán egyet említünk: "ha van A, akkor vagy T vagy U vagy V van. Most sem T sem U sem V nincs, tehát nincs A sem". Idetartozik még a cornutus, az antistrephon és a "krétai" /Epimenides/ típusú következtetés, melyekben logikai " visszacsatolás" van elrejtve.

A fenti okoskodástípusok igen gyakoriak a mindennapi életben, de csak reális tartalmuk az, aminek révén tényleg kormányozzák cselekedeteinket, e tartalom pedig minden egyes esetben külön tapasztalás eredménye. A detektív-rémregényekben pl. a "dohányhamu fajai"-ból csak úgy lehet levonni a látszólag ragyogó következtetéseket, ha a "nagy detektív" már előre tapasztalásból ismeri a dohányhamu fajait, máskülönben semmiféle szillogizmus nem segít rajta. A dedukció csak a tapasztalásból való kiemelés módjait tárja elénk.

A harmadik táblázat már a jelen század matematikai logikájának eredménye. Két állítás /propozíció/ közti kapcsolatokat foglalja össze. Az első oszlopban a két propozíció /A és B/ igaz és hamis eseteinek kombinációi vannak beírva. Ugyane jelekkel /i és h, külföldön W és F vagy T és F/ vannak jelölve a logikai művelet eredményeinek értékei is. Nézzük pl. az implikáció már ismert műveletét az \supset jel oszlopát, ott az A i és B i sornak i = "igaz" felel meg, ami azt jelenti, hogy ha A igaz és B igaz, akkor helyesen irtuk fel az $A \supset B$ összefüggést, mert valóban, ha az ok jelen van, az okozatnak is meg kell len-

"IGAZSÁGTÁBLÁZAT".

A B	logikai szorzás "és" "meg" &, §, .	logikai összeadás "bezáró" "vagy" "vagy" "and-vel" /and-or/ v	"kizáró" "vagy" "aut" /or else/ \wedge, \vee	Implikáció "ha... akkor" \supset	egyértékűség "csak ha ..akkor" \equiv, \Leftrightarrow	összeférhetetlenség	Inhibitógátla "kivéve" /except \neg
i i	i	i	h	i	i	h	h
h i	h	i	i	i	h	i	h
i h	h	i	i	h	h	i	i
h h	h	h	h	i	i	i	h

A	nonA
i	h
h	i

3. ábra.

nie. Ha az ok nincs jelen, de az okozat jelen van /második sor/ akkor is i az eredmény s a képlet ismét helyes, mert az okozatot más ok is felidézhetette. A harmadik sor hamis eredményt ad, mert valóságban, ha az ok jelen van, az okozat sohasem maradhat el. A negyedik sor ismét helyes eredményt ad, mert ha az okozat nem következett be, az ok sem lehetett jelen.

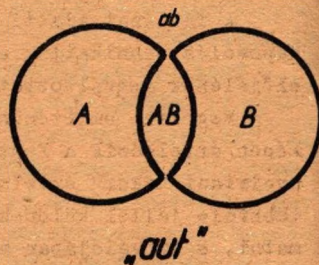
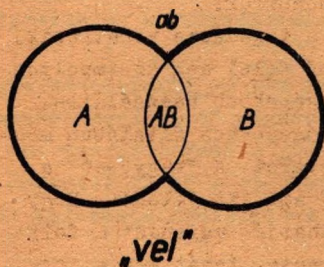
A következtetés jele \supset nem csak ok és okozatot kapcsol össze, hanem egyéb következtetéseket is pl. nonb \supset nona esetén a okozat nemlétéről az ok hiányára következtetünk teljes bizonyossággal /szolgai kifejtéssel bebizonyíthatjuk e tétel helyességét/. Szónoklatokban gyakran előfordulnak "megokolások", amelyeknek fizikai megfelelőjük nincsen. A gyakorlati életben igen hasznos az okozat meglétéről az okra visszakövetkeztetni, bár ez hibés csak valószínűségi értéke van pl. "baculus in angulo, ergo pluit" /bot a sarokban, tehát esik az eső/, t.i. ha a bot a sarokban van: a tanár ur az ernyővel ment el. Az ok az eső.

Vagy: D kabátja itt a fogason, tehát D házon belül van. A detektivregények "zseniális következtetései" az ilyenfajta hibás, de mégis egy lehetőséget nyújtó lépésekre vannak alapítva. Az okozat meglétéről az okra csak akkor lehet következtetni, ha valamennyi ok ismeretes.

Igaz-hamis, helyes-helytelen mellett még az érvényes-érvénytelen is használatos, mert a logikai törvények "megállapodásokra" pl. játékszabályokra is érvényesek. Így pl. a sakkjáték egy lépés-szabályára nem mondhatjuk, hogy "igaz", de a játék folyamán mégis törvényszerűen be kell tartanunk. A játékos lépése így érvényes vagy érvénytelen lehet.

A táblázat második oszlopa a logikai szorzásra vonatkozik. A Venn-Euler köröket használva két körfelület szorzásának eredménye a két kör közös területe, ami a propozíció-számításban leginkább a "feltételek összefoglalásá"-val jellemezhető: ha valaminek csak több feltétel együttes jelenlétével szabad előjönnie, akkor a feltételeket szorzásjellel kötjük össze. Pl. A.B.C.D.E=F azt jelenti, hogy a felsorolt öt oknak mind hiánytalanul jelen kell lenni, hogy az F okozat bekövetkezzen. Halmazok esetében, ha A a hindukat jelenti és B a mohamedánokat, akkor A.B a mohamedán hindukat jelenti s e kapcsolatot az Euler-Venn körök jól kifejezik. A logikai szorzást "és"-sel szokták nyugati mintára a beszédben jelölni, pedig a nyelvtani és nem mindig felel meg e viszonyoknak. A magyarban a "meg" sokkal megfelelőbb /az algebrai összeadásban pl. nyugatiasan "kettő és három az öt" azt is jelentheti, hogy külön-külön "kettő az öt" és "három az öt". mert nyelvtanilag "Ákos és Aladár sétál" ugyanígy szétbontható". Hilbert az & jelet használja. Amint a táblázatból látjuk, a logikai szorzás csak akkor ad igaz eredményt, ha minden feltétele, tényezője jelen van.

A "vagy"-nak kétféle faja van: a bezáró /latinul "vel"/ és a kizáró /latinul "aut"/, aszerint hogy a két vagy több lehetőséget együtt is megengedjük vagy sem. Ha nincs külön megjelölve, akkor a bezáró "vagy" értendő alatta. Ezt nevezik logikai összeadásnak is, mert az Euler-Venn ábrán /4. ábra/ közvetlenül megjeleníthető: két egymásbavágó kör által elfoglalt teljes területbe eső elemi terület. Hamis az eredmény tehát csak akkor, ha sem az A, sem a B területébe nem esik. A kizáró "vagy" a két vagy több propozíció együttes jelenlétét nem tűri meg, a közös körterület tehát érvénytelen. E két "vagy" féleség közti különbséget talán a



4. ábra.

humor elméletébe tartozó anekdotával világíthatjuk meg leginkább: egyik újság apróhirdetéseit közt jelent meg 1914-ben a következő hirdetés "Tiszta szoba kiadó mérnök vagy uriembernek". A hirdetés írója "bezáró vagy"-ra gondolt, az olvasó a gyakorlatban használatosabb "kizáró vagy" alapján azonnal észreveszi a rejtett, de nem szándékos sértést.

Az egyértékűség akkor áll fenn, ha a következtetés mindkét irányban lehetséges. Pl.: a kvarckristály mechanikai alakváltoztatásra elektromos feszültséget ad; a kvarckristály elektromos feszültség hatására alakváltozást szenved. Ez nem egyenlőség, bár sokszor írják közönséges, vagy háromvonalas egyenlőségjellel. A kísérletezésben fordul elő akkor, amikor már minden okot egy kivételével sikerült kiküszöbölnünk, úgy, hogy az ok és okozat együttesen jelennek meg és tűnnek el.

Nem méltatják eléggé Faradayt, aki hangsúlyozta, hogy a fizikában az ok és okozat felcserélhető. Ma már tudjuk, hogy e törvény mindig igaz a közvetlen szomszédos ok-okozatpárra /u.i. a gyakorlati esetekben túlnyomólag a fizikai láncolat két szélő tagját szoktuk ismerni és itt felcserélésről szó sem lehet/.

A logikai szorzás fordítottja az összeférhetetlenség pl. $A|B$, amelynek csak elméleti jelentősége van, ugyanis a legegyszerűbben lehet vele a többi műveletet kifejezni. Itt nem foglalkozunk vele.

A gátlás /inhibíció/ nem szerepel a logikai algebrában, de a gépi logikában néha előfordul. Akkor használatos, ha valamely lehetséges folyamatot adott jellel meg akarunk gátolni. Pl. A jelre egy C jel következik, de ezt egy adott időben alkalmazott óvó

B jel megakadályozza. A regulátortechnikában, automatikában igen gyakori. Jelzését a fizioiógiából kölcsönöztük.

A táblázat alatti kisebb táblázat a tagadásra vonatkozik. Kapcsolástechnikailag a fázisfordító-cső felel meg az impulzus előjelének megváltoztatására. A számológépekben használatos.

Meg kell említenünk, hogy a számológépekben általában más-képen értelmezik a fenti logikai műveleteket. A "vagy"-ot a nyelvtani "akár" értelmében használják, ami azt jelenti, hogy többféle jellel külön-külön is megindíthatják ugyanazt a folya-matot, s ez valójában a több külön oke sete, tehát még a \supset jelzés is megfelelne. A logikai szorzást helyesen használják: több feltétel együttes jelenléte váltja ki a reakciót. A logikai gépek viszont pontosan alkalmazzák a fenti definíciókat.

Nézzünk most néhány példát a század elején keletkezett pro-pozíciókalkulusból. Egyik axiómája: $P \vee Q \equiv \text{non}P \supset Q$. Helyette-sítsünk bele egyszerű, léteigés pro-pozíciókat pl. P legyen kutya /jelenléte/ és Q legyen macska /jelenléte/. Az így kitöltött kép-let így hangzik: kutya vagy macska ugyanaz, mint: ha nem kutya, akkor macska. Ez így a legnagyobb ostobaságnak tűnik, ám ha a valóság olyan esetét vesszük példának, amelyre éppen ez a gondol-kodástípus illik, meglepően magátólértetővé válik. Valaki pl. azt mondja: ebben a csukott ketrecben egy kutya vagy macska van /tehát olyan eset nincs hogy üres/, akkor ha elárulom, hogy ku-tya nincs benne, ugyan mi lehet benne? Mindenki azonnal rávág-ja, hogy: macska. Ez pedig semmi egyéb, mint a fenti képlettel jelzett gondolatmenet eredménye. A szorzás is áttehető a "vagy" vonatkozásra: $PQ \equiv \text{non}/\text{non}P \vee \text{non}Q/$. Szokásosabb a pro-pozíció-számításban kisbetűket használni, így pl. a compositio axiómája: $p \supset q / .p \supset r / \supset p \supset qr /$, amely összefüggést már ismerjük, Euler-Venn körökkel ábrázolva ez a "Darapti" alakzat.

A modus ponens-t így írhatjuk le:

$$\vdash \left\{ [(p \supset q) \cdot p] \supset q \right\}$$

Az eléje irt jel megfelel a "most", "jelen esetben" stb. kifeje-zésnek. A zárjeleket sok szerző elhagyja s helyettük a sokkal kevésbé áttekinthető pontozást használja. A magasabbrendű zárjel-nek több pontból álló pontcsoport felel meg s a zárjelnek csak egyik oldalát jelzik, a másik oldala vagy a képlet szélén vagy

a zárjelnél magasabbrendű pontcsoportnál végződik, így pl. a fenti képlet teljesen "szabatosan" leírva:

$$\vdash : p \supset q : p : \supset . q$$

Röviden ismertetjük még a logikai funkciószámítást is, amely Peanótól ered. Már Schröder észrevette, hogy az utéletek eddigi alakja sokszor kétértelműsége vezet. Ugyanis pl. "a vilna emlős" így is mondható: "minden bálna emlős" és ez alig észrevehető értelmi árnyalat sok esetben megváltoztatja a következtetés értelmét. Ha ezt mondjuk pl. a tej lehet valódi vagy hamisított, ebből nem következik, hogy minden tej valódi vagy minden tej hamisított. Ilyen és hasonló kétértelműségek elhárítására pontosabb jelzések szükségesek. Peano a következő /ma már általánosan használt jelöléseket vezette be:

$x \in b$ így olvasandó: "x egy egyéne a b osztálynak"

$x, y, z \in b$ egyesítése ezeknek: $x \in b$, $y \in b$, $z \in b$ a vesző nála tehát a nyelvtani "és"-nek felel meg.

$b \supset c$ jelenti: "a b osztály a c osztályban van" vagy "minden b c " /tout b est c ./

$b \cap c$ jelenti a b és c közös osztályát /v.ö.logikai szorzás/.

$b \cup c$ jelenti azon egyedek összeségét, melyek legalább az egyik osztályba tartoznak /v.ö.logikai összeadás/.

Ugyancsak Peano fekteti le a propozíciókalkulus számára a \supset jel használatát a következtetés jelzésére: $b \supset c$ "de la b on déduit la c ".

Az "osztály"-okat függvényalakban is felírhatjuk. Így pl. $M/x/$ vagy $/Mx/$ a következőt jelentheti "embernek lenni" s így $M/Caius/ =$ Caius ember. Hasonlóképpen $P/5/ =$ öt egy primszám.

A "minden bálna emlős" fajtájú ítéletet a funkciószámítás így fejezi ki: $/x/ A/x/$, ahol $A/x/$ "emlősnek lenni" és az előtte álló zárjeles x a "minden operátor" /all-operator, Allzeichen/. A "némely hindu mohamedán" a következőképp jeleztetik: $(\exists x)B(x)$, ahol a fordított B az x -el egy zárjelben "van olyan x , amely..."-nek olvasandó, s ez a "lét-operátor" /existence operator, Seinzeichen/.

Ezek szerint a szillogizmus precizen így irandó:

$$/x/ [M/x \supset S/x/]$$

rövidebb, pontozásos jelöléssel:

$$x. \varphi \ x \supset \psi \ x$$

és olvasása a következő: Minden x-re áll, hogy amennyiben x kielégíti M-et, kielégíti S-et is. /A példa Hilbertből való: M Mensch, S sterblich/. A szillogizmust még a következőképen is kifejezhetjük /Peano/:

$$/x \varepsilon b/. /b \supset c/ \supset /x \varepsilon c/ \quad \text{vagy}$$

$$/b \supset c/ = /x \varepsilon b/ \supset_x /x \varepsilon c/$$

melyek az előbbieket alapján már közvetlenül érthetők. Az x index csak akkor teendő ki, ha más változók is szerepelnek, amelyekre a művelet nem vonatkozik.

A létoperátorra vonatkozó néhány könnyű tétel:

fa. $\supset / \exists x / f x$ kifejezés /pontozással/ azt jelenti, hogy "ha az f függvénynek van egy ismert a értéke, akkor áll az, hogy van olyan x, amely kielégíti f/x/-et.

A következő négy ekvivalencia /Hilbert \sim -el jelzi az egyértékűséget/ könnyen érthető a klasszikus első táblázatunkból, mert a "néhány" vagy "néhány" a "van olyan"-nal ez esetben egyértelmű.

$$\left. \begin{array}{l} / \exists x / A x \equiv / \bar{x} / \bar{A} \bar{x} \\ / \exists x / \bar{A} x \equiv / \bar{x} / A x \\ / \exists \bar{x} / A x \equiv / x / \bar{A} \bar{x} \\ / \exists \bar{x} / \bar{A} x \equiv / x / A x \end{array} \right\} \text{v.ö.} \left\{ \begin{array}{l} SiP \equiv \text{non}/SeP/ \\ SoP \equiv \text{non}/SaP/ \\ \text{non}/SiP/ \equiv SeP \\ \text{non}/SoP/ \equiv SaP \end{array} \right.$$

a felülhuzás Hilbertnél tagadást jelent.

A logika még egy harmadik, u.n. relációs számítást is ismer. Ebből itt talán elég lesz egy kiragadott mutatvány. A relációs számítás sokat foglalkozik a rokonsági kapcsolatokkal, pl. $b \vee c$ jelenti: b apja c. A konverz függvényt felülírt kis félholddal jelzi, így: $b \vee c = b$ fia c. Kétszeres konverzió újra az eredeti függvényt adja: $\check{\vee} = \vee$. Azonkívül \vee^2 nagyapát jelent stb.

A jelenlegi logikai gépek ismertetéséhez a fenti igen rövid betekintés a matematikai logikába bővegesen elegendő, ezért nem is térünk ki rá bővebben. Még néhány szót kell azonban szólnunk az indukcióról.

Az induktív következtetés a kauzalitás törvényén alapszik, ami egyértelmű azzal, hogy a természettörvényeket állandóknak ismerjük el. Így tehát, ha egy ok újból előfordul, a hozzátartozó okozat bekövetkezését előre megjósolhatjuk. Az ok-okozat kapcsolatokat a természetből vesszük fel, ill. a tapasztalás során tanuljuk. Minthogy ilyenkor a két jelenség közti belső fizikai kapcsolatokat még nem ismerjük /hiszen, ha ismernők, az okozatot is kiszámíthatnánk/, az ok-okozat gyanúját a "post hoc, ergo propter hoc" klasszikus feltétel /ez után, tehát ezért/ villantja fel. Az együttes előfordulás ugyanis "szükséges" az oksági kapcsolathoz. A következő lépést egy másik klasszikus megismerés alapján tesszük. Már igen régen felismerték a valóságos oksági kapcsolat kritériumát: *inductio per enumerationem simplicem sine instantia contraria* vagy röviden "*enumeratio simplex*", azaz egyetlen ellenmondó eset megdönti a már természettörvénynek látszó kapcsolatot. Az indukció, minthogy ismeretlen esetre kell következtetnie, nem is igényelhet erősebb bizonyítékot mint az *enumeratio simplex*, de nincs is szüksége többre, mert mióta a világ áll, a természettörvények alól még soha egyetlen kivétel nem mutatkozott. Az enumeráció *simplex* a már ismert $A \supset B$ kapcsolatot fejezi ki "elbeszélő" alakban. Ugyanis az ellenmondó eset A , $\text{non}B$, amikor az okra nem következik be az okozat. Ilyen esetnek nem szabad előfordulnia tényleges oksági viszony esetén. Viszont A, B ; $\text{non}A, \text{non}B$ és $\text{non}A, B$ esetek mind előfordulnak /van ok, van okozat; nincs ok, nincs okozat; és nincs A ok, van okozat, mert lehet más oka is/, amint ezt az "igazságtáblázatunk" mutatja. Ugyanezek az a'apjai az okviszony megfigyeléses vagy kísérleti megállapításának. A közismert négy módszer a következő: 1/ az egyezés: egy B jelenség előzményei közt A mindig jelen van /nem meggyőző, mert esetenként váltakozó más okok is fellétezhetik B-t és A csak "post hoc ergo propter hoc". 2/ az eltérés A B jelenség bekövetkezik, ha A jelen van és nem következik be, ha nincs jelen / A, B és $\text{non}A, \text{non}B$ / Ez az egyértékűség esete /1. igazságtábla/. A legmeggyőzőbb erejű, mert ilyenkor sikerült a kísérletből a többi okot kiküszöbölni a így rendszerint egyetlen, kétlépésből álló kísérlet is meggyőző. 3/ a maradék: összetett jelenség esetében az ismert ok-okozatpárokon kívül megmaradt jelenségek egymáshoztartása valószínű /pl. a Neptun felfedezése a pályaháborgatásból/. v.ö. *modus tollendo ponens* /.

4/ az együltjáró változások: az ok-okozat kapcsolat a természetben igen gyakran folytonos /régebben az u.n. kondicionalizmus foglalkozott evvel/, pl. egy rádiócső karakterisztika világosan tünteti fel a rácsfeszültség /ok/ és anódáram /okozat/ közti folytonos összefüggést. Fontosságát az is mutatja, hogy pl. a folytonos és egyértelmű összefüggésre nyelvtani alakzat is van: "minél....annál....".

A matematikai indukció /Bernoulli/ is ide tartozik a nem teljes indukciók közé. Ha bebizonyítható, hogy egy végtelen sorozatban valamely tétel az első és $n+1$ tagra áll, akkor azonnal belátjuk, hogy a sor valamennyi tagjára áll. Ennek evidenciája abban gyökerezik, hogy hallgatólag előre feltételezzük, hogy a sorozat el nem érhető részei is minden tekintetben olyanok, mint az elérhetőek. Ez különben az Euklidesi tér "képzése" is.

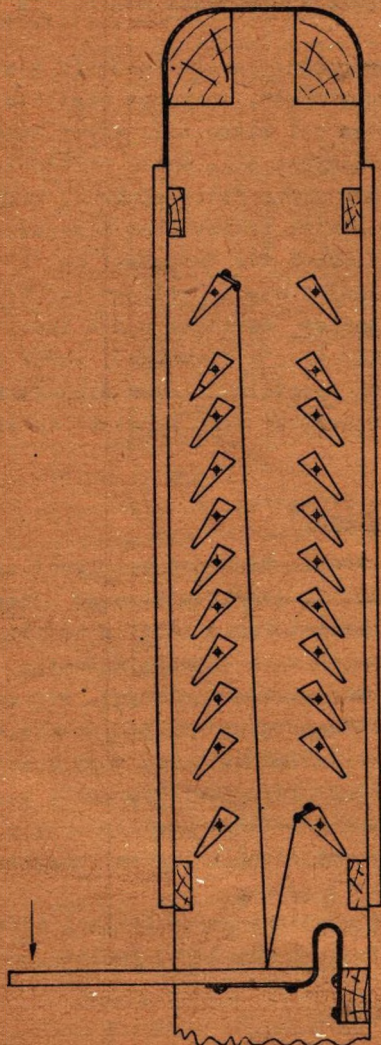
A teljesség kedvéért megemlítjük még a "teljes" indukciót is, amely akkor áll elő, ha az összes eseteket előre ismerjük /ez természetesen nem is indukció/ pl. "a következő, nevük szerint felsorolt 13 embert nevezük apostolnak. Ezek mindegyike /külön-külön elmondva/ az első században élt. Tehát az apostolok az első században éltek".

A logikai piano.²

A legnevezetesebb és korát messze megelőző szerkezet ez az egyszerű farudakból összeállított, jelentéktelennek látszó készülék, mely körülbelül azt a helyet foglalja el a logikai gépek történelmében, mint a Nipkow-tárca a távolbalátásában. Nagy fontosságát már az is elárulja, hogy mindazt elvégzi, sőt egyszerűbben elvégzi, mint a napjainkban ugyane célból szerkesztett elektronikus logikai gépek, pl. s Kalin-Burkhardt vagy a Ferranti-féle elektronikus szerkezetek. Az utóbbiakon külön meg kell tanulni a fogantyuk, dugaszok, dobozok kezelését, míg a logikai pianón egyszerű billentyűzet által a logikai képletek

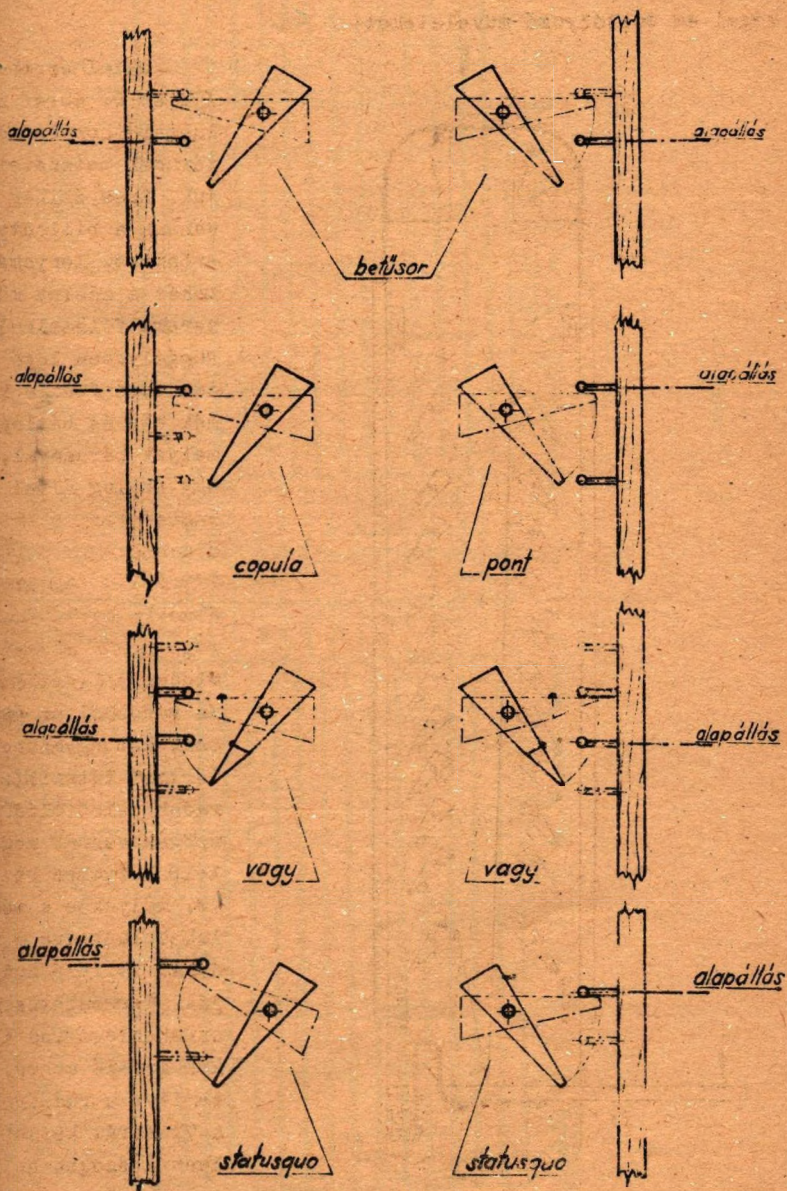
² Stanley Jev.: On the mechanical performance of logical inference. Philosophical Transactions of the Royal Society, London 1870, p.97.

sorjában bediktálhatók s a billentyük lenyomása már közvetlenül végzi az osztályozó műveleteket.



5. ábra.

Oldalnézetben /5. és 6. ábra/ zsaluszerű hosszú mozgatórudak metszeteit lájuk. Ezek zsinag révé vannak a billentyűkhöz erősítve, lenyomásakor tehát a zsaluk külső pereme fölemelkedik. Függetlenül lógó rudak sora fedi a készülék elő és hátlapját, melyek párosával, egy-egy szalag által egymáshoz vannak kötve s a szalagok a készülék felső tartórudján átvetve surlódással rögzítik a rudakat minden helyzetükben /a rudakból az ábrán csak két egymáshoz tartozó látszik/. E rudak belső oldalán szögek vannak megfelelő helyeken beérvé, melyekbe a zsaluk beleakadva a rudakat fölfelé mozgatják. Természetesen a szembenlevő rud ilyenkor lefelé mozog. Kiterítve a rudpárokat, a 7. ábrát kapjuk, melyen a szögek helye pontokkal van jelölve.



6. ábra.

alany

állomány

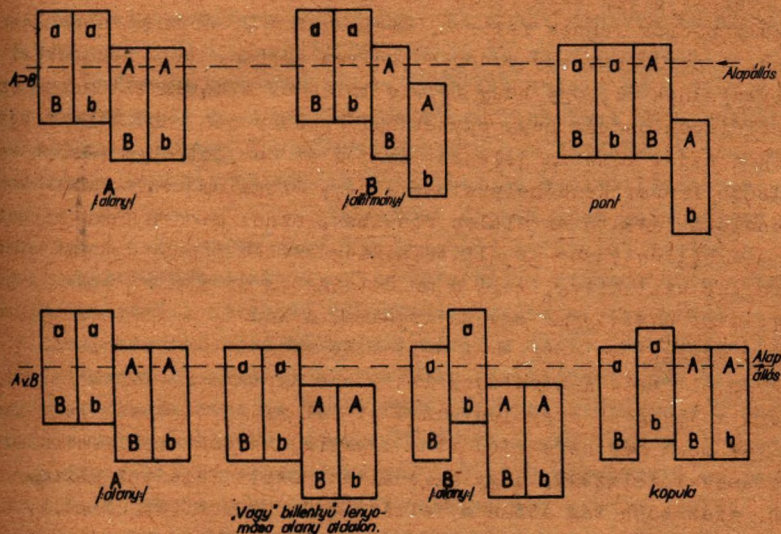
S	V	d	D	c	C	b	B	a	A	C	A	a	B	b	C	c	D	d	Y	Q
t	g									o										
a	g									p										
t	g									u										
u	y									d										
s																				
q																				
u																				
o																				

A billentyűzetet a 8. ábra mutatja. A kisbetűk a nagyok tagadóalakját /a = nonA/ jelzik s minden kis és nagy betűnek van külön zsaluja, míg a kezdeti helyzetet visszaállító "statusquo" billentyű két zsalut mozgat egyszerre, hogy a kétirányban egyenesen széttolt rudakat újra a kezdőhelyzetbe hozhassa. A "vagy" "kopula" és "pont" billentyűk feladatát a működés leírásából könnyebben megérthetjük. A gép négy fogalommal való műveletekre készült s így 2x16 rudja van. A rudak előlapjára azok a betűkombinációk vannak felírva, amelyeket a 7. ábra közepén látnunk. A betűk egy-egy rudon függélyes sorban, nagy hézagokkal helyezkednek el, úgy hogy fel-le toláskor a betűk eltűnnek, mert az előlapon csupán négy egybetűnyi keskeny rés van. Minden betű csak a saját részében jelenhet meg, s át nem tolódhat alsóbb vagy felsőbb résbe. Kezdőhelyzetben a négy "fogalom" valamennyi kombinációja látható az előlap réseiben, azaz: minden betű látható.

A billentyűsor az állitmánykiegészítő típusu mondat mintájára van kialakítva, mert e mondatalakban az alany az állitmánynak, mint osztálynak egy fajfogalma. A kopula a nyugati nyelvben a létigét jelenti, ami nálunk éppen az ilyen típusu mondatokban elmarad. A kopulának itt sincs nyelvtani szerepe, csupán azért szükséges, hogy lenyomásával jelezzük, hogy az alany tagjainak sora már befejeződött s ugyanígy a "pont" billentyű lenyomásával jeleztük, hogy a lebillentyűzött feltétel készen van, azaz több tag abban a feltételben már nem foglaltatik. A feladott logikai probléma akárhány feltételből állhat, ezeket egymásután billentyűzhetjük le, természetesen mindegyiket ponttal befejezve. Az utoljára láthatóan maradó betűkombinációk érvényesek, s a probléma valamennyi megoldását megadják.

A gép az $X \supset Y$ kapcsolatot /X faja az Y osztálynak/ a következőkép alakítja ki: Először az alany oldalon nyomjuk le az X /tehát A, b stb, betűbillentyűt, azután a kopulát, azután az állitmánybillentyűkön az Y betűt és befejezés jeléül a pontot. Tudjuk, hogy az \supset kapcsolatot az XY, xY, xy párok jelenléte és az Xy hiánya határozzák meg /l. az igazságtáblákat/, tehát a gépnek azt kell elérnie, hogy eltüntesse az Ab-t tartalmazó kombinációkat / $A \supset B$ billentyűzése esetén/, míg az összes többinek meg kell maradnia a résekben. Ez igen szellemesen van megoldva, bár több lépésben: Az A lenyomására, minthogy minden nagybetű zsaluja a megfelelő kisbetűre hat, az a-kat tartalmazó

kombinációk rudjait az előlapon egy egységgel felfelé tolja, tehát az összes a-kat tartalmazó kombinációk eltűnnek /9. ábra, felső sor/. De ez csak műveleti, ideiglenes félretolás. A kopula le-



9. ábra.

nyomása ebben az egyszerű esetben nem változtat semmin. Az állományoldalon lenyomva a B-t, ez az összes b-ket fölfelé nyomná a hátlapon, de mivel alapállásban már csak az Ab kombinációk rudjai állnak, csak az Ab-eket tudja felnyomni egy egységgel. Ez által az előlapon az Ab rudak lefelé csusztlak egy egységgel. Az Ab-ken kívüli összes kombináció vagy alapállásban maradt vagy az előlap oldalán egy egységgel az alapállás fölfött van. Ezeket tehát vissza kell söpörni az alapállásba, míg az alul levő Ab-eket végleg ki kell tolni a műveletek utjából. Ezt elérjük a "pont" billentyű lenyomásával /9. ábra. /A hátlapon minden rud-

nak u.i.e billentyű magasságában két, egymástól két egységnyire álló szöge van, tehát az előlap oldala eggyel feltölt rudakat visszahoz alapállásba, az eggyel letoltakat pedig a másik szög által az előlap oldalán még eggyel lejjebb tolja, mert az Ab rudak tüi a "pont" billentyű hatáskörébe kerültek. Így az Ab kombinációk a további játékból teljesen kiesnek, és csak a statusq billentyű tudja visszaállítani alapállásra, természetesen egy másik, új probléma vizsgálata céljából. Az előlapon tehát az Ab-k kivételével minden kombináció jelen van, úgy ahogy azt az igazságtábla megkívánja /Az $A \supset B$ kifejtését kaptuk meg/. Ezután a második feltételt újra az alanyoldal on kezdjük billentyűzni s így tovább s az utolsó feltétel végén lenyomva a pontot azonnal leolvasható az eredmény. Figyelemreméltó, hogy ilyenformán a génoha csak farudakból van összeszerkesztve, gyorsabb minden lehetséges elektronikus gépnél, mert az utolsó feltétel beadásával egyidejűleg adja meg az eredményt.

A példát folytatva, ha az $A \supset B$ már megtörtént lebillentyűzése után második feltételül a $B \supset C$ kapcsolatot adjuk be a gépbe, akkor ezt is szabályszerűen az alany és állítványoldal on lebillentyűzzük, aztán a "pont lenyomása után látható marad a következő négy kombináció: ABC, aBC, abC, abc. /A gépen valószínűleg 8 kombináció látszik, mert a D,d is csatlakozik mindegyik taghoz, de ezeket nem kell leolvasnunk, mert amugy sem változtatnak az eredményen u.i. D,d nem szerepelt a feltételekben./ Mint látjuk, a négy tag magában foglalja AC, aC és ac-t is, tehát $A \supset C$. Ugyanígy visszakapjuk a premisszákat is. Ilyenmódon fejtendő ki minden felelet a konzisztens kombinációkból.

A várt közvetlen $A \supset C$ eredmény helyett tehát a gép a konzisztens kombinációkat adja meg, melyek nem egyebek, mint az Euler-Venn ábrák területjelzései, azaz jelen esetben a Barbara három köre által megadott négy terület. A felelet tehát nem egyéb, mint szimbolikus megadása a problémához tartozó Euler-Venn ábrának, ami jelentős eredmény akkor is, ha a konkluziót explicite nem is adja meg.

A gép az eredményeket fajtázni is tudja. Elemi módon kérdezni is tudunk a gépen, anélkül, hogy az eredményül kijött kombinációknak bármikép is ártanánk. Ha u.i. alanyoldal on lenyomunk egy betűt pl. az A-t, akkor ideiglenesen félretelődnek az A-t nem tartalmazó kombinációk, úgy hogy csak ama kombináció

lasz, mint ABCd.

Amit a gép e példában szolgáltatott, az korántsem lebecsülendő, a fenti példa u.i. egy igen gyakori gondolkodásalakot visel: Pl. az elektromos készülékek hibakeresésében: "Ha valami lehet háromféle dolog, de kiderül, hogy sem az egyik, sem a másik, akkor csak a harmadik lehet".

Mindez nevetségesen triviálisnak tűnik azok szemében, akik ezt olvasván így fakadnak ki: "Hisz ez természetes, ezt én emellett is tudom!" -- azonban e logikai kutatásoknak nem az a célja, hogy mi ezt az amúgy is vérünkben levő gondolkozásmódot újra megtanuljuk, -- hanem annak kiderítése, hogy mi a mechanizmusa a fenti triviális, gyerekesen egyszerű gondolkozásnak, mi az a "természetes" /azaz más szókkal: mit csinál a természet ilyenkor/.

Hogy a copula működését is lássuk, vegyünk egy szintén magától értetődő példát. A két premissza: $A \supset (B \vee C)$, $(B \vee C) \supset D$. Az elsőt már ismerjük s tudjuk, hogy kiesik csupán az ABCd és ABCd, a többi 14 alapállásban van s látható. Most megnyomva az alanyoldalán B-t, a b-k emelkednek ideiglenes félretolás céljából. "Vagy"-ra /most a jobboldali vagy billentyű működik/ a b-k visszakerülnek alapállásba és a B-k jutnak egyvel lejjebb. A C alanyoldalán lenyomva a bc-eket egyvel följebb emeli. A copula lenyomása alapállásba hoz minden egyvel-lenyomottat /ezalatt a bc-k fönt félretolt állapotban várnak/. Most az állítványbillentyűkön lenyomva D-t ez az előlapon egyvel lejjebbiti a megmaradt d-eket, melyeket a pont azután végleg félretol az utból, más részt a fönt várókat visszasepri az alapállásba, tehát végül is láthatók maradnak a következők:

A	A	A	a	a	a	a	a
B	B	b	B	B	b	b	b
C	c	C	C	c	C	c	c
D	D	D	D	D	D	D	d

A menet helyességét ellenőrizhetjük azzal, hogy egy D-nek a 8 közül hiányozni kell az első premissza miatt, és hogy csak egy d-s kombináció lehet jelen. Meg kell még emlitenünk, hogy az existenciá-operátor sem idegen a gép műveletei közt. Vegyük a következő példát:

"Minden állócsillag világít; néhány égítést nem világít; tehát néhány égítést nem állócsillag. /E következtetés tipusa a középkori "Baroco"/. Képletalakban a két premissza: $A \supset B$, $CD \supset b$,
5511431.

a "néhány"-t egyszerűen C-vel jelöltük, mert így a CD logikai szorzat valóban D-nél kevesebb. /Ugyanigy kellene eljárjunk, ha a C pl. valamilyen jelzót jelentene/.

A felelet lefordítva mondattá: "Néhány égitest nem állócsillag" és "Néhány égitest nem világít" /utóbbi az egyik premissza/ a tautologikus választ elhagyjuk.

A gép nem felel pl. a következő premisszákra: $A \supset B$. $A \supset b$; mert minden A eltűnik s az A kérdésre teljesen üresek lesznek a rések.

A "csak ha ... akkor..."kapcsolatot a gépen úgy billentyűzük, hogy először $A \supset B$.-t, azután $B \supset A$.-t végezzük el.

A következő példa olyan következtetéstípust mutat, amelyet az emberi gondolkodás gyakran eltéveszt, azaz könnyedén kimondja a hibás eredményt: "Minden bolygó /A/ tárgya a gravitációnak /C/ az állócsillag /B/ nem bolygó; tehát az állócsillag nem tárgya a gravitációnak". A gép nem téved, a B kérdésre e választ adja ki: /aBC, aBc/, azaz a gravitációra vonatkozólag ellentétesen nyilatkozik, ami helyes is, mert a megadott két premisszából a C-re semmi határozottat mondani nem lehet.

A Camestres típusra példa: "A bálna /A/ nem kopolytúval lélegzik /c/, a halak /B/ kopolytúval lélegzenek; tehát a bálna nem hal". A gép A kérdésre $A \supset Abc$ -vel válaszol, ami az $A \supset b$ -t is tartalmazza.

Az exkluzív "vagy" is minden külön berendezés nélkül billentyűzhető a gépen. Az A v B helyett ilyenkor $Ab \vee aB$ nyomandó le. Kövessük a rudak játékát billentyűzés alatt: Az alanybillentyűkön lenyomva A-t, az a-k fölfelé tolnának, a b- lenyomására az AB-k is fölmennek, alapállásban Ab-k maradnak. A "vagy"-ra a és AB-k visszajutnak alapállásba és letolódnak az Ab-k. Lenyomva a-t, az alapállásból AB-k, majd B lenyomására az ab-k tolnának föl, tehát alapállásban csak ab-k vannak, melyekhez a kopula visszasöpri az Ab-eket. Tehát kiirtva az AB-k és ab-k vannak, ahogy azt az igazságtáblák megkövetelik.

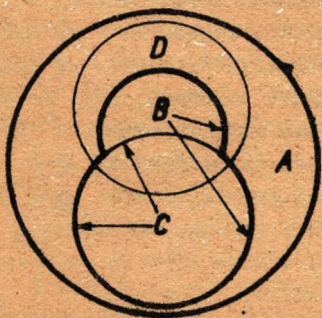
Az előadáson a logikai pianóval bemutatott példák közt a Ferranti és Burkhardt gépek /1. alább/ közleményeibe mellékelt példák is sorra kerültek. A leghatásosabbak ama példák, ahol maguk a konzisztens kombinációk a logikai egységek, mert ilyenkor a felelet explicit. Például a következő találós kérdést a

logikai piano azonnal megfejti: Legyen A=Anna, B=Béla, C=Cili, D=Dénes. Milyen kombinációban lehetnek együtt egy szobában, A és D szerelmesek egymásba, A és B utálják egymást, és C szerelmes B-be. A három logikai képlet, amit felírhatunk: $A=D$, /mindig együtt vannak/, $A \wedge B$, /kizáró "vagy", ha az egyik a szobában van, a másik kimegy/, $B \supset C$, /ahol B van, ott C is megtalálható/. A logikai piano egyidejűleg három kombinációt mutat az előlapján: ABCD, AbcD, és aBCd /a nagybetűsök a szobában vannak/. E találós kérdés megoldását sokan fejben is gyorsan megtalálják, de többnyire nem mind a hármat.

Hasonló példa: Hányféle kartoték kell biztosításra jelentkezők számára, ha A=alkalmas biztosításra, B=folyamodott, C=jóváhagyva, D=orvosi vizsgálat kellett. Ebből felírható premissák: $B \supset A$, $ABd \supset C$, $C \supset B$ /a jóváhagyottnak már kellett, hogy beadta legyen a folyamodványát/, $a \supset d$. A logikai piano kiadhat például a következő kombinációt, melyek eleget tesznek a fenti feltételeknek:

ABCD, ABcD, AbcD, ABCd, Abcd, abcd.

/sorjában: orvosi vizsgálat után bevált, orv. vizsg. után nem vették be, orv. vizsg. elől elment, orv. vizsg. nélkül jóváhagyva, nem folyamodott, nem veszik fel/.



9.a. ábra.

A legmeglepőbb a gépen az, hogy a beadandó feltételek csak mint műveletek szerepelnek, míg a jelenkori hasonló berendezéseken a feltételeket külön dobozok stb. képviselik.

A feladat Euler-Venn diagramját a 9a. ábra mutatja. A száz évvel ezelőtti logikai piano tehát elektronikus logikai gépek számára feladott példák nagyrészt is megoldja.

Zárjeles kifejezések ahol pl az alanyban két vagylagos kifejezés szorzandó egymással, csak előzetes kifejtés után billentyűzhető, mert mint láttuk, a gép a vagylagos kifejezésekkel kapcsolatban csak a tagokon belül végzi el a logikai szorzásokat.

Azonkívül, mint meglepő dolgot meg kell említenünk, hogy noha nyugaton kitűnő és teljes könyvtárak állnak a kutatók rendelkezésére, a számoló és logikai gépekkel foglalkozók egyike sem említette még meg egy szóval sem a klasszikus logikai pianót, ami meglehetősen szándékos agyonhallgatásnak tűnik.

Foglaljuk össze, hogy a gép miként végzi el a logikai alapműveleteket:

Szorzás: egyszerű egymásután való billentyűzés.

Bezáró, megengedő "vagy" /logikai összeadás/: a "vagy" billentyű lenyomása.

Kizáró "vagy" mint az előbbi, de a tagok egyenként szorzandók a többi tag tagadóalakjával.

Tagadás: minden "fogalom"-nak külön tagadó /kiszűrés/ billentyűje van.

Implikáció és osztályreláció: külön billentyűzet a kifejezés bal /alany/ és jobb /állítvány/ oldala számára.

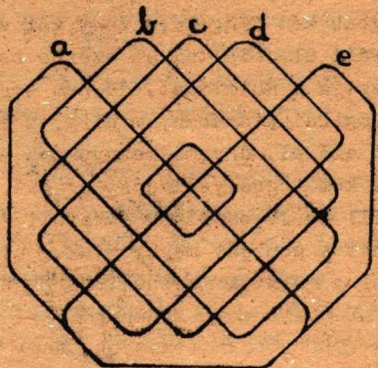
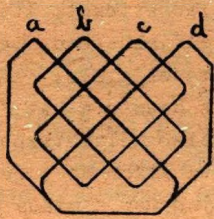
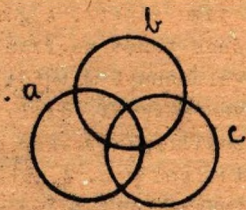
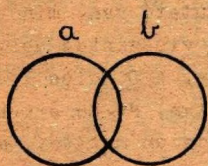
"Csak ha... akkor..."és osztályozási azonosság: mint az előbbi, de utána az alany és állítvány felcserélésével újra billentyűzendő, mint külön feltétel.

Venn logikai gépe

Minden logikai kézikönyvben megtalálhatjuk a fogalmaknak körökkel, a szillogizmusoknak egymásbavágó vagy egymásbafoglalt körökkel való ábrázolását. A gondolat Eulertől ered, szisztematikus kidolgozását azonban J.Venn végezte el. A topológiai ábrák, amelyeket ily módon kapunk megadott számú "fogalmak" összes lehetséges kombinációra, a következők: /10. ábra/.

Topológiai sajátosság, hogy négy elemen felül az ábrák körökből már nem szerkeszthetők meg.

Venn szintén négy elemből való összeállítást vette gépének mintájául s így 16 szeletből álló idomot képezett ki, melyek egy illenek egymás mellé, mint a térképösszerakó játékok darabjai. Ezek egy doboz felső lapját képezik s minden egyes szeletet külön tük tart meg helyzetében a szelet felső felületébe szurt u-szög révén, úgy hogy szomszédos tük idegen szeleteket nem zavarhatnak. Ha valamelyik tüt kihuzzuk, akkor a megfelelő szelet leesik a dobozba. A visszaállítás úgy történik, hogy a dobozt feje tejére állítjuk, mire a szeletek visszacsuszognak eredeti helyükre.



10. ábra.

A tűk fogantyúira az általa tartott szelet logikai jele van ráírva, tehát A, AB, ABC stb. /a logikai piano jelölésével ezek Abcd, ABcd, ABCd stb./ A tűket a megfejtendő probléma feltétele szerint kihuzzuk, s a megmaradó szeletekhez tartozó tűk leolvasása szolgáltatja az érvényes kombinációkat.

A feltételeket tehát előre át kell dolgozni papíron oly alakba, hogy a logikai egyenlet jobboldalán zérus álljon, azaz meg kell állapítanunk előre, hogy mely kombinációk érvénytelenek és csak ezután húzhatjuk ki sorra a tűket. Azonnal észre vesszük ezek után, hogy az összerakó ábra egészen fölösleges, mert a megmaradó tű feliratát ezek nélkül is leolvashatjuk. A példa megoldását itt nem a gép végzi, hanem az, aki előzetesen kiszámítja az érvénytelen kombinációkat.

Marquand logikai gépe

A. Marquand 1881-ben /Philos. Mag. 1881, okt. 266/ leirt egy, a logikai pianohoz hasonló, de 10 taggal való következtetésre alkalmas gépet. A kombinációk száma itt 1024. Később /Proc. of

t
c
k
b
m
c
m
t
m
f
m
a
n
pl
a
t
os
ak
ki
da
ut
ná
A
át
ni
ku
ci
mu
gy
át
le
a
Ab
vé
ra
sz
ere

the Am. Acad. of Arts and Sciences XXI. 303. / kivitelezett egy csupán 4 tagu gépet/. A gép előlapján 16 mutató van, minden kombinációnak tehát megfelel egy. Egy kulcs vízszintes helyzetbe hozza valamennyi mutatót, ez a kezdőállás. A Q kulcs leejt minden olyan mutatót, amely nincs alátámasztva, de ha e O kulcsot visszaállítjuk, akkor megtámasztja mindazon mutatót, ami még amugyis fenn van. A mutatók egyenkinti alátámasztását a betű-billentőkkel illetőleg nyomógombokkal végezzük. Minden nyomógomb két függélyes vagy két vízszintes rudat öntengelyében fordít el, miáltal az ezekben beerősített négy-négy tü alátámasztja a mutatókat, de nem emeli a már leesetteket. Itt is, mint a logikai pianóban, mindig az ellenkező előjelű betűk támasztanak alá pl. d gomb megnyomása a D-ket támasztja alá. Az A gomb pl. két függélyes rudat mozgat, melyek az összes a-kat /tehát a III és IV oszlopok mutatóit /rögzíti felső helyzetükben. Ha tehát A gombját megnyomjuk s utána az O-t, akkor az I és II oszlop mutatói leesnek. Ha A és B-t nyomjuk meg s utána O-t, akkor csak az AB-k esnek le /I oszlop/.

Már ebből láthatjuk, hogy minden feltételt úgy kell átalakítani, hogy a Boole szerint átalakított logikai képlet jobboldalán zérus álljon, mert csak így lehet a feltételeket egymásután beadni a gépbe. Marquand leírásában Peirce jelöléseit használta s így pl. "Az egér rágcsáló" kapcsolatot így jelezte $A \leftarrow B$. A fekvő \leftarrow helyett a mai \supset -t használva a képlet O-ra átalakítása így írható: $Ab \supset O$, azaz "olyan A, amely nem B, nincsen". Ha tehát a gépen az A és b-t megnyomjuk s utána a O kulcsot, akkor csak az Ab mutatók, mint az érvénytelen kombinációk képviselői, fognak leesni /II oszlop/. Leolvasni a leesett mutatók koordinátáit, azaz sor és oszlopjelző betűit kell. Vegyük elő itt is például a Barbara típusu szillogizmust. A két átalakított premissza lesz: $Ab \supset O$, $Bc \supset O$. Az Ab s utána O lenyomására, mint már tudjuk, fennmarad az I, III és IV oszlop, a Bc lenyomása alátámasztja a b és C-ket, tehát leesni csupán AbC, Abc, AbC és aBc fog, a többi kombináció érvényes. Az érvényteleneket következőképp használja fel a konklúzió levonására: az Abc és AbC mindkettő zérus, de B ill. b ottléte nem számít, tehát $Ac \supset O$, ami visszaalakítva a klasszikus $A \supset C$ eredményt adja.

A géppel nem foglalkozunk tovább, mert a gépszerkesztés jót, a B zan célja az, hogyha már gépet csinálunk, az lehetőleg közül fogal jön ki minden előkészítő és utánhelyesbitő átalakítást; a fenti lánvc gép pedig csak azáltal lett egyszerűbbé a logikai pianónál, hogy sal a munka legnagyobb részét visszahárítja a kezelőjére.

Kalin-Burkhart "logikai-igazság kiszámító"

A hangzatos című gép 1947-ben készült s még ma sem tudunk többet róla, mint amennyit a "Giant Brains"/1949/ közöl róla, ennyi is elég, hogy lássuk: nem tud többet, mint a logikai piano A szerkezetéről semmit sem közöl, amit elárul, az csupán az elő lap, a relék száma és a teljesítmény. A gépen van 45 többállású 23 kétállású kapcsoló, 85 relé, 6 nyomógomb és kevesebb mint 1 km. huzal. Ezenkívül még 12 kis, egy nagy vöröslámpa és egy sárga lámpa. Bár a leírásból kitűnik az is, hogy nem lehetetlen, hogy a feltételek többszörösen összetettek is lehetnek, a példák mind olyanok, amelyeket a logikai piano is megfejt. Csak-hogy, amíg a logikai piano egyszerre és azonnal adja ki valamennyi érvényes kombinációt, addig Kalin-Burkhart lámpái egymás után, sorjában adják meg az egyes kombinációkat s a gépet bekezelni állítani, hogy az érvényes vagy érvénytelen vagy valamennyi kombinációnál álljon meg bizonyos ideig, hogy a kezelőnek ideje legyen följegyezni a kombinációkat.

A "Giant Brains II" kiadás 163. oldalán azt tudjuk meg, hogy a gép 15 állítással már nem tud megbirkózni, holott a logikai pianón az egymásután következő állítások számának nincs határa.

A "Vendac" [☒]

A pretoriai Nat. Phys. Labor. által összeállított gép érdekessége abban áll, hogy a fogalomkombinációkat /melyeket a tervező Venn tanulmányaiából merített/ elektronikusan, négyszögimpulzusokból képezi. Az A, B, C, stb. osztályokat különböző rezgés számú négyszöghullámok vonulata képviseli. Legyen az A periódus

[☒] A. Archer: A Venn diagram analogue computer. Nature 1950, nov. 11, 829 old.

T, a B-é 2T, a C-é 4T, a D-é 8T és így tovább, azonkívül a tagadó-fogalmak előállítására e hullámok szinkronizálással egy $T/2$ hullámvonulatot vezérelnek. Ha az A, B, C amplitúdói /melyek egymással egyenlők coincidálnak a beadott feltételekkel, akkor a $T/2$ hullám amplitúdója alatt egy, mondjuk K amplitúdóju négyszögimpulzus keletkezik, amely az ABC kombinációt jelenti, a $\frac{T}{2}$ vőlgyeiben történő esetben pedig elektroncsöves kapcsolással $-K/2$ amplitúdóju négyszög-lökést állítanak elő. Egy katódsugárcsővön vízszintes sorban beosztásokkal jelezve van az egyes kombinációk helye, úgy hogy amikor pl. az A helyén egy +K amplitúdóju négyszög-hullám jelen meg, akkor e kombináció jelen van, ha egy negatív A/2 amplitúdóju jelet látunk ugyanott, akkor ez a kombináció nincs jelen, ha pedig csak az alapvonal látszik, akkor "semleges" az eredmény, a gép ama kombinációról nem nyilatkozik. Egyezésmutató /koincidencia/ készülékek kapcsolják az egyezés időpontjában a +K lökést, és anticoincidencia-készülékek a $-K$ lökést, el-lenmondás esetén tehát +K/2 jelet látunk a megfelelő kombináció helyén. Az igen szűkszavu és ábrák nélküli leírásból ennyit lehetett kihámozni. De nem is érdemes vele vesződni, mert a hasonló célra szolgáló készülékek elvben egyeznek s így elég, ha a következő, Ferranti-készüléket ismertetjük tüzetesen.

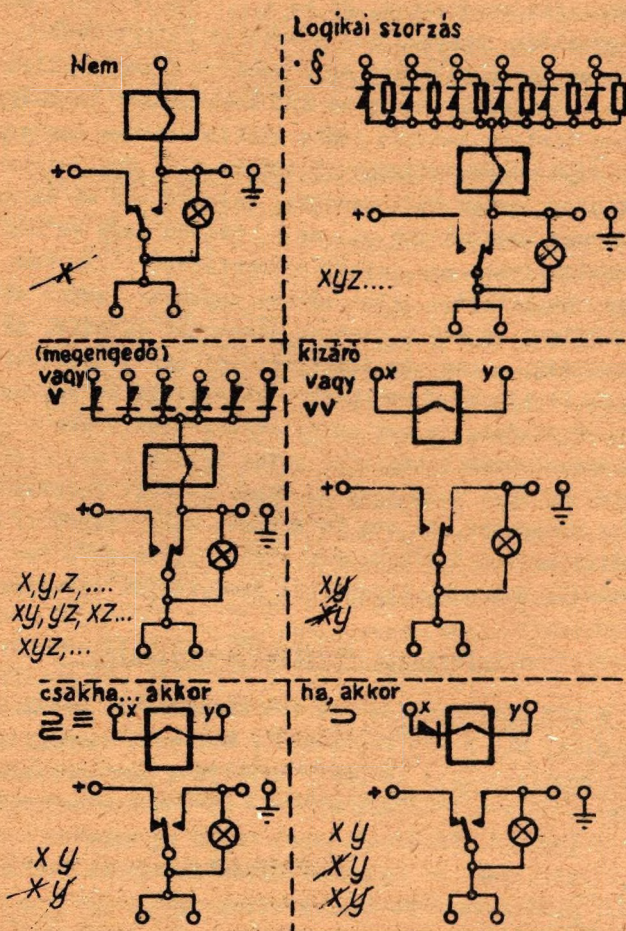
Ferranti "logikai számológépe" ^x

E gép hét "fogalom"-ra van berendezve, tehát 128 kombinációt állít elő e hét fogalomból, melyeket egymásután ad le; az egyes kombinációkat lámpasor mutatja s gombnyomásra a gép áttér a következő kombinációra s. i. t., mint a Kalin-Burkhart gépen.

A logikai alpműveleteket végző egységeken a relékontaktu-sok rugózottak, és nyugalmi állásban vannak feltüntetve./11. ábra/. Mindegyik kimenővezetékében csak akkor van áram, ha a bemenő feltételek teljesítve vannak /az ábrákon a jobboldali földelés üzemben be van kötve/. A Σ egysége /"csak ha... akkor"/ megkívánja, hogy a két bemenő feszültség egyszerre legyen jelen, vagy egyszerre hiányozzon. Ha ez így van, a kapcsoló pihen a helyes álláson, van kimenőáram. Mihelyt az a

^x Ferranti logical computer. Electronic Eng. 1951 ápr. 126 old.

És megemlítjük még Mays Prinz: A relay machine for the demonstration of symbolic logic, Nature 165, 1950, p. 197.

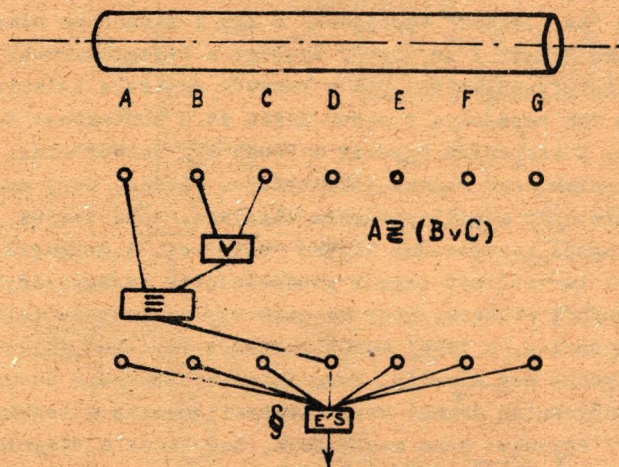


11. ábra.

helyzet, hogy az egyik földelve, a másik feszültségen van, a relén áram megy keresztül, mire átbillen a kontaktus s a lámpa kialszik. Ezt előrebocsátva, könnyen megérthetjük a \supset egység működését. Az egész eltérés az előbbihez képest az, hogy akkor

se szólal meg a relé, ha x földre van kapcsolva, tehát mindkét-
sze egyetlen esetben huzza át a kontaktust, akkor, amikor x po-
zitiv és y földet kap/ok van, okozat kimaradt, tehát nem áll
fenn a "ha...akkor" kapcsolat/ s így a kimenőben nincs áram.
A kizáró "vagy" /"or else"/ egysége a legegyszerűbb: a relé csak
akkor kap feszültséget, ha a bemenők egyike a telepre a másik a
földre van kapcsolva s ekkor huzza át a kontaktust és ad kimenő
áramot. E kapcsolat egyezik a "csak ha, akkor"-ral, csaupán a
relé kontaktusok vannak felcserélve. Hibája, hogy csak két tag
kapcsolatának megállapítására alkalmas, noha tudjuk, hogy akár-
hány tagból képezhetünk kizáró "vagy"-ot. A megengedő "vagy" egy-
ségén a tervező hat tagról gondoskodott. Az egyirányítók közbe-
iktatásából világos, hogy ha csak egy is pozitív telepsarokra
van kapcsolva, a többi közül akárhány is lehet földelve, ez nem
akadályozza meg a relét, hogy át ne billentse a kontaktust, s így
a kimenővezeték áramot kap. Legszellemesebb a logikai szorzás
"/and"/ egysége: noha megkívánja, hogy azok a "fogalmak"/tagok/
amelyeket a hat bemenő néhányára rákapcsoltunk, hiány nélkül
meglegyenek, az üresen maradt bemenők legkevésbé sem zavarják
a működést. A be nem kapcsolt bemenők u.i. földet nem kaphatnak;
a bekapcsoltaknak vagy pozitív feszültségen, vagy földön kell
lenniük. Ha csak egy is földön van, egyirányítója a relét rö-
vidrezárja. Tehát minden bekapcsolt bemenőnek pozitívnek kell
lenni, hogy a relé áramot kapjon. A párhuzamos ellenállás olyan
, hogy egyetlen bemenő is képes a relét működtetni. A "tagadó"
egység akkor ad a kimenőre áramot, ha a relétekercsben nincs
áram, azaz ha a bemenő földelésre kapcsolódik. Mindegyik ilyen
logikai alapműveletet végző egység külön dobozba van építve és
kábelrel kell dugaszolni kimenőit és bemenőit a megfelelő he-
lyekre. E hatféle "szabály-dobozból" több példány szükséges,
mert egy feladatban ugyanaz a művelet többször is előfordulhat
s a gép a feltétellel beadása tekintetében egyidejű /nem szuk-
cesszív/.

A gép működését a legegyszerűbben egy példa révén ért-
hetjük meg. "Csak tagok vagy vendégeik jöhetnek el az ünnepély-
re" feltételben A jelenti azokat, akik beléphetnek, B a tago-
kat, C ezek vendégeit, tehát a logikai képlet $A \cong B \vee C$,
ahol megengedő "vagy"-ot kell érteni, mert tagnak vendége is
lehet tag. A dugaszolást a 12. ábra mutatja. Kell egy "vagy"



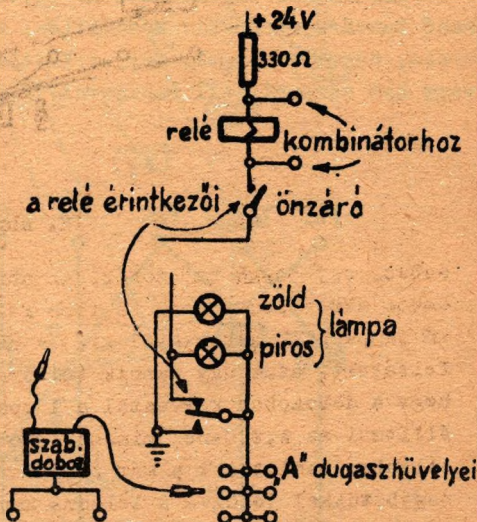
12. ábra.

doboz, egy "csak ha" doboz, az ábra alján levő összeg /"és"/ doboz akkor szükséges, ha több feltételünk van. A legalul levő lámpa csak akkor gyul ki, ha az A, B, C bemenők kielégítik a feltételt, azaz úgy vannak telepre illetőleg földre kapcsolva, hogy a dobozokon keresztül a lámpa áramot kap. Tehát elő kell állítani az A, B, C-nek minden lehetséges kombinációját oly értelemben, amint azt a már ismertetett gépeken láttuk, azaz nagybetűkkel jelölve a telepre kapcsolt állapotot, kisbetűvel a földelést, az ABC, ABc, Abc, abc, aBC, abC, AbC, aBc csoportokat. E kapcsolásokat úgy állítjuk elő, hogy az ábrán feltüntetett betűkkel jelzett hét dugaszhelyet egy kombinátorral /szerzője uniszelektornak nevezi/ minden lehetséges kombinációban földre és áramra kapcsoljuk. Hogy a kombinátor egyszerű motorral vagy léptetővel hajtott karos kollektor lehessen /t.i. egyszerre csak egy kontaktust kezeljen/, a "biner ciklikus permutáció" módszerét célszerű használni. A kombinációk sorrendje ebben úgy van megválasztva, hogy a következő kombináció az előzőből csak egyetlen betűben tér el, azaz csak egy kapcsol-

lást kell megváltoztatni. Ezzel ama hátrány jár, hogy a már elhagyott kollektorszeletek állapotát tartósítani kell, tehát önzáró reléket kell beiktatni. Hét elemhez 2⁷ szektor szükséges. Ferranti gépén az uniszelektor meglévő anyagból épült s ezért a 128 szektort négy 50-es forgókapcsolóból állította össze, melyek egymásután jöttek működésbe; ezt a szerkezettel természetesen nem érdemes ismertetni. A legegyszerűbb volna az A-G kontaktussorozat fölé egy forgó kombinátorhengert építeni /12. ábra/

Az AB, ... G kapcsok bekötése a kombinátor szeleteihez a 13. ábrán van feltüntetve. Minden egyes kapocshoz tartozik egy relé,

egy zöld és egy piros lámpa és több/hat/ dugaszhely, hogy egy betűhöz több "szabálydobozt" is lehessen dugaszolni. Ha a kombinátor földeli a relé felső végét, akkor a relé nem csinál semmit, de ha kapcsolva volt /önzárólag/, akkor visszaáll s az önzárás bomlik. Ha a relé alsó végét földeli a kombinátor, akkor a relé átbillenti az önzárat és a lámpa-



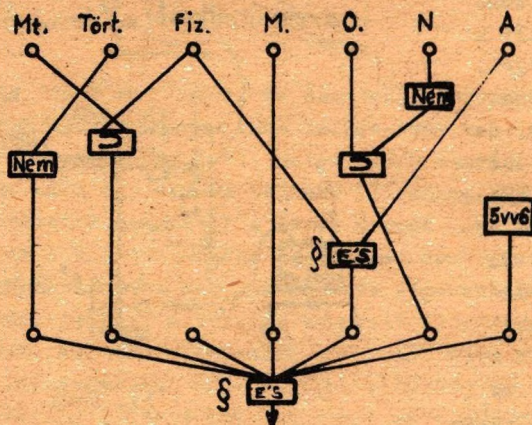
13. ábra.

kontaktust most is mozgatván, zöld fényt ad, jelezve, hogy nagybetű van soron /kisbetű esetén a piros lámpa világít/. Ugyanekkor a dugaszhüvelyek feszültséget kapnak. Világos most már, hogy ha a betűsor kombinációja olyan, hogy kielégíti a "dobozokat", az alsó, eredményjelző lámpa kigyulad, jelezvén egy érvényes kombinációt s ugyanezen áramkörben egy relé egyidejűleg megállítja a kombinátort, hogy a zöldlámpák állását lejegyezhesstük.

Gombnyomásra a kombinátor folytatja, ahol elhagyta. A gép átál-
 litható arra is, hogy csak az érvénytelen kombinációknál álljon
 meg.

A feladott példa esetében megáll a gép az ABC, ABC, AbC és
 abc kombinációknál s az eredmény helyes is, mert: résztvehetnek
 azok, akik tagok s egyben vendégek, akik tagok, akik vendégek,
 nem léphetnek be akik sem tagok, sem vendégek. Sokan ezt olvas-
 ván nevetni fognak: hát minek ehhez gép? A következő példák
 egyike megmutatja, hogy előjöhhetnek olyan bonyolult kérdések
 /mondjuk: rejtvények/ amelyek megválaszolási kísérletei oly ba-
 lul ütnek ki, hogy örül az ember, hogy géppel oldhatja meg.

Pl. Valaki beiratkozik az egyetemre és választhat a követ-
 kező tantárgyak közül: Matematika, történelem, fizika, magyar,
 orosz, német és angol. Magyar kötelező és legalább összesen 5
 vagy hat tárgyat kell hallgatni. Fizikához kötelező a matema-

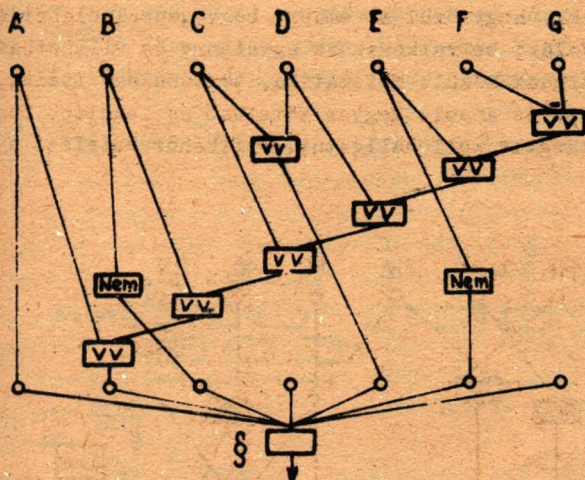


14. ábra.

tika. Ha oroszot vesz, nem vehet németet, mert az órák ütköznek.
 Történelem nem tetszik az illetőnek. Fizika és angol a követke-
 ző évfolyam miatt szükséges. Hányféleképp választhatja meg a tan-
 tárgyakat? A feltételek: $\text{non}T, F \supset Mt$, $O \supset \text{non}N$, F, A, M , végül a
 tárgyak száma 5 v 6 legyen. A feltételek egymással, mint mindig,

logikai szorzás viszonyában vannak. A "fogalmak összeszámlálására külön berendezés szolgál /1. alább/.

A példa közvetlenül nem adható fel a négy "fogalommal" dolgozó gépeknek, de minthogy a feltételek egy része csak egytagu, egyszerűsíthető: magyar, fizika, angol és matematika eliminálható, sőt a történelem is, tehát még egy vagy két tárgy szükséges, erre pedig marad csupán egyetlen feltétel: Ha felveszem az orosz, nem vehetem fel a németet. Ebből kitűnik, hogy két megoldás van csupán: MPAMtO és MPAMtN. /14. ábra/



15. ábra.

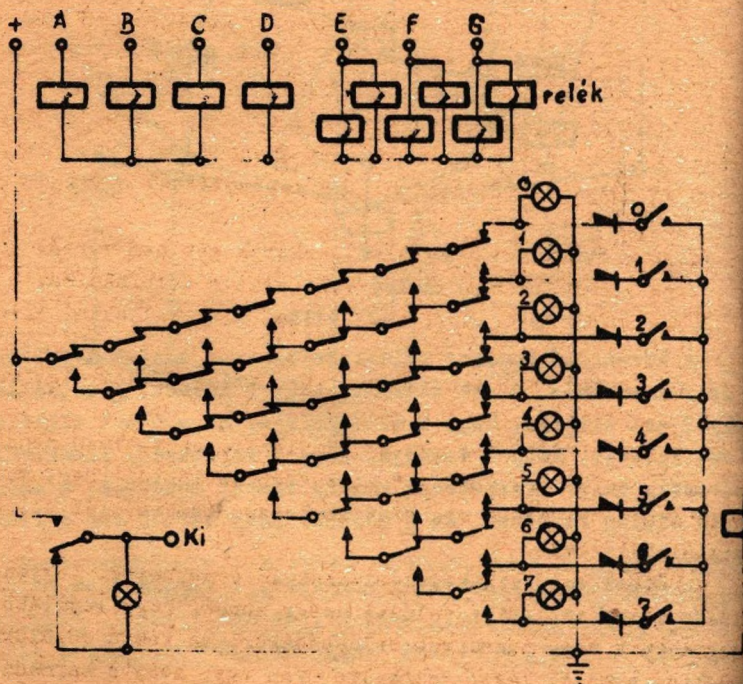
A következő humoros példát fejben nem tudjuk megoldani: B és E kereskedő. C azt állítja, hogy D mérnök. A azt állítja, hogy B azt állítja, hogy C azt állítja, hogy D azt állítja, hogy E azt állítja, hogy F tagadja, hogy G kereskedő. Azonkívül köz tudomásu, hogy a kereskedők mindig igazat mondanak, a mérnökök pedig mindig hazudnak. Ha A mérnök, hány mérnök van a fenti társaságban?

A nagybetűk jelentsenek mérnököt, a kicsik "nem mérnök"-öt, és ha pl. "A állítja, hogy X", ez azt jelenti, hogy "A mérnök, vagy X igaz", a kizáró "vagy" értelmében, melyet szerzője vv-vel jelöl.

Ennek alapján a kapcsolás az, amit a 15. ábrán látunk. Né megoldást kapunk, a mérnökök száma mindegyikben három: ADG, ACG, ACP. A logikai pianón közvetlenül nem kaphatnánk meg az eredményt, még akkor sem, ha a rudak száma 2×128 volna, mert a befoglaló zárjelek sorozatát előbb ki kellene fejteni.

A Ferranti gép itt ugyan nagy könnyítés, de a vv sorozat dugaszolása mégis előzetes fejtörést igényel. Kezdeni az F, G dugasszal kell. F tagadja, hogy G kereskedő, az egyértékű ezt F állítja, hogy G mérnök, tehát F és G a "kizáró vagy" viszonyban vannak egymással, tehát a vv doboz alsó kimenőhuzalán csak akkor van áram, ha a kombinátor a fenti két eset valamelyikét kapcsolja. Ha E kereskedő, akkor e két eset bármelyike kapcsolja az idekapcsolt ujjab vv dobozt; ha E mérnök, akkor egyik a és így tovább.

A "fogalmak" megszámlálását külön doboz végzi /16. ábra/



16. ábra.

Ha pl. azt a feltételt szabjuk meg, hogy öt vagy hat "fogalom" jelenléte okvetlen szükséges, akkor lenyomjuk az 5 és 6 gombot, mire az 5-ös vagy 6-os lámpa csak akkor fog kigyuladni, ha az A,B...G reléi közül öt vagy hat relé /bármily csoportosításban! / áram alatt van. A kontaktuspiramist ellenőrizve erről könnyen meggyőződhetünk.

Ezáltal lehetett a tantárgyokról szóló példában a tantárgyak számát is feltételül megszabni. A számlálást sokkal egyszerűbben, olcsóbban és "antropomorf" módon lehetett volna megoldani egy, az A-G soron végigfutó kontaktussal, melynek áramkörre kilincses számlálókereket hajt.

Az emberi gondolkozásban ritkán jön elő az összes kombinációk szisztematikus felsorolása. Erre nincs is agyi berendezésünk. Ez sok esetben gyarlóság és némely probléma megfejtését meg is nehezíti. Sakkrejtvények megoldása néha hetekig nem sikerül azért, mert a megfejtője nem próbálkozik szisztematikusán s emiatt azt hiszi, hogy már minden lehetőséget kipróbált, pedig tulajdonképpen valahol, hiányos feljegyzés miatt ismételtén átugrik egy csomó lehetőségen. Más, egyszerű gyakorlati esetekben a helyes lehetőségek ugyaszólván maguktól jelentkeznek, úgy hogy csupán ellenőrzésükre van szükség. Azonkívül a gyakorlatban legtöbbször elég egyetlen megoldás is. Ferranti a természetes gondolkozásra alapozva a gépet következőképpen kívánja "tökéletesíteni". A kapcsolásnak olyannak kell lenni, hogy

- 1/ ha a kombináció megfelel, akkor a gép nem variál tovább.
- 2/ ha nem felel meg, akkor változtat a kombináción.
- 3/ csak ott változtat, ahol valami a szabályokkal ellentézik.

E kapcsolást itt nem ismertetjük. Világos, hogy így valamennyi megoldást nem kapjuk meg.

A Ferranti társaság nem is remélheti, hogy olyan rendszerben, amelyben az eredmény csupán a kombinációktól függ, más úton is eredményt érhet el, mint az összes kombinációk teljes végig próbálásával.

A géppel valószínűségszámítások is végezhetők. Legyen egy példa a következő: Mi a valószínűsége annak, hogy legalább két fejet dobunk négy pénzdarab feldobásakor, ha kettő közülük normális, a másik kettő "cinkelve" van úgy, hogy a harmadik

kétannyiszor mutat irást, mint fejet s a negyedik kilencszázötvenkét irást tiz dobás közül?

Annak valószínűsége, hogy négy fejet dobunk, $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$. Ilyen mert az eredő valószínűség az egyes valószínűségek szorzata, az első fejet már többféle kombinációban dobhatunk, melyeknek mindegyikében más a valószínűsége, mert nem mindegy, hogy a fejet a jó, vagy a rossz, vagy a hamis pénzek mutatták. Két fejnél ugyanez az eset, végül egy fej esete a kérdést nem érdekli. Nincs tehát más hátra, mint az összes kombinációkat előállítani s külön kiszámítva valószínűségeiket, ezeket összeadni. Ha A, B a két jó pénz "fej" dobása, C és D jelenti a "fej" előfordulást a két hamispénznél, akkor ABCD azt jelenti, hogy egyik jó pénz és az 1/10 valószínűséggel hamispénz "fejet" mutat, a másik kettő irást. Már előre látjuk, hogy minden kombináció előfordul, kivéve azokat, amelyekben csak egy nagybetű van és amelyekben egy sincs, mert ezek a két esetben ki vannak zárva. A többinek valószínűségét ki kell számítani. Pl. az ABCd valószínűsége $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{9}{10} = \frac{18}{120}$. A többi ugyanígy kiszámítható /a nevező mindig 120/ s e valószínűségek összege 55/120-nak adódik.

A gépen a következő képlet szerint kell tehát dugaszolni: AB v AC v AD v BC v BD v CD, ahol v megengedő "vagy" és a betű párok szorzatokat jelentenek pl. AC az A és C logikai szorzata. A gép kiadja az érvényes kombinációkat /tizenegy van belőlük/, az aritmetikai részt a géphez csatolt számológép végzi.

Genetikus logikai gép [¶]

E gép teljesítménye az, hogy a fentiekkel szemben explicit adja meg a logikai kapcsolatokat. Bármelyik logikai gép után kapcsolva a konzisztens kombinációkból levonható eredményeket képletben adja meg. A jelenkori logikai gépek, melyek a konzisztens kombinációkat egymásután adják meg, közvetlen elékapcsolhatók, míg a logikai pianó, mely egy időben adja meg, csak közbeiktatott pl. fotocellás végigfuttatóberendezéssel.

[¶] T.Nemes: Logical machine for recognizing class and causal relations genetically. Acta Techn. Hung. Tom. VII. fasc. 1-2. 1953/beadvá 1951/.

Ha az Euler-Venn ábrát adjuk meg /ezt pontsorokkal lehet egyszerűsíteni/, a gép megadja a szillogisztikai szimbólumokat. Ulyenmódon arra is felhasználható, hogy időben egymásután többször előforduló A és B jelenségeken / melyek együttesen is megjelenhetnek/ megállapítja az implikatív / \supset / kapcsolatot, ha tényleg ok-okozati összefüggés van köztük. Ismertetését itt mellőzzük.

Az "igazságfüggvény kiértékelő" gép ^x

Az igen szűkszavu ismertetés a Rosenbloom-Lukasiewicz-féle újabb logikai jelöléseket használja. A relés szerkezetet pl. csupán tizenhét sorban ismerteti / az adat-tár egyetlen mágnesdobból és egyetlen akusztikus vonalból áll, az "evaluátor" részei a "specifier", a függvénykapcsoló és az eltoló /shifting/ regiszter /. Legfeljebb tíz változója lehet. A gépnek csak külső fényképét közli.

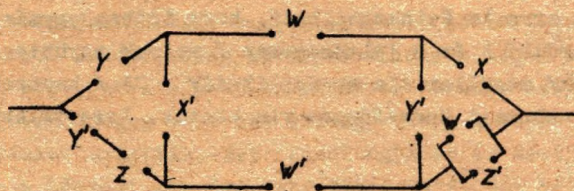
Relékör elemző gép ^x ■

A beadott kapcsolási tervre /legfeljebb négy relét tartalmazhat a feladat az ezidőszertint kivitelezett gép számára/ a gép igazolja, hogy a kapcsolás teljesíti-e a szándékolt feltételeket, azonkívül ha lehet, egyszerűsíti a kapcsolást, azaz a kontaktusok számát a minimumra csökkenti. A 17. ábrán feltüntetett feladatban a vesszős kapcsoló nyitva áll, ha a hozzátartozó vesszőtlen csukva van. A gép két percen belül elvégzi az egyszerűsítést /egy kontaktus megtakarítható/. Mennyi idő alatt végzi el ezt az olvasó?

A gépben 24 relé, két szelektorkapcsoló, 48 gázdióda és 14 Ge dióda van. Kapcsolási rajz nincs közölve, de a leírás jól érthető s csak helyszüke miatt mellőzzük.

^x Logical machine /Burroughs Truth funktion Evaluator/. Math. tables and other aids to computation. 1954, ápr.53.

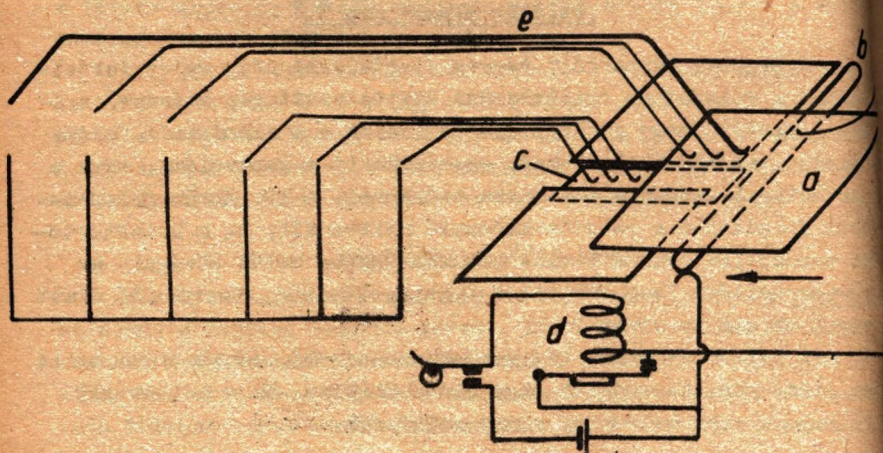
■ Shannon-Moore: Machine Aid for Switching Circuit Design. Proc. I. R.E.1953 okt. 1348.



17. ábra.

Statistikai gépek

Szorosan a logikai gépek közé kell soroznunk a Hollerith-gépeket. Egy lyukasztott kartonlapra 80x10 lyukhellyel 800 adatot /biner alakban/ jegyezhetünk fel lyukasztással, pl. 80 fő tulajdonságot 10-10 erősségi fokozatban. Ha pl. minden nyilván



18. ábra.

tartott lakoshoz tartozik egy kartonlap, akkor minden oszlopba egy tulajdonságot illetőleg annak fokozatait vagy mennyiségét jegyezhetjük fel lyukasztással /egyszerű villamosjegylukakról van szó/ pl. születési év, hely, lakóhely, állás stb. Az így elkészített lyukkártyák géppel igen egyszerűen szétválogathatók

bármelyik sajátság szerint. A Hollerith gép igen szellemesen és tanulságosan csupán egyetlen d elektromágnessel végzi el e műveletet /18. ábra/. Egy , az ábrán fel nem tüntetett továbbítószerszemet valamennyi kartonlapot sorjában végighajtja egy kontaktus előtt, amely a lap síkjában a haladásra merőlegesen beállítható, arra az oszlopra, amely szerint fajtázni akarunk. A lyuk azután az oszlopon más más időpontban engedi zárulni a kontaktust s így a mágnes más más papírhelyzetnél huzza le a c lágyvas orrtartót, s így a rugózott vezető-orrokból /e/ annyi esik le, amennyi a karton szélén kívül jut. A tovahajtott a karton így besiklik két orrvezeték közé és végigcsuszva végül is más-más fokozatskatulyába esik. Itt tehát adott halmaz egy részhalmazának kiválasztása történik; felfogható fajoknak osztályokból való kiválasztásaként is, tehát mindenképen a legszorosabb logikai művelettel állunk szemben.

A viszony és különbözőség meghatározó gép

A. Smee², a róla elnevezett normálem feltalálója, a lent idézett csupán 77 oldalra terjedő művében, éppen száz év előtt foglalkozott az elméműveletek mechanizálásának kérdésével. Előszavában maga is elismeri, hogy az egész mű csak a tárgy rövid körvonalzásának tekintendő. Az idegpályákat vagy azok kombinációit betűkkel jelzi s fölteszi, hogy egyben fogalmaknak fellelnek meg. A fogalmak kategorikus kapcsolatuk folytán Porphyrión-fája alakjában rendezhetők el /ő geometriai sor-nak nevezi/, legfelül a legáltalánosabb fogalommal. Ha pl. abcd idegizgalom-csoport mindig jelen van az "ember" érzékelésekor, akkor ez az A szimbolummal jelölhető, mint az a,b,c,d ágak közös törzsével. Igen röviden tárgyalja azonkívül a nyelvtani fogalmakat. Ezek kapcsolatát a következőkép jelzi pl.

$$\begin{array}{ccc} \overline{\text{JTC}} & \overline{\text{WED}} & \text{P} \end{array}$$

ami azt jelenti, hogy János és Tamás megmentették Vilmost /W/,

² Alfred Smee: The process of thought adapted to words and language. Together with a description of the relational and differential machines 1851.

azaz mentését D, /E, okozat/ okozták /C,ok/; s a mult időt P, t
zi. A vízszintes vonalak a fogalmak egymáshoz tartozására vonatko-
zólag adnak felvilágosítást. Ha egy nyelv összes szavait ka-
tegoriákba tennénk minden kölcsönös relációik szerint, akkor e-
rendszeret kapnánk, amely az elképzelhető leg-exaktabb alakja
ne a nyelvnek /állítja a szerzője/.

A "reláció-gép" tulvázlatosan van leírva, úgy hogy inkább
csak sejthetjük, hogyan működhetne. Bármilyen szerkezet, amely
képes arra, hogy az ábráján vázolt fogalompiramist úgy mű-
ködteti, hogyha valamely betűt megmozdítunk, akkor az alatta
szétágazó betűknek teljes mozgását átadja, míg a fölötte álló-
kat csak részben mozditja el, akkor az illető fogalommal relá-
cióban álló fogalmak mind ki vannak jelölve, illetőleg ha a ké-
szülék be van burkolva, valamely nyílásokon át a megfelelő be-
tűk előtűnnek. A felső betűk részleges elmozgása a "némely" je-
zővel jár. Smeé azt állítja, hogy hét-nyolc fajta ilyen szerke-
zetet állított össze, de már az elágazások csekély számánál is
a mozgatas mechanikailag annyira megnehezült, hogy nem remélhet-
te, hogy a szükséges fogalomszám mellett kivihető a gép. Ha fő-
tesszük, hogy az elágazások mind kétkaru emelők, akkor az előző
elmozdulásokat valóban teljesítik. Sőt, mechanikai felismerő-
szerkezetet kapunk, mert pl. A csak akkor mozog 1 cm.-t fölfel-
lé, ha a, b, c, d mindegyikét 1 cm.-el toljuk fölfelé s ilyenkor
egy, az A rudon elhelyezett egyetlen kontaktus áramzárással je-
lezheti, hogy az abcd feltétel teljesítve van.

Még szüksézvubban ír a differenciál-gépről, melynek célja
két állítás közti különbözőséget kimutatni. Ha a két összeha-
sonlítandó állítást egy-egy tartón sorbarakott rudacsok képvisel-
selik, akkor egymáshoz tolva a két keretet, különböző távolság-
ban akadnak meg. Az A rudacsok itt egységnyi hosszú, tehát ha
csupa ilyen rudacsok áll egymással szemben, akkor két egységnyi
a keretek közti táv az összetolásakor s ez "igen"-t jelent, a
két fogalomsor egyezik. Ha egy A egy B típusú áll szemben, 3
egységnyi közelebb egymáshoz nem juthat a két keret, s ez "va-
lószerűt" jelent; két B típus összekerülve 4 egységnyi távot a-
meg, ez a "lehetséges", végül összekerülő A és C típus 5 egység-
nyi távot megszabva "nem"-et jelent az egyezés kérdésében. So-
rozatos próbákkal az egyezés stb. az egész tárban könnyen kike-
reshető. De nem ismerteti világosan, minek felel meg az A, B, C

tipus? E tervvázlattal bővebben nem érdemes foglalkozni, mert nemcsak hiányos, hanem elhibázott is. A két "gép" csupán 13 oldalon tárgyalja.

Az idegműködésekre alkalmazható logikai számolásmód²

Mint hogy az idegműködés "minden - vagy semmi" jellegű, azaz bizonyos szempontból a relék működéséhez hasonlítható: vagy kapcsol, vagy nem, - az ideghálózatok működése propozíció - logikával tárgyalható. Az egyes neuronok működése pl. egy-egy propozíció jelével ábrázolható.

A neuron /régebben ganglion-nak nevezték nemcsak az idegducokat, hanem magukat a duc-sejteket is/ a somá-ból /sejttest/ és a hosszú axon-ból /tengelyfonál, idegfonál/ áll. A sejtek közti összenövés /synapsis/ mindig az egyik sejt axonja s a másik sejt somája közt található. Az ingerület átlépésének küszöbe van. Az ingerület sebessége az axonban függ az axon átmérőjétől. Egy m/sec-nél kevesebb a rendszerint rövid felépítésű vékony axonokban és több, mint 150 m/sec a többnyire hosszú tengelyfonalakban. Az ingerület iránya a synapsison át főleg az axonból a somába mutat. Nem ismerünk olyan esetet, melyben az inger egy egyszerű synapsison át kicsalt volna impulzust valamely neuronból, míg ellenben bármely neuron izgatható oly impulzusokkal, melyek elég számú szomszéd synapsisból érkeznek a látens addíció szakaszában /tehát 0.25 millisec.alatt/. Összegzés egyszerű neuronok esetében ennél hosszabb idő alatt nem fordul elő. Érkezés és kiadott impulzusok közti synaptikus késés több mint 0.5 millisec. Az idegimpulzus lefolyásának első részében a neuron teljesen refrakter minden ingerre. Ezután ingerelhetősége gyorsan visszatér sokszor a normális fölé is, ahonnan azután először egy subnormális értékre süllyed, ahonnan végül lassan a normális ingerelhetőségi állapotba tér vissza. Ismételt tevékenység növeli a subnormális viselkedést. Mindezt az inhibíció befolyásolja legerősebben. Inhibíció a befejezése /megszüntetése/ vagy előzetes elhárítása /gátlása/ valamely neuroncsoport működésének egy másik csoport egyidejű vagy előzetes működése által. Napjainkig úgy magyarázták e jelenséget, hogy feltették, hogy a má-

W.S.McCulloch, W.Pitts: Bull. of Math. Biophys. V. kötet, 1943.

A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity.

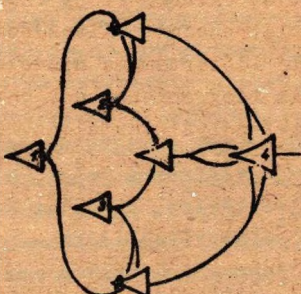
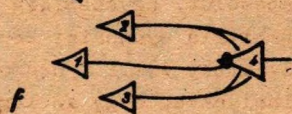
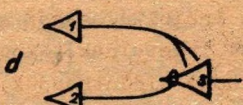
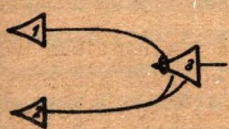
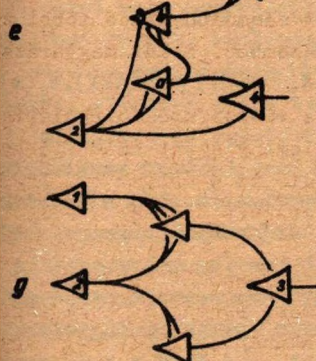
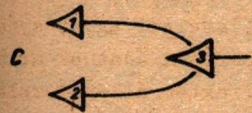
sik neuroncsoport előzetes működése oly módon emeli a közvetítő neuronok küszöbét, hogy ők nem tudnak többé ingereket felvenni az első csoport neuronjaitól. Ma ismerünk oly inhibíciókat, melyek 1 millsec-nál rövidebbek s ez kizárja a közvetítő neuron feltételezését. Fel kell tehát vennünk oly synapsisokat, melyek közvetlen inhibítálhatják ama neuront, amelyet egyéb synapsisok impulzusai ingerelnek. Míncs eddig kísérleti adatunk arra vonatkozólag, hogy eldönthessük, hogy a refrakter állapot relatív- vagy abszolút. Egyszerűség kedvéért feltételezzük az utóbbit. Az inhibítáló synapsist képzeljük el olyannak, amely oly anyagot termel, amely emeli a neuron küszöbét, vagy olyannak, amely úgy van elhelyezve, hogy az ingerléséből származó helyi változás ellenhatást váltson ki az ingereket más módon átadó többi synapsis által létrehozott változásokkal szemben. E két magyarázat az inhibíció időtartamára nézve eltérő.

Az idegrendszer sok önmagába visszafutó /cirkuláris, regeneratív/ pályát tartalmaz. A közlemény ezért külön tárgyalja a körök nélküli és körös hálózatokat. Az előbbiek eredményeképpen a logikai számolás céljából a következő önkényes fizikai megállapításokat tesszük:

1. A neuron működése "mind-vagy-semmi" folyamat.
2. Bizonyos meghatározott számú synapsist kell ingerelni a látens összegzés időszakában avégből, hogy egy neuront ingerelhessünk s e szám független az előző működésektől.
3. Az egyetlen számottevő késés a synaptikus késés.
4. Minden inhibíciós synapsis működése abszolút.
5. A hálózat felépítése az időben nem változik.

Ezek alapján R.Carnap "II. logikai nyelve" szerint, de némi változtatásokkal, a logikai rendszer felépítése következik a közleményben, amelyet azonban helyszűke miatt nem közlünk. Figyelemreméltó azonban az időfüggvény egyszerű kiképzése, ami az ábrákkal kapcsolatosan könnyen érthető:

N_1 az 1-edik ganglion működésfüggvénye. Az időpontokat a synaptikus időegység számával jelöljük.



19. ábra.

- 19a. ábra $N_2(t) = N_1(t-1)$
- 19b. " $N_3(t) = N_1(t-1) \vee N_2(t-1)$
- 19c. " $N_3(t) = N_1(t-1) \cdot N_2(t-1)$
- 19d. " $N_3(t) = N_1(t-1) \cdot \text{non } N_2(t-1)$
- 19e. " $N_3(t) = N_1(t-1) \vee [N_2(t-3) \cdot \text{non } N_2(t-2)]$
 $N_4(t) = N_2(t-2) \cdot N_2(t-1)$
- 19f. " $N_4(t) = [\text{non } N_1(t-1) \cdot N_2(t-1) \vee N_3(t-1)] \vee [N_1(t-1) \cdot N_2(t-1) \cdot N(t-1)]$
 $N_4(t) = [\text{non } N_1^3(t-2) \cdot N_2(t-2) \vee N_3(t-2)] \vee [N_1(t-2) \cdot N_2(t-2) \cdot N_3(t-2)]$
- 19g. " $N_3(t) = N_2(t-2) \cdot \text{non } N_1(t-3)$
- 19h. " $N_2(t) = N_1(t-1) \cdot N_1(t-2)$
- 19i. " $N_3(t) = N_2(t-1) \vee [N_1(t-1) \cdot (\exists x)(t-1) \cdot N_1(x) \cdot N_2(x)]$

A 19. ábrán a megfelel a "csak ha... akkor" vonatkozásnak, a kétágu végfácaska jelzi, hogy egymaga is elég a második neuron gerjesztésére. A képlet azt is megmondja, hogy az első neuron egy szinaptikus időközrel előbb van ingerelve, mint a második. A b kapcsolást szekációs "vagy"-nak nevezik. A kétágu végfácákák jelzik, hogy az 1 és 2 neuron egymástól függetlenül, egymaga is képes gerjeszteni a 3-at. A c ábra a konjunkciót, logikai szorzást ábrázolja s az axonok egyszerű végződése jelzi, hogy egyedül nem képesek a 3-at ingerelni, hanem csak ketten /vagy többen/ együttesen. A d -ben a 2 neuron inhibíciós synapsissal csatlakozik a 3 neuronhoz, tehát a 3 csak akkor gerjed, ha 1 ingerelve van, de 2 nincs ingerelve. A kapcsolás tehát exzitáció és tagadás szorzatát ábrázolja. Az e összetettebb, időtől függő logikai kapcsolatot mutat. Az f a már ismert elemekből "relatív" inhibíciót állít elő, azaz a 2 és 3 együtt mindegyikük képes gerjeszteni a 4-et, de egyenként az 1 meggátolja őket. A g esetben az 1-et két ingernek kell érnie egymásután, hogy a 2 továbbvezesse az ingerületet. Az i kapcsolásban a 2 egymaga is elindíthatja a 3-at, de ha egyszer együtt fordult elő az 1 és 2, akkor a középső neuron állandó visszacsatolásba kerül s ezután már az 1 egymaga is gerjesztheti a 3-at.

Meg kell jegyeznünk, hogy a fenti ábrák hipotetikusak és egyáltalán nem bizonyos, hogy az idegek kapcsolása anatómiailag is olyan, mint az ábrák mutatják, pl. a hurokalaku inhibíciós végtáncsa nincs kimutatva stb.

Hangok és látási alakzatok értékelése*

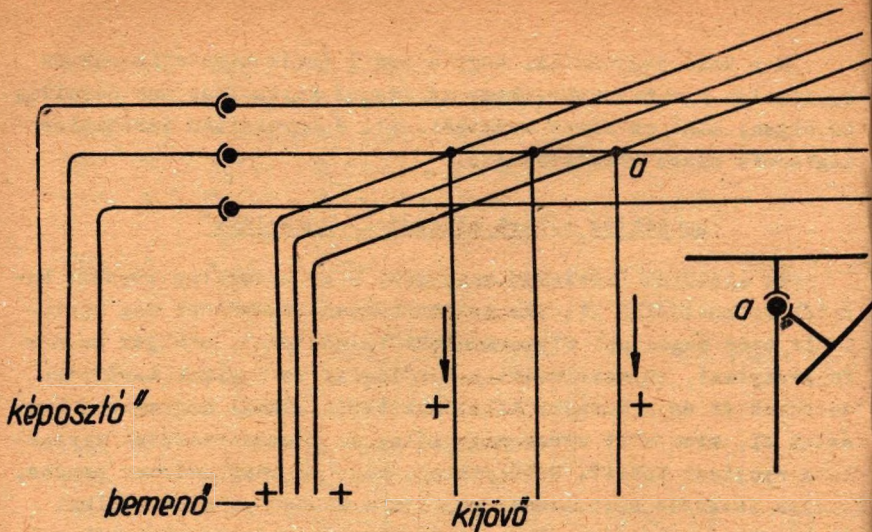
Az alábbiak érdekesen mutatják, hogy orvosilag képzett kutatók az anatómiai leletek nyomán hogyan kísérelnek meg spekulatív úton megoldani olyan műszaki feladatokat, amelyek ma már függvénytani, halmazelméleti, topológiai és logikai területre toldódtak át és a mérnöki alkotások terén sokkal magasabb fokot értek el, mint amit erre vonatkozólag az idegszerkezetek vizsgálata nyújtani tudott. Kétségtelen, hogy az idegrendszer pontos, teljes ismerete egycsapásra megoldaná az összes kybernetikai problémákat, előttünk állna az értelem szerkezete hiánytalan tervrajz alakjában és egyszerű lemásolással a legbámulatosabb automatákat konstruálhatnánk. Sajnos ettől még messze vagyunk; igen sokat remélünk azonban az elektronmikroszkópiától és az ezzel párhuzamosan haladó egyéb anatómiai kutatásoktól.

A közlemény két hipotetikus idegszerkezetet ismertet, az egyik hangközöket, hangzatokat ismer fel tekintet nélkül a hangmagasságra, a másik látási idomokat tekintet nélkül azok nagyságára.

A fül bazilár-membránjából kiinduló ideghálózat végállomása az agykéreg Heschl gyurasában van, a hangok magasság szerint a tekervény hosszában /2-3 cm. hosszban/ helyezkednek el, az alacsony hangok a külső mellső végre jutnak. Az oktávok egyenlő fizikai távolságoknak felelnek meg. Az anatómiai szerkezetből a 20. szematikus ábra szerkeszthető. A bemenő ingerület /az ábrán egy hangköz két + jellel jelölve / elhalad ferde irányban egy "képosztó" hálózat előtt, amely a thalamusból kap impulzusokat oly módon, hogy mindig csak egy vízszintes axon van bekapcsolva és sorjában, gyors egymásutánban minden vízszintes axon sorra kerül. Így a bemenő hangköz végigcsátál az egész skálán, mindig megmaradva ugyanazon hangköznek, míg végre rátalál

W.Pitts, W.S.McCulloch: How we know universals. The perception of auditory and visual forms. Bulletin of math. biophys.

Vol 9.1947.

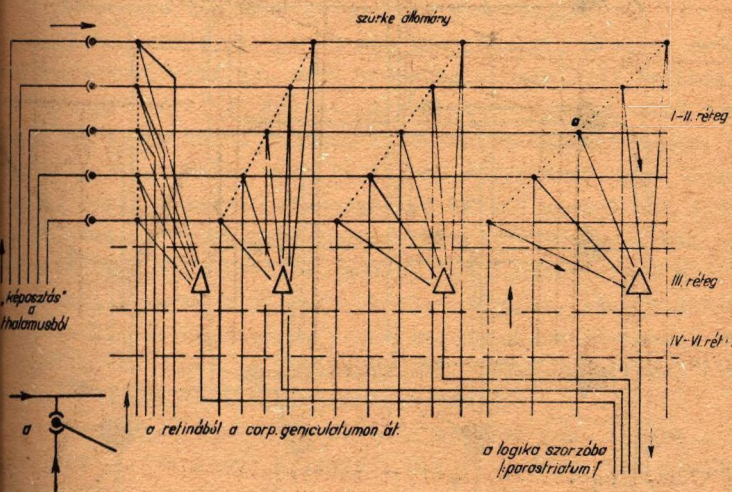


20. ábra.

arra a kimenő csoportra, amelyen raktározva van. A képosztó rezgésszámát az alfa-ritmussal tartja azonosnak.

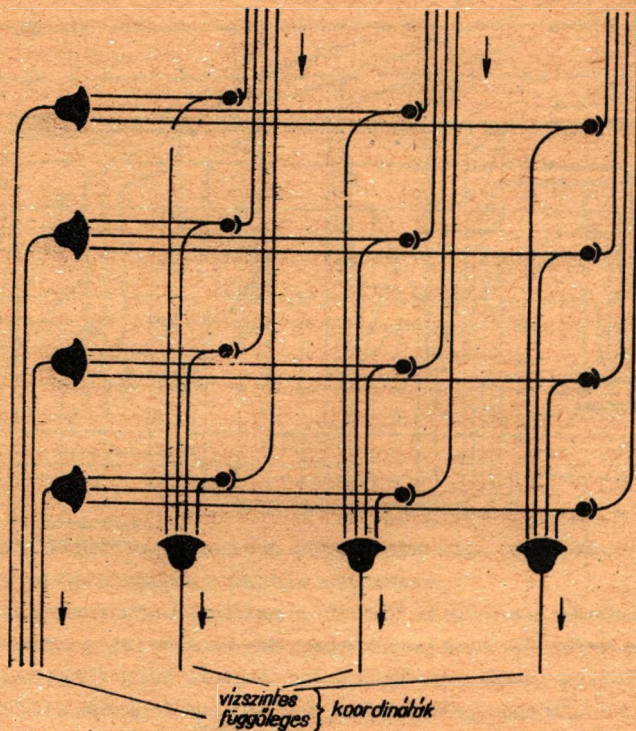
Az alaklátásra vonatkozólag a cortex szerkezete hasonló megoldásra utal. A jelentékenyen egyszerűsített 21. ábra mutatja a thalamusból jövő kereső "képosztó" axonokat, melyek különböző területű mezőket kapcsolnak a III réteg egyenlő területű mezejére, amíg meg nem találják a "normáliát" ahol logikai szorzással csakis a megfelelő alakra történik reakció. A foveából jövő axonok a vázlaton alul vannak ábrázolva.

A transláció a közlemény szerint a szemgolyó egyszerű ráirányításával történik, miáltal a felismerendő idom képe a foveára tolódik. /A valóságban nemcsak így tud szemünk felismereni, hanem merev szemmel a retina oldalsó területével is/. E célra a síkban jelentkező ingerületet két "koordinátóra" kell bontani, s ezt a 22. ábra szerint valószínűsíthetjük. A retinából jövő minden egyes axon egy-egy bipoláris gangliont gerjeszt, melyek egyik ága visszintesen halad egy gyűjtő duc-sejthez, másik ága függőlegesen halad egy másik ilyen sejthez. Ez utóbbi sejtek a közös sorba illetőleg oszlopba tartozó axonokat magukra gyűjtik s így minden egyes retinapont ingerülete két koordi-



21. ábra.

Át-axont fog végeredményben ingerelni s ezáltal saját helyét elzi. Az így elosztott ingerületekkel a vízszintes és függőleges szemizmok egyszerű módon gerjeszthetők. Mérnök olvasóink fogják megmosolyogni ezt a nehézkes szerkezetet. /dióda-matrix rossz helyen való alkalmazása/. Egy síkvezérlésű szerberendezés koordináta-transzformátorául sokkal egyszerűbb ét folyadék vályut alkalmazni, amivel egyuttal a szervóknak a ávolsággal arányos gerjesztése is meg van oldva a legkevesebb szalszámmal.



22. ábra.

Automaták, állatmodellek

Bár egyáltalán nem sorozhatók semmikép sem szorosan a logika körébe, szokás szerint említést kell tenni róluk. E játékok eredete az ókorba nyúlik vissza a rejtett helyről zsinórral mozgatott bábokig. Ilyenek voltak az egyiptomi bölintő istenszerek, az arab mozgó bábok, a Jávában ma is divó ősi wayang árny és bábjátékok, sokszor többszörös ember nagyságu, a báb testéből vezetett zsinórokkal mozgatott tagu alakokkal, melyek semmibe sem állnak mögötte elvben a jelenkori elektromos távvezérlésű "gépeberek"-nek.

A rugó feltalálása után különösen nagyobb órákon alkalmaztak egyszerűbb mozgásokat végző bábokat, később megkezdődött

rugóra járó állat és emberalaku játékok divata pl. uszó hattyu, mely uszásközben jobbra-balra nézeget stb. Mindezek primitív szerkezetek, melyek egyetlen munkaprogramot darálnak le s így vezérlés tekintetében megegyeznek pl. egy automata-szerszámgéppel, mely egyetlen munkafolyamatra van beállítva.

Új korszakot nyitottak meg ama játékok, amelyek programja változtatható volt pl. Droz író-babája, amellyel tetszés szerinti szöveget lehetett íratni, mert kettős /alárendelt/ vezérműve volt: az egyes betűk számára külön-külön munkaciklusok, és a betűk kiválasztására való "felsőbb" sorrendkapcsoló. Jaquardnak /1801/ éppen e haszontalanságoknak látszó készülékek adták meg az ötletet korszakalkotó lyukkártyás szövőgéphez. Mai napig is a lyukkártya az a gépelem, amely: "pillanatok alatt előállítható vezérmű". Lemezes kintornák, betűszedőgépek, statisztikai gépek, elektronikus számológépek egyik legfontosabb gépeleme, mely utóbbiak már maguk is lyukkártyákat tudnak készíteni, amennyiben az eredményeket lyukkártyán adják ki.

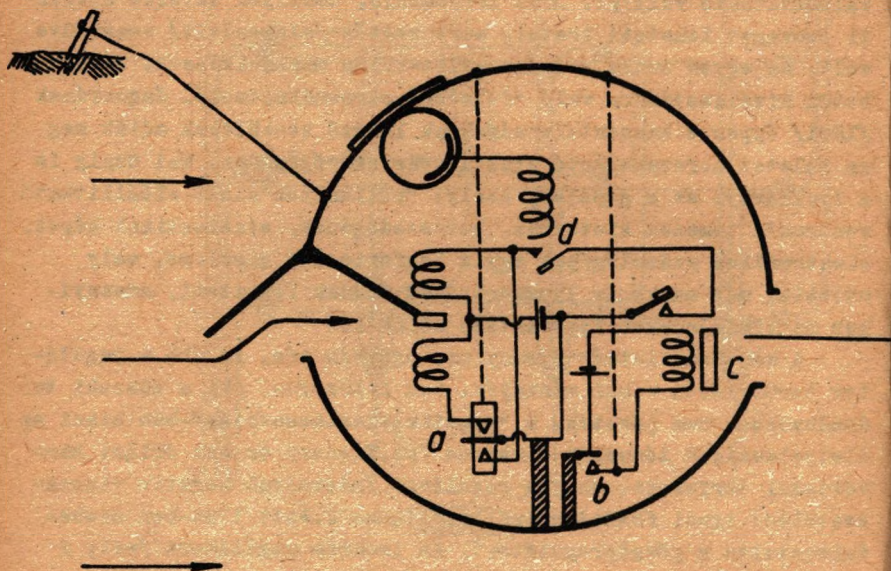
A mai "műállatkák" irányzata egészen más, inkább a regulátor területéről veszi mintáját. Sok filozófus, aki a műszaki tudományokban nem járatos, a "negatív visszacsatolás"-ban hiszi az életjelenségek lényegét elrejtve /pl. Wiener/ és ezt óriási hírveréssel terjeszti. Hogy a regulátor /másszóval negatív visszacsatolás/ igazi felfedezőiről szóljunk: J. Watt 1784-ben szabadalmaztatta a gőzgépregulátort. Az izodróm regulátort /mely a terheléstől független 0 ponttal bír/ már 1893-ban ismertette Stodola; ez tisztán fogaskerekes megoldásban is kivitelezhető. Ezután az iparban a mechanikai, hidraulikus és elektronikus szervós szabályzók korszaka következett melyek berendezései sokkal komolyabb tanulmányok, mint az alábbi primitív modellek. Ha egy tanulmányos idegrendszer-analogont akarnánk ismertetni, mely teljesen van negatív visszacsatolással, akkor pl. a Szovjetunió valamelyik teljesen automatikus gyárberendezését kellene leírunk.

Lux "véglénye"

Egyesített véglény egyszerűsített modelljét képezi ki lapos, lárt gummi-henger alakjában, melynek két nyílása van. Az egészet lassan folyó patakba horgonyozva képzelem úgy, hogy laposan

F. lux: Gehirn und Seele. 1920.

uszik félig vízbe süllyedve. Ha sok víz hatol belé /tehát tulsok a víz által hozott szerves táplálék amelyet a véglény in effigi megesz, /akkor a gummiburok kiduzzad és a szaggatott vonallal jelzett /23. ábra/ rud kontaktust zár /a/ és a száznak kinevezett ajtócska szűkíti a nyílást; kevés víz esetén nyitja /negatív visszacsatolás/. E "véglény" már a Pavlov reflexe szerint



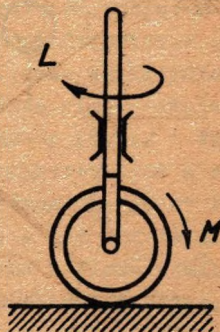
23. ábra.

"tanulni", "emlékezni" is tudott: Ha nagyobb vízhullám jön, mely veszélyesen kitérít a gummiburkot, akkor a b kontaktus is zár és a c mágnes kontaktusa révén az ajtócska csukódik /feltétlen reflex/, de minthogy a c jóideig permanens marad, ha ezidőben a fotocella /melynek teljes áramkörét nem rajzoltuk fel/ a nagy hullámot a víz csillogásáról /! / észreveszi, már előre zárja d kontaktus révén az ajtócskát /feltételes reflex/.

E régi modellt azért említettük meg, mert az alább felsorolt mai hangzatos nevű "műállatok" /helyesebben reflex-modellek/ semmivel sem tudnak többet a csak annyiban ujak, hogy erősítőcsövek vannak. Hangsúlyozzuk ismételten, hogy gyárak, hajó repülőgépek stb. regulátorberendezései sokkal magasabbrendű "ki-bernetikai" munkát végeznek.

Machina speculatrix ³

A pozitív és negatív fototropizmus bemutatására alkalmas, kis készülék mindössze két erősítőcsövet, két motort, egy fotocellát, egy érintőkontaktust és két telepet tartalmaz. Hasonló összeállítás volt valamikor a közismert Philips-kutya, amely két, hídba kapcsolt fotocella és erősítő révén a fény felé haladt. A kis kocsi /tricikli/ három kereke közül a két hátsó szabadon fut, az első a 24. ábra szerint az M motor hajtja és függőleges kormánytengelyét az L motor forgatja mindig ugyanazon értelemben. A működés ezután a kapcsolási rajz /24a. ábra/ és az alábbi táblázat alapján könnyen követhető. A táblázatban 1 bekapcsolt, 0 kikapcsolt állapotot jelent, R_1, R_2 relét /illetőleg a relék r_1, r_2 kontaktusait is/ L, és M a motorokat jelenti. Az 1/2 állásban az izzólámpa mint gyengítő ellenállás van bekapcsolva.



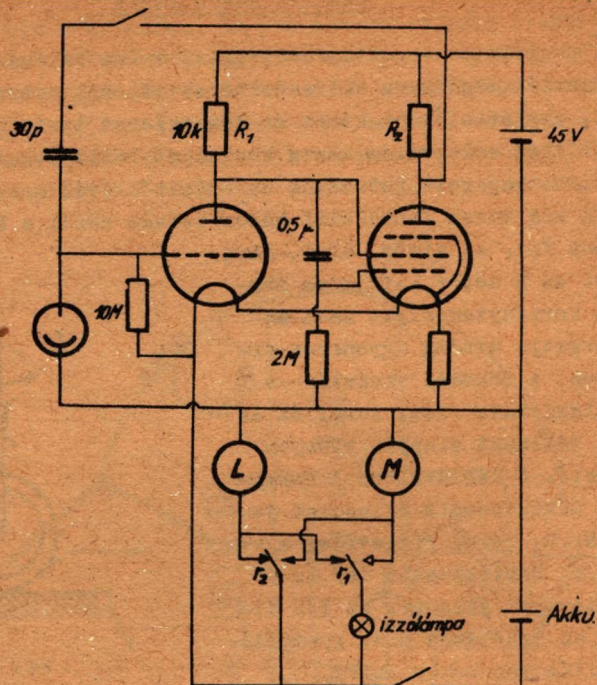
24. ábra.

	R_1	R_2	L	M
Sötét	1	0	1	1/2
Fény	1	1	0	1
Vakítás	0	1	1/2	1
Érintés	1	0	1	1/2
	0	1	1/2	1

Az

Elmer /elektro-mechanical robot/ és Elsie /external light sensitive, internal-ext. stab./ jelű teknősbéka alakú kis kocsik általában kis köröket irnak le s ezáltal fotocellájuk minden irányba fordul. Ha fényforrással kerülnek szembe, a kormány kiegyenesedik, úgy, hogy a fény felé haladnak. Ha a fény tulerős, akkor hátat fordítanak a fényforrásnak, tehát távolodnak tőle. Ha akadályba ütköznek, a bura egy kontaktust zár, mely az erősítő két csövet multivibrátorral köti egyidőre s ezalatt nem reagál a fényre, hanem megfordul és újra keresőmozgásokat végez.

W.Gray Wálter: An imitation of liefa. Scientifie am 1950, máj.43.



24a. ábra.

Két lámpa közt egy ilyen készülék ide-oda vándorló mozgást végez. Ha a saját akkumulátorának töltése kifogyóban van, akkor a erős fény felé is közeledik s ez felhasználható arra, hogy saját töltőállomásához "hazatérjen". Ha magára a készülékre teszünk lámpát és eléje tükröt állítunk, a tükr felé közeledik, majd távolodik; bonyolult mozgásokat végez két, lámpával felszerelt készülék egymás körül.

Mindez azonban csak külső megjelenésében "önálló" állati mozgás, a tétova cikloidális futás inkább a rulettgolyó vak futásához hasonlítható, s az akadályoktól /asztal széle/ a közismert mechanikus műgér tudatosabbnak látszó mozdulatokkal menekült. Szerzője szerint abból, hogy előre nem tudható, mit fog a gép csinálni, következik, hogy szabad akarata van; - erre azt feleljük, hogy a szabad akarat definíciója nem az, hogy az

határozást kívülről nem lehet kitalálni; hiszen akkor bármely zárdjátéknak vagy szerencsekeréknek szabad akaratot kellene tulajdonítanunk.

Machina docilis^x. A Pavlov-reflex gépesítése

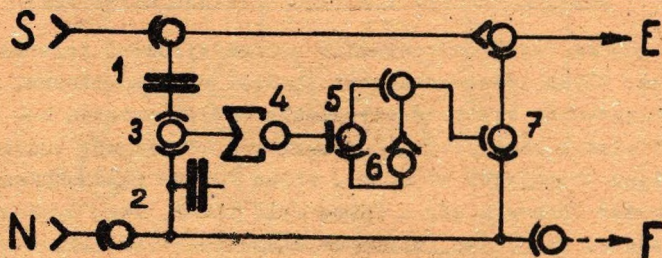
E gép az egyik legfontosabb reflexfejlődési jelenséget ábrázolja. Olyan idegszerkezetet ábrázol elektronikusan, amely az alkalmazkodás egyik legegyszerűbb módját mutatja be. A gép, amely külsőre megegyezik az Elmerrel a következőt tudja: Ha bármilyen hangjelet adunk pl. sipba fujunk mindannyiszor, amikor keresés közben a gép a lámpa felé indul, azaz egyidejűleg a lámpa világítás is van jelen, bizonyos számú ismétlés után a sipjel a lámpa felé irányában fennálló irányban fog haladni akkor is, ha a lámpa kioltva tartjuk. Ezáltal a sipjellel kormányozhatjuk a gépet bármely irányban, a gép tehát a sipjelet a lámpa "helyébe" tartja. Ha ezután ritkábban jön elő a sipjel, a gép elfelejti az irányítást és újra csak a közvetlen fototropizmus reflexe uralkodik. Ha a sipot olyankor fujjuk meg, amikor a gép akadályt érint, a gép hasonlóképpen megtanulja, hogy a fütty az akadály előjele és így előre megteszi a hátráló és kitérő mozgásokat. A gép tehát figyelmeztethető lesz az akadályra. Ha a figyelmeztető jel azután ritkábban fordul elő, a gép ezt is elfelejti.

E jelenséget először I.P.Pavlov vizsgálta és az így összekötött két reflex elnevezése is tőle származik. Specifikus /unconditionál, feltétlen/ az a reflex, amelyiknek reakciója megmarad, például a röntgen példán a fény-mozgásreakció; neutrális /conditionál, feltételes/ az a reflex, amely mintegy a másik elé, mint például az előfogat kapcsolódik, a fenti példán a hang érzéklése. Az "összekötés" után a neutrális éppúgy fogatosítja ugyanazt a reakciót, amelyet azelőtt csak a specifikus végzett. Hogy adott esetben melyik reflex a neutrális és melyik a specifikus, azt a munkaprogram innervációja szabja meg, amelybe a kérdéses reflexek fizikailag be vannak osztva. Pavlov kutya kísérleteivel szemben az étel felmutatása megszabta az állat egész munkaprogramját és az is, az egyidőben megszolgáltatót sip viszont semmiféle összerendeltséget nem indított meg, mert ilyenek a kutya agyában még nem voltak, tehát nem is vehették át a vezetésként a már működő vezérléstől; tehát a sipjel lesz az "előfogat". Az állatidomítás-

W. Grey Walter; Scientific am. 1951, aug. Co.

nak ez a módja gyakorlatilag már ósidők óta ismeretes.

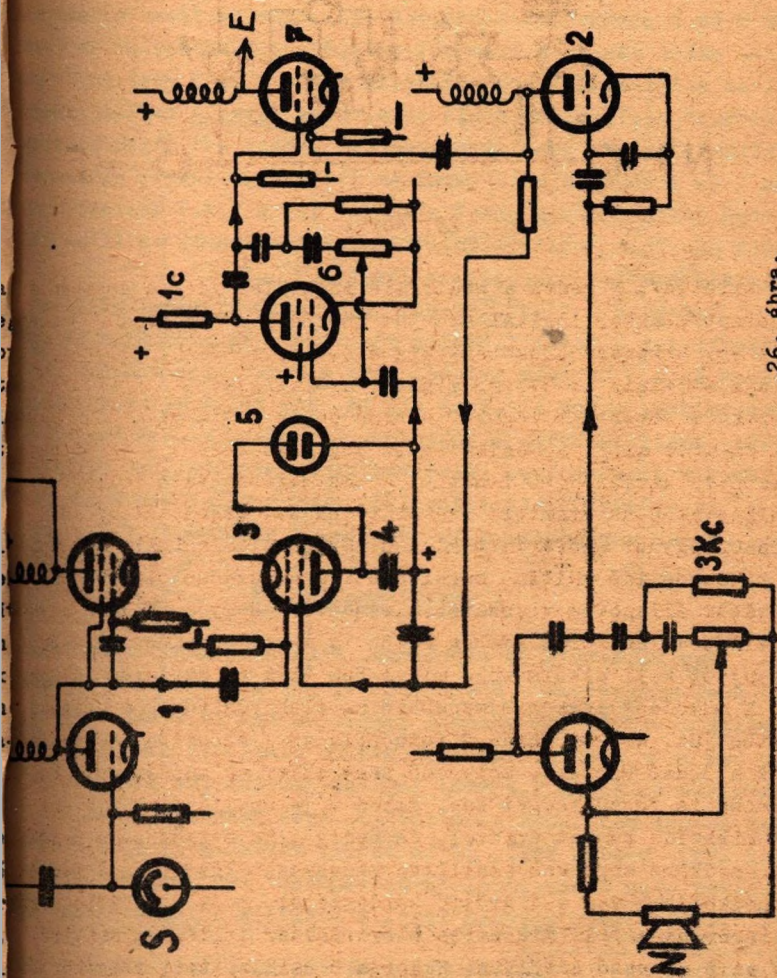
A tanulás e legegyszerűbb módjának idegmintáját a 25. ábra mutatja. S legyen a specifikus ingerület /jelen esetben a fény



25. ábra.

vagy érintés/, N pedig a neutrális ingerület /jelen esetben a hangérzet/, akkor logikai szorzat képződik a 3 pontban, összegződés egy bizonyos küszöbértékig a 4-ben, a küszöb átlépésekor kioldás történik az 5-ben, miáltal a 6 visszacsatolt körben tartós rezgés révén a 7 logikai szorzó egyik tagja állandóan jelen van. Ha most az N, a másik tag is megjelen, akkor az E mozgató reakció is kiváltódik. Tehát az N egymagában való fellépése kiváltja az S-hez tartozó reakciót, ha ezt megelőzőleg S és N többször együtt előfordultak. A 6 körben alkalmazott csillapítás bizonyos idő múltán megszünteti a visszacsatolást s ezzel a kezdeti állapotba visszatér a rendszer. Hogy az N és S együttes előfordulásakor N időben előbb is megjelenhessen, a 2-ben jelnyújtót kell alkalmazni, míg 1-ben elég ha differenciálunk.

A működést legkényelmesebben az elektronikus kapcsoláson követhetjük. Az 26. ábrán S fotocella az 1 erősítőn át csatlakozik a 3 cső rácására, mely cső csak akkor ad anódáramot, ha fékrácsa is feszültséget kap. Ezt a 2 jelnyújtóból kapja, ha az N mikrofon hangot érzékel, és pedig 3 kc rezgésszámú hangot, mert anódköre erre van beállítva visszacsatolással. A 3 pentóda anódkörében van a 4 gyűjtő kondenzátor, mely csak többszörös S-N inger után /pl. tiszteres előfordulás/ telik meg annyira, hogy az 5 neoncső kisüljön. Ekkor a 6 csillapított rezgőkör indítólként kap s hosszú ideig rezgő állapotban marad. Ezalatt a 7 pentóda fékrácsának pozitív feszültséget adván, a cső mindany-



26. ábra.

nyiszor anódáramot ad, ahányszor N jel érkezik. Akadálya utközésekor a T kontaktus multivibrátor kört állít elő, amely az Elmer-nél leírt hatást váltja ki. Az 1 és 3 közti differenciáló kapcsolás eliminálja a S időtartamát, úgy, hogy a 4 kondenzátor N és S együttes előfordulásaihoz csak pillanatnyi lökéseket kap s így szabályosan "számlál".

Az idők beállítása a 4 és 6-ban statisztikai feladat: Ha S és N gyakrabban fordulnak elő, mint teljesen hazard módon, csak akkor szabad a küszöböt átlépnünk. E kapcsolat annyiban tér el az állatokétól, hogy hiányzik még a 2 és 3 közt egy "tanulólánc" amely módot nyújt arra, hogy bármely reflex /nemcsak a feltüntetett N/ csatlakozhasson az S-hez, sőt ilyen hálózatnak az 1 és 3 közt is kell lenni az élettanban ismert általános érvényű "takarékoság elve" alapján. Így a 3,6,7 durendszerből csak annyinak kell készenlétben lenni, amennyi az állat életében előreláthatólag használatba jöhet.

Ismerünk a "docilis"-nál egyszerűbb élettani működést is a primitív állatok fiziológiája terén. Ha elhagyjuk az egész N részt és a 3 helyébe triódát téve a 7 cső alsó rácsára az S-et kapcsoljuk, akkor előttünk áll pl. egy csiga egyik ösztönszerkezete, amelynek révén a többszöri érintésre másképp reagál, mint az elsőszöri érintésekre. /Nevezhetjük a "megsokallás" reflexének./

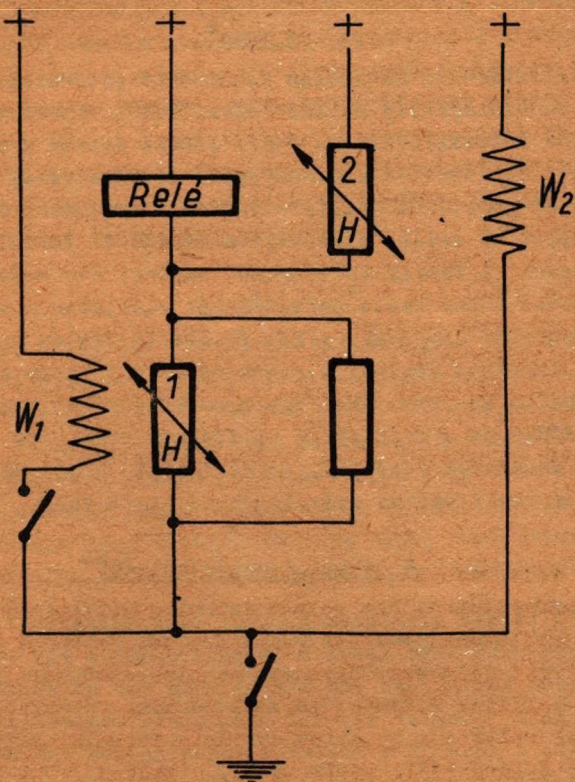
Az állatvilágban valószínű, hogy a 6-nak nem külön szerkezet, hanem anyagcsere által végbemenő szétbomlás felel meg.

A bécsi "műteknős"²

Egy változata az előbbinek. Mint szigorlati terv szerepelt a bécsi Műegyetemen. Nem sokban tér el az előbbitől. A Pavlov-reflex készülékének műszaki megoldása más és ennek elmélete jobban ki van dolgozva. Ugyanezt az elméletet már 1951-ben már kifejtve találjuk T.Nemes: Logical machine for recognizing class and causal relations genetically. Acta Techn.Hung.Tom.VII.fasc. 1-2.1953, beadva 1951. 15-ik oldal, cikkében /v.8. 11. ábra az osztrák cikk 4 ábrájával és szövegével/ amelyet az osztrák szerző természetesen agyonhallgat. A kivitele a kapcsolásnak azonban

² E.Eichler: Ein umweltabhängiger Automat. Radiotechnik 1955 5/6, 173.

más, csőmegtakarítás szempontjából középértékképzésre hő-ellenállásokat használ, amelyek néhány percig tartják megváltozott ellenállásukat. A feladat az, hogy hangjelre megálljon és hátráló, majd kitérő mozgást végezzen a gép, mintha érintette volna az akadályt. Tehát a tanítás úgy megy, hogy mikor akadálynak fut, fűtyölni kell. A 27. ábrán W_1 hevítőtekercsre közösen kerül rá az érintés és hang árama, a hang egyedül kerül a W_2 -re, /az érintést itt elhanyagolja/, a 2 ellenállás tehát sőtöli a relét és ellene hat az 1 hőellenállásnak.



27. ábra.

Észrevehetjük, hogy egy kis eltérés van Pavlov kísérletei és az itt meglehetősen szerencsétlenül választott minta közt. Amikor ugyanis a kutya látja a húst, megindul a nyálfejlődés s a

helyes tanítás alatt, amikor ezt az új reflexet erősíteni akarjuk, a húst a kutyának mindig oda is kell adni, mert csak így jár együtt a két inger. De a "műteknős" esetében, amikor a fűttyjelet olyankor adjuk meg, amikor az akadály ugyan ott van, de a már előre elkanyarodó műteknős nem érintheti, tehát a helyes betanítás során sincs együtt a fűtty és érintés, a gép akkor is felejtteni kezd, amikor még tanulnia kellene. A Lux "vég-lényé"-nek hullámjelzője szerencsésebb példa: a hullámot fényvel előre jelzi, de azért megkapja a hullámot is, amelyet érzékelnie kell.

A Squee^{III}

Kiállításokon hatásosan bemutatott játékszer. Két keréken és egy csuszólapátján haladó doboz, felül vízszintes síkban forgó kettős fotocellával. Ha fehér labdát dobunk a padlóra, a gép odagurul, felveszi és a szoba egyik sarkába viszi /szerzője evvel a mókus diógyűjtését akarja utánozni/. E fészek: fémlemez a padlón, melyet ha érint, elereszti a labdát és fordul vissza új labdát keresni. A fészek váltóáramu lámpával van megvilágítva, a sötét padló többi része pedig /tehát valójában a megfogandó labda/ egyenáramu lámpával. A két fotocella /relés motorokkal/ pontosan a labdához vezérli a szerkezetet úgy, hogy a labda a nyitott lapátba csuszik, ahol egy nyomókontaktust megnyomván a lapát csukódik és a fotocellák váltóáramu erősítőre kapcsolva a squeet a fészekhez vezérlik. Amint látjuk, a gép munkaprogramja mélyen az elektronikus számológépeké alatt áll.

A labirint-megfejtő gép^{III}

Beállítható alumíniumlapokból tetszésszerűen utvesztőbe egy háromkerékű apró kocsi helyezhető, amely egy rudmágnest hord és az elején kontaktust adó réz-bajusza van az akadályok érzékelésére. Ez a "műgér" egy-két perc alatt megtalálja az utvesztő kijáratát. A vezérmű a labirint fenéklapjába van beépítve, a mozgatórész kétmotoros futómacska, mágneses fogóval; a programozó

^{III}Jensen-Koff-Szabó: Light sensitive electronic beast. Rad. Electronics 1951, dec.46.

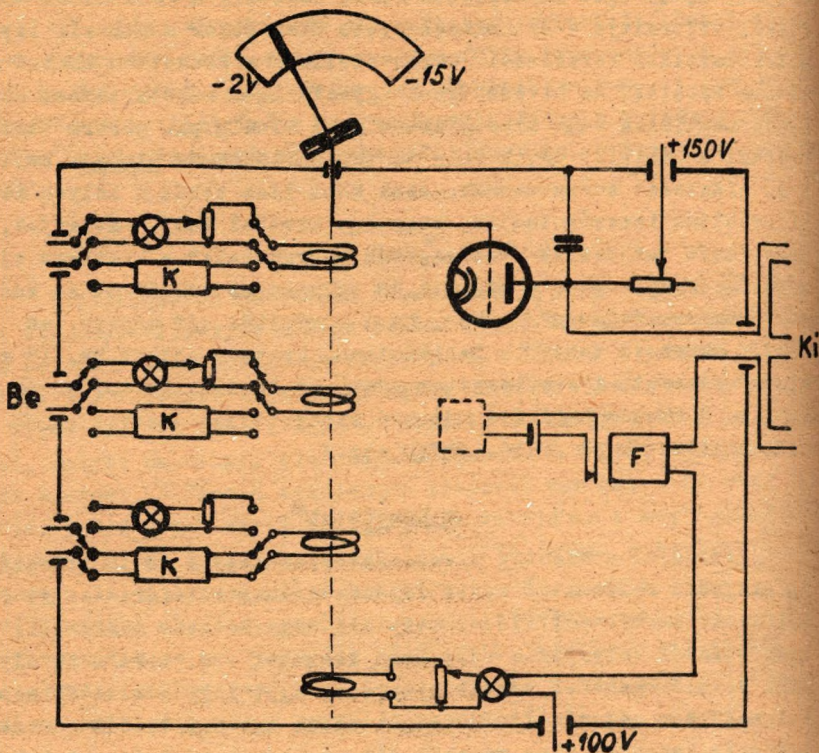
^{III} Shannon: Problem-solving electric mouse aids in improved telephone research. Electrical Eng.1952. jul.671.

negyven relés és 50 relé szolgál raktárul. Az "egér" mágnessé rögzített helyjelző kontaktusok átbillentésével jelzi az aktuális helyét. Ha az egér menetközben falba ütközik, a vezérmű öt 90 fokkal elfordítja és ezt minden újabb ütközéskor megteszi. Ilyen azisztatikus kereséssel /sorravétellel/ a közvetlen szabad ut-részre rátalál. Az utvesztőknek ugyanis igen régóta ismert általános megoldása van: minden akadálnál mindig pl. jobbra tartani. Ezáltal a labirint egyik fala mentén haladunk és minden bejáratot, elágazást sorra vesszünk, ezek közt lesz tehát a helyes is. /A probléma ismerői tudják, hogy egy kivétel van/. Láthatjuk, hogy ismét "az összes lehetségesek sorra vétele" a biztosan célra vezető, éppugy, mint a logikai és sakkozógép esetében. Az adat-tár /"emlékezőegység"/ révén, ha a megfejtés már megvan, az "egér" akárhová tehető a labirintban, keresés nélkül kb. 15 mp. alatt célba fut. A szerkezetben semmi új instrukтив dolog nem rejlik. E műegér hatására hasonló elektronikus játékok egész sorát készítették el /MISO, PHILO etc./.

A homeostat^{II}

Szerzője, a negatív visszacsatolások egyik entuziasztálya. az elméleti folyamatok egyik fájának demonstrálására tartja alkalmasnak ez összeállítást, mely áll négy mutatós műszerből, melyek mutatói folyadékos vályukban lengenek /28. ábra/. A vályuk mint potenciométerek vannak kiképezve úgy, hogy a mutatók minden helyzetükben más-más feszültséget adnak egy-egy trióda rácására. A műszer tekerce négy részből áll. Az egyik rész áramot kap a saját triódájából, a többi három az "idegen" triódákból. Ha csak a saját triódája volna bekapcsolva, a mutató addig lengene míg megtalálná a folyadékban azt a pontot, amely éppen azt a rác-feszültséget szolgáltatja, amelyhez zérus anódáram tartozik, mert a műszerek nincsenek rugózva. /A szűkszavu leírásból kitűnik, hogy miután a tekerce áll és a mágnes mozog, mégis van /földmágnességi/ visszatérítő erő, de ez csak annyit változtat a dolgon, hogy valamely más anódáramértéknél jut a műszer nyugalomba/. Eddig csak egyszerű regulátorral állunk szemben. Ha a négy műszert a fentebb jelzett módon kapcsoljuk egymáshoz, akkor mindegyik hat a többire, és a mutatók vagy bizonyos lengésjárték után nyugalom-

W.R.Ashby: Design for a brain. Electronic Eng. 1948. dec. 379 old.



28. ábra.

ba jönnek megállva egy-egy egyensúlyi ponton, vagy pedig mindig vadabb lengéseket végezve szüntelen verdesik a vályuk oldalát. Ha most egyes tekercsek áramát kommutáljuk, vagy az amplitudókat kézi potenciométerekkel megváltoztatjuk, akkor találhatunk oly beállítást, melyben újra stabil helyzet áll elő s a mutatók megállnak. E nyugalmi helyzetből kézzel kimotozítva, a mutatók újra visszatérnek az egyensúlyi helyzetbe. A rendszer még eddig is csupán egy, többszörösen visszacsatolt regulátor, melynek mozgástörvényeit jól ismerjük, s minden bonyolultsága mellett sem mond semmi újat.

Mihelyt azonban képessé tesszük az összeállítást arra, hogy a kikereső műveletet, amit előbb kézzel végeztünk, most a gép maga csinálja meg, már az állati ösztönberendezésekhez hasonlítható szerkezetet kaptunk. E művelethez elég, ha egy bizonyos, elég nagy áramerősségnél az F relé bekapcsolja egy kapcsolókar léptetőmágnesét, mely a K dobozokban levő potenciómétereken illetőleg kommutátorokon más értéket állít be. Ha az így bekapcsolt értékek mellett is nőnek a kilengések, az F relé újra tovább viszi a kapcsolókart s ez addig ismétlődik, míg egy egyensúlyi helyzet elő nem áll. Miután 25 kapcsolási helyzete van mindegyik forgókarnak, 390625 kombináció lehetséges. A kapcsolt értékek nem sorrendben vannak elosztva a kapcsoló szektorain, hanem összekeverve oly módon, hogy lehetőleg teljes "hazárd" eloszlást mutassanak /Fisher-Yates: Statistical tables, 1943/. E hazárd sorrendnek semmi értelme sincs, mert lehet, hogy egyik feladatban így talál hamarabb megoldást, másikban meg éppen a nagyságszerinti sorrendben.

A gép tervezőjének további szavaiból kitűnik, hogy ő a negatív visszacsatolást /ellenccsatolás/ tartja leglényegesebbnek az állati idegszerkezetek működésében és a bemutatott készülékben, holott a negatív visszacsatolás már igen régóta használatos a legkülönbözőbb célokra szolgáló regulátorokban.

Kétségtelen, hogy az ellenccsatolás nagy szerepet játszik az elsődleges állati idegberendezésekben, mint pl. fény felé repülés /fototropizmus/, valamely zsákmány követése és elkapása stb. de mindez már gépkonstrukciókban is készen áll: egy önműködő üteget vezérlő radarberendezés, mely eltalál egy repülőgépet, külső megjelenésében ugyanazt csinálja, mint a béka vagy kameleon, amikor a legyet bekapja vagy nyelvével megfogja.

Ami új a homeostat esetében s amit a gépek terén még alig hasznosítottak, az, hogy bemutatja egy egyszerű példáját a szisztematikus keresésnek, az önműködő kísérletezésnek, ami magasabbrendű az előbbinél. Az állatvilágban rengeteg példáját ismerjük az evvel biz. szempontból összehasonlítható működéseknek. A kutyá például, ha egyenes irányban nem tud átjönni hogy ételét elérje, szalad a kerítés hosszában, míg nyílást nem talál, tehát először távolodnia kell a céljától /ezt a szigorú ellenccsatolás meg sem engedné neki/; a csimpánzokkal való teneriffai kísérletek azt is megmutatták, hogy némely csimpánz a banánt akadályok

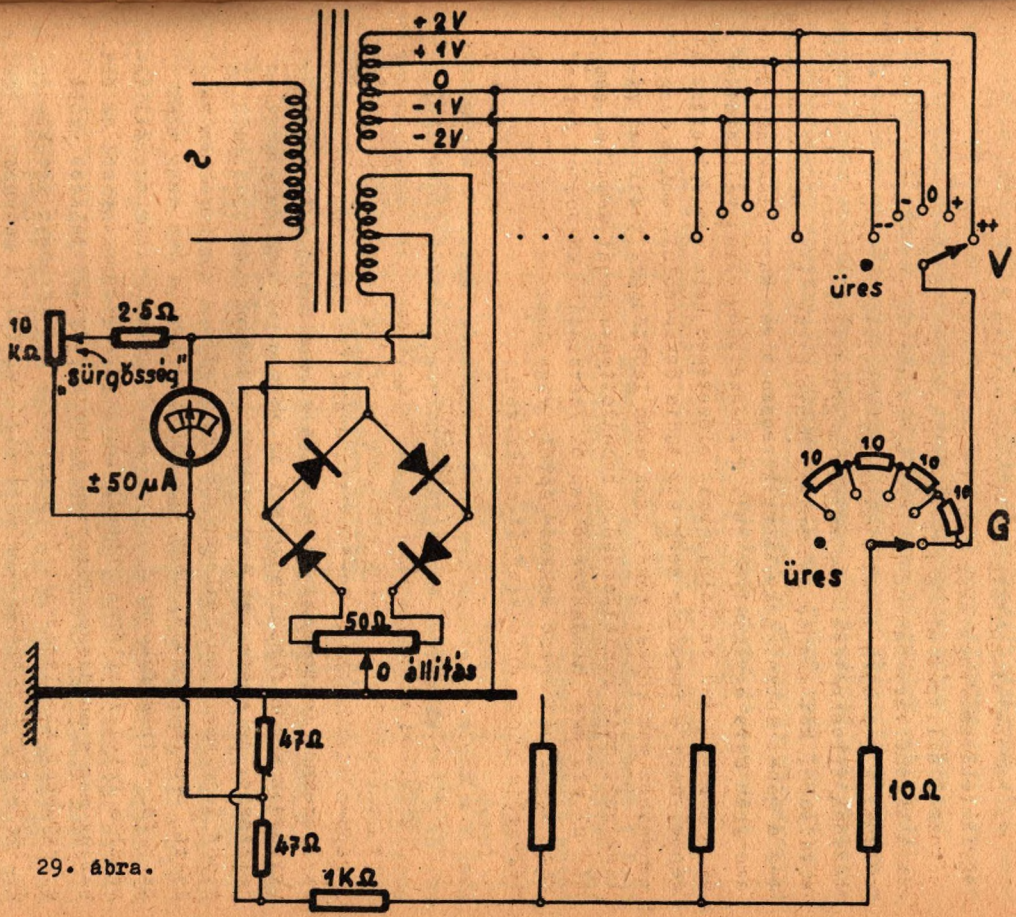
közül ruddal akkor is maga felé tudta piszkálni, ha előbb ellenkező irányban kellett is tolnia, hogy kiszabadítsa.

A homeostat sokféle helyzetben feltalálja magát: pl. az egyik tekercs /vagy akár több tekercs / áramát a kézi potencióméterrel állítjuk el, a gép azonnal új egyensúlyi helyzetet keres. Ha a kimenő vagy bemenő huzalok valamelyikének polaritását felcseréljük, a gép újra talál egyensúlyi helyzetet, egy vályu polaritásának felcserélése, egy mágnes megfordítása, akadály helyezése a vályuba, két mágnes mechanikai összekötése stb. nem akadályozta meg a gépet abban, hogy ki ne keressen olyan kapcsoláskombinációt, amelyben újra egyensúlyba jut. Természetesen olyan változtatást ez a gép sem tud csinálni, amit előzetesen bele nem építettek a gépbe, azaz a forgókar csak azt tudja bekapcsolni, ami a szegmenseihez van kötve, tehát csak azon lehetőségek közül tud választani, amit rendelkezésére bocsátottunk. Tehát semmiben sem tér el pl. egy híváskereső géptől /távbeszélő központot érte/ vagy egy lépéskereső sakkzógéptől, vagy Shannon egerétől, noha tervezője ennek ellenkezőjét erősítgeti.

Az "ítélőgép"

E géppel utánozni akarják az "elhatározás" műveletét és bonyolult esetekben tényleg elfogulatlanul és igazságosan osztályoz. A gépben tízféle ható "ok" beiktatására tíz csatorna van /29. ábra/, ezeknek fontossága külön-külön ellenállásokkal beállítható; ugyancsak külön feszültségekkel az okok saját mennyisége, foka jelezhető. Az eredményt ezek súlyozott középértéke /Weighted mean/ adja meg igen-nemleges alakban, tehát a gép maga nem választ, csak megmondja, hogy egy dolog elfogadható-e vagy sem. De e feleletnek fokozatai vannak s a "sürgősség" shunt beállításával a felelet kitérése növelhető. Legkönnyebben egy példán értethetjük meg a működést. Bizonyos állásra jelentkezők közül kell a legjobbat kiválasztani. Ez a gyakorlatban is bonyolult kérdés és legtöbbször érzelmi alapon szoktak dönteni. A gépen az egyes csatornák tulajdonságokat jelentenek ekkor s egyszerre csak egy jelentkező adatai kerülnek a gépbe. G a tulajdonságok fontossága az állás szerint, V az egyén kiválósága az egyes tulajdonságokban /pl. iskolai osztályzás/. Ezeket be kell állítani valamilyen önkényes kulcs szerint. A műszer minden jelentkezőnél ad

W.H.Alexander: A judgment box. Electronic Eng. 1951. júl. 256 old. 5511431.



29. ábra.

valamilyen kitérést és a legnagyobb kitérést mutató jelentkező választandó. A "sürgősség" beállításával is kikereshető a maximum: a legdurvább állásában is kitérő műszer a leginkább alkalmas jelöltet mutatja.

Ugyanily módon kikereshető adott egyén számára a legmegfelelőbb állás. Sulyozott szavazásra is alkalmas a gép: a V-ket a szavazók állítják be, a G-ket a szavazó képzettsége szerint a szavaztató állítja. A gép egyszerre csak egy jelöltre mondja meg, hogy "igen" vagy "nem", de kitéréseinek feljegyzése révén osztályozhatók is azután a jelöltek.

A sulyozott közép képlete:

$$\frac{\sum V_1 G_1}{\sum G_1}$$

ahol V feszültségben, G vezetőképességben /l/R/ van megadva. A kapcsolás minden további nélkül közvetlenül érthető. Egy-egy csatorna árama ugyanis

$$I_1 = (V_1 - V) G_1$$

ahol V a közös vezetéken uralkodó feszültség. Egyszerű szummázással és a V-t kiemelve, megkapjuk a sulyozott közép fenti kifejezését.

Quévedo sakkozógépe^x

A párizsi világkiállításon működésben bemutatott sakkozógép az első világháború kitörése miatt nem keltett feltűnést és teljesen feledésbe merült. Bármilyen egyszerű szerkezet volt is, mégis példája az oly célműködést végző gépnek, amelynek munkafolyamatát a külső behatások megváltoztatják. A gép csak egyszerű bástya végjátékot /a nem-kombinatív, pozíciójáték egy példája!/ tudott játszani: mindig a gépnek volt bástyája, az emberi ellenfél csak királlyal játszott. Hibás lépésre a gép jelzést adott és a játékos harmadik hibás lépése után nem játszott tovább. A gép mindig a legalsó sorban adta meg a mattot. A munkaprogrammot nagyon megegyeszerüsiteli, hogy a király terelése ugyanazon mozgáscsoporttal történhet, mint maga a mattadás. Közismert dolog, hogy bástyával és királlyal kétféleképpen lehet beterelni az ellenfél

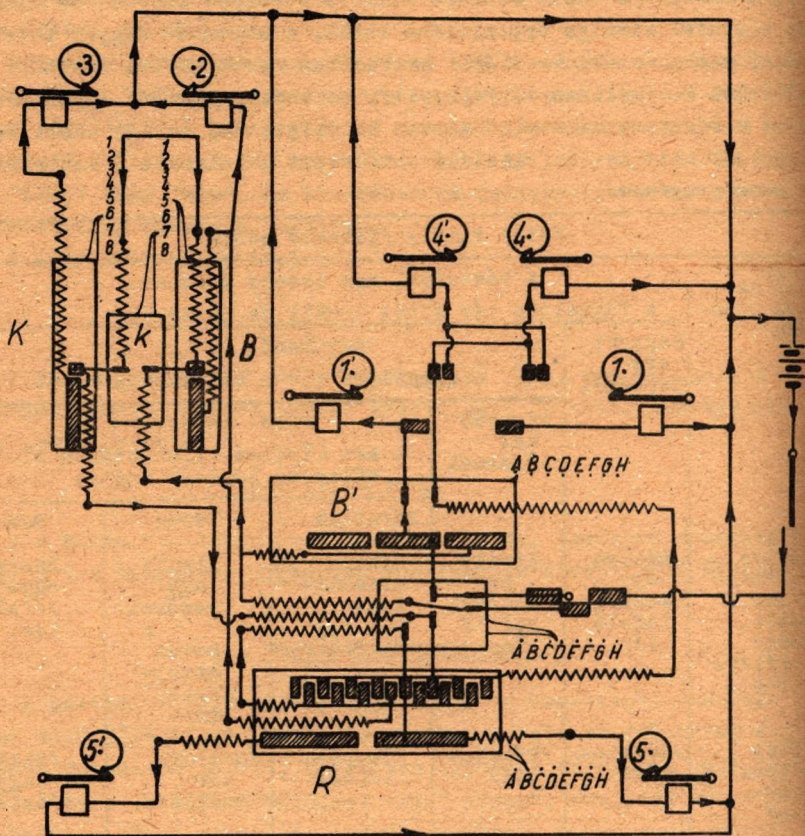
^x Torres y Quévedo: Les automates. La Nature, 1914.56.

királyt az utolsó sorba: akirályal védett bástyával bárhol a táblán sarkot képezni. s e sarokkal követni a királyt, vagy pedig a bástyát a tábla szélére állítva sorompót képezni és mikor az ellenfél királya oppozícióba kerül, a sorompót eggyel lejjebb húzni sakkadással. Az előbbi gyorsabban vezet mattra /bármely állásból maximálisan 16 lépéssel/, az utóbbi viszont egyszerűbb, mert a módszert az utolsó sorban is folytatva, az így adott sakk egyuttal matt is. A feltaláló e módszert alkalmazta s eszerint a munkaprogramm:

Sötét király /játékos bábja/					
A bástya- val azo- nos zóná- ban	A bástyával nem azonos zónában.				
	A függélyes táv sötét király és bástya közt:				
	Nagyobb egy lépésnél	Egy mező.			
		A függélyes táv a két király közt:			
Bástya visszín- tesen a tábla tulsó szélére fut	Nagyobb két lépésnél	Két lépés.			
		A két királyt visszintesen el- választó lépések száma:			
		Páratlan	Páros	Semmi	
/Útés elleni véde- lem/	Bástya egy mezővel lefelé lép.	Király egy mezővel lefelé lép.	Bástya visszín- tesen lép egy mezőt.	Király egy mezővel a sötét kítály felé lép.	Bástya egyét lefelé lép.
/Közele- dés/	/Közele- dés/	/Tempó- lépés/	/Huszár- táv beállítás/	/Sakk vagy matt/	
1,1'	2	3	4,4'	5,5'	2

E játékmód nagyon egyszerű, de hosszadalmas, úgy hogy pl. Ka8, Bb7, ka6 állásból, ha a játékos ismeri a gép játékmódját, ki-kényszerítheti, hogy a gép csak 62 lépés után adjon mattot és így a mai játékszabályok szerint remist érhet el.

A munkaprogramm alapján a gép könnyen megtervezhető. A tény-
leges kivitel elektro-mechanikus volt. A 30. ábrán baloldalt, a
saktábla fölött három, mutatóval ellátott csuszka látható, me-



30. ábra.

lyek a három báb függélyes helyzetét szabják meg. Az első /K/ és harmadikat /B/ a gép mozgatja a 3 és 2 léptetővel, a második a játékosé/k/, ezt a sötét királlyal kapcsolt mechanikus áttétellel maga a játékos mozgatja. A léptetők elektromágnessel feloldott motorok, melyek addig járnak, míg a kilincs újra meg nem akasztja. A zeg-zugos vonalakkal ábrázolt összeköttetések nem ellenállások, hanem csak rugalmas huzalspirálisok a csuszókontaktu-

5511431.

sok kiküszöbölése céljából. A k-ból eredő két kar és a K és B-n levő fémszektorok a K és k, valamint a B és k közti függélyes távolság szerint kapcsolják az elektromágnesek áramkörét. A világos király K vízszintes mozgását hasonló módon az 5 és 5' léptető végzik. Az R csuszkán levő legalsó fémszektor pár a vízszintes mozgás irányát kapcsolja be aszerint, hogy a k karja melyiket érinti, a páros-páratlan lépéstávot az e fölött feltüntetett szektorsor érzékli. A k' csuszkának jobbranyuló két karja egy hármasszektorcsoporton csuszlik. Ezek közül a külsők a "sónákat" kapcsolják, azaz azt a 3 szélső mezőből álló területet, amelybe ha a sötét király /k/ belép, az ott levő világos bástya átfut a másik oldalra. A B' csuszkáján kívül még négy léptetőt látunk, melyek a bástya átfutását és tempólépését eszközlik a fent leírtakhoz hasonlóan.

A gépnek ez az eljárása ugyanaz, mint amit az olyan kezdő játékos végez, aki csak ezt a mattolási módot ismeri. Amily relatív távolságokat a gép lemér, ugyanazokra kell a gép helyébe képzelt játékosnak is ügyelnie. Az eljárás tehát a betanult módszer típusa, amelyben a tényleges lépések az ellenfél lépései szerint változnak. A különbség csupán az, hogy míg e gépben az érzékszervek nehézkes módon közvetlenül a végrehajtó szervekhez vannak kapcsolva, addig az emberi játékos egy közbülső centrális szervén át könnyedén átkapcsolhat egyéb betanult mód-szerekre is.

A fenti szerkezet egyébként jó példája annak, hogy a végjátékban a kombinatív okoskodás sokszor látszólag teljesen kimaradhat, hogy melyet adjon a topológiai megfontolásoknak.

A gépet a legutóbbi időkben korszerűen átépítették.

A két vagy többlépéses sakkeladványmegfejtő gép.*

A rövid sakkeladványok megfejtésére tökéletes gépet szerkeszthetünk. Itt ugyanis amaz előnyünk van, hogy a szükséges tár-kapacitás nem túlságosan nagy s így egy ilyen feladvány egész a mattig kielemezhető. Ebből következik, hogy bábértékelésre, pozícióra semmiféle tekintettel nem kell lennünk, a gépnek egyedül a mattot kell felismernie. Az eljárás menete az, hogy a gép az összes lehetséges variánsokat végigjárja, míg a matt ismertetőjelei nem jelentkeznek s ekkor megáll, jelezvén egyben a kapott állást és az ehhez vezető lépéseket. A mattot az jelzi, hogy a győzőnek a veszteső minden lépéséhez van legalább

* T. Nemes: The chess-playing machine. Acta Techn. Hung. Tomus I. fasc. 3, 215. az első rész: Műgy. Közl. 1949 szept. p. 29. előzetes jelentés kapcsolási rajzzal: Rádiótechnika 1949 feb. 37.

egy olyan lépése amely a királyt üti. A már meglévő "lépésdaráló" berendezés ezt könnyen kikeresi.

Teljes játszma-játszó gépnél a variánsdarálást csak a tárkapacitási határig vihetjük s itt már értékelnünk kell /az ütött bábértékek és apozíció valamilyen önkényes, pontozásos összegével/ s nyilván az a gép győz, amelynek tárkapacitása nagyobb.

Azonban a végjátékokban a variánsdarálás magában nem elég /pl. számítsuk csak ki, hogyha Quévedo helyes tizenhat lépését kombinátorral kivánnánk kikeresni, a legnagyobb számológép kapacitása sem volna elég/. Itt topológiai módszerekre van szükség: irányok sorompók, sarkok megállapítására, tempólépések stb. logikai alkalmazására.

A Fan-Tan.

Az Indiából származó játék automatikus játszására alkalmas gépet 1940-ben szabadalmaztatták.² A játék, mely ma Nim név alatt ismeretes, az u.n. gyufajátékhoz hasonlít, de annál általánosabb. Ketten játsznak tetszőleges számú egységekkel, mondjuk golyókkal, melyek tetszés szerinti számú halmazba csoportosíthatók. A játékosok felváltva lépnek, azaz golyókat vesznek fel valamelyik halmazból. Egyszerre csak egy halmazból lehet felvenni, de abból akármennyit. Az nyer, aki az utolsó golyót veszi fel. Játoszható a reverz játék is, amikor az vesz, aki az utolsó golyót veszi fel. Szokták még oly változatban is játszani, melyben több halmazból is lehet egyszerre venni /Nim-K/, ahol K előre megállapított maximális száma az érinthető halmazoknak.

Az említett gép négy halmazzal játszik, melyek mindegyike hét lámpából állhat legfeljebb. Kapcsolók által a játékos annyit olt el egy halmazból, amennyi neki tetszik, a gép azután a következő lépésben oltja el a megfelelő lámpákat. Az egész összeállítás csupán relékből áll, és egyáltalán nem tanulságos, mert csak kilencféle kezdőhelyzetből indulhat ki s az összes lehetséges lépések úgyszólván készen állanak a gépben. Sokkal érdekesebb a logikai kapcsolásokkal megoldott 1951-es kiállítási példány³, mely tanulságosan mutatja, hogy az ilyen, igen bővebben Condon, Tawney, Derr: Machine to play game of Nim. 1940/2, 215, 544/
³ R. Stuart-Williams: Nimrod, a small automatic computer.

Electronic Eng. 1951, szept. 344 old.
5511431.

nyolc feladatot, milyen szerkezeti munkaprogramokra való felbontással lehet megoldani. Kontaktusos relé itt csak 120 darab van a lámpák kapcsolása számára, a készülék más-külömben teljesen elektronikus, és mindössze 480 darab 12AT7 típusú triódát használ. Meglepő, hogy egy ilyen egyszerű számítást végző gép - a játék menete ugyanis teljesen fel van derítve s csak néhány szabályból áll - hat kilowattot fogyaszt és súlya négy tonna!

A játékban kétféle állás fordulhat elő. Az egyik a "biztonságos". Amely játékos most következik sorra, az vesz, mert csak a "bizonytalan" állást tudja elérni, bármit lép is. A másik játékos viszont biztosan nyer, mert minden bizonytalan állás egy lépéssel újra "biztonságossá" tehető. A Nim-1 játékban biztonságos amaz állás, amely olyan, hogy ha minden halmazban a golyók számát a 2 hatványai szerint csoportosítjuk, az egyazon hatványhoz tartozó csoportokban a tagok száma páros pl.

Legyen három halmazunk s bennük a golyók száma:

1. halmaz	$9 = 2^3$	$+ 2^0$	
2. halmaz	$7 =$	$2^2 + 2^1$	$+ 2^0$
3. halmaz	$5 =$	2^2	$+ 2^0$
	P.	P.	P.

A páratlan csoportokat p-vel jelöltük s mivel egyáltalán van páratlan csoport, az állás nem biztonságos. Az a játékos, aki most jön sorra, nyerni fog, mert egyetlen lépéssel biztonságos állást hozhat létre. Ha ugyanis az első halmazból elvesz hetet, marad 2^1 s ezáltal minden oszlop párossá lesz. Ha a legmagasabb hatványból több van, ugyanennyi a lehetséges jó lépések száma pl. legyen négy halmazunk 7,3,6,5 golyóval, akkor a biztonságos állás elérésére léphetjük 7,3,1,5 vagy 7,3,6,2 vagy 0,3,6,5-öt, melyek mind biztonságos állások. A Nim-K játék esetében a csoportokat nem páros-ra, hanem K+1-el való oszthatóságra kell megvizsgálni.

A reverz játék éppen úgy folyik, mint a normális, egész addig, míg az "átmenet" állás elő nem jön. Ez a Nim-1-nél akkor áll elő, amikor csak egy olyan halmaz van, amely egynél több golyót tartalmaz. Pl. 3,1,1,1. Ez állásból a sorra jövő játékos nyerhet normális játékot, de reverz játékot is. Első

esetben szabályszerint levesz az első halmazból 2-t; második esetben leveszi ugyanonnan mindhármat, mire az ellenfél két lépés után kénytelen az utolsót felvenni.

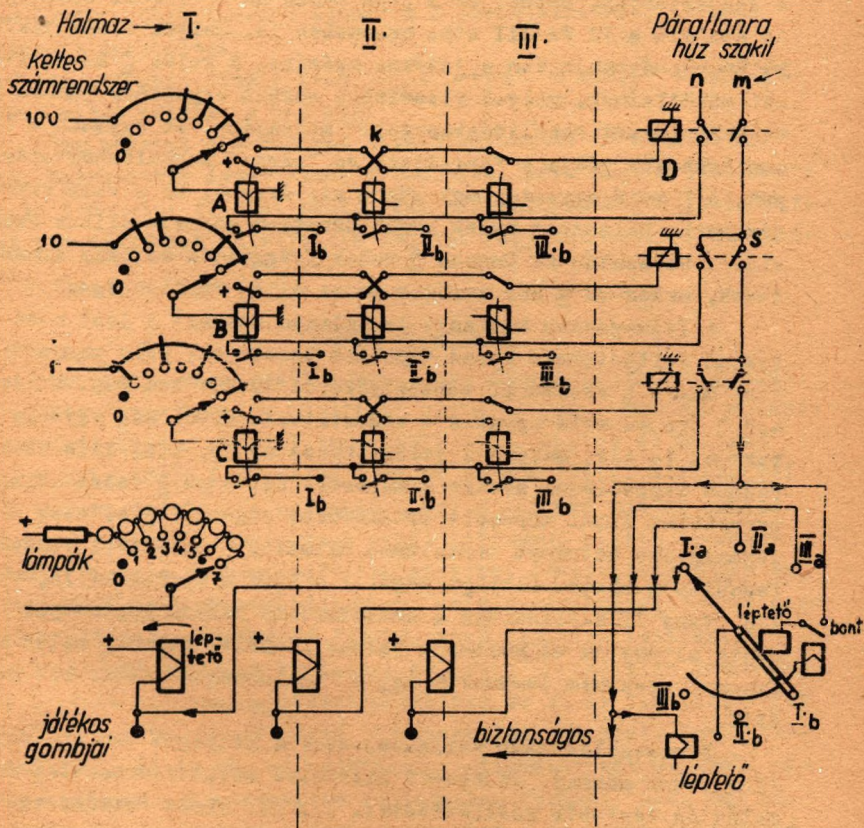
A gép munkaprogramja Nim-1 játékban eszerint a következő:

Legelőször megállapítja, hogy "átmenet" állás van e jelen, s ha van, eszerint lép. Ha nincs, akkor a "biztonságos"-ságot vizsgálja meg, kezdve a legmagasabb hatványon. Ha mind páros, akkor az állás biztonságos, tehát korrekt játékkal szemben a gép vesz. A tényleges kivitelben a gép ilyenkor, külön berendezés segítségével hazard lépést tesz. Ha viszont az állás nem biztonságos, akkor előkészül annyi lámpát kioltani /"golyót elvenni"/, amennyivel biztonságos állást ér el a következő módon:

Meghatározza a legnagyobb hatványt, ezután kikeres egy halmazt, amelyben e hatvány szerepel s most itt kezdi a lámpákat sorjában eloltani, míg a legmagasabb hatvány oszlopa párossá nem alakul, majd folytatja az eloltásokat míg sorjában minden hatvány oszlopa párossá nem rendeződött s ezzel a gép a lépését meg is tette s a játék további folyamán már nem is veszhet. A fenti példán nézzük végig a gép eljárását:

A gép az I halmaz kilenc lámpájából kezd eloltani. Egyet eloltván, a harmadik hatvány még megmarad, tehát páratlan; ezért tovább olt még egyet, erre eltűnik ugyan a harmadik hatvány, de helyette e halmazban megjelenik a második és első hatvány és most meg a második hatvány oszlopa vált páratlanná. További eloltások /természetesen mindig csak az I halmazban/ helyrehozzák itt is a párosságot. Ehhez még négyet kellett kioltani, maradt tehát még három lámpánk e halmazban s így egyben az első hatvány oszlopa is párossá rendeződött. Mivel a nulladik hatvány oszlopa még páratlan, a gép kiolt még egy lámpát, mire az utolsó oszlop is rendbejött, az állás biztonságos s a gép megadja a jelet, hogy a játékosan van a lépés sora.

Kiegészítésül közöljük itt Henyey Zoltán megoldását, ki észrevette, hogy léptető rendszerű karos kapcsolókkal a probléma igen egyszerűen megoldható s így a Nim-1 játék, szemben a 4 tonnás külföldi kivittel, egy egész könnyű kis szerkezet alakjában megépíthető: A 31. ábrán római számok jelzik a halmazokat, melyek mindegyikéhez egy többemeletes karos kapcsoló tartozik /egyszerűség kedvéért csak az I halmaz kapcsolója van



31. ábra.

feltüntetve/. A legalul található nyomógomb minden lenyomására a játékos kiolthat egy további lámpát, melyeket a legelső kar kapcsol. A közös tengelyű kapcsoló további három /vagy több/ emelate az égő lámpák számát átteszi kettős számrendszerbe oly módon, hogy az A relében csak akkor van áram, ha 2^2 szerepel a lámpaszámában, B-ben, ha 2^1 , és C-ben ha 2^0 fordul elő. Ugyanez áll elő a II és III stb. halmazban is, melyek mindegyikének külön nyomógombja van a játékos számára. E relék K kommutátorokat működtetnek, melyek vízszintes sorban egymáshoz vannak kötve a közismert "szállodakapcsoló" mintájára, ez ugyanis a legszellemesebb módja a "páratlan" és "páros" megkülönböztetésének. A D relé ugyanis csak akkor kap áramot, ha a vele vízszintes sorba helyezett relék közül páratlan számúak állnak áram alatt. Ha azután az összes D relék /függélyes sorban/ árammentesek, akkor az m kör záródik és az állás "biztonságos".

A legmagasabb hatványt tartalmazó halmazt a jobb alsó sarokban feltüntetett karos kapcsoló keresi ki, mely mindaddig jár, míg a b szektorai valamelyikéről áramot nem kap. Minden A, B, C típusu relé ugyanis a kommutátoron kívül még egy-egy kontaktust is zár, melyek a jelölt módon az Ib, IIb, IIIb szektorokhoz kapcsolódnak. Miután a magasabb hatványú D relék az alacsonyabbak által kapcsolt áramköröket megszakítják, csak a legmagasabb hatványt tartalmazó halmazok b szektorai vannak feszültség alatt. Mihelyt megállt a kar, a megfelelő Ia, vagy IIa, vagy IIIa elindítja a hozzátartozó halmaz léptetőjét s addig oltogatja el sorban e halmaz lámpáit, míg a D relék mind árammentesek nem lesznek s így a "biztonságos" állás elő nem állt.

E kapcsolás csak vázlatos, csak a lényegét tünteti fel; elhagytunk néhány, az üzemet biztosító mellékszerkezetet és a relék és léptetők részletezését. Így pl. nincs feltüntetve az a kapcsolás, mely akkor eszközli a gép lépését, amikor "biztonságos"-nak talált állásra kell lépnie. A külföldi gép ilyenkor "hazárd" lépést tesz. Ennek semmi célja nincs, csak a gépet komplikálja, teljesen megfelel az pl. ha a gép ilyenkor a legelső lámpát, amelyet talál, kioltja. A hazárd lépésnek csak akkor van értelme, ha vagy megzavarja vele ellenfelét, vagy pedig kísérletezés a célja, hogy ismeretlen kimenetelű játékokban kiválógotó eljárást lehessen bevezetni.

Nulla és kereaszt

Külföldi kiállításokon szerepelt nemrégén a "Nulla és kereaszt" /tit-tat-toe/ játékot játszó automata. Régebben nálunk is ismert játék volt, krétával táblára rajzolt 3x3 mezőbe kellett /felváltva lépő/ két játékosnak, az egyiknek O-t a másiknak X-et beírni, míg malomszerűen három egyforma jel egy sorba nem került. Csak három O és három X szerepelhetett, de ezek akárhova ugorhattak.

Az automata mindig fenn tudja tartani a remist s ha a játékos hibát csinál, a gép győz.

Hír szerint gin-rummy-t játszó automatát is bemutatottak stb. Szerkezetük ismertetése fölösleges, mert maga a játékmenet végig ismeretes és mint munkaprogram, könnyen megtervezhető, tehát nem nyujtanak univerzális logikai vagy matematikai tanulságot.

Komponálógépek

Az első "zeneszerző" gépet Pepys Sámuel /1639-1703/ konstruálta "musarithmica mirifica" néven /a gép fényképét sokszorosítástechnikai okokból nem közölhetjük, éppígy el kellett hagynunk a többi fejezethez tartozó fényképeket/. Működéséről leírás nem maradt, de sejthető, hogy a gép nem tud új cantus firmust szerezni, hanem csak adott szólamhoz kíséretet szerkeszt. Hasonló "zeneszerző" táblázatokat árusítottak talán egy évtizede hangszerkereskedésekben, melyek segítségével "bárki percek alatt nagy zeneszerző lehet", ezek egyszerű lyukkártyás transzponáló táblázatok voltak, melyek a tonicára és dominánusra épített hármashangzatokat adtak meg és el is lehetett velük érní a legtöbb oprettszerző hangszerelési nivóját. Igazi komponálógép, amely pl. új egyszólamú dallamokat ont magából, eddig még csak a fantasztikum irodalmában fordult elő. Így pl. Robida: "Száz év múlva" című regényében /magyarra lefordítva is megjelent 1870 körül/ említ egy gépet, melynek szerzeményét az operában előadják és amely "végtelenül variál" és nem csinál lármát, beéri azzal, hogy a hangokat lekottázza. Az 1849-es humoros "Rebesszer" naptárban a találmányok közt szerepel a: "Zeneszerző zongora: a forgattyú hajtása a billentyűket úgy összeviszza dobálja, hogy a legeredetibb kombinációk jönnek létre.

A zeneköltő egész munkája csak annyiból áll, hogy minden egyes forgatás eredményét följegyzi". "Minden egyes zongorát optikai telefon kapcsolja össze az Egyetemes Központi Zeneraktárral". Az ötletet e cikkhez nyilván Swift laputai könyv-író kombinátora adta.

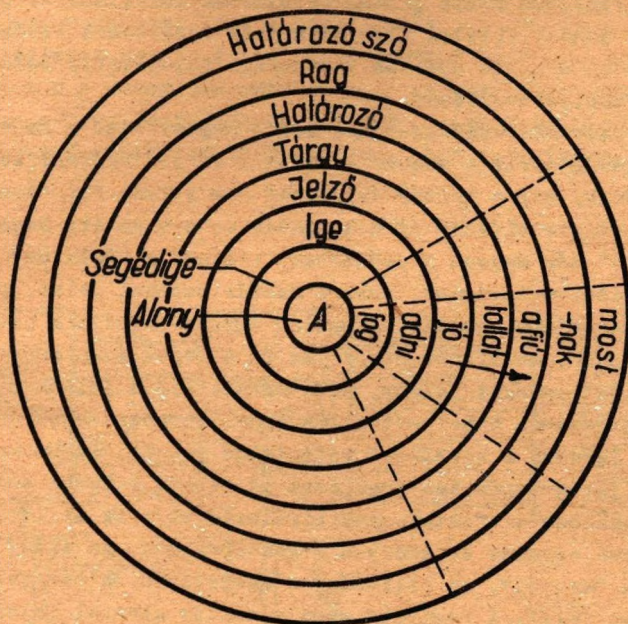
Ilyen véletlen, hazard szólamokat kombináló pl. elektronikus gép konstruálása egyáltalán nem volna nehéz és hasznos segédeszközül is szolgálna. Nem arról van szó, hogy valamennyi lehetséges kombinációt állítsuk elő, ami pl. 8 egymásutáni hangból lehetséges, hanem csupán olyan ujakat, amelyeket a már megszokottak nem befolyásolnak.

Fordítógépek

Nem tartoznak szorosan a logikai gépek közé, valójában a nyelvtani szabályok gépesítése" a tudományág, amelybe tartoznak. A nyelvtan normatív tudomány, tehát szabályai vannak, a szabályok pedig kiválóan alkalmasak gépesítésre. A nyelvtannak még a logikával egybeolvadó mechanizálását kísérelte meg Ramon Lull /1234-1315/ az "Ars Magna"-jában. A "szerkezet" hat elforgatható koncentrikus tárcsa volt, hat kategoria számára, amelyekbe kilenc-kilenc alapfogalom tartozott s így bármely kombinációt be lehetett állítani pontosan ugyanugy, mint a "Basic English" mai tankönyvében található "basic word wheel"-en, /32. ábra/ csakhogy ezen kilenc tárcsa van, itt már a mondatrészek számára. Bármely tárcsaállítás mellett nyelvtanilag helyes, de csak véletlenül értelmes mondatot kapunk.

A nyugati nyelvekben a szórend meglehetősen kötött /a "tárgy"-at csak a szórend határozza meg/, csak ritkán, mellékmondatos szerkezetben találunk fordított szórendet. A magyar nyelv szórendi szabálya a leghangosabb: a hangsúlyos szó az ige elé kerül. Érdekes azonban, hogy kérdőmondatban a külföldi szórendje is a magyarnak felel meg. Leibnitz korában és előtte is voltak a nyelvtannak materialista kutatói: Breissac /"Abacus polysophus"/, Alsted, Pierre Grégoire /Syntaxis artis mirabilis/, Dalgarno /Lingua philosophica/, Albert Holten /"Hengeres Grammatika"/, utóbbi koaxiális hengerekre írt szótövekkel, ragokkal, mellyel deklinálni és konjugálni is lehetett. Meg kell említenünk végül Stöhr: Algebra der Grammatik.

„PANOPTICON”



32. ábra.

1898. könyvét, melyben a meglevő nyelvtani egységeknek új jelzéseket ad, de minthogy kihagyni semmit se lehet, mert a megértéshez a beszédben minden beszéd és mondatrész, rag, szórend stb. szükséges, - csak más, közvetlen nem érthető írásmódot talált fel.

Az első fordítógép Caralozzi "Robot translatora" 1933-ból, németről holland fordításra volt tervezve. A két nyelv annyira rokon, hogy valószínűleg elég volt szavankint fordítani. A mai fordítógépek /Radiotechnik 1954, 326, 355/ sincsenek még sokkal többre. Értelmes fordításhoz ugyanis nem csupán szótár, hanem kifejezéstár is kell. Az eddigi szűkszavu közlemények szerint hat szabály is elég türethető fordításokat nyújt.

Komoly fordítógépnek mindkét nyelvet tökéletesen kell ismernie azaz minden nyelvtani és idiomatikus adatot minden szak tudományban, feljegyezve kell tartania. A gépnek először is meg

kell "értenie" a begévelt mondatot, ami a következőkből áll: Az egyes szók lefordítása után meg kell határozni a mondatrészeket /enélkül hiába próbál értelmesen fordítani!/, azután az egész mondat értelmi kategóriájának fordítását kikeresni s most ugyanezt a másik nyelven visszafelé fölépíteni, beleértve a szavak behelyettesítését.

Ragozott szók esetén a szótó megkeresése a szóvég fokozatos levágásával s közben a csonkított szó szótári keresésével történik, míg a szótár találatot nem jelez. Pl. "vonaton" esetén levágja először az n-t, aztán az o-t és itt megáll, mert a "vonat" már megvan a szótárban, viszont a "Balaton" esetében el sem kezdi a levágást, mert a szótár azonnal jelez, pedig a két szó végződése ugyanaz. A szótár egyben megadja a beszédrészt is /főnév, melléknév stb./ .Ez és a ragok és a szórend megadják a mondatrészeket /alany, állítmány stb./ a jelzők hovatartozását vonzatokat és behelyettesítik a mellékmondatokat.

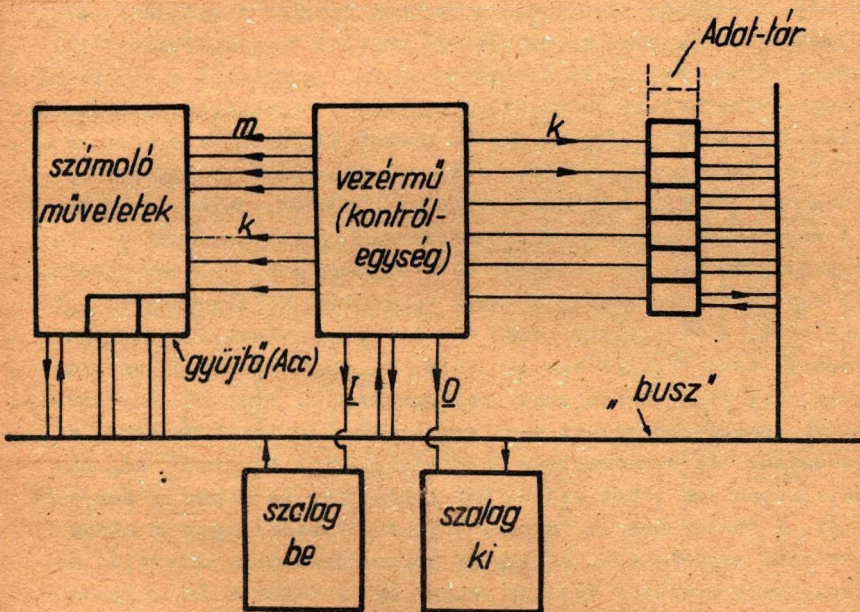
Például a következő kétértelmű mondat "megharapta a menyét" az eljárás során két megoldást ad /tehát a fenti módszer a legszorosabban diofantikusnak bírálendő el/: az állítmány mindkét esetben ugyanaz és könnyen meghatározható. Az alany az I esetben a "menyét", az állítmány a hangsúlyos, a tárgyat csak az igerag jelzi. A "menyét" szót a szótár azonnal jelzi. A II megoldásban a tárgy a "meny", melyet a gép vágás utáni szótárkereséssel kapott /ilyen keresés megindítására külön vezérlés kell, hogy az I megoldással ne elégedjen meg/, az alany ekkor "ő", mely magyarban nem kell, hogy kitéve legyen. A gépnek mindkét megoldást ki kell adnia.

Bár az elektronikus számológépek programozhatók fordító, sakkozó és egyéb logikai gépül is, takarékosabb közvetlen gépeket tervezni. Szótárul ilyen esetben leginkább ajánlható az optikai koincidenciával működő mikrofilmes "lyukkorong", mert a peremen az egész szókincs /mondjuk tizezer szó/ raktározható. Ugyanilyen korongok szükségesek a ragok, kifejezések stb. számára. Optikai szótárak, lexikonok külföldön kivitelezve vannak, különösen bibliográfia számára.

Az elektronikus számológépek vezérműveiről

Jelen esetben nem az elektronikus számológépek számolási műveletei érdekelnek, hanem a vezérlés módja, bár ennek csak

egyes részletei tekinthetők logikai műveleteknek. A számológépet talán "feladatvégző" gépnek kellene neveznünk, mert a végzendő művelet programját előre elkészítve dugaszolással vagy lyukasztott papírszalagon kell a gépbe beadni. A 33. ábra egész általános vázlatot mutat. A szalagról a gép I állásban leszedi a parancsokat s a numerikus számokat, és az adattárba teszi, az 0 állásban a kész eredményeket szalagra lyukasztva kiadja. A parancssorozat tárolására szükség van, mert a szalagon egyidőben



33. ábra.

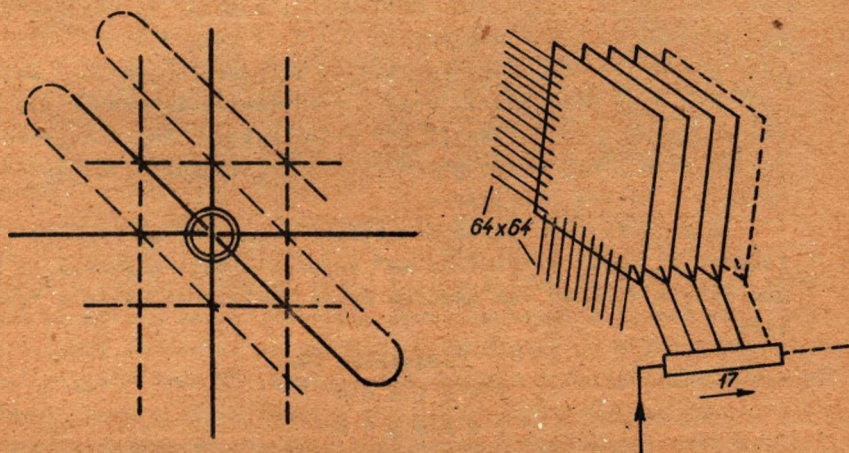
csak egy adat fogható meg, a szalag elvonul, a gép számára pedig a parancsoknak minden pillanatban rendelkezésére kell állni. A parancsokat és számokat a szalagon lyukkombinációk képviselik, melyek a gépbe való átvitelekor biner impulzussorrá alakulnak. Az impulzussor a közös "busz" vezetéken halad. Hogy honnan hová, ezt a vezérmű szabja meg azzal, hogy az indulás és érkezés helyén kapukat nyit. Erre valók a k vezetékek. A számolási /vagy egyéb/ műveletek indítására az m vezetékek szolgálnak.

Csak olyan parancsot tud a gép végrehajtani, amilyen műveletet végezni tudó egységek vannak beleépítve. A parancsok és számok mármost az adattárban pihennek számozott fülkékben, melyekből tetszés szerinti sorrendben elővehetők. Az elővett parancs a vezérműbe fut a buszon át és itt a lyukkombinációt felismeri a gép, ezaz a számára előkészített külön m vezetékre kerül /ezt végzi el a statizáló, koincidencia egység, diódamatrix, relépiramis stb./ A parancs további parancsokat és k fülkeszámokat ad meg. A szám az adattárból a parancs szerint a gyűjtő /Acc/ fülkébe kerül, hogy az elindított művelet "megragadhassa" ill. készenlétben legyen. Az eredményt aztán a gyűjtőből a következő parancs visszaviszi az adattár egy másik meghatározott számozott fülkéjébe, természetesen ismét a buszon át. Általános esetben az előző parancs megadja a következő parancs fülkeszámát. Erre különösen a "szökőparancsok" esetén van szükség, amikor a sorrendet megszakító mellékműveletet /szubrutin/ kell végezni pl. a négyzetgyökvonás parancssorát kell megindítani, mely már készen áll egy fülkesorozatban, s ennek végeztével folytatni kell a főműveletet. A részletműveletek így tetszésszerinti bonyolultan elágazók vagy ciklikusak lehetnek. De ezek még mindig nem logikai műveletek, hanem csak programkövetők, mint pl. egy szelfaktor/fonógép/bonyolult műveletsorozata. Az igazi vezérmű a lyukszalag. Az elektronikus számológép, mint "agyvelő" még hasonlatképen sem jöhet szóba. Már felépítése is eltér az anatómiától. A "busz"-nak és "adrez"-nek /fülkeszám/ ugyanis nincs anatómiai megfelelője, az agyban takarékosabbak a közvetlen kötések, mert miniatűr vezeték /axon/ és miniatűr erősítő /ganglion/ bőven áll rendelkezésre. Ezt mi egyelőre utánozni nem tudjuk s ezért szorulunk a "busz"-os megoldásra, éppugy, mint ahogy a távolbalátásnál a recehártyát helyettesítjük szukcoesziv sorravétellel.

A logikai műveletek az E típusu parancssal kezdődnek, amikor is a gép "választ" pl. ha valamely számszerű eredmény egy másikinál nagyobb, akkor a gép mondjuk az A parancsot végzi, ha pedig kisebb, akkor B-t. Az ipari automatákban ez sem ismeretlen, pl. már kb. száz éve, hogy a szövőgép tapintója csak akkor cseréli a vetélő csévéjét, ha arról a fonál elfogyott, de minden munkaperiódusban mintát mér /sampling/. Az egész művelethez nem kell nagyobb intelligencia, mint egy vasuti váltónak

adott jelre való átállításához. Logikailag ez az igazi "vagy" művelet s nem az ismertetésekben szokásos, ahol is pl. egy pentóda ugyanazt végzi bármelyik rácsán érkezik be impulzus. Ez utóbbi az "akár"-nak felel meg, mert "egyre megy", "mindegy" relációkkal jellemezhető. A "vagy" akkor jelentkezik, ha egydologról kettőre vagy többre megyünk át s választani kell valamely újabb logikai megszorítás alapján.

Az adattár egy modernebb példája /34. ábra/ a permanens mágnesgyűrűkből összeállított kaptár-alaku egység. Egy gyűrű



34. ábra.

az írógép kis o betűjének méreteivel egyezik és négyszögalaku hiszterézisgörbéjű ferritből készül. Egy keret 64x64 gyűrűből áll, melyek vízszintes és függélyes vezetésekre vannak felfűzve, ezek egyben egymenetű mágnesező tekercsüket képviselnek. Egy vízszintes és egy függélyes huzal együttes árama átbillenti egyetlen meghatározott gyűrű mágnesezését, miáltal egy "bit" fel van jegyezve. Minden gyűrűn áthalad negyvenöt fokban egy közös menet, amely a leolvasásra szolgál. Ha 17 ilyen keretünk van /kockaalakban egymásmellé szerelhetők/, akkor 17 jegyű binerszámokból vagy szavakból 64x64-et raktározhatunk

el, s a fülkéket a két koordinátával, tehát két számmal, mint adresszel jelölhetjük ki.

A "tanuló" gép³

/Példa a számológép nem numerikus alkalmazására/.

A "tanulás" fogalma nagyon relativ. Egy szónoklat grammo-
fonikus följegyzését is annak lehet minősíteni, mert hiszen a
gép el tudja mondani. A papagály beszéde és az értelmetlenül
betanult gyermekvers ugyanezen nivóra tehető. A régi, naiv el-
képzelés az volt, hogy pl. a vivástanulás abból áll, hogy "sok-
szor ismételjük" ugyanazon mozdulatot, s akkor "bevésődik". De
mit ismétlünk, mikor még nem is tudjuk a helyes mozdulatot? Ho-
gyan jutunk el oda, hogy egyáltalán helyesen csináljuk? Fejlő-
dési folyamat kell hozzá, hogy a kezdetbeli, egészen rossz moz-
dulat átalakuljon helyessé. Sok próbálgatás után, a helyesnek
észrevévése /vagy tanár útján való korrigálása/ kiválogatással
rávezet a helyes megoldásra.

E folyamat két példáját kísérli megoldani az idézett köz-
lemény. Az egyik a "bevásárlás" egyszerűsített utánzása. A gép-
ben matrix alakban van megadva nyolc "üzlet" és hétféle "áru-
cikk".

		árucikkek →
		1 0 0 1 0 0 0
		1 0 1 0 0 0 0
		0 1 1 0 0 0 0
boltok	↓	0 0 0 0 1 0 0
	↓	0 1 1 1 0 0 0
	↓	0 0 0 1 0 0 0
	↓	0 1 1 1 1 0 0
	↓	0 0 0 0 0 1 0

Az áru-

cikkeket az oszlopok jelzik, ugyanis amely sorban /üzlet/ az
oszlopba tartozó árucikk megvan, oda 1-es van írva. A gép
feladata hétféle árucikket "vásárolni", anélkül, hogy tudná,
melyik boltban mi kapható, de ha már megtalált mindent, meg kell
jegyeznie. A számológépet e célra programozni kell. Csak a non-
numerikus parancsokra és műveletekre van szükség. A matrix most
a "külvilágot" képviseli, tehát leolvasására I parancs használta-
tik, s a leolvasáskor E parancsokat teljesít /ha 1-es van az "üz-

* A. G. Jettinger: Programming a digital computer to learn. Phil.
Mag. 1952, p. 1243.

letben" más parancsot teljesít, mintha 0 van az adresz helyén/.

A gép sorjában végig megy a "boltokon" míg a keresett első számú "árucikket" meg nem találja, azután ugyanezt teszi a többivel s ekkor külön feljegyzi /fülkékben/ az árucikk száma mellé a bolt számát s ezzel az "emlékezés" /asszociáció/ is megvan. A megoldásnak találgatással való kikeresése itt is diofantikus jellegű. A közlemény szerzője nagy gondot fordít arra, hogy a kikeresés találomra./random/ történjen s erre külön programról gondoskodik. Pedig ez nem fontos. Ha ugyanis mindegy milyen sorrendben veszünk valamit sorra, akkor a meglévő geometriai elhelyezés sorrendje is jó.

Gyorsítja a keresés folyamatát, ha egy-egy menetben nemcsak a j -edik cikket, hanem a $j-1$ és $j+1$ cikket is "megérdeklődi". A közlemény ennek menetét részletesen ki is dolgozza. Ember természetesen nem így járna el, hanem az összes cikkeket mindjárt minden üzletben megérdeklődné, mert így minden üzletbe csak egyszer kellene elmennie.

A második példa közelebb áll az említettük vivástanuláshoz, egyben a feltételes reflex kialakulását is illusztrálja. Több különféle erősségű ingert adunk be s a gépnek erre az inger erősségét számokban kell eltalálnia /azaz ugyanazt a számot kell kiadnia, amit beadtunk, de anélkül, hogy "látná"/. A feleletet a gépet figyelő "tanító" osztályozza szintén /pozitív vagy negatív/ számmal, amit a gépbe bead. A gép aztán automatikusan javít. A közlemény nagyon részletesen kidolgozza a működési programot.

Irodalom:

- G.A.Kurszanov: A gondolkodás logikai törvényei.1949.
E.A.Aszratjan: A magasabbrendű idegtevékenységről.1951.
I.P.Pavlov: Előadások a nagyagyféltekék működéséről 1925/1953/.
B.M.Tyeplov: A szovjet pszichológia 30 éve. 1949.
B.G.Ananjev: A szovjet lélektan sikerei. 1949.
J.I.Perelman: Szórakoztató algebra /adatok Ramon Lull-ról és a sakkozógépről/.
Gálócsy György: Az ember idegrendszere a pavlovi nervizmus megvilágításában. 1953.
Russel-Whitehead: Principia Mathematica.
Carnap: The logical syntax of language.
Hilbert-Ackermann: Grundzüge der theoretische Logik.
Fogarasi Béla: Logika I kiadás 1951 és III kiadás 1955.
A folyóirat idézetek a szöveg közt találhatóak.

Tartalom

Előszó.....	3
A logika elemei.....	4
A logikai pianó.....	17
Venn logikai gépe.....	29
Marquand logikai gépe.....	30
Kalin-Burkhart logikai gépe.....	32
A Vendac.....	32
Ferranti logikai számológépe.....	33
Genetikus logikai gép.....	42
Relékör elemző gép.....	43
Statisztikai gépek.....	44
A viszony és különbözőség megh.gép.....	45
Az idegműködésekre alkalmazható logikai számolásmód.	47
Hangok és látási alakzatok érzékelése.....	51
Automaták, állatmodellek.....	54
Lux véglénye.....	55
Machina speculatrix.....	57
Machina docilis.....	59
A bécsi műteknős.....	62
A Squee.....	54
A labirint-megfejtő gép.....	64
A homeostat.....	65
Az "ítélőgép".....	68
Quévedo sakkozógépe.....	70
A kétlépéses sakkrejtvénymegfejtő gép.....	73
A Fan-Tan.....	74
Nulla és kereszt.....	79
Komponálógépek.....	79
Fordítógépek.....	80
Az elektronikus számológépek vezérműveiről.....	82
A "tanulógép".....	86