

Automatikus formulaközlő

A 60-as években érvényben lévő KGST megállapodás miatt hazánkban sem számítógép tervezésével sem annak fejlesztésével nem volt szabad foglalkozni. Ezt a tilalmat Kalmár professzor úgy játszotta ki, hogy logikai gép tervezésére kért és kapott lehetőséget a hozzá nem értő kormányhivataloktól. Az engedély birtokában valójában formulavezérléses logikai gép, azaz a formulavezérléses számítógép logikai egységének tervezésével foglalkozott. Így került sor a már korábban megépített szegedi logikai géphez kapcsolható *automatikus formulaközlő* tervezésére és építésére.

A formulaközlő huzalos formában realizálja a változókból, a negáció és 10-féle kétváltozós logikai műveletből előállítható formulákat. A hálózat realizáltját matematikai felírás sorrendjében automatikusan állítja elő.

Az előállításhoz a formula Lukasiewicz-féle teljes zárójeles alakját használja, a redundás bezáró zárójelek elhagyásával.

A Lukasiewicz alakú formula véges hosszú karaktersorozatának ábécéje a változók betűjeléből, a negáció és 10 kéttagú műveleti jelből, valamint kezdőzárójelből áll. Belőle a formula felépítése balról-jobbra haladó elemzéssel a *szintaxis gráfja* alapján lehetséges. A szintaxis gráf mindig olyan irányított fa, amelynek a levelek kivételével minden pontjának ki-foka 3 (trináris fa). A fa gyökere változó, vagy negált változó, zárójel, vagy negált zárójel, pontjai kétváltozós műveletek és operandusaik, amelyek változók vagy negált változók, illetve zárójelek vagy negált zárójelek; levelei változó vagy negált változó operandusokkal lezárt kétváltozós műveletek. A szintaxisgráf elemzése a gyökéren kezdődik, zárójel esetén alacsonyabb szinten folytatódik, változó jobboperandus után egy vagy több szinttel feljebb hajtódik végre egészen addig, amíg az elemzés a szintaxis gráf gyökeréhez vissza nem jut.

A Lukasiewicz-féle formula szintaxis gráfjának elemzéséből adódnak a karaktersorozat szintaxis szabályai:

Nevezzük elsőrendű karakternek a változók nevét, a negációjelet és a zárójelet, másodrendű karakternek pedig az összes kétváltozós műveleti jelet. Akkor

- egy formula mindig elsőrendű karakterrel kezdődik;
- negáció jel vagy zárójel után mindig elsőrendű karakter következik;
- változó karakter után csak másodrendű karakter jöhet;

- másodrendű karakter után mindig elsőrendű karakter következik;
- a formulában a zárójelek száma megegyezik a kétváltozós műveleti jelek számával;
- a formula utolsó karaktere mindig változó karakter.

Az automatikus formulaközlő a logikai formula teljes *szintaxis* gráfja „vázának” a szegedi logikai géphez szabott elektromechanikus realizációja. A logikai géppel összekötő kábel a változó hüvelyhármast és a formula hüvelyhármast csatlakoztatja a formulaközlőhöz. A formulaközlőben huzalos műveleti dobozok szerepét változó műveleti dobozok veszik át. Ezek alkalmas emelet és ívpont számmal rendelkező választógépek (szelektor, marker), amelyeket a korabeli távbeszélő és hírközlő technikában alkalmaztak. (Arra is volt példa, hogy némely szelektort a gyárral közvetlenül kellett legyártatni.) E gépek kosarának forrasztásaiból rá lehet ismerni a kétváltozós műveletek huzalos realizációira. A műveletet realizáló gép bal és jobb operadusz kapcsolói, valamint a szintek kapcsolói úgyszintén elektromechanikus szelektorok illetve relék. Ezeknek az eszközöknek működési sorrendjét megszabó vezérlő a jeleket a formulaközlő klaviatúrájából kapja, ami lényegében 10 shift-üzemű kapcsolóbillentyűből áll, egy-egy nyomógomb vagy elsőrendű, vagy másodrendű karaktervezérlő jelet vált ki attól függően, hogy a formula bebillentyűzése melyik szintaktikus szabályt érinti. Úgyszintén a szintaktikus szabályokból következik a „formula vége” állapot detektálása is, azaz a vezérlés lezárása.

Kalmár professzor eredeti terve szerint a klaviatúra egy hagyományos körtárcsás telefon lett volna, amelyen a formulát „fel lehetett volna hívni”.

A formulaközlő vezérlő nyomógombjai száma éppen azért volt 10, mert a logikai gép 8 változós formulák kezelésére volt alkalmas. A formulaközlő a gyakorlatban 4 mélységig épült fel. A mélyebb szintek építését nagymértékben bonyolítja, hogy a teljes szintaxis gráf emeletei pontszáma mindig háromszorozódik.

Ekvivalencia-vizsgáló gép

A Kalmár-féle logikai gép lényegében formula végértékét állítja elő a huzalos logikai rendszerben. Gyakorlati felhasználásként kezdetben logikai fejtörők megoldására alkalmazták. Ilyen példákat szerkesztettek és mutattak be a gép korabeli kiállításán is.

Kézenfekvő gondolat egy komolyabb felhasználási terület: a kapcsoló áramkörök modellezése. Könnyen belátható, hogy a dugaszolással létrehozott formula tulajdonképpen kombinációs hálózat illetve annak negáltja. Gavrilov professzor javaslatára a gépet kiegészítették szekvenciális hálózatok vizsgálatát lehetővé tevő egységgel (többütemű áramkörök). Ez a kiegészítés az eredeti géppel közös házba került. Ezzel a gép most már lehetővé tette szekvenciális hálózatok tervezését, így például akár huzalos memória elem készítését. Végző soron az így kiegészített logikai géppel lehetségessé vált véges automaták modellezése.

Az ekvivalencia-vizsgáló gép a logikai gép egy további alkalmazását tette lehetővé immár különálló egységben. Vele két logikai formula ekvivalenciája dönthető el gépi úton. Az alapötlet a következő: F_1 és F_2 két huzalos előállítású logikai formula, amelynek bemenete a logikai gép változó sávja, a kimenetek pedig egy ekvivalencia doboz bemenetei. A változók összes lehetséges értékének előállítása közben az ekvivalencia doboz kimenetén vagy igaz, vagy hamis érték jön létre. F_1 akkor és csak akkor ekvivalens F_2 -vel, ha a kimenet minden esetben igaz értéket vesz fel; illetve az antivalenciához elegendő, ha a kimenet az automatikus működés, azaz a változóértékek szisztematikus előállítása során legalább egyszer hamis értéket mutat.

Az ekvivalencia-vizsgáló gép több formulából ki tudja válogatja az ekvivalens formula-párokat, mégpedig olyan módon, hogy variáló egysége először az első, majd a második, harmadik stb. formulát hasonlítja össze rendre az összes utána következővel, utoljára az utolsó előtti az utolsóval.

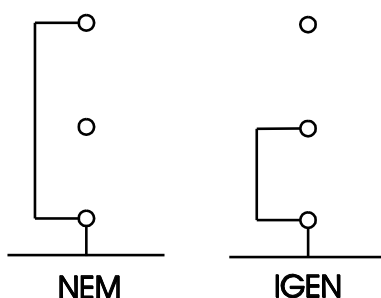
A gép előlapján hüvelyhármásokat találunk négyzetes mátrix elrendezésben. Az egyes hüvelyhármások hamis vagy igaz állapota jelzi a megfelelő sor-oszlop formulák antivalenciáját illetve ekvivalenciáját. Mivel az ekvivalencia-reláció szimmetrikus, a kapcsoló mátrixnak csak felében látunk valódi hüvelyhármásokat. Ezen felül két formula ekvivalenciáját alkalmas kijelzés (jelzőlámpa) mutatja.

Az ekvivalencia-vizsgáló gép egyszerűbb kivitelű is lehetett volna; megépített formájában továbbfejleszhető lenne egyéb relációk vizsgálatára is; például az ítéletkalkulus következtetéseinek gépi vizsgálatára.

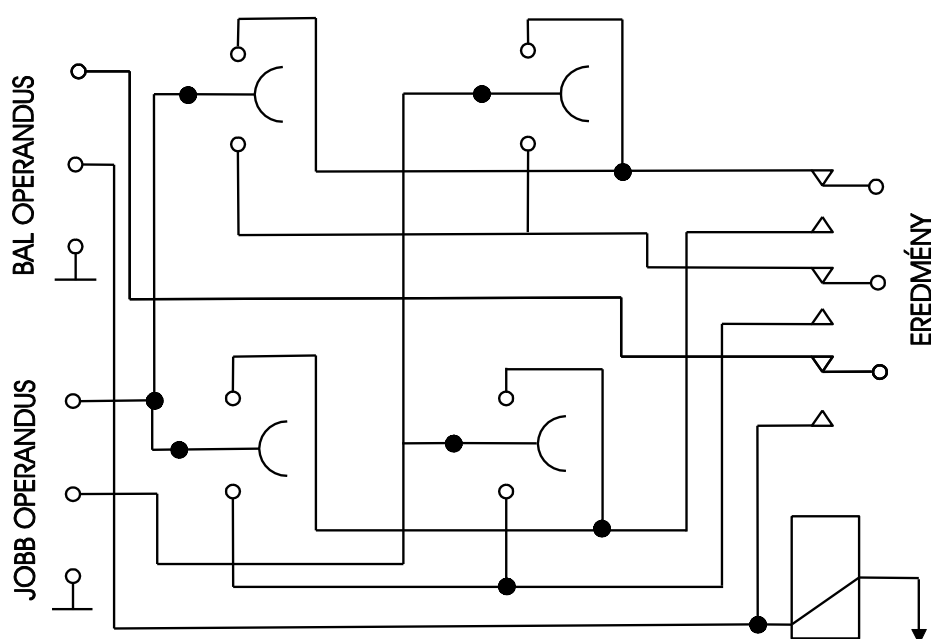
Az ekvivalencia vizsgálat gyakorlati alkalmazásaként lehetséges sorozatban gyártott nyomtatott áramköri lemezek hibátlanságának teljes és általános vizsgálata. Ekkor egy eredeti hibátlan (ős) lemezt hasonlít össze a többi lemezzel oly módon, hogy összehasonlítja a mintázatok azonos lábai közötti szakadás fennállását (azaz szakadás-rövidzár ekvivalencia vizsgálat). A vizsgálat olyan értelemben teljes, hogy minden egyes hibás lemez felfedhető, szemben a szűrőpróbaszerű vizsgálattal; általános olyan értelemben, hogy egyetlen célgéppel tetszőleges típusú lemezsorozatból kiválasztható a selejtes lemez.

Algebrai célgép

A Kalmár-féle huzalos logika gyakorlati elterjedésének legnagyobb akadálya az operandusok duplázása, amely a formulát realizáló hálózatot általában a formula hosszától függően exponenciális méretekben tette bonyolulttá. E körülményeken lehet segíteni, ha a logikai változókat három pont másféle huzalállapotaival reprezentáljuk, mégpedig a következőképpen:



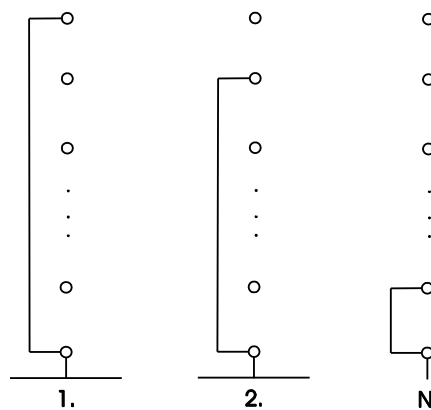
Megállapodunk abban, hogy a ponthármásokban az egyik pont (a legalsó) legyen kitüntetett (a kapcsolat referencia pontja!). A következő kapcsolat, amely egy jelfogó kivételével csak vezeték tartalmaz („majdnem” huzalos doboz!) a megállapodásnak megfelelő általános műveleti dobozt szemléltet és a ponthármásokon kívül négy kétállású kapcsolót tartalmaz 2x2-es mátrix elrendezésében.



E kézi kapcsolók alkalmas beállításával előállítható nemcsak mind a 10-féle kétváltozós műveleti doboz, hanem még az „egyváltozós dobozok” is, nevezetesen a logikai konstansok, változók, változó negáltak, (a negáció művelete). A kimeneti jelfogó a kimeneti soronkénti ponthármasokat földfüggetlen egyesíti egyetlen művelet-eredmény ponthármassá.

A kapcsolás általánosítható többértékű logikára is a többállású kapcsolók kapcsolási pontjainak és számának művelésével, valamint az egyesítő jelfogók számának lineáris szaporításával. Az állítható kapcsolók tulajdonképpen Cayley tábla tiszta huzalos realizációk, az általános műveleti doboz pedig lehetőséget nyújt elvileg tetszőleges elemszámú véges algebra tetszőleges műveletének realizálására.

Most az „egyetlen operandusok” realizálása n elemszám esetén $n+1$ pont következő huzalállapotai:



Ilyen elemekből és általános műveleti dobozokból épült fel a 70-es években a Kalmár laboratóriumban az *algebrai célgép*, amely legfeljebb 10 elemszámú halmazon értelmezett tetszőleges műveleteket felhasználó véges algebrai formulát tudott realizálni „majdnem huzalos” formában. A gép elsősorban formula végérték számítás céljára készült, építéséhez felhasználva a szegedi logikai gép és az automatikus formulaközlő építési tapasztalatait (és az ott használt elektromágneses kapcsoló eszközöket). A 10 értékű logikai gép legfeljebb 6 különböző változóit lexikális sorrendben előállító variátor egysége (számlálója) a vizsgált formula változóinak értékét szolgáltatta, a pont-tizenegyesek megengedett állapotait állította elő. Elkészült néhány fix (forrasztott) műveleti doboz, és egy 10 állású kapcsolókból épített tetszőleges műveletet realizáló

egység. A formula automatikus felépítésére tervezett egység (az automatikus formulaközlő megfelelője) a laboratórium megszűnése miatt már nem került megépítésre.

Az algebrai célgép műszaki kuriózumán túl alkalmas véges algebrák gyakorlati kutatására, például prím elemszámú struktúrák vizsgálatára; abban formulák kézi előállítására; oktatáshoz példák szerkesztésére; annak verifikálására, hogy az asszociativitás egyenletei egy struktúrában függetlenek stb. Célszerűen használható, ha a műveleti tábla leírt változtatása szükséges: ez azonnal interaktív úton megtehető. Ugyanilyen változtatások számítógépes támogatással jobban elfedik a vizsgált problémát.

Egyéb informatikai eszközök

Jelfogókulcsos bináris összeadó.

Hamming-féle (relés) hibajavító kód áramkör

elektronikus logikai gép - (második generációs elemekből).