

# Sorrendi áramkörök szekunder változóinak meghatározása számítógéppel

ETO 519.123 : 621.3.06 : 681.3.06

Jelen dolgozatban sorrendi áramkörök tervezésére kívánunk egy számítógépes módszert bemutatni, amelyet az irodalomból ismert módszerek közül a leginkább áttekinthetőnek és könnyen kezelhetőnek találtunk.

A sorrendi áramkörök — tervezésüket tekintve — abban különböznek a kombinációs áramköröktől, hogy azonos bemeneti kombinációkhoz több, egymástól különböző kimeneti esemény tartozhat.

Így valamely kimeneti eseményt egyértelműen a bemeneti kombináció és a működésnek egy meghatározott fázisa együttesen határozza meg.

A különböző fázisokban előforduló, azonos bemeneti kombinációk megkülönböztetésére szolgálnak a szekunder változók [1].

Ha működésüket és szerepüket tekintjük, célszerű és jogos az alábbi felosztás:

A sorrendi áramkörök működtethetők más rendszerek által meghatározott sorrendben szolgáltatott jelekkel, amelyeknek egy kombinációja a működés bizonyos fázisában valamely kimeneti eseményt hoz létre.

Működtethetők továbbá ciklikusan, az áramkör zárása által, amikor a kívánt jelsorozatot a tervezendő rendszernek kell előállítania és ismételnie. A fenti felosztás a megkülönböztetendő azonos kombinációk miatt jogos.

A működési ütemek több ismert és alkalmazott ábrázolási módszere közül (pl. differenciális típusú ütemdiagram, differenciális típusú idődiagram, állapotdiagram, állapottáblázat) a továbbiakban az állapot típusú ütemdiagramot (röviden ütemdiagramot) használtunk fel.

## Sorrendi áramkörök szintézise

A megoldandó feladatok három jellegzetes típusa a következő:

a) Tervezzünk sorrendi áramkört, amelynek be-

menete egyetlen nyomógomb, és tíz lámpa (0—9-ig számozva) képezi a kimenetet úgy, hogy a nyomógomb  $n$ -edik működtetése pontosan egy lámpát kapcsoljon be, mégpedig azt, amelyhez az  $n$ -edik számot rendeltük.

b) Alkalmazzunk „ÉS”, „VAGY” kapukat és inverttereket és ezekből alakítsunk ki  $R-S$  flip-flopot az 1. ábra szerint.

c) Tervezzünk soros bináris összeadó, amelynek két bemenete és egy kimenete van.

## Hazárdok problémája

Hogy a tervezett rendszer megvalósítva a követelményeknek megfelelően működjön, a működés során átmenetileg kialakuló állapotokat is figyelembe kell venni. Ezen átmeneti állapotokat a továbbiakban *hazárdoknak* nevezzük [3].

## A hazárdok okai

Hazárdok jöhetnek létre a rendszert felépítő áramkörök működési sajátosságai miatt és az áramköri egységek között kialakított kapcsolatból. Előbbiek a *statikus*, utóbbiak a *dinamikus* hazárdok. Statikus hazárd például az egyes áramkörök által okozott (csak közelítőleg ismert) késleltetés. A késleltetésnek tulajdonítható az a jelenség is, hogy a flip-flopok állapotváltozása alatt rövid ideig mindkét kimeneten „igen” szint jelenik meg. Dinamikus hazárdok keletkeznek, ha a tervezéskor figyelmen kívül hagyott különböző mértékben késleltetett jelekkel vezéreljük a rendszer blokkjait.

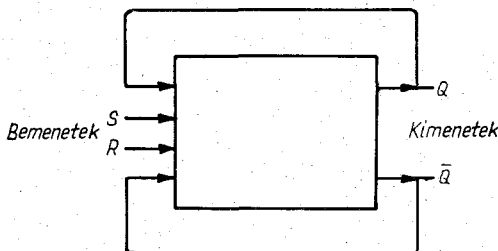
Statikus és dinamikus hazárdok kombinációs és sorrendi áramkörökben is előfordulhatnak.

A sorrendi áramkörök működési sajátosságai miatt jogosan beszélhetünk úgynevezett *lényeges* hazárdokról, amelyeket az különböztet meg a fentiekől, hogy megjelenésük a kimeneti események szempontjából lényeges, ezeket a nem kívánt pillanatban megsemmisíti vagy előidézi.

Célunk a hazárdok figyelembevétele és hatásuk kiküszöbölése.

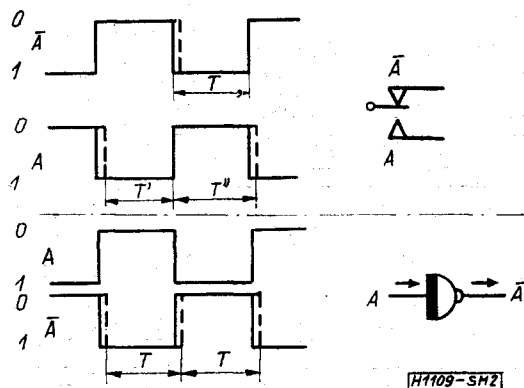
Ha a hibákat vizsgáljuk, fontos, hogy a relés és az elektronikus áramköri megvalósításokat különválasszuk. Ugyanis az inverz jel képzése más-más hibákat hoz a kétféle megvalósításban (2. ábra). A jelfogós esetben az ideálisan 1:1 jel-szünet arány megváltozik, míg az elektronikus inverzió a jel időbeni eltolását okozza.

Ennek az eltolásnak a szerepe az elektronikus megvalósításban jelentősebb.



H1109-3M1

1. ábra. R-S flip-flop vázlata



2. ábra. Inverz jel képzése

Sorrendi áramkör tervezése számítógéppel

A számítógép alkalmazásának előnyei az áramkör-tervezésben ismertek és a gyakorlat által bizonyítottak [2].

A sorrendi áramkörök tervezésénél a változók-nak nem is túl nagy száma (5-6) erősen nehezíti egy adott feladat optimális megoldásának kiválasztását. A hazárdok számbavétele már kevés változó esetén is sok számolást jelent.

Az alábbiakban vázoljuk a probléma egyik lehetséges általános megoldásának menetét. Az áramkör gépi úton történő megtervezéséhez a hálózat ütemdiagramját használjuk kiindulási alapként.

Első lépés: a követelményeket tükröző ütemdiagram felvétele. Ez a működés sajátosságai szerint lehet olyan:

- amelynek célja az ütemdiagrammal előírt ciklikus üzemelés biztosítása, illetve

- amelynek célja az ütemdiagram szerint adott változókkal valamely kimeneti függvény képzése.

Második lépés: az ütemhatárokon lehetséges hazárdok számbavétele.

Harmadik lépés: a hazárdokkal bővített ütemdiagram azonos kombinációinak megkülönböztetése szekunder változó felvételével.

Negyedik lépés: a megfelelő szekunder változó kiválasztása.

A tervezés menete

Ütemdiagram felvétele

Egy egyszerű példán illusztrálva, legyen az ütemdiagram:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A				—	—	—	—			
B			—	—			—	—		
C		—				—	—	—		
L				—						

Az ideális ütemdiagram Boole-mátrixának alakja:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
B	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
C	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
L	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Hazárd kombinációk

A hazárdok azon ütemhatárokon keletkezhetnek, ahol két vagy több változó változik egy időben. Például a 0-1, 1-0 állapotváltozások között felléphetnek a 0-0 vagy 1-1 hazárd bővítő kombinációk.

Az ideális ütemdiagram egyik lehetséges hazárd kombinációkkal bővített Boole-mátrixa abban az esetben, ha L-t kimeneti változóként kezeljük:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
B	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
C	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
L	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Ha az egymást követő ütemekben három változó változik, a két eredeti ütem között hat a lehetséges hazárd bővítő kombinációk száma.

Általában, ha n az eltérő változók száma,  $2^n - 2$  a lehetséges hazárd bővítő kombinációk száma. Nem abszolút ideális ütemhatárokat feltételezve, a lehetséges bővítő kombinációkból mindig egyet választunk ki a 3. ábra szerint. Az ábra a példánkban előforduló három bővítendő ütemhatárra elhelyezhető bővítő kombinációkat jelöli egymás alatt: 0-val a 0-0, 1-essel az 1-1 bővítő kombinációt. A nyilak pedig az ütemhatárokon az egyes esetekben szereplő bővítő kombinációkra mutatnak.

Ha speciálisan az egyik változó kimeneti függő változó, akkor elég az arra vonatkozó azonos kombinációk megkülönböztetése.

Szekunder változó felvétele

A kombinációk azonosságát egyértelműen eldönthetjük, ha az egyes változóknak például bináris súlyozást tulajdonítunk megállapodás szerint. Példánkban:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A (2 <sup>0</sup> )	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
B (2 <sup>1</sup> )	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
C (2 <sup>2</sup> )	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	0	4	0	2	3	1	5	7	6	4	5	1	0

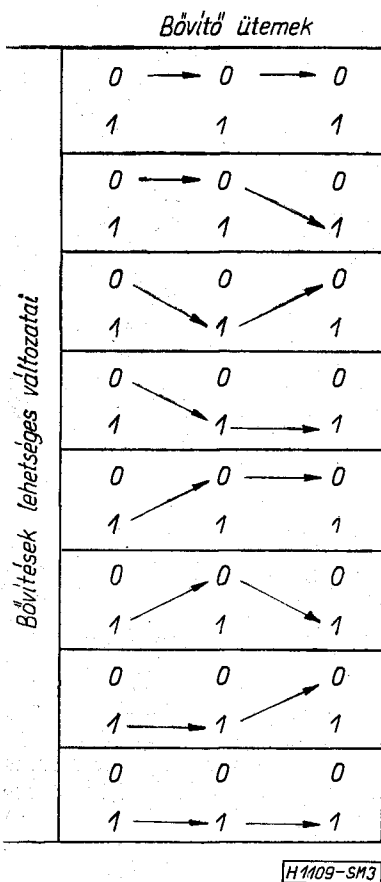
A megkülönböztetéshez szükséges ún. szekunder változók felvétele akkor helyes, ha a megkülönböztetésen túl az áramköri megvalósítástól függő működési sajátosságokat is kielégíti.

Például relés áramkörben:

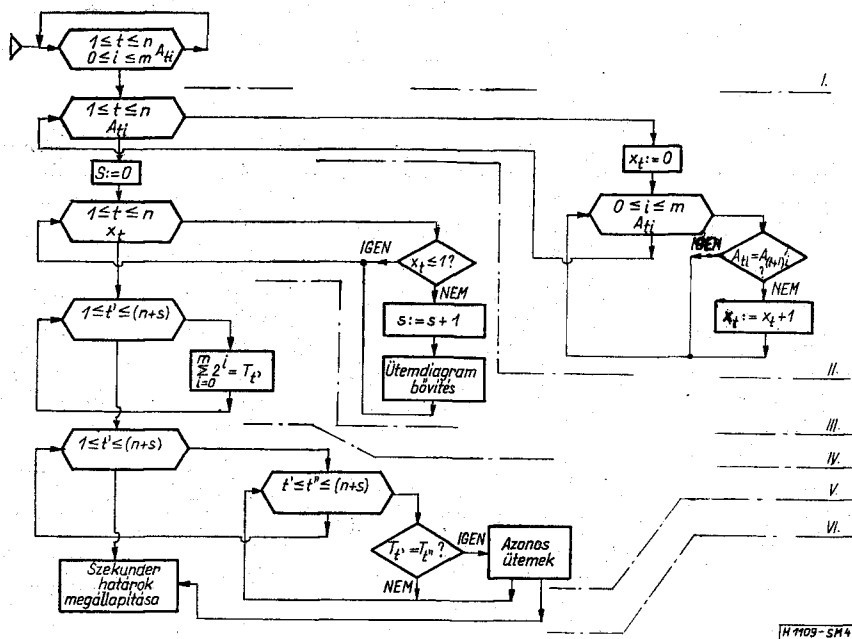
- a meghúzó kombináció máshol nem fordulhat elő, csak a felvett szekunder változó határain belül;
- a szekunder elengedését követő első ütem nem lehet tartó kombináció, mert az a szekunder tartományt szükségtelenül, esetleg károsan növelné.

Szekunder változó kiválasztása

Helyesen választjuk meg a szekunder változót akkor, ha azonos határok között valamennyi bővített Boole-mátrixban megtalálható és ott a vizsgálatok megfelelően találták. Ha ilyen több van, a leggazdaságosabban megvalósíthatót választjuk ki. Ha nem találunk megfelelőt, kettő vagy több szekunder vál-



3. ábra. Bővítő ütemek kiválasztása



4. ábra. Tömbvázlat

tozót kell felvenni például úgy, hogy az első szekundert működtetjük addig, amíg az első olyan kombinációhoz nem érünk, amelyek az előzőek valamelyikével azonos.

*A tervezés tömbvázlata*

Az előzőekben leírtak a tömbvázlaton lépésről lépésre nyomon követhetők. Az egyes visszacsatolások révén a gépi működés mechanizmusa válik világossá.

Az információ áramlása a nyilak irányával egyezik.

A tömbvázlat egyes fokozatai (4. ábra):

I. Az ütemdiagram elemeinek behívása.

II. Végig vizsgálja, hogy a Boole-mátrix szomszédos oszlopai hány eleménél térnek el egymástól.  $x_t$  értéke a szomszédos ütemek eltérő elemeinek számát rögzíti.

III. Az  $s$  azonos ütemhatárok száma, ahol  $x_t \geq 2$ . Az ütemdiagram bővítése az  $s$  és  $x_t$  értékétől függően történik.

IV. A bővített  $n+s$  ütemet tartalmazó ütemdiagram ütemeinek súlyozása. A súlyozott érték  $T_{t'}$ .

V. Azonos ütemek kiválogatása.

VI. Az V. fokozat eredményét felhasználva, áramköri megvalósítástól függően történik a szekunder határainak megállapítása.

IRODALOM

[1] Flesch I.—Ruppenthal P.: Kapcsoláselmélet példatár. Tankönyvkiadó, 1967.  
 [2] Ledley, R. S.: Programming and utilizing digital computers. McGraw-Hill Book Company, 1962.  
 [3] McCluskey, E. J.: Introduction to the theory of switching circuits. McGraw-Hill Book Company, 1965.