

14-майруза

Рақамли автоматларнинг барқарор ишлашини таъминлаш.

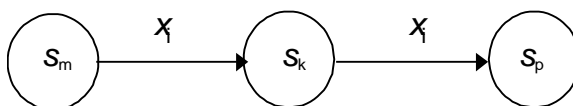
Режа

1. Рақамли автоматларнинг барқарор ишлашини таъминлаш
2. Автоматларда мусобақа.
3. Рақамли автоматларнинг назорати ва ташҳиси

Рақамли автоматларнинг барқарор ишлашини таъминлаш уларни структуравий синтезлашдаги асосий масалаларидан биридир. Рақамли автоматларнинг нотўғри ишлаши мантиқий ва хотира элементлари схемаларининг физик амалга оширилишининг ўзи хос хусусиятлари ҳамда ва сигналларни элементлар ва комбинацион схемаларда тарқалиши тезлигининг ҳар хиллиги билан боғлиқ. Рақамли автоматни барқарор ишлашини таъминлаш жараёнини батафсил кўриб чиқамиз.

Навбатдаги кириш йўли сигнали келгандан кейин ва хотира элементларининг кириш йўлларида кўзғатиш сигналлари шакллантирилгандан сўнг автомат янги ҳолатга ўтади. Бунда тескари боғланиш занжирлари орқали янги кўзғатиш сигналлари шакллантирилади (хотира элементларининг чиқиш йўлларида мантиқий элементлар орқали хотира элементлари йўлларида) ва автомат янги ҳолатга ўтади ва ҳ. Шундай қилиб, автомат қандайдир бир аниқ ҳолатда тўхтаб қолмайди ва ҳолатлар генератори режимида ишлашни бошлайди. Бу ҳолни бартараф этиш учун синхросигналлар серияси, яъни махсус сигналлар кетма -кетлиги хотира элементларининг кириш йўлига берилади. Бу эса, хотира элементини кириш йўлига берилган навбатдаги кўзғатиш сигналларини фақат синхросигнал келгандагина қабул қилинишига рухсат беради. Синхросигнал бўлмаганда кўзғатиш сигнали хотира элементига қабул қилинмайди ва автоматнинг хотира элементи ўз ҳолатини ўзгартирмайди.

Амалда синхросигналлар хотира элементининг махсус расмларда С билан белгиланадиган ва синхрокириш деб аталувчи кириш йўлига уланади.



13.1-расм. Автомат графининг бир қисми.

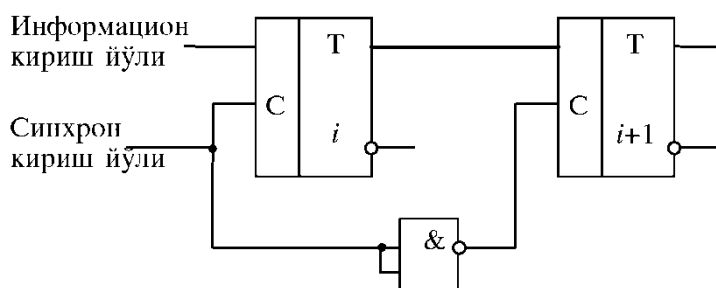
Агар баъзи хусусиятлар ҳисобга олинмаса, синхросигналларни қўллаш ҳар доим ҳам автоматнинг барқарор ишлашини таъминлай олмайди. Фараз қилайлик, автомат 4.24-расмда тасвирланган ўтишни амалга ошириши керак бўлсин. Бунда қуйидаги вазиятлар бўлиши мумкин:

а) x_i кириш йўли сигнали таъсирида автоматнинг комбинацион схемасида ва хотира элементларида ўткинчи жараён тугамасдан аввал

автомат хотира элементларининг кириш йўлларига навбатдаги синхросигнал берилса автомат хотирасининг битта ёки бир нечта элементларининг кириш йўлида қўзғатиш сигналларнинг нотўғри шаклланиши содир бўлиши мумкин, яъни автомат x_i кириш йўли сигнали таъсирида s_m □олатдан s_k □олатга ўтиш ўрнига шу кириш йўли сигнали x_i таъсирида қандайдир ёлғон s_i амалга □олатига ўтиши мумкин;

б) агар x_i кириш йўли сигналининг давомийлиги автоматнинг s_m ҳолатдан s_k ҳолатга ўтишдаги вақт давомийлигидан катта бўлса, автомат (навбатдаги синхросигнал берилиши билан) кириш йўли сигнали x_i бўйича иккиланган ишлаши ҳисобига s_k ҳолатни четлаб, бирданига s_p ҳолатига ўтиши мумкин. Бошқача айтганда s_k ҳолат турғун (барқарор) ҳолат бўлиб қолиши мумкин.

Автоматнинг барқарор ишлашини таъминлаш учун унинг хотира элементларининг кириш йўлига Ахборотни бериш онини хотира элементларининг чиқиш йўлларида Ахборотни олиш онидан вақт бўйича ажратиш керак. Вақт бўйича бундай ажратилганда ҳар қандай хотира элементининг навбатдаги қўзғатиш сигнални шаклланиши синхросигнал пайдо бўлган онда фақат олдинги вақт онига тўғри келувчи хотира элементлари ҳолатларининг қийматлари бўйича қараб амалга оширилади ва хотира элементларидаги ўтиш жараёнлари қўзғатиш сигналнинг шаклланишига таъсир кўрсатмайди. Табиийки, бунда синхросигналлар кетма-кетлигининг даври, автоматнинг кириш йўли сигналининг автомат комбинацион схемасининг мантиқий элементларидан ўтишидаги кечикишлар билан боғлиқ ўтиш жараёнларининг якунланишини ҳисобга олган ҳолда танланиши керак. Бунга мисол сифатида икки қаватли хотирани келтириш мумкин. Бунда хотиранинг ҳар бир элементи иккиланади ва Ахборотси пастки қаватдаги хотира элементларидан юқори қаватдаги элементларга кўчириб ёзиш синхросигнал бўлмаганда амалга оширилади (25-расм).

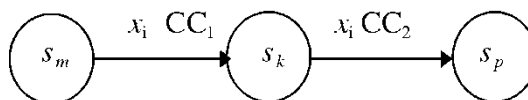


13.2-расм. Иккиланган хотира.

Қўзғатиш функцияларини шакллантириш учун ишлатилувчи тескари боғланиш сигналлари ва автоматнинг чиқиш йўллари сигналлари юқори қаватдаги хотира элементларининг чиқиш йўлларида олинади.

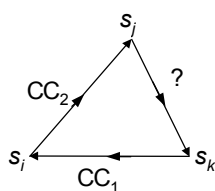
Автомат хотирасини бундай ташкил этишда битта синхросигнал бўйича қайта-қайта қўзғатиш сигналнинг шаклланиши ва автоматнинг янги ҳолатга ўтиш ҳавфи йўқолади. Аммо, автоматнинг иккиланган хотирасини қўллаш автоматнинг ишлаш тезлигининг пасайишига олиб келади.

Кўп ҳолларда юқоридаги камчиликдан ҳоли бўлган автоматнинг кириш йўли сигналларини кўп фазали тактлаш тизимси қўлланилади. Мисол учун икки фазали CC_1 ва CC_2 синхросериялари билан синхронлашда битта кириш йўли сигнали x_i ўрнига (4.25-расм) иккита ҳар хил x_i CC_1 ва x_i CC_2 ишлатилади (26-расм). Шундай қилиб автоматнинг барқарор ишлаши автоматик тарзда таъминланади.

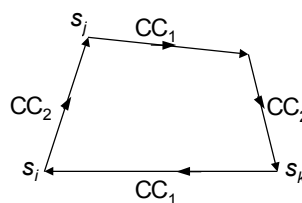


13.3-расм. Кўп фазали тактлаш.

Икки фазали синхронлашда автомат ўтиш графларининг барча ёйларини CC_1 ва CC_2 символлари билан белгилаш имкони бўлиши талаб этилади. Бунда графнинг ихтиёрий учи учун ундан чиқаётган ёйлар бир синхросерияни симболи билан, шу учга кираётган ёйлар эса бошқа синхросерияни симболи билан белгиланиши керак. Агарда автомат ўтишларининг графи тоқ узунликдаги контурга эга бўлса (27-расм), у ҳолда бундай белгилаш мумкин бўлмай қолади. Лекин, унга қўшимча бўш чиқишли ҳолат киритиб жуфт узунликдаги контурга ўзгартириб (28-расм), белгилаш масаласини ҳал этиш мумкин.



13.4-расм. Тоқ узунликдаги автомат ўтишининг графи.



13.5-расм. Жуфт узунликдаги автомат ўтишининг графи.

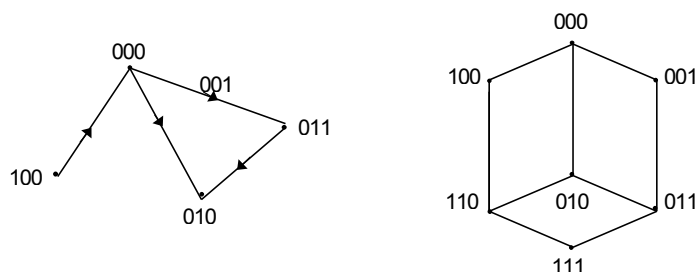
Тоқ узунликдаги контурли графни жуфт узунликдаги контурга қўшимча бўш чиқиш сигналига эга бўлган учни киритиш билан ўзгартириш масаласи графлар назариясини методлари ёрдамида ечилади, хусусан, графнинг цикломатик сонлари тушунчаларини ва графнинг фундаментал циклларини матричасини қуриш методларини қўллаш билан ечилади.

Хотирали рақамли автоматнинг барқарор ишлашини таъминлаш юқорида баён этилган усуллардан ташқари яна махсус чоралар, хусусан автомат схемасидаги пойгалар (гонок) эффект ҳодисасини йўқотишга қаратилган чоралар орқали қисман бажарилиши мумкин. Бу ҳодиса хотира элементларининг ишга тушиши вақтининг ҳар хиллиги билан боғлиқ. Бундан ташқари, ҳар хил узунликдаги мантиқий элементлар занжиридан хотира элементларининг кириш йўлларига келаётган кўзғатиш сигналларининг кечикиш вақтлари ҳам ҳар хилдир. Агарда автоматни бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтишида бир вақтнинг ўзида бир нечта хотира элементларининг

ҳолатлари ўзгарса, улар ўртасида автоматнинг нотўғри ишлашига олиб келувчи пойга (мусобақа) бошланади. Ҳақиқатан, автоматнинг s_i □ олатдан бирор s_j □ олатга сетишида жуда ҳам кичик муддатга бўлса ҳам s_i ва s_j дан фарқли бўлган автоматнинг оралиқ ҳолати вужудга келиши мумкин. Масалан, s_i (0110) □ олатдан s_j (1010) □ олатга сетишда ўз ҳолатларини фақат биринчи икки хотира элементлари ўзгартиради. Пойга ҳодисаси туфайли учинчи ёки тўртинчи хотира элементининг ўзгаришига олиб келувчи 1110 (ёки 0010) ҳолат вужудга келиши мумкин. Бунда автоматда ўтиш жараёнлари тугагандан сўнг у энди s_j ҳолатга сета олмайди. Икки қаватли хотира қўлланилганда автоматда пойга вужудга келмайди, чунки автомат ўз ҳолатини фақат синхросигнал бўлмаган ҳолдагина ўзгартиради.

Автоматларда пойгани йўқотишнинг яна бир **пойгага қарши кодлаш** деб аталувчи, автомат ҳолатларни махсус кодлаш билан боғлиқ усули мавжуд. Пойгага қарши кодлашнинг хусусий ҳоли сифатида **қўшни кодлашни** келтириш мумкин. Бунда ўтишларнинг графида ёйлар билан боғланган автомат ҳолатлари бир-биридан фақат битта хонаси билан фарқланувчи иккили векторлар орқали кодланади. Қўшни кодлашни қўллаш учун автоматнинг ўтишлари графида тоқ узунликдаги контурлар бўлмаслиги керак. Ҳолатлари қўшни кодлаш усули орқали кодланган автоматларнинг ўтишлар графларига мисоллар 29-расмда келтирилган.

Тоқ сондаги узунликка эга бўлган контурларни йўқотиш учун юқорида баён этилган фундаментал цикларни матрицасини қуриш усулидан фойдаланиш мумкин.



13.6-расм. Қўшни кодлаш усули орқали кодланган автоматларнинг ўтишлар графлари.

Рақамли автоматларнинг назорати ва ташҳиси

Рақамли автоматларнинг назорати унинг тўғри ишлашини текшириш масаласини ечиш билан боғлиқ ва махсус назорат воситалари ёрдамида амалга оширилади. Ҳозирги вақтда мавжуд бўлган рақамли автоматларнинг назорати методлари ва воситаларини икки гуруҳга ажратиш мумкин: **тест назорати** (ТН) ва **функционал назорат** (ФН).

ТН махсус техник **ташҳислаш** тизимлари ёрдамида амалга оширилади. Бу назорат схемадаги мавжуд носозликни аниқлаш имконини берувчи иккили кодлар мажмуаларидан иборат бўлган махсус ташкил этилган таъсирларни назорат қилинаётган объектга беришга асосланган. ТН назорат қилинаётган объекти иш жараёнида ҳам қўллаш мумкин, лекин бу вақтда

тест таъсирлари текширилаётган объектнинг иш жараёнига ҳалақит бермаслиги керак. ТН нинг асосий вазифаси – талаб қилинган назоратни тўлиқ таъминлашдан, яъни назорат қилинаётган объект схемасидан берилган тоифадан барча носоз элементларнинг жойлашган ўрнини ҳам кўрсатишдан иборат. **Таъхислаш** тизимсининг мураккаблиги ва нархи объектни назорат қилиш тизимсининг мураккаблиги ва нархидан анча юқори бўлиши мумкин.

Функционал назоратда назоратланувчи объектга махсус тест таъсирлари берилмайди (объектга фақат объект ишлаши алгоритмида кўзда тутилган ишчи таъсирлар берилади, халос)

ФН одатда объектга у белгиланган ишлаш алгоритми бевосита амалга ошираётганида қўлланилади. ФНни яна объектни иш бажаришидан олдин ёки иш бажариб бўлганидан сўнг ҳам қўллаш мумкин. Аммо, бу вақтда объектнинг ишлаш режимини имитациялаш талаб этилади. ФНнинг аппарат воситалари одатда назорат қилинаётган объект билан конструктив боғланишда бўлади. Бунда назорат қилинаётган объектнинг ҳар бир нусхаси **ўз худудида жойлашган** ФНнинг аппаратига эга бўлади. Шунинг учун ҳам ФНни **ўз худудида жойлашган** назорат ҳам деб атайдилар.

Назоратни ўтказиш назоратланувчи объект схемасига (структуравий ортиқчилиги) ёки унинг кириш йўлига берилаётган Ахборотга (Ахборот ортиқчилиги) ёки назорат ўтказилаётган вақтларда вақт оралиғига (вақт ортиқчилиги) кўшимчалар киритилишларни талаб этади.

Вақт ортиқчилигини қўлланилишига мисол сифатида назорат қилинаётган объект томонидан масалани икки ёки уч маротаба қайта ҳисоблаб натижаларни солиштиришни келтириш мумкин. ТН одатда Ахборот - вақт ортиқчилиги билан боғлиқ (назоратланувчи объектнинг тўғри ишлаётганини текшириш учун назорат учун ажратилган вақт оралиғида объектнинг кириш йўлига махсус тест кетма - кетликлари берилади). ФН аввало структуравий ортиқчиликнинг қўлланилиши билан боғлиқ. Структуравий-вақт ортиқчилиги ишлатилиши қатор ҳолларда назорат воситаларининг амалга оширишда аппарат сарфининг камайишига олиб келади.

Рақамли автоматларни назорат қилишни ташкил этиш уларни нотўғри ишлаши сабабини ўрганиш билан боғлиқ. Асосий сабаб рақамли автомат элементларининг носозлигидир. Носозликларни икки тури мавжуд: **бузилиш** ва **ишламаслик**.

Бузилиш деб, элемент ишлаш қобилятининг тўлиқ йўқолишига олиб келувчи, рақамли автоматнинг алоҳида элементи характеристикаларининг ўзгариши тушинилади. Агарда бир нечта элементнинг характеристикалари ўзгарса бузилишнинг карралиги хусусида сўз боради.

Ишламаслик деб, рақамли автоматнинг алоҳида олинган элементи схемасининг қисқа вақт оралиғида нотўғри ишлашига олиб келувчи характеристикаларнинг вақт бўйича ўзгариши тушунилади. Элементнинг ишлаш қобиляти ташқи муҳит таъсирисиз ўз-ўзидан тикланади.

Рақамли автоматларнинг схемаларидаги носозликларнинг пайдо бўлиши сабаблари ҳар хил. Бузилишнинг сабаби сифатида авария вазиятини вужудга

келтирувчи, ёки нотўғри эксплуатация қилиш натижасида, ҳамда микросхема, элемент ва монтажлардаги яширин дефектлар таъсирида элементларнинг чегаравий электрик меъёрларнинг бузилиши бўлиши мумкин. Ишламасликларнинг асосий сабаблари қуйидагилар:

- ташқи ва ички халаллар;
- элементларнинг узоқ сақланиши, эскириш ва ҳ. натижасида параметрларининг тарқоқлиги ва жоиз меъёрлардан ошиб кетиши.

Рақамли автоматларнинг функционал назоратининг умумий методларини кўриб чиқамиз. Буларга *иккиланган* ва *мажсорилаш* методлари киради.

Рақамли автоматларни *иккиланган* назоратида назорат қилиниши керак бўлган битта автоматни, ишлаш жараёнида чиқиш йўллари солиштириш схемаси деб аталувчи махсус схема ёрдамида солиштирилувчи иккита бир хил автомат билан алмаштирлади. Иккиланган назоратда автоматнинг ички структураси эътиборга олинмайди ва у ҳар қандай ҳисоблаш қурилмасига қўлланилиши мумкин. Иккиланган назорат ёрдамида иккиланган қурилмаларнинг бирининг чиқиш йўллари векторида пайдо бўлувчи ихтиёрий каррали хатоликларни ҳамда бир вақтнинг ўзида иккала қурилма чиқиш йўлларидаги, иккиланган қурилмаларда бир хил бўлмаган чиқиш йўллари векторларига олиб келувчи, барча хатоликларни аниқлаш мумкин. Аналитик кўринишда иккиланиш рақамли автоматларнинг назоратида қайтарилувчи кодларнинг ишлатилишидан иборатдир. Бу назоратни шакллантирувчи матрица қуйидаги кўринишга эга.

$$G = \begin{matrix} a_1 a_2 \dots a_k & p_1 p_2 \dots p_k \\ \left\| \begin{array}{cc} 10 \dots 0 & 10 \dots 0 \\ 01 \dots 0 & 01 \dots 0 \\ \dots & \dots \\ 00 \dots 1 & 00 \dots 1 \end{array} \right\| \end{matrix}$$

бу ерда $a_1 a_2 \dots a_k$ - иккиланган қурилмаларнинг биринчисини чиқиш йўллари, $p_1 p_2 \dots p_k$ - иккиланган қурилмаларнинг иккинчисини чиқиш йўллари.

Шаклландуви матрицанинг структурасига асосан декодлаш муолажасининг тенгламасини, яъни таққослаш схемасининг структурасини қуйидаги кўринишда тасвирланиши мумкин:

$$\begin{aligned} a_1 \oplus p_1 &= s_1; \\ a_2 \oplus p_2 &= s_2; \\ &\dots \end{aligned}$$

$$a_k \oplus p_k = s_k.$$

Хатолик фақат нолга тенг бўлмаган синдром вектори $S = (s_1, s_2, \dots, s_k, \underbrace{\neq 00 \dots 0}_k)$

пайдо бўлгандагина бўлиши мумкинлигини ҳисобга олсак, декодлаш функцияси қуйидаги тенглама кўринишида ёзилиши мумкин:

$$f_g = (a_1 \oplus p_1) \vee (a_2 \oplus p_2) \vee \dots \vee (a_k \oplus p_k).$$

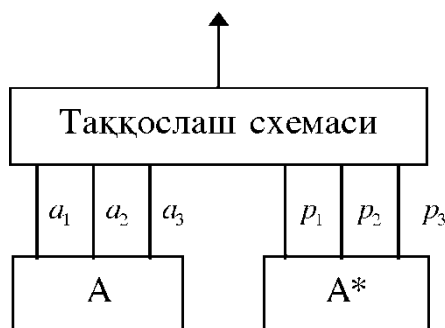
Иккиланган назоратни учта чиқиш йўлига эга бўлган А автоматига қўлланишини кўриб чиқамиз. Назорат қилинаётган автомат учта чиқиш йўлига эга бўлганлиги учун қайтарилувчи кодларни шакллантирувчи матрица куйидаги кўринишда тасвирланади:

$$G = \begin{matrix} a_1 a_2 \dots a_k & p_1 p_2 \dots p_k \\ \left\| \begin{array}{cc} 1 & 0 \dots 0 & 1 & 0 \dots 0 \\ 0 & 1 \dots 0 & 0 & 1 \dots 0 \\ 0 & 0 \dots 1 & 0 & 0 \dots 1 \end{array} \right\| \end{matrix}$$

бу ерда $a_1 a_2 a_3$ - берилган А автоматнинг чиқиш йўллари, $p_1 p_2 p_3$ - дастлабки автоматни қайтарувчи A^* автоматнинг чиқиш йўллари. Декодлаш функцияси куйдагича ифодаланади:

$$f_g = (a_1 \oplus p_1) \vee (a_2 \oplus p_2) \vee (a_3 \oplus p_3).$$

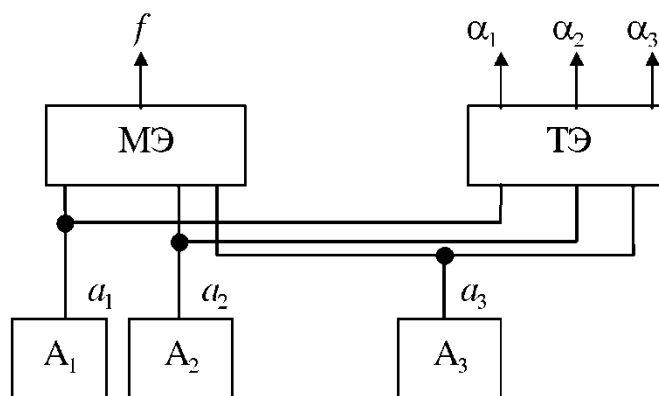
Назоратланувчи автоматнинг умумий схемаси 30-расмда келтирилган.



13.7-расм. Назоратланувчи автоматнинг умумий схемаси.

Иккиланган назоратнинг камчиликлари сифатида икки маротаба кўп қурилмаларни талаб қилувчи катта структуравий ортиқликни келтириш мумкин. Лекин буни вақтнинг ортиқчилиги ҳисобига (структуравий ортиқчалик билан биргаликда) камайтириш мумкин.

Иккиланган назоратдан фарқли равишда **мажорлаш назорати** назорат қилинаётган қурилмаларда носозлик мавжуд бўлганда тўғри чиқиш йўли сигналини ҳосил қилишга ва носозлик пайдо бўлган жойни нотўғри ишлаётган қурилманинг тартиб рақами аниқлигида кўрсатишгача аниқлашга имкон беради. Мажорлаш назоратида параллел ишлаётган қурилмаларнинг тоқ сонда бўлишлилиги талаб қилинади. Қурилманинг тўғри чиқиш йўли сигнали мажоритар усул билан кўпчилик принципига биноан мажоритар элемент ёрдамида ҳосил қилинади. Оддий ҳолда мажорлаш назорат қилинаётган қурилмани учланган (уч каррали) бўлишлигини талаб этади ва учланган қурилмаларнинг биттасининг чиқиш йўлларида ҳосил бўлган ҳар қандай каррали хатоликларни тузатиш имконини беради. 31-расмда битта чиқиш йўлли дастлабки A_1 қурилмани учланиши мисолида мажоритар назоратлаш схемаси келтирилган.



13.8 -расм. Мажоритар назоратлаш схемаси.

Бу ерда: A_2, A_3 - A_1 қурилмага тўлиқ мос келувчи қурилмалар; a_1, a_2, a_3 - A_1, A_2, A_3 қурилмаларнинг мос чиқиш йўллари; МЭ-мажоритар элемент; ТЭ - таҳлилловчи элемент $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ - таҳлилловчи элементининг чиқиш йўллари; f - қурилманинг чиқиш йўли. Кўрилаётган ҳол учун мажоритар элементнинг ҳақиқийлик жадвали 4.28-жадвалда келтирилган мантиқий функция билан тўлиқ ифодаланиши мумкин. Унинг ишлаш шарти қуйидагича: $f = 1$ бўлади, агарда қурилманинг чиқиш йўллариининг кўпчилигида бир рақами бўлса, ва аксинча. Келтирилган ҳақиқийлик жадвалига биноан функция f аналитик кўринишда қуйидагича ифодаланиши мумкин.

$$f = a_2 a_3 \vee a_1 a_3 \vee a_1 a_2$$

Таҳлилловчи элементнинг ишлашини қуйидагича тавсифлаш мумкин. Агар A_i қурилма нотўғри ишлаётган бўлса, $\alpha_i = 1, i \in \{1, 2, 3\}$, деб фарз қиламиз. Унда шаклловчи элементнинг ишлашини ҳақиқийлик жадвали (28-жадвал) ва қуйидаги аналитик тенгламалар орқали ифодалаш мумкин.

$$\alpha_1 = a_1 a_2 a_3 \vee a_1 a_2 a_3 ;$$

$$\alpha_2 = a_1 a_2 a_3 \vee a_1 a_2 a_3 ;$$

$$\alpha_3 = a_1 a_2 a_3 \vee a_1 a_2 a_3 .$$

13.1-жадвал.

$a_1 a_2 a_3$	f	$\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$
0 0 0	0	0 0 0
0 0 1	0	0 0 1
0 1 0	0	0 1 0
0 1 1	1	1 0 0
1 0 0	0	1 0 0
1 0 1	1	0 1 0
1 1 0	1	0 0 1
1 1 1	1	0 0 0

Ушбу усулнинг камчилиги сифатида $k \geq 3$ бўлгандаги бир хил қурилмаларни ишлатиш билан боғлиқ катта структуравий ортиқликни кўрсатиш мумкин.

Таянч иборалар

Синхросигнал, синхрокириш йўли, икки фазали синхронлаш, қўшни кодлаш, автоматларда мусобақа, автом ўтишларининг графи.

Назорат саволлари

1. Рақамли автоматнинг барқарор ишлашини таъминлашнинг қандай усуллларини биласиз?
2. Кўп фазали тактлаш тизимси нима?
3. Автомат схемасидаги мусобақа ходисаси нима?
4. Мусобақага қарши кодлаш усулини изоҳланг.
5. Автоматларни назорат қилишнинг қандай методлари ва воситалари мавжуд?
6. Иккиланган назоратни изоҳланг.