

АНАЛИЗ НА КОМБИНАЦИОННИ ЛОГИЧЕСКИ СХЕМИ

ЦЕЛ НА СЕМИНАРНОТО УПРАЖНЕНИЕ

Да се добият знания и умения за практическо използване на методите за анализ на комбинационни логически схеми.

КРАТКА ТЕОРИЯ

Анализ на комбинационни логически схеми (КЛС)

Анализът е процес на получаване на логически израз за съществуваща КЛС, т.е. при анализа е необходимо да се получи оптимален логически израз (ако е необходимо и в СНДФ) реализиращ се от логическата схема.

Анализът на КЛС е основна задача в теорията на логическите схеми. Решението на тази задача е процес, който се свежда до определянето на булевите функции, реализиращи комбинационната логическа схема по структурата ѝ, която е известна. Основна задача на анализа на логическите схеми е и изследването на тяхното поведение при преходните процеси, т.е. да се установи след колко време и какви промени настъпват в изходната реакция на схемата при различни промени настъпили на входовете ѝ. Задачата за анализ на КЛС се решава тривиално и не изисква специална методика. Анализът на КЛС е статичен и динамичен.

Статичен анализ

Най-често задача на статичния анализ е да се установи дали синтезираната схема реализира логическите функции, заложи при проектирането ѝ. Резултат на статичния анализ, който се развива в обратен ред (от изхода към входа) е получаването на система логически функции, отразяващи физическото описание на работата на анализираната схема. При статичния анализ на комбинационните логически схеми се приема, че всички сигнали в схемата са идеални и преминават през логическите елементи без закъснение. Целта на анализа при тази постановка е да се получат изходните сигнали на схемата за един или повече зададени набори от променливи и реализираните от схемата функции в някои от стандартните начини на задаване. Анализът се провежда в следната последователност:

- Означават се всички входни, изходни и междинни точки в схемата (входовете и изходите съответно с входни и изходни променливи, а междинните точки с букви или цифри);
- Изходната величина на всеки логически елемент се изразява като функция на входните му величини;
- Чрез последователно заместване от изхода към входа се получава скобова форма на изходната величина на цялата схема като функция на входните променливи. Получената скобова форма се преобразува в

канонична форма, таблица на истинност, графично изобразяване чрез карти или диаграми.

Динамичен анализ

Динамичния анализ всъщност означава съобразяване с независимата величина време, която се приема за дискретна. При динамичния анализ на комбинационни логически схеми се приема, че сигналите в схемата са идеални и промените на изходния сигнал на i -тия логически елемент закъсняват спрямо промените на входните му сигнали с характерно за елемента време t_i , характеризиращо предавателните качества на този елемент. За да се проведе по-лесно динамичният анализ е необходимо да се опрости постановката, като за целта се приеме още, че всички елементи в схемата имат една и съща времезадръжка на сигналите t . Задачата за анализа се състои в установяване след колко време и какви промени настъпват в изходната реакция на схемата при различни промени настъпили на входовете.

Динамичен анализ при смяна на един входен набор с друг се провежда в следната последователност:

1. Определя се стъпалността на схемата s и се съставя таблица с $s+1$ колонки и толкова реда, колкото входове и елементи има общо схемата, като редовете се наименуват с входен сигнал и номер на логически елемент. Стълбовете на таблицата се номерират от ляво на дясно от 0 до s ;
2. Началният входен набор се записва в ляво от таблицата на съответните места срещу входните сигнали. За него (за началния входен набор) се намира реакцията на елементите в схемата и стойностите на изходните и междинните променливи се записват в най-лявата колонка (както при статичния анализ). Вторият заден набор се записва в съответните места на нулевата колонка;
3. Попълват се стълбовете на таблицата в реда 1, 2, 3, ... s , като за намирането стойностите на сигналите на всеки изход на логически елемент на схемата при попълването на i -тата колонка се използват записаните в $(i-1)$ -та колонка стойности.

При този анализ се установява, че за известен период от време изходната реакция на схемата може да бъде невярна, като максималното време, необходимо за установяване на правилната изходна реакция, се определя от стъпалността на схемата. Често в смисъл на по-нагледно тази задача може да се реши и като се използва еквивалентна на таблицата времедиаграма. Вместо колонките във времедиаграмата се чертаят интервали от време с една и съща продължителност t .

Получаването на неправилни резултати вследствие на различните закъснения на сигналите в схемата се нарича състезание на сигналите. Отстраняването им е важна задача при синтеза на логическите схеми. От анализа на реакциите на логическите елементи при най-неблагоприятни от гледна точка на поява на състезания изменения на входните сигнали е установено, че условията за поява на състезания са: *поне на два входа на*

логически елемент от схемата да се извършват едновременно промени и не променящите се сигнали по останалите входове да не поддържат изходния сигнал на схемата неизменен.

Откриването на възможността за поява на състезания в комбинационните схеми се свежда до последователна проверка за изпълнение на тези две условия, като се започва от изходите към входовете на схемата.

Възможностите за борба със състезанията са няколко. Една от тях е при синтеза схемата да се построи така, че да не допуска изпълнението на горните две условия. Тъй като в основата на възникването на състезания лежи разпространението на сигналите по различни пътища, при проектирането е необходимо те да се изравняват. Това се постига или като се предпочетат по-сложните структурни схеми, но с изравнени пътища, или като пътищата на сигналите се изравняват чрез включването на закъснителни елементи или двойки инвертори в по-късите пътища. В някои случаи се налага да се извършва и минимизация с „излишък“ на логическите функции с цел освобождаване на схемите от състезания.

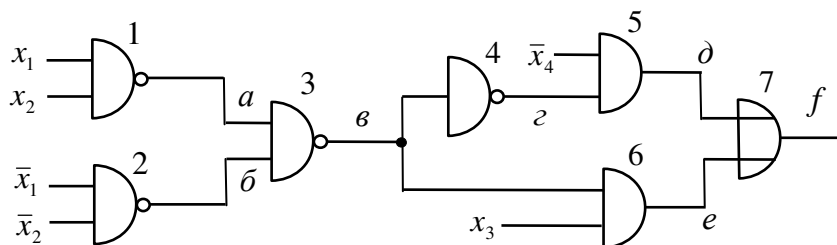
Друга възможност е да се отстраняват не състезанията, а техните отрицателни последици за устройството, управлявано от изходите на схемата, допускаща състезания. Това става като:

-Всеки входен набор от последователността се подава на входовете на схемата в продължение на точно определено време, достатъчно за получаване на правилна реакция на изходите на схемата;

-Изходните за схемата сигнали се използват не непрекъснато, а в точно определени моменти от време. Тези моменти се определят от специални тактови (синхронизирани) сигнали. Продължителността на паузата между два тактови сигнала трябва да е достатъчна, за да се разпространят сигналите по най-дългия път от вход до изход в схемата.

Задачи

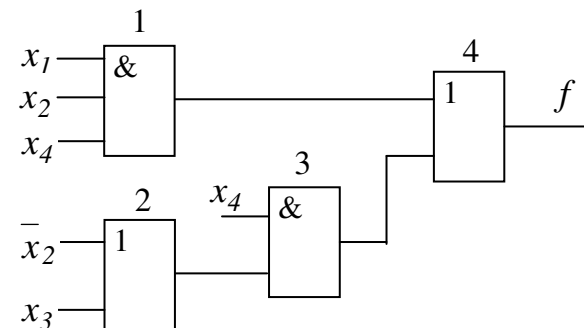
Задача 5.1. Анализирайте статично схемата от фиг. 1, като получите канонична форма на реализираната функция и графично изобразяване чрез карта на Вейч/Карно.



Фиг. 1

Задача 5.2. Да се проведе динамичен анализ на схемата от фиг. 2 с таблица и времедиаграма за следната входна последователност:

а) 0000 – 1001; б) 0011 – 1110; в) 0101 – 0110.



Фиг. 2.

За решаването на задача задача 5.1 предварително са наименовани всички междинни точки в схемата с означенията a , b , v , z , d и e . След това изходните величини на всеки елемент се изразяват като функции на входните му величини.

$$a = x_1 | x_2, \bar{b} = \bar{x}_1 | \bar{x}_2, v = a | \bar{b}, z = \bar{v}, d = \bar{x}_4 \wedge z, e = x_3 \wedge v, f = d \vee e.$$

Следва заместване в получената изходна величина $f = d \vee e$ за получаване на скобовата форма на функцията f .

$$\begin{aligned} f &= d \vee e = \bar{x}_4 \wedge z \vee x_3 \wedge v = \bar{x}_4 \wedge \bar{v} \vee x_3 (a | \bar{b}) = \bar{x}_4 (\overline{a | \bar{b}}) \vee x_3 (a | \bar{b}) = \\ &= \bar{x}_4 (\overline{a | \bar{b}}) \vee x_3 (a | \bar{b}) = \bar{x}_4 ((x_1 | x_2) | (\bar{x}_1 | \bar{x}_2)) \vee x_3 ((x_1 | x_2) | (\bar{x}_1 | \bar{x}_2)) \end{aligned}$$

$$f = \bar{x}_4 ((x_1 | x_2) | (\bar{x}_1 | \bar{x}_2)) \vee x_3 ((x_1 | x_2) | (\bar{x}_1 | \bar{x}_2)).$$

Получената скобова форма се преобразува в канонична форма.

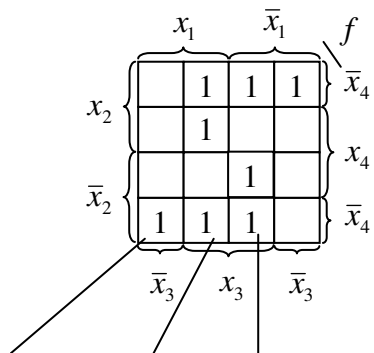
$$f = \bar{x}_4 ((x_1 x_2)(\bar{x}_1 \bar{x}_2)) \vee x_3 ((x_1 x_2)(\bar{x}_1 \bar{x}_2)).$$

$$f = \bar{x}_4 ((\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2)(x_1 \vee x_2)) \vee x_3 (x_1 x_2 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2).$$

$$f = \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_4 \vee x_1 x_2 x_3 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3$$

Полученият аналитичен израз на функцията е дизюнкция от конюнкции. За получаване на канонична форма на функцията, следва всяка от конюнкциите да се развие по липсващите аргументи. Така ще се получи КДНФ (СДНФ).

Един от начините е чрез графичен метод с карти на Вейч/Карно. За целта полученият аналитичен израз на функцията се задава в карта на Вейч за четири променливи.



$$f = x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \bar{x}_4 \vee x_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3 \bar{x}_4 \vee \dots \vee$$

Получената по този начин СДНФ на функцията е решение на задача 5.1.

За решаването на задача 5.2 е необходимо да се построи таблица с $s+1$ колонки и толкова реда, колкото входове и елементи има общо схемата (s -стъпалност на схемата, $s=3$).

	0	1	2	3
0 x_1	1	1		
0 x_2	0	0		
1 $\bar{x}_2$	1	1		
0 x_3	0	0		
0 x_4	1	1		
0 $\bar{x}_4$	1	1		
1	0	0		
2	1	1		
3	0	1		
4	0	0		

Първият входен набор (0000) се записва в ляво от таблицата на съответните места срещу входните сигнали. За него (за началния входен набор) се намира реакцията на елементите в схемата и стойностите на изходните и междинните променливи се записват в най-лявата колонка (както при статичния анализ). Вторият заден набор (1001) се записва в съответните места на нулевата колонка. Нулевата колонка се попълва както при статичен анализ. Останалите колонки се попълват в реда 1, 2, 3, като за попълването на i -тата колонка се взема под внимание информацията в $(i-1)$ -вата колонка.

След време 3τ на изхода на схемата се установява правилна изходна реакция. Ако за даден период от време с продължителност τ се установи неправилна изходна реакция, тя се определя като състезание на сигналите.

По указания начин се попълват и останалите две колонки и се анализира действието на схемата при смяна на входен набор 0000 с втори заден набор 1001.

По същия начин, като се спазва посочената по-горе последователност от стъпки за провеждане на динамичен анализ се анализира схемата и за смяната на останалите две двойки входни набори, посочени в условието на задачата.