Курс электроники

Электроника: аналоговая электроника, цифровая электроника

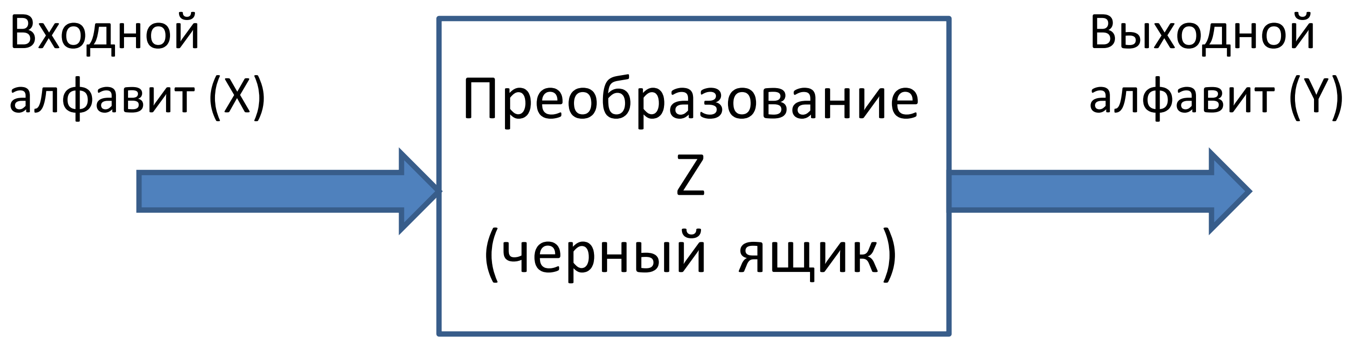
Цифровая электроника (цифровые автоматы):
- Стохастические автоматы (вероятностные);
- Детерминированные автоматы (определенные).

Детерминированные автоматы:
- Вневременные автоматы (комбинационные схемы , логические схемы);
- Временные автоматы (автоматы с памятью, последовательные схемы)

Синтез и анализ

Синтез электронных схем – разработка.
Анализ электронных схем – ремонт.

Синтез детерминированных автоматов



Z – преобразование входного слова в выходное слово

Синтез комбинационных схем

Входные данные для простых логических схем надежнее всего задавать в виде таблицы истинности

Если количество входных сигналов n, то количество наборов 2^n

В таблице каждому входному слову ставится в соответствие выходное слово.

В таблице истинности некоторые входные слова могут быть несущественными, то есть таких входных наборов подать невозможно. Такие таблицы (функции) называются не полностью определенными, а в таблице в этих позициях выходному слову соответствует (*, -, d).

Синтез комбинационных схем

По таблице истинности составляются логические функции, которые реализуется в виде аппаратуры (или программно).

Для сокращения затрат следует упростить логические функции – процесс минимизации.

Процесс минимизации основывается на законах математической логики.
Следует отметить, что если функция(таблица истинности) не полностью определенная, то при минимизации вместо * можно подставлять или 1 или 0. Это позволяет часто улучшить минимизацию.

Таблица истинности

Таблица истинности для 3 аргументов

x_1	x_2	x_3	$f(\overset{3}{\tilde{\tilde{x}}}_i)$	$\varphi(\overset{3}{\tilde{\tilde{x}}}_j)$
0	0	0	1	0
0	0	1	0	*
0	1	0	0	*
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	*
1	1	0	0	1
1	1	1	0	1

Количество наборов $2^3=8$

Для n аргументов можно построить 2^{2^n} различных булевых функций.

Элементарные логические функции

В теории булевых функций особое место занимают функции одной и двух переменных. С использованием этих функций можно построить булевы функции от большего числа переменных (используя метод суперпозиций).

Функции одного аргумента

$f(x)$ \ x	0	1	Услов. обознач	Название
f_0	0	0	0	константа нуля
f_1	0	1	x	переменная
f_2	1	0	$\bar{x}$	инверсия (отрицание x)
f_3	1	1	1	константа единицы

$n=1$
кол-во наборов = 2
кол-во ф-ций = 4.

f_0 – всегда принимает знач 0 при люб. X (физич. аналог пров-ка соедин. с ⏚)

f_1 – совп. с X (физ. аналог проводника в любой схеме

f_2 – физ. аналог пров-ка соедин. с источ. питания. через резистор.

Функция двух переменных

$n = 2$, число наборов $= 4$
число функций $= 2^4 = 16$

Функции дизъюнкции, конъюнкции и отрицания (ИЛИ, И, НЕ) называются основными логическими функциями.

Минимальное количество элементарных функций с помощью которых можно построить любую функцию называется – логическим базисом.

Примеры:
- Функция Шеффера
- Функция Пирса
- Дизъюнкция и отрицание
- Конъюнкция и отрицание

x_1	0	0	1	1	Условное обозначение	Название
$f(\overset{2}{\tilde{x}})$ \ x_2	0	1	0	1		
f_0	0	0	0	0	0	константа нуля
f_1	0	0	0	1	$x_1 \cdot x_2$ $(x_1 \& x_2)$ $(x_1 \wedge x_2)$	конъюнкция (логическое И, логич. умножение)
f_2	0	0	1	0	$x_1 \Rightarrow x_2$ $(x_1 \overline{x_2})$	Запрет x_2 (Запрет от x_1 к x_2)
f_3	0	0	1	1	x_1	переменная x_1 (повторение x_1)
f_4	0	1	0	0	$x_1 \Leftarrow x_2$ $(\overline{x_1} \cdot x_2)$	Запрет x_1 (Запрет от x_2 к x_1)
f_5	0	1	0	1	x_2	переменная x_2 (повторение x_2)
f_6	0	1	1	0	$x_1 \oplus x_2$	Сложение по модулю 2 (неравнозначность, отрицание равнозначности)
f_7	0	1	1	1	$x_1 \vee x_2$ $(x_1 + x_2)$	дизъюнкция (логическое ИЛИ, логич. сложение)
f_8	1	0	0	0	$x_1 \downarrow x_2$ $(\overline{x_1 \vee x_2})$	Стрелка Пирса (функция Пирса, отрицание дизъюнкции)
f_9	1	0	0	1	$x_1 \sim x_2$ $(x_1 \equiv x_2)$	Равнозначность (эквивалентность)
f_{10}	1	0	1	0	$\overline{x_2}$ $(\neg x_2)$	Инверсия x_2 (Не x_2, отрицание x_2)
f_{11}	1	0	1	1	$x_2 \rightarrow x_1$	Импликация x_2 в x_1 (импликация от x_2 к x_1)
f_{12}	1	1	0	0	$\overline{x_1}$ $(\neg x_1)$	Инверсия x_1 (Не x_1)
f_{13}	1	1	0	1	$x_1 \rightarrow x_2$	Импликация x_1 в x_1
f_{14}	1	1	1	0	x_1 / x_2 $(\overline{x_1 \cdot x_2})$	Штрих Шеффера (функция Шеффера (отрицание конъюнкции)
f_{15}	1	1	1	1	1	константа единицы

Основные законы и аксиомы алгебры логики

1. Закон двойного отрицания

$$\overline{\overline{x}} = x$$

<u>Следствие:</u>

$$\overline{0} = 1\ ;\ \overline{1} = 0$$

2. Сочетательный закон

$$(x_1 \vee x_2) \vee x_3 = x_1 \vee (x_2 \vee x_3)$$

$$(x_1 \cdot x_2)\, x_3 = x_1 (x_2 \cdot x_3) = x_1\, x_2 \cdot x_3$$

3. Переместительный закон

$$x_1 \vee x_2 = x_2 \vee x_1$$

$$x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$$

4. Распределительный закон

$$x_1 (x_2 \vee x_3) = x_1 \cdot x_2 \vee x_1 \cdot x_3$$

$$(x_1 \vee x_2) \cdot (x_1 \vee x_3) = x_1 \vee x_2\, x_3$$

Основные законы и аксиомы алгебры логики

5. Закон склеивания

$$x_1 x_2 \vee x_1 \overline{x_2} = x_1$$ (члены дизъюнкции склеиваются по переменной x_2)

6 Закон поглощения

$$x_1 \vee x_1 \cdot x_2 = x_1$$ (x_1 поглощает $x_1 x_2$)

7 Закон де Моргана

$$\overline{x_1 \cdot x_2} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2}$$

$$\overline{x_1 \vee x_2} = \overline{x_1} \cdot \overline{x_2}$$

В з-ах де Моргана сущ-ет связь основного логич. базиса с базисами Шеффера и Пирса.

Аксиомы:

$$x \vee 0 = x \qquad x \cdot 0 = 0$$

$$x \vee 1 = 1 \qquad x \cdot 1 = x$$

$$x \vee \overline{x} = 1 \qquad x \cdot \overline{x} = 0$$

Аналитическая запись логических функций

1. Правило единиц

Для каждой строки таблицы истинности в которой функция = 1 составляется конъюнкция буквенных изображений аргументов. При чем, если значение аргумента = 0, то его буквен. изображение берется с отрицанием.
Полученные т.о. конъюнкции объединяются знаком дизъюнкции

2. Правило нулей

Для каждой строки табл истинности в которой значение функций = 0 составляется дизъюнкция буквенных изображений аргументов. При чем, если значение аргумента = 1, его буквен. изображение берется с отрицанием.
Полученные дизъюнкции объединяются знаками конъюнкции

Одноразрядный сумматор

Таблица истинности

S= сумма

P= перенос

x_1	x_2	x_3	S	P
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

По правилу единиц

$$S_1 = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \vee \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \vee x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_3 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

$$P_1 = \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 \vee x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Минимизированная функция переноса

$$P_1 = x_1 \cdot x_2 \vee x_2 \cdot x_3 \vee x_1 \cdot x_3$$

Сложность исходного выражения = 23, а минимизированного выражения = 11.