

Кафедра ИИТСУ  
информационно-измерительных  
технологий и систем управления

Курс

Автоматические системы защиты

К.т.н. Профессор Сидельников В.И.

Ауд. Б-512

E-mail: [sidelnikov-vladimir0@rambler.ru](mailto:sidelnikov-vladimir0@rambler.ru)

# Темы:

## **Тема 1. Системный анализ технологических объектов защиты.**

Основные концепции систем защиты. Направления развития современных САЗ отрасли. Структура и состав САЗ. Действия, выполняемые устройствами САЗ.

## **Тема 2. Системы автоматических защит на базе локальных средств автоматизации.**

Принципы и правила построения логических схем САЗ теплоэнергетических и энерготехнологических объектов.

## **Тема 3. Системы автоматических защит на средствах АСУТП.**

Реализация САЗ на базе логических контроллеров. Изображение систем блокировки на функциональных системах автоматизации.

## **Тема 4. Аварии и аварийные ситуации.**

Классификация аварий. Пути повышения надежности. Критерии выбора САЗ. Перечень обязательных технологических защит САЗ паровых и водогрейных котлов.

## Логические функции и логические элементы

Систему защиты выбирают в зависимости от характера производства и параметров процессов, изменение которых может привести к аварии, с учетом аварийных и противоаварийных ситуаций, создаваемых при отказах автоматического регулирования.

Любая система автоматической защиты состоит из трех основных частей

- Датчиков, измеряющих величины опасных параметров
- Исполнительных устройств, ликвидирующих аварийную ситуацию или проводящих параметр технологического процесса к нормальному уровню
- Логических устройств, принимающих сигналы и координирующих действия исполнительных устройств, сигнализацию и показания датчиков

Сигналы от датчиков поступают в логическое устройство, в котором происходит фильтрация входных сигналов от случайных помех и реализация одной из логических операций:

1. Выборка двух сигналов от трех датчиков, соединенных по схеме «Из»
2. Разрабатывание при поступлении двух сигналов датчиков «И»
3. Срабатывание от одного из датчиков, соединенных по схеме «ИЛИ»

По данному алгоритму(алгоритм- система последовательных операций) логическое устройство выдает управляющие сигналы на исполнительные механизмы в систему сигнализации. Все элементы(датчики логических устройств, сигнализаторов и исполнительные механизмы) системы защиты выполняются автономно(независимо от системы контроля и регулирования). Они выполняют функции автоматической защиты от опасного нарушения технологических параметров, технологического и энергетического режима, а также от возможного образования смеси взрывоопасных концентраций в воздухе при нарушениях герметичности аппаратуры, трубопроводов и др.

**Логическая функция** - это функция логических переменных, которая может принимать только два значения : 0 или 1. В свою очередь, сама логическая переменная (аргумент логической функции) тоже может принимать только два значения: 0 или 1.

**Логический элемент** - это устройство, реализующее ту или иную логическую функцию.

$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$  - логическая функция, она может быть задана таблицей, которая называется таблицей истинности.

$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$	$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$
Набор значений аргументов $X_1, \dots, X_n$	Значение функции $Y$ (0 или 1)

**начений**

**аргументов. Оно равно  $2^n$ , где  $n$  - число переменных.**

**Число различных функций  $n$  переменных равно  $2^{2^n}$ .**

## Логические функции одной переменной

Таблица истинности функции одной переменной  $Y=f(X)$  содержит всего 2 строки, а число функций одной переменной равно 4.

1. Функция константа 0,  $Y=0$ . Техническая реализация этой функции - соединение вывода  $Y$  с общей шиной с нулевым потенциалом.

Таблица истинности функции константа 0 имеет вид:

X	Y=f(X)
0	0
1	0

2. Функция  $Y=f(X)=X$  - функция повторения. Техническая реализация этой функции - соединение между собой выводов  $X$  и  $Y$ .

Таблица истинности функции повторения имеет вид:

X	Y=f(X)
0	0
1	1

3. Функция  $Y=f(X)=\text{NOT}(X)$  - отрицание НЕ или инверсия ( $\text{NOT}(X)$  - это НЕ  $X$ ).

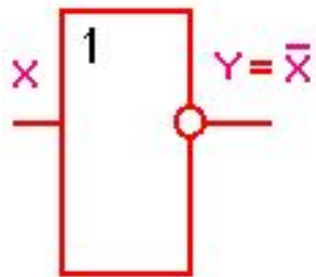
Техническая реализация этой функции - инвертор на любом транзисторе или логическом элементе, или транзисторный ключ.

Таблица истинности функции отрицания имеет вид:

X	Y=f(X)
0	1
1	0

Логический элемент НЕ обозначается на схемах следующим образом:

(пишется X с чертой сверху)



4. Функция константа 1,  $Y=1$ . Техническая реализация этой функции - соединение вывода  $Y$  с источником питания.

Таблица истинности функции константа 1 имеет вид:

X		Y=f (X)
0		1
1		1

Важнейшей функцией одной переменной является отрицание НЕ, остальные функции являются тривиальными.

## Логические функции двух переменных

Таблица истинности функции двух переменных  $Y=f(X_1, X_2)$  содержит 4 строки, а число функций двух переменных равно 16.

Мы рассмотрим только несколько основных функций двух переменных.

1. Логическое ИЛИ (логическое сложение, дизъюнкция):

$$Y = X_1 + X_2 = X_1 \vee X_2$$

Техническая реализация этой функции - два параллельно соединенных ключа:

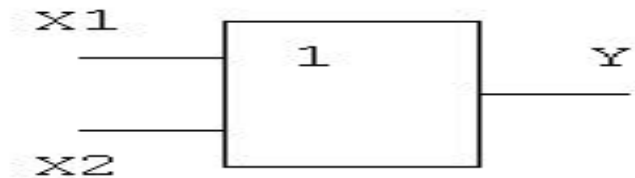




Таблица истинности логического ИЛИ имеет вид:

x1	x2	$Y=x1+x2$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Логическое ИЛИ



реализуется на схемах следующим

2. Логическое И (логическое умножение, конъюнкция, схема совпадений):  $Y = X1X2 = X1\&X2$

Техническая реализация этой функции - два последовательно соединенных ключа



Таблица истинности логического И имеет вид:

x1	x2	Y=x1x2
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Логический элемент И обозначается на схемах следующим образом:



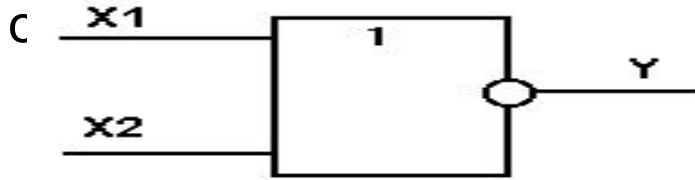
3. Функция стрелка Пирса (ИЛИ-НЕ):  $Y = \overline{X1+X2}$

Табл

x1	x2	Y= $\overline{x1+x2}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

И-НЕ имеет вид:

Логический элемент ИЛИ-НЕ обозначается на схемах следующим



4. Функция штрих Шеффера (И-НЕ):  $Y = X1 | X2 = \text{NOT}(X1X2)$

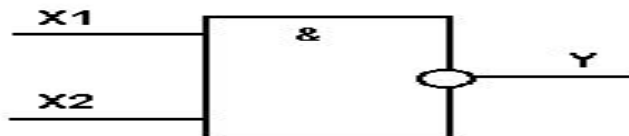
Таблиц 

x1	x2	$Y = \overline{x1x2}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

 имеет вид:

x1	x2	$Y = \overline{x1x2}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Логический элемент И-НЕ обозначается на схемах следующим образом:



Есть ещё три логические функции двух переменных, имеющие специальные названия: импликация, эквивалентность, неравнозначность (исключающее ИЛИ, сложение по модулю 2). Последние две функции являются взаимно обратными, также как, например, функция И и функция штрих Шеффера.

## Элементы математической логики

Существуют такие наборы логических функций, с помощью которых можно выразить любые другие логические функции. Они называются функционально полными или базисами. Наиболее известный базис - это набор функций И, ИЛИ, НЕ. Функция штрих Шеффера является базисной, также как и функция стрелка Пирса. Поэтому, с помощью логических элементов ИЛИ-НЕ или И-НЕ можно собрать любую логическую схему. На таких элементах собран микропроцессор компьютера и другие логические устройства. Логические схемы состоят из логических элементов, осуществляющих логические операции.

Логика - наука, изучающая методы установления истинности или ложности одних высказываний на основе истинности или ложности других высказываний (утверждений). Логика изучает методы доказательств и провержений. Логика составляет основу всякого управления, в том числе технологическими процессами.

Математическая логика - современная форма логики, опирающаяся на формальные математические методы.

Основные объекты логики - высказывания, то есть предложения, которые могут быть либо истинными, либо ложными. Существуют два подхода установления истинности высказываний: эмпирический (опытный) и логический. При эмпирическом подходе истинность высказываний устанавливается на основе наблюдений, экспериментов, документов и других фактов. При логическом подходе истинность высказываний доказывается на основе истинности других высказываний, то есть чисто формально, на основе рассуждений без

В языках программирования QBasic и Turbo Pascal логические функции И, ИЛИ, НЕ реализуются в виде логических операций OR (ИЛИ), AND (И), NOT (НЕ).

Множество всех логических функций, на котором определены три логические операции И, ИЛИ, НЕ называется булевой алгеброй (по имени основоположника математической логики английского математика Джорджа Буля). Упрощение формул в булевой алгебре производится на основе эквивалентных преобразований, опирающихся на следующие основные законы (эквивалентные соотношения):

1. Ассоциативность дизъюнкции и конъюнкции:

$$x_1(x_2x_3) = (x_1x_2)x_3 = x_1x_2x_3;$$

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

2. Коммутативность дизъюнкции и конъюнкции:

$$x_1x_2 = x_2x_1; \quad x_1 \vee x_2 = x_2 \vee x_1.$$

3. Дистрибутивность конъюнкции относительно дизъюнкции:

$$x_1(x_2 \vee x_3) = x_1x_2 \vee x_1x_3.$$

4. Дистрибутивность дизъюнкции относительно конъюнкции:

$$x_1 \vee (x_2x_3) = (x_1 \vee x_2)(x_1 \vee x_3).$$

5. Идемпотентность (отсутствие степеней и коэффициентов):

$$xx = x; \quad x \vee x = x.$$

6. Закон двойного отрицания:  $\overline{\overline{x}} = x.$

7. Свойства констант 0 и 1:

$$x \& 1 = x; \quad x \& 0 = 0;$$

$$x \vee 1 = 1; \quad x \vee 0 = x;$$

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

8. Правила де Моргана:

$$\overline{x_1x_2} = \overline{x_1} \vee \overline{x_2};$$

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

9. Закон противоречия:  $x\overline{x} = 0.$

10. Закон исключенного третьего:  $x \vee \overline{x} = 1.$

Кроме того, применяются ещё три соотношения:

11. Поглощение:  $x \vee xy = x$

12. Склеивание:  $xy \vee x\bar{y} = x$   
 $x \vee \bar{x}y = x \vee y$

Законы 1,2,3,7 показывают, что свойства конъюнкции очень похожи на свойства умножения, поэтому её часто называют логическим умножением. Из законов 6 и 8 следует, что используя отрицание, дизъюнкцию можно выразить через конъюнкцию, и наоборот:

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

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

Это означает, что наборы И-НЕ и ИЛИ-НЕ также являются функционально полными или базисными.



## Вопросы

1. Что такое логическая функция и логический элемент?
2. Что такое таблица истинности и сколько в ней строк?
3. Какие функции одной переменной Вы знаете? Какая из них является важнеейшей?
4. Как зависит число функций от числа переменных?
5. Что такое конъюнкция и дизъюнкция? Как они реализуются?
6. Что такое функция стрелка Пирса? Какова её таблица истинности?
7. Что такое функция штрих Шеффера? Какова её таблица истинности?
8. Что такое базисная функция и какие базисы Вы знаете?
9. Что такое логика? Какие два подхода существуют в логике?
10. Как доказывається истинность или ложность высказываний? Приведите примеры из практики.
11. Что такое булева алгебра?
12. Какие законы булевой алгебры Вы знаете? Где они применяются?
13. Что такое триггер? Как работает RS-триггер?
14. Сколько надо триггеров, чтобы запомнить 1 Мб информации?