

Тема: Приложение функций алгебры логики к анализу и синтезу релейно - контактных схем.

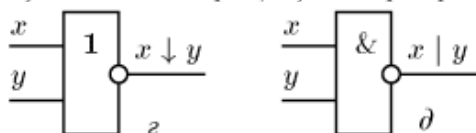
Теоретический материал

Одно из основных приложений булевых функций лежит в области создания функциональных схем, которые можно реализовать в виде электронных устройств с конечным числом входов и выходов, причем на каждом входе и выходе может появляться только два значения. Такие схемы встречаются в электронных устройствах, используемых в компьютерах, калькуляторах, телефонных системах и ряде других устройств. Эти устройства собраны из функциональных элементов, генерирующих основные булевы операции.

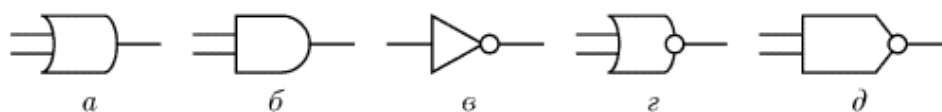
Стандартные обозначения основных функциональных элементов показаны на рис.1



Графическое изображение по ГОСТу ЕСКД: а) дизъюнктора; б) конъюнктора ; в) инвертора



Графическое изображение по ГОСТу ЕСКД: а) стрелки Пирса; б) штриха Шеффера



Графическое изображение основных вентилях в Международном стандарте: а) дизъюнктор; б) конъюнктор; в) инвертор; г) стрелка Пирса; д) штрих Шеффера

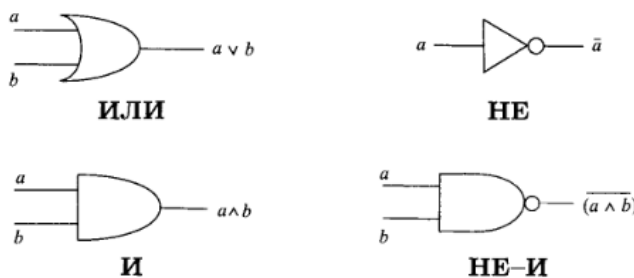


Рисунок 1. Стандартные обозначения основных функциональных элементов.

Постановка задачи синтеза логических схем

По аналогии с тем, как из трех элементарных частиц – протонов, нейтронов и электронов — порождаются различные химические элементы, которые, соединяясь в молекулы, образуют вещества всей живой и неживой природы, из трех простейших логических схем – дизъюнктора, конъюнктора и инвертора можно образовать сколь угодно сложные функциональные схемы, соответствующие достаточно сложным логическим функциям.

Релейно-контактная схема – это устройство из проводников и двухпозиционных контактов, через которое полюсы источника тока связаны с некоторым потребителем. Контакты могут быть замыкающими или размыкающими. Каждый контакт подключен к некоторому реле (переключателю). Когда реле срабатывает (находится под током), все

подключенные к нему замыкающие контакты замкнуты, а размыкающие контакты разомкнуты; в противном случае — наоборот. Каждому реле ставится в соответствие своя булева переменная x , которая принимает значение 1, если реле срабатывает, и 0 — в противном случае.

На чертежах все замыкающие контакты, подключенные к реле x , обозначаются символом x , а размыкающие — символом x' . Это означает, что при срабатывании реле x все его размыкающие контакты x' не проводят ток и им сопоставляется 0. При отключении реле создается противоположная ситуация.

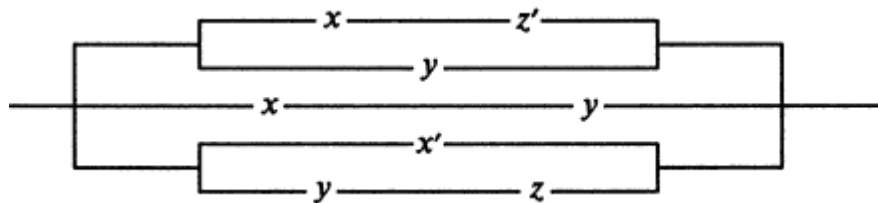
Всей схеме также ставится в соответствие булева переменная y , которая равна 1, если схема проводит ток, и 0 в противном случае. Переменная y , соответствующая схеме, очевидно, является булевой функцией от переменных x_1, x_2, \dots, x_n , соответствующих реле.

Эта функция называется **функцией проводимости схемы**, а ее таблица — **условиями работы схемы**. Две релейно-контактные схемы называются равносильными, если одна из них проводит ток тогда и только тогда, когда другая схема проводит ток, т.е. если обе эти схемы обладают одинаковыми функциями проводимости. Из двух равносильных схем более простой считается та, которая содержит меньшее число контактов.

В теории релейно-контактных схем различают две главные задачи — анализа и синтеза. **Задача анализа** состоит в изучении характера работы данной схемы и ее упрощении. **Задача синтеза** состоит в построении схемы с наперед заданными условиями работы.

Методические рекомендации

Пример 1. По данной релейно-контактной схеме найдите ее функцию проводимости и условия работы:



Решение: Схема состоит из трех параллельных ветвей.

Первая ветвь, в свою очередь, состоит из двух параллельных ветвей, в одной из которых последовательно соединены два контакта x и z' , а в другой есть лишь один контакт y . Поэтому первая из трех параллельных ветвей имеет следующую функцию проводимости: $xz' \vee y$.

Вторая параллельная ветвь состоит из двух последовательно соединенных контактов x и y и поэтому имеет следующую функцию проводимости: xy .

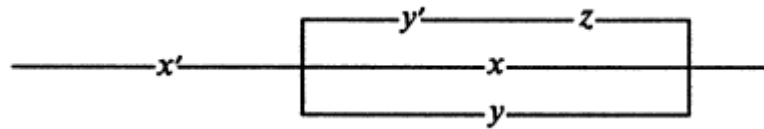
Наконец третья параллельная ветвь схемы состоит из двух параллельных ветвей, в одной из которых единственный контакт x' а в другой последовательно соединены контакты y и z . Поэтому функция проводимости третьей ветви схемы есть $x' \vee yz$.

Итак, поскольку данная схема состоит из трех параллельно соединенных ветвей, функции проводимости которых мы нашли, то для нахождения функции проводимости всей схемы нужно рассмотреть дизъюнкцию найденных функций: $\pi(x, y, z) = (xz' \vee y) \vee xy \vee (x' \vee yz)$.

Пример 2. Постройте релейно-контактную схему с заданной функцией проводимости: $x'(y'z \vee x \vee y)$.

Решение: Схема представляет собой последовательное соединение контакта и схемы с функцией проводимости $y'z \vee x \vee y$. Последняя схема, в свою очередь, состоит

из трех параллельных ветвей. В первой ветви последовательно соединены контакты y' и z , вторая содержит контакт x , третья — лишь контакт y . Итак, искомая схема имеет вид

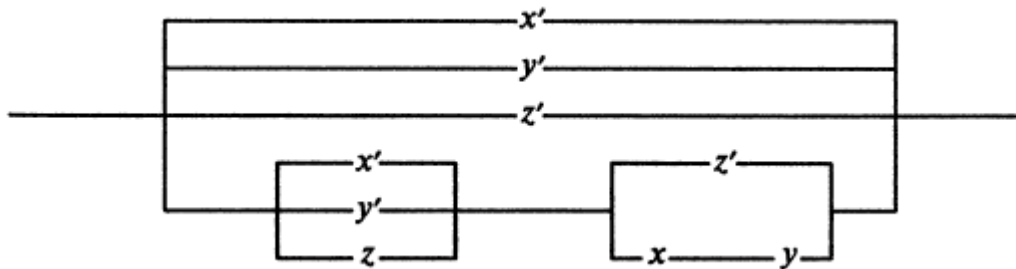


Пример 3. Постройте релейно-контактную схему с заданной функцией проводимости: $(x \rightarrow (y \rightarrow z')) \vee (xy \leftrightarrow z)$.

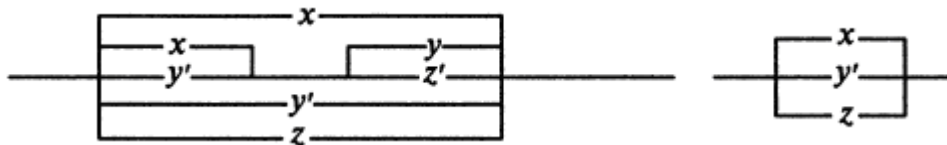
Решение: Выразим сначала данную функцию через функции $'$, \bullet , \vee , причем так, чтобы знак $'$ стоял бы лишь на переменных и не стоял на скобках:

$$(x \rightarrow (y \rightarrow z')) \vee (xy \leftrightarrow z) = (x' \vee (y \rightarrow z')) \vee (xy \rightarrow z)(z \rightarrow xy) = x' \vee y' \vee z' \vee (x' \vee y' \vee z)(z' \vee xy).$$

Соответствующая схема имеет вид:



Пример 4. Проверьте равносильность релейно-контактных схем:



Решение: Сначала составим функцию проводимости первой из двух данных схем, а затем преобразуем ее:

$$\begin{aligned} \pi(x, y, z) &= x \vee (x \vee y')(y \vee z') \vee y' \vee z = x \vee [(x \vee y')(y \vee z') \vee y'] \vee z = \\ &= x \vee (x \vee y' \vee y')(y \vee z' \vee y') \vee z = x \vee (x \vee y')(y \vee y' \vee z') \vee z = x \vee (x \vee \\ &\vee y')(1 \vee z') \vee z = x \vee (x \vee y')1 \vee z = x \vee (x \vee y') \vee z = x \vee y' \vee z. \end{aligned}$$

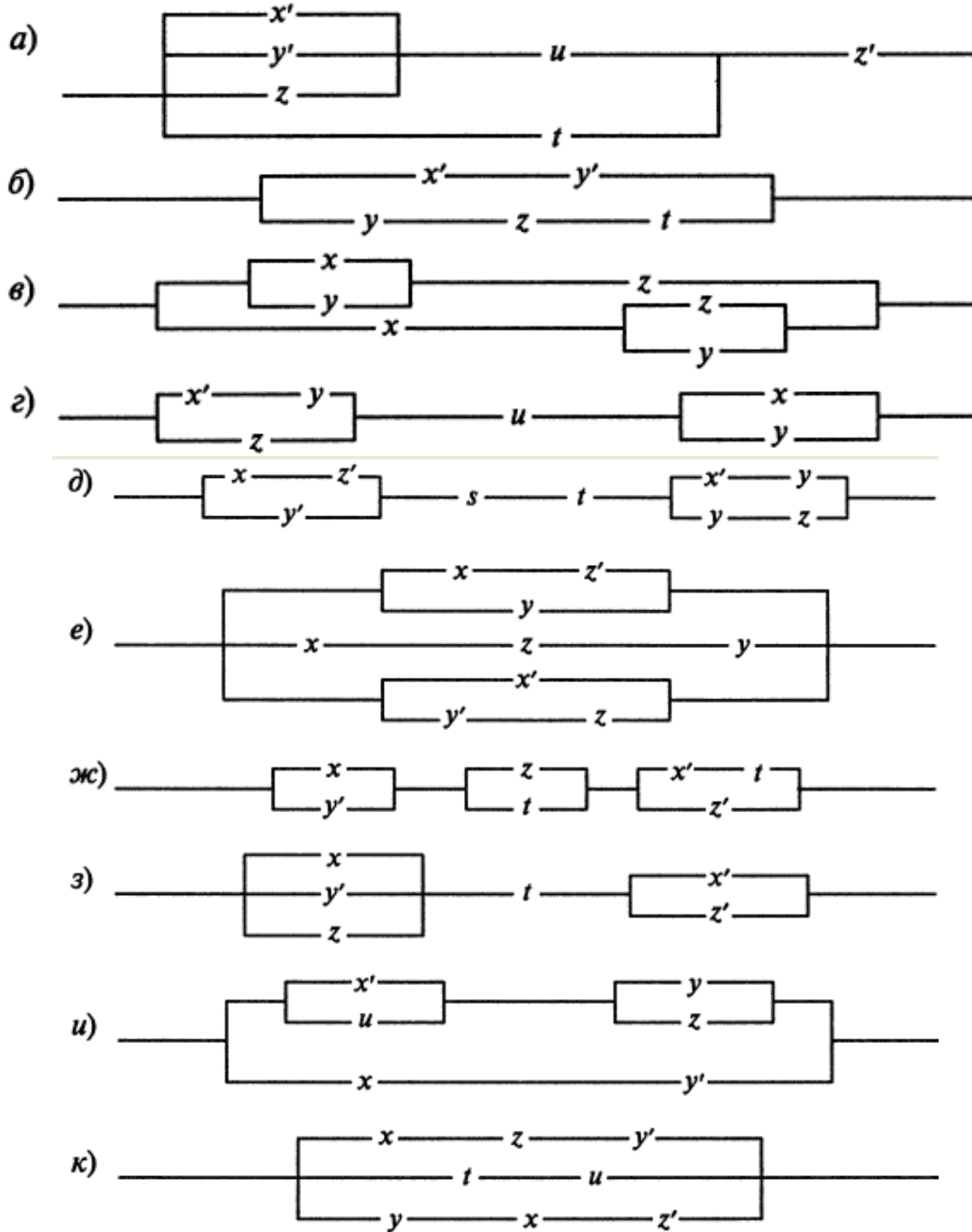
Ясно, что полученная функция (булева функция, конечно, осталась той же самой, а изменилась лишь форма ее аналитической записи) является функцией проводимости второй из двух данных схем.

Контрольные вопросы

1. Изобразите стандартные обозначения основных функциональных элементов по ГОСТу и в Международном стандарте.
2. Что такое функция проводимости?
3. Как задать условия работы схемы?
4. Какие задачи различают в теории релейно-контактных схем? Сформулируйте их.

Индивидуальные задания

1. По данной релейно-контактной схеме найдите ее функцию проводимости и условия работы:



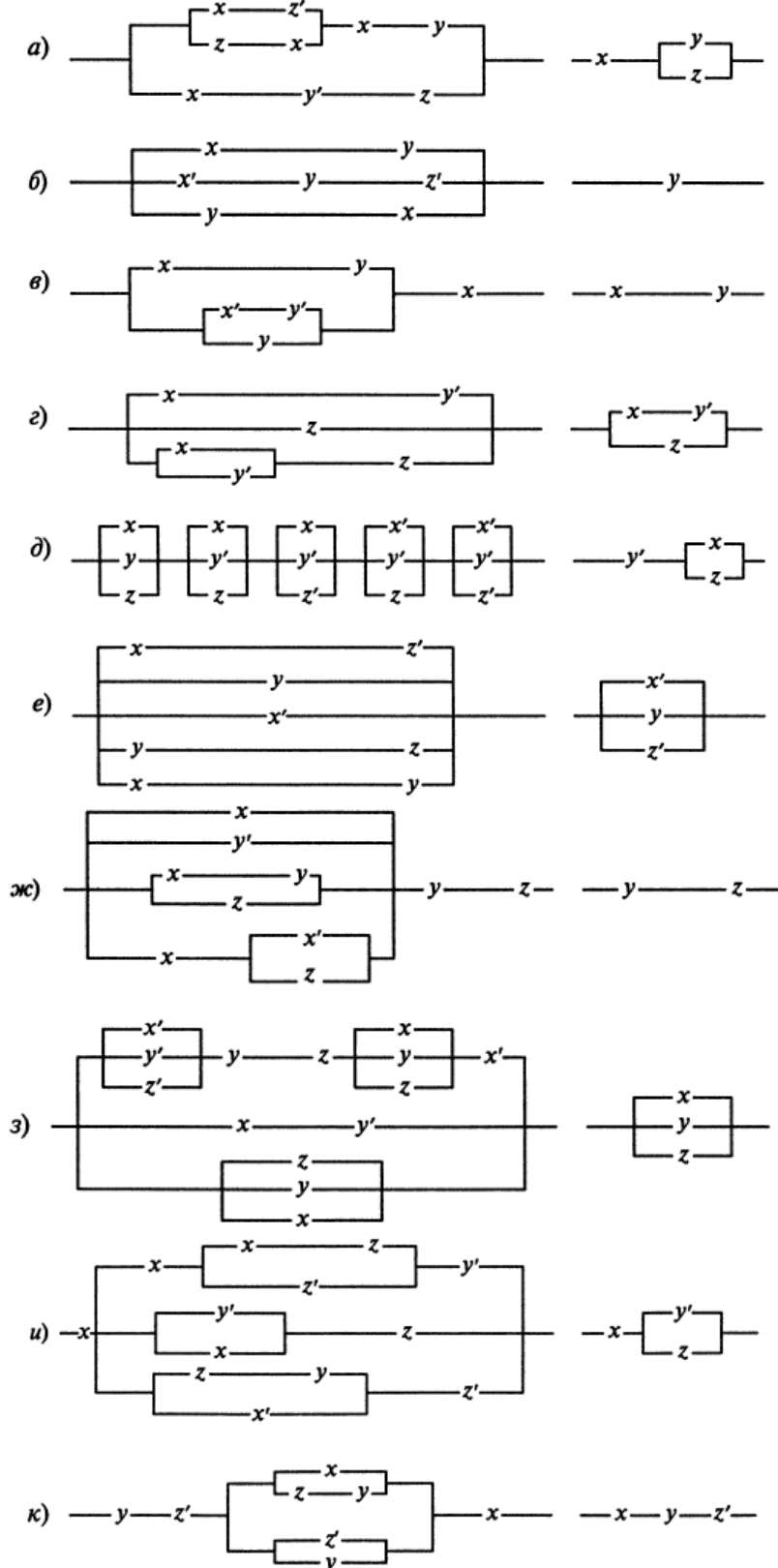
2. Постройте релейно-контактную схему с заданной функцией проводимости:

- | | |
|---|--|
| а) $(xy \vee z' \vee x')(x' \vee y)$; | ж) $(x \vee yz)(xt \vee z(x' \vee y))$; |
| б) $(x' \vee y)(yz \vee x) \vee uz$; | з) $xy' \vee u(v \vee z)x' \vee x'uv$; |
| в) $x(yz \vee y'z') \vee x'(y'z \vee yz')$; | и) $((z \vee x)y'u \vee x'v)xz$; |
| г) $(x' \vee y)ty'x'(y \vee z)$; | к) $x(y \vee z') \vee x' \vee (y \vee xz')x$, |
| д) $x(yz \vee t) \vee xyz' \vee z(y \vee x')$; | |
| е) $x'(yz' \vee x(ty \vee z(x \vee y')))$; | |

3. Постройте релейно-контактную схему с заданной функцией проводимости:

- | | |
|---|--|
| а) $(xy \rightarrow x'y)(x \vee zy)$; | ж) $(x + y') \vee (x + z)(y' + z')$; |
| б) $(x \rightarrow y) \rightarrow x'(y \vee z)$; | з) $(xy + z) \rightarrow x'z$; |
| в) $(x \rightarrow (y \rightarrow z)) \rightarrow (y \rightarrow x')$; | и) $(x' + y')(x \leftrightarrow y)$; |
| г) $(x y') \rightarrow ((x \vee y) (x \vee z))$; | к) $xy (x' \rightarrow x(y \vee z))$. |
| д) $(z \downarrow xy)((x \vee z') \downarrow yz)$; | |
| е) $(x (x \downarrow y')) (x' \downarrow (y \vee z'))$; | |

4. Проверьте равносильность следующих релейно-контактных схем:



5. Упростите следующие релейно-контактные схемы:

