

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. А. ГАВРИЛОВ и В. А. ХВОЩУК

МЕТОД ЧАСТИЧНОЙ ИНВЕРСИИ В РЕЛЕЙНЫХ СХЕМАХ

(Представлено академиком В. С. Кулебакиным 4 X 1950)

Известно, что любой релейной схеме, содержащей реагирующие органы исполнительных элементов и воздействующие на них контактные цепи, соответствует так называемая „инверсная“ схема, имеющая одинаковое с ней действие ⁽¹⁾ и получающаяся из первоначальной путем замены в ней всех соединений на противоположные (т. е. замены всех последовательных соединений на параллельные и наоборот) и подстановки вместо каждого из элементов схемы его инверсии.

Например: схема рис. 1а имеет, как это легко заметить, одинаковое действие со схемой 1б, которая получена из первой при помощи указанных выше операций. В обеих этих схемах цепи, воздействующие на элементы X_1 и X_2 , имеют вид:

$$F_{(X_1)} = a(b + c)d, \quad F_{(X_2)} = \bar{a}ef.$$

Операция полной инверсии применима, как это строго доказано, для всех релейных схем без исключения и осуществляется, если схема записана аналитически, путем взятия отрицания ее структурной формулы. Например, структурная формула рис. 1а запишется следующим образом:

$$F = a(b + c)dX_1 + \bar{a}efX_2.$$

Если взять ее инверсию, то получим:

$$\begin{aligned} \bar{F} &= \overline{a(b + c)dX_1 + \bar{a}efX_2} = \\ &= (\bar{a} + \bar{b}\bar{c} + \bar{d} + \bar{X}_1)(a + \bar{e} + \bar{f} + \bar{X}_2). \end{aligned}$$

Эта структурная формула будет соответствовать схеме рис. 1б.

Если рассматриваемая схема имеет мостиковые соединения и не может быть вследствие этого записана при помощи знаков параллельного и последовательного соединений, то преобразование ее в инверсную осуществляется графически ⁽¹⁾.

Инверсные схемы имеют тот недостаток, что в нерабочем состоянии реагирующие органы исполнительных элементов в них зашунтированы контактными цепями, благодаря чему входная точка схемы оказывается замкнутой накоротко с выходной (рис. 1б). Поэтому такие схемы или включают через дополнительное сопротивление, предотвращающее замыкание накоротко источника тока при приходе схемы в нерабочее состояние, или же производят в этом состоянии отключение источника тока от схемы.

В практических релейных устройствах применяются так называемые „поляризованные“ схемы, которые по принципу включения исполнительных элементов могут быть отнесены к инверсным схемам, и они не имеют указанных недостатков. Например, схема рис. 1а при применении в ней поляризованного включения исполнительных элементов X_1 и X_2 будет иметь вид, показанный на рис. 1в. Эта схема имеет действие, одинаковое со схемой рис. 1б, однако замыкание накоротко входной и выходной точек схемы в нерабочем состоянии в ней отсутствует.

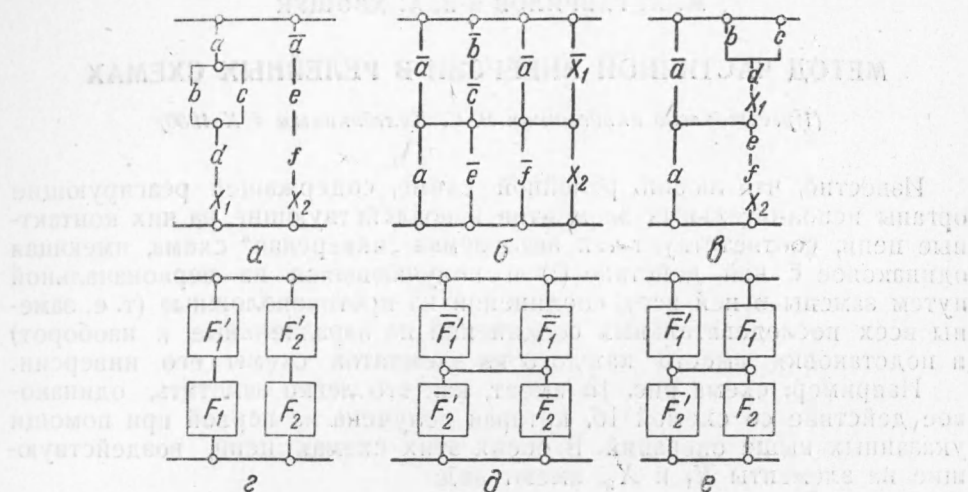


Рис. 1

Ниже предлагается научно обоснованная методика построения поляризованных схем. Легко показать, что эти схемы получаются для некоторых частных случаев релейных схем при помощи частичной инверсии, т. е. применения указанных выше правил не для всех элементов схемы, а только для некоторой части их. Так например, если обозначить отдельные части приведенной из рис. 1а схемы так, как это представлено на рис. 1г, т. е. представить ее структурную формулу в виде

$$F = F'_1 F_1 + F'_2 F_2 \quad (1)$$

то схема рис. 1б запишется так

$$F = (\bar{F}'_1 + \bar{F}_1) (\bar{F}'_2 + \bar{F}_2), \quad (2)$$

в то время как структурная формула рис. 1в запишется в виде:

$$F = (\bar{F}'_1 + F_1) (\bar{F}'_2 + F_2). \quad (3)$$

Эти выражения говорят о том, что в схеме рис. 1б имеет место полная инверсия, в схеме же рис. 1в инверсия осуществляется только по отношению к частям ее F_1 и F_2 , внутри же этих частей элементы схемы не инверсируются.

Рассмотрим, в каких случаях преобразование схем типа рис. 1а в схемы типа рис. 1в допустимо.

Пусть нас интересует действие некоторого элемента X , находящегося внутри части схемы, обозначенной на рис. 1г символом F_1 . В наиболее общем случае в схеме F_1 могут быть цепи, включенные как последовательно, так и параллельно элементу X . Обозначим первые через f'_1 и вторые через f_1 . Тогда схема рис. 1г примет вид, представ-

ленный на рис. 2а. Эта схема будет представлять собой в общем виде весь исследуемый класс схем.

При полной инверсии схема рис. 2а превратится в схему рис. 2б, а при частичной инверсии, в соответствии с рис. 1е, она примет вид, представленный на рис. 2в. Очевидно, преобразование схемы рис. 2а в схему рис. 2в будет допустимым только в том случае, если действие элемента X в обеих этих схемах останется одинаковым, т. е. если контактные цепи, воздействующие на этот элемент, будут иметь один и тот же вид.

Структурная формула схемы рис. 2а:

$$F = F'_1(f'_1 X + f_1) + F'_2 F_2 = F'_1 f'_1 X + F'_1 f_1 + F'_2 F_2. \quad (4)$$

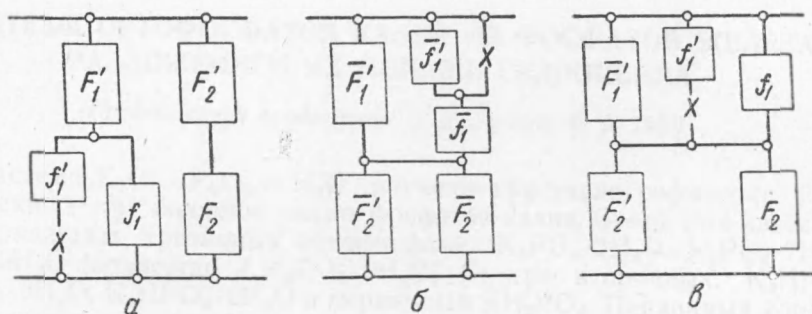


Рис. 2

Цепь элемента X будет замкнута, когда будут замкнуты, контактные цепи, включенные последовательно с ним, и разомкнуты контактные цепи, включенные параллельно ему. Поэтому:

$$F_{(X)} = F'_1 f'_1 (\overline{F'_1 f_1 + F'_2 F_2}) = F'_1 f'_1 (\overline{F'_1} + \overline{f_1}) (\overline{F'_2} + \overline{F_2}) = F'_1 f'_1 \overline{f_1} (\overline{F'_2} + \overline{F_2}). \quad (5)$$

Структурная формула схемы рис. 2в:

$$\begin{aligned} F^* &= (\overline{F'_1} + f'_1 X + f_1) (\overline{F'_2} + F_2) = \\ &= f'_1 X (\overline{F'_2} + F_2) + (\overline{F'_1} + f_1) (\overline{F'_2} + F_2). \end{aligned} \quad (6)$$

Цепи, воздействующие в этой схеме на элемент X :

$$\begin{aligned} F_{(X)} &= f'_1 (\overline{F'_2} + F_2) (\overline{F'_1} + f_1) (\overline{F'_2} + F_2) = \\ &= f'_1 (\overline{F'_2} + F_2) (F'_1 \overline{f_1} + F'_2 \overline{F_2}) = F'_1 f'_1 \overline{f_1} (\overline{F'_2} + F_2). \end{aligned} \quad (7)$$

Выражения (5) и (7) будут равны друг другу только при том условии, если скобки в обоих выражениях будут равны единице. Это имеет место при следующих условиях:

$$\text{а) } \overline{F'_2} = F'_1; \quad \text{б) } \overline{F'_2} = f'_1; \quad \text{в) } \overline{F'_2} = \overline{f_1}.$$

Если в схеме F_2 также содержится реагирующий орган исполнительного элемента, то эти условия должны быть выдержаны также и по отношению цепей F'_1 , f_2 и f'_2 .

Полученные выше соотношения обосновывают методику построения поляризованных схем и определяют границы их применения.

Поступило
28 IX 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. А. Гаврилов. Теория релейно-контактных схем, Изд. АН СССР, 1950.