

### 13.5. ШИФРАТОРЫ И ДЕШИФРАТОРЫ

Процесс обработки сигналов с помощью электронных устройств часто начинается с кодирования этих сигналов. В цифровых устройствах, в том числе в ЭВМ, используются двоичные и двоично-десятичные коды (см. § 13.1), в которых сигналы представляются в виде логических 0 и 1. Двоичную цифру, принимающую значение 0 или 1, называют битом.

Шифратор, или кодер,— это устройство, осуществляющее кодирование сигналов. На рис. 13.15, *a* приведена схема матричного шифратора, с помощью которого можно осуществить кодирование любой десятичной цифры от 0 до 9 в соответствующее ей четырехразрядное двоичное число. Кодирование осуществляется нажатием кнопок, соответствующих десятичным цифрам. Например, при нажатии кнопки 9 к источнику питания *E* через два нижних

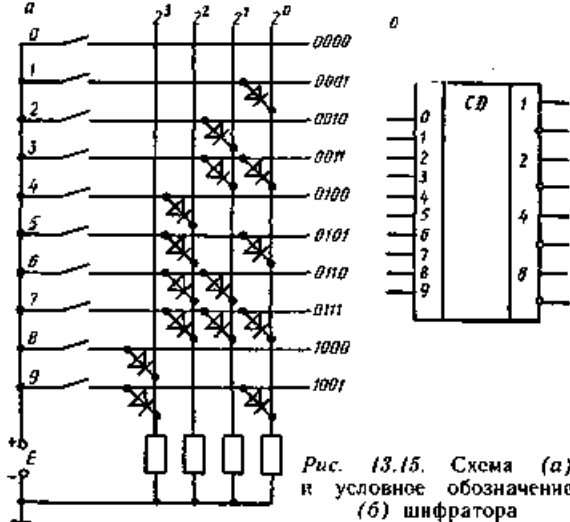


Рис. 13.15. Схема (а) и условное обозначение (б) шифратора

(по схеме) диода оказываются подключенными две крайние вертикальные шины  $2^3$  и  $2^0$ . На двух средних вертикальных шинах  $2^2$  и  $2^1$  при этом напряжение равно нулю.

Дешифратором называют устройство, служащее для преобразования кода числа на входе (или комбинации входных сигналов) в сигнал на определенном выходе. Условное графическое обозначение дешифратора показано на рис. 13.16.

Если при  $n$  входах (где  $n$  — число разрядов двоичного числа) дешифратор имеет  $m = 2^n$  выходов, то такой дешифратор называется *полным*. При  $2^{n-1} < m < 2^n$  дешифратор называется *неполным* или *частичным*.

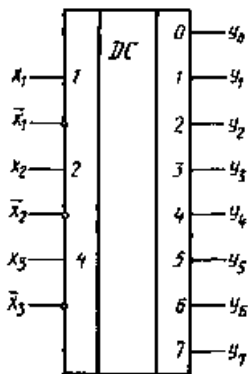


Рис. 13.16. Условное обозначение дешифратора

Обычно входы дешифратора подключаются к выходам разрядов регистра или счетчика, на которых формируется код числа.

Правила работы дешифратора на три входа  $x_1, x_2$  и  $x_3$  можно представить табл. 13.4.

Количество выходов такого дешифратора  $m = 2^3 = 8$  ( $y_0, y_1, y_2, \dots, y_7$ ). Сигнал на том или ином выходе дешифратора появляется только при вполне определенном наборе входных сигналов. Состояние каждого выхода определяется переключательными функциями, представленными в последнем столбце табл. 13.4. Каждая из этих

Табл. 13.4. Состояния трехвходового дешифратора

$x_3$	$x_2$	$x_1$	$y_0$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$F$
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	$y_0 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	$y_1 = \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_3$
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	$y_2 = \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3$
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	$y_3 = \bar{x}_1 x_2 x_3$
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	$y_4 = x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3$
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	$y_5 = x_1 \bar{x}_2 x_3$
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	$y_6 = x_1 x_2 \bar{x}_3$
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	$y_7 = x_1 x_2 x_3$

функций может быть реализована трехвходовым логическим элементом И, как показано на рис. 13.17, а. Прямые и инверсные значения входных переменных поступают на дешифратор непосредственно с прямых и инверсных выходов регистра или счетчика, в которых записан код числа. В зависимости от этого кода появляется логическая 1 на соответствующем выходе. Если, например,  $x_1 = 0$  ( $x_1$  — старший разряд), а  $x_2 = x_3 = 1$ , то логическая 1 образуется только на выходе  $y_3$ , так как при этом переключательная функция  $\bar{x}_1 x_2 x_3 = 1$ , а все остальные равны 0.

Рассмотренный дешифратор называется *одноступенчатым* или *линейным*. Его достоинством является высокое быстродействие, определяемое временем задержки сигнала в одном элементе И, а недостатком — значительное число входов ЛЭ и высокие требования к нагрузочной способности элементов входного регистра (коэффициент разветвления по выходу триггера каждого разряда равен половине числа элементов И). Так как коэффициент разветвления большинства базовых ЛЭ ИМС не превышает восьми, то максимальная разрядность дешифрируемых чисел для линейных дешифраторов без принятия специальных мер не превышает  $n = 4 \dots 8$ .

Усовершенствование структуры дешифраторов возможно за счет каскадного объединения отдельных входов. Такие дешифраторы называются *многоступенчатыми*.

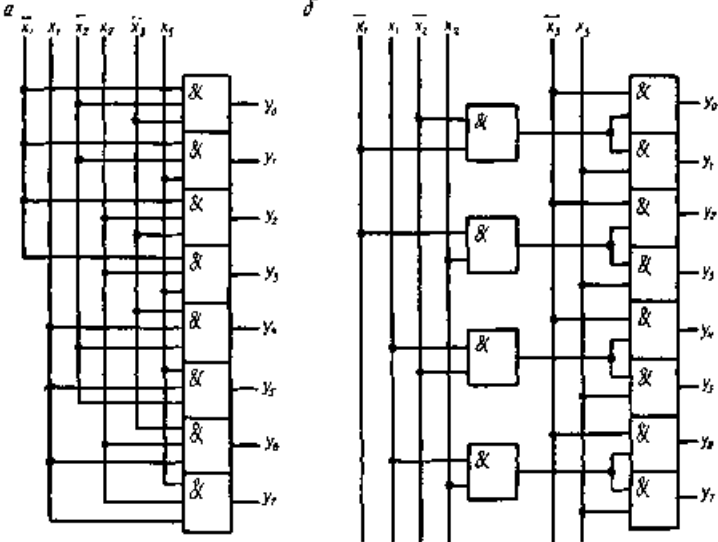


Рис. 13.17. Схемы одноступенчатого (а) и многоступенчатого (б) дешифраторов

К ним относятся пирамидальные и матричные, или прямоугольные.

Схема пирамидального трехвходового дешифратора приведена на рис. 13.17, б. Легко заметить, что значения  $y_0, y_1, \dots, y_7$  определяются теми же переключательными функциями, что и в линейном дешифраторе, однако вместо трехвходовых в пирамидальном дешифраторе используются двухвходовые ЛЭ. При большем числе входных переменных увеличивается число ступеней, или каскадов, дешифратора.

В матричном дешифраторе дешифрируемое слово разбивается на несколько подслов, которые дешифрируются на линейных дешифраторах. Выходы линейных дешифраторов служат входами следующей ступени дешифратора. Вариант схемы матричного дешифратора с десятью входами  $n = 10$  и  $m = 2^{10} = 1024$  выходами показан на рис. 13.18.

Дешифраторы применяются в устройствах управления ЦВМ, для преобразования параллельного кода в последовательный, построения распределителей импульсов по различным цепям и т. п. На рис. 13.19, а приведена схема статического управления семисегментным вакуумно-лю-

минисцентным индикатором. Управление анодами вакуумно-люминесцентного индикатора осуществляется дешифратором, преобразующим двоичный код счетчика в десятичный, через ключи  $K1 - K7$ . Принципиальная схема ключа

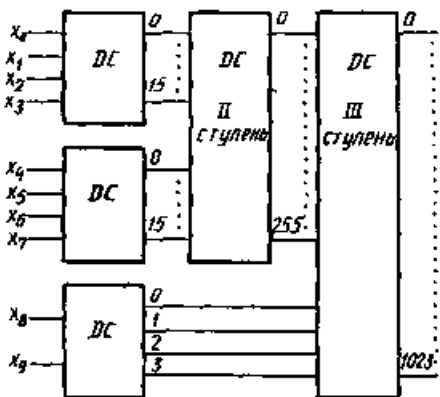


Рис. 13.18. Функциональная схема матричного дешифратора

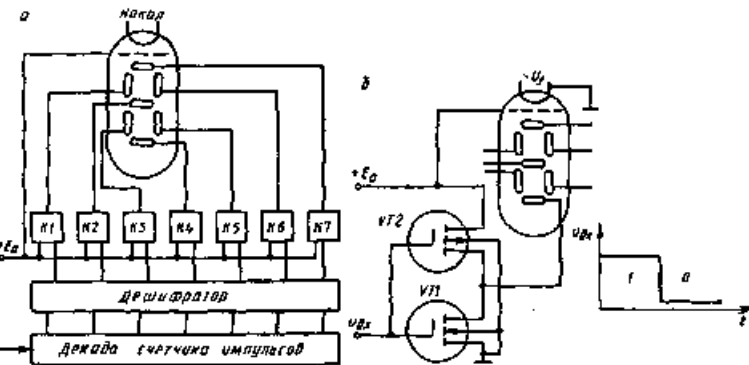


Рис. 13.19. Функциональная схема статического управления семисегментным вакуумно-люминесцентным индикатором (а) и принципиальная схема ключа, управляющего одним сегментом (б)

на МДП-транзисторах, управляющего одним анодом-сегментом, показана на рис. 13.19, б. При  $u_{вх} = 1$  транзистор  $VT1$  открыт, а  $VT2$  закрыт. Так как сопротивление канала открытого транзистора  $VT1$  мало, а закрытого  $VT2$  велико, то напряжение анода-сегмента, коммутируемого таким ключом, близко к нулю и этот сегмент не светится. При  $u_{вх} = 0$  открыт транзистор  $VT2$ , а  $VT1$  за-

крыт. Напряжение источника  $E_a$  прикладывается почти целиком к соответствующему аноду-сегменту, вызывая его свечение. Подсвечивая различные сегменты, можно с помощью такого люминесцентного индикатора высветить любую цифру от 0 до 9.

Недостатком статического метода управления сегментными люминесцентными индикаторами является резкое увеличение количества ключей при увеличении разрядности индицируемого числа. Такой способ экономически приемлем, если число разрядов не превышает 3. При большем числе разрядов используется мультиплексный метод управления.