

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

***ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТРОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ
СИМВОЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
(АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ)***

Лабораторная работа № 18

Утверждено
редакционно-издательским
советом института
в качестве методических указаний
для студентов

КУЙБЫШЕВ 1986

УДК 681.327.11

Рассматриваются методы построения аппаратных генераторов символов растрового типа, исследуются способы их оптимизации и область применения.

Указания предназначены для студентов спец. 0646.

Составитель Александр Абрамович Болтянский

Рецензенты: В.А.Соффер, В.А.Чухонцев

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТРОВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ СИМВОЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
(аппаратная реализация)

Редактор Е.Д.Антипова
Техн.редактор Н.М.Каленюк
Корректор Т.И.Пайкина

Подписано в печать 28.02.86 г. Формат 60x84 I/16.

Бумага оберточная белая. Печать оперативная.

Усл.п.л. 0,7. Уч.-изд.л. 0,6. Т. 500 экз.

Заказ 3555 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Обл.тип.им. В.П.Мяги, г.Куйбышев, ул.Венцека, 60.

Цель работы

1. Изучение методов и средств генерации символьной и знаковой информации на TV -экране.
2. Исследование характеристик растровых генераторов.
3. Расчет затрат памяти и времени на реализацию генераторов символов и алфавита.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Включите учебный стенд "Генератор символов на TV -экране". Предварительно необходимо детально ознакомиться с построением стенда, составом его технических средств и возможностями, которые он обеспечивает (описание стенда приведено в прил. I к данной работе).
2. Первый этап работы - формирование символов несколькими возможными методами и сравнительный анализ этих методов между собой.

Изучение аппаратных генераторов символов

В отличие от функциональных генераторов символьной информации, в телевизионно-растровых устройствах генерации движение луча по экрану не зависит от формируемого изображения. Закон движения луча - от строки к строке - всегда постоянен и обеспечивается специальными устройствами строчной и кадровой развертки. Луч, двигаясь последовательно и равномерно по строкам экрана, прочерчивает растровое поле - растр, содержащий 625 строк. Последовательно управляя подсветом луча и синхронизируя сигналы подсвета с разверткой, можно получить на экране любое изображение.

Синтез изображения растровым способом заключается в генерации сигналов подсвета, управляющих яркостью луча и формирующих на экране TV -приемника нужное изображение.

Растровому методу генерации изображений более всего соответствует кодирование изображений методом параллельно-оразевых последовательностей. При этом цифровые модели изображений могут быть представлены в следующих вариантах:

$$A_m \supset A_i \ni a_j(x, p^b; p^c) \perp x(j_0) \geq \phi; \quad i, j \in I, J; \\ x, y \in X, Y; \quad I = Y; \quad Z < X = J_{max}; \quad N = I \cdot J_{max} \quad i = \{\phi \dots I\}; \\ \phi \leq j \leq J.$$

$$A_m \supset A_i \ni a_j(x_1, x_2; p^b; p^c) \perp x, (j_0) \geq \phi; \\ i, j \in I, J; \quad x, y \in X, Y; \quad I = Y; \quad J < X = J_{max}; \quad N = I \cdot J_{max} \\ i = \{I\}; \quad \phi \leq j \leq J$$

Первая цифровая модель построена на основе точечной, вторая - на основе векторной последовательностей.

Аппаратная реализация генераторов изображений, описываемых этими цифровыми моделями, предполагает создание технических устройств - преобразователей с выходными функциями:

$$\Delta t = f(x) \quad \text{или} \quad \Delta t = f(x_1, x_2).$$

Интервал Δt от момента строчной синхронизации до момента появления луча в точке, соответствующей значению x , должен быть привязан к определенной строке раstra. Таким образом, $\Delta t = f(x)$ на строке i определяется и строчной, и кадровой развертками. Подобные преобразователи могут быть реализованы самым различным способом на основе сдвиговых регистров, распределителей, счетчиков, универсальных матриц и других устройств. Основные из них включены в состав учебного стенда.

При построении телевизионных генераторов символьных изображений от элементной базы требуется весьма высокое быстродействие, что определяется большим количеством элементов по строке и частотой строчной развертки.

Так например, для стандартного формата текстовых изображений - 64 символа в строке и стандартной матрице символа 8×8 элементов за 51 мкс (время прямого хода по строке) требуется сформировать 512 элементов, что соответствует частоте управляющих сигналов 10 МГц. До недавнего времени такое быстродействие было очень сложно обеспечить - этим можно было объяснить недостаточно быстрое развитие и применение телевизионных дисплеев. Сегодня частоты 20 МГц могут быть реализованы современной элементной базой без особого труда.

Выберите один из сложных символов стандартного набора Ш, И, К, Ж, М, Р и т.д., и получите на экране этот символ, используя различные имеющиеся средства. Подберите частоту генерации сигналов таким образом, чтобы символ отображался на всем экране в матрице форматом 8×8 элементов. Подсчитайте, какова должна быть при этом частота генерации сигналов по строке и кадру. Составьте булеву функцию формируемого знака, используя диаграмму Вейтча или диаграмму истинности /1,2/.

Сравните между собой генераторы символов, построенные на основе сдвиговых регистров, распределителей и счетчиков. Нарисуйте принципиальные схемы этих генераторов и определите аппаратные затраты для построения каждого из них.

Применяя известные вам методы минимизации аппаратных затрат, постройте оптимальные варианты генераторов и составьте схемы форми-

рования знака (одного из сложных) и всего набора знаков (в последнем случае составляется упрощенная схема, поясняющая сущность генерации алфавита). В этой схеме должны быть учтены возможности хранения всех символов набора и выбор любого из них в любой последовательности.

Определите затраты на формирование всего алфавита для вариантов генерации на регистрах, распределителях, счетчиках обычного типа и счетчиках Джонсона. Какой из вариантов кажется вам предпочтительнее?

Проверьте, насколько вы усвоили материал лабораторной работы.

Контрольные вопросы

1. Какие вы знаете методы генерации символов на TU -экране и чем они отличаются друг от друга?

2. Сравните аппаратные и программные способы генерации символов по затратам памяти, требуемым ресурсам и быстродействию.

3. Какие методы кодирования соответствуют вариантам реализации генераторов на регистрах, счетчиках и распределителях? Опишите цифровые модели текстовых изображений для этих способов кодирования.

4. Перечислите 4 основных способа минимизации генераторов алфавита и проиллюстрируйте эти способы на примерах.

5. Каким образом подключить аппаратный генератор алфавита к ЭВМ? Что будет представлять собой программное обеспечение процесса формирования текстовой информации?

6. Опишите дисплейный файл текстовых данных в виде структуры данных.

7. Перечислите достоинства и недостатки телевизионных генераторов символов в сравнении с функциональными?

8. Назовите и прокомментируйте основные характеристики генераторов символов TU -типа.

Изучение координаторов символьной информации на TU -экране

Сформированный символ с помощью координатора установите в нужное место экрана (i - строка, j - знакоместо в строке). Нарисуйте принципиальную схему координатора для двух режимов - ручного и автоматического.

Определите все частотные характеристики сигналов, поступающих на координатор и формируемых им.

Какие дополнительные средства необходимы для формирования строки из символов? Можно ли, используя только координатор и генератор,

Формировать текст на экране в несколько строк? В каких режимах это возможно?

Проверьте таблицу стандартного набора *ASCII* на соответствие кодам учебного стенда.

Выведите последовательно в разных местах экрана 10 разных символов набора. Например: "86(8)" на 2-й строке 7 позиция

40(8)	$i = 2$	$j = 7$
113-(8)	$i = 5$	$j = 2$
115-(8)	$i = 1$	$j = 16$
156-(8)	$i = 5$	$j = 1$ и т.д.

Библиографический список

1. Г у г л и н И.Н. Формирование знаков на телевизионных индикаторах. -М.:Энергия, 1974. - 72 с.

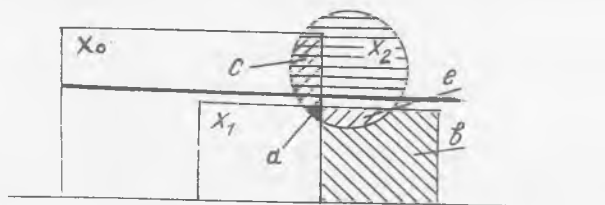
2. Телевизионные методы и устройства отображения информации " Под ред. Кривощеева М.И. -М.:Сов.радио, 1975. - 239 с.

3. Г о в о р о в В.С. Отображение машинных решений на экране ЭЛТ. -М.:Сов.радио, 1976. - 192 с.

ПРОБЛЕМА СИНТЕЗА ЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР

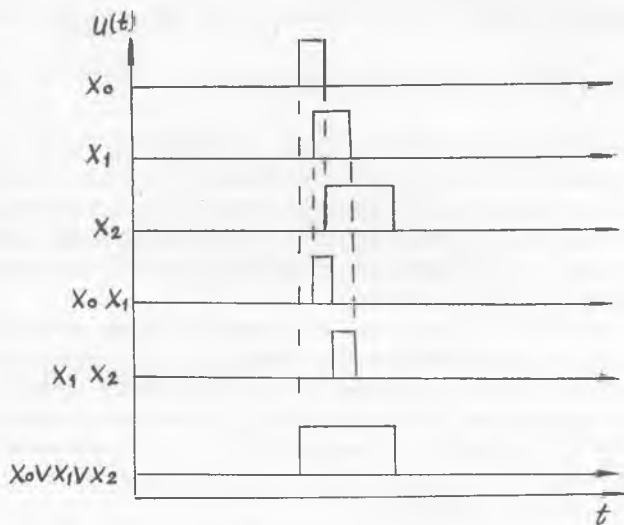
Всякое сложное изображение можно рассматривать как состоящее из простых (первичных) изображений. Конструирование таких сложных изображений можно осуществлять путем применения логической структуры, входными параметрами которой являются первичные сигналы. Последние, в свою очередь, должны иметь дискретный характер и представляться в виде кодов, например, двоичных.

Синтез логических структур, реализующих сложную конфигурацию на TV -растре, обладает спецификой и проводится по определенной технологии. Возможны два конструктивных подхода к решению данной проблемы, их можно рекомендовать в качестве методов оптимизации аппаратных генераторов TV -изображений. Первый способ – метод математической логики (диаграммы Венна (рис. П1, П2), второй – метод булевых функций (диаграммы Вейтча) (рис. П3, П4).

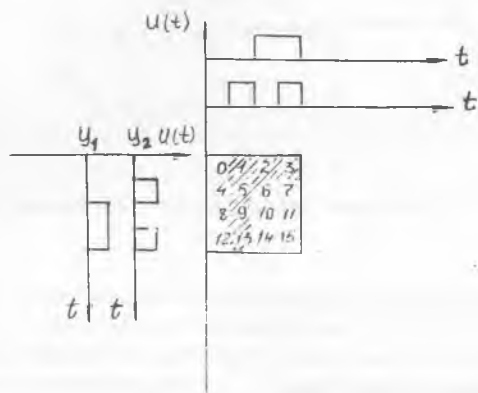


Р и с. П1. Диаграмма Венна для трех первичных сигналов

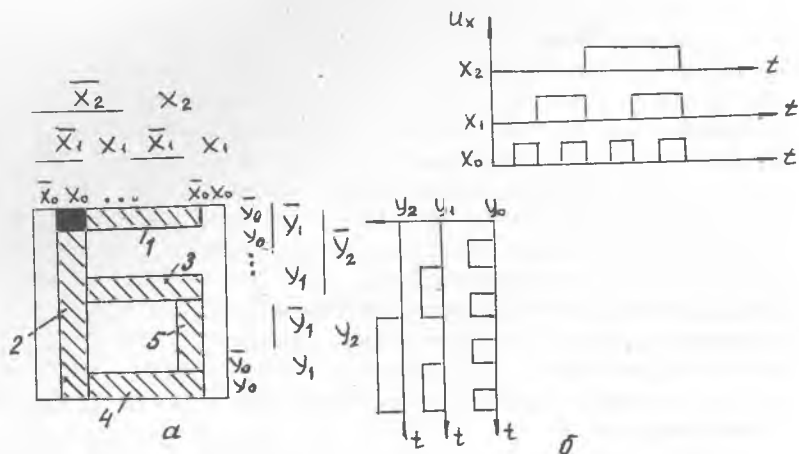
Метод математической логики. Представим себе блок логических элементов, на вход которых подаются три сигнала X_0, X_1, X_2 выраженные в виде двоичных чисел положительной полярности и следующие с периодом, равным одному кадру T_K . Местоположение этих сигналов таково, что они появляются лишь во время передачи i -й строки раstra (см. рис. П2). Остальные временные диаграммы соответствуют логическим функциям трех переменных. Количество переменных на выходе блока логики может составлять 2^{2^n} (при $n = 3-256$ комбинаций), т.е. возможно формирование самых разнообразных сигналов, из которых строится изображение. Если те же сигналы будут иметь место не только на i -й



Р и с. П2. Временные диаграммы входных и некоторых выходных переменных



Р и с. П3. Диаграмма истинности четырех переменных



Р и с. П4. Матрица логических элементов (знак "Б")

строке, но и на всех строках растра, то имеется возможность применения логических цепей для синтеза сложных геометрических фигур на всем растре.

Рассмотрим в этом применении диаграммы Венна /I/. На рис.ПІ представлены диаграммы Венна для трех переменных. Вводим понятие область или класс пространства. Телевизионный растр представляет собой универсальный класс "I", а также три первичных класса X_0 , X_1 , X_2 . Каждый класс пространства формируется строго определенным первичным сигналом или совокупностью первичных сигналов. Формирование сложного сигнала есть некоторая логическая функция. Частично перекрывающиеся области есть конъюнкция, или графическое представление логической операции "И". Смежные области можно представить как дизъюнкцию, или графическое отображение операции "ИЛИ".

Аналогично, инверсию (логическую операцию "НЕ") и комбинацию функций также легко представить формулами математической логики.

На рис.ПІ области A , B , C , E и т.д. выражаются формулами: $a = X_0 X_1 X_2$, $b = X_1 \bar{X}_0 X_2$, $c = X_2 \bar{X}_1 X_0$,

$$e = X_1 X_2 \bar{X}_0, f = X_0 \bar{X}_1 \bar{X}_2.$$

На диаграмме (см.рис.ПІ) жирной линией выделена i -я строка. Области a , b , c и т.д. сформированы из множества строк, но для каждой строки можно составить свои выражения.

Диаграмма Венна позволяет получить графическое представление о какой-либо логической операции, дает возможность разложить сложное изображение на первичные составляющие сигналы, синтезировать сложные изображения из первичных сигналов. При формировании сложных изображений необходимо решить вопрос, из каких первичных сигналов рациональнее строить изображение. Из опыта синтеза сложных сигналов следует вывод, что наиболее эффективное и технологическое построение получается тогда, когда в качестве первичных сигналов выбраны элементарные сигналы, т.е. те, которые формируются только простейшими средствами. Этими сигналами являются такие, которые формируются на выходе распределителей, счетчиков различного типа, сумматоров и регистров. При построении диаграмм Венна в качестве первичных сигналов использовались не простейшие — каждый сигнал имеет свою фазу, частоту, длительность и амплитуду.

Обладая наглядностью, простотой и надежностью, метод Венна, тем не менее, сложен в реализации, так как требует использования различных устройств формирования разнообразных первичных сигналов. Значительно упрощается процесс синтеза, если пользоваться методом диаграмм Вейтча или диаграмм истинности.

Метод диаграмм Вейтча. Временное положение диаграмм истинности для четырех переменных y_1, y_0, x_1, x_0 показано на рис. ПЗ. Диаграмма представляет собой матрицу из одинаковых клеток, каждая из которых имеет свою нумерацию. Первичные сигналы, формируемые на выходе обычных счетчиков с различных разрядов, накладываются на диаграмму так, что каждая клетка и совокупность клеток по вертикали и горизонтали получают имена первичных сигналов (прямых и инверсных). Совпадение области X по вертикали со строкой Y по горизонтали представляют собой конъюнктивный член XY . На диаграмме этот член записывается в соответствующую клетку в виде единицы.

В отличие от диаграммы Венна, матрица истинности строится из простейших сигналов, отличающихся друг от друга только фазой и длительностью. Получение таких сигналов не представляет трудностей.

Любой сложный символ легко представить из укрупненных элементов, которые, в свою очередь, формируются по булевой функции. Составив булевские уравнения, можно затем их оптимизировать, добиваясь того, чтобы число логических элементов, необходимых для построения изображения, было минимальным $/3/$.

Количество клеток матрицы или, как говорят, формат диаграммы, зависит от требуемых размеров поля, где формируется изображение. Если использовать обычный счетчик в качестве источника первичных

сигналов, то размер диаграммы будет определяться количеством разрядов счетчика по X и Y : $N_x = 2^{K_x}$, $N_y = 2^{K_y}$, где K_x и K_y - количество разрядов. Для символьного поля используется обычно формат 8x8 элементов, что реализуется тремя разрядами по X и тремя разрядами по Y : (X_0 ; X_1 ; X_2 ; Y_0 ; Y_1 ; Y_2). На рис.П4,б показаны сигналы, получаемые с выхода счетчика, на рис.П4,а - диаграмма Вейтча для синтеза символьных изображений. Символ "Б" взят для примера, демонстрирующего способы оптимизации аппаратного генератора. Самым простым и нерациональным представлением знака является его описание через булевские функции как суммы отдельных клеток. Символ "Б" в начертании (см.рис.П4) состоит из 26 клеток, каждая из которых формируется одной шестивходовой схемой "И". Любая клетка синтезируется тремя сигналами по X и тремя сигналами по Y . Так, клетка, отмеченная на рис.П4 темным цветом, будет иметь следующее булевское описание: клетка Чёр = $X_0 \bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{Y}_0 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2$. 26 таких клеток составляют знак "Б".

Значительно меньше потребуется логических схем, если знак представить через укрупненные элементы, правильно выбрав очертания этих элементов. По рис.П4 знак "Б" представлен из 5 элементов:

$$\begin{aligned}
 B &= I V 2 V 3 V 4 V 5; \\
 1 &= \bar{Y}_0 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2 X_1 \bar{X}_2 V \bar{Y}_0 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2 \bar{X}_1 \bar{X}_2 V \bar{Y}_0 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2 \bar{X}_0 X_1 X_2; \\
 2 &= X_0 \bar{X}_1 \bar{X}_2; \\
 3 &= Y_0 Y_1 \bar{Y}_2 X_1 \bar{X}_2 V Y_0 \bar{Y}_2 \bar{X}_1 X_2 V Y_0 Y_1 \bar{Y}_2 \bar{X}_0 X_1 X_2; \\
 4 &= Y_0 Y_1 Y_2 X_1 \bar{X}_2 V Y_0 Y_1 Y_2 \bar{X}_1 X_2 V Y_0 Y_1 Y_2 \bar{X}_0 X_1 X_2; \\
 5 &= \bar{X}_0 X_1 X_2 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2 V \bar{X}_0 X_1 X_2 \bar{Y}_0 Y_1 Y_2.
 \end{aligned}$$

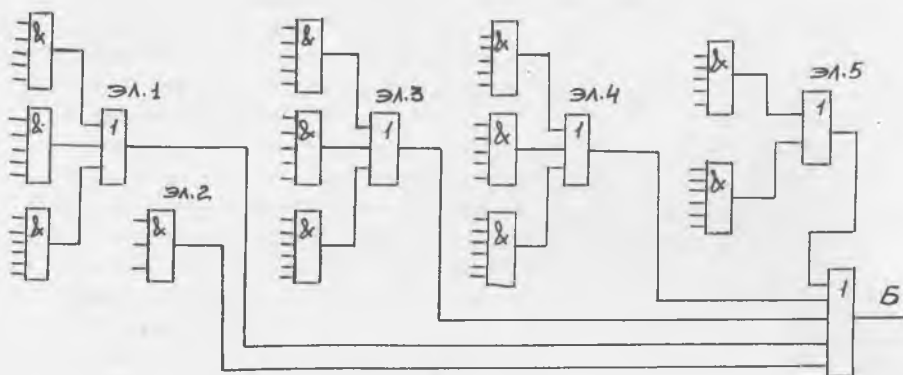
Матрица логических элементов, формирующая знак "Б" по приведенному выше описанию, показана на рис.П5. В этой матрице 12 схем "И" (шестивходовых) и 5 схем "ИЛИ" трех и пятиходовых. Подобная матрица является далеко не лучшей, так как содержит избыточные элементы. Более конструктивно располагая знак в поле матрицы, а также точнее разбивая контур знака на элементы, можно значительно уменьшить число логических элементов матрицы (рис.П6,а).

На рис.П6,а знак "Б" оптимизирован, в результате чего его описание значительно упростилось:

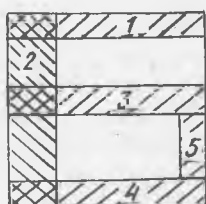
$$1 = \bar{Y}_0 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2; 2 = \bar{X}_1 \bar{X}_2; 3 = Y_0 \bar{Y}_1 \bar{Y}_2; 4 = Y_0 Y_1 Y_2; 5 = X_0 X_1 X_2 Y_2.$$

Соответственно, число логических схем уменьшилось примерно в 3 раза по сравнению со схемой на рис.П5.

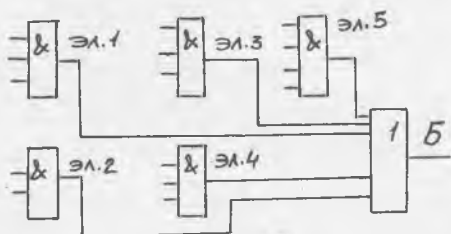
Таким образом, два способа оптимизации знака в матрице: правильное расположение и лучшее разделение символа на укрупненные элементы - позволяют сокращать затраты ресурсов на формирование символа в 2-3 раза.



Р и с. П5. Матрица логических элементов (знак "Б")



а



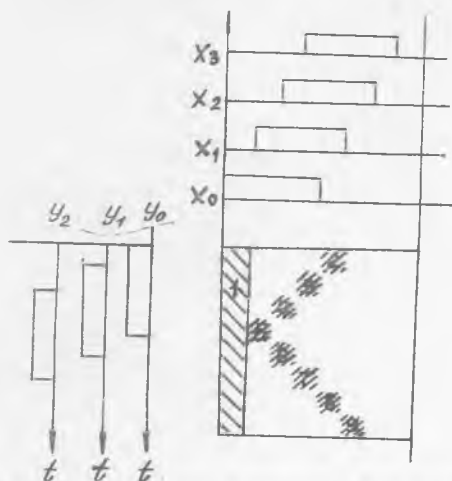
б

Р и с. П6. Оптимизированная матрица логических элементов (знак "Б")

Третий способ - выбор более эффективных первичных сигналов - дополнительно оптимизирует построение знаковых матриц. Так например, использование в качестве источника первичных сигналов счетчика с перекрестными связями (счетчик Джонсона) (рис. П7) обеспечивает оптимальное формирование элементов минимального размера (одна клетка). Обычным счетчиком минимальный элемент-клетка формируется шестивходовой схемой "И", а счетчиком Джонсона - четырехвходовой схемой "И". При построении таких символов, как "К", "Ж", "И" и т.д., где много элементов клеточного уровня, счетчик Джонсона эффективен.

На рис.П7 представлена диаграмма Вейтча с первичными сигналами счетчика Джонсона. Показано формирование знака "К". Матрица знака будет состоять из 9 четырехходовых схем "И":

$$1 = X_0 \bar{X}_1; \quad 2 = X_1 \bar{X}_2 Y_0 \bar{Y}_1; \quad 3 = X_0 X_3 Y_1 \bar{Y}_2 \text{ и т.д.}$$

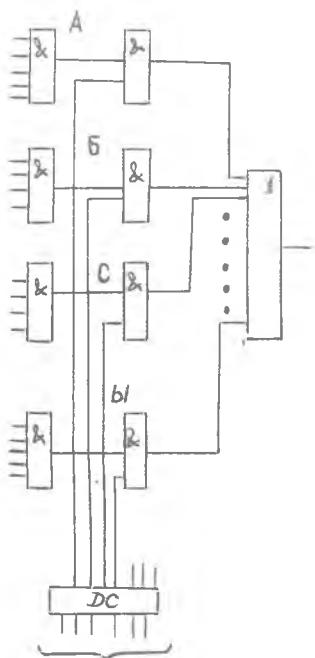


Р и с. П7. Матрица истинности для счетчиков Джонсона

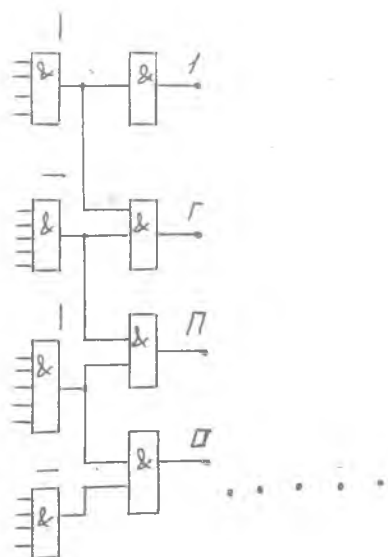
При использовании обычных счетчиков необходимо было бы 9 шести-ходовых схем "И". С помощью знаковых матриц формируется весь алфавит стандартных символов. Для выбора любого символа из набора каждая знаковая матрица дополняется выходной схемой "И" (рис.П8).

При построении аппаратным путем алфавита символов можно использовать еще один четвертый способ оптимизации генераторов, если продуманно синтезировать символы в определенной последовательности (рис.П9). Это позволит дополнительно уменьшить аппаратные затраты в 5-6 раз, так как многократно используются одни и те же однажды сформированные укрупненные элементы.

В настоящее время генераторы символов стандартного набора реализованы на основе ПЗУ в виде интегральных микросхем, в которые включено до 1500 логических элементов. Промышленность выпускает ПЗУ объемом до 16 Кб. В этой памяти можно разместить до 8 наборов символов по 256 знаков в каждом наборе. По необходимости можно менять алфавит, записывая в память новый набор.



Р и с. 18. Схема матрицы выбора символов из алфавита



Р и с. 19. Последовательное формирование символов алфавита