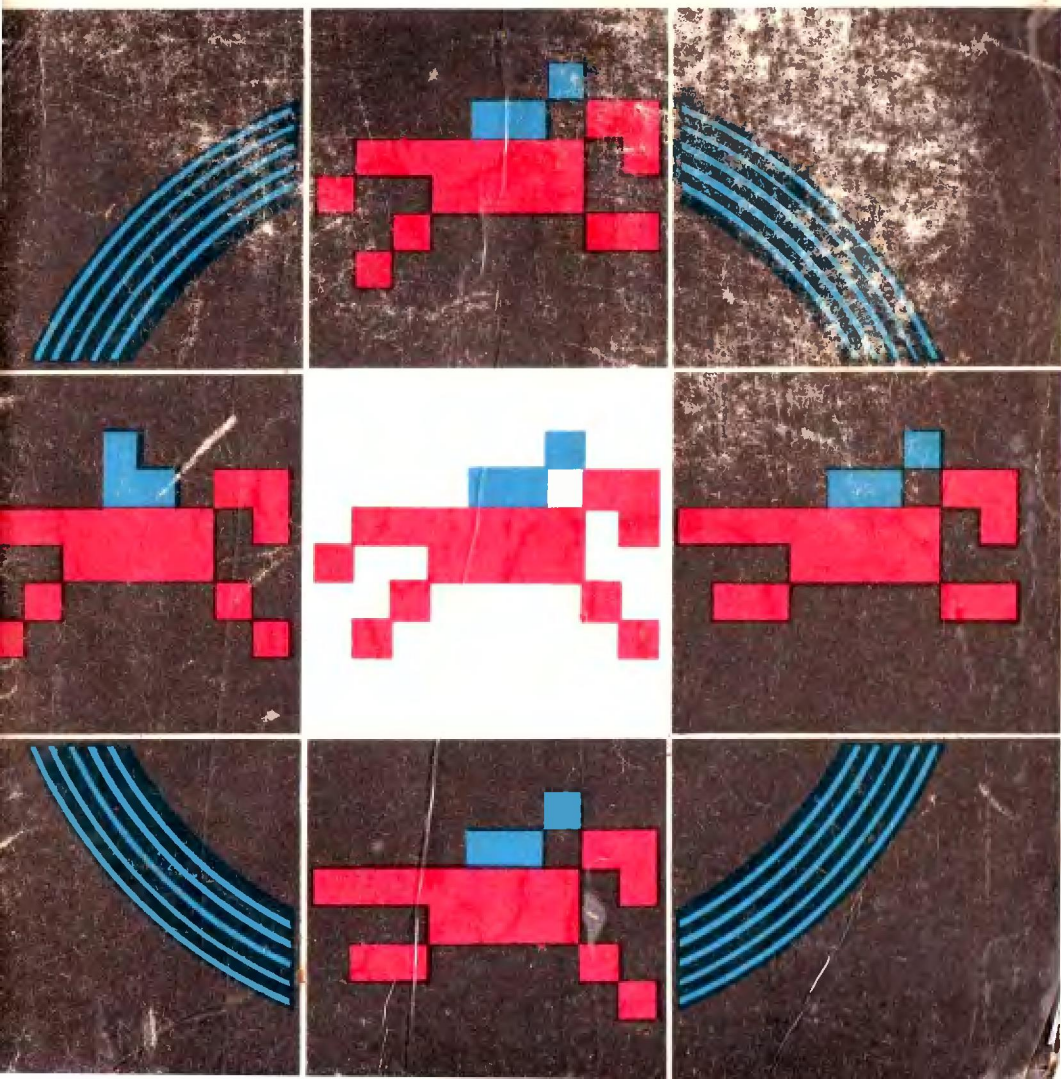


М. А. ОВЕЧКИН



ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ИГРЫ



МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1087

М. А. ОВЕЧКИН

ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ
ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ
ИГРЫ



МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ» 1985

ББК 32.94

О31

УДК 621.397.13:37

Редакционная коллегия:

Б. Г. Белкин, С. А. Бирюков, В. Г. Борисов, В. М. Бондаренко,
Е. Н. Геништа, А. В. Гороховский, С. А. Ельяшкевич, И. П. Жеребцов,
В. Г. Корольков, В. Т. Поляков, А. Д. Смирнов, Ф. И. Тарасов,
О. П. Фролов, Ю. Л. Хотунцев, Н. И. Чистяков

Овечкин М. А.

О31 Любительские телевизионные игры. — М.: Радио и связь,
1985.— 64 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1087).

55 к.

Знакомит читателей с увлекательным направлением бытовой электроники — телевизионными игровыми приставками. Описаны принципы построения таких устройств, схемотехнические решения. Приведены описания двух телевизионных приставок разной степени сложности.

Для широкого круга радиолюбителей.

О 2402020000-080 34-85
046(01)-85

ББК 32.94

6Ф3

Рецензент канд. техн. наук С. А. Бирюков

Массовая радиобиблиотека

Михаил Алексеевич Овечкин

ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ИГРЫ

Редактор издательства Т. В. Жукова

Художественный редактор Н. С. Шейн

Обложка художника В. В. Громова

Технический редактор Г. И. Колосова

Корректор И. Г. Зыкова

ИБ № 1146

Подписано в печать 10.01.85 Т-03015 Формат 60x90/16 Бумага офс. № 1 Гарнитура
"Пресс-роман" Печать офсетная Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 16,5 Уч.-изд. л. 5,18
Тираж 150 000 Изд. № 20217 Зак. № 1009 Цена 55 к.

Издательство "Радио и связь". 101000, Москва, Почтамт, а/я 693

Типография издательства "Калининградская правда", 236000, г. Калининград обл.,
ул. Карла Маркса, 18

© Издательство "Радио и связь", 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

Телевизионные игровые приставки (телеигры) как новое направление в бытовой радиоэлектронике появились в начале 70-х годов. Интерес к телевизионным играм постоянно растет. Быстрое развитие микроэлектроники и массовый выпуск микросхем широкого применения открывает возможность каждому радиолюбителю, знакомому с основами телевидения и элементами алгебры логики, повторить известные и разработать новые интересные телеигры. Комбинируя серии логических элементов К133, К134, К155, К158, К555, К176, К561, К564, можно выполнить телеигру любой сложности.

Практика применения любительских игровых приставок показывает, что наибольшей популярностью пользуются игровые ситуации типа "Хоккей" и "Скачки".

В телеигре "Хоккей" определенный интерес вызывает состязание с командой, которая автоматически управляется устройством, находящимся внутри приставки. Управляющая программа может быть построена таким образом, что "электронная" команда быстро распознает слабого или сильного противника и в зависимости от этого строит свою игру.

В игре "Скачки" могут выполнять "заезд" одновременно до четырех наездников. Стремительное развитие действия, звуковые эффекты, азарт гонки – все это делает игру зрелищной и динамичной.

В основу брошюры положен практический опыт, приобретенный автором при создании и отработке данных игр. В брошюре дается не только описание схемотехнических решений игровых устройств, но и описание работы отдельных логических схем и вспомогательных узлов. Это облегчает использование брошюры читателем, недостаточно подготовленным в области цифровой техники. Как правило, большинство узлов, выполненных на цифровых микросхемах, налаживания не требует.

Автор надеется, что, познакомившись с книгой, радиолюбители смогут не только успешно повторить описанные конструкции, но и заняться самостоятельным творчеством.

Отзывы направляйте по адресу: 101000, Москва, Почтамт, а/я 693, издательство "Радио и связь", Массовая радиобиблиотека.

Автор

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИГР

Информация в телевизионных игровых устройствах, в основном, представляется в двоичной системе счисления. В этой системе используются только две цифры: 1 и 0. Электрические эквиваленты этих цифр – напряжение высокого и низкого уровня, характерные для потенциальной системы представления информации. Напряжению высокого уровня (для ТТЛ схем $\geq 2,4$ В) соответствует логическая единица, а напряжению низкого ($\leq 0,4$ В) – логический нуль (так называемая положительная логика). Переход от нулевого состояния к единичному называется положительным перепадом напряжения или просто положительным перепадом, переход из единичного к нулевому – отрицательным. Помимо потенциальных сигналов в микросхемотехнике телевизионных игр применяют импульсные сигналы, которые выделяют из фронтов и срезов потенциальных сигналов путем дифференцирования или с помощью специальных логических схем.

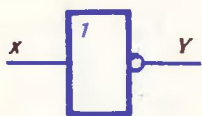
Цифровые устройства делятся на два класса: комбинационные и последовательностные. Комбинационные устройства характеризуются отсутствием памяти. Сигнал на выходе такого устройства однозначно определен набором сигналов x на его входах в текущий момент времени. Комбинационными устройствами являются электронные ключи, элементы НЕ, И–НЕ, ИЛИ–НЕ, дешифраторы, мультиплексоры. Последовательностные устройства имеют память, и при смене информации на входах сигнал на выходе зависит от состояния, в котором устройство находилось до этого. К этому классу устройств относятся триггеры, счетчики (делители частоты) и регистры.

Рассмотрим работу комбинационных и последовательных устройств, применяемых в предлагаемых играх.

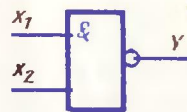
КОМБИНАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Логический элемент НЕ (инвертор) (рис. 1). Инвертор имеет один вход и один выход. Сигнал на его выходе всегда противоположен входному.

Логический элемент И–НЕ (рис. 2). Элемент И–НЕ может иметь два и более входов и один выход. Напряжение низкого уровня (напряжение логического нуля) существует на выходе только при напряжениях высокого уровня (напряжений логических единиц) на всех его входах. При наличии на любом входе хотя бы одного напряжения низкого уровня выходное напряжение будет высокого уровня. Элемент И–НЕ часто используется как схема совпадения сигналов. На рис. 3 в качестве примера приведена схема совпадения двух сигналов – сигнала шайбы U_{III} и сигнала игрока U_{II} при игре в "Хоккей", и временная диаграмма работы схемы совпадения.



x	y
0	1
1	0



x_1	x_2	y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Рис. 1. Условное изображение элемента НЕ и его таблица истинности

Рис. 2. Условное изображение двухвходового элемента И–НЕ и его таблица истинности

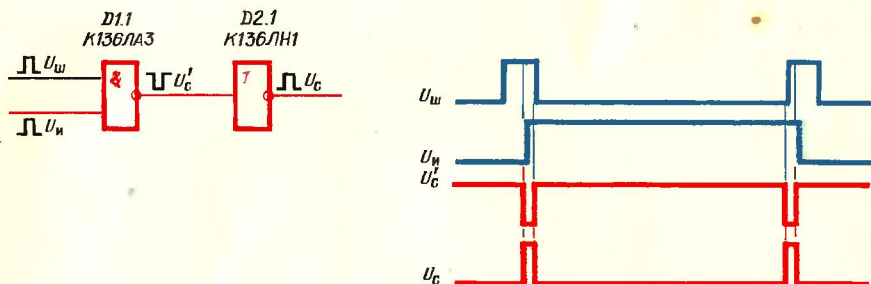


Рис. 3. Пример построения схемы совпадения двух сигналов и временная диаграмма ее работы

Логический элемент И–ИЛИ–НЕ. (рис. 4). Элемент И–ИЛИ–НЕ в общем случае состоит из нескольких элементов И, многоходового элемента ИЛИ и инвертора. При совпадении положительных сигналов на каком-либо элементе И элемент И–ИЛИ–НЕ переключается в нуль вне зависимости от состояния уровней на остальных входах.

Дешифратор (рис. 5). Дешифратор представляет собой устройство, преобразующее совокупность сигналов на входах (входной код) в импульс на одном из выходов. В частности, для телевизионных игр дешифратор преобразует входной параллельный четырехразрядный код в код десятичной системы счисления. Особенность рассматриваемого дешифратора заключается в том, что его входы прямые, т. е. для правильной работы на вход необходимо подать положительные сигналы, соответствующие напряжению высокого уровня, в то время как сигнал на выходе инверсный, т. е. соответствует напряжению низкого уровня.

Мультиплексор. Мультиплексор – устройство, коммутирующее несколько входных сигналов на один выходной канал (рис. 6). Мультиплексор имеет восемь информационных входов, три адресных входа и один инверсный выход. В зависимости от адресного набора сигнал только одного выбранного входа проходит на выход мультиплексора. Наиболее эффективно мультиплексоры могут быть применены в знаковых генераторах игровых приставок для развертки логической матрицы по оси телевизионного раstra.

Устройство сравнения кодов. Одноразрядное устройство сравнения кодов на микросхемах K136ЛАЗ и K136ЛП1 приведено на рис. 7. Его работу удобно проследить по таблице истинности. Микросхема K155ЛП5 (K133ЛП5) содержит четыре таких устройства, однако ее применение ограничено из-за значительного потребления мощности. В телевизионной игре "Скачки" использованы шестиразрядные устройства сравнения.

ТРИГГЕРЫ

Триггер представляет собой устройство, состоящее из ячейки памяти с логическими схемами управления. Схемы управления преобразуют входную информацию в комбинацию сигналов, под воздействием которых триггер принимает одно из двух устой-

x_1	x_2	x_3	x_4	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	Y
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	0	1	1	1	1	0

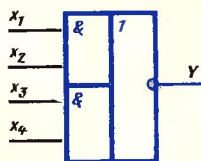
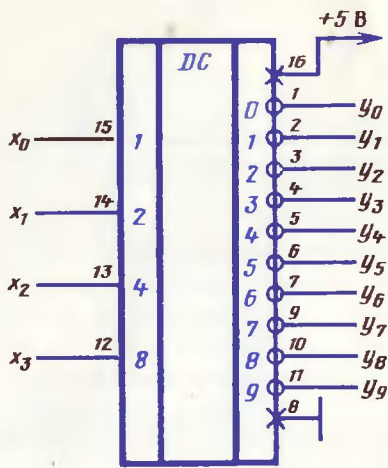
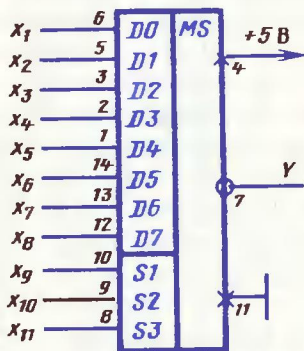


Рис. 4. Условное изображение элемента И–ИЛИ–НЕ и его таблица истинности



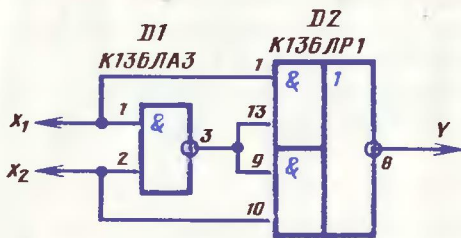
x_0	x_1	x_2	x_3	Y	x_0	x_1	x_2	x_3	Y
0	0	0	0	Y_0	1	0	1	0	Y_5
1	0	0	0	Y_1	0	1	1	0	Y_6
0	1	0	0	Y_2	1	1	1	0	Y_7
1	1	0	0	Y_3	0	0	0	1	Y_8
0	0	1	0	Y_4	1	0	0	1	Y_9

Рис. 5. Условное изображение, цоколевка и таблица истинности дешифратора К134ИД6



x_9	x_{10}	x_{11}	Y
0	0	0	x_1
1	0	0	x_2
0	1	0	x_3
1	1	0	x_4
0	0	1	x_5
1	0	1	x_6
0	1	1	x_7
1	1	1	x_8

Рис. 6. Условное изображение, цоколевка и таблица истинности мультиплексера типа К134КП10



x_1	x_2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Рис. 7. Схема устройства сравнения кодов двух чисел и его таблица истинности

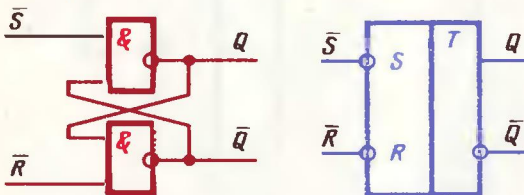


Рис. 8. Логическая структура (а), условное изображение (б) и таблица состояний (в) асинхронного RS-триггера на элементах И-НЕ

Вход		Выход		Примечание
R	S	Q	\bar{Q}	
0	0	1	1	Запрещенное состояние
1	0	1	0	
0	1	0	1	
1	1	—	—	Предыдущее состояние

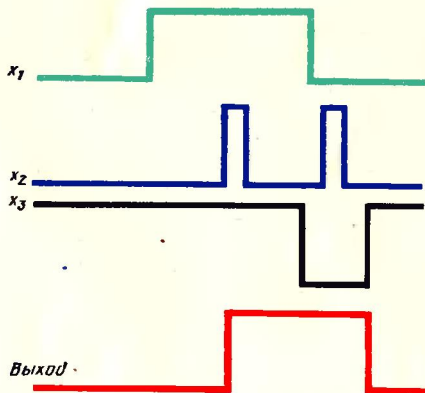
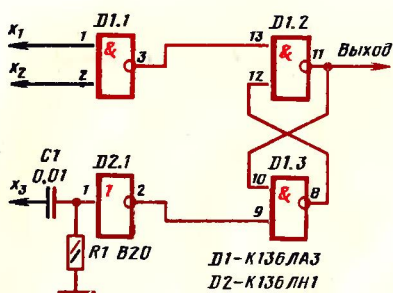


Рис. 9. Принципиальная схема RS-триггера, часто применяемого в телевизионных играх, и временная диаграмма его работы

чивых состояний, в каждом из которых он может находиться сколь угодно долго, пока не произойдет смена информации на его входах. Более подробно триггеры описаны в [8].

RS-триггер. Асинхронный RS-триггер выполнен в двух элементах И-НЕ, замкнутых в кольцо. Логическая структура триггера и его условное обозначение показаны на рис. 8. Два устойчивых состояния обеспечиваются в результате связи выхода каждого элемента с одним из входов другого. Свободные входы служат для управления триггером и называются информационными. Вход \bar{S} — это вход установки триггера в состояние логической единицы, а вход \bar{R} — вход установки триггера в состояние логического нуля. Входы инверсные, т. е. для изменения состояния триггера на один из входов подается напряжение низкого уровня. Выходов у RS-триггера также два: прямой (единичный) Q и инверсный (нулевой) \bar{Q} . Таблица состояний RS-триггера приведена на рис. 8. Следует отметить, что наличие напряжений низкого уровня на обоих входах триггера данного типа является запрещенной комбинацией, так как состояние триггера для этого случая после снятия сигналов будет неопределенным.

В телевизионных играх часто используется разновидность триггера, выполненного на микросхемах D1 (K136ЛАЗ) и D2 (K136ЛН1) (рис. 9). Триггер устанавливается в состояние единицы в момент совпадения сигналов x_1 , x_2 на элементе D1.1. В исходное состояние триггер возвращается импульсом, сформированным по срезу входного отрицательного импульса x_3 . С прямого входа RS-триггера снимается положительный импульс требуемой длительности.

D-триггер. Характерная особенность D-триггера — наличие лишь одного информационного входа D. Сигнал на выходе триггера в текущем такте повторяет значение сигнала на входе D в предыдущем и сохраняет его до следующего такта. Другими словами, D-триггер задерживает на один такт информацию на входе D.

Условное обозначение комбинированного D-триггера типа K136ТМ2 приведено на рис. 10. Триггер данного типа помимо входа D имеет динамический тактовый вход C (вход синхронизации). Запись с входа D в таком триггере производится по фронту импульса синхронизации. Входы \bar{S} и \bar{R} — входы асинхронной установки D-триггера — находятся соответственно в состоянии единица и ноль. Управление по входам \bar{S} и \bar{R} ничем не отличается от аналогичного управления в асинхронном RS-триггере. В телевизионных игровых приставках D-триггер используется исключительно в счетном режиме. Счетный режим обеспечивается в результате соединения D-входа с инверсным выходом триггера. При этом каждый импульс на входе синхронизации будет вызывать изменение состояния триггера, поскольку сигнал на входе D будет всегда противоположен сигналу на единичном выходе. Схема включения D-триггера в счетном режиме и временная диаграмма работы приведены на рис. 11. Счетный триггер является счетчиком с коэффициентом пересчета 2 или, что то же самое, делителем частоты на 2.

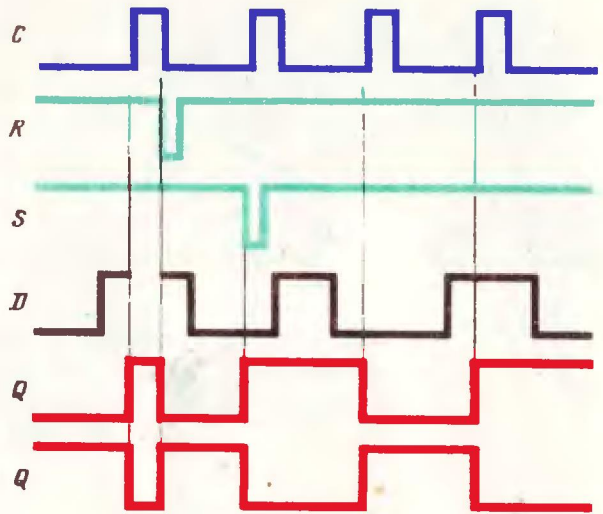
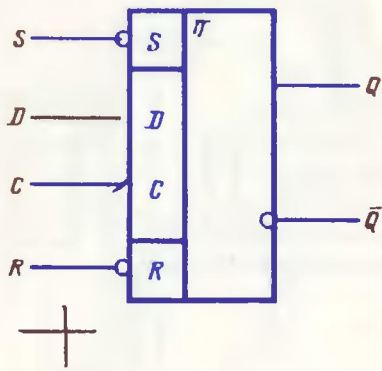


Рис. 10. Условное изображение комбинированного D -триггера и временная диаграмма его работы

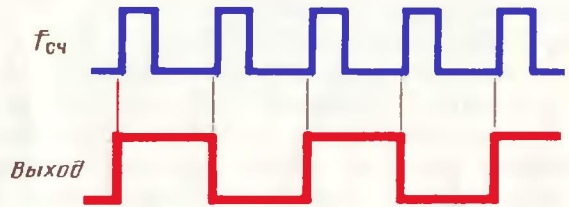
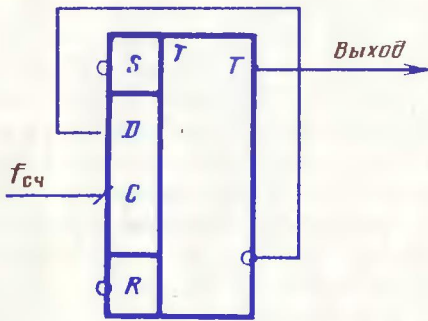


Рис. 11. Схема соединения D -триггера для работы в счетном режиме и его временная диаграмма

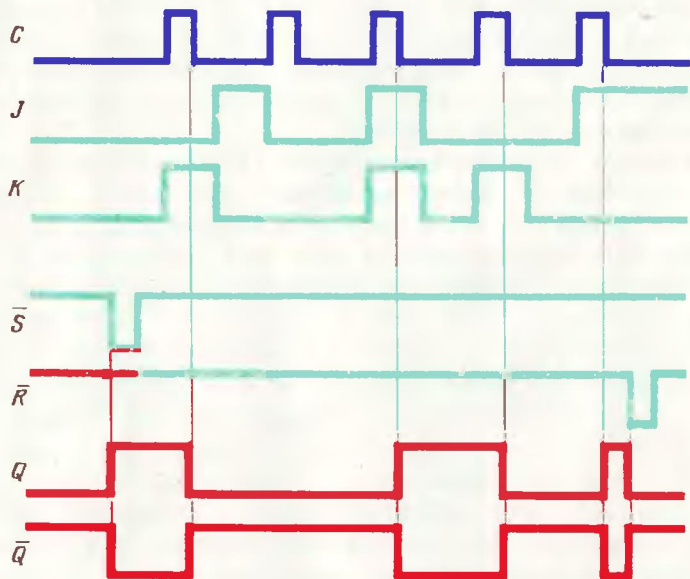
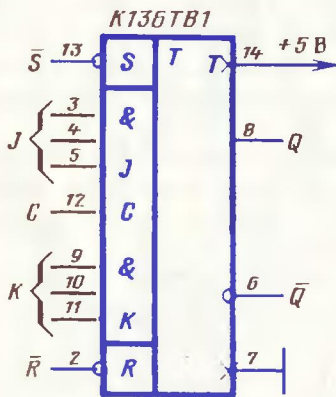


Рис. 12. Условное изображение и временная диаграмма работы комбинированного JK -триггера

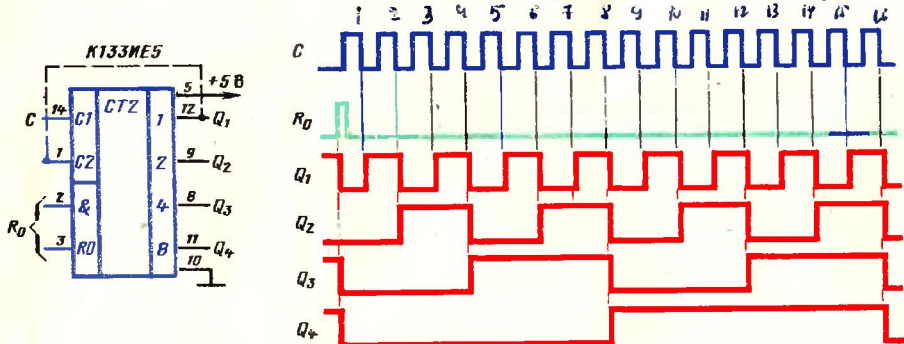


Рис. 13. Условное изображение двоичного четырехразрядного счетчика и временная диаграмма его работы

JK-триггер. JK-триггер является универсальным. Условное обозначение комбинационного JK-триггера на микросхеме типа K136ТВ1 приведено на рис. 12. Входы \bar{S} и \bar{R} – асинхронные установочные, подобные установочным входам в D-триггере (см. рис. 10). При наличии сигнала на входе синхронизации (вход C) входы J, объединенные по схеме И, играют роль входа S, а входы K, также объединенные по схеме И, – входа R. Запись по входам J и K производится по срезу импульса синхронизации. Комбинация сигналов J-K-1 изменяет состояние триггера, а выходные сигналы меняют свое значение независимо от состояния выходов в предыдущий момент времени.

СЧЕТЧИКИ

Двоичный четырехразрядный счетчик типа K133IE5. Счетчик импульсов (делитель частоты) – это устройство, предназначенное для счета числа импульсов, поступающих на его вход. Счетчик (рис. 13) состоит из отдельного триггера со счетным входом и трех последовательно соединенных таких же триггеров, образующих счетчик с коэффициентом пересчета 8. Если соединить выводы 12 и 1, то получим счетчик с коэффициентом пересчета 16, работающий в коде 1-2-4-8. Триггеры счетчика устанавливаются в состояние нуль при подаче положительных сигналов на входы R0 счетчика (выводы 2, 3). Полярность входных счетных импульсов, подаваемых на входы C1 и C2 – положительная. Триггеры счетчика переключаются по срезу входных счетных импульсов.

Двоично-десятичный четырехразрядный счетчик типа K133IE2 (рис. 14). Счетчик состоит из отдельного счетного триггера и трех последовательно соединенных таких же триггеров с обратными связями, образующих счетчик с коэффициентом пересчета 5. При объединении выводов 12 и 1 счетчик обеспечивает коэффициент пересчета 10. Счетчик устанавливается в состояние нуль при подаче на вход R0 напряжения высокого уровня (логической единицы) (выводы 2, 3). Установка счетчика в состояние 1001 в телевизионных играх не используется. Полярность входных импульсов на входах C1 и C2 – положительная. Счетчик работает в коде 1-2-4-8.

Четырехразрядный двоичный реверсивный счетчик типа K133IE7 (рис. 15). Счетчик работает в коде 1-2-4-8 с коэффициентом деления на 16. В отличие от рассмотренных ранее счетчиков, данная микросхема имеет большое число входов и выходов. Вход R0 служит для установки счетчика в исходное (нулевое) состояние. На вход C при этом должно быть подано напряжение высокого уровня. Установка счетчика в нуль производится при подаче положительного сигнала на вход R0. В остальное время работы на входе R0 должно быть напряжение низкого уровня. Предварительная запись в счетчик любого числа от 0 до 15 по входам D1, D2, D4, D8 (D8 – старший разряд) возможна при подаче на вход C отрицательного импульса.

Режим предварительной записи используется в игровой приставке "Скачки" для установки изображения лошадей на линию старта. Прямой счет происходит при подаче

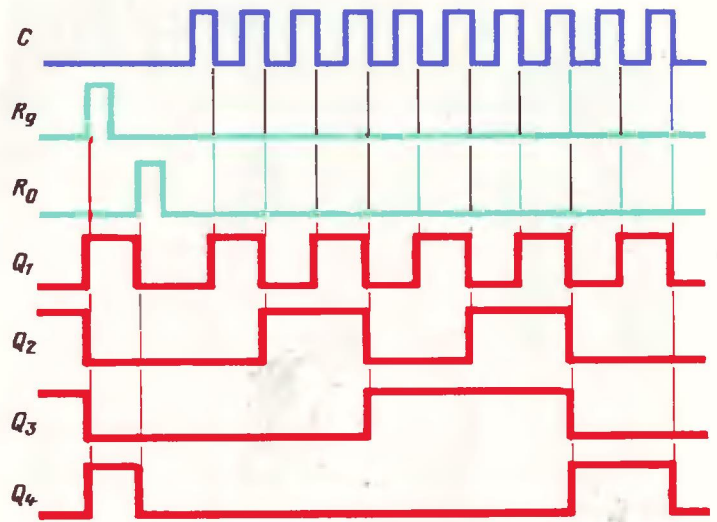
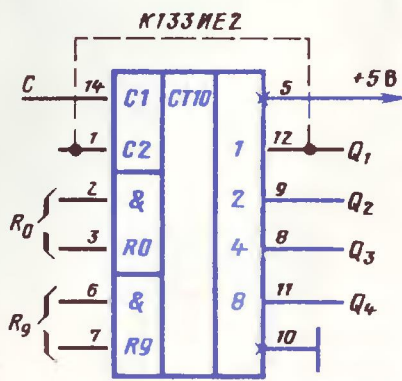


Рис. 14. Условное изображение двоично-десятичного счетчика и временная диаграмма его работы

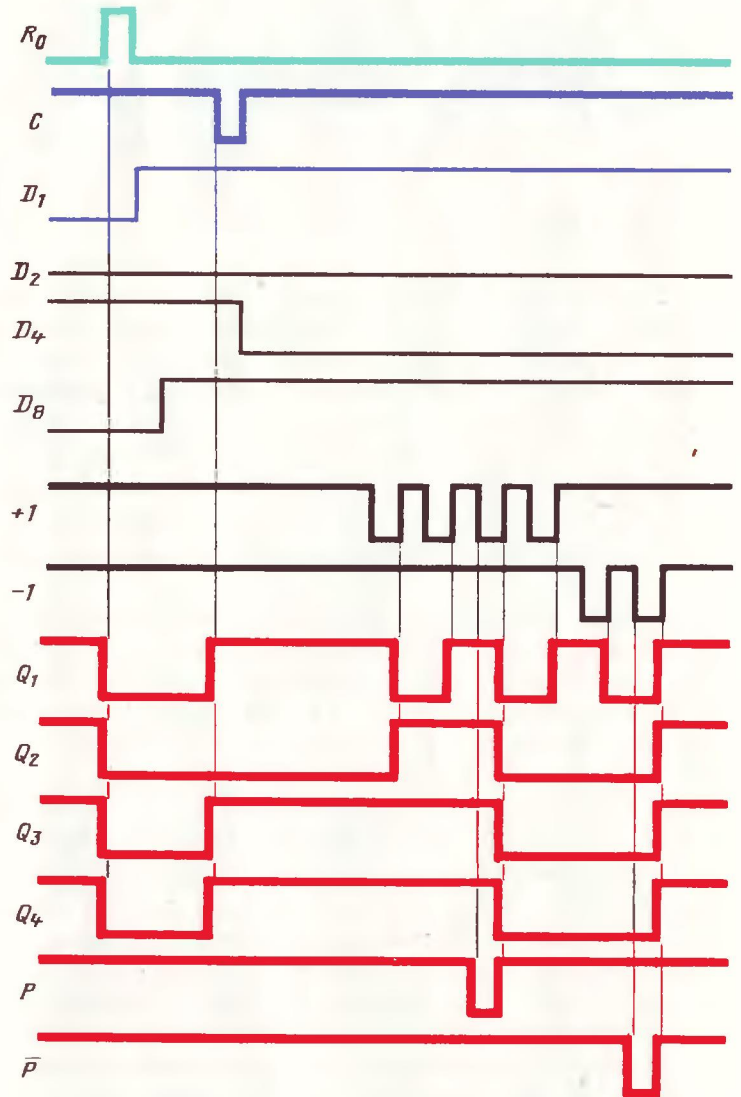
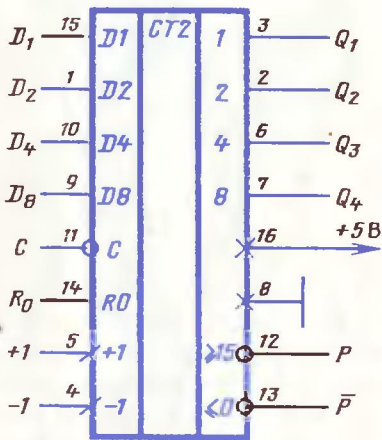


Рис. 15. Условное изображение и временная диаграмма работы двоичного реверсивного счетчика

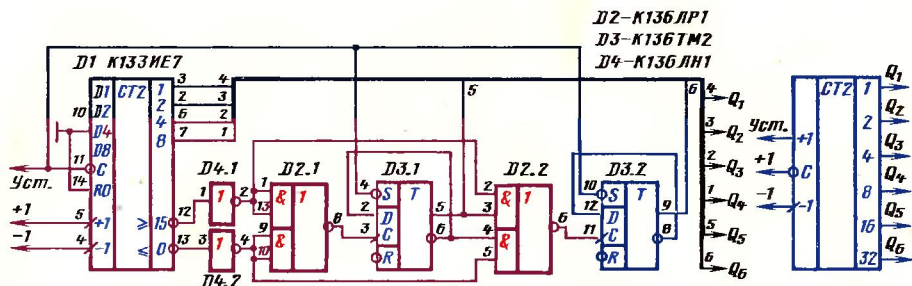


Рис. 16. Принципиальная схема и условное изображение шестиразрядного реверсивного счетчика

отрицательных импульсов на вход $+1$. На входах -1 и C при этом должны быть единичные сигналы. Триггеры счетчика переключаются по срезам входных импульсов. Одновременно с каждым 16-м импульсом на выходе ≥ 15 формируется отрицательный импульс, который может подаваться на вход $+1$ следующего счетчика. При обратном счете входные импульсы подают на вход -1 (при единичных уровнях на входах $+10$, C , а выходные импульсы снимают с выхода ≤ 0).

В телевизионной приставке "Скачки" используются шестиразрядные реверсивные счетчики (рис. 16). Функционирование шестиразрядного счетчика ничем не отличается от рассмотренного ранее счетчика K133IE7.

КОМПАРАТОРЫ

Помимо цифровых микросхем в игровой приставке "Хоккей" применены компараторы типа K521CA3 (рис. 17). Напряжение питания компаратора $+5$ В соответствует напряжению питания цифровых микросхем, а его выходные напряжения соответствуют стандартным логическим уровням (ноль и единица) рассмотренных микросхем. Компаратор имеет два входа (инвертирующий и неинвертирующий) и один выход. Инвертирующий вход обозначен знаком "-", а неинвертирующий — знаком "+". Напряжение на выходе компаратора принимает значение логического нуля или единицы в зависимости от того, превышает ли входное напряжение (в данном случае на входе "-") опорное (на входе "+"). Подробнее работа компараторов рассмотрена в [9, 10].

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИГР

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ

На рис. 18 показана схема задающего генератора тактовой частоты 1 МГц, используемого в синхрогенераторе игровых приставок. Выбором сопротивлений резисторов $R1, R2$ обеспечивается требуемое положение рабочей точки логических элементов $D1, 1, D1, 2$. Положительная обратная связь достигается при подключении кварцевого резонатора $B1$ между входами первого и выходом второго инверторов. Импульсная последовательность частоты следования 1 МГц с выхода инвертора $D1, 2$ подается на буферный элемент $D1, 3$ и далее на каскады деления частоты. Конденсатор $C1$ отфильтровывает высокочастотные колебания на фронтах и срезах импульсов, обусловленные высшими гармониками. При использовании элементов, отличных от приведенных в схеме, необходимо подобрать сопротивления резисторов $R1, R2$ для получения устойчивой генерации задающего генератора.

На рис. 19 приведена схема стабильного генератора звуковой частоты, использованного в телевизионной игре "Скачки". Основное достоинство генератора — малое (не более 1,5%) изменение частоты генерации при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$. На рис. 19 приведена также диаграмма напряжений в его характерных точках.

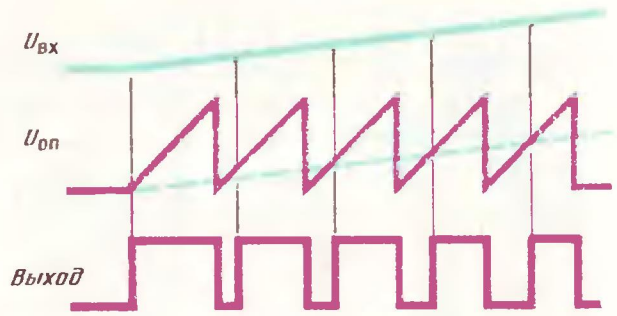
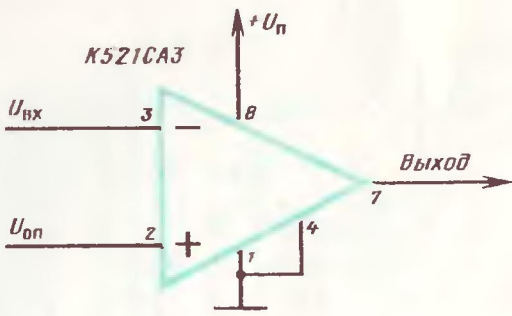


Рис. 17. Условное изображение и временная диаграмма работы компаратора

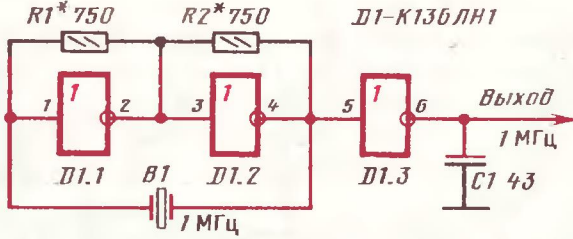


Рис. 18. Принципиальная схема задающего генератора тактовой частоты

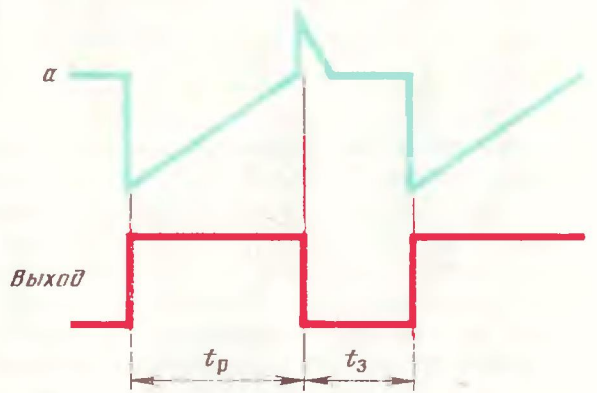
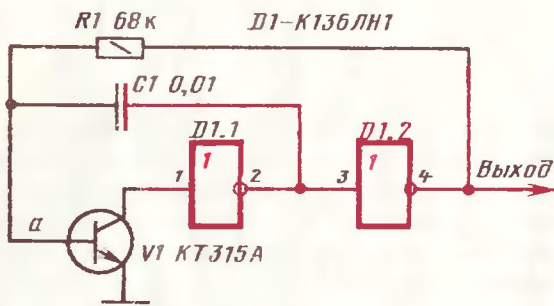


Рис. 19. Принципиальная схема и диаграмма напряжений генератора звуковой частоты

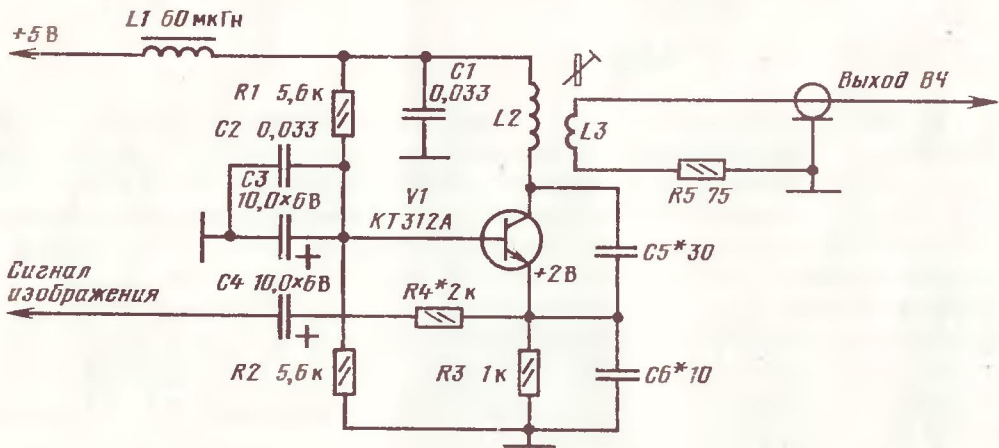


Рис. 20. Принципиальная схема генератора радиочастоты

Процесс генерации удобно рассмотреть начиная с момента зарядки конденсатора $C1$. При этом транзистор VI открыт и напряжение на его коллекторе близко к нулю, на выходе инвертора DI_1 — логическая единица, а на выходе инвертора DI_2 — логический нуль (см. рис. 17). Конденсатор $C1$ заряжается выходным током инвертора DI_1 через параллельно соединенные транзистор VI и резистор $R1$. По мере зарядки конденсатора $C1$ напряжение на нем экспоненциально возрастает, а ток через него по такому же закону уменьшается. При достижении определенного базового тока транзистор VI выходит из насыщения, и как только напряжение на коллекторе VI станет равным пороговому напряжению элемента DI_1 , элемент переключится и на выходе инвертора DI_1 установится логическая единица.

При прохождении фронта импульса через конденсатор $C1$ на базе транзистора VI образуется отрицательный перепад напряжения, который и закрывает транзистор. Разрядка конденсатора $C1$ в основном происходит через резистор $R1$ за счет выходного тока инвертора DI_2 . Как только напряжение на базе транзистора VI (точка a) станет достаточным для открывания, транзистор откроется. Изменится состояние элементов DI_1 , DI_2 , и вновь начнется зарядка конденсатора $C1$. В дальнейшем цикл повторяется.

Времена зарядки и разрядки, определяющие период и длительность импульсов, подсчитываются по приближенным формулам: $t_3 \approx 3,5 \cdot 10^{-3} C_1$; $t_p \approx 6 \cdot 10^{-7} R_1 C_1$, где t , мкс, C , пФ; R , Ом.

На рис. 20 показана схема генератора радиочастоты, настроенного на четвертый телевизионный канал. Генератор может быть применен в случае подключения игровой приставки непосредственно через антенное гнездо телевизора. Селектор каналов при этом также должен быть настроен на четвертый канал. Генератор частоты собран на транзисторе VI . Частоту генерации устанавливают с помощью латунного сердечника катушки $L2$. Модулирующий сигнал канала изображения подается через конденсатор $C4$ и резистор $R4$ в цепь эмиттера транзистора VI , управляя его эмиттерным током.

В генераторе использованы: дроссель $L1$ — стандартный; катушка $L2$ выполнена на каркасе диаметром 8 мм и содержит 5 витков посеребренного провода без изоляции диаметром 0,6 мм с шагом намотки 1,5 мм; катушка связи $L3$ намотана поверх катушки $L2$ и имеет 2 витка провода ПЭЛШО-0,15.

При налаживании генератора необходимо подбирать сопротивление резистора $R4$ и емкости конденсатора $C5$, $C6$.

РАШИРИТЕЛИ ИМПУЛЬСОВ

На рис. 21 показана схема формирователя относительно длинных импульсов (одновибратора) и временная диаграмма его работы. Одновибратор выполнен на двух элементах И-НЕ. Его особенность — большое сопротивление резистора $R3$, выбираемое из условия $R \gg U_{пор} I_{ВХ}$, где $U_{пор}$ — пороговое напряжение логического элемента, а $I_{ВХ}^{пор} \leq 1,6$ мА.

В исходном состоянии на выходе элемента DI_1 логический нуль, а на выходе элемента DI_2 логическая единица. По срезу входного положительного импульса дифференцирующая цепь $C1R1R2$ формирует короткий отрицательный импульс, который переключает элемент DI_1 . Отрицательный перепад напряжения на выходе элемента DI_2 передается через конденсатор $C2$ на второй вход DI_1 и поддерживает

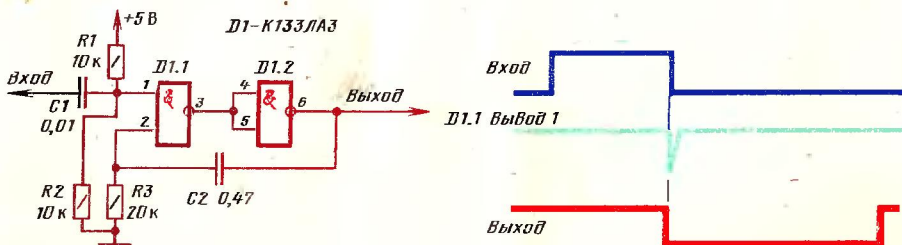


Рис. 21. Принципиальная схема и временная диаграмма работы простого одновибратора

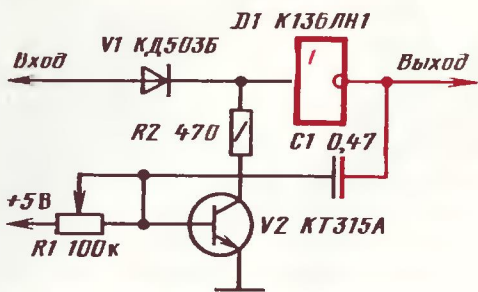


Рис. 22. Принципиальная схема и временная диаграмма работы стабильного одновибратора

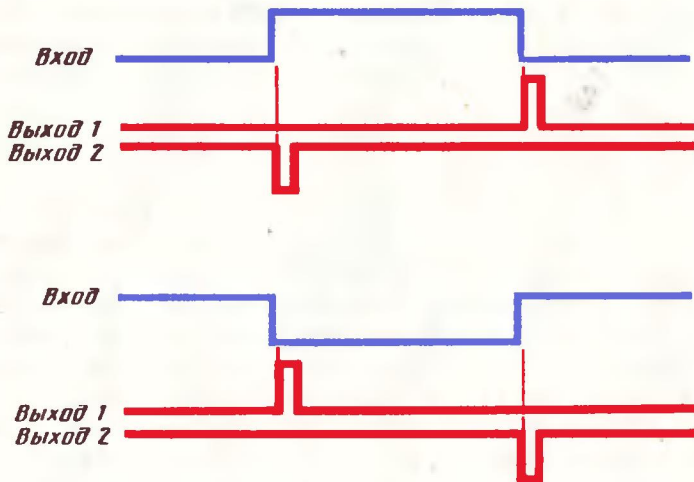
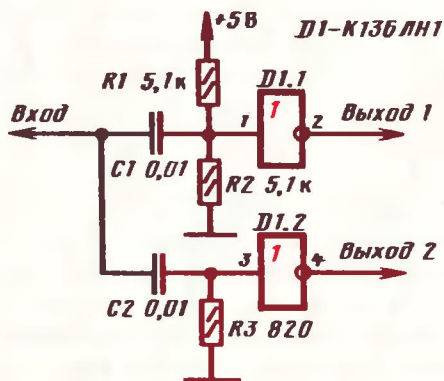


Рис. 23. Формирование коротких импульсов с помощью дифференцирующих цепей и временные диаграммы при положительном и отрицательном входных сигналах

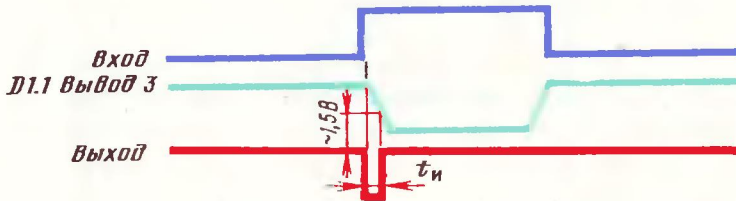
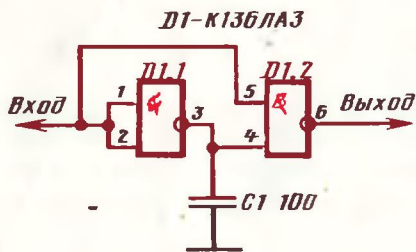


Рис. 24. Схема формирователя коротких импульсов на элементах И-НЕ и временная диаграмма его работы

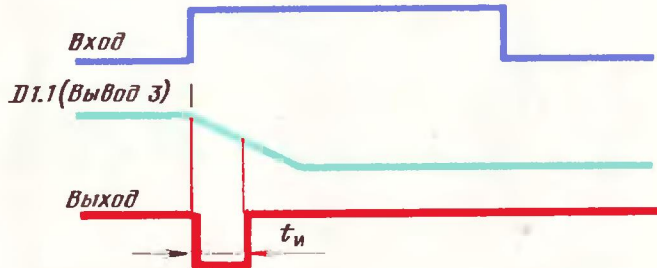
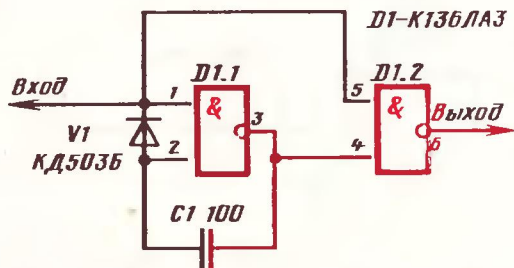


Рис. 25. Схема универсального формирователя коротких импульсов и временная диаграмма его работы

на выходе этого элемента напряжение высокого уровня. Перезарядка конденсатора $C2$ происходит через параллельно включенные элемент $D1.1$ и резистор $R3$. В определенный момент времени $D1.1$ открывается, а элемент $D1.2$ закрывается, после чего наступает стадия восстановления одновибратора.

Недостаток этого одновибратора — сильная зависимость длительности импульсов на выходе от температуры и напряжения питания. Длительность формируемых импульсов почти линейно уменьшается на 0,8% при росте температуры на 1°C и на 5% при изменении напряжения питания на 10%. Одновибратор применяется в неответственных узлах игровых приставок.

Высокую стабильность выходных импульсов и широкий диапазон изменения длительности обеспечивает схема одновибратора с транзисторным ключом, приведенная на рис. 22. При изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ изменение длительности импульсов не превышает 1,5 и 0,5% при росте температуры на 10°C .

В исходном состоянии конденсатор $C1$ заряжен, транзистор $V2$ открыт, инвертор $D1$ закрыт. Во время действия входного положительного импульса инвертор $D1$ открывается, и на выходе формируется напряжение низкого уровня. Отрицательный перепад напряжения с выхода $D1$ передается через конденсатор $C1$ на базу транзистора $V2$ и закрывает его. Перезарядка конденсатора $C1$ происходит через резистор $R1$ и выходное сопротивление инвертора $D1$. В течение этого времени на выходе $D1$ поддерживается напряжение низкого уровня. Длительность выходного импульса определяется по формуле $t_{и} \approx 0,6 R_1 C_1$, где R_1 , кОм; C_1 , мкФ; $t_{и}$, мс. Как только напряжение на базе станет равным напряжению открывания транзистора $V2$, он открывается и на выходе элемента $D1$ устанавливается напряжение высокого уровня. На этом процесс формирования импульса заканчивается. Изменяя сопротивление резистора $R1$, можно варьировать длительность выходного импульса, что и используется, в частности, при формировании игроков в игре "Хоккей". (Штриховой линией обозначен выходной импульс при минимальном сопротивлении $R1$).

ФОРМИРОВАТЕЛИ КОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ

Для формирования коротких импульсов в играх применяются два метода: дифференцирование входных импульсов и формирование импульсов с помощью логических схем. На рис. 23 приведен пример формирования короткого импульса по фронту и срезу входного сигнала обеих полярностей. Возможности изменения длительности выходного сигнала в таких устройствах ограничены. Наибольшее применение они находят в устройствах запуска последовательных схем.

Логические формирователи коротких импульсов свободны от этого недостатка. На рис. 24 представлена схема формирователя на элементах И—НЕ. В исходном состоянии в отсутствие входного сигнала на выходах элементов $D1.1$ и $D1.2$ поддерживается напряжение высокого уровня. В момент появления положительного перепада переключается элемент $D1.2$, а элемент $D1.1$ переключается с задержкой, обусловленной разрядкой конденсатора $C1$. По мере разрядки конденсатора $C1$ напряжение на входе элемента $D1.2$ (вывод 4) становится меньше порогового, и на выходе $D1.2$ вновь устанавливается напряжение высокого уровня. Длительность сформированного импульса можно увеличивать, увеличивая время разрядки конденсатора $C1$. Формирователь вырабатывает импульсы длительностью от 20 нс до десятых долей миллисекунды. Длительность импульса можно рассчитать по формуле $t_{и} \approx 0,1 C_1$, где $t_{и}$, нс, C_1 , пФ.

На рис. 25 показана схема универсального формирователя коротких импульсов и его временная диаграмма. Длительность импульсов может составлять от 90 нс до нескольких миллисекунд. Особенностью устройства является включение диода $V1$ и конденсатора $C1$. В отсутствие сигнала элементы $D1.1$ и $D1.2$ закрыты, конденсатор $C1$ заряжен, диод $V1$ открыт. В момент прихода положительного перепада на выходе элемента $D1.2$ устанавливается напряжение низкого уровня, а на выходе $D1.1$ держится напряжение высокого уровня, обусловленное разрядкой конденсатора $C1$ через входное сопротивление элемента $D1.1$, так как диод $V1$ в это время закрыт входным сигналом. Разрядка конденсатора $C1$ происходит в этом случае гораздо медленнее, чем в схеме на рис. 24. В дальнейшем элемент $D1.2$ опять переключается. На выходе

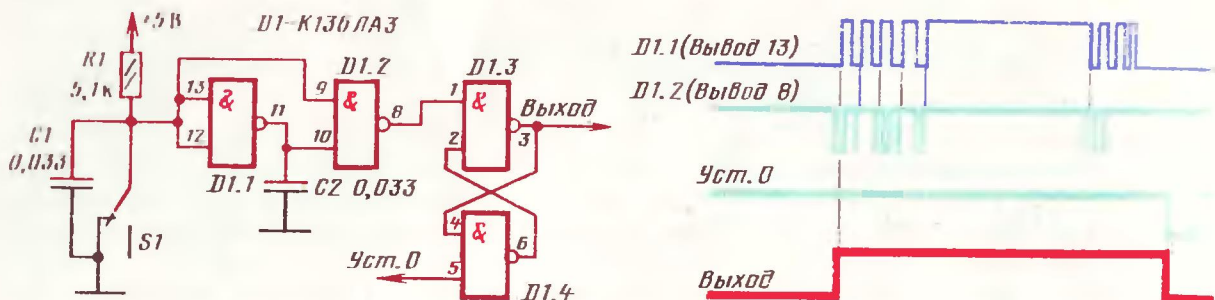


Рис. 26. Схема формирователя импульсов с запуском от кнопочного переключателя и временная диаграмма его работы

формируется короткий отрицательный импульс, длительность которого определяется по формуле $t_{и} \approx 10 C_1$, где $t_{и}$, нс; C_1 , пФ.

В телевизионных играх управление часто осуществляется с помощью кнопочных переключателей. При срабатывании механических контактов таких переключателей происходит дребезг контактов, т. е. многократный переход в течение короткого времени из замкнутого состояния в разомкнутое. Это приводит к формированию пачки импульсов вместо требуемого одиночного импульса, что в большинстве случаев недопустимо. Для исключения этого используют формирователи одиночных импульсов с запуском от кнопочного переключателя. Такой формирователь может быть выполнен по схеме, приведенной на рис. 26. На элементах $D1.1, D1.2$ выполнен "укоротитель" импульсов, на элементах $D1.3, D1.4$ — асинхронный RS-триггер. При нажатии переключателя $S1$ контакты его размыкаются, на входе элемента $D1.1$ устанавливается напряжение высокого уровня, а "укоротитель" формирует серию коротких импульсов, первый из которых устанавливает RS-триггер в единичное состояние. Дальнейшее удерживание контактов переключателя $S1$ не изменяет состояние триггера. Конденсатор $C1$ в этот промежуток времени устраняет возможные импульсные помехи по входу элемента $D1.1$. При отпускании переключателя $S1$ также проходит серия импульсов, но RS-триггер продолжает находиться в состоянии логической единицы. В исходное состояние он возвращается импульсом $Уст. 0$, который вырабатывается значительно позже момента отпускания переключателя. Если же, наоборот, импульс $Уст. 0$ опережает момент отпускания (при длительном удерживании $S1$ в нажатом состоянии), то триггер успевает вернуться в нулевое состояние и при отпускании переключателя происходит повторный запуск. Временная диаграмма работы устройства при коротком цикле нажатия — отпускания переключателя $S1$ показана на рис. 26.

БЛОК ПИТАНИЯ

Принципиальная схема блока питания, предназначенного для использования в телевизионных играх, приведена на рис. 27. Блок питания состоит из трансформатора $T1$, двух выпрямителей на диодах $V1-V4$ и $V7-V10$, стабилизатора отрицательного напряжения $-5,6$ В на транзисторе $V5$ и стабилизатора положительного напряжения $+5$ В на транзисторах $V11, V13$. Источник питания микросхем игровых приставок обеспечивает напряжение $+5$ В при токе 600 мА с уровнем пульсаций не более 10 мВ. Стабилизатор напряжения $+5$ В защищен от перегрузок и короткого замыкания в нагрузку. Ток срабатывания защиты определяется сопротивлением резистора $R2$ и равен примерно 1 А. Высокая эффективность стабилизации напряжения $+5$ В обусловлена применением дополнительного источника $-5,6$ В для питания стабилизатора $V12$. Регулировка блока питания заключается в установке напряжения $+5$ В на выходе блока при токе 600 мА резистором $R4$.

В блоке питания применен трансформатор $T1$ — унифицированный ТС-25. Его можно изготовить самостоятельно, намотав на сердечнике ШЛ16×32. Обмотка I содержит 1350 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,31 мм, обмотки II и III по 50 витков того же провода диаметром 0,62 мм. В блоке питания применены также конденсаторы $C1, C3, C4$ типа К50-6, резистор $R4$ — СП5-2.

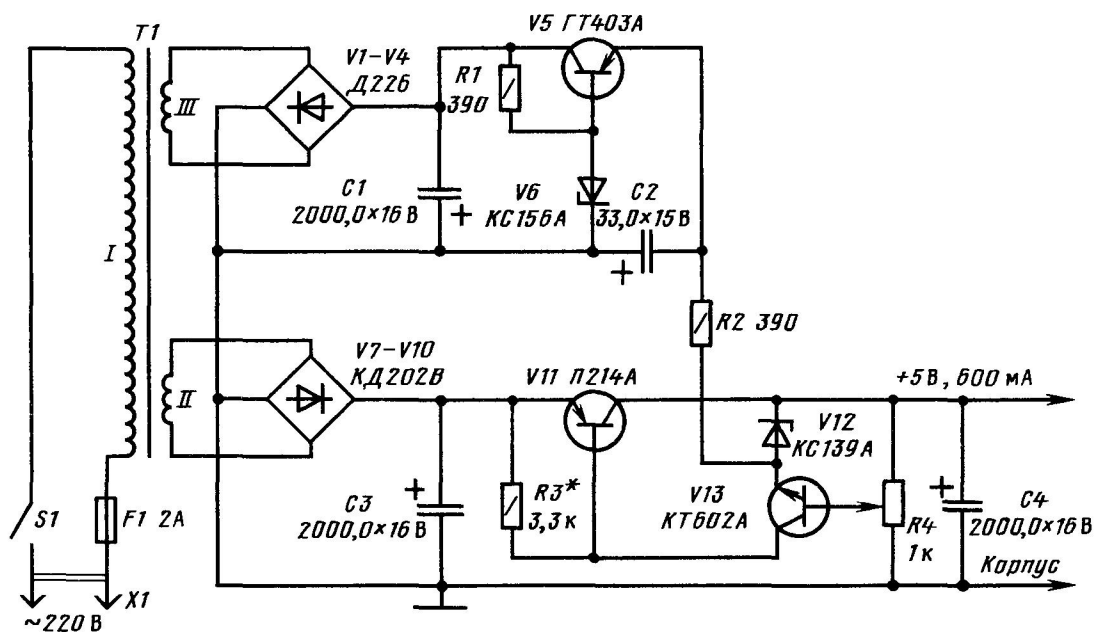


Рис. 27. Принципиальная схема блока питания

При использовании блока питания следует учитывать, что ток потребления игровой приставки "Хоккей" составляет около 200 мА, а приставки "Скачки" – 550 мА, поэтому должно быть предусмотрено переключение источника питания при переходе с одной игры на другую.

При применении транзистора *V11* другого типа, возможно, потребуется подбор резистора *R3*. Транзистор *V11* должен быть установлен на радиаторе с эффективной площадью рассеивания не менее 150 см².

ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ НА ЭКРАН ТЕЛЕВИЗОРА

Под информацией в данном случае понимается выводящееся на телевизионный растр изображение характерных игровых ситуаций. Кроме того, в "Хоккее" осуществляется вывод знаковой (цифровой) информации о счете голевых моментов для обеих команд.

Изображения формируются так называемым дискретным методом синтеза телевизионных сигналов. Сущность этого метода заключается в дискретизации телевизионного раstra. Другими словами, растр по горизонтальной *X* и вертикальной *Y* осям разбивается на большое число дискретных элементов достаточно малого размера, и с помощью полученных площадок компонуются любые сложные изображения. При данном методе синтеза телевизионных сигналов большое значение имеет выбор шага дискретизации по оси *X*, т. е. то максимальное число дискретных элементов, которое расположено по длине одной строки. Необходимо использовать такой шаг дискретизации, который бы не ухудшал восприятие сформированного изображения. Требования к четкости горизонтального и вертикального разложения одинаковы, поэтому достаточно иметь шаг дискретизации по горизонтали равным шагу дискретизации по вертикали. При дискретизации раstra частота задающего генератора должна быть удобной для деления ее триггерным двоичным делителем на целое число, а полученные элементы изображения (площадки) должны иметь отношение сторон, близкое к единице.

Синтез телевизионных изображений осуществляется с применением наборов (сеток) сигналов *x* и *y* (линейные цифровые развертывающие функции – ЛЦРФ). Такие сетки сигналов вырабатывают двоичные счетчики, работающие без перекодировки внутренних состояний.

На рис. 28 показан принцип формирования одной вертикальной и одной горизонтальной линии. Как видно из рисунка, двоичный счетчик формирования сетки сигналов

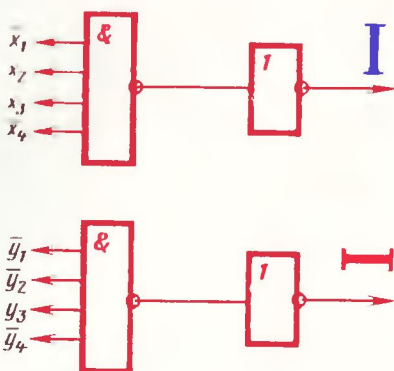
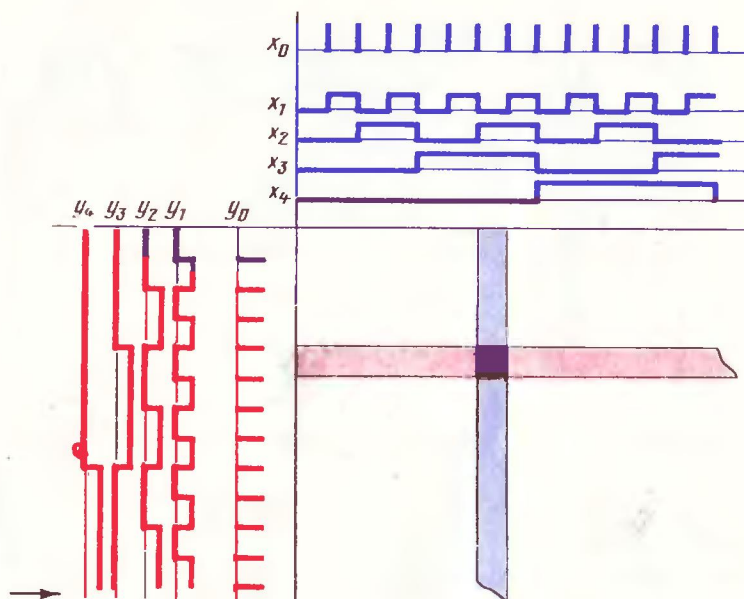


Рис. 28. Принцип формирования вертикальной и горизонтальной линий

Рис. 29. Логическая схема формирования вертикальной и горизонтальной линий



по горизонтали производит последовательный счет тактовых импульсов. Двоичный счетчик формирования сетки сигналов по вертикали производит аналогичный счет строчных синхроимпульсов y_0 . Использование построчной (прогрессивной) развертки с числом строк, равным 312, значительно упрощает реализацию синтезирующего устройства, практически без снижения качества изображения.

Таким образом, выбор соответствующего набора сигналов определяет положение вертикальной линии по горизонтали, а выбор сигналов y — положение горизонтальной линии по вертикали. На рис. 29 приведена логическая схема формирования вертикальной и горизонтальной линий, показанных на рис. 28.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗНАКОВ

Любой знак самой сложной конфигурации можно представить как фигуру, состоящую из большого числа одинаковых дискретных элементов. Форма элементов в общем случае может быть произвольной, однако в телевизионных играх применяют прямоугольные (близкие к квадрату) элементы изображения. Рассмотрим принцип формирования какой-либо фигуры на прямоугольном участке раstra, например изображения лошади с наездником (рис. 30). Разобьем весь участок на девять равных частей по горизонтали и на шесть равных частей по вертикали. Полученный таким образом участок состоит из 54 элементов. Для формирования изображения из полученных элементов необходимо иметь девять первичных сигналов по горизонтали $m_0 - m_8$, которые на телевизионном растре проявляются в виде вертикальных полос. Аналогичные сигналы вертикальной дискретизации обозначим через $p_0 - p_5$. На растре они проявляются в виде горизонтальных полос.

На рис. 30 показаны временные диаграммы четырехразрядной сетки частот горизонтальной и трехразрядной сетки частот вертикальной дискретизаций. Из рисунка видно, что для формирования любого элемента необходимо произвести логическое умножение импульсов с горизонтальной и вертикальной дискретизацией. Выполнить умножение можно с помощью логических элементов И (комплекс И-НЕ, НЕ). Логическое выражение элемента изображения имеет вид "1" = $p_0 m_0$, "2" = $p_0 m_1 \dots$ "54" = $p_5 m_8$.

Изображение фигуры (знака) на выбранном участке формируется при помощи логического сложения на элементе ИЛИ (комплекс ИЛИ-НЕ, НЕ). Таким образом,

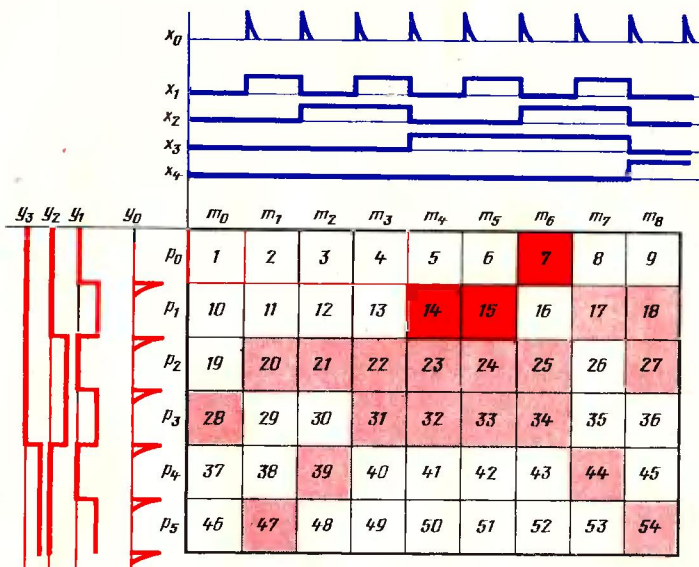


Рис. 30. Принцип формирования фигуры на участке телевизионного раstra

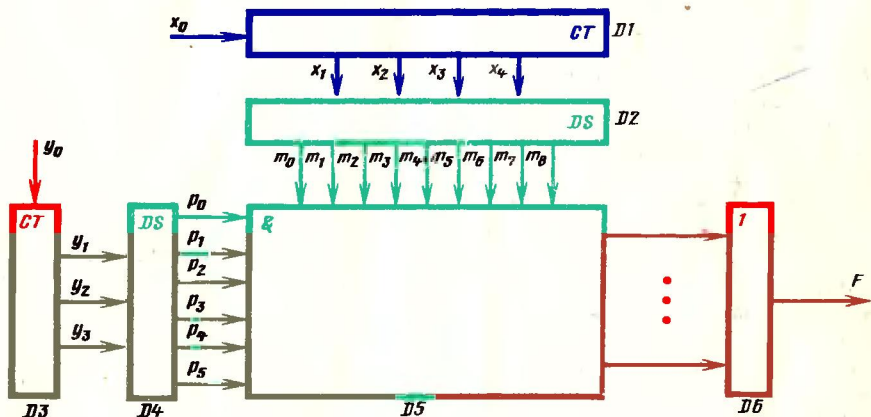


Рис. 31. Структурная схема формирования фигуры на участке телевизионного раstra

фигура, показанная на рис. 30, может быть сформирована следующим образом: $F = 7 \oplus 14 \oplus 15 \oplus 17 \oplus 18 \oplus 20 \oplus 21 \oplus 22 \oplus 23 \oplus 24 \oplus 25 \oplus 27 \oplus 28 \oplus 31 \oplus 32 \oplus 33 \oplus 34 \oplus 39 \oplus 44 \oplus 47 \oplus 54$ (знак \oplus означает логическое суммирование). Первичные сигналы горизонтальной $m_0 - m_8$ и вертикальной $p_0 - p_5$ дискретизаций получают при помощи счетчиков $D1$, $D3$, запускаемых тактовыми импульсами x_0 и y_0 , и дешифраторов $D2$, $D4$ (рис. 31). Изображение формируется при помощи двухкоординатной логической матрицы $D5$, содержащей элементы И, число которых равно числу элементов формируемой фигуры (в нашем случае 21). Полное изображение формируется на элементах ИЛИ (микросхема $D6$). Структура такой матрицы с элементами ИЛИ приведена на рис. 32. Если импульсы горизонтальной дискретизации периодически повторяются,

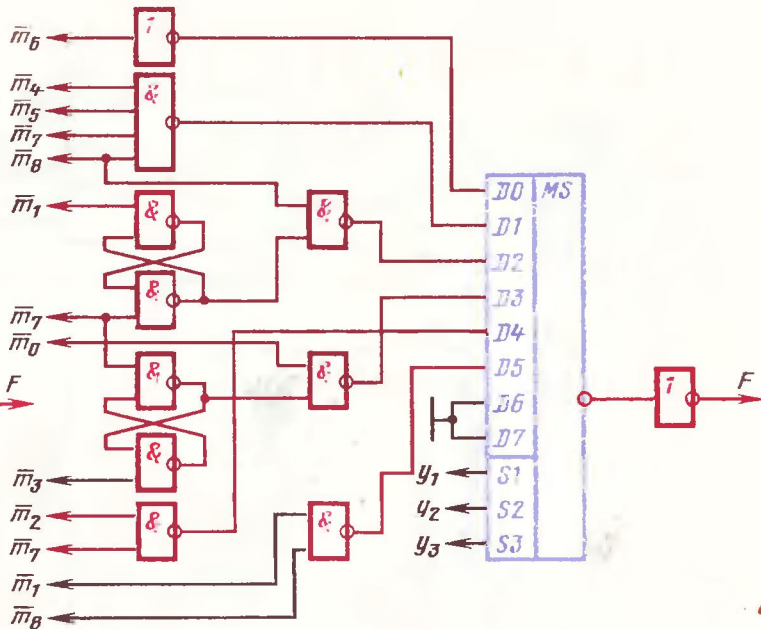
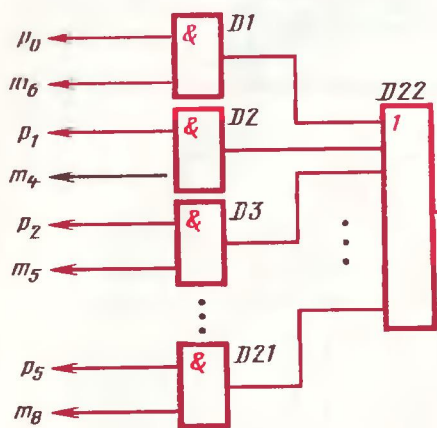


Рис. 32. Функциональная схема логической матрицы знакогенератора

Рис. 33. Принципиальная схема синтезированной логической матрицы

как это показано на рис. 30, то матрица будет выдавать повторяющееся изображение лошади с той же периодичностью. Аналогично строятся матрицы и для других знаков.

Следует отметить, что матричный способ формирования телевизионных изображений нельзя считать экономичным, так как формирующая матрица даже для сравнительно несложного изображения получается громоздкой, обладает информационной избыточностью. В данном случае для построения матрицы необходимо использовать 15 микросхем с логикой И-НЕ, ИЛИ-НЕ и НЕ.

Рассмотрим возможность сокращения избыточности. Во-первых, можно объединить ряд элементов в более крупные элементы изображения. Это ряды элементов изображения с 20 по 25 и с 31 по 34 (см. рис. 30). Дальнейшее упрощение матрицы возможно из-за особенностей вывода информации на телевизионный растр, состоящих в том, что в кинескопе луч движется последовательно слева направо и сверху вниз. Поэтому, чтобы получить изображение фигуры в выбранном участке растра, не обязательно формировать сигналы $p_0 - p_5$ вертикальной дискретизации. Достаточно в матрице сформировать сигналы отдельных строк фигуры, а развертку по вертикали произвести на последней стадии с помощью двоичного кода, снимаемого со счетчика вертикальной дискретизации. Дешифратор $D4$ (см. рис. 31) в этом случае не нужен, и матрица приобретает вид, показанный на рис. 33. Дешифратор $D2$, показанный на рис. 31, должен выдавать не прямой, а инверсный набор сигналов $m_0 - m_8$. Итак, при оптимальном проектировании устройств вывода изображений на телевизионный растр технические затраты можно уменьшить в три раза (до четырех микросхем).

ВЫВОД ЯРКОСТНОЙ И ЦВЕТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

При выводе информации на экран телевизора необходимо учесть возможность сопряжения игровых приставок с цветными и с черно-белыми телевизионными приемниками. При подключении приставок к антенному входу, что может быть обеспечено за счет ввода в приставку дополнительного генератора радиочастоты, настроенного на выбранный (пустой) канал, качество изображения ухудшается. Это вызвано тем, что сигнал при прохождении по радиотракту телевизора искажается из-за ограниченной

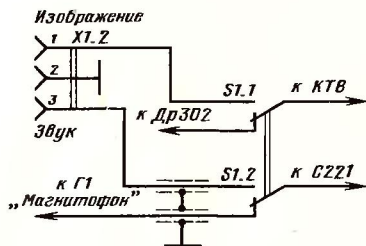


Рис. 34. Схема доработки телевизоров УНТ-47/59-1 для подключения телевизионной игровой приставки

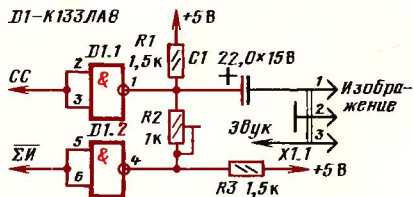


Рис. 35. Схема формирования сигнала изображения

ширины полосы пропускания тракта, что выражается в виде слегка размытого изображения с нерезким переходом от белого к черному. Значительно улучшить качество изображения можно, если сигнал изображения подавать непосредственно на усилитель сигналов изображения телевизора, что наиболее приемлемо при подключении приставки к черно-белому телевизору, хотя и требует некоторых переделок в телевизоре. Как правило, в большинстве черно-белых телевизоров отсутствует гнездо *Вход сигналов изображения* (Вход видео). Поэтому ввести гнездо надо самим, одновременно подключив к этому гнезду и вход усилителя звуковой частоты телевизора. Схема подключения к телевизорам серии УНТ-47/59-1 и аналогичным им показана на рис. 34.

В ряде приставок [1, 4] применяется также подключение к катоду, а не к управляющей сетке лампы усилителя сигналов изображения, как показано на рис. 34. Для подключения приставки к телевизору ее выходной каскад должен быть выполнен по схеме, приведенной на рис. 35. На вход элемента *Д1.1* подается синхросмесь, состоящая из кадровых и строчных синхронизирующих импульсов, а на вход элемента *Д1.2* — сигнал изображения, который состоит из составляющих элементов игры (разметки поля, счета и т. д.). Сигнал изображения подается в инверсной форме. На выходе элемента *Д1.1* сигнал изображения замешивается в синхросмесь. С выхода *Сигнал изображения* сигнал с помощью кабеля подводится к телевизору. Резистором *R2* устанавливают соотношение напряжений между сигналами таким образом, чтобы сигнал изображения не превышал 75% от уровня импульсов синхросмеси. Тумблер *С1*, установленный в телевизоре, обеспечивает переход от просмотра телевизионных передач к режиму "Игра".

При сопряжении с цветными телевизорами возникают дополнительные трудности. Дело в том, что цветное изображение получается при смешении трех основных цветов: красного *R*, зеленого *G* и синего *B*. Отсутствие всех трех цветов воспринимается как черный цвет, а комбинации трех цветов дают дополнительные цвета в соответствии с табл. 1. Различные комбинации яркости основных цветов дают возможность получить любые цветовые оттенки.

Для получения черно-белого изображения игры цветные телевизоры серии УЛПЦТ (И) -59/61- II необходимо доработать в соответствии со схемой, изображенной на рис. 36. Телевизоры более ранних выпусков, имеющие блоки радиоканала типа БРК-1, БРК-2, дорабатывают по этой же схеме. Транзистор КТ315Б в этом случае имеет позиционное обозначение *V9*. Звуковой сигнал подается непосредственно на гнездо "Магнитофон" телевизора. Громкость звучания телевизионных передач снижается значительно. Тумблер *С1* обеспечивает переход от просмотра телевизионных программ к игре. Сопряжение с приставкой выполнено по схеме, приведенной на рис. 35.

Для получения цветного изображения игры в сигнал изображения необходимо ввести дополнительно сигналы опознавания цвета (в синхросмесь), а также частотно-модулированные сигналы цветности (в сигнал изображения). Это значительно усложняет устройство формирования цвета в приставке. Более просто из полного сигнала

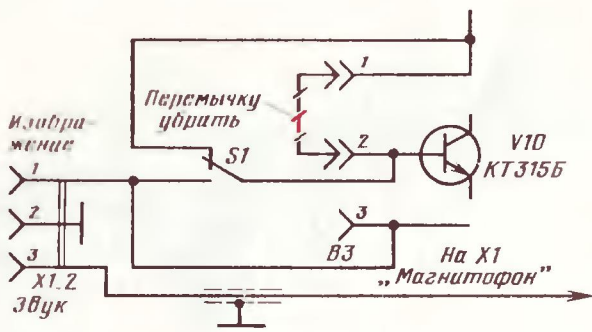


Рис. 36. Схема доработки блока БРК-3 телевизоров УЛПЦТ (И)-59/6141 для подключения игровой приставки (черно-белый вариант)

Номер входа	Цвет	Уровень на выходах микросхемы		
		Р	Г	В
1	Красный	0	1	1
2	Желтый	0	0	1
3	Пурпурный	0	1	0
4	Синий	1	1	0
5	Зеленый	1	0	1
6	Голубой	1	0	0
7	Белый	0	0	0
8	Черный	1	1	1

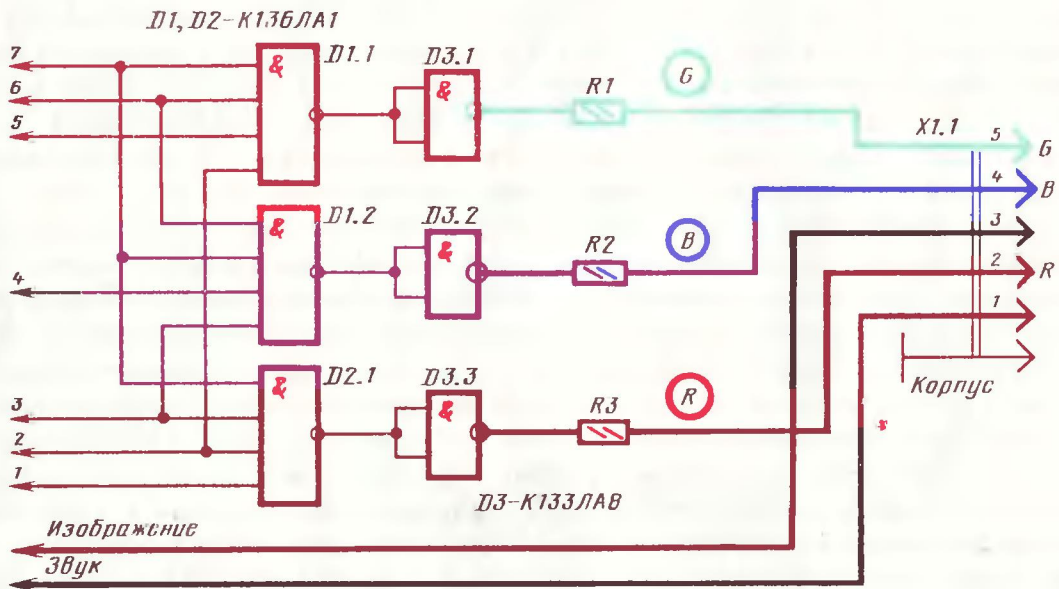


Рис. 37. Функциональная схема устройства формирования цветных сигналов

изображения игры выделить сигналы его составляющих (счет, дорожки, разметка поля, игроки и т. д.), а затем, сформировав их определенным образом, подать на входы усилителей красного, зеленого и синего сигналов изображения. Синхросмесь в этом случае выделять не надо, что обеспечивает возможность сопряжения игровой приставки и с черно-белыми телевизорами. Синхросмесь для цветных телевизоров подается непосредственно на вход сигналов изображения или на контактные площадки входа сигнала изображения (расположенные на плате радиоканала внутри телевизора). Функциональная схема устройства формирования цветных сигналов показана на рис. 37. На входы цифратора, выполненного на элементах $D1.1 - D1.2$, в инверсной форме подводятся отдельные составляющие сигнала изображения игры. С выходов ключевых элементов $D3.1 - D3.3$ через согласующие резисторы $R1 - R3$ сигналы, соответствующие красному, зеленому и синему цветам, выводятся на выходное гнездо $X1.1$. Сюда же подводятся также сигнал изображения (с синхросмесью) и звуковой сигнал.

Схема соответствующей доработки телевизора УПИМЦТ-61-2 с торговым индексом Ц-202 изображена на рис. 38. Гнездовую часть $X1$ размещают на месте, предназначенном для дистанционного управления громкостью, а переключатель $S1$ на месте для гнезда Сигнал изображения. В первом положении переключателя $S1$ (в котором он показан

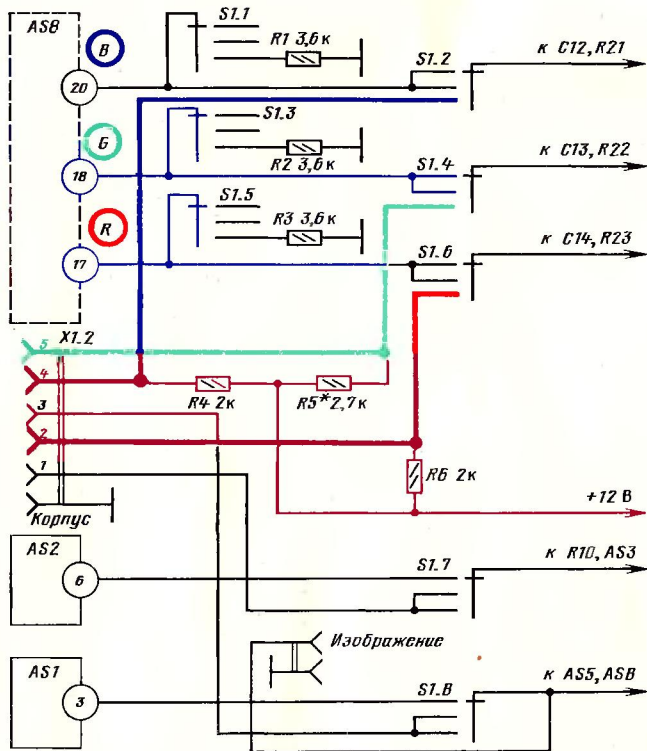


Рис. 38. Схема доработки телевизоров Ц-202 для подключения телевизионных игр с цветным изображением

на схеме) ведется прием телевизионных передач, во втором — на экране формируется черно-белое изображение игры, а в третьем — цветное. Во втором положении регуляторами телевизора можно изменять яркость и контрастность изображения. При цветном изображении игр регуляторы не действуют, а яркость зависит от сопротивления резисторов $R4$ – $R6$. Уменьшая их сопротивление, можно увеличивать яркость изображения, правда, при ухудшении фокусировки. Резисторы $R1$ – $R3$ обеспечивают номинальный режим работы микросхем, установленных в модуле $AS8$.

СИНХРОГЕНЕРАТОР

Синхрогенератор является основным времязадающим звеном игровых приставок. Он предназначен для обеспечения синхронной работы всех узлов телевизионной игры, а также для сопряжения приставки с телевизором. Типовая схема синхрогенератора содержит задающий генератор, делители частоты и формирующие логические устройства.

Частота задающего (тактового) генератора (в мегагерцах) определяется требуемым числом элементов разложения по горизонтали и составляет $F_{\text{такт}} = q/H$ ($H = 64$ мкс — длительность строки, q — число элементов разложения на одной строке). В телевизионных играх допускается использовать упрощенное выражение: $F_{\text{такт}} = F_{\text{стр}} \cdot 2^n$ ($n = 1, 2, 3$ и т. д.), $F_{\text{стр}} = 15\,625$ Гц. Исходя из этих соотношений, получаем наиболее приемлемую сетку частот, соответствующих различному числу элементов разложения по строке: $F_{\text{такт}} = 1$ МГц при $q = 64$, $F_{\text{такт}} = 2$ МГц при $q = 128$. В обоих случаях обеспечивается изображение с достаточно высокой разрешающей способностью.

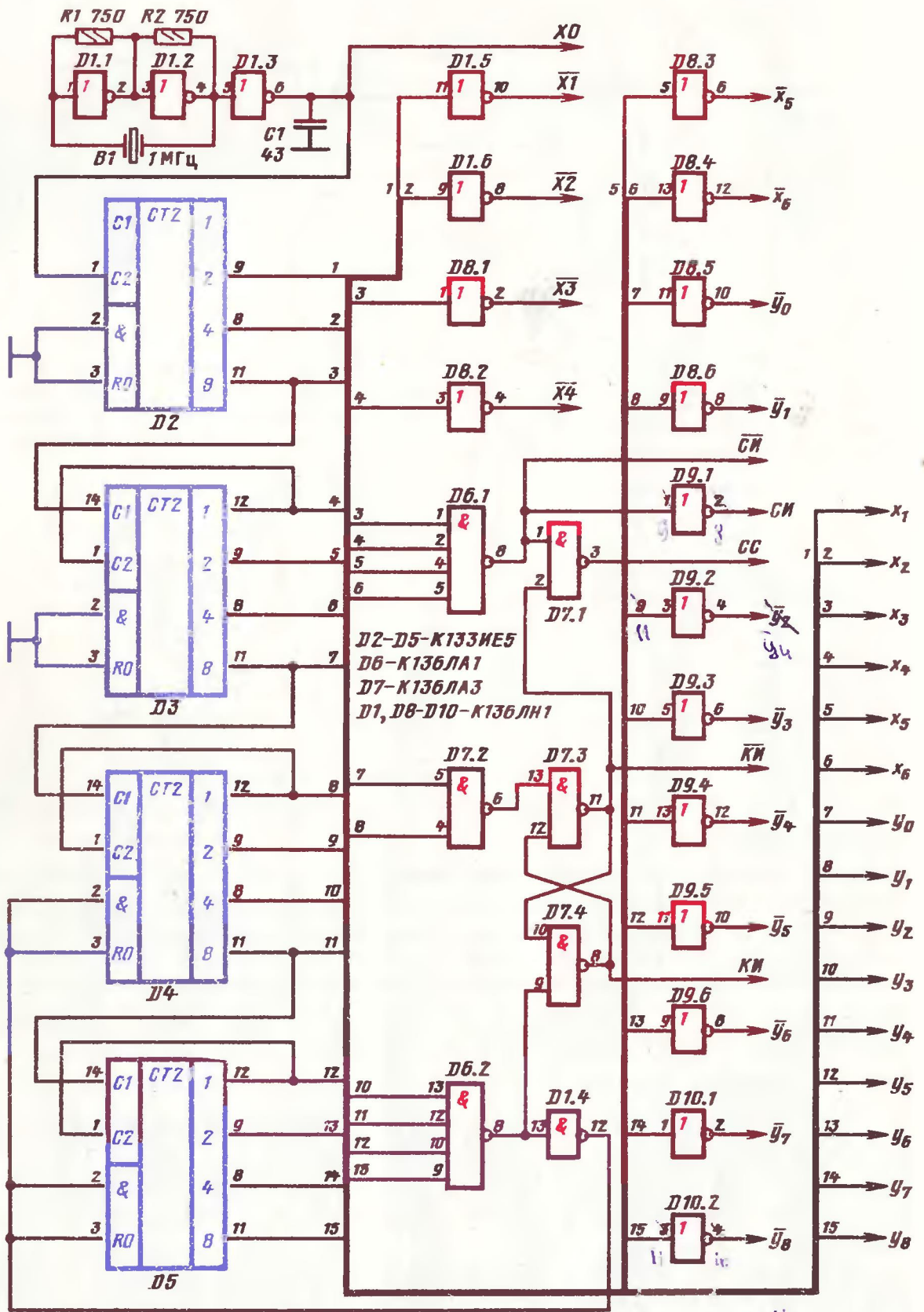


Рис. 39. Принципиальная схема синхрогенератора

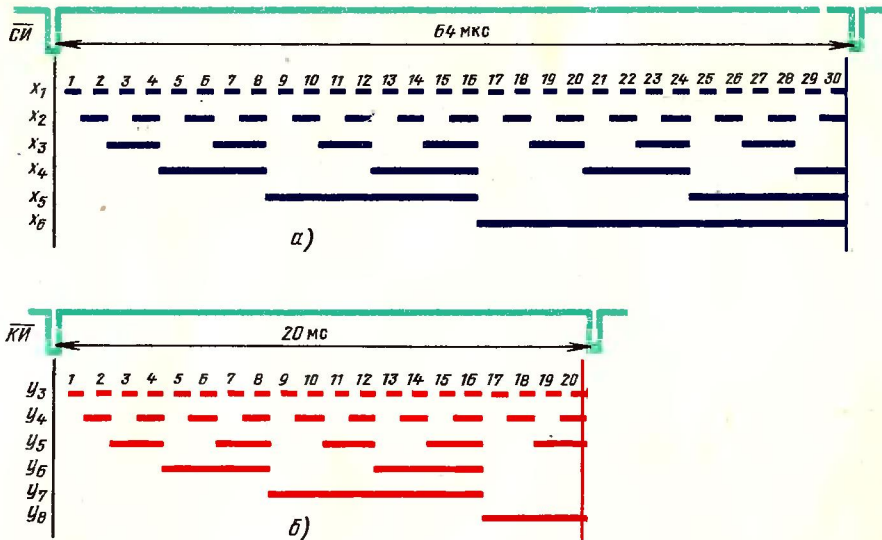


Рис. 40. Цифровая развертывающая функция с горизонтальной (а) и вертикальной (б) дискретизаций

Учитывая особенности описанных игр, выбрана тактовая частота, равная 1 МГц.

Синхросмесь может состоять только из строчных и кадровых синхронизирующих импульсов, а уравнивающие и гасящие импульсы можно исключить, что не повлечет за собой ухудшения работы развертывающих устройств в телевизоре. Как известно, растр при чересстрочной развертке содержит нечетное число строк — 625. Для телевизионных игр вполне достаточно, если синхрогенератор обеспечивает построчную развертку с числом строк, равным 312. Высокая стабильность тактовой частоты должна обеспечиваться применением кварцевой стабилизации. Синхрогенератор должен также давать цифровые развертывающие функции горизонтальной и вертикальной дискретизации растра.

Схема синхрогенератора, отвечающая перечисленным требованиям, приведена на рис. 39. Генератор тактовой частоты 1 МГц выполнен на элементах $D1.1$, $D1.2$. С выхода буферного элемента $D1.3$ сформированные импульсы поступают на счетчик $D2$, который делит тактовую частоту на восемь. С выхода счетчика $D2$ импульсы с частотой следования 125 кГц подаются на вход счетчика $D3$, который производит деление частоты на 16. На элементе $D6.1$ формируются строчные синхроимпульсы с частотой 15 625 Гц отрицательной полярности длительностью 4 мкс и периодом повторения 64 мкс. С выхода счетчика $D3$ импульсы с частотой следования $F_{стр}/2$ поступают на счетчики $D4$, $D5$, соединенные последовательно, с общим коэффициентом деления, равным 156. Коэффициент деления задается с помощью элемента $D6.2$. Положительный импульс сброса с выхода инвертора $D1.4$ подается на входы RO счетчиков $D4$, $D6$, приводя их к нулевому состоянию. Одновременно сигнал с выхода элемента $D6.2$ поступает на один из входов RS -триггера на элементах $D7.3$, $D7.4$, устанавливая его в исходное состояние. Запуск RS -триггера производится импульсом, сформированным на элементе $D7.2$. На прямом выходе триггера вырабатываются кадровые синхроимпульсы отрицательной полярности длительностью 192 мкс с периодом повторения 20 мс. На элементе $D7.1$ кадровые и строчные синхроимпульсы смешиваются. Элементы $D1.5$, $D1.6$, $D10.1$, $D10.2$ и микросхемы $D8$, $D9$ формируют инверсные сетки частот вертикальной и горизонтальной дискретизаций растра. Положительные сигналы развертывающей функ-

ником по шайбе (блок 2) запускается устройство горизонтального и вертикального смещения шайбы (блок 3).

Операции проверки условий (блоки 4–7) реализуются одновременно. Функции операций идентичны, поскольку они проверяют условие столкновения шайбы с тем или иным препятствием: бортами площадки, линиями отскока, игроками. При отсутствии столкновений динамический режим шайбы не изменяется, столкновение не может изменить его траекторию, оказывая действие на ряд других узлов. Так, столкновение шайбы с горизонтальной (вертикальной) линией площадки приводит к изменению направления соответственно вертикальной (горизонтальной) составляющей скорости движения шайбы. Наиболее интересно изменяется режим движения шайбы при столкновении с игроками. При столкновении шайбы с защитниками меняется направление горизонтальной составляющей скорости. При прохождении шайбы через "своего" нападающего в сторону ворот соперника режим движения шайбы по горизонтали не изменяется, а при движении шайбы в сторону "своих" ворот столкновение с нападающим изменяет направление горизонтальной составляющей скорости. Изменение направления вертикальной составляющей скорости движения шайбы зависит от характера соударения с игроками (например, с краем или серединой отметки, быстрый или медленный удар по шайбе и т. д.); в одних случаях направление вертикальной составляющей меняется, в других — остается прежним.

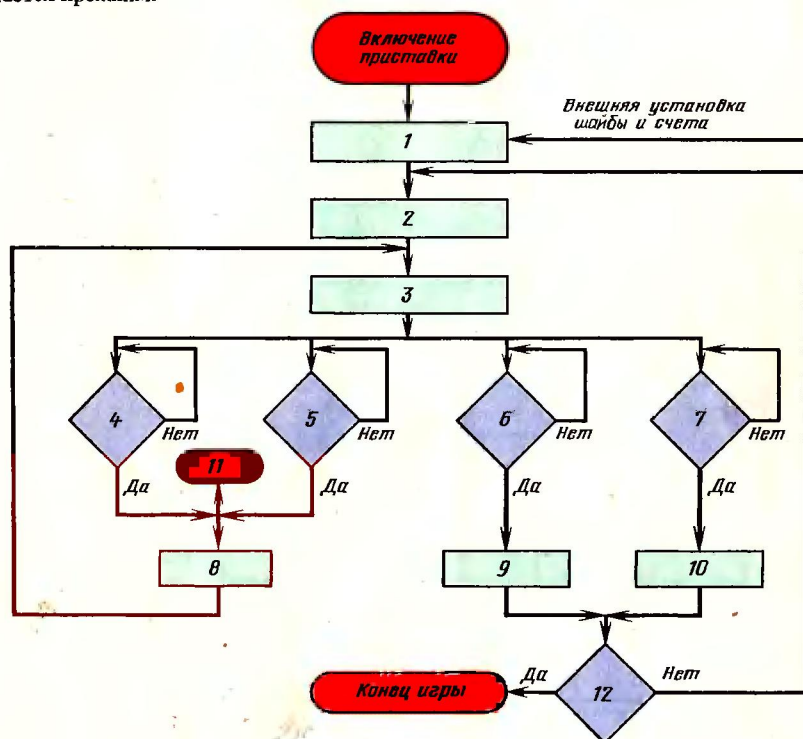


Рис. 42. Упрощенный алгоритм работы игры "Хоккей":

1—установка исходного положения шайбы и счета; 2—ввод шайбы в игру; 3—запуск устройства смещения; 4—столкновение с бортом площадки; 5—столкновение с игроком; 6—столкновение с левой линией отскока; 7—столкновение с правой линией отскока; 8—изменение направления вертикальной или горизонтальной составляющих; 9— +1 в счетчик правой команды; 10— +1 в счетчик левой команды; 11—щелчок; 12—счет

При столкновении шайбы с левой линией отскока счет увеличивается на +1 в счетчике результата правой команды (голевая ситуация у левых ворот – блок 9). Аналогичное столкновение с правой стороны отскока увеличивает счет на +1 в счетчике левой команды (блок 10). Столкновение шайбы с различными препятствиями сопровождается звуковым эффектом – ”щелчком” (блок 11). Блок 12 осуществляет проверку условия достижения максимального результата любой из команд. Невыполнение условия приводит к циклическому выполнению предшествующих операций, начиная с блока 2, выполнение – к окончанию игры.

Структурная схема приставки приведена на рис. 43. Синхрогенератор *СГ* вырабатывает сигналы синхронизации для телевизора и цифровые развертывающие функции горизонтальной и вертикальной дискретизаций раstra, необходимые для синтеза статического изображения игры. Сигнал площадки вырабатывается формирователем площадки *ФП*, а сигнал игроков – формирователем игроков *ФИ*. Шайба создается формирователем шайбы *ФШ*. Обработка управляющих сигналов производится узлом логических операций *УЛО*. Счетчики результата *СЧР* ведут подсчет очков для левой и правой команд, а знакогенератор *ЗГ* выводит информацию на экран телевизора. Звуковой эффект создается устройством *ФЭ*. Сопряжение приставки с цветным телевизором обеспечивает формирователь цветных сигналов *ФЦ*. В устройстве *См* происходит суммирование сигналов изображения игры и смешение их с синхросмесью. Электронное управление игроками правой команды осуществляет узел *ЭУ*. Для подключения приставки к антенному гнезду телевизора сигнал изображения подается на генератор радиочастоты *ГРЧ*.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ПЛОЩАДКИ

Синхрогенератор вырабатывает сетки частот горизонтальной и вертикальной дискретизаций раstra. При расположении оси *x* вдоль строки раstra, а оси *y* перпендикулярно к ней местоположение любой вертикальной линии определяется выбранным набором прямых и инверсных сигналов $x_1 - x_6$, а любой горизонтальной линии – набором прямых и инверсных сигналов $y_3 - y_8$ (см. рис. 38, 39).

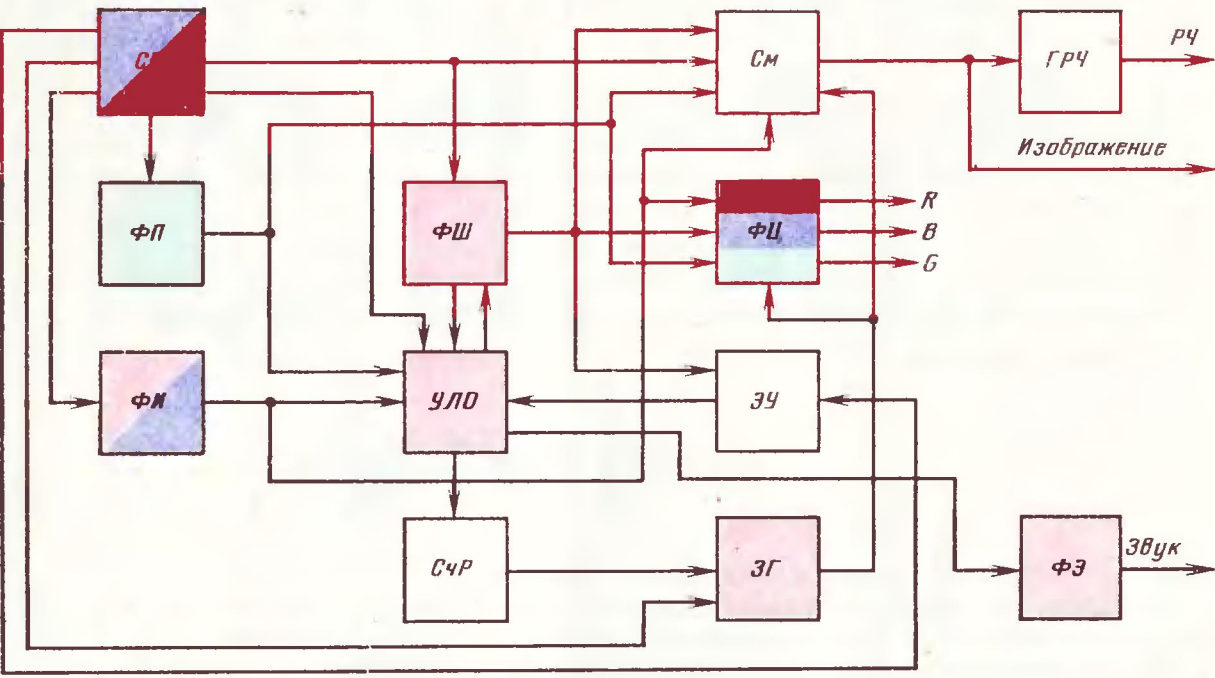


Рис. 43. Структурная схема приставки ”Хоккей”

Принципиальная схема формирователя площадки показана на рис. 44. На элементе $D1$ выделяется средняя прерывистая вертикальная линия, делящая поле на две равные части. Линия прерывается за счет подачи на один из входов микросхемы $D1$ сигнала u_3 . Левая вертикальная линия выделяется микросхемой $D2$, а правая – микросхемой $D3$. Верхняя горизонтальная линия формируется на элементе $D11.1$ с участием элементов $D4, D8.3$. Здесь же, на элементе $D11.2$, вырабатывается инверсный сигнал запуска знакового генератора – импульс 3Π . Нижняя горизонтальная линия формируется элементом $D5$. Ограничение линий слева и справа производит RS -триггер на элементах $D6.3, D6.4$. Триггер запускается сигналом левой вертикальной линии с выхода элемента $D2$ и устанавливается в исходное состояние по импульсу с выхода элемента $D3$. На элементе $D8.2$ вырабатывается короткий отрицательный импульс, который поступает на второй вход RS -триггера. Ограничение вертикальных линий сверху и снизу производит RS -триггер на элементах $D6.1, D6.2$. Триггер запускается сигналом с выхода элемента $D11.1$. С выхода триггера напряжение высокого уровня поступает на элементы $D1 - D3$ и разрешает формирование вертикальных линий площадки. Сброс триггера в нуль производится импульсом, сформированным по срезу сигнала с элемента $D5$. Ворота формируются RS -триггером на элементах $D7.3, D7.4$. В исходном состоянии на

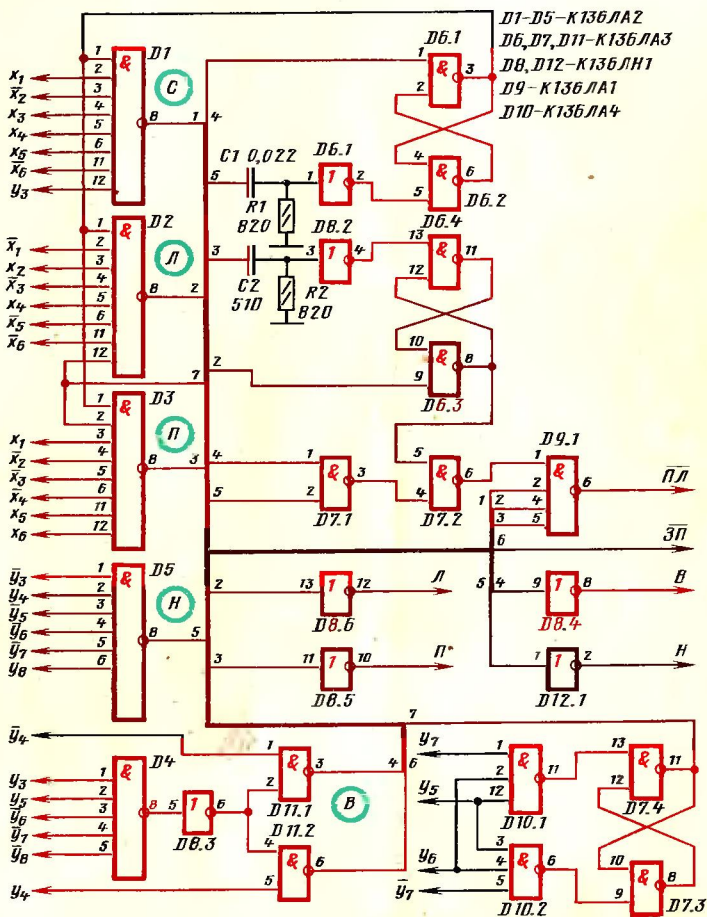


Рис. 44. Принципиальная схема формирователя площадки

выходе элемента $D7.3$ логическая функция и микросхемы $D2, D3$ открыты. Как только на элемент $D10.2$ поступают необходимые сигналы, он формирует отрицательный импульс, переводящий триггер на элементах $D7.3, D7.4$ в нуль, блокируя элементы $D2, D3$. В это время линии формируются. Возвращается данный триггер в исходное состояние импульсом, сформированным на элементе $D10.1$. Окончательное смещение всех линий производится на элементе $D9.1$. С выхода этого элемента инверсный сигнал площадки ПЛ поступает на устройство суммирования сигналов. Элементы $D8.4 - D8.6, D12.1$ выделяют сигналы левой, правой, верхней и нижней линий для узла логических операций.

На рис. 45 показана конфигурация игровой площадки в "Хоккее". По краям площадки приведены сигналы, вырабатываемые соответствующими RS-триггерами для ограничения линий. Цифры по краям сигнала указывают положение этого сигнала относительно дискретной сетки сигналов x и y (в частности, относительно сигналов x_1 и y_3 , пронумерованных на рис. 39, 40).

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ИГРОКОВ

Принципиальная схема формирователя приведена на рис. 46. Он состоит из формирователей горизонтальной и вертикальной составляющих положения игроков на площадке. Вертикальную составляющую вырабатывают генераторы $B1$ и $B2$ соответственно для игроков левой и правой команды. Схемы генераторов одинаковы, поэтому рассмотрим процесс формирования, например, вертикальной составляющей для игроков левой команды.

Генератор $B1$ содержит два одновибратора. Первый одновибратор выполнен на транзисторе $A1.1$ и элементах $D7.2, D7.3$. Он запускается кадровыми импульсами, приходящими на инвертор $D7.2$. Длительность импульса, снимаемого с выхода инвертора $D7.3$, определяет положение игроков по вертикали. Перемещают игроков, изменяя сопротивление резистора $R4$, размещенного в выносном пульте $П1$, соединенном с приставкой кабелем длиной около 4 м. Разъем $X1$ – унифицированный типа СГ-3. Второй одновибратор на элементах $D5.3, D5.4$ формирует импульс, от длительности которого зависит размер игроков по вертикали. Запускается одновибратор срезом импульса с выхода первого одновибратора. С инвертора $D7.4$ положительные импульсы

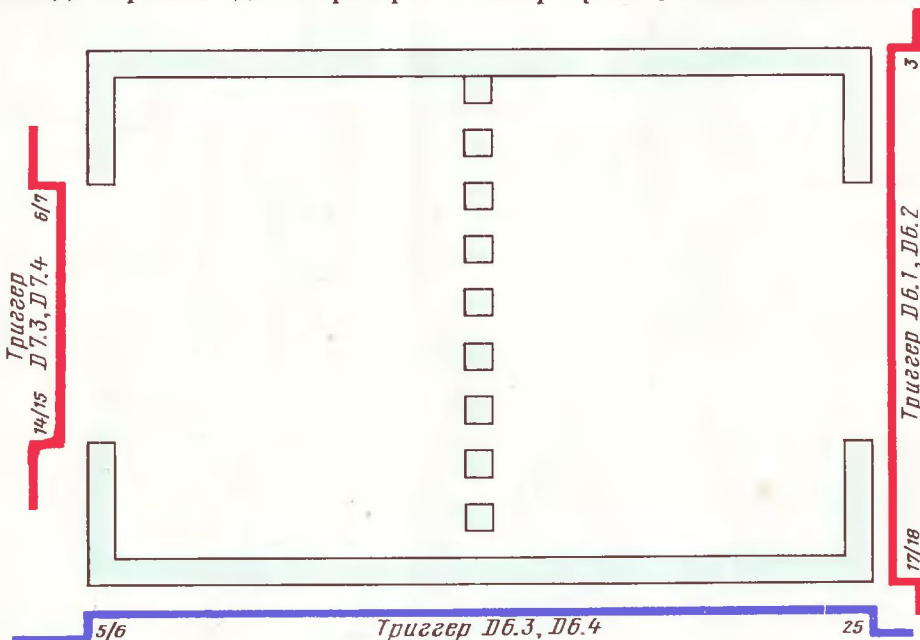


Рис. 45. Конфигурация площадки при игре в "Хоккей"

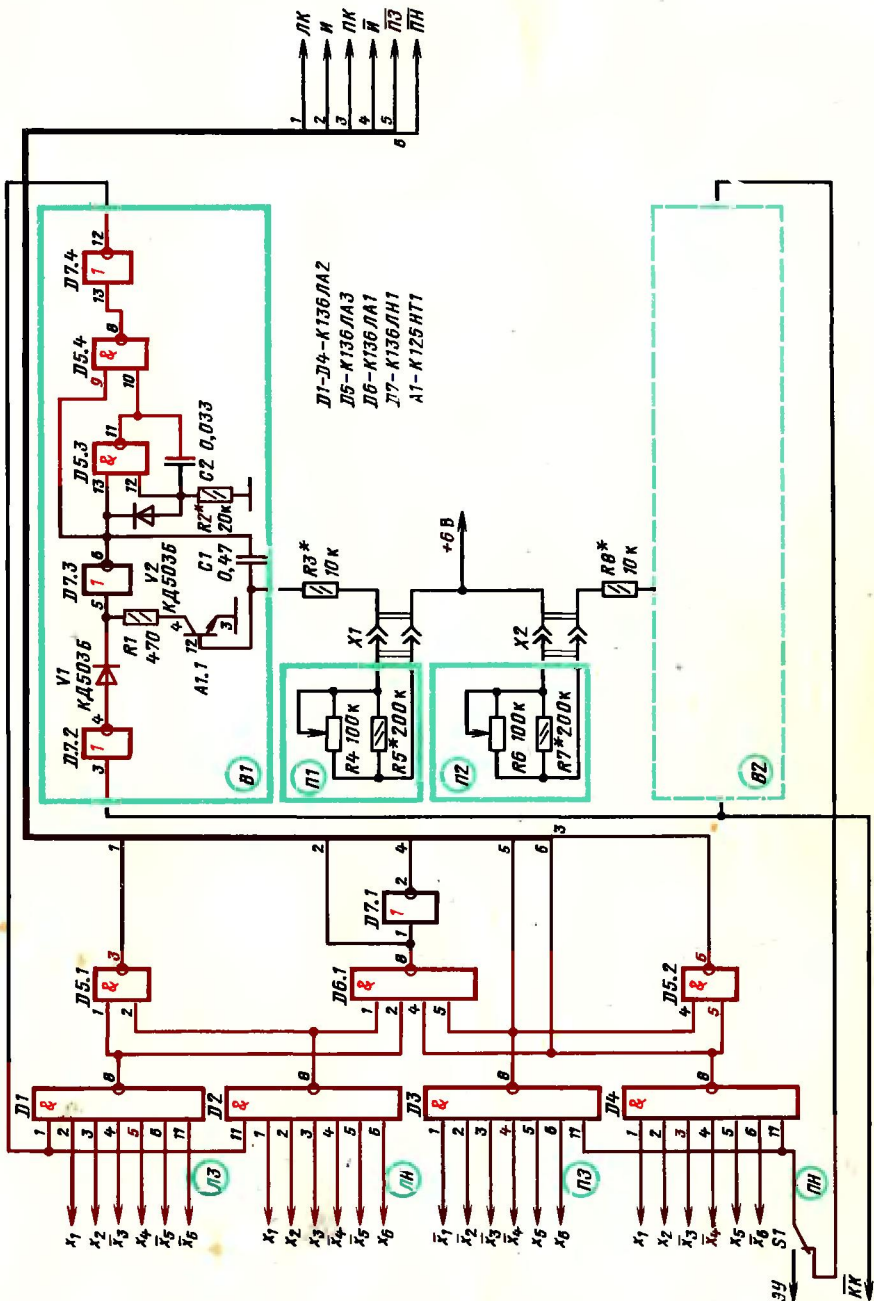


Рис. 46. Принципиальная схема формирователя игроков

вертикальной составляющей положения подаются на микросхемы $D1$, $D2$, которые фиксируют положение игроков по горизонтали. Элемент $D1$ определяет положение левого защитника, а элемент $D2$ — левого нападающего.

Аналогично производится формирование игроков правой команды. Элемент $D3$ определяет положение по горизонтали для правого защитника, а элемент $D4$ — правого нападающего. Перемещают игроков правой команды по вертикали с помощью резистора $R6$, размещенного в выносном пульте $П2$. Переключатель $S1$ показан в положении, когда управление игроками обеих команд ведется с помощью выносных пультов. В другом положении этого переключателя управление игроками правой команды передается электронному устройству. При этом на микросхемы $D3$, $D4$ подается сигнал электронного управления $ЭУ$. На элементе $D6, 1$ суммируются сигналы всех игроков и с выхода $D6, 1$ подаются на другие узлы, в частности на смеситель сигналов и в узел логических операций. С элементов $D5, 1$, $D5, 2$ прямые сигналы, соответствующие игрокам левой и правой команды, с выхода формирователя поступают в узел логических операций.

Налаживание формирователя ведется в следующей последовательности: для левой команды сначала подбирают сопротивление резистора $R2$, чтобы размер игроков составлял 20–22 строки. Затем резистор $R4$ устанавливают в положение минимального сопротивления и подбирают сопротивление резистора $R3$ такое, чтобы игроки не выходили за пределы верхней линии площадки. После выполнения этой операции резистор $R4$ устанавливают в положение максимального сопротивления и подбирают сопротивление резистора $R5$ так, чтобы игроки не выходили за пределы нижней линии площадки.

В такой же последовательности ведется настройка игроков правой команды.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ШАЙБЫ

Принципиальная схема формирователя шайбы показана на рис. 47. Шайба сформирована комбинированным (аналого-цифровым) методом на компараторах $K521CA3$. Это позволило, с одной стороны, значительно уменьшить число микросхем в приставке, поскольку цифровой метод формирования шайбы требует по крайней мере двух семиразрядных реверсивных счетчиков с устройством обслуживания, а с другой — очень просто реализовать изменение скорости движения шайбы, ее размеры и, самое главное, электронное управление игроками правой команды.

Работу формирователя удобно рассматривать в пределах одного кадра, т. е. одной развертки по вертикали. При появлении кадрового синхроимпульса (КИ) на входе элемента $D3, 2$ конденсатор $C5$ быстро разряжается через открытый элемент $D3, 2$ до уровня $\approx 0,6$ В. По окончании действия кадрового импульса элемент $D3, 2$ закрывается, и начинается зарядка конденсатора $C5$ от генератора стабильного тока на транзисторе $V5$. Напряжение на неинвертирующем входе компаратора $A2$ линейно возрастает (рис. 47, а). На инвертирующий вход компаратора $A2$ подано изменяющееся во много раз медленнее напряжение из узла логических операций. В момент равенства напряжений на обоих входах компаратора $A2$ на его выходе формируется положительный перепад напряжения, по которому запускается формирователь коротких импульсов на элементах $D2, 4$, $D2, 3$. С выхода элемента $D2, 4$ снимается импульс отрицательной полярности длительностью примерно 300 мкс, который, пройдя инвертор $D1, 2$, поступает на устройство совпадения $D4, 1$.

Одновременно с компаратором $A2$, формирующим вертикальную составляющую шайбы, работает компаратор $A1$, формирующий горизонтальную составляющую шайбы. Строчные синхроимпульсы, поступающие на вход элемента $D3, 1$, периодически разряжают конденсатор $C2$. По окончании действия синхроимпульса конденсатор $C2$ заряжается от генератора стабильного тока на транзисторе $V1$. На неинвертирующем входе компаратора $A1$ присутствует пилообразное напряжение с частотой следования строч-

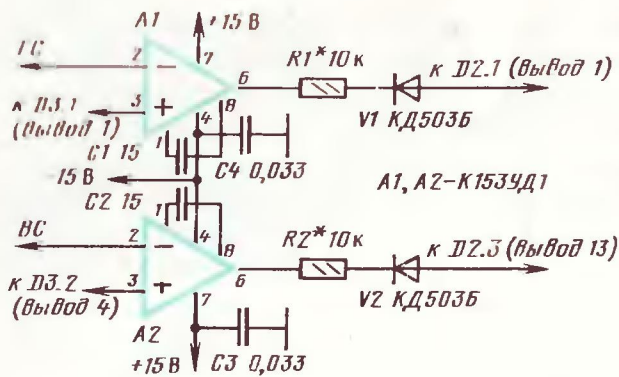


Рис. 48. Использование ОУ типа К153УД1 в формирователе шайбы

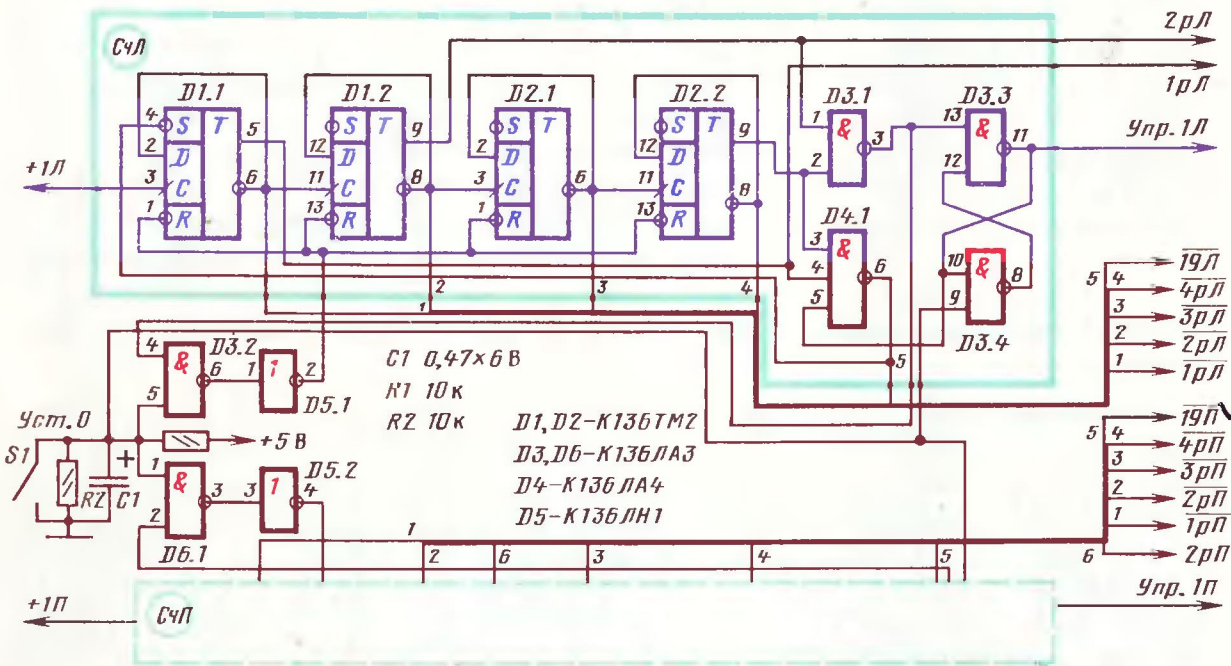


Рис. 49. Принципиальная схема счетчиков результата

нительно к режиму подсчета голов для левой команды. Счетчик результата левой команды представляет собой четырехразрядный двоичный счетчик на D -триггерах $D1, D2$. Устройство управления счетом выполнено на элементах $D4, 1, D5, 1$ и микросхеме $D3$.

При включении игровой приставки в сеть автоматически устанавливается нулевое состояние счетчика, поскольку напряжение на конденсаторе $C1$ возрастает не скачком, а достаточно медленно и в первый момент времени на входе элементов $D3, 2$ и $D3, 4$ формируется напряжение низкого уровня. Оно передается на выход элемента $D5, 1$ и поступает на входы RD -триггеров $D1, D2$, приводя их к нулевому состоянию. Одновременно RS -триггер на элементах $D3, 3, D3, 4$ устанавливается в нуль, запрещая формирование сигнала $Упр. 1П$ – управления зажиганием единицы старшего разряда.

Импульсы счета $+1П$ поступают на вход счетчика из узла логических операций. По мере поступления импульсов счетчик принимает последовательно состояния от 0000 до 1001. При поступлении десятого импульса счетчик переходит в состояние 1010, и на входе элемента $D3, 1$ устанавливаются единичные уровни. На выходе элемента $D3, 1$ формируется нуль и RS -триггер на элементах $D3, 3, D3, 4$ устанавливается в единицу, разрешая формирование единицы старшего разряда на экране телевизора. Одновременно сигнал с выхода $D3, 1$ подается на входы R счетчика и устанавливает его в нуль. На выходе элемента $D3, 1$ вновь устанавливается единица. На экране отображается число 10. Дальнейший счет ведется до 19. При достижении счетчиком этого числа (двоич-

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15

Рис. 50. Стандартная матрица формата 3×5

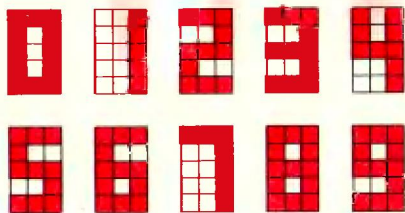


Рис. 51. Конфигурация цифр, формируемых матрицей 3×5

ный эквивалент 1001) срабатывает элемент $D4.1$ и блокирует триггер $D1.1$ по входу \bar{S} . Следующие импульсы счета не могут изменить состояние счетчика. Это является условием окончания игры.

Повторный запуск осуществляется при нажатии кнопки переключателя $S1$ Уст. 0. В этом случае происходит установка триггеров счетчика в исходное состояние, а на входе S появляется напряжение высокого уровня. Теперь счетные импульсы могут воздействовать на счетчик.

На элементах $D6.1$ и $D5.2$ собрана цепь установки в нуль правого счетчика результата. С инверсных выходов всех триггеров сигналы поступают на знакогенератор. Сигналы Упр. 11 и Упр. 111 подаются на устройство управления матрицей знакогенератора.

ЗНАКОГЕНЕРАТОР

Знакогенератор используется для вывода цифр от 0 до 19 на телевизионный растр. Для формирования цифр используется стандартная матрица формата 3×5. Данный формат является минимальным для получения разборчивого изображения цифр. Матрица формата 3×5 представлена на рис. 50, а конфигурация цифр от 0 до 9 — на рис. 51. Матрица состоит из 15 элементов. Участие каждого элемента в формировании цифр выражено в табл. 2. Для возбуждения матрицы управляющие сигналы по x и y вырабатываются устройством управления матрицей. Принципиальная схема устройства управления матрицей показана на рис. 52.

С приходом импульса запуска матрицы $\bar{31}$ с формирователя площадки срабатывает триггер на элементах $D1.2$, $D1.3$. Напряжение высокого уровня с выхода $D1.3$ поступает на вход элемента $D2$. На остальные входы $D2$ приходит набор прямых и инверсных сигналов x , определяющих начало развертки по горизонтали. На элементах $D4.1$, $D4.2$ с приходом сигнала с инвертора $D6.1$ и сигналов со счетчиков результата Упр. 11 и Упр. 111 при наличии импульсов x_4 и \bar{x}_4 разрешается формирование единиц старшего разряда в счете левой и правой команд и отображение их на экране. С приходом импульса \bar{x}_4 на вход элемента $D3.1$ и при наличии напряжения высокого уровня на другом входе на выходе появляется отрицательный импульс, запускающий RS-триггер на элементах $D3.3$, $D3.4$. Напряжение высокого уровня с выхода элемента $D3.3$ подается на входы элементов $D5.1$ – $D5.3$ и разрешает выдачу управляющих сигналов $\bar{1x}$, $\bar{2x}$ и $\bar{3x}$. Эти сигналы вырабатываются дважды: для отображения счета левой и правой команд. После прихода импульсов x_3 и x_6 на элемент $D3.2$ триггеры на $D3.3$, $D3.4$ возвращаются в исходное состояние. На этом формирование сигнала раstra заканчивается.

Следующий цикл начинается на следующей строке развертки. Формирование сигналов $\bar{1x}$, $\bar{2x}$, $\bar{3x}$ идет до тех пор, пока на элемент $D1.1$ не придут импульсы y_3 , y_6 . С их приходом триггер на $D1.2$, $D1.3$ возвращается в исходное состояние и блокирует элементы $D2$, $D3.1$, запрещая работу элементов $D4.1$, $D4.2$ и микросхемы $D5$. Процесс формирования управляющих сигналов показан на рис. 53. Как мы видим, цифры жестко привязаны к выбранному участку площадки.

правой команды. Дешифратор $D3$ преобразует входной двоичный код в позиционный десятичный. Выходной код инверсный. Логическая матрица выполнена на микросхемах $D5-D9$ и элементах $D4.2, D4.3, D10.1$. Последовательный опрос матрицы производится импульсами x_1-x_3 с устройства управления. Сигналы с дешифратора $D3$ подаются на матрицу в соответствии с табл. 2. Элементы $D6.2, D4.3, D10.1, D5.3, D5.4$ группируют сигналы соответственно строкам матрицы. Группы выводятся поочередно строка за строкой через мультиплексор $D11$. Управляется мультиплексор сигналами y_3-y_5 с синхрогенератора. Начальный адресный код мультиплексора 111. По нему выводится информация с информационного входа 8. Затем устанавливается адресный код 000, по которому происходит вывод сигнала с входа 1, и т. д. С выхода микросхемы $D11$ импульсы отрицательной полярности проходят на один из входов элемента $D12.1$. На остальные входы подаются сигналы единиц старшего разряда $1I$ и $1П$. Элемент $D10.2$ определяет положение сформированных цифр в пределах телевизионного раstra. С выхода элемента $D10.2$ импульсы счета отрицательной полярности идут на смеситель и на формирователь цветных сигналов.

УЗЕЛ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Принципиальная схема узла приведена на рис. 55. Импульсы шайбы, поступающие с формирователя шайбы, проходят инвертор $D1.1$ и в положительной полярности подаются на следующие устройства совпадений:

с импульсами игроков левой команды и левой вертикальной линии площадки — элемент $D2.1$;

с импульсами игроков правой команды и правой вертикальной линии площадки — элемент $D2.2$;

с импульсами левой линии отскока — элемент $D3.1$;

с импульсами правой линии отскока — элемент $D3.2$;

с импульсами верхней линии площадки — элемент $D4.2$;

с импульсами нижней линии площадки — элемент $D4.1$;

с импульсами игроков двух команд — элемент $D4.3$.

Триггер на элементах $D5.1, D5.2$ управляет движением шайбы по горизонтали, триггер на микросхеме $D9$ — движением по вертикали. В зависимости от состояния триггера горизонтального движения шайбы элемент $D8.1$ либо закрыт и конденсатор $C1$ заряжается по цепи $R1-R3$ (шайба летит вправо), либо открыт и конденсатор $C1$ разряжается по цепи $R2, R3$ и через выходное сопротивление открытого элемента $D8.1$ (шайба летит влево). Элемент $D8.2$, работая аналогично, перемещает шайбу по вертикали: при зарядке конденсатора $C2$ шайба летит вниз, при разряде — вверх. Резистором $R3$ можно изменять скорость шайбы по горизонтали, резистором $R13$ — по вертикали. Триггеры на элементах $D5.3, D6.1$ и $D6.2, D5.4$ служат для исходной установки шайбы. Триггер на элементах $D5.3, D6.1$ срабатывает в момент гола в левые ворота. На выходе элемента $D5.3$ устанавливается напряжение высокого уровня, а на выходе элемента $D7.1$ — низкого. Транзистор микросборки $A1.1$ закрывается, а транзистор $A1.3$ открывается. С делителя $R8, R9$ уровень напряжения, соответствующий исходной (левой) установке шайбы по горизонтали, подается на конденсатор $C1$ и далее на формирователь шайбы. При попадании шайбы в правые ворота срабатывает триггер на элементах $D6.2, D5.4$, закрывая транзистор микросборки $A1.1$ и открывая $A1.2$.

Напряжение со среднего вывода резистора $R5$, соответствующее исходному (правому) положению шайбы, подается на формирователь шайбы. Одновременно в счетчики результата в зависимости от голевой ситуации подаются импульсы либо $+1I$, либо $+1П$. Исходное положение мяча по вертикали задается с помощью цепи из диода $V1$ и резистора $R11$. На элементе $D8.2$ в это время напряжение $+5В$ делится резисторами $R10, R11$. Диод $V1$ открыт, так как на выходе $D7.1$ в данный момент напряжение низ-

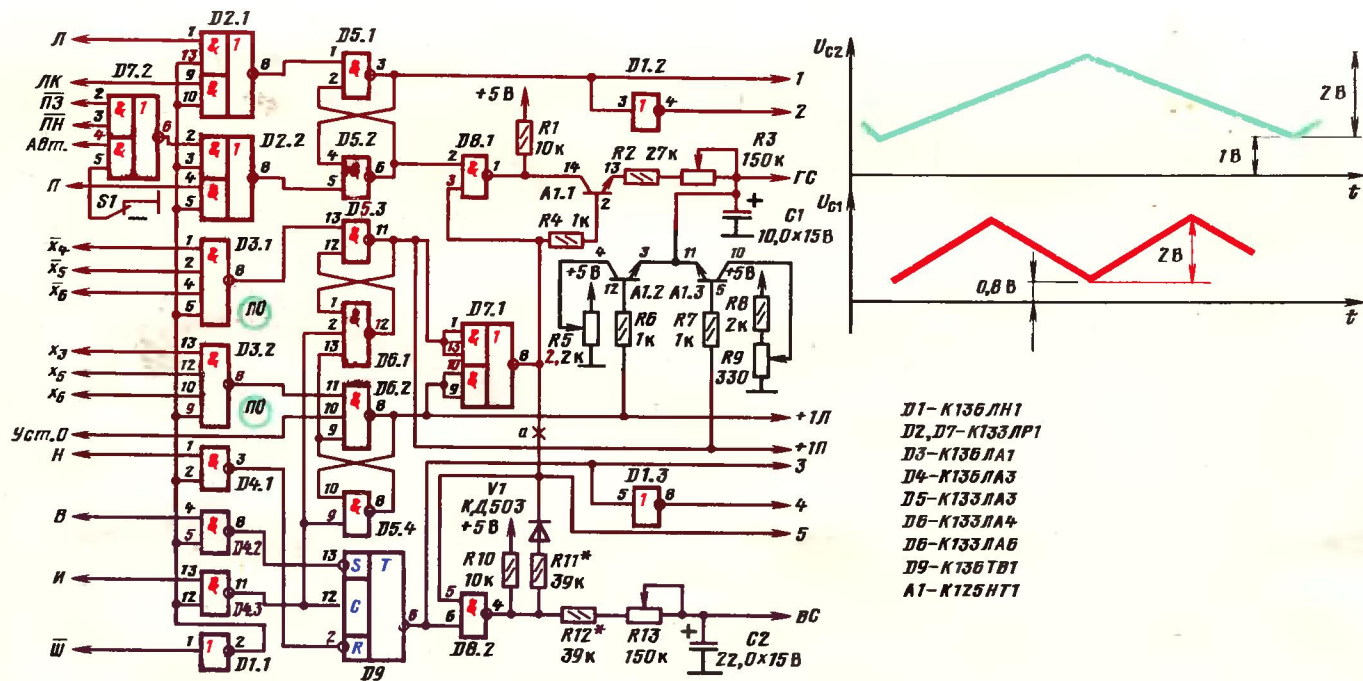


Рис. 55. Принципиальная схема узла логических операций и эпюры напряжений на конденсаторах C_1 , C_2 .

кого уровня. Движение шайбы начинается в момент столкновения ее с одним из защитников. На элементе *D4. 3* вырабатывается отрицательный импульс, который возвращает оба триггера установки в исходное состояние. При этом закрываются транзисторы микросборки *A1.2*, *A1.3* и открывается транзистор *A1.1*.

На выходе элемента *D7. 1* устанавливается напряжение высокого уровня, диод *V1* закрывается, снимается блокировка с элементов *D8. 1*, *D8. 2* и в зависимости от положения триггеров горизонтального и вертикального движения шайба летит в определенную сторону. В момент включения приставки может создаться ситуация, когда оба установочных триггера будут открыты, т. е. открыты оба транзистора микросборки *A1.2*, *A1.3*. Шайба встанет в ненормальное положение (в середине правой половины площадки). Для исключения этого сигнал с выхода элемента *D5. 4* подается на вход элемента *D6. 1*, и триггер левой установки принудительно устанавливается в нулевое состояние.

Столкновение шайбы с игроками влияет на триггер вертикального движения неоднозначно. Шайба при движении через игрока или при отражении от него пересекает четное или нечетное число строк. Поэтому на входе *C* триггера будет произвольное число импульсов и заранее предугадать нельзя, в какое состояние установится триггер. В результате неизвестно, вверх или вниз полетит шайба. При игре это свойство позволяет забивать голы "в одно касание". Инверторы *D1. 2*, *D1. 3* вырабатывают перепады напряжения для формирователя щелчка.

Переключатель *S1* в замкнутом положении позволяет играть в "Хоккей" с партнером. В разомкнутом положении на элемент *D7. 2* поступает сигнал *Авт.* для электронного управления игроками правой команды. Переключатель в узле логических операций и переключатель в формирователе игроков взаимосвязаны.

Налаживание комплекса "узел логических операций + формирователь шайбы" – самая ответственная операция при настройке игры. Можно рекомендовать следующую последовательность регулировки. На выходе элемента *D7. 1* установить любым способом нуль. Транзисторы микросборки *A1.2*, *A1.3* также должны быть закрыты. Для этого их базы можно заземлить. На конденсатор *C1* со вспомогательного делителя напряжения подать напряжение такого уровня, чтобы шайба остановилась в середине экрана. Одновременно подобрать сопротивление резистора *R11* так, чтобы шайба находилась по вертикали чуть выше ворот. Снять блокировку элемента *D8. 2*. Для этого разорвать связь между выходом элемента *D7. 1* и точкой соединения диода *V1* и входа элемента *D8. 2*, например, в точке *a*. Шайба, оставаясь неподвижной по горизонтали, должна двигаться, отскакивая от верхней и нижней линий площадки то вверх, то вниз. Изменяя сопротивление резистора *R13*, следует наблюдать за изменением скорости движения шайбы. Любое изменение скорости по вертикали не должно вызывать пропадание шайбы или ее выход за линии площадки. В противном случае надо увеличить сопротивление резистора *R12*.

Далее на выходе элемента *D7. 1* нужно установить любым способом единицу, а линию с сигналом "5" заземлить (т.е. зафиксировать положение шайбы по вертикали). Транзистор *A1.1* в этом случае открывается, и шайба начинает двигаться по горизонтали в пределах площадки. Чтобы она не выскакивала в ворота, их необходимо временно закрыть. Для этого в формирователе площадки (см. рис. 44) надо отсоединить провод, подходящий к выходу элемента *D7. 4* (связь 7). После этого проверить правильность отскока от вертикальных линий и игроков. Изменяя сопротивление резистора *R3*, нужно убедиться в изменении скорости движения по горизонтали. Шайба не должна уходить за пределы площадки при любой скорости движения.

Переключатель *S1* должен находиться в положении, показанном на схеме, т. е. замкнутым на корпус.

Вновь следует закрыть транзистор микросборки *A1.1* и открыть транзистор *A1.2*. Изменяя сопротивление резистора *R5*, добиться такого положения шайбы, при котором она встанет на одну вертикаль с правым защитником. Закрыв транзистор *A1.2* и открыв

транзистор $A1.3$, резистором $R9$ необходимо установить шайбу на одну вертикаль с левым защитником.

Полностью восстанавливая схему, следует еще раз проверить правильность работы установочных триггеров. Уровни напряжения на конденсаторах $C1$ и $C2$ должны при движении шайбы соответствовать указанным на рис. 55. При нажатии кнопки $Уст.0$ (в счетчиках результата) шайба должна всегда занимать правое исходное положение у ворот. При попадании в ворота счет должен меняться в момент столкновения шайбы с линиями отскока (невидимы). Посмотреть их можно при прямой подаче сигналов с выходов элементов $D3.1, D3.2$ на смеситель сигналов.

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ИГРОКАМИ

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 56. Сигнал $ВУ$ с формирователя шайбы поступает на одновибратор, выполненный на микросхеме $D8$. Одновибратор формирует импульс, который через инвертор $D6.3$ проходит на формирователь игроков. При переключении переключателя $S1$ (см. рис. 46) сигнал электронного управления $ЭУ$ подается на элементы, определяющие положение игроков правой команды по горизонтали. Поскольку сигнал $ЭУ$ вырабатывается из вертикальной составляющей шайбы, положение игроков правой команды будет определяться положением шайбы по вертикали в данный момент времени. Иными словами, игроки будут следовать за шайбой и постоянно отражать ее на половину поля соперника. Если сейчас вступить в игру, то электронный соперник выиграет со счетом 19:0. Поэтому остальная часть схемы на рис. 56 построена с таким расчетом, чтобы шайба при определенных обстоятель-

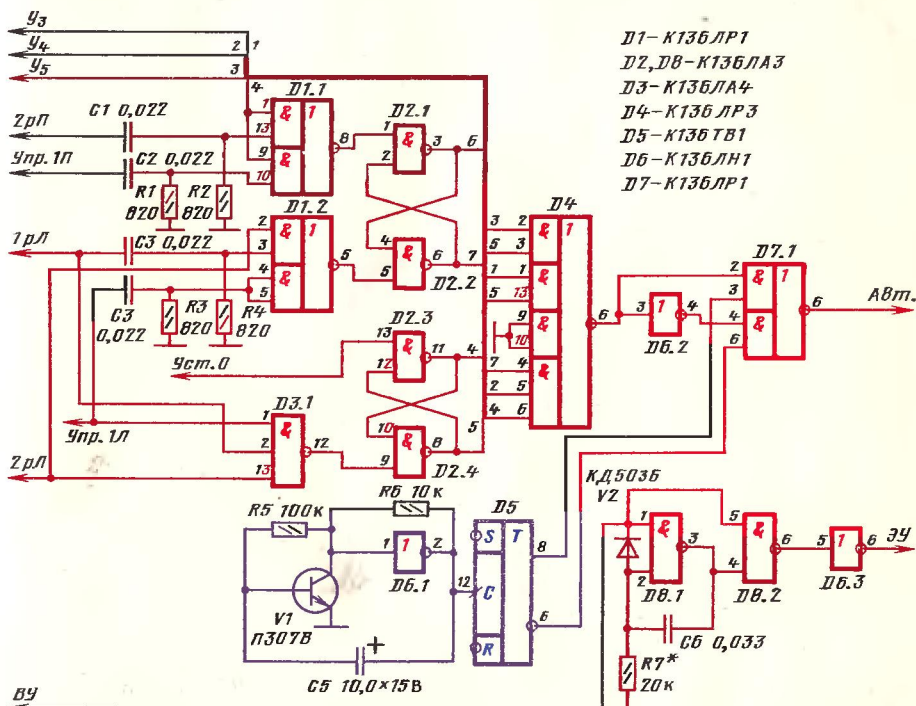


Рис. 56. Принципиальная схема устройства электронного управления игроками

ствах проходила как через нападающего, так и через защитника правой команды в ворота. С этой целью при включении приставки на триггер $D2.3, D2.4$ проходит импульс установки нуля $Уст.0$. На выходе элемента $D2.3$ устанавливается единица, которая открывает элемент $D1.1$, а ноль с выхода $D2.4$ закрывает вход (вывод $I3$) микросхемы $D4$.

Состояние RS -триггера на элементах $D2.1, D2.2$ может быть произвольным: если единичное – на выходе микросхемы $D4$ присутствуют импульсы y_5 , если нулевое – импульсы y_4 . Эти импульсы инвертируются элементом $D6.2$ и в противофазе подаются на элемент $D7.1$. На выходы $3, 5$ элемента $D7.1$ подан сигнал с JR -триггера $D5$. На вход синхронизации C триггера $D6$ поступают импульсы с генератора импульсов на транзисторе $V1$ и инверторе $D6.1$, выполненного по схеме, приведенной в [15]. Длительность импульсов на выходах триггера $D5$ около 2 с. Таким образом элемент $D7.1$ поочередно коммутирует импульсы y_5 (может и y_4) с частотой, определяемой импульсами триггера $D5$. На выход $D7.1$ проходит сигнал $Авт.$, который подается на узел логических операций. В разомкнутом положении переключателя $S1$ (см. рис. 55) импульсы $Авт.$ управляют устройством совпадения $D2.2$. Таким образом, импульсы y_5 (y_4) и \bar{y}_5 (\bar{y}_4) создают на площадке зоны, в которых шайба становится нечувствительной к игрокам правой команды. Эти зоны постоянно меняются вследствие коммутации их триггером $D5$ (рис. 56). Если игроки правой команды попадают в эту зону, то шайба не отражается, а проходит сквозь них.

Импульсы y_5 являются по частоте самыми низкими и создают на площадке самые большие зоны нечувствительности. Допустим, соперник забил электронной команде три гола. В этом случае на входе элемента $D1.2$ появляется дифференцированный импульс, по которому триггер на $D2.1, D2.2$ устанавливается в нулевое состояние. Блокируются импульсы y_5 , а на выходе $D4$ появляются импульсы y_4 . Это значит, что размер зон нечувствительности уменьшается и электронная команда будет успешнее отражать атаки на свои ворота. Триггер $D2.1, D2.2$ срабатывает каждый раз после 2, 3, 6, 7, 10, 12 голов в те и другие ворота.

Полная тактика игры электронной команды приведена в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Счет	Сигнал на выходе	Счет	Сигнал на выходе
Вариант 1		Вариант 2	
0:0	y_5	6:6	y_5
3:0	y_4	6:10	y_5
3:2	y_5	7:10	y_4
7:2	y_4	7:12	y_5
7:6	y_5	10:12	y_4
10:6	y_4	10:16	y_5
10:10	y_5	12:18	y_5
13:10	y_3		

При достижении соперником счета 13 независимо от счета правой команды триггер на элементах $D2.3, D2.4$ переключается и на выход $D4$ проходят импульсы y_3 . Зоны уменьшаются еще в два раза. Одновременно элемент $D1.1$ блокируется напряжением низкого уровня с выхода элемента $D2.3$. Таким образом, последние шесть голов приходится забивать всегда сильной команде. Если же счет до 13 не доходит, электронная команда продолжает играть в тактике y_5, y_4 до конца матча. Найти зоны нечувствительности при игре с электронной командой сложно, так как они постоянно меняются.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ "ЩЕЛЧКА"

Схема формирователя щелчка приведена на рис. 57. Он представляет собой мультивибратор, выполненный на элементах $D1, D2, 1$. На вход формирователя поступают сигналы из узла логических операций. После дифференцирования на конденсаторах $C1-C5$ и резисторах $R1-R10$ короткие импульсы запускают мультивибратор, который формирует отрицательный импульс длительностью около 700 мкс. С выхода элемента $D2, 2$ импульсы щелчка подаются на вход УЗЧ телевизора. Фон в громкоговорителе не прослушивается при отсутствии щелчков ввиду того, что исходное состояние элемента $D2, 2$ открытое и вход УЗЧ по существу соединен по переменной составляющей с корпусом. Закрывается элемент $D2, 2$ только в момент прохождения щелчка.

СМЕСИТЕЛЬ СИГНАЛОВ

Принципиальная схема смесителя показана на рис. 58. На элемент $D1, 1$ подаются импульсы синхросмеси положительной полярности. На входы элемента $D1, 2$ в отрицательной полярности поданы импульсы шайбы, площадки и игровых. Смесение всех сигналов происходит на выходе элемента $D1, 1$. Через конденсатор $C1$ сигнал изображения подается на выходное гнездо (см. формирователь цветových сигналов).

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ЦВЕТОВЫХ СИГНАЛОВ

Принципиальная схема формирователя приведена на рис. 59. На вход шифратора, выполненного на элементах $D1, 1 - D1, 3$, подаются сигналы шайбы, линий пло-

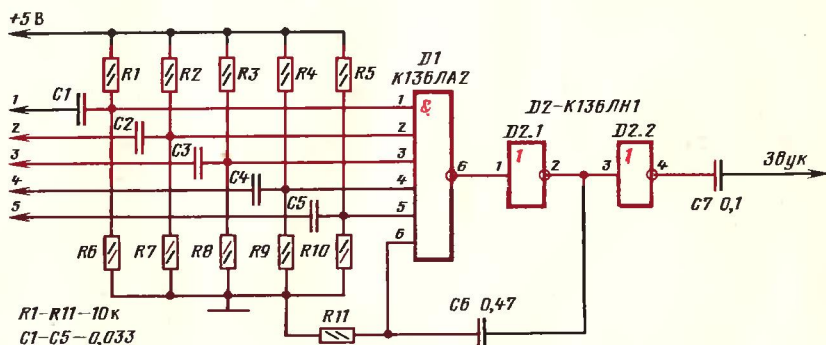


Рис. 57. Принципиальная схема формирователя щелчка

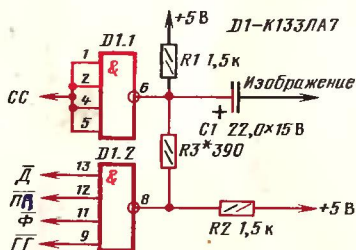


Рис. 58. Принципиальная схема смесителя сигналов

щадки, игроков левой и правой команд и счета. На выходе шифратора формируется трехразрядный двоичный код цвета элементов изображения, который поступает на выходные элементы $D2, 1 - D2, 3$. Выходные сигналы цвета элементов изображения соответствуют табл. 4. При достижении любой командой счета 19 со счетчиков результата приходят сигналы $19Л$ или $19П$, которые закрывают элемент $D4, 1$ и цвет счета меняется с желтого на красный.

Таблица 4

Элемент изображения	Цвет	Уровень напряжения на выходах $D2$		
		R	G	B
Шайба	Белый	0	0	0
Игроки команды левой	Синий	1	1	0
		0	1	0
Площадка	Зеленый	1	0	1
		0	0	1
Счет: от 0 до 18	Желтый	0	0	1
		0	1	1

Штепсельная часть разъема $X1$ — типа СШ-5. Общий (корпусной) провод приставки соединяют с корпусом вилки.

Общий вид игрового поля в игре "Хоккей" приведен на рис. 60.

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ИГРОВАЯ ПРИСТАВКА "СКАЧКИ"

АЛГОРИТМ РАБОТЫ И СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

Телевизионная приставка "Скачки" обеспечивает на экране телевизора игровую ситуацию, аналогичную состязанию наездников в преодолении препятствий.

Для вывода изображения игры — получения идентичных изображений в различных не пересекающихся между собой частях (зонах) телевизионного растра — применяется

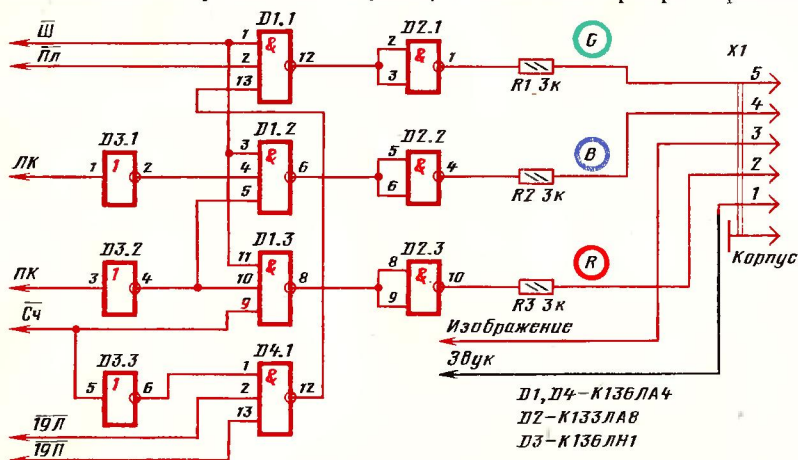


Рис. 59. Принципиальная схема формирователя цветных сигналов

метод (принцип) зоновой коммутации. Он обеспечивает последовательную во времени обработку и формирование сигналов, что позволяет в конечном итоге значительно сократить число логических устройств в приставке.

Телевизионный растр разделяется на зоны с помощью импульсов коммутации зон (импульсов ЗИ), временное положение которых относительно кадровых (или строчных) синхроимпульсов должно быть жестко определено. Игровое поле разбито на четыре горизонтальные зоны (дорожки), на которых находятся "всадники", управляемые игроками. Изображения дорожек выполнены в виде штриховых линий, на которые через отдельные интервалы нанесены препятствия (вертикальные отметки). На игровом поле нанесена также отметка "финиша" (прямоугольник). В исходном состоянии у линии старта на каждой светлой дорожке изображен силуэт лошади с наездником (в профиль). По команде *Пуск* включается блок горизонтального смещения (справа налево) изображения дорожек с препятствиями, а блок мультипликации формирует бег лошадей.

Во время игры каждый играющий управляет одной кнопкой, включая которую можно имитировать прыжок лошади с всадником. При удачном прыжке лошадь с всадником перемещается слева направо, при преждевременном или запоздалом нажатии кнопки игроком лошадь ударяется о препятствие и перемещение замедляется — неудачный прыжок. При значительном числе неудачных прыжков обратное смещение всадника с лошадью может вновь привести его на линию старта.

Упрощенная схема алгоритма игровой приставки "Скачки" показана на рис. 61. В начале игры производится выбор режима (блок 1), т. е. выбирается скорость перемещения препятствий и пропорциональная ей скорость прыжка лошади. Наличие импульсов коммутации зон определяется блоком 2, а счет импульсов коммутации зон и определение номера зоны — счетчиком номера зоны (блок 3). Установка этого счетчика в нулевое состояние во время прохождения кадрового синхроимпульса не показана. Блок 3 включает канал n -го игрока, а блок 5 осуществляет обработку и формирование соответствующих динамических сигналов. Блок 6 производит проверку условия достижения финиша. При выполнении этого условия любым из наездников формируется сигнал окончания игры. Невыполнение заданного условия приводит к повторению описанного цикла.

Данная схема не поясняет обработку и формирование динамических сигналов, поэтому необходимо рассмотреть дополнительно алгоритм обработки входных сигналов для одной выбранной зоны (рис. 62).

Динамическое изображение всадника с лошадью формируется методами телевизионной мультипликации из трех групп изображения. В первую группу входят изобра-

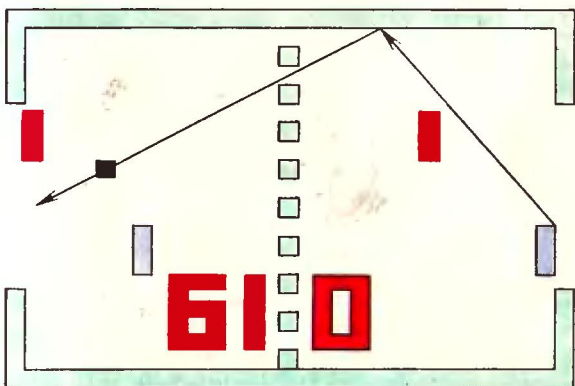


Рис. 60. Общий вид игрового поля в игре "Хоккей"

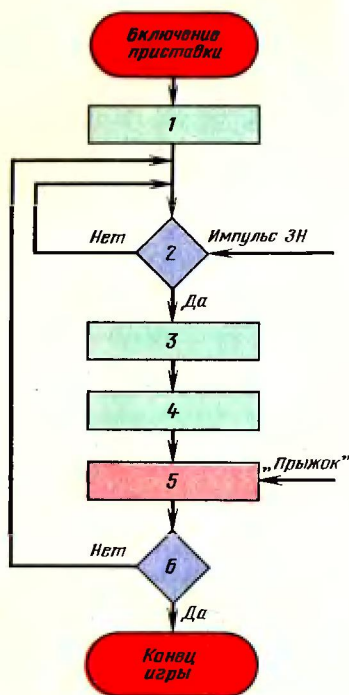


Рис. 61

Рис. 61. Упрощенный алгоритм работы телеигры "Скачки":

1—выбор режима; 2—наличие импульса ЗН; 3—счет зон; 4—включение канала n -го игрока; 5—обработка и формирование сигналов; 6—достижение финиша

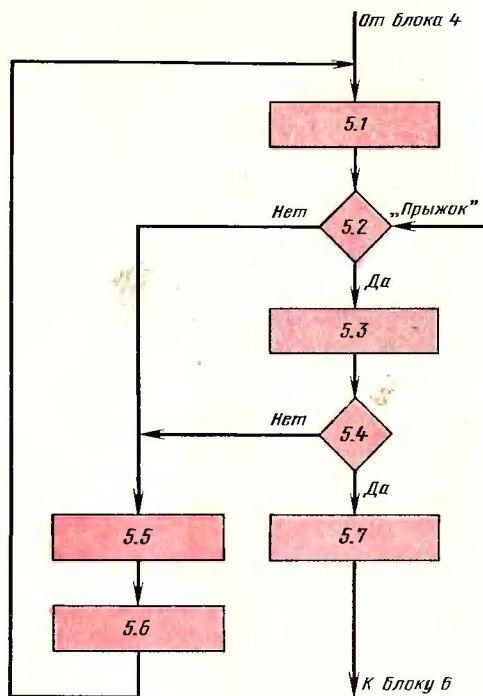


Рис. 62

Рис. 62. Алгоритм создания динамических изображений в игре "Скачки":

5.1—включение изображений первой группы; 5.2—включение прыжка; 5.3—включение изображений первой и второй групп; 5.4—преодоление препятствия; 5.5—включение изображений третьей группы; 5.6—смещение влево; 5.7—смещение вправо

жения, имитирующие перемещение лошади в отсутствие препятствия (галоп) и соответствующее положение наездника. При нажатии игроком кнопки включается вторая группа изображений, имитирующих прыжок лошади и прижатие наездника к лошади. При несвоевременном нажатии кнопки включается третий вид изображений, имитирующий падение наездника. Включение третьего вида изображений автоматически приводит к смещению формируемого изображения влево и через некоторое время к включению первого вида изображений.

Последующая часть алгоритма реализует удачные действия игрока и успешное преодоление препятствий. После успешного преодоления препятствия формируемое изображение смещается вправо и включается первая группа изображений.

Структурная схема приставки приведена на рис. 63. Синхрогенератор СГ вырабатывает сигналы синхрогенерации и наборы сигналов x и y . Сигналы x и y используются в формирователях дорожек ФД, финиша ФФ и препятствий ФПр. Счетчик зон СЗ кодирует горизонтальные зоны и обеспечивает поочередную обработку сигналов. Графогенератор ГГ формирует в каждой зоне динамическое изображение лошади и наездника. Узел управления прыжком УПр воспроизводит код всех фаз прыжка лошади. Положение лошади по горизонтали определяется узлом положения УПл. Алгоритм игры реали-

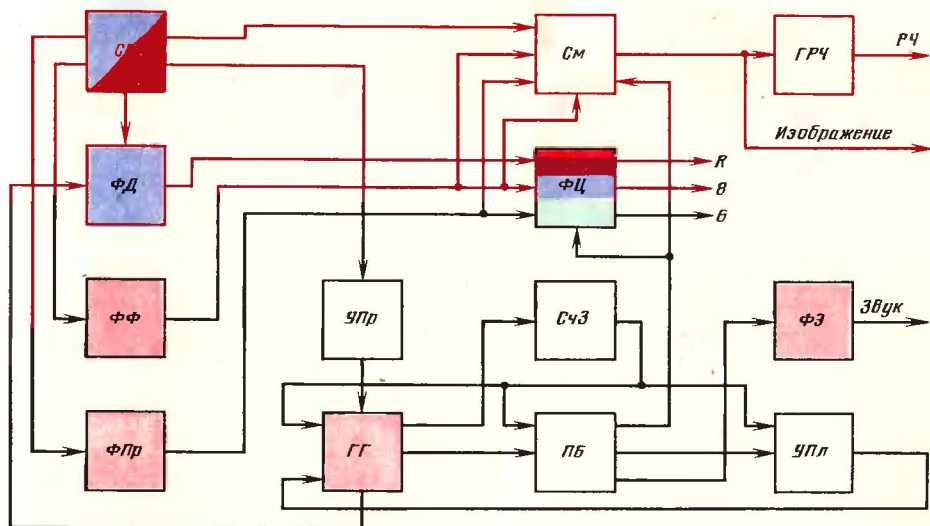


Рис. 63. Структурная схема игровой приставки "Скачки"

зуется программным блоком *ПБ*. Звуковые эффекты создаются формирователем звуковых эффектов *ФЭ*. В смесителе *СМ* происходит смешение сигналов синхронизации с сигналами дорожек, финиша, препятствий и лошадей. С выхода *Изображение* сигнал изображения можно подать на усилитель черно-белого телевизора или на *ГРЧ*. С выхода формирователя цветных сигналов *ФЦ* сигналы подаются на усилители сигналов изображения цветного телевизора.

ГРАФОГЕНЕРАТОР

Графогенератор является основным узлом, определяющим сложность игровой приставки в целом. Как известно, синхрогенератор создает на растре дискретную сетку, где положение каждого элемента изображения фиксировано и привязано к коду переменных x и y . В данном случае изображение лошади и наездника на всех фазах прыжка уместается в матрице, содержащей 8×10 элементов (рис. 64).

Такое изображение формируется логической матрицей, для управления которой необходим блок выборки адреса, представляющей собой дешифратор, число выходов которого равно числу входов логической матрицы. Чтобы получить изображение в определенном месте экрана, необходим узел тактирования, преобразующий параллельный выходной код логической матрицы в последовательный код элементов изображения. Таким образом, блок выборки адреса должен иметь десять, узел тактирования восемь разрядов.

Принципиальная схема узлов, обслуживающих логическую матрицу, показана на рис. 65. Узел тактирования выполнен на микросхемах *D3*, *D4* и элементах *D1.1*, *D2.1*–*D2.3*, блок выборки адреса – на микросхемах *D6*, *D7* и элементах *D2.4*, *D5.1*, *D5.2*, *D5.4*, *D1.2*. Их совместную работу удобно рассматривать с момента совпадения импульсов u_5 и \bar{u}_8 на элементе *D2.3*. При совпадении импульсов на выходе *D2.3* появляется отрицательный импульс, который изменяет состояние триггера на элементах *D2.1*, *D2.2*. Снимается блокировка по входам *R* триггеров *D3*, *D4.1* и открывается элемент *D2.4*. Начальное состояние триггеров узла тактирования 000 и в момент прихода импульса сравнения *Ср* с узла положения лошади на элемент *D2.4* срабатывает триггер

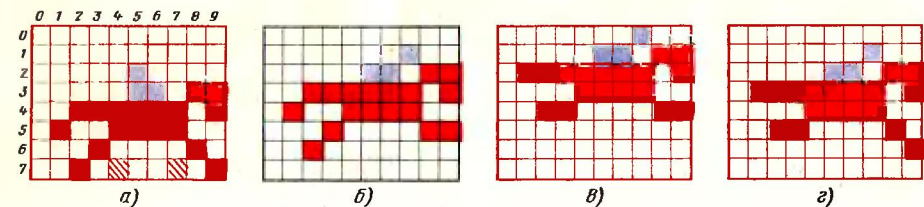


Рис. 64. Матрица графогенератора для разных фаз прыжка лошади

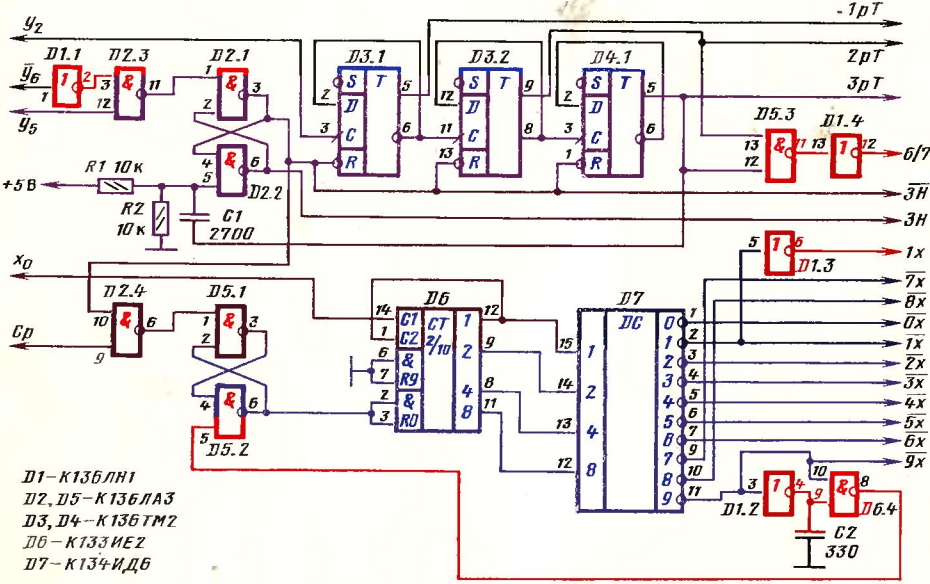


Рис. 65. Принципиальная схема узла тактирования и блока выборки адреса

на элементах $D5.1, D5.2$. На входе RO счетчика $D6$ устанавливается нуль и импульсы x_0 , поступающие на вход $C1$, подсчитываются счетчиком. С выходов $D6$ четырехразрядный код поступает на дешифратор $D7$, на выходе которого формируется набор сигналов выборки адреса $0x - 9x$. По окончании действия сигнала $9x$ формирователь на элементах $D1.2, D5.4$ вырабатывает короткий отрицательный импульс, по которому триггер $D5.1, D5.2$ возвращается в исходное состояние. Счетчик блокируется, а на выходе подтверждается код 0000, по которому дешифратором выбирается шина $0x$. Работа логической матрицы при этом не искажается, так как по этому адресу элемент изображения не возбуждается (см. рис. 64).

На вход триггера $D3.1$ поданы сигналы y_2 , поэтому узел тактирования также последовательно принимает состояние от 000 до 111. В каждом из восьми тактов происходит запуск блока выборки адреса по приходу импульса cp . По окончании цикла тактирования с прямого выхода D -триггера $D4.1$ снимается импульс, по которому после дифференцирования цепью $R1, R2, C1$ триггер $D2.1, D2.2$ возвращается в первоначальное состояние. Повторный запуск возможен только после следующего прихода импульсов y_5, \bar{y}_6 . Из рис. 66 видно, что узел тактирования запускается 4 раза в течение одного кадра, что соответствует формированию изображения на четырех дорожках.

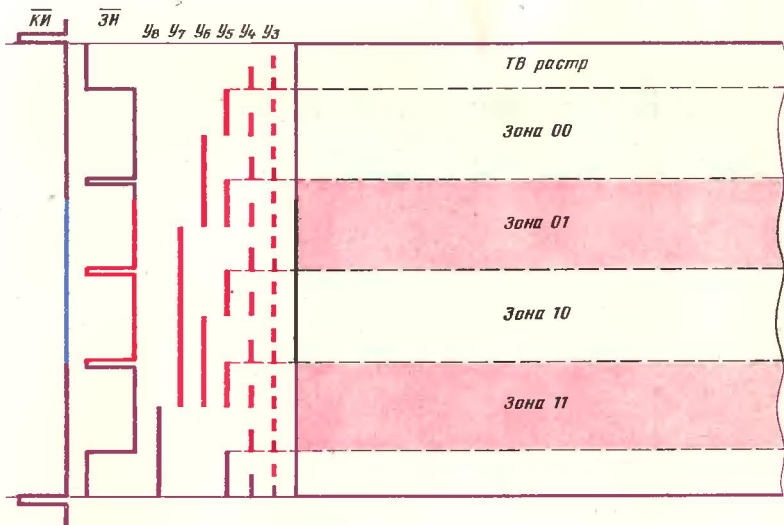


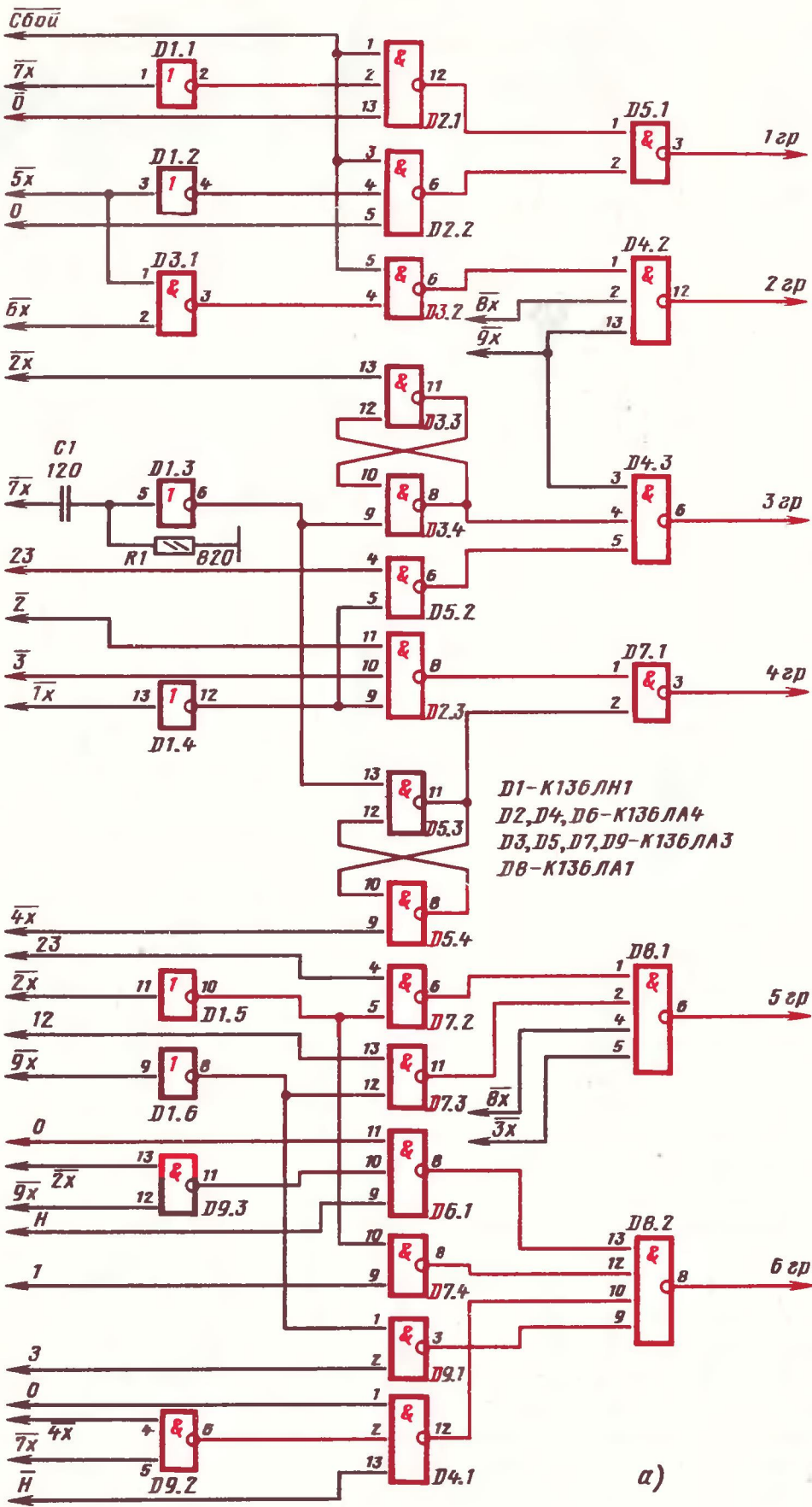
Рис. 66. Зоны формирования изображения матрицы

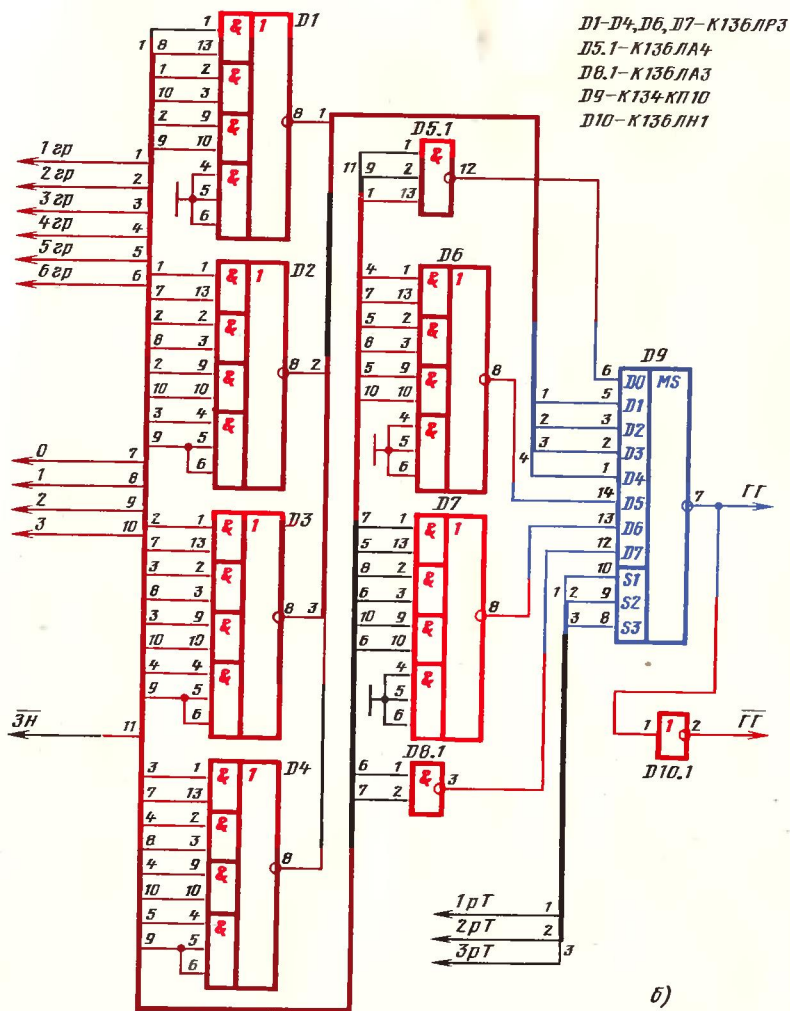
Из рассмотрения рис. 64 следует, что для изображения бегущей лошади и наездника необходимо подсветить 21 элемент изображения. При прыжке изображение должно смещаться вверх по вертикали на один элемент в первой фазе прыжка, на два элемента во второй и на один элемент — в третьей. Наиболее просто это можно реализовать при помощи мультиплексирования сигналов, соответствующих элементам изображения матрицы.

Принципиальная схема логической матрицы приведена на рис. 67. На рис. 67, а показана часть матрицы, которая по управляющим сигналам формирует шесть групп элементов изображения (1 гр — 6 гр), соответствующих шести строкам по вертикали со второй по седьмую. Элементы $D1.1$, $D2.1$ и $D1.2$, $D2.2$ формируют вторую строку матрицы. На вход указанных элементов поступают сигналы с блока выборки адреса и с дешифратора прыжка, показанного на рис. 68. На вход дешифратора $D1$ могут быть поданы следующие коды двоичных разрядов: 00 — бег лошади; 01 — начало (первая фаза) прыжка; 10 — середина (вторая фаза) прыжка; 11 — окончание (третья фаза) прыжка. На выходе дешифратора прыжка формируется ряд сигналов, необходимых для перекодировки логической матрицы в процессе смены зон (более подробно рассмотрено далее) и при прыжке.

Третья строка матрицы формируется элементами $D3.1$, $D3.2$ и $D4.2$ (см. рис. 67, а). Сигнал "Сбой" возникает при неудачном прыжке и, закрывая элементы $D2.1$, $D2.2$ и $D3.2$, приводит к временному исчезновению изображения наездника на экране. Четвертая строка формируется элементами $D3.3$, $D3.4$, $D1.3$ и $D5.2$, $D4.3$; пятая — триггером на элементах $D5.3$, $D5.4$ и элементами $D1.4$, $D2.3$, $D7.1$; шестая — элементом $D8.1$ и элементами $D1.5$, $D1.6$, $D7.2$, $D7.3$. Последняя седьмая строка формируется элементами $D9.3$, $D9.2$ и $D6.1$, $D4.1$ в фазе бега лошади и элементами $D7.4$, $D9.1$ в фазе прыжка. На элементе $D8.2$ происходит логическое суммирование элементов строки. Имитация бега лошади создается поочередным переключением элементов $D6.1$, $D4.1$ импульсами из формирователя препятствий с частотой около 1,5 Гц.

Шесть групп сигналов подаются далее на коммутатор прыжка (рис. 67, б), который по командам от дешифратора прыжка сдвигает все строки матрицы на одну или две строки вверх. Коммутатор прыжка выполнен на микросхемах $D1$ — $D4$, $D6$, $D7$ и эле-





б)

Рис. 67. Принципиальная схема логической матрицы

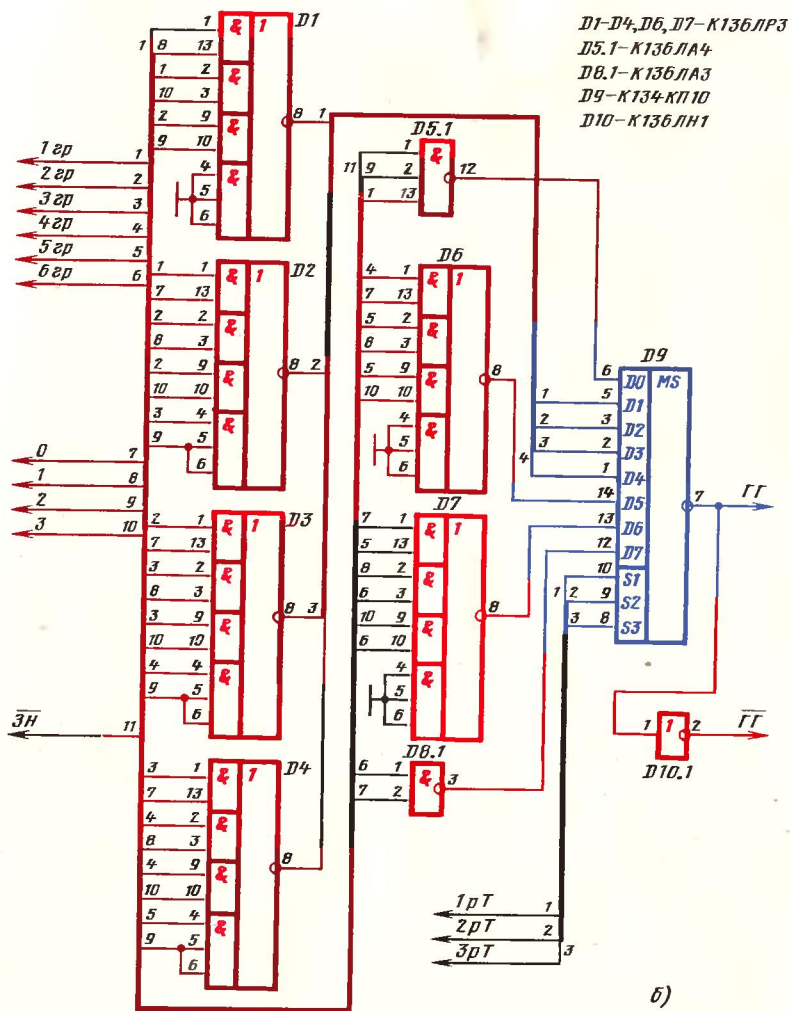


Рис. 67. Принципиальная схема логической матрицы

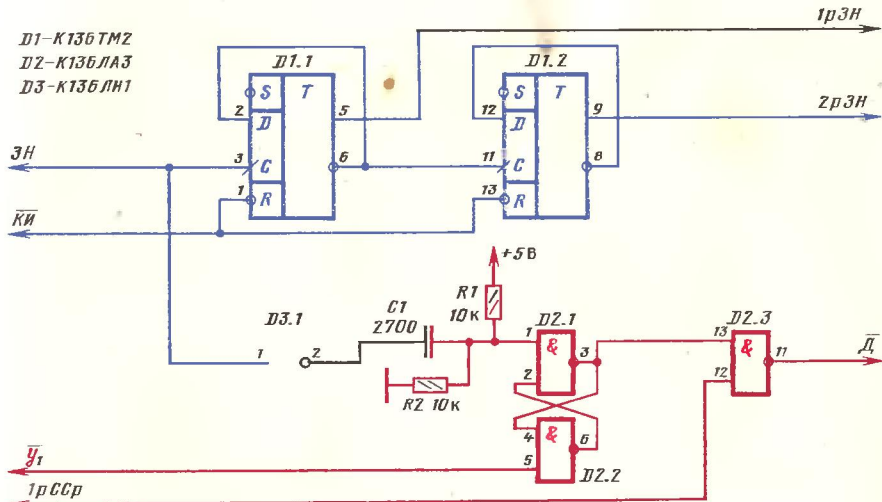


Рис. 69. Схема счетчика зон и формирователя дорожек

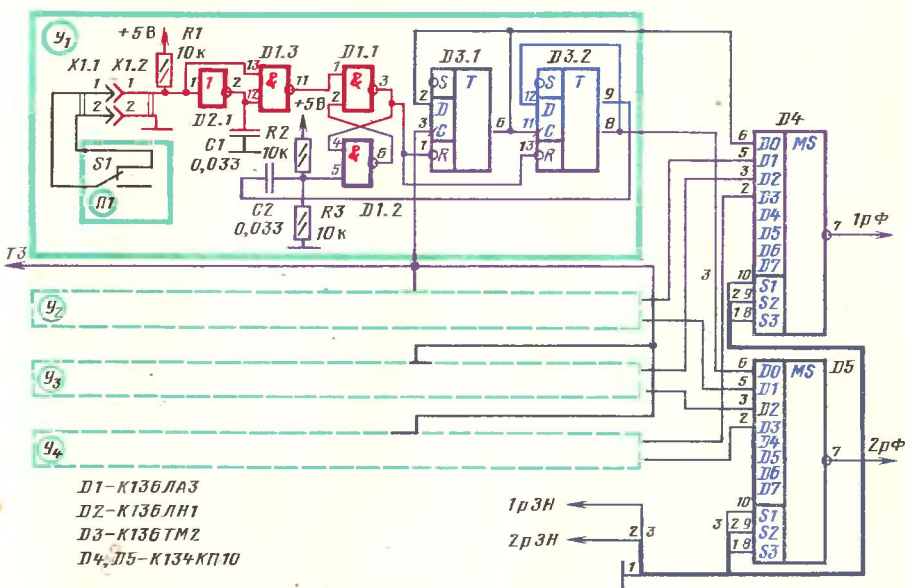


Рис. 70. Принципиальная схема узла управления лошастью

Инверсные сигналы с выходов микросхемы *D3*, а также с остальных устройств управления прыжком подаются на мультиплексоры *D4*, *D5*. На адресные входы мультиплексоров подан двоичный код со счетчика зоны (см. рис. 69). Таким образом мультиплексоры поочередно в соответствии с кодом зоны выводят код прыжка каждого из устройств управления прыжком на дешифратор прыжка (см. рис. 68).

Если играющий удерживает кнопку *S1* в нажатом состоянии некоторое время, большее чем время возврата *RS*-триггера в исходное состояние, то при отпуске

кнопки из-за дребезга контактов возможен повторный запуск D -триггеров, т. е. повторный прыжок лошади. Это дополнительный фактор занимательности игры.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ФИНИША

Схема формирователя показана на рис. 71. На элементе $D1$ выделяется сигнал изображения финиша, который, пройдя инвертор $D2, 1$, поступает на устройство совпадения $D3, 1$. На второй вход устройства совпадения подаются импульсы с графогенератора. При совпадении импульсов финиша с импульсами изображения лошади и наездника отрицательный импульс с выхода $D3, 1$ опрокидывает триггер на элементах $D3, 2$, $D3, 3$. С выхода триггера напряжение низкого уровня поступает в формирователь препятствий.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ПРЕПЯТСТВИЙ

Принципиальная схема формирователя препятствий приведена на рис. 72. Он состоит из шестизрядного счетчика на микросхемах $D1-D3$ и устройства сравнения двух шестизрядных кодов на микросхемах $D6, D8-D10, D5$ и элементах $D7, 1, D7, 2$ и $D4, 1$.

При включении приставки с узла положения лошади (см. рис. 74) в формирователь приходит сигнал установки $Уст.$, который подается на входы R триггеров счетчика и устанавливает их в нуль. После нажатия кнопки $S1$ Пуск в формирователе финиша (см. рис. 71) снимается запрет со входа элемента $D7, 3$ (рис. 72) и в зависимости от положения переключателя $S1$ импульсы с частотой 50, 25 или 12,5 Гц с выхода делителя кадровой частоты подаются на вход счетчика (схема делителя кадровой частоты показана на рис. 73). Счетчик в формирователе работает в режиме сложения и код числа возрастает от 000000 до 111111. С прямых выходов триггеров счетчика сигналы подаются на один из входов устройства сравнения. На вторые входы подан набор инверсных сигналов $x_0 - x_5$. При равенстве кода счетчика и кода сетки частот \bar{x} на входы элемента $D5$ подаются напряжения высокого уровня. На вход $I2$ подается сигнал $6/7$, который определяет положение и высоту препятствия. С выхода $D5$ сформированный инверсный сигнал препятствия $\overline{ПП}$ проходит на смеситель сигналов, а прямой сигнал с выхода инвертора $D4, 1$ — в программный блок. Поскольку код счетчика под влиянием входных импульсов постоянно меняется, то меняется и положение препятствий на экране по горизонтали. Создается иллюзия движения препятствий справа налево. В течение развертки одной строки устройство сравнения формирует дважды сигнал препятствия, это значит, что в двух определенных местах на дорожке будут изображены

препятствия. Скорость движения препятствий можно менять, устанавливая переключатель $S1$ в положение, соответствующее меньшей частоте. По достижении игроками финиша на вход формирователя приходит инверсный сигнал $Stop$, по которому блокируется элемент $D7, 3$ и препятствия перестают двигаться.

С выходов триггеров счетчика снимаются сигналы, которые используются в ряде звуковых эффектов для создания "топота" лошадей ($T1-T3$), для переключения ног лошадей в логической матрице (H, \bar{H}) и прыжка лошади ($T3$).

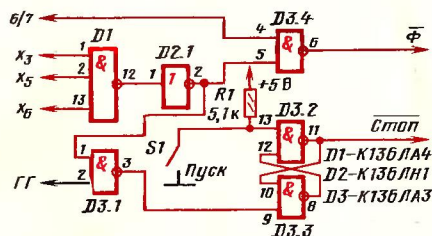


Рис. 71. Схема формирователя финиша

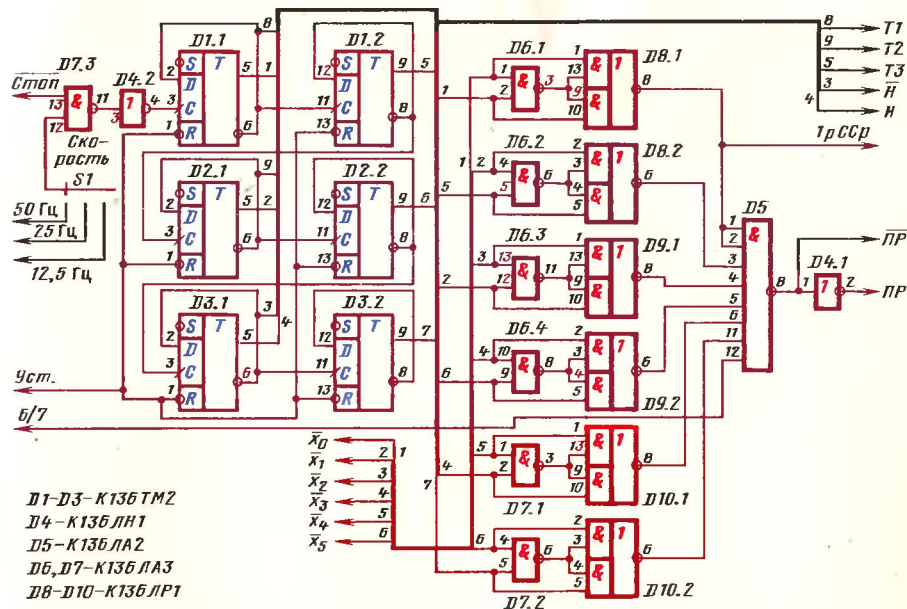


Рис. 72. Принципиальная схема формирователя препятствий

УЗЕЛ ПОЛОЖЕНИЯ ЛОШАДИ

Принципиальная схема узла приведена на рис. 74. Его основное назначение — сформировать импульсы сравнения, по которым графогенератор воспроизводит изображение лошади. Импульсы должны обеспечивать независимое смещение каждой лошади по горизонтали в пределах от старта до финиша.

Узел состоит из четырех однотипных реверсивных шестиразрядных счетчиков (см. рис. 16), коммутатора кодов на мультиплексах $D1-D6$ и устройства сравнения на микросхемах $D7-D13$.

Работает узел следующим образом. При включении приставки на входе элемента $D8, 3$ некоторое время удерживается напряжение, меньшее напряжения высокого уровня. Этого достаточно, чтобы на выходе элемента $D8, 4$ сформировался отрицательный импульс, по которому производится запись в счетчиках начального кода 110111. Код соответствует положению лошадей на старте (с левой стороны экрана). На входы мультиплексов поданы шестиразрядные коды чисел, соответствующие положению каждой лошади по горизонтали. Однако вывод кода на устройство сравнения осуществляется поочередно кодом номера зоны, поданным на адресные входы мультиплексов. На выходах микросхем $D1-D6$ выбранный код сравнивается с набором импульсов горизонтальной дискретизации раstra. При равенстве кодов на выходе элемента $D13, 1$ формируется импульс,

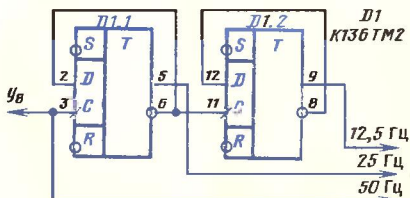


Рис. 73. Схема делителя импульсов

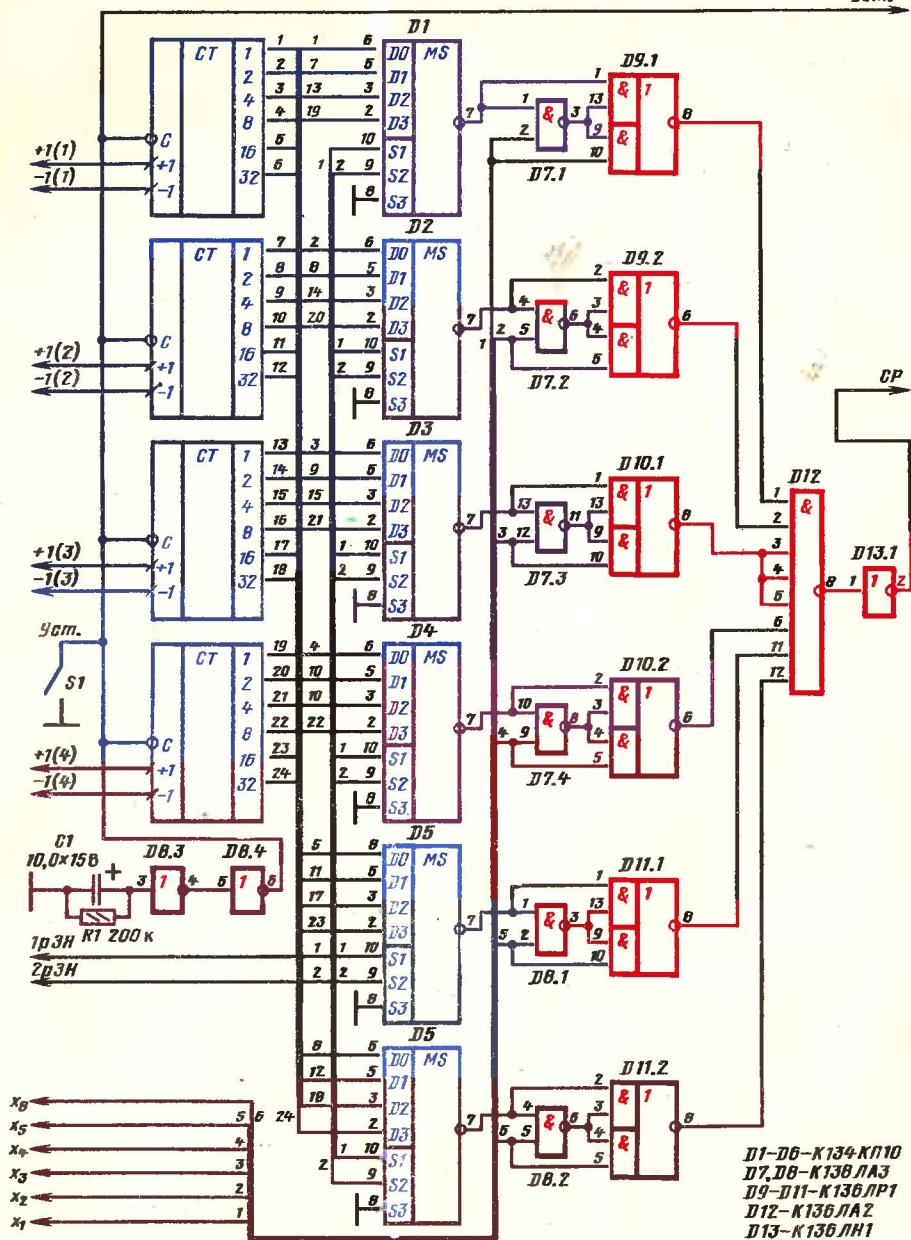


Рис. 74. Принципиальная схема узла положения лошади

который и поступает в блок выборки адреса (см. рис. 65). В течение кадра по числу зон вырабатывается четыре импульса.

Поскольку мультиплексоры инвертируют входной код, увеличение кода любого счетчика приводит к смещению лошади влево, а уменьшение кода — к смещению лошади вправо.

ПРОГРАММНЫЙ БЛОК

Программный блок обрабатывает входные сигналы и выдает сигналы управления на ряд узлов по заданному алгоритму. Основная трудность обработки сигналов заключается в том, что сигналы препятствий, лошадей, а также импульсы сравнения с узла положения лошади хотя и проходят каждый по своим цепям, но это сигналы динамические и в пределах цепи они смешаны. Необходимо выделить сигналы для каждой зоны, а затем уже их обработать.

Принципиальная схема программного блока показана на рис. 75. Блок состоит из дешифраторов $D1-D3$, устройств совпадения на элементах $D4, I-D4, 3$, мультиплексора сигнала *Сбой* (DS) и четырех формирователей импульсов счета $+1$ и -1 . Формирователи идентичны, поэтому на рис. 75 показан один из них, в данном случае — предназначенный для верхней (первой) дорожки.

Работает программный блок следующим образом. При нажатии кнопки *Уст.* (в узле положения лошади) на элемент $D8, I$ приходят единичные сигналы и на выходе устанавливается ноль. Элемент $D9, I$ блокируется и импульсы $+1$ на выход блока не поступают. Этим устраняется сдвиг лошади назад (влево) при столкновении с препятствиями на старте. Первые три шага возможны только вперед. Как только в третьем

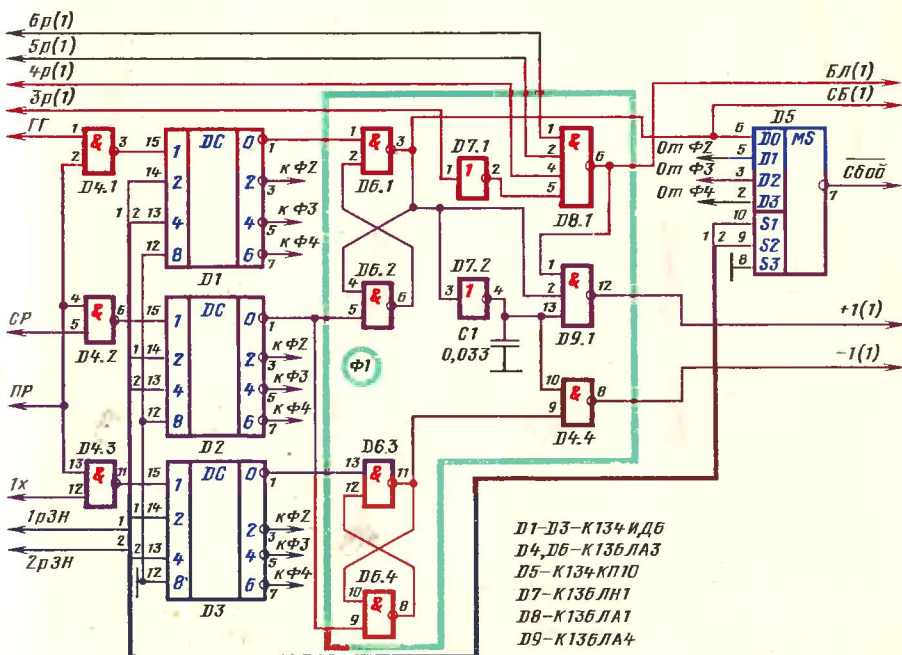


Рис. 75. Принципиальная схема программного блока

разряде реверсивного счетчика в узле положения лошади установится напряжение высокого уровня. На выходе элемента $D8.1$ устанавливается единица и на элементах $D7.2$, $D9.1$ разрешается формирование импульса счета +1.

Триггеры $D6.1$, $D6.2$ и $D6.3$, $D6.4$ устанавливаются в исходное (нулевое) состояние импульсами с дешифратора $D2$. На вход младшего разряда дешифратора $D2$ поступают отрицательные импульсы, возникающие в результате совпадения импульсов препятствий и импульсов сравнения. На следующие два входа поступает код номера зоны. В зависимости от номера зоны сигнал появляется на 0, 2, 4 или 6 шине дешифратора. На выходе элемента $D6.1$ формируется нуль, а на выходе инвертора $D7.2$ — единица, и элемент $D4.4$ подготовлен к выдаче на выход блока импульса -1.

При совпадении сигнала препятствия и сигнала первого элемента горизонтальной строки матрицы на вход младшего разряда дешифратора $D3$ подаются отрицательные импульсы. В зависимости от номера зоны выходной сигнал также появляется на одном из выходов дешифратора $D3$. Пусть код номера зоны 00. Тогда срабатывает триггер на элементах $D6.3$, $D6.4$ и на выходе элемента $D4.4$ устанавливается нуль. Возврат этого триггера в исходное состояние происходит, как описано ранее, по сигналам с дешифратора $D2$. Таким образом формируется импульс счета -1 (рис. 76). Импульс -1 подается в узел положения лошади и приводит к смещению формируемого изображения на один шаг вправо.

Импульс -1 вырабатывается при отсутствии столкновения лошади с препятствием. При столкновении лошади с препятствием на одном из выходов дешифратора $D1$ (рис. 75) появляются отрицательные импульсы, которые (при коде номера зоны 00) устанавливают триггер на элементах $D6.1$, $D6.2$ в единицу. На выходе инвертора $D7.2$ устанавливается напряжение низкого уровня, запрещая прохождение через элемент $D4.4$ импульсов -1. Формирователь импульсов на элементах $D7.2$, $D9.1$ (при единичном состоянии элемента $D8.1$) формирует короткий отрицательный импульс +1, который поступает также в узел положения лошади и приводит к смещению изображения на один шаг влево. Сигнал *Сбой* формируется при совпадении препятствий с любым элементом изображения лошади, поэтому импульс -1 на выходе элемента $D4.4$ формируется только при полном отсутствии сбоя, что обеспечивается задержкой появления единицы на выходе инвертора $D7.2$ за счет конденсатора $C1$.

Мультиплексор $D5$ получает сигналы сбоя из четырех формирователей импульсов счета и собирает их в общую линию. Затем сигнал *Сбой* подается на логическую матрицу

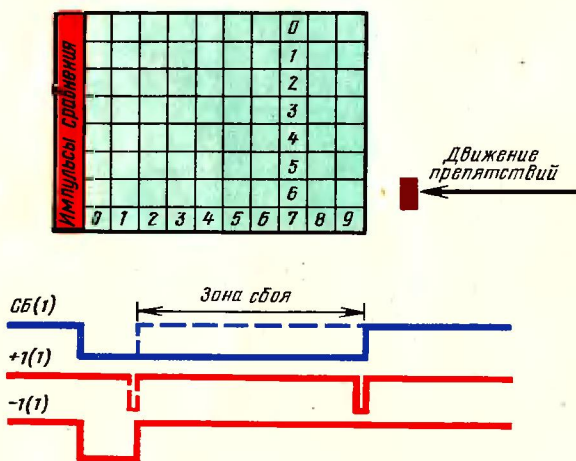


Рис. 76. Принцип формирования импульсов счета +1 и -1

и в формирователь цвета. Ряд сигналов программного блока используется в формирователе звуковых эффектов.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ЗВУКОВЫХ ЭФФЕКТОВ

Принципиальная схема формирователя приведена на рис. 77. Генератор звуковой частоты (около 2 кГц) выполнен на транзисторе $V1$ и элементах $D1.1, D1.2$. С выхода инвертора $D1.2$ импульсы поступают на четырехразрядный счетчик, выполненный на D -триггерах $D2.1, D2.2, D3.1, D3.2$. С инверсных выходов триггеров сигналы поступают на устройство совпадения $D5.1 - D5.3, D6.1$. Сигнал высокого тона соответствует верхней лошади, самый низкий – нижней лошади, остальные – промежуточным лошадям.

На старте импульсом блокировки $БЛ(1) - БЛ(4)$ запрещена звуковая сигнализация при неудачном прыжке лошади. На трассе на элементы $D5.1 - D5.3, D6.1$ подается сигнал сбоя каждой лошади $СБ(1) - СБ(4)$, который разрешает прохождение импульсов звуковой частоты на вход ЗЧ телевизора. Топот лошадей вырабатывается элементами $D4.1 - D4.4$, на входы которых подаются сигналы $T1 - T3$ с формирователя препятствий и сигнал y_5 с синхрогенератора. Транзистор $V3$ суммирует составляющие сигнала топота. Сформированный сигнал топота с коллектора транзистора $V3$ смешивается с звуковыми сигналами сбоя лошадей. Резистором $R1$ устанавливают исходную частоту генератора звуковой частоты.

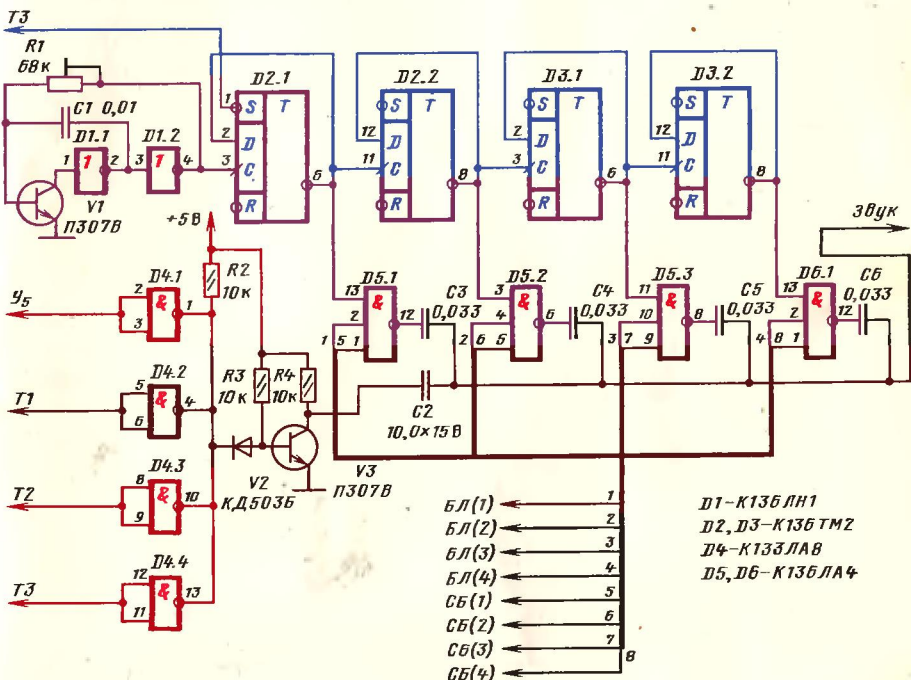


Рис. 77. Принципиальная схема формирователя звуковых эффектов

Схема смесителя приведена на рис. 78. Принципиально она не отличается от аналогичного смесителя сигналов в игре "Хоккей", показанного на рис. 58. На вход элемента *DI. 2* подаются инверсные сигналы дорожек *Д*, препятствий *ПР*, финиша *Ф* и сигналы графогенератора *ГГ*. На вход элемента *DI. 1* поступают сигналы синхронизации. Полный сигнал изображения формируется на выходе элемента *DI. 1* и через конденсатор *С1* подается на выход приставки.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ЦВЕТОВЫХ СИГНАЛОВ

Принципиальная схема формирователя показана на рис. 79. Выходные сигналы цвета элементов изображения игры соответствуют приведенным в табл. 5. Дешифратор *DI* из общего сигнала графогенератора выделяют сигналы отдельных лошадей. При этом на выходе 0 дешифратора — сигнал первой (верхней) лошади, на выходе 2 — второй, на выходе 4 — третьей и на выходе 6 — нижней (четвертой). При сбое на входы шифратора, выполненного на элементах *D2. 1*, *D2. 2*, *D3. 1* подается напряжение низкого уровня, и

Таблица 5

Элемент изображения	Цвет	Уровень напряжения на выходах микросхемы D_6		
		R	G	B
Первая лошадь	Зеленый	0	0	1
Вторая лошадь	Красный	0	1	1
Третья лошадь	Синий	1	1	0
Четвертая лошадь	Желтый	0	0	1
При сбое				
Любая лошадь	Белый	0	0	0
Дорожки	Голубой	1	0	0
Финиш	Пурпурный	0	1	0
Препятствия	Пурпурный	0	1	0

окраска лошади, определенной кодом зоны, меняется с цветной на белую. На элементе *D4. 1* суммируются инверсные сигналы финиша *Ф* и препятствий *ПР*. Полный цветовой сигнал, а также сигналы синхронизации и звуковых эффектов поступают на разъем *X1*.

Общий вид изображения на экране телевизора при игре в "Скачки" показан на рис. 80.

СОВЕТЫ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ПРИСТАВОК

Вопросы, связанные с конструкцией и монтажом игровых приставок, здесь подробно не рассматриваются. В зависимости от имеющейся элементной базы каждый радиолюбитель конкретно решит эту задачу. Однако любая конструкция должна обеспечивать эффективный отвод тепла от микросхем. Микросхемы средней степени интеграции, потребляющие значительно большие токи, должны располагаться в непосредственной близости от вентиляционных отверстий. При выборе элементной базы предпочтение надо отдать элементам с малым потреблением мощности. Полностью

выполнить приставку на таких микросхемах, как правило, не удастся из-за ограниченной номенклатуры серии и малой нагрузочной способности микросхем.

В приставках возможна прямая замена микросхем серий К133, К136 на более распространенные К155 (см. табл. 6). Вместо микросхем К134КП10 можно применять микросхемы К155КП5, КМ155КП5, К155КП7, КМ155КП7, вместо К134ИД6—К155ИД1, КМ155ИД1 (при условии согласования ТТЛ-уровней) и К155ИД3. КМ155ИД3 (с инвертированием выходного сигнала). Цоколевка микросхем этих серий не совпадает, что необходимо учитывать при монтаже. Кроме того, микросхемы серии К155 потребляют значительно больший ток (в 3–5 раз больший, чем К136, и примерно в 10 раз больший, чем К134), что потребует источника питания большей мощности. Диоды КД503Б можно заменить любыми кремниевыми высокочастотными диодами (Д220, Д223, КД521 и т. д. с любыми буквенными индексами).

Наиболее удобным видом монтажа следует считать монтаж на унифицированных печатных платах с площадками для установки микросхем. Соединения между выводами отдельных элементов схем делаются короткими тонкими изолированными проводниками. Питающие напряжения должны разводиться проводниками с возможно более низким сопротивлением. На плате следует обязательно устанавливать блокирующие конденсаторы. Низкочастотные помехи, проникающие в систему по шинам питания, устраняются конденсаторами из расчета 0,1 мкФ на микросхему; включать его нужно между выводами *Питание* и *Корпус* непосредственно в месте подключения питания. Развязывающие по высокой частоте конденсаторы должны быть равномерно распределены по всей площади печатной платы из расчета один конденсатор емкостью 0,022 мкФ на группу из десяти микросхем. В качестве низкочастотных возможно применение конденсаторов типа К50-6, К53-4, а в качестве высокочастотных — КМ-6, К10-23 и т. д.

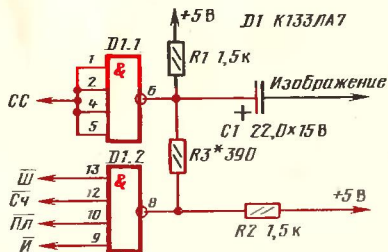


Рис. 78. Схема смесителя сигналов

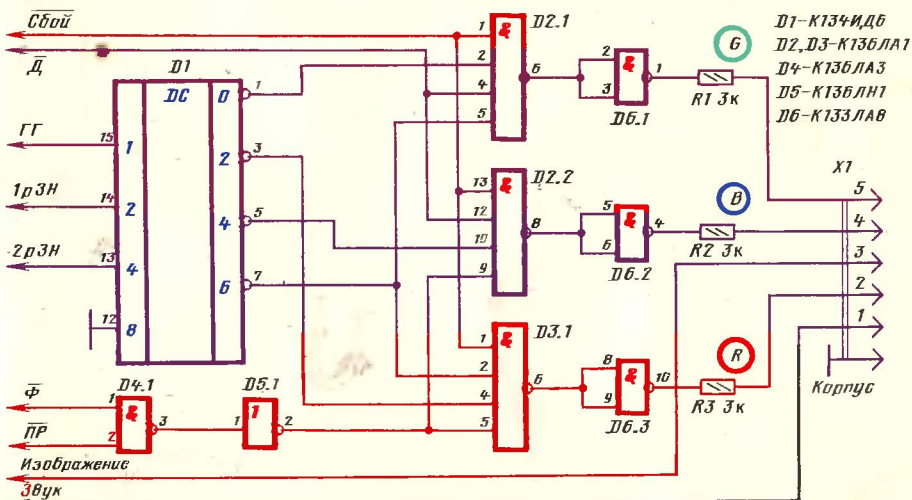


Рис. 79. Схема формирователя цветных сигналов

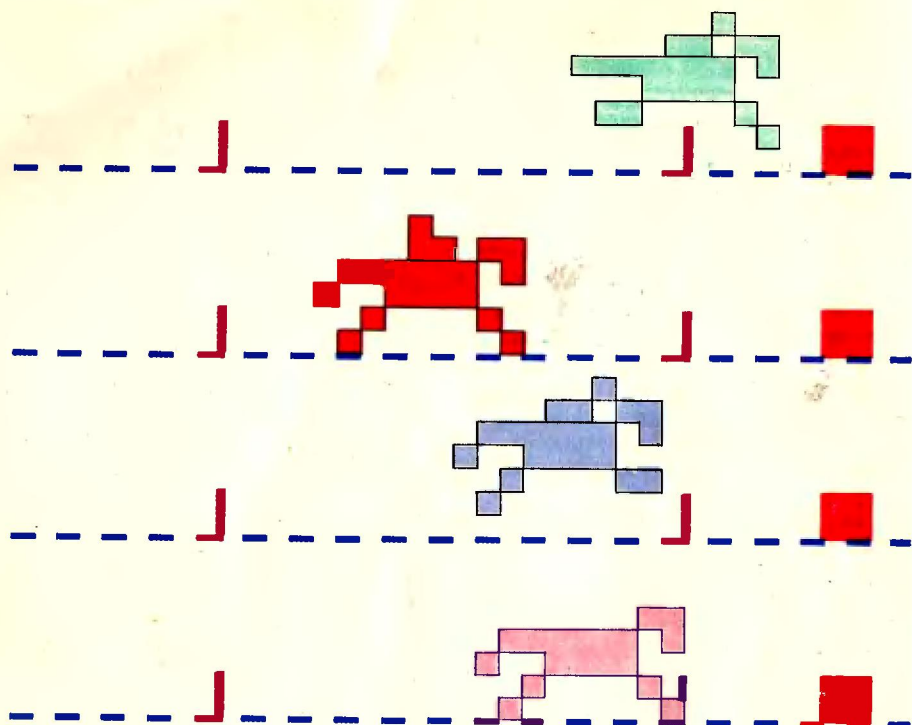


Рис. 80. Общий вид изображения игры "Скачки"

Таблица 6

Микросхемы K133, K136		Микросхемы K155, KM155	
K133ЛА1	K136ЛА1	K155ЛА1—K155ЛА4	KM155ЛА1—KM155ЛА4
K133ЛА4	K136ЛА4		
K133ЛА7		K155ЛА7	KM155ЛА7
K133ЛА8		K155ЛА8	KM155ЛА8
K133ЛР1	K136ЛР1	K155ЛР1	KM155ЛР1
K133ЛР3	K136ЛР3	K155ЛР3	KM155ЛР3
K133ЛР4	K136ЛР4	K155ЛР4	KM155ЛР4
K133ЛН1	K136ЛН1	K155ЛН1	KM155ЛН1
K133ТВ1	K136ТВ1	K155ТВ1	KM155ТВ1
K133ТМ2	K136ТМ2	K155ТМ2	KM155ТМ2
K133ИЕ2		KM155ИЕ2	KM155ИЕ2
K133ИЕ5		K155ИЕ5	KM155ИЕ5
K133ИЕ7		K155ИЕ7	KM155ИЕ7

Изготавливать отдельные узлы и устройства приставок желательно в порядке, приведенном при описании игр. Монтаж надо вести без лишней торопливости, аккуратно. На принципиальных схемах неиспользуемые выводы микросхем не показаны, при монтаже они не распайваются. Некоторое снижение быстродействия и помехоустойчи-

ности микросхем на работу игровых приставок на сказывается. Разводка питания на микросхемы производится в соответствии с табл. 7. Расположение выводов для микросхем К133, К134, К136, К155 показано на рис. 81, для микросхем К521СА3 и К153УД1 — на рис. 82.

Для регулировки узлов, а также для проверки и контроля отдельных микросхем необходим осциллограф с полосой пропускания не менее 1 МГц. Просмотр импульсов ведется в режиме внешнего запуска либо от кадровых, либо от строчных синхронизирующих импульсов. Только в этом режиме можно посмотреть расположение линий, игроков, дорожек, препятствий и т. д. в пределах строки или кадра. Поиск ошибок в монтаже также в этом случае значительно ускоряется. Наконец, использование отличных от приведенных микросхем потребует в некоторых устройствах подбора элементов, что также сложно сделать без осциллографа. Нужный сигнал можно посмотреть и на экране телевизора. Для этого импульсы подают на смеситель сигналов. На рис. 83 в качестве примера приведена схема для просмотра импульса x_4 и соответствующее ему изображение на экране.

Т а б л и ц а 7

Микросхемы	Номер вывода		Микросхемы	Номер вывода	
	+5 В	Общий		+5 В	Общий
К136ЛА1–К136ЛА4	14	7	К136ТВ1	14	7
К133ЛА7	14	7	К136ТМ2	14	7
К133ЛА8	14	7	К133ИЕ2	5	10
К136ЛР1	14	7	К133ИЕ5	5	10
К136ЛР3	14	7	К133ИЕ7	16	8
К136ЛР4	14	7	К134КП10	4	11
К136ЛН1	14	7	К134ИД6	16	8

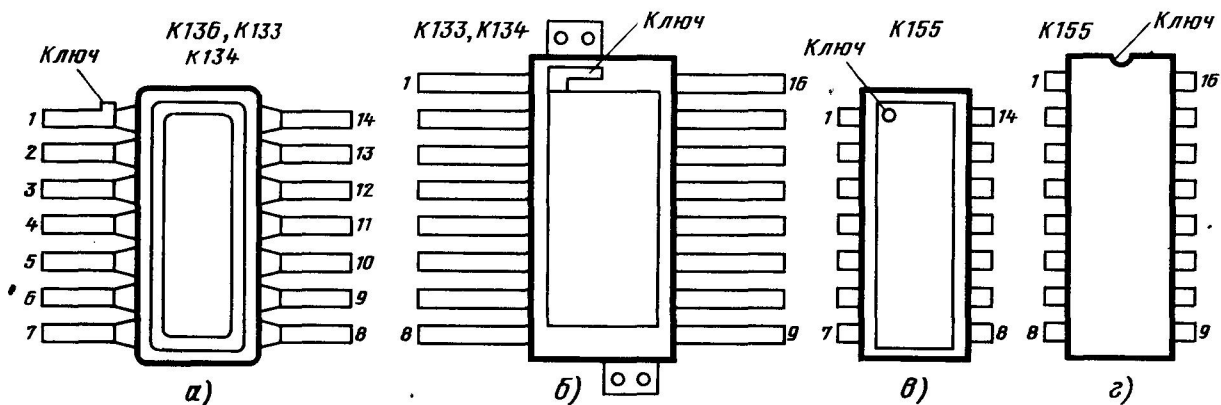
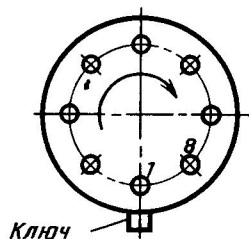


Рис. 81. Расположение выводов 14-выводных микросхем К136 (а), 16-выводных микросхем К133, К134 (б), 14-выводных микросхем К155 (в), 16-выводных микросхем К155 (г)

Рис. 82. Расположение выводов микросхем К521СА3 и К153УД1

Большую помощь в налаживании приставок оказывают временные диаграммы работы устройств. Это основной источник, по которому можно объективно оценить правильность монтажа по принципиальным схемам.



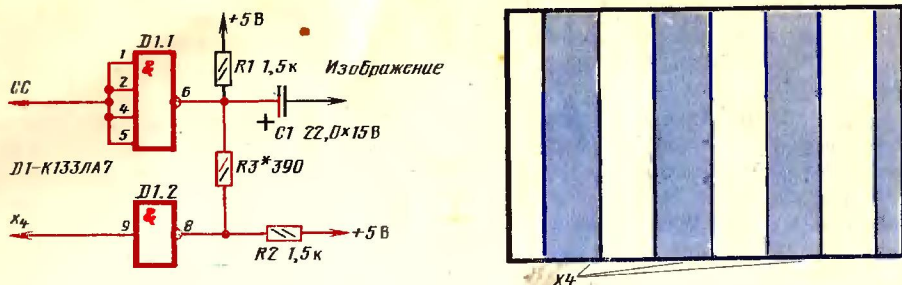


Рис. 83. Схема для просмотра сигнала x_4 на экране телевизора и его изображение

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вы познакомились с двумя игровыми приставками. Одна из них – "Хоккей" при умеренном числе корпусов микросхем (около 80) имеет простую схемотехнику и наиболее удобна для повторения. Автор уверен, что радиолюбители не ограничатся простым копированием описанных устройств, а будут экспериментировать, искать пути к дальнейшему улучшению и совершенствованию как алгоритмов телевизионных игр, так и их потребительских качеств. Так, в "Хоккее" можно усложнить траекторию движения шайбы, сформировать с помощью графогенератора силуэты игроков, усложнить программу электронного управления игроками, ввести время, горизонтальное перемещение игроков и т. д. В "Скачках" может быть изменено расположение препятствий, их размер и число, введены разворот при достижении финиша, автоматическое изменение скорости движения препятствий, номера лошадей и т. д. Фантазия здесь ничем не ограничена. Конечно, улучшение качества должно достигаться минимальным числом дополнительных микросхем. Иначе лучше остановиться на достигнутом.

Постоянное совершенствование микроэлементной базы также создает возможности развития телевизионных игр. Это использование микросхем большой степени интеграции, применение микропроцессоров и создание кассет с программами игр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шепотковский Л., Чарный М. Телеигра "Теннис и хоккей". – Радио, 1978, №1, с. 22–25.
2. Бибиков М., Колпаков Ю. Телеигра "Морской бой". – Радио, 1978, №9, с. 17–30.
3. Овечкии М. Универсальный телеигровой блок. – Радио, 1979, №3, с. 45–48; №4, с. 45–48.
4. Горюхов В. Телеигра "ПВО – Воздушный бой". – Радио, 1979, №10, с. 44–49.
5. Серый В. Приставка для телеигр. – Радио, 1982, №5, с. 51–53.
6. Гуглин И. Н. Телевизионные устройства отображения информации. – М.: Радио и связь, 1981. – 200 с.
7. Гуглин И. Н. Телевизионные игровые автоматы и тренажеры. – М.: Радио и связь, 1982. – 272 с.
8. Зельдин Е. А. Триггеры. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 96 с.
9. Алексеев А. Г., Коломбет Е. А., Стародуб Г. И. Применение прецизионных аналоговых ИС. – М.: Радио и связь, 1981. – 224 с.
10. Якубовский С. В., Барканов Н. А., Кудряшов Б. П. и др. Аналоговые и цифровые интегральные схемы. – М.: Сов. радио, 1979. – 336 с.

11. Саулов А., Овечкин М., Муравин В., Фищенко В. Усовершенствование телеигр. – Радио, 1982, №7, с. 26–28.
12. Алексеев С. Применение микросхем серии 155. – Радио, 1977, №10, с. 39–41; 1978, №5, с. 37, 38.
13. Баранов В., Холопцев В. Телевизор отображает информацию. – Радио, 1978, №10, с. 46–48, №11, с. 44–48; 1979, №1, с. 37–40.
14. Тарабрин Б. В., Якубовский С. В., Барканов Н. А. и др. Справочник по интегральным микросхемам. – М.: Энергия, 1980. – 816 с.
15. Овечкин М. Простые генераторы на микросхемах. – Радио, 1979, №7, с. 31.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Элементная база телевизионных игр	4
Комбинационные устройства	4
Триггеры	5
Счетчики	9
Компараторы.	11
Вспомогательные узлы телевизионных игр	11
Генераторы сигналов	11
Расширители импульсов	13
Формирователи коротких импульсов.	15
Блок питания	16
Вывод информации на экран телевизора	17
Формирование знаков	18
Вывод яркостной и цветовой информации.	20
Синхрогенератор	23
Телевизионная игровая приставка "Хоккей"	26
Алгоритм работы и структурная схема.	26
Формирователь площадки.	28
Формирователь игроков	30
Формирователь шайбы.	32
Счетчики результата	33
Знакогенератор	35
Узел логических операций.	38
Устройство электронного управления игроками	41
Формирователь щелчка	43
Смеситель сигналов.	43
Формирователь цветových сигналов	43
Телевизионная игровая приставка "Скачки"	44
Алгоритм работы и структурная схема.	44
Графогенератор	47
Счетчик зон и формирователь дорожек.	52
Узел управления лошадью.	52
Формирователь финиша	54
Формирователь препятствий	54
Узел положения лошади	55
Программный блок.	57
Формирователь звуковых эффектов	59
Смеситель сигналов.	60
Формирователь цветových сигналов	60
Советы по изготовлению приставок.	60
Заключение.	64
Список литературы	64