К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СТРЕЛКАМИ И СИГНАЛАМИ

Г. А. Глащенков, Г. Н. Заика, Н. А. Комисарчук
Харьков, Киев

Системы централизованного управления стрелками и сигналами, применяющиеся на станциях для увеличения пропускной способности горловин и повышения безопасности движения, реализуются в настоящее время, как правило, на релейно-контактных приборах, в качестве которых применяются электромеханические реле 1 и 2 класса надежности.

Как известно, централизация стрелок и сигналов (ЦСС) с маршрутным управлением содержит две группы реле: исполнительную и наборную. Реле первой группы используются для перевода стрелок и контроля их положения, для управления огнями светофоров, замыкания и размыкания маршрутов, а также для исключения их враждебности. Реле наборной группы осуществляют автоматическую установку маршрута при нажатии управляющих кнопок на пульт-табло, т. е. подготавливают перевод стрелок, проверяют их перевод в положение, соответствующее устанавливаемому маршруту, включают цепи реле исполнительной группы. Реле этой группы не участвуют в схемах установки и размыкания маршрута и не выполняют, тем самым, зависимостей по обеспечению безопасности движения поездов. Вместе с тем принцип маршрутного управления создает возможности для автоматизации управления движением.

На крупных железнодорожных узлах для автоматического управления движением можно применять электронные вычислительные машины (ЭВМ), обладающие большим быстродействием и памятью. Последнее позволяет оптимизировать процессы принятия решений из множества вариантов выбора маршрутов и последовательности передвижений. Однако в существующих отечественных системах ЦСС наборная группа, как отмечалось, строится на электромагнитных реле, имеющих ряд известных недостатков. Кроме того, применение релейно-контактных элементов затрудняет сопряжение ЭВМ с системой ЦСС.

В связи с этим возникает необходимость в разработке схем маршрутного набора на бесконтактных элементах дискретного действия. Наборная группа ЦСС может быть построена на электронных лампах, лампах с холодным катодом, транзисторных, феррит-транзисторных, феррит-диодных и магнитных элементах, а также на интегральных схемах. Наиболее перспективным является маршрутный набор с применением полупроводниковых элементов (транзисторов и интегральных схем). Достоинством этих элементов является технологичность конструкции, высокая надежность, быстродействие, экономичность. Наборная группа на интегральных схемах обладает высокой ремонтопригодностью и готовностью к действию после отказа.

Интегральная схема (ИС) представляет собой один или несколько функциональных электронных элементов, таких как триггер, усилитель, ключ, инвертор, одновибратор и т. д., нераздельно (интегрально) собранных в виде отдельного электронного прибора, выполняющего необходимую функцию [4, 5].

Надежность ИС, несмотря на их небольшие размеры, вес и потребляемую мощность, достаточно велика и приближается к надежности отдельных транзисторов. Так, например, элементы вычислительных устройств проекта Аполлон (США), насчитывающие 13 000 ИС, проработали без единого отказа свыше 33 млн. схемо-часов. Такие схемы способствуют уменьшению веса, объема и потребляемой мощности систем. В условиях применения ИС в маршрутном наборе ЦСС это даст возможность отказаться от использования большого числа кодовых реле и стативов. Аппаратуру наборной группы можно будет размещать непосредственно на стативах блоков исполнительной группы (со стороны монтажа).

Кроме того, целесообразность применения ИС в устройствах ЦСС обусловливается потенциальной экономичностью в расходах на систему в целом. Развитие техники ИС показывает, что в течение нескольких последующих лет стоимость полупроводниковых ИС станет ниже половины стоимости обычных транзисторных схем. Экономическая эффективность применения ИС возрастет за счет сокращения работ по техническому обслуживанию и ремонту систем в условиях эксплуатации [5].

Основной логический элемент в ИС — инвертор, реализующий логическую операцию отрицания («НЕ»). Логическая операция «НЕ — ИЛИ» обеспечивается таким соединением ТЛЭ, при котором выходы инверторов объединены и имеют одно общее коллекторное сопротивление.

Логические функции «ИЛИ», «И», «НЕТ» в соответствии с соотношением алгебры логики

$$X_1 + X_2 + \ldots + X_n = \overline{\overline{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}}, \quad (1)$$

$$X_1 X_2 \ldots X_n = \overline{\overline{X_1}\ \overline{X_2} \ldots \overline{X_n}} \quad (2)$$

могут быть реализованы с помощью элемента «НЕ — ИЛИ», выполняющего логическую функцию Вебба

$$Y = \overline{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}. \quad (3)$$

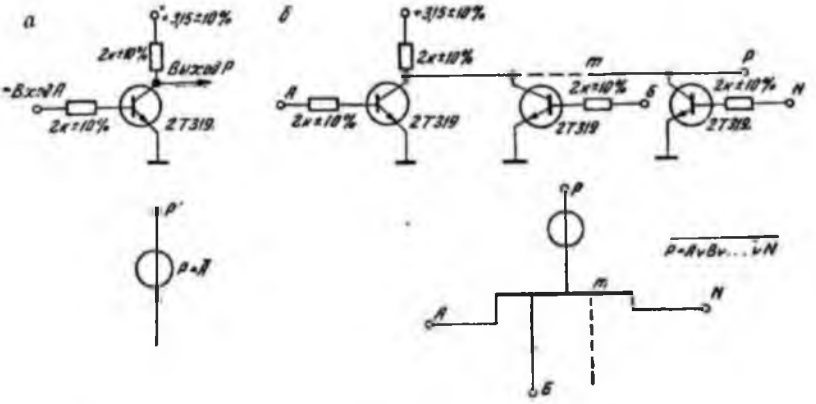

Рис. 1.

Так как логические операции «НЕ» и «НЕ — ИЛИ» образуют функционально полную систему переключательных функций, из этих элементов можно строить узлы, приборы и системы дискретной техники.

Такие логические схемы, как триггер, схема «НЕ — ИЛИ» на два и более входов образуются в результате соединения нескольких ТЛЭ.

Таким образом, интегральная гибридная микросхема является функциональной и конструктивной единицей устройства. Все микросхемы строятся на основе ТЛЭ «НЕ — ИЛИ» резистивно-транзисторной логики — *RTL* — (рис. 1, *а*, *б*) [1].

Соединения ТЛЭ внутри микросхемы выполняют различные по функциональной сложности логические операции. Функционально сложные микросхемы включают в себя внутрисхемные соединения между ТЛЭ, что в значительной степени уменьшает общее количество соединений.

Микросхемы имеют следующие логические характеристики [3]: максимальный коэффициент разветвления по входу для схем «НЕ — ИЛИ» $m = 10$; максимальный коэффициент разветвления по выходу $n = 6$; уровни сигналов: верхний (логическая «1») $+ 0{,}8 \div 2{,}5$ *в*, нижний (логический «0») $0 \div 0{,}35$ *в*.

Схемы маршрутного набора ЦСС могут быть реализованы на типовых микросхемах, выполняющих функции статических триггеров (2ТР 114, 115, 116), инверторов (2ЛН 114, 115, 116), схем «НЕ — ИЛИ» (2ТР 112, 113) и матриц (2ЛБ 111) и т. д.

В статье рассматривается построение наборной группы централизации на ИС применительно к блок-схеме, описанной в [2]. При уста-

новке элементарного маршрута наборная группа определяет стрелки, участвующие в реализуемом маршруте, и выдает команды на их перевод. Задание сложного поездного или маневрового маршрута требует включения схемы автоматического набора, которая осуществляет выбор и подключение схем промежуточных кнопок, управляющих, в свою очередь, попутными стрелками и сигналами.

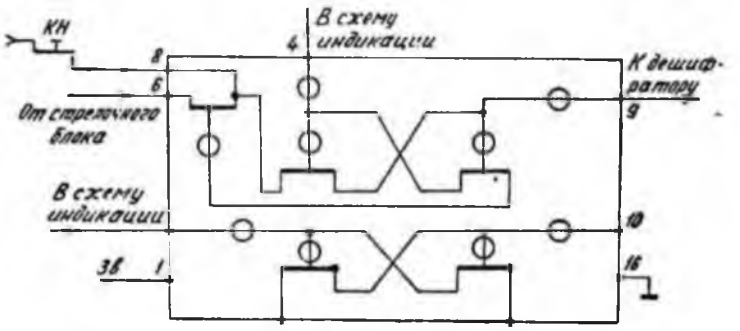

Рис. 2.

Рассмотрим теперь способы реализации элементов схемы наборной группы на микросхемах.

Микросхема кнопочного блока (рис. 2) состоит из схемы начального и конечного кнопочных триггеров и содержит два статических триггера, двухвходовую схему «НЕ — ИЛИ» и два одиночных инвертора. Каждое из плеч триггера выполнено на двухвходовой схеме «НЕ — ИЛИ».

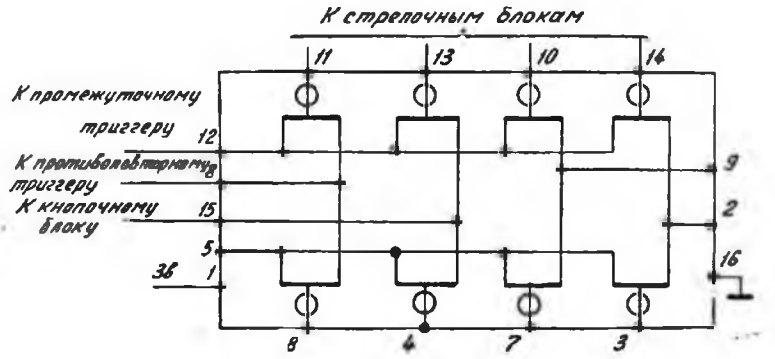

Рис. 3.

При нажатии кнопки КН или поступлении сигнала автоматического включения из промежуточного блока триггер КТ опрокидывается и подает соответствующие сигналы в схемы направлений и индикации. Триггер КТ возвращается в исходное состояние только при условии, если кнопка КН отпущена и на входах инвертора И-1 появляются сигналы логического «0».

Микросхема совпадения (рис. 3) представляет собой дешифратор на шесть входов и восемь выходов. Соединяя две такие схемы, можно построить матрицу дешифратора на 12 входов и 16 выходов. Отдельная ячейка матрицы выполняется на двухвходовой схеме «НЕ — ИЛИ».

Сигнал «1» на выходе схемы совпадения появится в том случае, если на оба входа схемы «НЕ — ИЛИ» поступят сигналы логического «0».

К выходам схемы совпадения подключены стрелочные блоки, микросхемы которых содержат по два статических триггера, две двухвходовых схемы «НЕ — ИЛИ» ($И_1$ и $И_2$) и два одиночных инвертора ($И_3$, $И_4$).

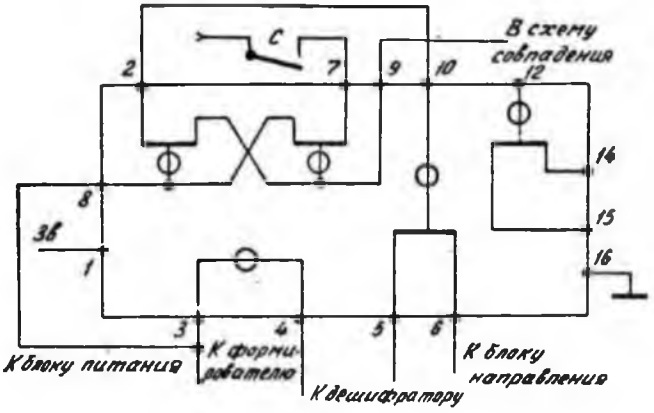

Рис. 4.

Стрелочные управляющие триггеры подготавливают стрелки к автоматическому переводу и возвращают кнопочные триггеры в исходное состояние. Соответствующий триггер опрокидывается при появлении команды на перевод стрелки. В исходном состоянии входы стрелочных триггеров шунтированы схемой совпадения. Для опрокидывания триггера

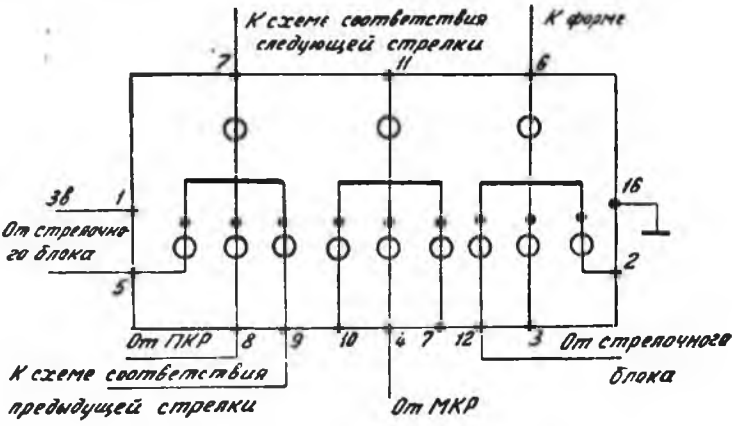

Рис. 5.

необходимо на оба входа схемы совпадения подать сигналы «0». Блокировка схемы стрелочного блока обеспечивается инверторами $И_1$ и $И_2$. Опрокидывание одного из управляющих триггеров исключает переброс другого.

Микросхема блока направлений содержит триггер, схему совпадения на четыре входа и инвертор. Полная схема направлений образуется соединением четырех таких блоков. Ее назначение — исключение одновременного набора нескольких маршрутов.

Микросхема противоповторного блока (рис. 4) состоит из триггера ППТ, двухвходовых схем «НЕ — ИЛИ» и одиночного инвертора. Противоповторный триггер опрокидывается только при нажатии кнопки в качестве начальной. Триггер включается через схему совпадения. Сброс триггера ППТ осуществляется при открытии светофора (контактом сигнального реле СР).

Микросхема соответствия (рис. 5) содержит три схемы совпадения, построенные на одиночных и трехвходовых схемах «НЕ — ИЛИ». При выполнении необходимых условий (соответствия положения стрелок по всему маршруту и наличия команды на открытие светофора) от противоповторного триггера открывается усилитель, который включает начальное реле НР.

Таким образом, результаты проведенной работы подтверждают возможность и целесообразность построения схем маршрутного набора на типовых микросхемах. Применение ИС в устройствах маршрутного набора ЦСС позволит уменьшить строительные и монтажные работы; обеспечить высокую надежность качества монтажа; уменьшить потребляемую мощность; обеспечить высокую работоспособность, независимую от числа срабатываний; уменьшить загрузку обслуживающего штата; значительно сократить объем помещений; исключить настройку схем и подбор деталей; обеспечить виброударопрочность и виброударостойкость, устойчивость от коррозии; создать типовые блоки, обеспечивающие ремонтоспособность на уровне замены блоков; за счет миниатюризации схем обеспечить надежное резервирование, целесообразное экономически.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ и расчет интегральных схем. Под ред. Линна, Майера, Гамильтона. Изд-во «Мир», 1969.

2. А. С. Переборов и др. Маршрутный набор на транзисторных элементах. «Автоматика, телемеханика и связь», 1964, № 11.

3. Микросхемы гибридные пленочные. Техническое описание И 10.308.006 ТО, 1969.

4. Danco S. F. The micromodule: a logical approach to microminiaturization. Proc. IRE, 1959.

5. Maindl I. D. Microelectronic sistems engineering. Electrical Engineering, 1961.