КОДОИМПУЛЬСНАЯ ТЕЛЕМЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РАЙОННОЙ ДИСПЕТЧЕРСКОЙ СЛУЖБЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Д. Д. Андреев, Л. О. Малец, Э. Б. Миленко, В. А. Юрков

Киевский институт автоматики

1. Задачи телемеханизации районной диспетчерской службы

Телемеханизация магистрального газопровода является частной задачей комплексной автоматизации магистрального газопровода.

Основное направление телемеханизации магистрального газопровода на современном этапе заключается в максимальном облегчении работы диспетчера по наблюдению и управлению на магистральном газопроводе.

Управление магистральными газопроводами производится двумя ступенями: службой центрального диспетчера и подчиненными ей службами районных диспетчеров.

Если в задачу центральной диспетчерской службы магистрального газопровода входит в основном сбор и периодическая обработка информации о всей трассе, тянущейся на сотни или тысячи километров, то районный диспетчер, помимо непрерывного сбора и обработки данных о работе участка газопровода протяженностью в 100—200 *км*, должен управлять объектами газопровода, компрессорными и газораспределительными станциями, задвижками и кранами в линейных колодцах и т. д.

До сих пор контроль и управление в объеме районного участка газопровода диспетчер производил через операторов станций и линейных обходчиков. Телемеханическая система призвана обеспечить поток информации о работе компрессоров, о расходе газа на отводах и на конечных точках станций, о давлении газа вдоль трассы и т. п. Помимо этого, с помощью телемеханики диспетчер должен телеуправлять кранами или задвижками.

Система телемеханики диспетчерской службы района магистрального газопровода должна иметь до 20 контролируемых пунктов (КП), расположенных в линейных колодцах по трассе и на газораспределительных станциях. Объем телемеханики на одном КП может быть до 8 *ТИ*, 14 *ТС* и 6 *ТУ*. В целом по району необходим контроль свыше 200 точек *ТИ*, *ТС* и *ТУ*.

Система должна работать по любой линии связи: проводной (воздушной или кабельной), радиорелейной, радио.

В соответствии с этими требованиями кодоимпульсный метод передачи данных был признан наиболее пригодным по следующим соображениям.

Поскольку схема построена на транзисторах и полупроводниковых диодах, то наивысшая надежность работы этих элементов обеспечивается при дискретном методе обработки сигналов. Экономичное использование канала связи при кодоимпульсном методе позволяет передать, воспроизвести и отпечатать весь объем данных ТИ и ТС за время не более 5 минут

при постоянной скорости тактовых импульсов — 0,1 *сек*, определяемой работой печатающей машинки, т. е. без применения запоминающих устройств.

При периодичности циклов один раз в час канал связи может использоваться для телефонных переговоров, что и предусмотрено в разработанной системе. Высокая помехоустойчивость, достигаемая при передаче кодовых сигналов введением избыточности, делает кодоимпульсный метод особенно удобным при передаче сигналов на большие расстояния. Съем, передача, обработка и воспроизведение в цифровой форме обеспечивает необходимую заданную точность и удобство сопряжения с цифровыми вычислительными и управляющими машинами.

II. Принцип действия системы телемеханики *РДС*

Рассмотрим программу опроса данных *ТИ* и *ТС* одного *КП* в кодоимпульсной системе телемеханики районного диспетчера магистрального газопровода (рис. 1,*а*). Вся программа разбита во времени на серии, а каждая серия — на 10 тактов. Серии соответствуют определенным операциям на *ДП* и *КП*: вызов *КП*, опрос № *КП*, опрос датчиков *ТИ*, опрос датчиков *ТС*. В линию передается восемь импульсов тактовой синхронизации. Семь тактов соответствуют семи знакам двоичного кода, а восьмой импульс, длящийся в течение трех тактов, используется для обработки принятых на *ДП* данных. Сигналы от *ДП* на *КП* передаются на частотах F1, F2, F3, а от *КП* на *ДП* — на F4, F5, F6. Для передачи импульсов тактовой синхронизации используются частоты F1 и F2, передача четных и нечетных тактовых импульсов по различным каналам повышает помехоустойчивость работы аппаратуры *КП*, так как защищает счетный вход первого триггера распределителя тактов от ложного приема раздробленных импульсов. На частоте F3 от *ДП* во время первой серии передается код вызываемого *КП*. На остальных сериях на этой частоте передается команда «переключить серию», которая переключает распределитель на опрос следующего датчика.

Данные *ТИ* и *ТС*, передаваемые от *КП* на частотах F4 и F5 (1—7 такты), зеркально дублируют друг друга, что позволяет на *ДП* сравнивать их между собой с целью отбраковки накопленных результатов приема. Частота F6 используется исключительно для подтверждения синхронизма по тактам (сигнал «конец серии»). Подтверждением синхронизма работы по сериям принято считать присутствие частоты F5 или F6 на восьмом такте.

На рис. 1 показан пример сбоя синхронизации по тактам на 4-й серии. Если распределитель тактов на *КП* преждевременно перейдет на седьмой такт, то *ДП* прекращает передачу тактов вплоть до последней серии.

При передаче сигналов *ТУ* (рис. 1, *б*) на частоте F3 на 13-й серии передается команда характера операции «открыть» или «закрыть», а на 14-й серии — команда выбрать объекты, подвергающиеся *ТУ*. Исполнение команд проверяется на *ДП*.

В датчиках телеизмерения используются фотоэлектрические преобразователи «вал-цифра», вмонтированные в стандартные измерительные приборы давления или расхода газа. Светочувствительным элементом преобразователя является германиевый фотодиод ФД-2. Источник света — электрическая лампа накаливания Ц-11, питаемая с недокалом.

III. Основные элементы

Электрическая схема системы состоит из отдельных типовых элементов, собранных на транзисторах и полупроводниковых диодах.

Инвертор (рис. 2) используется в системе как логический элемент, осуществляющий операцию *НЕ*, совместно с потенциальной схемой совпадения отрицательных сигналов типа *И* (рис. 3). Такое решение позволило значительно уменьшить влияние нагрузки на величину выходного напряжения инвертора.

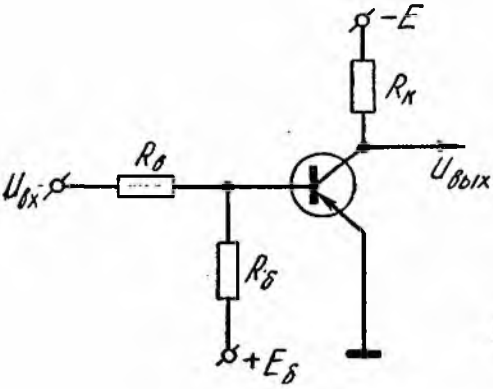

Рис. 2. Инвертор.

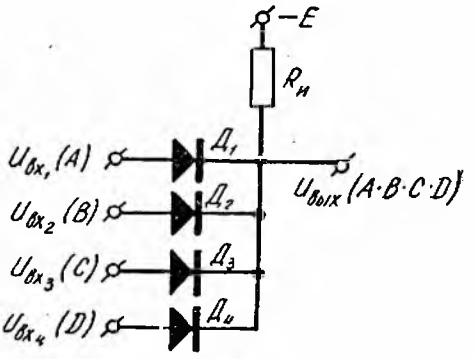

Рис. 3. Потенциальная схема совпадения отрицательных сигналов типа «И».

Расчет инвертора производился, исходя из наиболее неблагоприятного сочетания допусков на отклонения параметров элементов схемы и изменения питающих напряжений с учетом влияния температуры и старения.

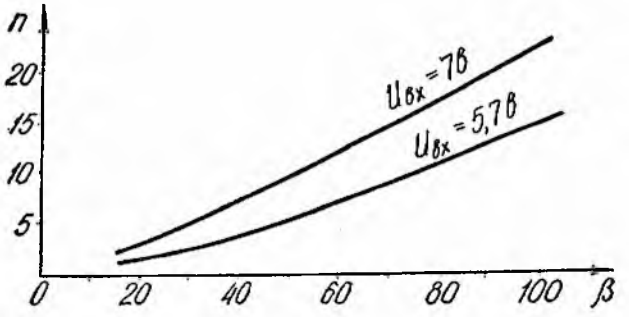

Рис. 4. График зависимости допустимого числа «И», на которое можно нагрузить инвертор, от величины коэффициента усиления для двух значений напряжений входа: вх 5,7 *в* и вх 7 *в*.

В итоге полученная схема инвертора обладает широким температурным диапазоном работы (— 30° ÷ + 50° С) и высокой нагрузочной способностью. Зависимость допустимого числа схем U, на которые можно нагрузить инвертор, от величины коэффициента усиления триода для двух значений напряжения входа $U_{вх} = 5{,}7$ *в* и $U_{вх} = 7$ *в* приведена на рис. 4.

Усилитель с полупроводниковым триодом, включенным по схеме с общим коллектором, носящий название эмиттерного повторителя, пред-

ставляет собой усилитель тока. Коэффициент усиления по току K_i-эмиттерного повторителя

$$K_i = (\beta + 1)R_н,$$

где β — коэффициент усиления триода с общим эмиттером;

$R_н$ — сопротивление нагрузки.

Коэффициент усиления по напряжению K_u-эмиттерного повторителя близок к единице.

Зависимость параметров обычной схемы усиления от температуры ограничивает его применение в условиях широкого диапазона изменения температуры окружающей среды. Одним из факторов, вызывающих изменение параметров усилителя, является зависимость обратного тока транзистора от температуры.

На рис. 5. представлена схема эмиттерного повторителя с обратной связью. Введение цепочки из параллельного соединения плоскостного германиевого диода D_1 и сопротивления R_2 между базой и эмиттером транзистора позволило термостабилизировать основные характеристики усилителя тока. На рис. 6 представлены зависимости $U_{вых} = f(t°)$ при постоянной величине входного напряжения, характеризующие изменение коэффициента передачи от температуры. Характеристики снимались в схеме с триодами типа П13 (β=20 и $I_{ко}$=20 *мка*), сопротивлениями $R_1 = 1$ *ком*, $R_2 = 10$ *ком*, $R_3 = 5{,}1$ *ком*, диодом типа Д7А. Графики показывают, что при подаче входного сигнала с амплитудой от — 2 *в* до — 12 *в* коэффициент передачи остается постоянным при изменении температуры от + 10° до + 50° С.

На рис. 8 приведены зависимости входного сопротивления от температуры окружающей среды при постоянной величине входного сигнала.

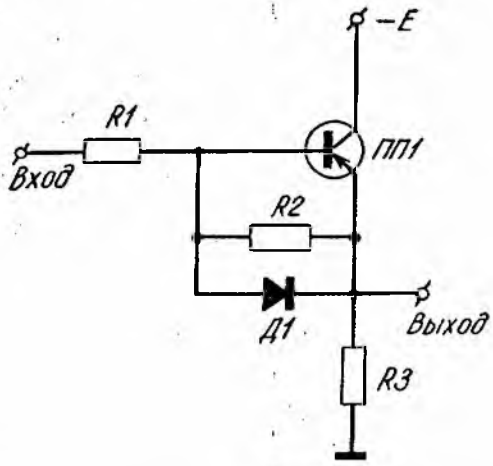

Рис. 5. Эмиттерный повторитель с обратной связью.

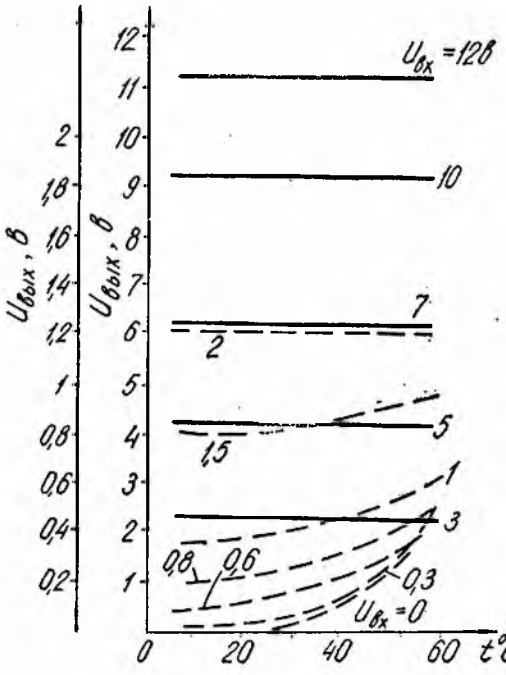

Рис. 6. График зависимости при постоянной величине входного напряжения эмиттерного повторителя.

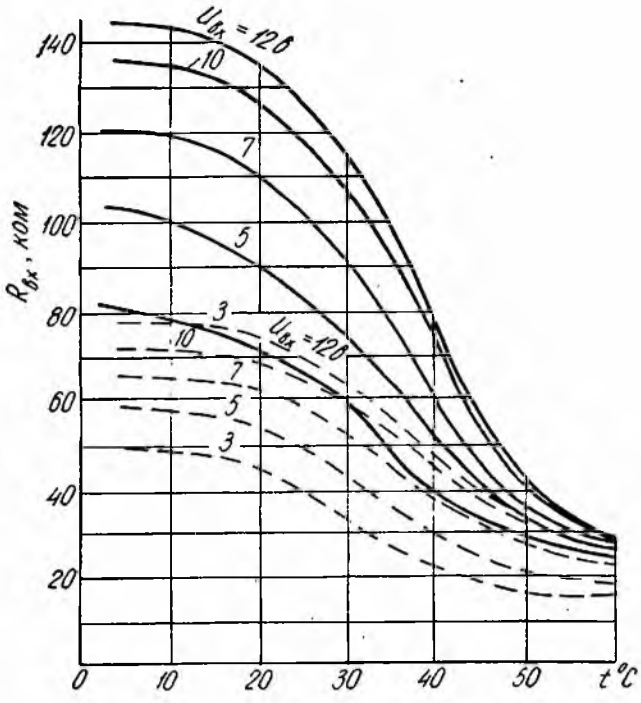

Рис. 7. График зависимости входного сопротивления эмиттерного повторителя от температуры окружающей среды при постоянной величине входного сигнала.

Кривые (рис. 7) показывают, что входное сопротивление эмиттерного повторителя зависит от коэффициента усиления триода, от величины вход-

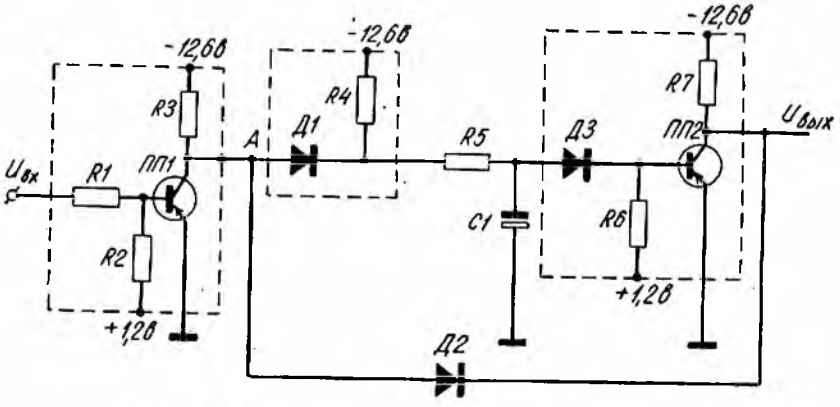

Рис. 8. Формирователь прямоугольных импульсов.

ного сигнала, от температуры. Однако даже при температуре + 50° С входное сопротивление эмиттерного повторителя с транзистором, имеющим $\beta = 20$ для случая обычной величины сигнала $U_{вх} = (7 \div 8)$ *в*, составляет около 30 *ком*.

На рис. 8 приведена схема формирователя прямоугольных импульсов. Работу схемы легко проследить по временной диаграмме (рис. 9).

Исходное состояние схемы соответствует наличию отрицательного потенциала на входе схемы. Схема *НЕ*, которая стоит на входе, инвертирует сигнал в точке *А*. Благодаря диодам Д1 и Д2 на конденсаторе С и на выходе формирователя имеется нулевой уровень напряжения. В то же время триод выходного инвертора со стабилитроном закрыт, так как напряжение на его входе равно нулю.

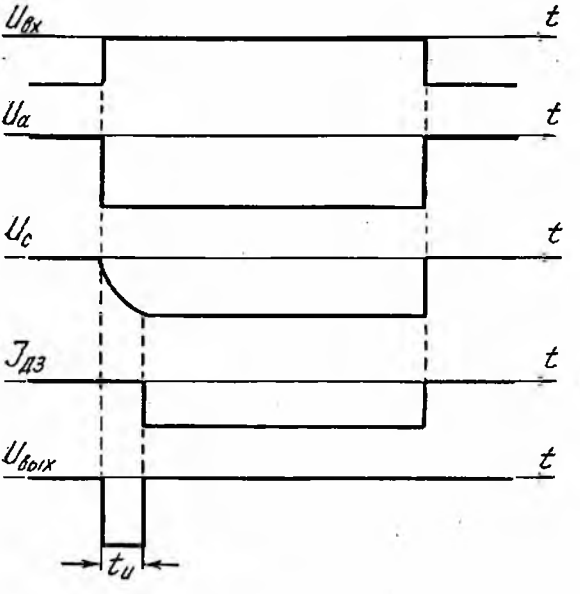

Рис. 9. Временная диаграмма работы формирователя прямоугольных импульсов.

Если теперь напряжение $U_{вх}$ упадет до нулевого уровня, то входной инвертор закроется и перестанет шунтировать напряжение на конденсаторе и на выходе формирователя. А это значит, что конденсатор начнет заряжаться через сопротивления R4 и R5, а на выходе формирователя появится отрицательный потенциал.

Поскольку сопротивление стабилитрона до пробоя составляет мегомы, то выходной инвертор будет закрыт в течение времени, необходимого для достижения на конденсаторе напряжения пробоя стабилитрона *ДЗ*. Наличие стабилитрона *ДЗ* позволяет на той же емкости получить значительно большую задержку, чем без диода и иметь на выходе схемы крутой фронт перепада напряжения как положительного, так и отрицательного.