

М. И. АЛЬКАЕВ, И. Ф. КЛИСТОРИН,
А. С. ТОКАРЕВ, А. М. ЩЕРБАЧЕНКО
(Новосибирск)

**МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ «ЧАСТОТА — КОД»
ДЛЯ ВВОДА ДАННЫХ ОТ ЧАСТОТНЫХ ДАТЧИКОВ
В УВМ «ДНЕПР-1»**

Современные системы сбора и обработки измерительной информации, применяемые для автоматизации производственных процессов и сложных научно-технических экспериментов, проектируются, как правило, с использованием унифицированных сигналов, в которые с помощью различных датчиков преобразуются контролируемые электрические и неэлектрические величины. Очень часто в таких системах используются частотные датчики, что обусловлено высокой точностью и простотой преобразования их сигналов в цифровую форму, высокой помехоустойчивостью частотных сигналов при передаче их по линиям связи [1].

Настоящая статья посвящена разработанному на микроэлектронных элементах многоканальному преобразователю «частота — код». Преобразователь осуществляет прием данных от индукционных и вибро-частотных датчиков, преобразует их в цифровую форму и выдает коды и служебные сигналы в УВМ «Днепр-1».

Преобразователь, блок-схема которого изображена на рис. 1, содержит восемь одинаковых независимых каналов преобразования, блок формирования образцовых частот, индикаторный блок и блок коммутации.

В каждом из каналов производится автоматический выбор предела преобразования, преобразование одного (десяти) периодов входного сигнала в цифровой код, запоминание результата и формирование служебных сигналов для связи с УВМ. Поскольку все восемь каналов преобразователя одинаковы, схема их будет рассмотрена на примере одного из каналов.

Канал преобразования частоты в код (см. рис. 1) состоит из входного устройства (ВУ), устройства управления (УУ), ключа (К), двоичного счетчика (Сч N_T) и буферного регистра (БР) с согласующим устройством (СУ).

Входное устройство преобразователя содержит диодный ограничитель, двухкаскадный усилитель и триггер Шмитта и обеспечивает формирование прямоугольных импульсов требуемого уровня (0—3В) и крутизны (50 нс) в диапазоне амплитуд от 150 мВ до 10 В.

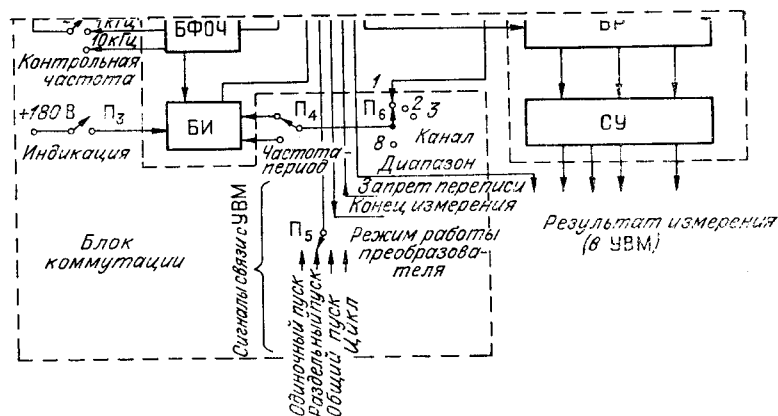


Рис. 1.

Устройство управления преобразователя (рис. 2) обеспечивает необходимую последовательность работы узлов преобразователя. Здесь формируются сигналы, управляющие работой ключа К и буферного регистра БР, а также служебные сигналы для связи канала преобразователя с УВМ.

Перед началом работы преобразователя внешним сигналом «Сброс «О»» производится установка всех триггеров преобразователя в исходное состояние. Сигнал «Пуск», поступающий на вход триггера управления ($T_{упр}$) переводит последний в состояние «1», благодаря чему открывается схема И — НЕ (M_3), через которую прямоугольные импульсы с выхода ВУ проходят на двоичный счетчик M_4 — M_8 , а также на вход схем M_9 — M_{11} . Схема M_9 производит формирование сигнала, переводящего триггер периода T_T в состояние «1», при котором ключ К (см. рис. 1) открывается. В течение интервала времени, когда T_T находится в состоянии «1», импульсы от генератора опорной частоты поступают в двоичный счетчик периода $СчN_T$ (см. рис. 1). Возвращается T_T в исходное состояние в момент окончания первого либо десятого периода под действием сигналов, формируемых схемами M_{10} и M_{11} . Если к моменту окончания первого периода в счетчике $СчN_T$ накопилось импульсов больше, чем 1024, то процесс преобразования на этом заканчивается, так как сигнал переполнения десятого триггера счетчика $СчN_T$ переводит триггер переполнения T_n в состояние «1», при котором на схеме M_{10} возможно формирование сигнала, возвращающего T_T в исходное состояние после окончания первого периода. Если к концу первого периода на счетчик $СчN_T$ поступило меньше, чем 1024 импульса, схема M_{10} остается запертой и триггер T_T возвращается в исходное состояние сигналом, формируемым схемой M_{11} в момент окончания десятого периода. Этот же импульс переводит триггер диапазона T_d в состояние «1», фиксируя тем самым новый предел измерения. Таким образом, на обоих пределах относительная погрешность от дискретности не превышает $0,1\% T_x$ в диапазоне частот 15 Гц — 10 кГц.

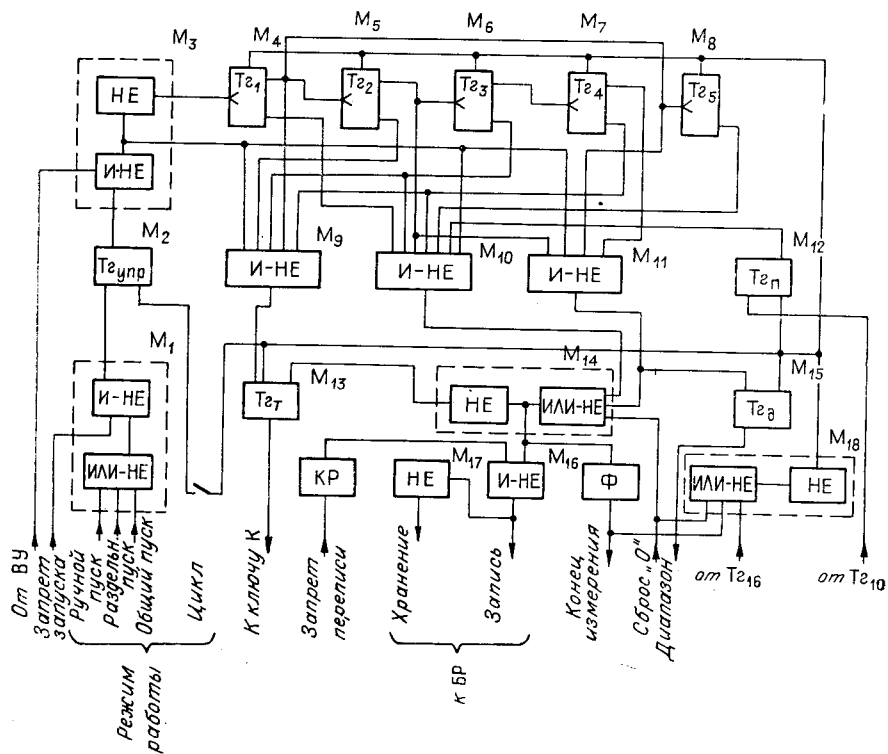


Рис. 2.

Сигналы, возвращающие триггер $T_{гТ}$ в исходное состояние, с выхода схемы ИЛИ — НЕ (M_{14}) поступают на усилительные каскады M_{16} и M_{17} , где формируются сигналы «Запись» и «Хранение», для переписи кода из счетчика $Сч N_T$ (см. рис. 1) в буферный регистр. Кроме того, эти же сигналы с выхода ИЛИ — НЕ (M_{14}) поступают на формирователь Φ , сигнал которого определяет конец измерения и поступает в УВМ «Днепр-1» и на схему M_{18} для формирования сигнала сброса всех триггеров канала преобразователя в исходное состояние. В момент записи кода из буферного регистра в память УВМ от УВМ на УУ поступают синхриимпульсы, блокирующие изменение состояния БР на время считывания (50 мс), длительность которого задает кипп-реле (КР).

Если значение измеряемой частоты ниже 15 Гц, то переполнение счетчика периода наступит раньше, чем окончится первый период, и возможно неправильное считывание результата преобразования. Для предотвращения этого случая сигнал переполнения последнего триггера счетчика периода $Сч N_T$ поступает на схему ИЛИ — НЕ (M_{18}), производя сброс всех триггеров в исходное состояние. Следовательно, до тех пор, пока значение измеряемой частоты не превысит 15 Гц, с БР в УВМ поступает код нуля.

Двоичный счетчик периода $Сч N_T$ (см. рис. 1) предназначен для фиксирования результата измерения одного или десяти периодов. Счетчик выполнен на интегральных счетных триггерах. Быстродействие счетчика соответствует частоте 3,5 мГц. Счетчик содержит 16 двоичных разрядов, что обеспечивает при частоте опорного генератора 1 мГц

получение результата измерения за один период в интервале частот 15—976 Гц и за десять периодов в интервале частот 976 Гц — 10 кГц с погрешностью дискретности 0,1%.

Буферный регистр (см. рис. 1) с согласующими усилителями хранит результат измерения периода. Регистр имеет 17 триггеров, из которых 16 используются для записи и хранения результата измерения периода, а 17-й триггер — для записи и хранения кода, соответствующего индексу диапазона частот входного сигнала.

Согласующие усилительные каскады выполнены на навесных элементах и предназначены для согласования уровней выходных сигналов (от 0 до +3 В) с уровнями сигналов (от 0 до -10 В), необходимыми для надежной работы коммутатора цифровых сигналов УВМ «Днепр-1».

Блок формирования образцовых частот (БФОЧ) (см. рис. 1) предназначен для генерирования опорной частоты 1 МГц, используемой при измерении одного периода входного сигнала и вычисления значения частоты в индикаторном блоке, а также для формирования опорных частот 100 Гц, 1 кГц и 10 кГц, используемых при проверке работоспособности каналов преобразователя.

В состав БФОЧ входят генератор опорной частоты и четырехдекадный делитель частоты. Генератор опорной частоты (ГОЧ) является одним из основных узлов преобразователя, определяющих его погрешность. Точность установки номинального значения частоты генератора и его стабильность определяют погрешность преобразования.

Чтобы обеспечить относительную погрешность преобразования периода, не превышающую 0,1%, необходимо обеспечить нестабильность генератора не хуже 10^{-4} . С этой целью в ГОЧ преобразователя применена кварцевая стабилизация частоты [2].

Декадный делитель частоты выполнен из четырех одинаковых десятичных счетчиков на интегральных счетных триггерах и работает в коде 2—4—2—1.

Блок индикации преобразователя позволяет проверить работоспособность каждого из каналов преобразователя, а также контролировать значение периода или частоты сигнала любого из счетчиков в ходе проведения эксперимента в зависимости от выбранного режима работы.

Функциональная схема индикаторного блока приведена на рис. 3. В режиме измерения периода импульсы ГОЧ с выхода ключа К поступают через переключатель Π_4' в двоично-десятичный счетчик $Сч N_f$; после окончания измерения сигнал конца измерения поступает на усилительные каскады M_2 и M_3 для переписи кода периода из счетчика $Сч N_f$ в буферный регистр, выполненный аналогично БР канала преобразователя, и после дешифрации — на индикаторные лампы ИН-14.

В режиме измерения частоты импульсы ГОЧ с выхода ключа К через переключатель Π_4'' поступают в двоично-десятичный счетчик периода $Сч N_T$.

Результат, соответствующий значению частоты датчика, получается в счетчике $Сч N_f$ после проведения вычисления схемой, выполненной на базе цифрового интегратора с последовательным переносом [3] и содержащий счетчики $Сч N_T$, $Сч N_f$ и $Сч N_s$, вентили $V_1—V_n$, триггер времени вычисления $T_{гв}$ и схему M_4 . После окончания измерения периода триггер времени вычисления устанавливается в состояние «1», при котором схема И—НЕ (M_4) открывается и импульсы ГОЧ начинают поступать в счетчик $Сч N_f$, а умноженные на коэффициент $\frac{N_T}{N_n}$ в счетчик $Сч N_s$. Сигнал переполнения счетчика $Сч N_s$

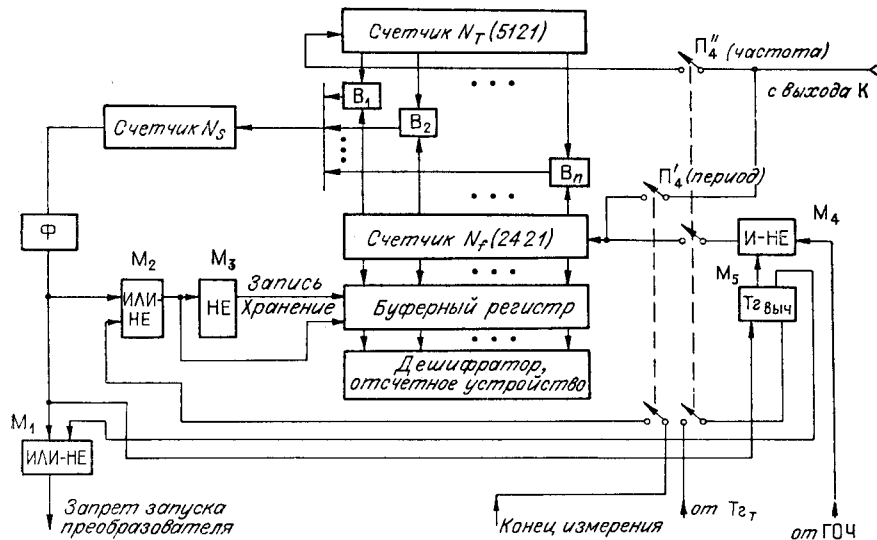


Рис. 3.

после формирования на схеме Φ возвращает триггер $T_{гв}$ в исходное состояние, прерывая поступление импульсов ГОЧ в счетчик N_f , в котором к этому моменту времени накапливается число

$$N \cong \frac{N_s N_m}{N_T},$$

пропорциональное частоте входного сигнала. Сигнал с выхода схемы Φ поступает также на схемы M_2 и M_3 для формирования сигналов «Запись» и «Хранение» при переписи кода из счетчика частоты $Сч N_f$ в буферный регистр. На время вычисления значения частоты и переписи кода из $Сч N_f$ в БР схемой M_1 формируется сигнал, запрещающий запуск того канала преобразователя, к которому подключен индикаторный блок.

Счетчик интегратора, фиксирующий значение периода входного сигнала, выполнен в коде 5—1—2—1 на пяти микросхемах. Вентили каждой декады содержат по четыре микросхемы с навесными РС-элементами, осуществляющими дефференцирование сигнала триггеров $Сч N_f$. Декады счетчиков $Сч N_f$ и $Сч N_s$ выполнены аналогично декадам счетчика, используемого в БФОЧ.

Блок коммутации (см. рис. 1) содержит переключатели Π_1 — Π_6 , позволяющие задавать различные режимы работы узлов преобразователя. Переключатель Π_1 позволяет подключать к ВУ преобразователя частоту датчика или одну из опорных частот, выбираемых переключателем Π_2 с БФОЧ. Выбор режимов работы БИ производится переключателем Π_4 , а включение индикации — переключателем Π_3 .

Режим работы каждого из каналов преобразователя задается переключателем Π_5 , обеспечивающим: 1) одиночный запуск каналов по сигналу от кнопки «Пуск»; 2) отдельный запуск каналов по сигналам с УВМ; 3) общий запуск каналов по сигналам с УВМ; 4) циклический режим работы каналов преобразователя по сигналу от кнопки «Пуск». Подключение индикаторного блока к одному из каналов производит переключатель Π_6 .

Разработанный преобразователь имеет следующие технические характеристики: число каналов 8; число разрядов преобразователя 17; диапазон частот датчиков 15 Гц—10 кГц с двумя поддиапазонами: 15—976 Гц, 976—10 кГц; выбор поддиапазонов — автоматический; амплитуда входных сигналов 150 мВ — 10 В; общая погрешность измерения $0,1\%T_x + 1$ квант; сопротивление датчиков 2 кОм; время измерения периода в диапазоне 15—976 Гц — один период, в диапазоне 976 Гц — 10 периодов; время вычисления частоты не превышает 100 мс.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. В. Новицкий, В. Г. Кнорринг, В. С. Гутников. Цифровые приборы с частотными датчиками. Л., «Энергия», 1970.

8 сентября 1971 г.
