

- пенсационным интегрированием.— Тезисы докладов IX Всесоюзной конференции по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Новосибирск, 1968.
3. В. Б. Смолов. Полупроводниковые кодирующие и декодирующие преобразователи напряжения. Л., «Энергия», 1967.
4. Аснэс, Харрисон. Быстродействующий трехшаговый аналого-цифровой преобразователь.— Электроника, 1968, т. 41, № 9.

Поступило в редакцию
2 сентября 1969 г.

УДК 681.325(088.8)

А. М. ЛУЧУК, В. Г. ПШЕНИЧНЫЙ, И. М. СМЕТАНИН
(Киев)

УСТРОЙСТВО КОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ДАТЧИКОВ

В централизованных системах контроля и управления при измерении целого ряда технологических параметров широко применяются дифференциально-трансформаторные датчики (ДТД) [1]. Кодирование сигналов переменного тока промышленной частоты, получаемых от ДТД, сопряжено с трудностями, обусловленными нестабильностью напряжения питающей сети. Применение фазового метода преобразования сигналов ДТД в цифровой код [2, 3] позволяет весьма просто исключить влияние изменения напряжения возбуждения датчиков на результат кодирования и упростить групповой кодирующий преобразователь.

Сущность этого метода состоит в промежуточном преобразовании амплитуды напряжения датчика в пропорциональный фазовый сдвиг с последующим кодированием его цифровым фазометром. Устройство, реализующее этот принцип, показано на рис. 1.

Напряжение \bar{U}_d с выхода ДТД подается на первичную обмотку переходного трансформатора Тр. С выходных обмоток Тр снимаются напряжения \bar{U}_d' и \bar{U}_d'' , рав-

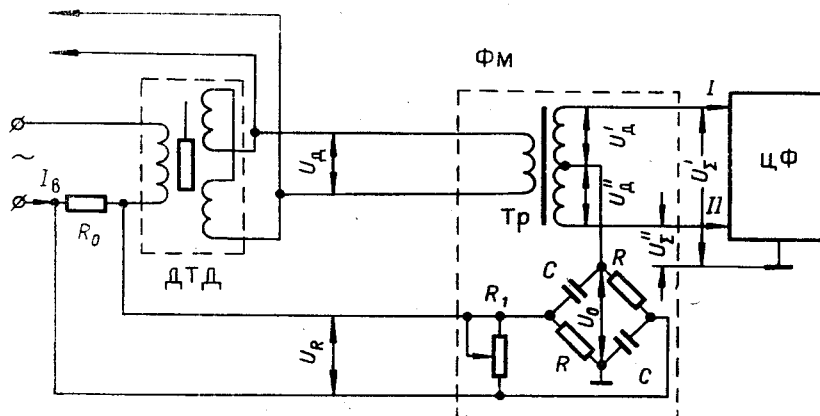


Рис. 1.

ные по амплитуде и противоположные по фазе. Сдвиг фаз γ между \bar{U}_d и током возбуждения I_B ДТД является величиной постоянной и определяется типом датчика.

Опорное напряжение U_R снимается с низкоомного сопротивления R_0 , включенного в цепь возбуждения датчика. RC -фазовращатель поворачивает фазу входного напряжения \bar{U}_R на угол α . При этом выходное напряжение фазовращателя \bar{U}_0 получается сдвинутым по фазе относительно \bar{U}_d на угол $\beta_0 = \pi - (\gamma + \alpha)$.

Каждое из напряжений \bar{U}'_d и \bar{U}''_d складывается с напряжением \bar{U}_0 , как показано на векторной диаграмме рис. 2 ($\triangle OAC$, $\triangle OAE$). Выходной величиной измерительного промежуточного преобразователя ФМ является фазовый сдвиг φ между напряжениями \bar{U}'_d и \bar{U}''_d , который измеряется цифровым фазометром (ЦФ). Фазовый

угол $\varphi = \angle \bar{U}'_d, \bar{U}''_d$ является величиной переменной, зависящей от напряжения датчика U_d . Составляющие φ' и φ'' этого угла являются нелинейными функциями напряжений U'_d и U''_d . Зависимости фазовых углов φ' , φ'' и результирующего угла φ от параметра $n = \frac{U_d}{U_0}$ приведены на рис. 3.

Характер зависимостей $\varphi' = f_1(n)$ и $\varphi'' = f_2(n)$ таков, что результирующая характеристика преобразования $\varphi = f_1(n) - f_2(n)$ получается близкой к линейной в опреде-

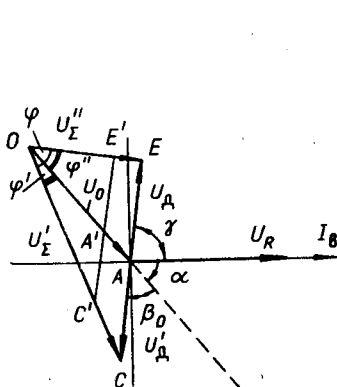


Рис. 2.

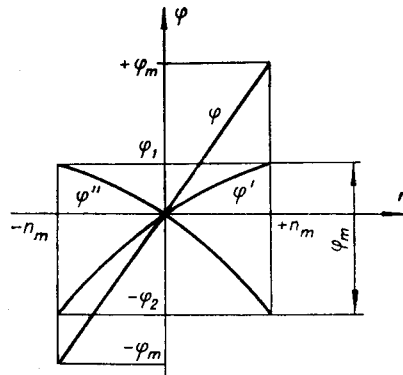


Рис. 3.

ленном диапазоне изменения n . При изменении напряжения датчика в пределах $+U_{d \max}; 0; -U_{d \max}$ угол φ изменяется от $+\varphi_m$ до $-\varphi_m$. Линейность характеристики преобразования $\varphi = F(n)$ зависит от выбора значения угла β_0 . Существует оптимальное значение угла $\beta_0 = \beta_{opt} = 56^\circ 18'$, при котором характеристика преобразования наиболее близка к линейной. Значение $n_m = \frac{U_{d \max}}{U_0}$, ограничивающее линейный участок характеристики, определяется из условия

$$n_m = \cos \beta_0.$$

Максимальное значение фазового угла φ_m , соответствующее максимальному напряжению датчика $U_{d \max}$, определяется величиной U_0 . Для $\beta_0 = \beta_{opt}$, $n_m = 0,555$

$$U_0 = \frac{U_{d \max}}{n_m} = 1,8U_{d \max}; \quad \varphi_m = 53^\circ 8'.$$

Выбранное значение U_0 устанавливается потенциометром R_1 , регулирующим величину напряжения на входе фазовращателя.

При изменении (например, уменьшении) тока возбуждения датчика все напряжения изменяются (уменьшаются) пропорционально при сохранении фазовых соотношений между ними. На векторной диаграмме (см. рис. 2) этому случаю соответствует $\triangle OC'E' \sim \triangle OCE$. Следовательно, при любом изменении I_B вне зависимости от вызвавшей его причины (температурное изменение сопротивления обмоток датчика или нестабильность питающего напряжения) угол сдвига фаз φ , а значит, и цифровой код на выходе остается неизменным. Эта особенность схемы позволяет исключить погрешность датчика, вызванную температурным изменением сопротивления цепи возбуждения, а также погрешность, вызванную изменением напряжения питания датчика.

Достоинства описанной схемы наиболее полно проявляются при построении группового устройства кодирования сигналов ДТД (рис. 4), в состав которого входят: измерительные промежуточные преобразователи, фазовые модуляторы (ФМ), коммутираторы K_I и K_{II} с диодными ключами и цифровой фазометр (ЦФ).

Нормирование выходных сигналов ФМ (приведение к единой шкале) осуществ-

ляется регулировкой величины напряжения U_0 для каждого ФМ в соответствии со значением максимального напряжения датчика.

Коммутаторы K_I и K_{II} подключают выходы выбранного фазового модулятора, соответствующего номеру опрашиваемого датчика, ко входам ЦФ. В цифровом фазометре разность фаз напряжений на его входах преобразуется в пропорциональный временной интервал и далее в код. Смещение шкалы ФМ («подавление нуля») выполняется в ЦФ путем введения в один из каналов ЦФ относительно другого канала постоянной временной задержки, эквивалентной фазовому сдвигу, равному φ_m . В этом случае нулевому значению измеряемого параметра соответствует ноль кода на выходе ЦФ.

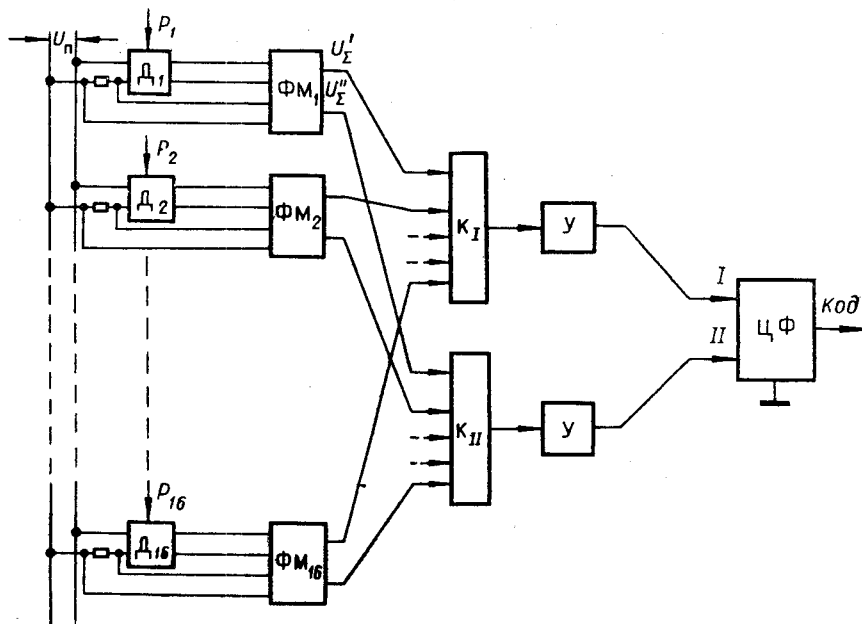


Рис. 4.

На основании изложенного принципа построения устройств кодирования сигналов переменного тока в Институте кибернетики АН УССР был создан групповой 16-канальный преобразователь сигналов ДТД в цифровой код, который отличается простой схемой и высокими метрологическими характеристиками. Основная погрешность преобразователя не превышает 0,5%; быстродействие 25 точек/сек при частоте сети $f=50$ гц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Х. Шидлович. Дифференциальные трансформаторы и их применение. [б. г.], «Энергия», 1966.
2. А. М. Лучук, В. Г. Пшеничный. Устройство для преобразования синусоидального напряжения в цифровой код. Авторское свидетельство № 240 342.— ОИПОТЗ, 1969, № 12.
3. А. М. Лучук, В. Г. Пшеничный, В. А. Емельянов. Устройство для преобразования переменного напряжения в цифровую форму. Авторское свидетельство № 224 923.— ИПОТЗ, 1968, № 26.

Поступило в редакцию
2 сентября 1969 г.