

ЦИКЛИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГОЛ—ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ—КОД СО СТАБИЛИЗИРОВАННЫМ СИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ В КАЧЕСТВЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

В. А. Михайлов, В. Е. Тырса

Харьков

В работах [1, 2, 3] описаны многочисленные конструкции преобразователей угол—код и показано, что в случае высокоточных преобразований применяются главным образом фотоэлектрические преобразователи считывания с кодированными дисками, многополюсные индукционные датчики-индуктосины или специальные оптические решетки.

Здесь нет необходимости давать подробную оценку таких преобразователей. Следует только отметить, что они очень дороги и серийно не выпускаются. Однако преобразование угловых величин в код с высокой степенью точности может осуществляться и циклическими преобразователями, у которых вместо фазовращателей в качестве чувствительного элемента используется синхронный двигатель.

Структурная схема такого преобразователя приведена на рис. 1. На корпусе преобразователя (на рисунке не показан) укреплен неподвижный датчик старт-импульсов 1. К входному валу 2 прикреплен подвижный датчик 3. Оба датчика представляют собой магнитные головки, используемые в устройствах магнитной записи. На валу 4 находится маховик 5, имеющий магнитный отпечаток 6. Датчики подключены к двум входам схемы совпадения 7. На третий вход поступают квантующие импульсы с генератора 8. Выход схемы совпадения соединен с двоичным счетчиком 9. Генератор 8 через делитель частоты следования импульсов 10, фильтр 11 и усилитель 12 соединен с синхронным двигателем 13. Маховик 5 во время работы схемы равномерно вращается со скоростью ω , строго пропорциональной частоте генератора квантующих импульсов f_T .

Снимаемые с датчиков 1 и 3 сигналы после усиления и формирования образуют стартовые и стоповые импульсы, определяющие временной интервал, пропорциональный входному углу α (рис. 2, а, б). Временной

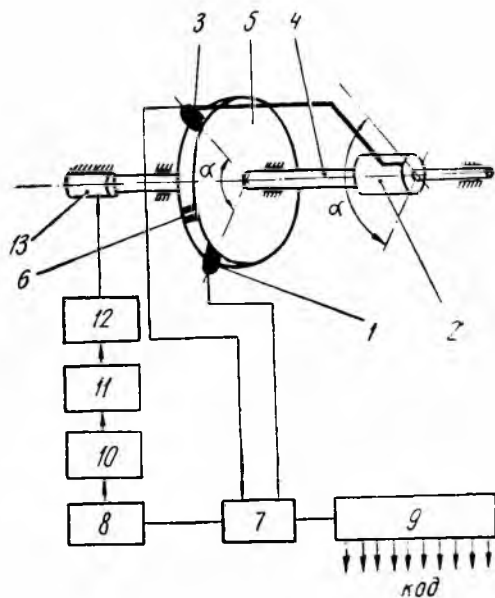


Рис. 1.

интервал заполняется квантующими импульсами (рис. 2, с), которые, считанные счетчиком, дают информацию об исходной угловой величине в виде кода (рис. 2, d).

Допустим, что можно пренебречь динамической ошибкой преобразования, т. е. входная величина либо постоянна на некотором промежутке времени, либо за n циклов преобразования изменяется не более, чем на величину кванта. Тогда код, соответствующий одному циклу преобразования, определяется формулой

$$A = \frac{a}{\omega} f_{\Gamma}. \quad (1)$$

Поскольку частота f_{ω} напряжения, питающего двигатель, пропорциональна f_{Γ} , т. е.

$$f_{\omega} = \frac{f_{\Gamma}}{m}, \quad (2)$$

где m — коэффициент деления частоты f_{Γ} , а

$$\omega = \frac{2\pi f_{\omega}}{p}, \quad (3)$$

то, учитывая (2) и (3), получим

$$A = \frac{apm}{2\pi}, \quad (4)$$

где p — число пар полюсов синхронного двигателя.

Выражение (4) верно только при соблюдении определенного соотношения между девиацией частоты f_{Γ} и инерционными свойствами маховика. Поэтому в реальных условиях генератор квантующих импульсов стабилизирован кварцем.

При тех ограничениях на изменение входной величины, о которых мы говорили выше, случайные погрешности преобразования можно значительно уменьшить автоматическим усреднением [5] соответствующего числа циклов. Известно, что с увеличением числа измерений случайные погрешности убывают в соответствии с соотношением

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_i}{\sqrt{n}}, \quad (5)$$

где σ_i — среднеквадратическая погрешность одного преобразования;

$\sigma_{\bar{x}}$ — среднеквадратическая погрешность среднего арифметического;

n — число усредненных циклов (имеется в виду нормальный закон распределения погрешностей).

Однако, как показано в [2, 4], если инструментальные погрешности преобразователя значительно меньше погрешностей квантования, то при временной модуляции периода повторения старт-импульса, например по пилообразному закону,

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_i}{n}. \quad (6)$$

Описанный преобразователь был успешно применен в так называемом безлибровом кодовом теодолите, лабораторный образец которого изготовлен и испытан в ХИРЭ. Параметры преобразователя: $f_{\Gamma} = 75$ кГц; $\omega = 60$ об/мин; шаг квантования 17,28 угловых секунд; $\sigma_i = 138''$; $\sigma_{\bar{x}} \approx 25$ при 32 автоматических усреднениях (датчик числа автоматических усреднений на рис. 1 не показан). Опыт разработки описанного выше преобразователя угол—временной интервал—код показал, что для его и-

готовления можно использовать серийно выпускаемые промышленностью узлы и детали. Возможности преобразователя не ограничены приведенными данными.

Из принципа действия преобразователя очевидно, что его быстродействие ограничивается разрешающей способностью счетчика квантующих импульсов. Однако, применяя счетчики на туннельных диодах, можно повысить частоту генератора квантующих импульсов до нескольких десятков мегагерц и довести число преобразований в секунду до 100 и более при довольно высокой точности преобразования. При проектировании быстродействующих высокоточных преобразователей угол—временной интервал—код необходимо будет уделять главное внимание инструментальным погрешностям, обусловленным механическими узлами и датчиками стартового и стопового импульсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Г. Филиппов. Цифраторы перемещений. Военное издательство МО СССР, 1965.
 2. Э. И. Гитис. Преобразователи информации для электронных цифровых вычислительных устройств. Госэнергоиздат, 1961.
 3. Б. В. Анисимов, В. Н. Четвериков. Преобразование информации для ЭЦВМ, Изд-во «Вышая школа», 1968.
 4. Р. А. Валитов, Г. П. Вихров. Погрешность цифровых измерителей интервалов времени и повышение их точности методом усреднения. «Измерительная техника», 1963, № 4.
 5. П. В. Новицкий. Основы информационной теории измерительных устройств. Изд-во «Энергия», 1968.
-