

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 864137

(81) Дополнительно к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 21.12.79 (21) 2855843/18-21

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

с присоединением заявки № —

G 01 R 13/02

(23) Приоритет —

Опубликовано 15.09.81. Бюллетень № 34

(53) УДК 681.325  
(088.8)

Дата опубликования описания 18.09.81

(72) Авторы  
изобретения

А.Н. Мошнин, П.П. Перменков, Б.В. Султанов, Э.К. Шахов  
и В.М. Шлягин

(71) Заявитель

Пензенский политехнический институт

*Шахов - Э.К.*  
*Сильгаб - В.М.*  
*Мошнин - А.Н.*  
*Перменков - П.П.*  
*Султанов - Б.В.*  
*Шлягин - В.М.*

(54) МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

*измеряет полосу Гб. → Решетников*

1

2

Изобретение относится к электроизмерительной технике.

Известен аналого-цифровой преобразователь, содержащий анализатор фазы, нуль-орган, преобразователь напряжения в интервал времени (ПНВ), умножитель частоты, устройство управления, два ключа, два переключателя режимов работы, преобразователь напряжение-частота, преобразователь код-частота, двухвходовый логический элемент ИЛИ, устройство возведения в квадрат, устройство извлечения квадратного корня, два реверсивных счетчика и генератор опорной частоты [1].

Недостатком данного устройства является низкая точность преобразования.

Цель изобретения — повышение точности преобразования.

Поставленная цель достигается тем, что в многофункциональном аналого-цифровом преобразователе, содержащем первый переключатель, первый вход которого соединен с первой входной клеммой,

второй вход — с первым управляющим выходом устройства управления, второй переключатель, первый вход которого соединен с первой входной клеммой, второй вход — со второй входной клеммой и третий вход — со вторым управляющим выходом устройства управления, а выход соединен с первым входом преобразователя напряжения в интервал времени, второй вход которого соединен с первым выходом нуль-органа, а выход — с первым входом устройства управления, второй вход которого соединен со вторым выходом нуль-органа, генератор опорной частоты, выход которого соединен с первыми входами первого и второго ключей, преобразователь код-частота, второй вход которого соединен с выходом второго ключа, вторые входы первого и второго ключей соединены с третьим и четвертым управляющими выходами устройства управления, дополнительно введены дифференциатор, третий и четвертый переключатели, третий ключ, блок пере-

писи кода, первый и второй счетчики, преобразователь код-напряжение, при этом вход дифференциатора соединен с первой входной клеммой, а выход — с третьим входом первого переключателя, выход которого соединен с первым входом третьего переключателя, второй вход которого соединен с выходом второго переключателя, третий вход — с пятым управляющим выходом устройства управления, а выход — со входом нуля-органа, третий вход преобразователя напряжения в интервал времени соединен через преобразователь код-напряжение с выходом первого счетчика, первый вход которого соединен с шестым управляющим выходом устройства управления, второй вход — с выходом первого ключа, а третий — с выходом блока переписи кода, вход которого соединен с первым выходом второго счетчика, первый вход которого соединен с седьмым управляющим выходом устройства управления, а второй вход — с выходом третьего ключа, первый вход которого соединен с восьмым управляющим выходом устройства управления, второй вход — с выходом четвертого переключателя, первый вход которого соединен с выходом преобразователя код-частота, второй вход — с выходом генератора опорной частоты, а третий вход — с девятым управляющим выходом устройства управления.

На чертеже представлена структурная схема многофункционального аналого-цифрового преобразователя.

Многофункциональный аналого-цифровой преобразователь содержит устройство управления 1, ключи 2 и 3, генератор опорной частоты 4, преобразователь напряжения в интервал времени (ПНВ) 5, нуль-орган 6, переключатели 7 и 8, преобразователь код-частота 9 (ПКЧ), дифференциатор 10, переключатели 11 и 12, преобразователь код-напряжение (ПКН) 13, счетчики 14 и 15, ключ 16, блок переписи кода 17, причем входные клеммы устройства соединены с первым и вторым входами переключателя 8, входом дифференциатора 10 и с первым входом переключателя 7, третий вход этого переключателя подключен к выходу дифференциатора 10, выход переключателя 7 связан с первым входом переключателя 11, ко второму входу которого подключен выход переключателя 8 и первый вход преобразователя напряжения в интервал време-

ни 5, выход последнего соединен с первым входом устройства управления 1, а второй вход — с первым выходом нуля-органа 6, вход которого подключен к выходу переключателя 11, а второй выход — ко второму входу устройства управления 1, шестой управляющий выход последнего соединен с первым входом счетчика 14, выход которого подключен ко входу преобразователя ПКН 13, выход которого соединен с третьим входом преобразователя напряжения в интервал времени 5, третий вход счетчика 14 соединен с выходом блока переписи кода 17, вход которого подключен к первому выходу счетчика 15, к первому входу последнего подключен седьмой выход устройства управления 1, а ко второму входу — выход ключа 16, второй вход последнего соединен с выходом переключателя 12, первый вход которого соединен с выходом преобразователя код-частота 9, первый вход которого подключен к выходу генератора опорной частоты 4, а второй — к выходу ключа 3, первый вход последнего соединен со вторым входом переключателя 12, выходом генератора опорной частоты 4 и с первым входом ключа 2, выход которого соединен со вторыми входами счетчика 14. Второй вход переключателя 7 соединен с первым управляющим выходом устройства управления 1, второй, третий, четвертый, пятый, восьмой и девятый управляющие выходы которого соединены с третьим входом переключателя 8, вторыми входами ключей 2 и 3, — с третьим входом переключателя 11, — с первым входом ключа 16 и третьим входом переключателя 12 соответственно.

В зависимости от вида преобразуемой величины возможны три режима работы: I — режим измерения действующих значений напряжения и тока, II — режим измерения активной, реактивной и полной мощности, III — режим измерения коэффициента мощности.

При измерении действующего значения напряжения устройство работает следующим образом.

В первом такте преобразования по команде с устройства управления 1 открывается ключ 2, остальные ключи закрыты, переключатель 7 находится в верхнем положении, положение переключателя 8 безразлично. Длительность первого такта  $T_1$  задается равной по-периоду исследуемого сигнала с по-

мощью нуль-органа 6, равной полупериоду исследуемого сигнала. В течение этого времени осуществляется заполнение счетчика 14 импульсами выходной частоты генератора  $4 f_0$ . В результате по окончании первого такта в счетчике 14 фиксируется число

$$N_T = f_0 \cdot T_H \quad (1)$$

Код счетчика 14 является управляющим для ПКН 13, выходное напряжение которого

$$U_0 = N_T K_{ПКН} \quad (2)$$

где  $K_{ПКН}$  — коэффициент преобразования ПКН 13; в дальнейшем используется в качестве опорного в преобразователе напряжения во временной интервал 5.

Во втором такте устройство управления 1 устанавливает переключатели 7 и 8 в верхнее положение, кроме того, на время, равное длительности выходного информационного интервала ПНВ 5, открывается ключ 3. В результате на вход ПНВ 5 оказывается подключенным сигнал  $U_U(t)$ , пропорциональный напряжению нагрузки. Время интегрирования посредством нуль-органа 6 задается равным  $T_H$  синфазно с полупериодом интегрирующего сигнала  $U_U(t)$ . При этом длительность выходного интервала времени ПНВ 5  $\Delta T_1$  определяется как

$$\Delta T_1 = \frac{U_{УСР}}{U_0} T_H \quad (3)$$

где  $U_{УСР}$  — средневзвешенное значение сигнала  $U_U(t)$ ;

или с учетом (1) и (2)

$$\Delta T_1 = U_{УСР} \frac{1}{f_0 K_{ПКН}} \quad (4)$$

Время  $\Delta T_1$  измеряется счетно-импульсным методом путем подсчета проходящих через открытый ключ 3 импульсов частоты  $f_0$  управляющим счетчиком ПКЧ 9. В результате по окончании второго такта преобразования в последнем оказывается зафиксированным число

$$N_1 = \Delta T_1 f_0 = U_{УСР} \frac{1}{K_{ПКН}} = \frac{U_U}{K_{Ф} K_{ПКН}} \quad (5)$$

где  $U_U$  — действующее значение сигнала напряжения нагрузки  $U_U(t)$ ;

$K_{Ф}$  — коэффициент формы.

Устройство работает аналогичным образом, но при измерении действующего значения тока, при первом такте преобразования длительность такта задается пропорционально току нагрузки. Во втором такте преобразования к ПНВ 5 через переключатель 8 подключается

ток нагрузки, и в счетчик ПКЧ 9 записывается число

$$N_1 = \frac{U_U}{K_{Ф} K_{ПКН}} \quad (6)$$

пропорциональное действующему значению тока.

При измерении активной, реактивной и полной мощности устройство работает следующим образом.

Режим измерения реактивной мощности состоит из трех тактов, два первых полностью повторяют режим измерения действующего значения напряжения, в третьем же такте по команде с устройства управления 1 переключатели 7 и 8 устанавливаются в нижнее положение. На время, равное длительности информативного интервала ПНВ 5, открывается ключ 16 и на входе ПНВ 5 появляется сигнал  $U_1(t)$ , пропорциональный току нагрузки. Такт интегрирования преобразователя также задается равным  $T_H$ , но сдвигается по фазе относительно полупериода  $U_1(t)$  на значение

$$\psi_{рез} = \psi + \pi/2 \quad (7)$$

где  $\psi$  — угол сдвига фаз между кривыми напряжения и тока исследуемого процесса, так как на вход нуль-органа 6 в этом случае подается продифференцированное напряжение  $U_1'(t)$ . В результате длительность выходного информативного интервала ПНВ 5, работающего в данном случае в режиме фазочувствительного детектора, в третьем такте определяется как

$$\Delta T_2 = \frac{U_{УСР} \cos \psi_{рез}}{U_0} T_H$$

или с учетом (2) и (7)

$$\Delta T_2 = \frac{U_1 \sin \psi}{K_{Ф} f_0 K_{ПКН}} \quad (8)$$

В течение этого времени открыт ключ 16 и на вход счетчика 15 с выхода ПКЧ 9 поступают импульсы, частота следования которых равна

$$f_{ПКЧ} = \frac{N_1}{N_0 f_0} \quad (9)$$

где  $N_0$  — емкость счетчика ПКЧ.

По окончании третьего такта в счетчике 15 фиксируется число  $N_0$ , являющееся кодовым эквивалентом реактивной мощности,

$$N_0 = \Delta T_2 f_{ПКЧ}$$

или с учетом (5), (8) и (9)

$$N_0 = \frac{1}{K_{Ф}^2 K_{ПКН}^2 N_0} U_U U_I \sin \psi = KQ \quad (10)$$

где  $K = \frac{1}{K_{Ф}^2 K_{ПКН}^2 N_0}$

Процесс измерения активной мощности аналогичен процессу измерения реактивной мощности и отличается лишь тем, что переключатель 7 в течение всего цикла преобразования находится в верхнем положении. Это значит, что такт интегрирования преобразователя сдвигается по фазе относительно полупериода  $U_J(t)$  на угол  $\psi$ . Такой фазовый сдвиг достигается подачей на нуль-орган 6 напряжения  $U_U(t)$ . При этом код, фиксируемый в счетчике 15 по окончании третьего такта,

$$N_p = \frac{1}{K_{\Phi} K_{\text{ПКН}} N_c} U_U U_J \cos \psi = K_P \quad (11)$$

является цифровым эквивалентом активной мощности.

При измерении полной мощности цикл преобразования состоит также из таких же трех тактов. Отличие его от рассмотренных выше заключается в том, что в данном случае в течение всех трех тактов переключатель 11 сигналом с устройства управления 1 удерживается в нижнем положении, что позволяет во втором и третьем тактах преобразования задавать время интегрирования ПНВ 5 синхронно с полупериодом интегрируемого сигнала (положение переключателя 7 при этом безразлично). В результате выходной код счетчика 15 по окончании преобразования определяется выражением

$$N_B = U_U U_J = K_S \quad (12)$$

и является кодом полной мощности.

В режиме аналого-цифрового преобразования коэффициента мощности работа устройства осуществляется в два такта. Перед началом первого такта сигналом с устройства управления 1 в счетчике 14 устанавливается такое число  $N_{01}$ , при котором выходное напряжение ПНК 13 равно номинальному значению образцового напряжения ПНВ 5, т.е.

$$U_0 = K_{\text{ПКН}} \cdot N_{01} \quad (13)$$

Переключатель 7 в течение обоих тактов преобразования находится в верхнем положении, переключатель 8 — в нижнем и переключатель 12 — в верхнем положении.

В первом такте по команде с устройства управления 1 переключатель 11 устанавливается в нижнее положение. При этом такт интегрирования  $T_{\text{и}}$  ПНВ 6 задается синфазно с полупериодом интегрируемого сигнала  $U_1(t)$ . Выходной информативный интервал времени инте-

грирующего преобразователя определяется в таком случае как

$$\Delta t_1 = \frac{T_{\text{и}}}{U_0} U_{J\text{ср}} \quad (14)$$

Этот интервал времени измеряется счетно-импульсным методом путем заполнения через открытый посредством устройства управления 1 ключ 16 импульсами частоты  $f_0$  счетчика 15. В результате по окончании  $\Delta t_1$  в последнем фиксируется число

$$N_1 = \Delta t_1 f_0 = \frac{T_{\text{и}}}{U_0} U_{J\text{ср}} f_0 \quad (15)$$

Перед началом второго такта соответствующими сигналами устройства управления 1 осуществляется сброс счетчика 14, перепись в него посредством схемы переписи кода 17 числа  $N_1$  из счетчика 15 и сброс счетчика 15. При этом опорное напряжение ПНВ 5 устанавливается равным

$$U_{01} = K_{\text{ПКН}} \cdot N_1 = K_{\text{ПКН}} \frac{T_{\text{и}}}{U_0} U_{J\text{ср}} f_0 \quad (16)$$

Во втором такте по команде с устройства управления 1 переключатель 11 переводится в верхнее положение. В результате длительность такта интегрирования ПНВ 5 задается синфазно с полупериодом сигнала  $U_U(t)$ , интегрируется же, по-прежнему, напряжение  $U_J(t)$ . При этом выходной информативный интервал времени интегрирующего преобразователя определяется как

$$\Delta t_2 = \frac{T_{\text{и}}}{U_{01}} U_{J\text{ср}} \cos \psi$$

или с учетом (13) и (16)

$$\Delta t_2 = \frac{N_{01}}{f_0} \cos \psi \quad (17)$$

Данный интервал также измеряется счетно-импульсным методом путем заполнения импульсами частоты  $f_0$  через открытый ключ 16 счетчика 15. В результате в последнем накапливается код

$$N_{\psi} = N_{01} \cos \psi \quad (18)$$

являющийся цифровым эквивалентом коэффициента мощности.

Данное устройство обладает высокой точностью, так как в режиме измерения действующего значения погрешность уменьшается за счет того, что исключается влияние неточности задания моментов преобразования мгновенных значений напряжения (тока).

Это обстоятельство приводит также к повышению точности в режимах измерения активной, реактивной и полной

мощности и коэффициента мощности. Кроме того, в режимах измерений полной мощности и коэффициента мощности отсутствуют затраты вычисления, связанные с процессом возведения в квадрат и извлечения квадратного корня, что также приводит к повышению точности преобразования.

#### Формула изобретения

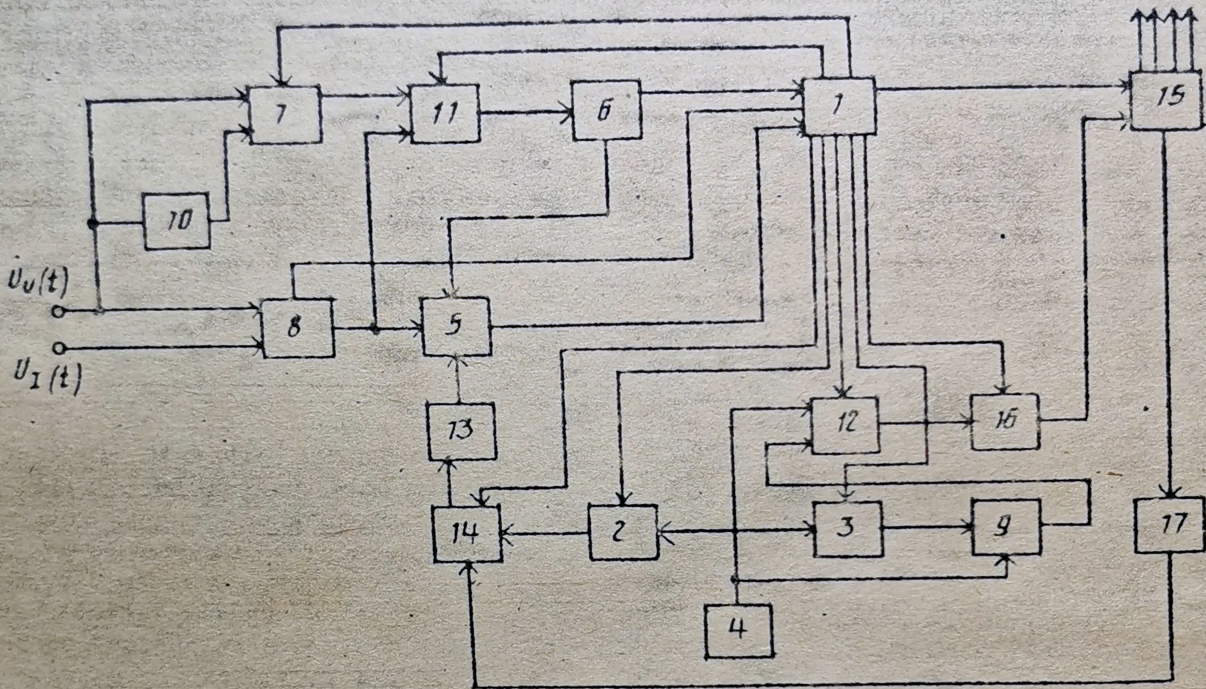
Многофункциональный аналого-цифровой преобразователь, содержащий первый переключатель, первый вход которого соединен с первой входной клеммой, второй вход — с первым управляющим выходом устройства управления, второй переключатель, первый вход которого соединен с первой входной клеммой, второй вход — со второй входной клеммой и третий вход — со вторым управляющим выходом устройства управления, а выход соединен с первым входом преобразователя напряжения в интервал времени, второй вход которого соединен с первым выходом нуля-органа, а выход — с первым входом устройства управления, второй вход которого соединен со вторым выходом нуля-органа, генератор опорной частоты, выход которого соединен с первыми входами первого и второго ключей, преобразователь код-частота, второй вход которого соединен с выходом второго ключа, вторые входы первого и второго ключей соединены с третьим и четвертым управляющими выходами устройства управления, отличающийся тем, что, с целью повышения точности преобразования дополнительно введены дифференциатор, третий и четвертый переключатели, третий ключ, блок переписи кода, первый и второй счетчики, преобразователь код-напряжение, при этом вход дифференциатора соединен с первой входной клеммой, а выход — с третьим входом первого переключателя, выход которого соединен с первым входом второго переключателя, третий вход — с пятым управляющим выходом устройства управления, а выход — со входом нуля-органа, третий вход преобразователя напряжения в интервал времени соединен через преобразователь код-напряжение с выходом первого счетчика, первый вход которого соединен с шестым управляющим выходом устройства управления, второй вход — с выходом первого ключа, а третий — с выходом блока переписи кода, вход которого соединен с первым выходом второго счетчика, первый вход которого соединен с седьмым управляющим входом устройства управления, а второй вход — с выходом третьего ключа, первый вход которого соединен с восьмым управляющим выходом устройства управления, второй вход — с выходом четвертого переключателя, первый вход которого соединен с выходом преобразователя код-частота, второй вход — с выходом генератора опорной частоты, а третий вход — с девятым управляющим выходом устройства управления.

ренциатор, третий и четвертый переключатели, третий ключ, блок переписи кода, первый и второй счетчики, преобразователь код-напряжение, при этом вход дифференциатора соединен с первой входной клеммой, а выход — с третьим входом первого переключателя, выход которого соединен с первым входом второго переключателя, третий вход — с пятым управляющим выходом устройства управления, а выход — со входом нуля-органа, третий вход преобразователя напряжения в интервал времени соединен через преобразователь код-напряжение с выходом первого счетчика, первый вход которого соединен с шестым управляющим выходом устройства управления, второй вход — с выходом первого ключа, а третий — с выходом блока переписи кода, вход которого соединен с первым выходом второго счетчика, первый вход которого соединен с седьмым управляющим входом устройства управления, а второй вход — с выходом третьего ключа, первый вход которого соединен с восьмым управляющим выходом устройства управления, второй вход — с выходом четвертого переключателя, первый вход которого соединен с выходом преобразователя код-частота, второй вход — с выходом генератора опорной частоты, а третий вход — с девятым управляющим выходом устройства управления.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 517853, кл. G 01 R 13/02, 1976 (прототип).



Составитель А. Кузнецов

Редактор Т. Шарфенова

Техред М. Табакович

Корректор С. Шекмар

Заказ 7773/64

Тираж 735

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4