



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3607669/24-21

(22) 17.06.83

(46) 30.03.85. Бюл. № 12

(72) А.С. Давыдов, В.У. Кизилов  
и И.И. Смилянский

(71) Харьковский ордена Ленина поли-  
технический институт им. В.И. Ленина

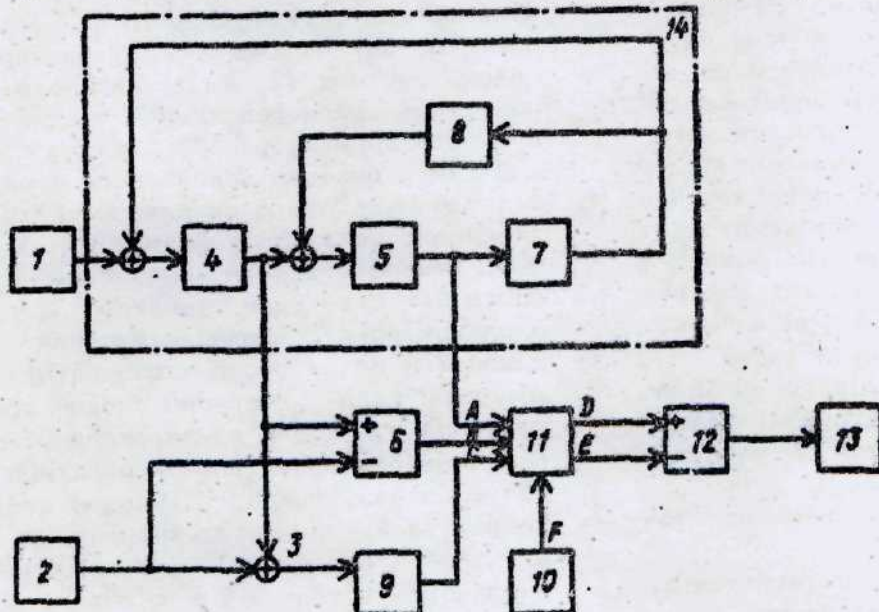
(53) 621.317.38(088.8)

(56) 1. Fierek Horst et al. Elektronischer kWh-Zähler der Klasse 05. - "Siemens Zeitschrift", 1973, 47, № 4, S. 280-283.

2. Авторское свидетельство СССР  
№ 866491, кл. G 01 R 21/00, 1979.

(54) (57) СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, содержащий последовательно соединенные первую входную шину, интегратор, первый компаратор, охваченный положительной обратной связью, источник опорного напряжения с управляемой полярностью, выход которого подклю-

чен к другому входу интегратора, а также второй компаратор, первый вход которого соединен с выходом интегратора, а выход - с первым входом логического блока, второй вход которого подключен к выходу генератора опорной частоты, а выходы - к входам реверсивного счетчика, разрядные выходы которого являются выходом счетчика электроэнергии, отличающийся тем, что, с целью повышения точности, в него введены последовательно соединенные сумматор и нуль-орган, выход которого подключен к третьему входу логического блока, четвертый вход которого соединен с выходом первого компаратора, причем первый вход сумматора подключен к выходу интегратора, а второй вход - к второй входной шине и второму входу второго компаратора.



РИО-К  
Фиг. 1

(19) SU (11) 1147984 A

Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано в энергетике при измерениях электрической энергии постоянного и переменного тока.

Известен электронный счетчик электроэнергии, содержащий последовательно соединенные широтно-импульсный модулятор, амплитудно-импульсный модулятор, фильтр низких частот, преобразователь напряжения в частоту и счетчик импульсов [1].

Недостатком известного счетчика является низкая точность, обусловленная многократным преобразованием входных сигналов.

Наиболее близок к предлагаемому электронный счетчик электроэнергии, содержащий последовательно соединенные реверсивный счетчик импульсов и индикатор, а также интегратор, к входам которого подключены выходы источника первого входного сигнала и источника опорного напряжения с управляемой полярностью, к управляющему входу которого подключен выход первого компаратора, охваченного положительной обратной связью, входы которого соединены с выходами источника второго входного сигнала и интегратора, второй компаратор, два ключа, генератор опорной частоты и логический блок, выходы которого подключены к входам реверсивного счетчика, а входы - к выходам генератора опорной частоты и второго компаратора, оба входа которого через резисторы подключены к выходу интегратора и через соответствующие ключи - к нулевому потенциалу, причем управляющие входы ключей соединены с выходом первого компаратора [2].

Недостатком известного счетчика является также невысокая точность, обусловленная тем, что переключение второго компаратора происходит не при переходе напряжения на выходе интегратора через ноль, так как реальные транзисторные ключи имеют остаточное напряжение, а также нелинейность пилообразного выходного напряжения интегратора в областях, близких к моментам смены направления интегрирования.

Цель изобретения - повышение точности.

Поставленная цель достигается тем, что в счетчик электроэнергии, содержащий

последовательно соединенные первую входную шину, интегратор, первый компаратор, охваченный положительной обратной связью, источник опорного напряжения с управляемой полярностью, выход которого подключен к другому входу интегратора, а также второй компаратор, первый вход которого соединен с выходом интегратора, а выход - с первым входом логического блока, второй вход которого подключен к выходу генератора опорной частоты, а выходы - к входам реверсивного счетчика, разрядные выходы которого являются выходом счетчика электроэнергии, введены последовательно соединенные сумматор и нуль-орган, выход которого подключен к третьему входу логического блока, четвертый вход которого соединен с выходом первого компаратора, причем первый вход сумматора подключен к выходу интегратора, а второй вход - к второй входной шине и второму входу второго компаратора.

На фиг. 1 представлена блок-схема предлагаемого счетчика электроэнергии; на фиг. 2 - временные диаграммы его работы.

Счетчик электроэнергии содержит входные шины 1 и 2, сигналы на которых пропорциональны соответственно току и напряжению исследуемой цепи, сумматор 3, интегратор 4, компараторы 5 и 6, источник 7 опорного напряжения с управляемой полярностью, блок 8 положительной обратной связи, нуль-орган 9, генератор 10 опорной частоты, логический блок 11, реверсивный счетчик 12, выход которого может быть непосредственно соединен с входом индикатора 13, а входы подключены к выходам логического блока 11, входы которого соединены соответственно с выходами компараторов 5 и 6, генератора 10 и через нуль-орган 9 - с выходом сумматора 3, один вход которого соединен с входной шиной 2 и одним входом компаратора 6, а другой вход - с другим входом компаратора 6, входом компаратора 5, охваченного положительной обратной связью через блок 8, и выходом интегратора 4, один вход которого подключен к входной шине 1, а другой вход через источник 7 - к выходу компаратора 5.

При указанной на фиг. 1 полярности подключения компаратора 6, а также при использовании в качестве реверсивного счетчика 12 с отдельными прогрессивными и регрессивными счетными входами логический блок 11 должен обеспечивать следующие логические функции:

$$D = F(\bar{A}, \bar{B}, C + A, B, \bar{C}),$$

$$E = F(A, \bar{B}, C + \bar{A}, B, \bar{C})$$

Счетчик электроэнергии работает следующим образом.

При отсутствии входных сигналов интегратор 4 и компаратор 5 работают в автоколебательном режиме, генерируя на выходе интегратора 4 симметричное треугольное напряжение, а на выходе компаратора 5, переключающегося при достижении пороговых уровней  $\pm U_c$ , меандр. Нуль-орган 9 и компаратор 6 имеют нулевые пороговые уровни и переключаются одновременно в одном и том же направлении. На обоих выходах логического блока 11 сохраняется уровень "0".

Входным сигналом  $U_n$  на шине 1 изменяются скорости изменения напряжения на выходе интегратора 4. Они равны  $-\frac{1}{T_0}(U_0 + U_n)$  при положительном и  $\frac{1}{T_0}(U_0 - U_n)$  при отрицательном напряжении на выходе компаратора 5. ( $U_0$  - напряжение на выходе источника 7;  $T_0$  - постоянная времени интегратора 4).

Вторым входным сигналом  $U_i$  входной шины 2 задаются пороговые уровни компаратора 6 и нуля-органа 9. Так как напряжение с выхода интегратора 4 и напряжение на входной шине 2 поданы на разные входы компаратора 6, а у нуля-органа 9 суммируются, то компаратор 6 переключается в моменты равенства напряжения пилы  $+U_i'$  (моменты времени  $t_3$  и  $t_4$  на фиг. 2), а нуля-орган 9 -  $-U_i$  (моменты времени  $t_3$  и  $t_4$  на фиг. 2). Выходные сигналы компараторов 5 и 6, нуля-органа 9 и генератора 10 опорной частоты подаются на входы логического блока 11, на выходах которого формируются пакеты импульсов, одна из которых подается на суммирующий,

другая на вычитающий вход счетчика 12.

Интервал времени  $\hat{t}_1$  между моментами переключения нуля-органа 9  $t_2$  и компаратора 6  $t_4$  равен

$$\hat{t}_1 = T_0 \frac{2U_i}{U_0 + U_i}, \quad (1)$$

интервал времени  $\hat{t}_2$  между моментами переключения компаратора 6  $t_4$  и нуля-органа 9  $t_5$

$$\hat{t}_2 = T_0 \frac{2U_i}{U_0 - U_i} \quad (2)$$

Их разность равна

$$\hat{t}_2 - \hat{t}_1 = \frac{4T_0}{U_0^2 - U_i^2} U_n U_i \quad (3)$$

Число импульсов, записанное в счетчике 12 за период работы схемы  $T$ , равно

$$N = f_0 \frac{4T_0}{U_0^2 - U_i^2} U_n U_i, \quad (4)$$

где  $f_0$  - частота генератора 10.

Легко показать, что число, записанное в счетчике 12 за период работы  $T$ , пропорционально энергии входных сигналов за это время.

Период работы схемы  $T$  равен

$$T = \frac{4T_0}{U_0^2 - U_n^2} U_c U_0,$$

откуда

$$\frac{4T_0}{U_0^2 - U_n^2} = \frac{T}{U_c U_0}.$$

Подставив это выражение в (4), получим

$$N = f_0 \frac{T}{U_c U_0} U_n U_i = \frac{f_0}{U_c U_0} \mathcal{E}_T, \quad (5)$$

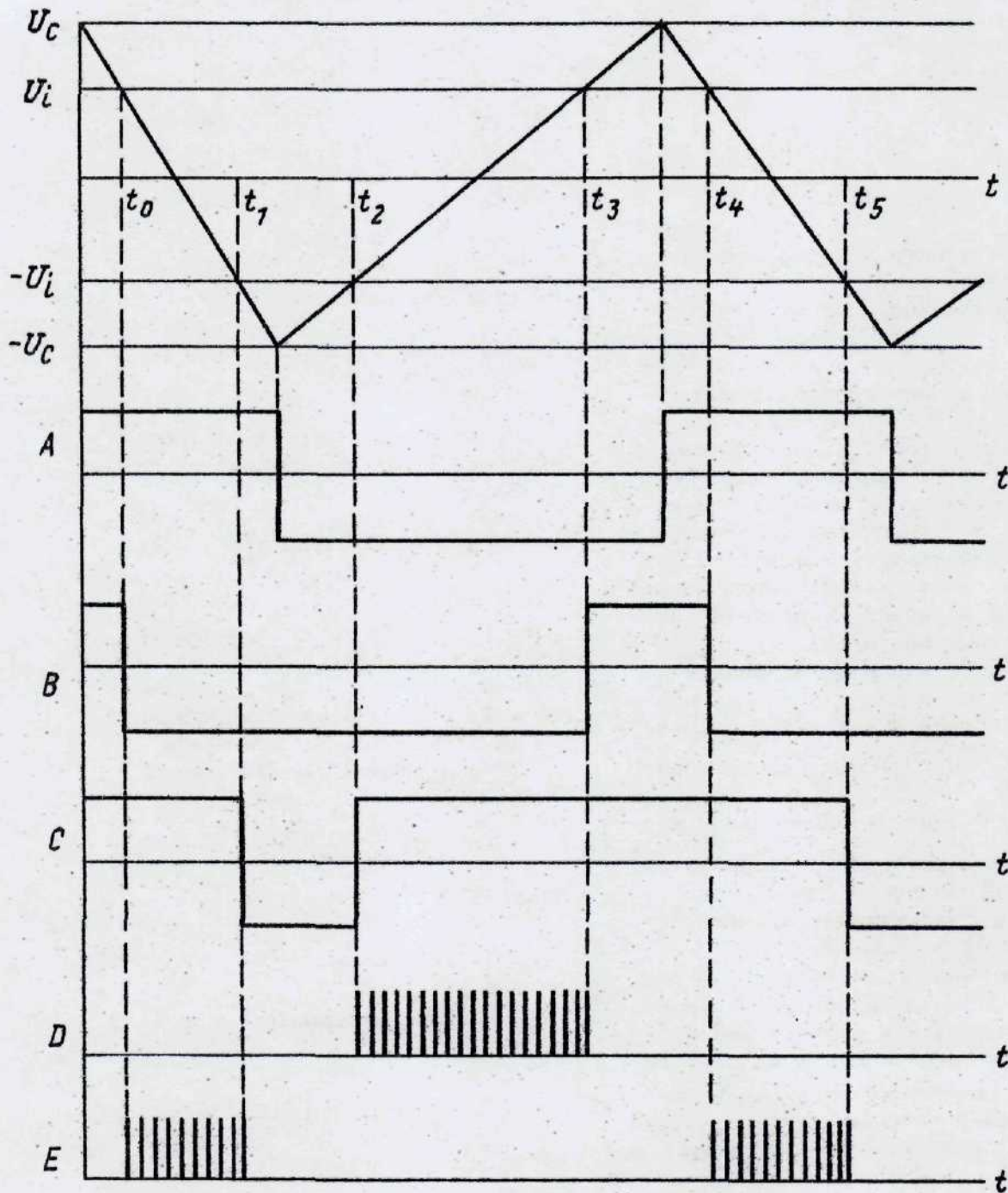
где  $\mathcal{E}_T$  - энергия за время  $T$ .

Таким образом, за любой интервал времени, кратный целому числу периодов  $T$  работы схемы, число, записанное в счетчике, пропорционально энергии входных сигналов.

Технико-экономическое преимущество предлагаемого электронного счетчика электроэнергии по сравнению с

известным состоит в повышении точности счетчика, обусловленном исключением ключей из аналогового тракта, а также независимостью показаний

счетчика от линейности выходного напряжения интегратора в моменты, близкие к моментам смены направления интегрирования.



Фиг. 2