



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1108581 A

3 (50) Н 02 М 1/00; G 05 В 19/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3457662/24-24

(22) 22.02.82

(46) 15.08.84. Бюл. № 30

(72) Ю.Н.Петренко и Г.И.Гульков

(71) Белорусский ордена Трудового  
Красного Знамени политехнический  
институт

(53) 62-83:621.313.333 (088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР  
по заявке № 3352835/07, кл. Н 02 1/00,  
1981.

2. Труды научно-исследовательско-  
го проектно-конструкторского и тех-  
нологического института п-о "Кузбасс-  
электромотор", 1980, № 9, с. 51-55  
(прототип).

(54) (57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕ-  
НИЯ МОМЕНТА КАСАНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУ-  
МЕНТА С ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛЬЮ, со-  
держащее тиристорный преобразователь  
частоты, блок памяти через дифферен-  
циатор соединен с исполнительным  
механизмом, и два канала, каждый  
из которых содержит формирователь  
импульсов, блок согласования и блок  
управления памятью, соединенный  
первым выходом с первыми входами  
первого и второго интеграторов, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с  
целью расширения области применения  
устройства, в каждый канал введены  
четыре ключа, блок формирования  
импульсов выходом соединен с первым  
выходом блока согласования и через  
первый ключ - с вторым входом  
первого интегратора, выход которого  
через второй ключ подключен к входу  
первого блока памяти, первый, тре-  
тий и четвертый выходы блока согла-  
сования подключены к первому, треть-

ему и четвертому входам блока управ-  
ления памятью соответственно, вто-  
рой выход через третий ключ - к вто-  
рому входу второго интегратора, вы-  
ход которого соединен с вторым вхо-  
дом блока управления памятью и через  
четвертый ключ - с входом второго  
блока памяти, второй выход блока  
управления памятью подключен к второ-  
му входу четвертого ключа, третий  
выход - к второму входу второго ключа,  
а четвертый выход - к второму  
выходу блока согласования, первый  
выход тиристорного преобразователя  
частоты соединен с вторыми входами  
первого и третьего ключей, а входы  
формирователя прямоугольных импуль-  
сов соединены с соответствующими  
вторыми выходами тиристорного пре-  
образователя частоты.

2. Устройство по п. 1, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что блок управ-  
ления памятью содержит элемент  
задержки, пять элементов И-НЕ и  
последовательно соединенные компара-  
тор, первый и второй формирователи  
импульсов, выход этого формирователя  
соединен с первым выходом блока уп-  
равления памятью и через первый и  
второй элементы И-НЕ - с вторым  
выходом данного блока, выход первого  
формирователя импульсов подключен  
через третий элемент И-НЕ к первому  
входу четвертого и пятого элементов  
И-НЕ, выходы которых соединены с  
третьим и вторым выходами блока уп-  
равления памятью соответственно,  
вторые входы четвертого и пятого  
элементов И-НЕ подключены к первым  
входам блока управления памятью,  
второй вход первого элемента И-НЕ

(19) SU (11) 1108581 A

соединен с выходом элемента задержки, а входы компаратора соединены с вторыми входами блока управления памятью.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что блок согласования содержит три элемента И-НЕ и два JK-триггера, первый вход блока согласования соединен с С-входом первого JK-триггера, через первый элемент И-НЕ - с С-входом второго JK-триггера и через второй элемент И-НЕ - с выходом данного блока, второй вход

блока согласования соединен с 5-входами JK-триггеров, прямые входы которых подключены к первым выходам блока согласования, инверсный выход первого JK-триггера соединен с одним из первых выходов блока согласования и через третий элемент И-НЕ - с одним первым выходом данного блока, прямой выход первого JK-триггера подключен к второму входу первого элемента И-НЕ, а первые входы первого и второго JK-триггеров подключены к шине положительного потенциала.

1

Изобретение относится к машиностроению и предназначено для использования на металлорежущих станках в качестве устройства для определения момента касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью.

Известно устройство для определения момента касания инструмента с деталью, содержащее генератор механических колебаний, вибродатчик, усилитель и командоаппарат. Генератор возбуждает механические колебания в плоскости, перпендикулярной к плоскости обработки с частотой, лежащей вне спектра частот колебаний станка. Вибродатчик фиксирует колебания в плоскости, параллельной плоскости обработки, возникающие в момент касания шлифовального круга с деталью [1].

Недостатками этого устройства являются значительная мощность генератора механических колебаний для тяжелых металлорежущих станков а также сложность конструктивного исполнения и размещения, наладки и обслуживания генератора механических колебаний и вибродатчика.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для измерения угла сдвига между током и напряжением в частотно-управляемых электроприводах, содержащее блоки формирования временного интервала, соответствующего полупериоду напряжения инвертора  $T/2$ , ячейку формирования

2

временного интервала  $\Delta t$ , соответствующего углу сдвига фаз между током и напряжением инвертора интеграторы формирующие пилообразное напряжение, пропорциональное  $T/2$  и  $\Delta t$  ключи, ячейки памяти и схемы управления ими, ячейки согласования, делитель и сумматор [2].

В момент касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью происходит изменение угла сдвига фаз между током и напряжением, по которому определяют момент касания.

Однако использование известного устройства в области машиностроения на металлорежущих станках с частотно-управляемым электроприводом главного движения невозможно, так как оно работоспособно лишь при форме тока двигателя, близкой к синусоидальной, когда ток один раз за период изменяет свой знак.

Экспериментальные исследования тока асинхронного двигателя 4А180М4УЗ ( $P_n=30$  кВт;  $P_0=1500$  об/мин) при питании от тиристорного преобразователя частоты ЭКТ63/380У4 показывают, что такую форму ток двигателя имеет в двух режимах работы частотно-управляемого электропривода; при нагрузке холостого хода  $P_{\text{х.х}}$  и нагрузке  $P_D > 0,4 P_n$ , где  $P_n$  - номинальная мощность двигателя. В диапазоне нагрузки  $P_{\text{х.х}} < P_D < 0,4 P_n$  ток двигателя дважды меняет свой знак за время  $\Delta t$ , соответствующее

углу сдвига фаз между током и напряжением, и устройство теряет свою работоспособность.

При использовании устройства в системе регулирования угла сдвига фаз  $\varphi$  между током и напряжением (для чего оно и предназначено), угол  $\varphi$  поддерживают на постоянном уровне, равном номинальному значению, и кривая тока двигателя имеет форму при которой обеспечивается работоспособность устройства. Диапазон изменения нагрузки  $P_{\text{нх}} < P \leq 0,4 P_{\text{н}}$ , в котором устройство неработоспособно, наиболее характерен для работы двигателя главного движения металлорежущих станков перед врезанием в деталь (в частности для шлифовальных станков  $P_{\text{нх}} \leq 0,2 P_{\text{н}}$ ). Следовательно, устройство требует усовершенствования для применения его в области машиностроения. Усовершенствование устройства обеспечение его работоспособности в любых режимах позволяет применить его не только в области электротехники, но и в области машиностроения, т.е. расширить область применения устройства.

Теоретические и экспериментальные исследования тока асинхронного двигателя при питании от инвертора напряжения показывают, что при незначительной нагрузке которая наиболее характерна для работы двигателя главного движения металлорежущих станков на холостом ходу перед моментом касания кривая тока двигателя в течение времени  $\Delta t$  меняет дважды свой знак. Формирователь временного интервала  $\Delta t$  формирует за время, соответствующее углу фаз между током и напряжением, два разных по ширине импульса. Устройство в таком режиме теряет свою работоспособность и не может служить датчиком момента касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью.

Цель изобретения - расширение области применения устройства для определения момента касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью.

Указанная цель достигается тем, что в устройстве для определения момента касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью, содержащем тиристорный преобразователь частоты, блок памяти через дифференциатор соединен с исполнительным механизмом, и два канала, каждый из которых

содержит формирователь импульсов, блок согласования и блок управления памятью, соединенный первым выходом с первыми входами первого и второго интеграторов, в каждый канал введены четыре ключа, блок формирования импульсов выходом соединен с первым входом блока согласования и через первый ключ - с вторым входом первого интегратора, выход которого через второй ключ подключен к входу первого блока памяти, первый и четвертый выходы блока согласования подключены к первому, третьему и четвертому входам блока управления памятью соответственно, второй выход через третий ключ - к второму входу второго интегратора, выход которого соединен с вторым входом блока управления памятью и через четвертый ключ - с входом второго блока памяти, второй выход блока управления памятью подключен к второму входу четвертого ключа, третий выход - к второму входу второго ключа, а четвертый выход - к второму входу блока согласования, первый выход тиристорного преобразователя частоты соединен с вторыми входами первого и третьего ключей, а входы формирователя прямоугольных импульсов соединены с соответствующими вторыми выходами тиристорного преобразователя частоты.

Кроме того, блок управления памятью содержит элемент задержки, пять элементов И-НЕ и последовательно соединенные компаратор, первый и второй формирователи импульсов, выход второго формирователя импульсов соединен с первым выходом блока управления памятью и через первый и второй элементы И-НЕ - с вторым выходом данного блока, выход первого формирователя импульсов подключен через третий элемент И-НЕ к первому входу четвертого и пятого элементов И-НЕ, выходы которых соединены с третьим и вторым выходами блока управления памятью соответственно, вторые входы четвертого и пятого элементов И-НЕ подключены к первым входам блока управления памятью, второй вход первого элемента И-НЕ соединен с выходом элемента задержки, а входы компаратора соединены с вторыми входами блока управления памятью.

Блок согласования содержит три элемента И-НЕ и два JK-триггера, первый вход блока согласования соединен с С-входом первого JK-триггера, через первый элемент И-НЕ - с С-входом второго JK-триггера и через второй элемент И-НЕ - с выходом данного блока, второй вход блока согласования соединен с S-входами

JK-триггеров, прямые входы которых подключены к первым выходам блока, согласования инверсный выход первого

JK-триггера соединен с одним из первых выходов блока согласования и через третий элемент И-НЕ - с одним первым выходом данного блока, прямой выход первого JK-триггера подключен к второму входу первого элемента И-НЕ, а первые входы первого и второго JK-триггеров подключены к шине положительного потенциала.

На фиг. 1 представлена функциональная схема предлагаемого устройства для определения момента касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью; на фиг. 2 - функциональная схема первого формирователя импульсов; на фиг. 3 - функциональная схема второго формирователя импульсов; на фиг. 4 - функциональная схема блока согласования; на фиг. 5 - функциональная схема блока управления памятью; на фиг. 6 - диаграмма состояния элементов устройства в первом режиме работы; на фиг. 7 - диаграмма состояния элементов устройства во втором режиме работы.

На фиг. 6 и 7 введены следующие обозначения: реактивный ток  $I_p$  в цепях диодов анодной группы (или катодной группы) моста 26 возвратного тока; напряжение  $U_p$  на выходе первого или второго формирователей импульсов; напряжение  $U_c$  на первом выходе первого (или второго) блока согласования; напряжение  $V_{c2}$  на втором выходе первого (или второго) блока согласования; напряжение  $V_{c3}$  на третьем выходе первого (или второго) блока согласования; напряжение  $U_{c4}$  на четвертом выходе первого (или второго) блока согласования; напряжение  $U_{и1}$  на выходе первого (или третьего) интегратора; напряжение  $U_{и2}$  на выходе второго (или четвертого) интегратора; напряжение  $U_{и3}$  на первом выходе первого (или второго) блока управления памятью и связанном с ним управляющем входе второго (или четвертого)

ключа; напряжение  $U_{и4}$  на втором выходе первого (или второго) блока управления памятью и связанном с ним управляющем входе первого или третьего ключа; напряжение  $U_{и5}$  на третьем выходе первого (или второго) блока управления памятью и связанными с ним входах обнуления первого, второго (или третьего, четвертого) интеграторов; напряжение  $U_{и6}$  на четвертом выходе первого или второго блока управления памятью и связанном с ним вторым входе первого (или второго) блока согласования.

Устройство для определения момента касания режущего инструмента с обрабатываемой деталью содержит асинхронный электродвигатель 1 привода главного движения станка, подключенный к тиристорному преобразователю 2 частоты, исполнительный механизм 3, подключенный к выходу дифференциатора 4, вход которого подключен к выходу блока 5 памяти, вход которого подключен к выходам ключей 6 и 9, интеграторы 10 - 13, управляющие входы ключей подключены к выходам блоков 14 и 15 управления памятью соответственно, блоки 16 и 17 согласования, ключи 18 - 21, блоки 22 и 23 формирования прямоугольных импульсов.

Тиристорный преобразователь 2 частоты содержит автономный инвертор 24 напряжения, блок 25 управления инвертором, мост 26 возвратного тока и источник 27 напряжения. Мост 26 возвратного тока выполнен на диодах 28 - 30 (анодная группа); 31, - 33 (катодная группа) и резисторах 34 - 39.

Блок 22 формирования прямоугольных импульсов (фиг. 2) содержит диоды 40 - 42, катоды объединены в общую точку, которая подключена к аноду светодиода оптопары 43, катод которого является входом блока 22 формирования. Выход оптопары подключен к входу нуля-органа 44, выход которого подключен к катоду стабилитрона 45 и является выходом блока 22 формирования. Анод стабилитрона 45 подключен к нулевой шине источника питания.

Блок 23 формирования прямоугольных импульсов (фиг. 3) содержит диоды 46 - 48. Аноды объединены в общую точку, которая подключена к катоду светодиода оптопары 49, анод кото-

рого является входом блока 23 формирования. Выход оптопары подключен к входу нуля-органа 50, выход которого подключен к катоду стабилитрона 51. Анод стабилитрона 51 подключен к нулевой шине источника питания.

Каждый блок 16 (17) согласования (фиг. 4) состоит из JK-триггеров 52 и 53 и элементов 54 - 56 И-НЕ.

Блок 14 (15) управления памяти (фиг. 5) состоит из компаратора 57, первого формирователя 58 импульсов, элемента 59 И-НЕ, второго формирователя 60, импульсов, элементов 61 - 63 И-НЕ, элемента 64 задержки, элемента 65 И-НЕ.

Работа устройства рассматривается в двух режимах.

Первый режим. Кривая тока двигателя в течение времени  $\Delta t$ , соответствующего углу сдвига между током и напряжением, не меняет свой знак; что определяется режимом холостого хода двигателя.

Второй режим. Кривая тока двигателя в течение времени  $\Delta t$  дважды меняет свой знак.

Устройство в первом режиме работает следующим образом.

При движении инструмента к обрабатываемой детали асинхронный двигатель I привода главного движения станка работает в режиме холостого хода. При этом в цепях диодов 28 - 30 анодной группы и 31 - 33 катодной группы моста 26 возвратного тока тиристорного преобразователя 2 частоты поочередно через T/3 протекают однополярные импульсы реактивного тока  $I_p$  (фиг. 6). Импульсы тока  $I_p$  в цепях диодов 28 - 30 анодной группы сдвинуты по отношению к импульсам в цепях диодов катодной группы 31 - 33 на T/6. Время протекания  $\Delta t$  каждого импульса реактивного тока  $I_p$  по диодам моста возвратного тока однозначно определяется углом сдвига  $\varphi$  между током и напряжением двигателя I.

Угол  $\varphi$  можно определить

$$\varphi = \omega \Delta t,$$

$$\omega = 2\pi f,$$

где  $\omega = 2\pi f$  - угловая частота напряжения инвертора;

$f$  - частота напряжения инвертора.

Во время отсутствия импульса реактивного тока  $I_p$  состояние элементов устройства полностью определяется точкой начала координат диаграммы состояния элементов устройства (фиг. 6). При протекании по одному из резисторов 34 - 39 реактивного тока  $I_p$  на выходе первого 22 (или второго 23) блоков формирования и связанных с ними управляющем входе пятого 18 (или седьмого 20) ключа и первом входе первого 16 (или второго 17) блоков согласования появляется логический "0" ( $U_{C1}^0$ ). В результате отрицательного перепада потенциала на первом входе, на первом выходе первого 16 (или второго 17) блоков согласования появляется логический "0" ( $U_{C2}^0$ ), на втором выходе - логическая "1" ( $U_{C2}^1$ ), на третьем выходе - логический "0" ( $U_{C3}^0$ ), состояние четвертого выхода не меняется ( $U_{C4}^0$ ). Ключи 18 и 19 (или 20 и 21) открываются, в результате чего интеграторы 10 и 11 (или 12 и 13) подключаются к напряжению задания  $U_{zf}$  частоты тиристорного преобразователя 2 частоты. Начинается интегрирование напряжения  $U_{zf}$ . Сигнал на выходе интеграторов 10 (или 12) -  $U_{u1}$ , 11 (или 13) -  $U_{u2}$ .

$$U_{u1} = \frac{1}{RC} \int_0^{\Delta t} U_{zf} dt, \quad (2)$$

$$U_{u2} = \frac{1}{RC} \int_0^{\Delta t} U_{zf} dt, \quad (3)$$

где  $R$ ,  $C$  - сопротивление и емкость цепи интеграторов;

$\Delta t_1$  - время интегрирования интегратора 11 (или 13).

Задающий генератор блока 25 управления инвертором имеет линейную характеристику, т.е.

$$U_{zf} = kf$$

где  $k$  - коэффициент пропорциональности между частотой  $f$  и напряжением задания частоты.

При работе двигателя I на определенной частоте вращения  $U_{zf}$  постоянно. При изменении частоты  $f$  в переходных режимах приращение частоты  $f$  за время интегрирования  $\Delta t$  мало, что позволяет считать с достаточной степенью точности  $U_{zf}$  за время интегрирования постоянным. Тогда (2) можно записать

$$U_{u1} = \frac{1}{RC} kf \Delta t = \frac{R}{2\pi RC} \omega \Delta t \quad (4)$$

При выборе таких значений  $R$  и  $C$ , чтобы их произведение равнялось  $K/2T$  уравнение 4 принимает вид

$$U_{u1} = \omega \Delta t \quad 5$$

Сопоставив (1) и (5), можно записать  $\varphi = U_{u1}$ , т.е. максимальное напряжение интегратора 10 (или 12) за период интегрирования  $\Delta t$  определяется углом  $\varphi$ . По истечении времени  $\Delta t$ , на выходе первого 22 (или второго 23) блоков формирования и связанных с ним управляющем входе 18 (или 20) ключа и первом входе первого 16 (или второго 17) блоков согласования появляется логическая "1" ( $U_{\varphi}$ ). В результате этого ключ 18 (или 20) закрывается и интегратор 10 (или 12) отключается от напряжения  $U_{3r}$ . Напряжение на выходе интегратора 10 (или 12)  $U_{u1}$  соответствует действительному значению  $\varphi$ . Положительный перепад потенциала на первом входе не приводит к изменению состояния первого выхода первого 16 (или второго 17) блоков согласования, где остается логический "0" ( $U_{c1}^0$ ) и интегратор 11 (или 13) продолжает интегрировать напряжение  $U_{3r}$ . Когда напряжение  $U_{u2}$  на выходе интегратора 11 (или 13) и связанном с ним первом входе первого 14 (или второго 15) блоков памяти превышает напряжение  $U_{c4}$  на четвертом входе первого 14 (или второго 15) блоков управления памятью происходит изменение состояния элементов устройства. Напряжение определяется состоянием четвертого выхода первого 16 (или второго 17) блока согласования (в данном случае там присутствует логическая "1") и выбирается таким образом, чтобы в соответствии с (6)  $U_{c4} = 85^\circ$ . Это объясняется тем, что в режиме холостого хода угол сдвига между током и напряжением двигателя не превышает  $85^\circ$ . Следовательно, если в течение времени  $\Delta t_1$ , соответствующем  $\varphi = 85^\circ$ , в кривой реактивного тока  $I_p$  не появляется второй импульс, его появление в дальнейшем исключено и может быть дана команда на перевод информации о действительном значении из интегратора 10 (или 12) в блок 5 памяти. Блок памяти может быть реализован, например, в виде конденсатора. Когда  $U_{u2}$  становится больше  $U_{c4}$ , на втором выходе (в случае присутствия на втором входе логической "1", что в данном случае

соблюдается) первого 14 (или второго 15) блоков управления памятью временно появляется логический "0" ( $U_{u1}^0$ ), поступающий с второго выхода на управляющий вход ключа 6 (или 8). В результате этого ключ 6 (или 8) открывается, интегратор 10 (или 12) подключается к блоку 5 памяти и происходит передача информации о значении угла  $\varphi$  с интегратора 10 (или 12) в блок 5 памяти. Время открытия того состояния ключа 6 (или 8) выбирается достаточным для передачи информации от интегратора 10 (или 12) в блок 5 памяти. Как только на втором выходе первого 14 (или второго 15) блока управления памятью устанавливается "1" ( $-U_{u1}$ ), ключ 6 (или 8) запирается и интегратор 10 (или 12) отключается от блока 5 памяти. В этот момент на выходах первого 14 (или второго 15) блоков управления памятью временно появляется логический "0" ( $U_{u3}^0, U_{u4}^0$ ), поступающий с выхода на вход обнуления интегратора 10 и 11 (или 12 и 13), а также на вход первого 16 (или второго 17) блока согласования. В момент появления логического "0" ( $U_{u4}^0$ ) на входе первого 16 (или второго 17) блока согласования состояние его выходов изменяется. На первом выходе и связанном с ним управляющем входе ключа 19 (или 21) появляется логическая "1" ( $U_{c1}^1$ ), на втором выходе - логический "0" ( $U_{c2}^0$ ), на третьем выходе - логическая "1" ( $U_{c3}^1$ ), состояние четвертого выхода не меняется ( $U_{c4}^1$ ). Появление на управляющем входе ключа 19 (или 21) логической "1" приводит к его закрыванию и отключению интегратора 11 (или 13) от напряжения задания  $U_{3r}$ . Время присутствия логического "0" на третьем и четвертом выходах первого 14 (или второго 15) блоков управления памятью одинакового и выбирается достаточным для обнуления интеграторов 11 (или 13). После появления на третьем и четвертом выходах первого 14 (или второго 15) блоков управления памятью логической "1" цикл одного измерения окончен и схема готова к следующему измерению. В момент касания режущего инструмента с деталью нагрузка двигателя 1 возрастает, угол  $\varphi$  уменьшается, что приводит к уменьшению напряжения в блоке 5 памяти. Момент уменьшения напряжения блока

5 фиксируется дифференциатором 4, на выходе которого появляется импульс, вызывающий срабатывание исполнительного механизма 3 и прекращение движения режущего инструмента. Исполнительный механизм 3 может быть реализован, например, в виде электропривода подачи режущего инструмента с системой управления.

Устройство во втором режиме работы 10 ет следующим образом.

В этом случае в цепях диодов 28 - 30 анодной группы и 31 - 33 катодной группы моста 26 возврата тока тиристорного преобразователя 2 частоты поочередно через  $T/3$  протекают по два однополярных импульса реактивного тока  $I_p$ . Во время между парами импульсов реактивного тока 20 состояние элементов схемы полностью определяется точкой начала координат диаграммы состояния элементов устройства (фиг. 7). Пары импульсов тока  $I_p$  в цепях диодов 28 - 30 анодной группы сдвинуты по отношению к парам импульсов в цепях диодов катодной группы 31 - 33 на  $T/6$ . Время  $\Delta t_2$  от начала протекания первого из пары импульсов до окончания второго импульса реактивного тока  $I_p$  по диодам моста, возвратного тока однозначно определяется углом сдвига между током и напряжением двигателя 1. Угол  $\varphi = \omega \Delta t_0$  (6).

При протекании по одному из резисторов 34 - 39 первого из пары импульсов реактивного тока  $I_p$  на выходе первого 22 (или второго 23) блока формирования и связанных с ним управляющем входе 18 (или 20) ключа и 16 (или 17) блока согласования появляется логический "0" ( $U_{\varphi}^0$ ). В результате отрицательного перепада потенциала на первом входе, на первом выходе первого 16 (или второго 17) блоков согласования появляется логический "0" ( $U_{c1}^0$ ), на втором выходе - логическая "1" ( $U_{c2}^1$ ), на третьем выходе - логический "0" ( $U_{c3}^0$ ), состояние четвертого выхода не меняется  $U_{c4}^1$ . Ключи 18 и 19 (или 20 и 21) открываются, в результате чего интеграторы 10 и 11 (или 12 и 13) подключаются к напряжению задания  $U_{zf}$ . Начинается интегрирование напряжения  $U_{zf}$ . Сигнал на выходе интеграторов 10 (или 12) -  $U_{u1}$ , 11 (или 12) -  $U_{u2}$

$$U_{u1} = \frac{1}{RC} \int_0^{\Delta t_3 + \Delta t_4} U_{zf} dt$$

$$U_{u2} = \frac{1}{RC} \int_0^{\Delta t_2} U_{zf} dt$$

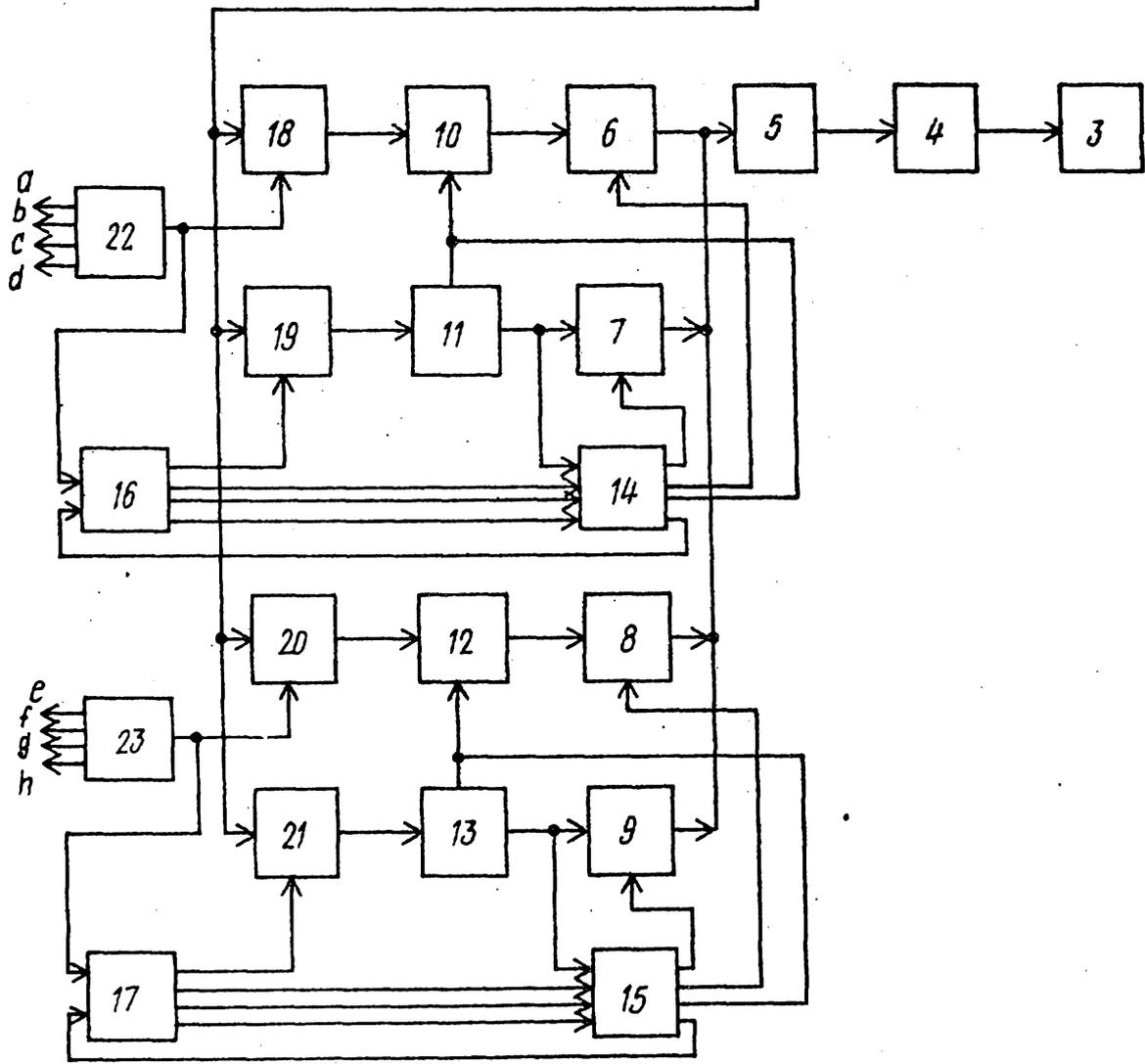
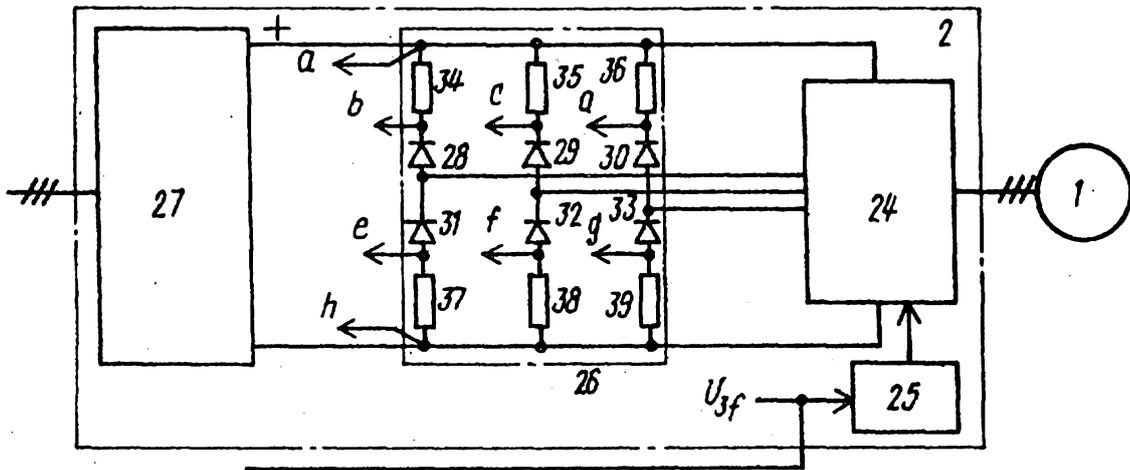
где  $\Delta t_2, \Delta t_4$  - время протекания первого и второго в паре импульсов реактивного тока  $I_p$  соответственно.

Аналогично вышеописанному можно показать, что  $U_{u2} = \omega \Delta t_2$  и  $\varphi = U_{u2}$ , т.е. максимальное напряжение интегратора 11 (или 13) за период интегрирования  $\Delta t_2$  определяется углом  $\varphi$ . По истечении времени  $\Delta t_3$ , т.е. по истечении первого из пары импульсов реактивного тока  $I_p$ , на выходе первого 22 (или второго 23) блоков формирования и связанных с ним управляющем входе 18 (или 20) ключа и входе первого 16 (или второго 17) блоков согласования появляется логическая "1" ( $U_{\varphi}^1$ ). В результате этого ключ 18 (или 20) закрывается и интегратор 10 (или 12) отключается от напряжения  $U_{zf}$ . Положительный перепад потенциала на первом входе не приводит к изменению состояния выходов первого 16 (или второго 17) блоков согласования, на первом выходе которого присутствует логический "0" ( $U_{c1}^0$ ). Интегратор 11 (или 13) продолжает интегрировать напряжение  $U_{zf}$ . При протекании по одному из резисторов 34 - 39 второго из пары импульсов реактивного тока  $I_p$  на выходе первого 22 (или второго 23) блока формирования и связанных с ним управляющем входе 18 (или 20) ключа и первом входе первого 16 (или второго 17) блоков согласования присутствует логический "0" ( $U_{\varphi}^0$ ). В результате отрицательного перепада потенциала на первом входе, на первом выходе первого 16 (или второго 17) блока согласования остается логический "0" ( $U_{c1}^0$ ), на втором выходе появляется логический "0" ( $U_{c2}^0$ ), на третьем выходе появляется логическая "1" ( $U_{c3}^1$ ) на четвертом выходе остается логическая "1" ( $U_{c4}^1$ ). Ключ 19 (или 21) остается открытым, и интегратор 11 (или 13) продолжает интегрирование напряжения  $U_{zf}$ . Ключ 18 или 20 вновь открывается, и интегратор 10 (или 12) подключается к напряжению  $U_{zf}$ . По истечении времени  $\Delta t_4$ , т.е. по истечении второго из пары импульсов

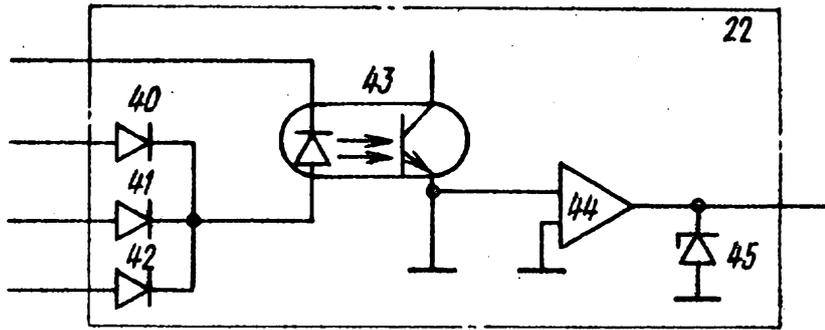
сов реактивного тока  $I_p$ , на выходе первого 22 (или второго 23) блока формирования появляется логическая "1" ( $U_{cp}^1$ ). Ключ 18 (или 20) закрывается, и интегратор 10 (или 12) отключается от напряжения  $U_{3f}$ . В результате появления логической "1" на первом входе, на первом выходе первого 16 (или второго 17) блока согласования появляется логическая "1" ( $U_{c1}^1$ ), которая, поступая на управляющий вход ключа 19 (или 21), приводит к его закрыванию и отключению интегратора 11 (или 13) от напряжения задания  $U_{3f}$ . Напряжение  $U_{u2}$  на выходе интегратора 11 (или 13) соответствует действительному значению  $\varphi$ . На выходе первого 16 (или второго 17) блока согласования остается логический "0" ( $U_{c2}^0$ ), на третьем выходе остается логическая "1" ( $U_{c3}^1$ ), на четвертом выходе появляется логический "0" ( $U_{c4}^0$ ). Появление на четвертом выходе логического "0" ( $U_{c4}^0$ ) приводит к тому, что напряжение  $U_{c4}$  на четвертом входе первого 14 (или второго 15) блока управления памятью становится равным нулю. В результате этого, напряжение  $U_{u2}$  на выходе интегратора 11 или 13 и связанном с ним первом входе первого 14 (или второго 15) блока управления памятью превышает напряжение  $U_{c4} = 0$ . Это приводит к тому, что на первом выходе (в случае присутствия на третьем входе логической "1", что в данном случае соблюдается) первого 14 (или второго 15) блока управления памятью временно появляется логический "0" ( $U_{c1}^0$ ), поступающий с первого выхода на управляющий вход ключа 7 (или 9). Ключ 7 (или 9) открывается, интегратор 11 (или 13) подключается к блоку 5 памяти, и происходит передача информации о значении угла  $\varphi$  с интеграто-

ра 11 (или 13) в блок 5 памяти. Как только на первом выходе первого 14 или второго 15 блока управления памятью установится логическая "1" ( $U_{c1}^1$ ), ключ 7 (или 9) запирается и интегратор 11 (или 13) отключается от блока 5 памяти. В этот момент на третьем и четвертом выходах первого 14 (или второго 15) блока управления памятью одновременно появляется логический "0" ( $U_{c3}^0, U_{c4}^0$ ), поступающий с третьего выхода на входы обнуления интеграторов 10 и 11 (или 12 и 13), а с четвертого - на второй вход первой 16 (или второй 17) ячейки согласования. Интеграторы 10 и 11 (или 12 и 13) обнуляются, на четвертом выходе первого 16 (или второго 17) блока согласования восстанавливается логическая "1" ( $U_{c4}^1$ ). После появления на третьем и четвертом выходах первого 14 (или второго 15) блока управления памятью логической "1" ( $U_{c3}^1, U_{c4}^1$ ), цикл одного измерения окончен и схема готова к следующему измерению  $\varphi$ . В момент касания режущего инструмента с деталью нагрузка двигателя 1 возрастает, угол  $\varphi$  уменьшается, что приводит к уменьшению напряжения в блоке 5 памяти. Момент уменьшения напряжения в блоке 5 памяти фиксируется дифференциатором 4, на выходе которого появляется импульс, вызывающий срабатывание исполнительного механизма 3 и прекращение движения режущего инструмента.

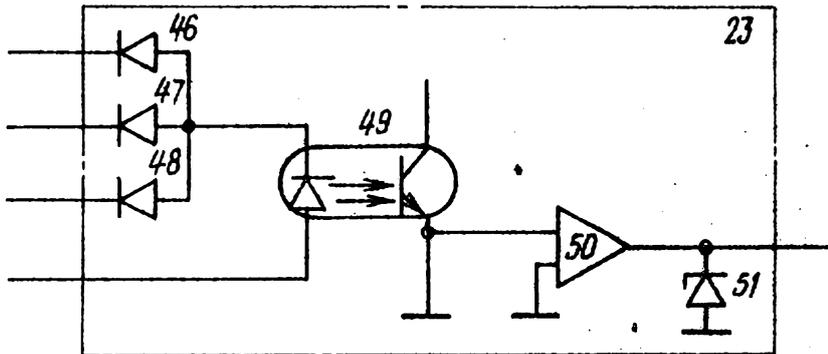
Использование предлагаемого изобретения позволяет по сравнению с базовым объектом повысить быстродействие устройства путем уменьшения постоянной времени. В результате уменьшается вспомогательное время при обработке изделий на металлорежущих станках.



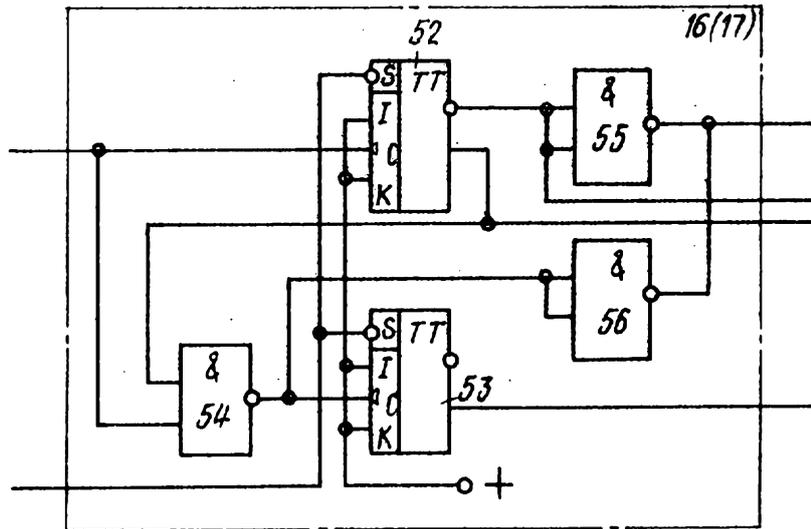
Фиг. 1



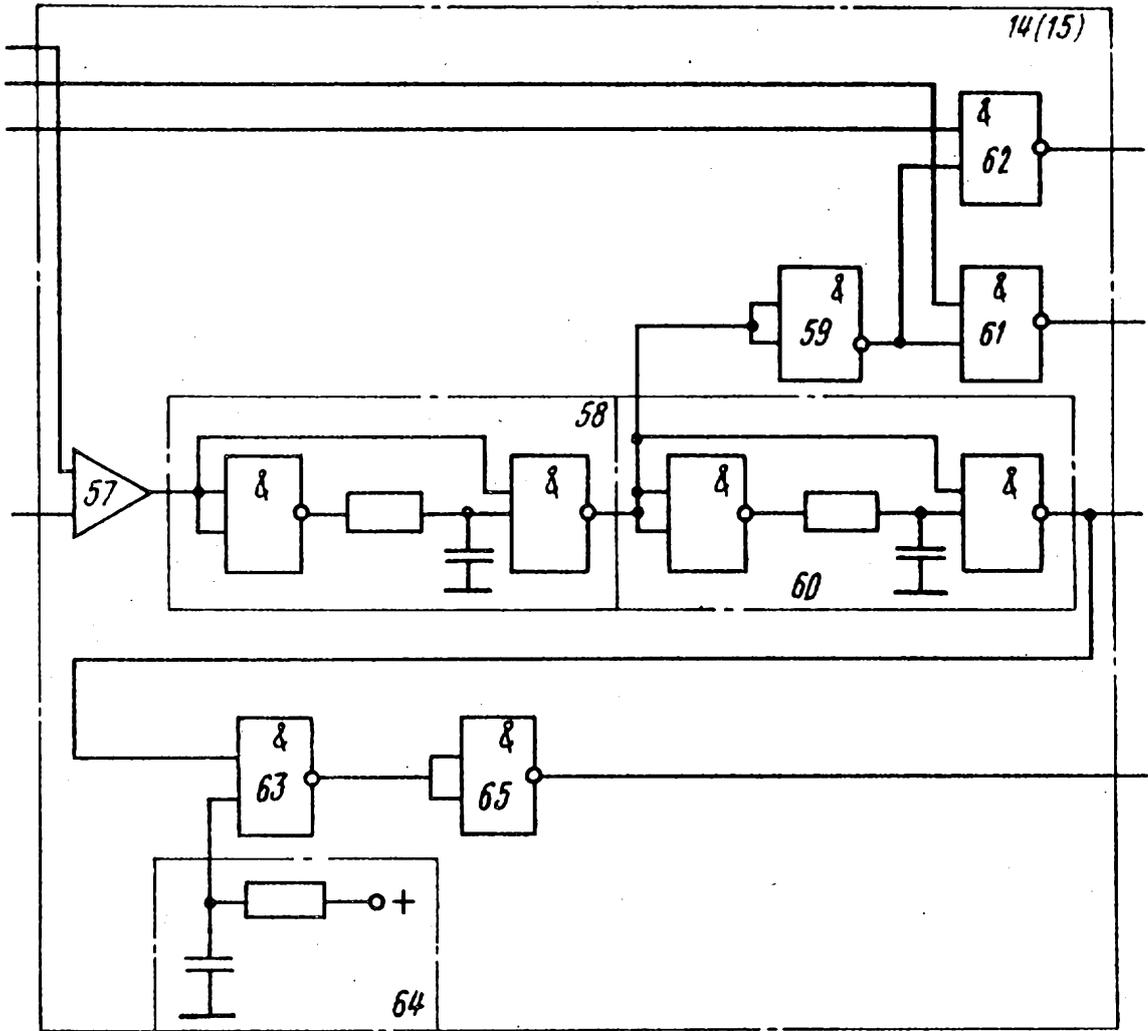
Φu2.2



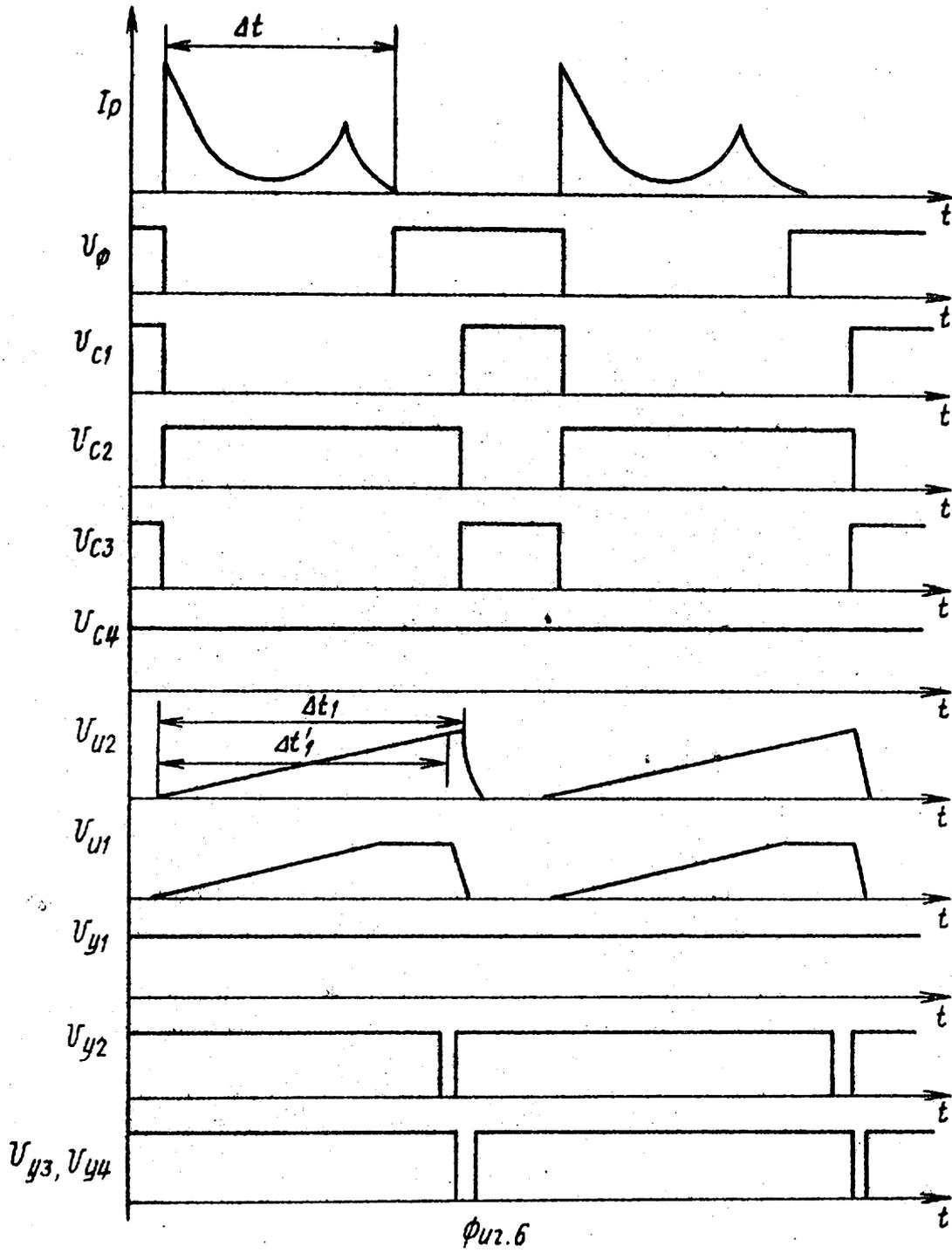
Φu2.3

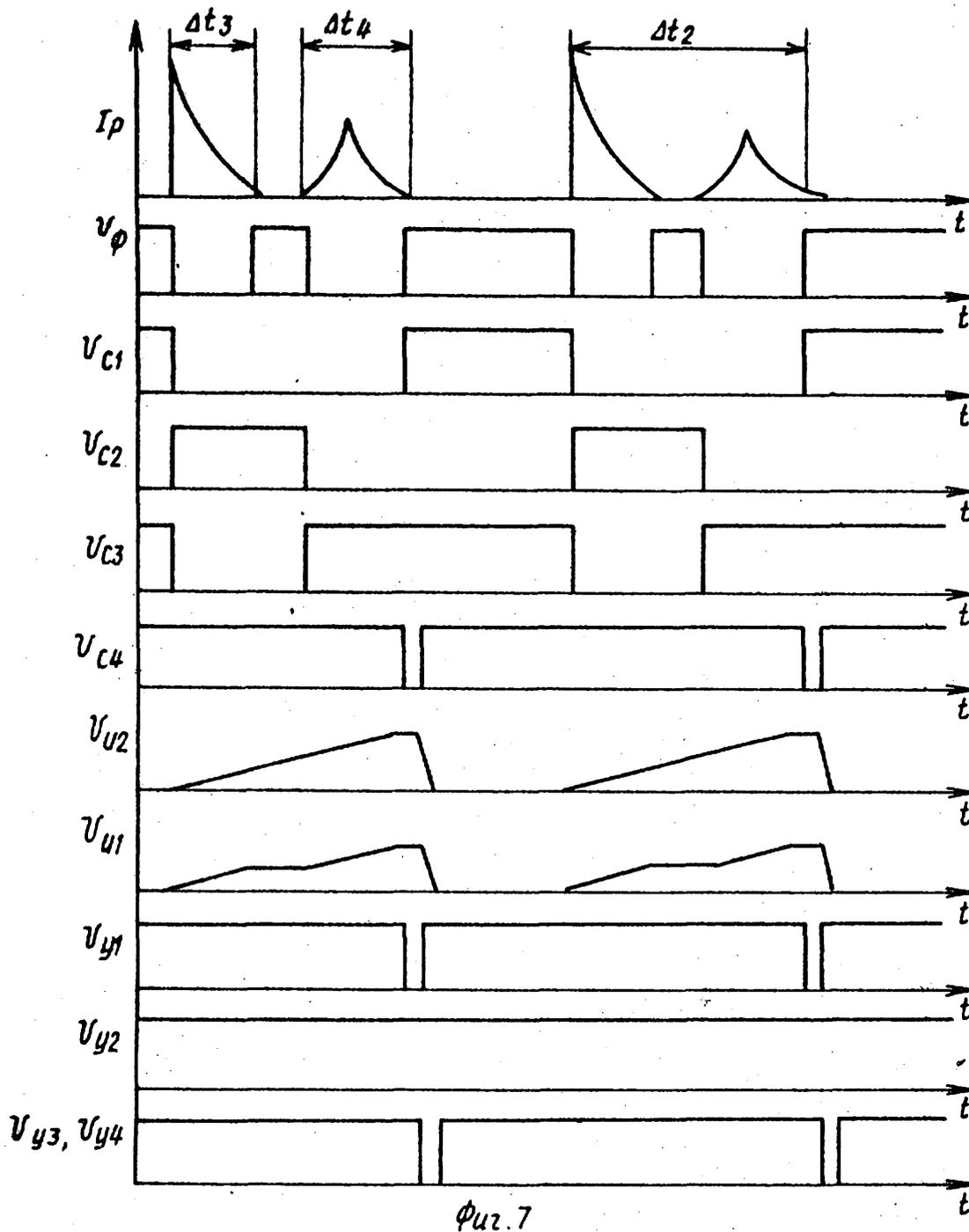


Φu2.4



Фиг. 5





Фиг. 7

Составитель И. Швец  
 Редактор С. Лисина    Техред Л. Микеш    Корректор О. Тигор

Заказ 5882/42    Тираж 667    Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филнап ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4