



УКРАЇНА

(19) UA (11) 6998 (13) C1

(51) G 01 R 21/06

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) ВІМІРЮВАЧ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

1

(20) 94301334, 26.04.93

(21) 4928794/21

(22) 18.04.91, SU

(46) 31.03.95. Бюл. № 1

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 290226, G 01 R 21/06.2. Авторское свидетельство СССР
№ 1190279, G 01 R 21/06 (прототип).

(71) Одеський політехнічний інститут

(72) Іванов Валерій Миколайович, Дюбенко
Михайло Єфремович, Чистяков Леонід
Юлійович, Бінковський Юрій Анатолійович,
Петрова Людмила Мефодіївна, Ситніков Ва-
лерій Степанович, Перевозчиков Михайло
Семенович, Богданенко Віктор Павлович

(73) Одеський політехнічний інститут, UA

(57) 1. Измеритель активной мощности, со-
держащий датчик тока, датчик напряжения,
устройство выборки-хранения, выход кото-
рого является выходом измерителя, и после-
довательно соединенные перемножитель,
фильтр высоких частот, нуль-орган, выходы
датчика тока и датчика напряжения соедине-
ны соответственно с первым и вторым вхо-
дами перемножителя, о т л и ч а ю щ и с я
тем, что введены блок управления, управ-
ляемый блок выборки-хранения, сумматор, вы-
ход которого соединен с информационным
выходом устройства выборки-хранения, уп-
равляющий вход которого подключен к (N+1)
выходу блока управления, N выходов блока
управления подсоединены к N входам уп-
равления управляемого блока выборки-хра-
нения. N выходов которого соединены с N

2

входами сумматора, выход нуль-органа под-
ключен ко входу блока управления, инфор-
мационный вход управляемого блока
выборки хранения объединен с выходом пе-
ремножителя и входом фильтра высоких ча-
стот.2. Устройство по п. 1, о т л и ч а ю щ е е-
с я тем, что блок управления содержит ре-
гистр сдвига, блок ключей, выходы которого
образуют N выходов блока управления, и
последовательно соединенные формирова-
тель фронтов, вход которого является вхо-
дом блока управления, первое и второе
устройство задержки сигналов, выход второ-
го устройства задержки сигнала является
(N+1) выходом блока управления, управляю-
щий вход блока ключей соединен с выходом
первого устройства задержки сигналов,
вход которого объединен с входом регистра
сдвига, N-разрядный выход регистра сдвига
подключен к N-разрядному информацион-
ному входу блока ключей.3. Устройство по п. 1, о т л и ч а ю щ е е-
с я тем, что управляемый блок выборки-хра-
нения содержит N устройств выборки-хра-
нения, выходы которых образуют N выходов
управляемого блока выборки-хранения, ин-
формационный вход которого объединен с
информационными входами N устройств вы-
борки-хранения, управляющие входы кото-
рых соответственно подключены к N входам
управления управляемого блока выборки-
хранения.Измеритель относится к области элект-
роизмерительной техники и предназначендля измерения мощности в цепях перемен-
ного тока.

(19) UA (11) 6998 (13) C1

Известен аналого-цифровой ваттметр, содержащий преобразователь напряжения-код, аналоговое запоминающееся устройство (АЗУ), цифро-аналоговое умножающее устройство и программное распределительное устройство [1].

Известное устройство осуществляет фиксацию U_m и $I_m \cdot \cos \varphi$ при задании через $U_{эт}$ момента фиксации на элементе сравнения. Однако, в большинстве случаев эта величина известна с большой погрешностью, что ухудшает точность вычисления активной мощности P .

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является измеритель активной мощности, содержащий датчики тока и напряжения, выходы которых подключены к первому и второму входам перемножителя, выход перемножителя связан со входами устройства выборки хранения (УРВХ) и фильтра высокой частоты (ФТВЧ), который через нуль-орган (НО) соединен с управляющим входом УРВХ, выход УРВХ является выходом устройства [2].

Известное устройство основано на следующем положении. Если $u(t) = U_m \cdot \sin \omega t$ и $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$, то мгновенная мощность равна

$$p(t) = u(t) \cdot i(t) = S[\cos \varphi - \cos(2 \cdot \omega t + \varphi)] = P - S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi), \quad (1)$$

где I_m , U_m — амплитудные значения тока и напряжения; φ — сдвиг по фазе между током и напряжением; $S = I_m \cdot U_m / 2$ — значение полной мощности; $P = S \cdot \cos \varphi$ — значение активной мощности.

При $S \cdot \cos(2 \omega t + \varphi) = 0$ значение мгновенной мощности $p(t) = P$, а это возможно, если $\cos(2 \cdot \omega t + \varphi) = 0$ при $2 \cdot \omega t + \varphi = \pi \cdot (2 \cdot l + 1) / 2$, где $l = 0, 1, 2, \dots$. Однако, ФТВЧ и НО имеют временную задержку прохождения сигнала управления УРВХ. При задержке срабатывания УРВХ на τ в нем фиксируется значение: $p(t) = P \pm \delta$, что снижает точность определения активной мощности.

Задачей данного изобретения является усовершенствование измерителя активной мощности, в котором путем введения дополнительных блоков обеспечивается усреднение погрешности измерения в результате чего повышается точность измерений.

Поставленная задача решается тем, что в измеритель активной мощности, содержащий датчик тока, датчик напряжения, устройство выборки-хранения, выход которого является выходом измерителя, и последовательно соединенные перемножитель, фильтр высоких частот, нуль-орган, выходы датчика тока и датчика напряжения соедине-

ны соответственно с первым и вторым входами перемножителя, согласно изобретению, дополнительно введены блок управления, управляемый блок выборки-хранения, сумматор, выход которого соединен с информационным входом устройства выборки-хранения, управляющий вход которого подключен к $(N+1)$ выходу блока управления. N выходов блока управления подсоединены к N входам управляемого блока выборки-хранения, N выходов которого соединены с N входами сумматора, выход нуль-органа подключен ко входу блока управления, информационный вход управляемого блока выборки-хранения объединен с выходом перемножителя и входом фильтра высоких частот.

Блок управления содержит регистр сдвига, блок ключей, выходы которого образуют N выходов блока управления, и последовательно соединенные формирователь фронтов, вход которого является входом блока управления, первое и второе устройство задержки сигналов, выход второго устройства задержки сигнала является $(N+1)$ выходом блока управления, управляющий вход блока ключей соединен с выходом первого устройства задержки сигналов, вход которого объединен с входом регистра сдвига, N -разрядный выход регистра подключен к N -разрядному информационному входу блока ключей.

Устройство выборки-хранения, выходы которых образуют N выходов управляемого блока выборки-хранения, информационный вход которого объединен с информационными входами N устройств выборки-хранения, управляющие входы которых соответственно подключены к N входам управляемого блока выборки-хранения.

В предлагаемом устройстве используется новая структурная организация за счет введения блока управления, управляемого блока выборки-хранения, сумматора, а также введенных связей, что позволяет повысить точность измерителя за счет усреднения погрешности измерения σ .

Структурная схема измерителя, блока управления и управляемого блока выборки-хранения соответственно приведены на фигурах 1-3; на фиг. 4 изображены графики мгновенного значения мощности $p(t)/S$, активной мощности P/S , а также гармонической составляющей мгновенной мощности $S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi)/S$; на фиг. 5 представлены эпюры напряжений измерителя; пример реализации измерителя показан на фиг. 6.

Измеритель активной мощности, содержит датчик тока (ДЧТ) 1, датчик напряжения

(ДЧН) 2, устройство выборки-хранения (УРВХ) 4, выход которого является выходом измерителя, и последовательно соединенные перемножитель (ПМ) 3, фильтр высоких частот (ФТВЧ) 5, нуль-орган (НО) 6, выходы датчика тока 1 и датчика напряжения 2 соединены соответственно с первым и вторым входами перемножителя 3. Дополнительно содержит блок управления (БКУ) 7, управляемый блок выборки-хранения (УВБВХ) 8, сумматор (СМ) 9, выход которого соединен с информационным входом устройства выборки-хранения 4, управляющий вход которого подключен к (N+1) выходу блока управления 7, N выходов блока управления 7 подсоединены N входам управляемого блока выборки-хранения 8, N выходов которого соединены с N входами сумматора 9, выход нуль-органа 6 подключен ко входу блока управления 7, информационный вход управляемого блока выборки-хранения 8 объединен с выходом перемножителя 3 и входом фильтра высоких частот 5, кроме того блок управления содержит регистр сдвига (РСС) 11, блок ключей (БКК) 12, выходы которого образуют N выходов блока управления 7 и последовательно соединенные формирователь фронтов (ФМФ) 10, вход которого является входом блока управления 7, первое и второе устройства задержки сигналов (УРЗС1) 13 и (УРЗС2) 14, выход второго устройства задержки сигнала является (N+1) выходом блока управления 7, управляющий вход блок ключей 12 соединен с выходом первого устройства задержки сигналов 13, вход которого объединен с входом регистра сдвига 11, N-разрядный выход регистра сдвига 11 подключен к N-разрядному информационному входу блока ключей 12, а также управляемый блок выборки-хранения 8 содержит N устройств выборки-хранения (УРВХ 1, ..., УРВХ N) 15, выходы которых образуют N выходов управляемого блока выборки-хранения 8, информационный вход которого объединен с информационными входами N устройств выборки-хранения 15, управляющие входы которых соответственно подключены к N входам управления управляемого блока выборки-хранения.

Устройство работает следующим образом.

Сигналы датчика 1 и 2, пропорциональные мгновенным значениям тока i и напряжения u , поступают на входы перемножителя 3, на выходе которого формируется сигнал, пропорциональный мгновенному значению мощности $u_3 = p(t) = i \cdot u$, фиг. 5.

Для синусоидальных напряжений и токов известно соотношение (1)

$$p(t) = P - S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi).$$

Из соотношения видно, что в момент равенства нулю гармонической составляющей

$$S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi)$$

мгновенное значение мощности $p(t)$ равно активной мощности

$$p(t) = P = S \cdot \cos \varphi.$$

Выделение гармонической составляющей мгновенной мощности $p(t)$ осуществляется фильтром высоких частот 5, из фиг. 5, сигнал с выхода которого поступает на нуль-орган 6, из фиг. 6. В момент равенства нулю выходного сигнала фильтра 5 нуль-орган 6 формирует на выходе импульс, поступающий на вход блока управления 7, где формирователь фронтов вырабатывает импульсы u_{10} , фиг. 5. В регистре сдвига 11 эти импульсы двигают по кольцу "единицу", тем самым обеспечивая через блок ключей 12, фиг. 5, подключение к выходу перемножителя 3 i -го устройства выборки-хранения 15 из управляемого блока выборки-хранения 8, по диаграмме.

$$1-2-...-(i-1)-i-(i+1)-...-(N-1)-N-1-2-...$$

Устройство задержки сигнала 13 обеспечивает подключение i -го элемента УВБВХ 8 после сдвига в РСС 11.

После заполнения N УРВХ 15 в УВБВХ 8 на вход сумматора 9 поступает четное количество точек из N/2 периодов. Суммируя отсчеты в сумматоре 9 по N/2 периодам получаем оценку \hat{P}_N (2):

$$\hat{P}_N = \sum_{i=1}^N \{P_i - \alpha \cdot \text{sign}[(Sx \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi))]\}.$$

Это значение, после отработки задержки 14, заносится в УРВХ 4. При необходимости эта оценка может быть разделена на число слагаемых N, т.е.

$$N \cdot P^* = \hat{P}_N$$

или

$$P^* = \hat{P}_N / N = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \{P_i - \alpha \cdot \text{sign} x \cdot [(S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi))]\}.$$

Полученный результат может быть записан в виде:

$$P^* = P \pm \Delta \sigma.$$

На фиг. 4 видно, что при $S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi) = 0$ за счет задержки на величину τ будут зафиксированы в УВБВХ 8 значения:

$$P_- \sigma_1, \text{ при } [S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi)]' > 0;$$

$$P_+ \sigma_2, \text{ при } [S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi)]' < 0.$$

Суммируя эти значения в сумматоре 9 получим.

$$\hat{P}_2 = (P_- \sigma_1) + (P_+ \sigma_2) = 2 \cdot P \cdot (\sigma_2 - \sigma_1).$$

В идеале, если $\sigma_1 = \sigma_2$, то $\hat{P} = 2 \cdot P$, полученное значение запоминается в УРВХ 4, разделив которое на число слагаемых, которое должно быть четным, получают оценку активной мощности. В общем случае в УРВХ 4 будет значение:

$$\hat{P}_N = \sum_{i=1}^N (P_i - \sigma_i) \cdot \text{sign} x \times \{[S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi)]'\},$$

где P_i – значение $p(t)$ при $S \cdot \cos(2 \cdot \omega t + \varphi) = 0$; σ_i – абсолютное значение погрешности i -го измерения.

Сравним точность измерения предлагаемого измерителя с прототипом.

Из фиг. 4 видно, что при $2f = 27,7 \text{ kHz}$ и при задержке на величину $\tau = 1 \text{ ms}$ в базовом устройстве в УРВХ 4 будет записано вместо значения $u_0 = 0,866 \text{ mV}$ напряжение $u_{n1} = 0,524 \text{ mV}$, при следующем пересечении $u_{n2} = 1,208 \text{ mV}$, т.е. существует разброс значений измерения равный:

$$\Delta u = u_{n2} - u_{n1} = 1,208 - 0,524 = 0,684 \text{ mV}.$$

В предлагаемом устройстве, только на одном периоде, т.е. по этим двум значениям получим величину

$$u = u_{n2} + u_{n1} = 1,208 + 0,524 = 1,732 \text{ mV},$$

т.е. u равно удвоенному значению активной мощности

$$P_2 = 2 \cdot u_0 = 2 \cdot 0,866 = 1,732 \text{ mV}.$$

Разделив величину u на два получим $u/2 = P_1 = 0,866 \text{ mV}$.

Таким образом, предлагаемое устройство в рассмотренном примере повышает точность измерения активной мощности в среднем на $0,342 \text{ mV}$.

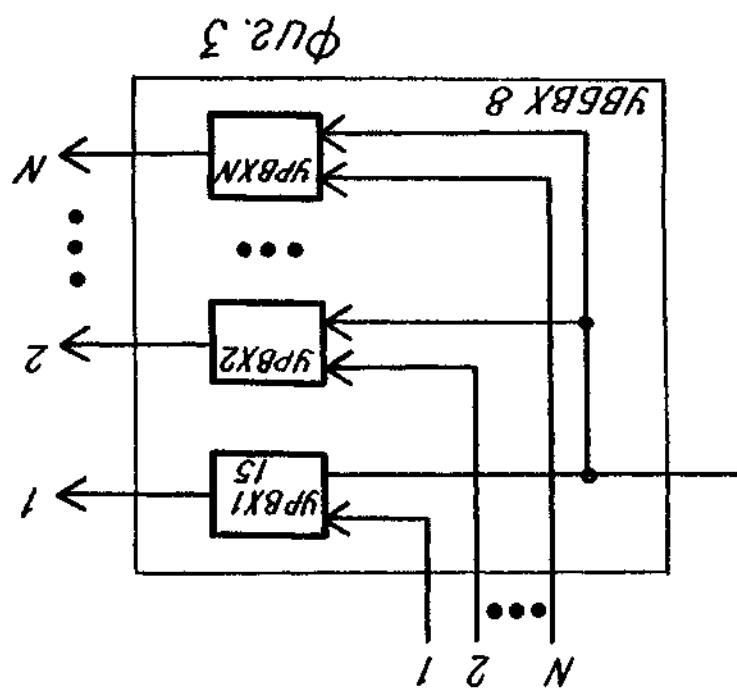
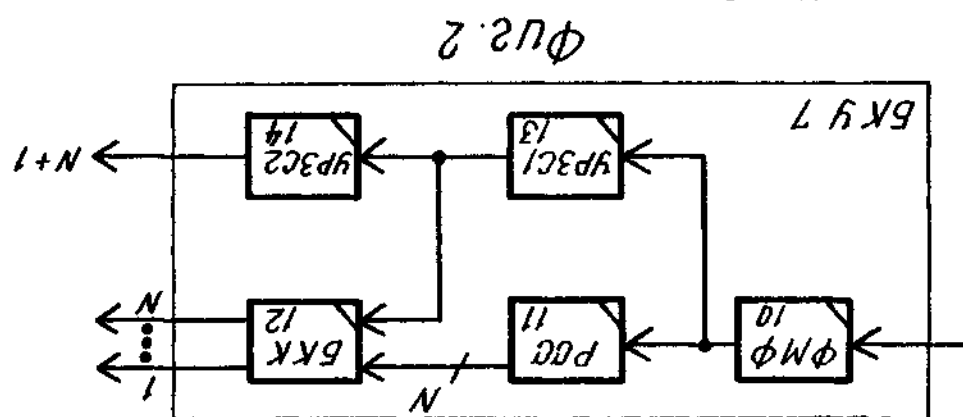
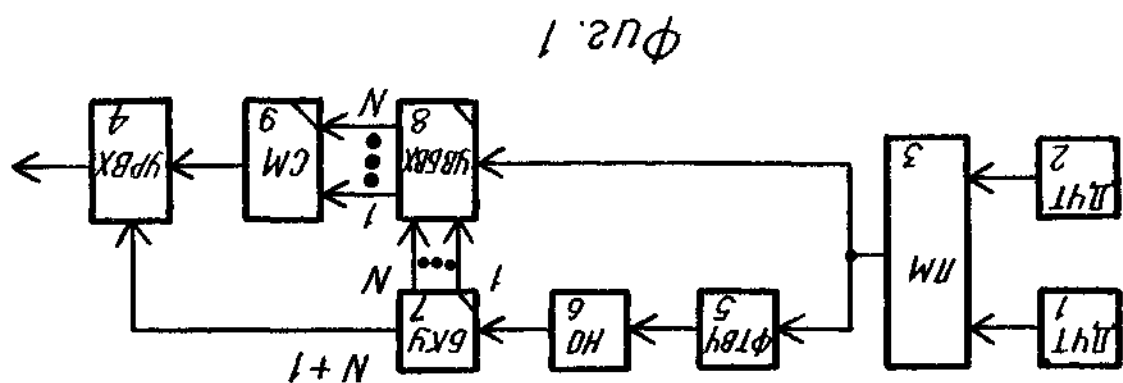
Отличием предлагаемого устройства является новая структурная организация блока управления (БКУ) 7 и управляемого блока выборки-хранения (УВБВХ) 8, за счет введения в БКУ 7 формирователя фронтов 10, регистра сдвига 11, блока ключей 12, первого и второго устройства задержки сигналов 13 и 14, а в УВБВХ 8 – N устройств выборки-хранения 15, а также введенных связей между элементами этих блоков.

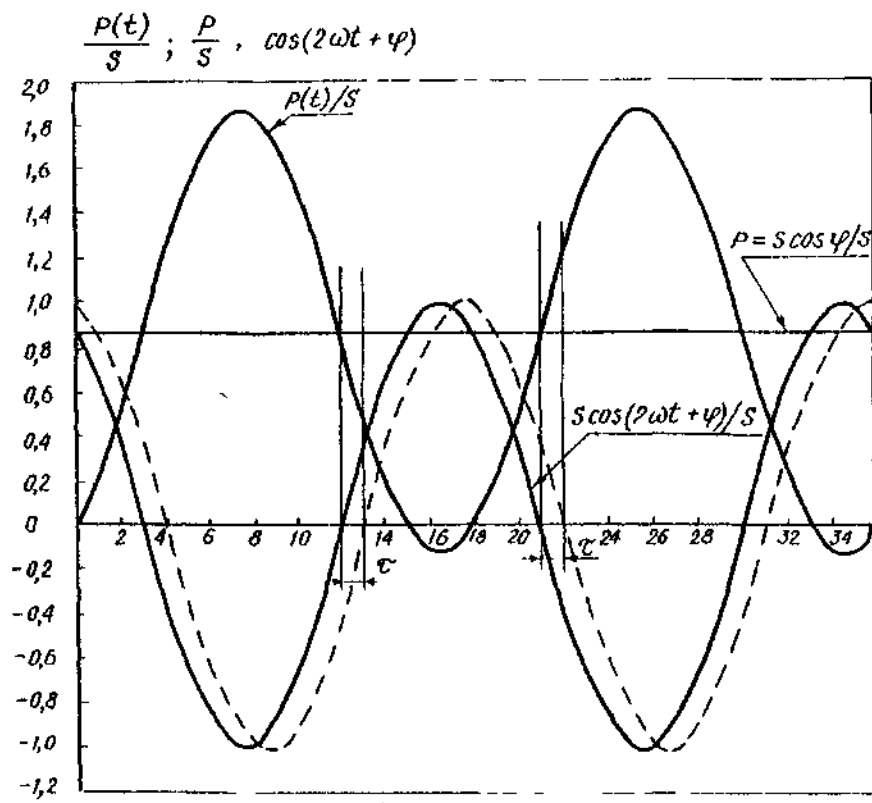
Данная структурная организация позволяет оперативно формировать сигналы управления для N УРВХ 4, а введенные устройства задержки 13 и 14 в БКУ 7 вырабатывают разрешающий сигнал после окончания переходных процессов в РСС 11 и СМ 9.

Данная организация УВБВХ 8 обеспечивает хранение N выборок в моменты определяемые блоком управления 7. Простота и доступность к каждому УРВХ 4, возможность изменения числа усреднений в зависимости от входного сигнала является достоинством данной организации УВБВХ 8.

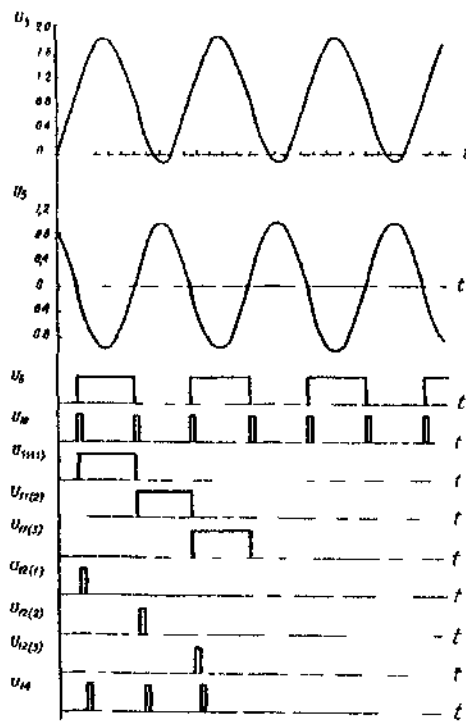
Практическая реализация измерителя приведена на фиг. 6. Перемножитель 3 и нуль-орган 6 реализованы, например, как в книге Цифровые и аналоговые интегральные схемы: Справочник. Под ред. Якубовского С.В. – М.: Радио и связь, 1989 г. – с. 374 и с. 366. УРВХ реализованы по типовой схеме включения микросхемы К1100СК2, см. там же с. 466. Остальные элементы выполнены на микросхемах серии 155, а N -входной сумматор 9 – на операционном усилителе.

Результатом новой структурной организации – является уменьшение неточности измерений, что приводит к повышению достоверности измерений и учета активной мощности, а, следовательно, к повышению технико-экономической эффективности предлагаемого устройства по сравнению с известным.

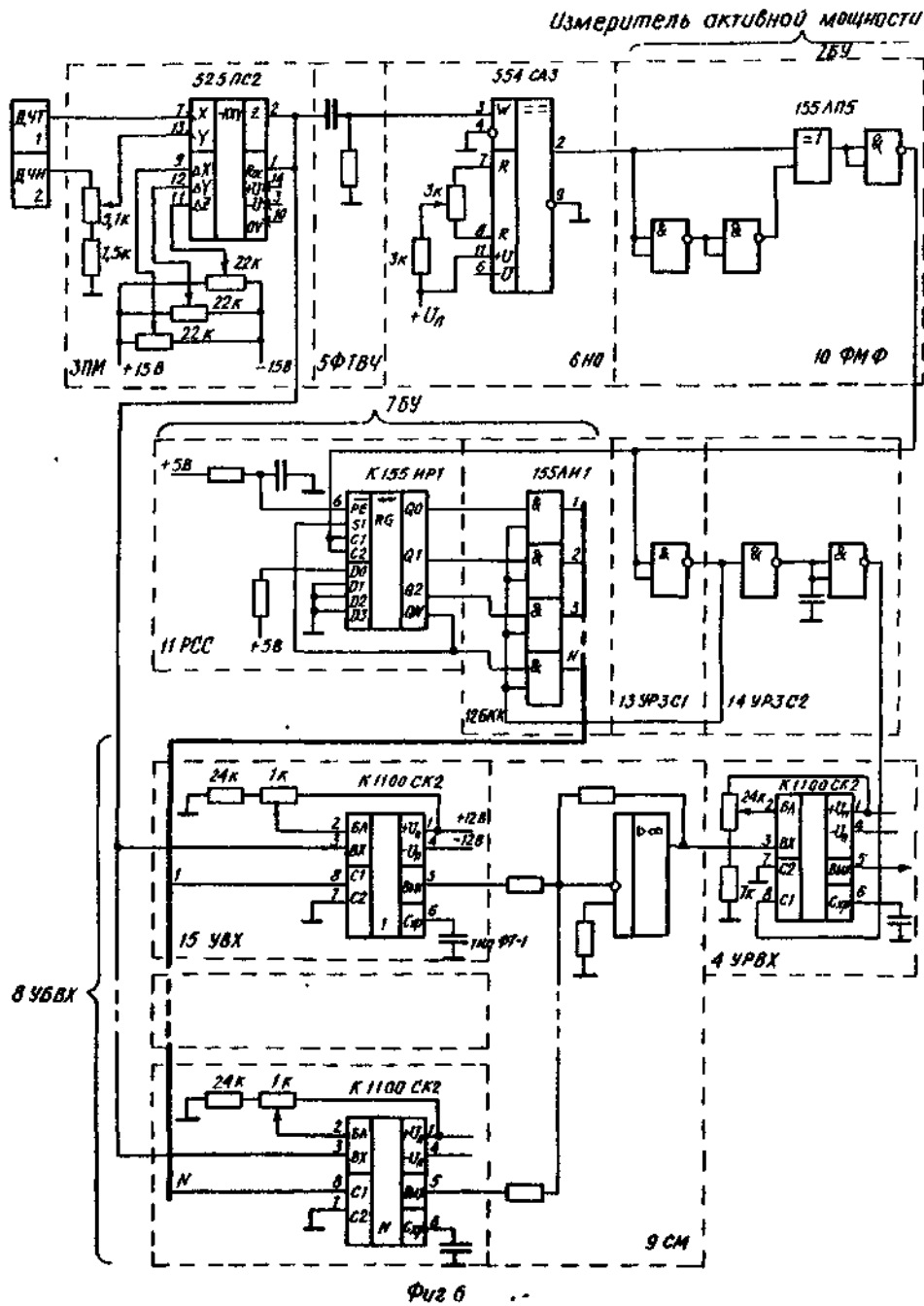




Фиг 4



Фиг 5



Упорядник Г.Кострова

Техред М.Моргентал

Коректор М.Самборская

Замовлення 4509

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

