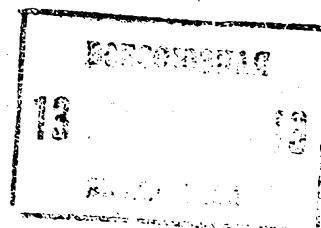




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

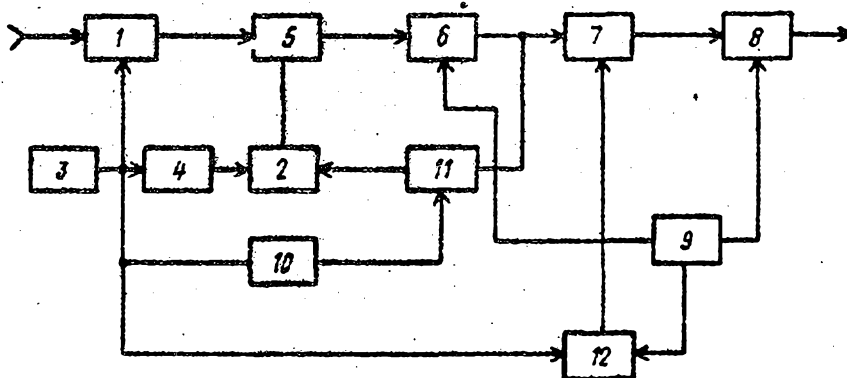


ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3577515/24-21
- (22) 11.04.83
- (46) 15.04.85. Бюл. № 14
- (72) Б.Л. Рудницкий и А.А. Дрючин
- (71) Винницкий политехнический институт
- (53) 621.317.72(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 137967, кл. G 01 R 19/02, 6.06.60.
Авторское свидетельство СССР № 1010569, кл. G 01 R 19/02, 15.04.81.

(54)(57) 1. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ЗНАЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ, содержащее первый модулятор, сигнальный вход которого соединен с входной шиной, второй модулятор, опорный генератор, выход которого соединен с входом возбуждения первого модулятора и через фазосдвигающий блок - с входом возбуждения второго модулятора, выход которого подключен к первому входу сумматора, второй вход которого соединен с выходом

первого модулятора, амплитудный детектор, первый вход которого соединен с выходом сумматора, а выход - с входом масштабного преобразователя, блок выборки и запоминания, к первому входу которого подключен выход масштабного преобразователя, к второму входу - первый выход формирователя временных интервалов, второй выход которого соединен с вторым входом амплитудного детектора, а выход блока выборки и запоминания соединен с выходной шиной, отличающееся тем, что, с целью повышения точности, в него дополнительно введены счетный триггер и регулируемый усилитель, при этом вход счетного триггера соединен с выходом опорного генератора, а выход - с управляющим входом регулирующего усилителя, сигнальный вход которого подключен к выходу амплитудного детектора, а выход - к сигнальному входу второго модулятора.



2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей, в него дополнительно введен блок пересчета, первый вход которого соединен с выходом опорного генератора,

второй — с дополнительным выходом формирователя временных интервалов, а выход — с управляющим входом масштабного преобразователя, который выполнен на основе резисторной матрицы.

Изобретение относится к электроизмерениям, в частности к измерительным преобразователям, и может быть использовано в приборах для измерения эффективных значений напряжения произвольной формы.

Целью изобретения является повышение точности и расширение функциональных возможностей.

На чертеже приведена блок-схема устройства.

Устройство для измерения среднеквадратического значения напряжения содержит первый модулятор 1, сигнальный вход которого соединен с входной шиной, второй модулятор 2, опорный генератор 3, выход которого соединен с входом возбуждения первого модулятора 1 и через фазосдвигающий блок 4 с входом возбуждения второго модулятора 2, выход которого подключен к первому входу сумматора 5, второй вход которого соединен с выходом первого модулятора 1, амплитудный детектор 6, первый вход которого соединен с выходом сумматора 5, а выход — с входом масштабного преобразователя 7, блок выборки и запоминания 8, к первому входу которого подключен выход масштабного преобразователя 7, к второму входу — первый выход формирователя временных интервалов 9, второй выход которого соединен с вторым входом амплитудного детектора 6, а выход блока выборки и запоминания 8 соединен с выходной шиной. В устройство дополнительно введены счетный триггер 10 и регулируемый усилитель 11. Вход счетного триггера 10 соединен с выходом опорного генератора 3, а выход — с управляющим входом регулируемого усилителя 11, сигнальный вход которого подключен к выходу амплитудного де-

тектора 6, а выход — к сигнальному входу второго модулятора 2.

Кроме того, в устройство дополнительно введены блок пересчета 12, первый вход которого соединен с выходом опорного генератора 3, второй — с дополнительным выходом формирователя временных интервалов 9, а выход — с управляющим входом масштабного преобразователя 7, который выполнен на основе резисторной матрицы.

Устройство для измерения среднеквадратического значения напряжения работает следующим образом.

Входным сигналом $x(t)$ в первом модуляторе 1 модулируется напряжение опорного генератора 3 (с обязательным подавлением несущей), которое затем поступает на первый вход сумматора 5. В первый момент времени оно определяется как

$$U_{11}(t) = Kx_1 \sin \omega t,$$

где K — коэффициент передачи модулятора.

На второй вход сумматора 5 поступает напряжение U_0 амплитудного детектора 6, прошедшее через регулируемый усилитель 11, который в исходном состоянии счетного триггера 10 имеет коэффициент усиления γ_1 . С учетом того, что напряжение опорного генератора 3, поступающее на второй модулятор 2, сдвинуто фазосдвигающим блоком 4 на 90° , а также начального сброса амплитудного детектора 6, напряжение на выходе сумматора 5 определится как

$$U_{51}(t) = Kx_1 \sin \omega t + 0 \gamma_1 \cos \omega t = Kx_1 \sin \omega t.$$

К моменту окончания первого периода опорного колебания на выходе

амплитудного детектора 6 установится определенное напряжение.

К началу второго периода счетный триггер 10 изменяет свое состояние и устанавливает коэффициент передачи регулируемого усилителя равным γ_2 , тогда по окончании второго периода на выходе амплитудного детектора 6 установится напряжение $U_2 = K\sqrt{x_2^2 + \gamma_2^2 x_1^2}$, а состояние счетного триггера 10 изменится и коэффициент передачи по цепи обратной связи за счет изменения усиления регулируемого усилителя станет равным γ_1 .

К моменту окончания третьего периода на выходе амплитудного детектора 6 установится $U_3 = K\sqrt{x_3^2 + \gamma_1^2 x_2^2 + \gamma_1^2 \gamma_2^2 x_1^2}$. Далее происходит периодическое изменение состояний триггера 10 и чередование коэффициентов передачи γ_1 и γ_2 по цепи обратной связи. Напряжения на выходе амплитудного детектора 6 будут определяться следующими выражениями:

$$U_4 = K\sqrt{x_4^2 + \gamma_2^2 x_3^2 + \gamma_1^2 \gamma_2^2 x_2^2 + \gamma_1^2 \gamma_2^4 x_1^2};$$

$$U_5 = K\sqrt{x_5^2 + \gamma_1^2 x_4^2 + \gamma_2^2 \gamma_1^2 x_3^2 + \gamma_2^2 \gamma_1^4 x_2^2 + \gamma_1^2 \gamma_2^4 x_1^2}$$

и после N периодов

$$U_N = K \sqrt{\sum_{\ell=1}^{N/2} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N}{2}-\ell} x_\ell^2 + \gamma_2^2 \sum_{m=1}^{N/2} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N}{2}-m} x_m^2} \quad (1)$$

при четном числе периодов N.

$$U_N = K \sqrt{\gamma_1^2 \sum_{\ell=1}^{\frac{N-1}{2}} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N-1}{2}-\ell} x_\ell^2 + \sum_{m=1}^{\frac{N+1}{2}} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N+1}{2}-m} x_m^2} \quad (2)$$

где ℓ - индексы, соответствующие напряжению $x(t)$ на четном периоде опорной частоты;
 m - индексы, соответствующие напряжению $x(t)$ на нечетном периоде опорной частоты.

Сформированное таким образом напряжение амплитудного детектора 6 поступает на масштабный преобразователь 7, выполненный в виде резисторной матрицы, коэффициент передачи которой зависит от значения кода, присутствующего в данный момент на выходе блока пересчета 12, преобразующего число N_3 импульсов, поступивших на его вход от опорного гене-

ратора 3, в параллельный код, пропорциональный корню квадратному из их числа $N_{12} = \sqrt{N_3}$.

После N периодов опорной частоты, соответствующих интервалу усреднения T, величина которого устанавливается априорно при автономных измерениях или же задается импульсами синхронизации при включении устройства в автоматическую информационно-измерительную систему, путем изменения временных интервалов между управляющими импульсами формирователя временных интервалов 9, напряжение амплитудного детектора 6, уменьшенное в \sqrt{N} раз масштабным преобразователем 7, управляющим сигналом формирователя временных интервалов 9, передается в блок выборки и запоминания 8 для последующей обработки (аналого-цифровое преобразование, индикация, сигнал регулирования и т.п.). Напряжение, поступившее в устройство выборки и хранения информации 8, пропорционально среднеквадратическому значению измеряемого напряжения, определенному на интервале усреднения T, при выполнении равенства $\gamma_2^2 \gamma_1^2 = 1$ строго:

$$U_8 = K \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N x_k^2}{N}}$$

а при отклонении от единицы с некоторым приближением:

$$U_8 = \sqrt{\frac{U_N}{N}}$$

$$= K \sqrt{\sum_{\ell=1}^{N/2} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N}{2}-\ell} x_\ell^2 + \gamma_2^2 \sum_{m=1}^{N/2} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N}{2}-m} x_m^2} \quad (3)$$

для четного N.

Величина погрешности δ в этом случае определится как

$$\delta = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N x_k^2}{N}}$$

Можно показать, что эта погрешность ниже, чем в прототипе, так как отклонение каждого из слагаемых сумм выражений (1) - (3) от величины x_k^2 меньше, чем для выражения (1), при той же точности установки коэффициента передачи по цепи обратной связи. Допустим, в прототипе коэффициент передачи цепи обратной связи K_β установлен с погрешностью Δ : $K_\beta = 1 + \Delta$.

с такой же точностью установлены $\gamma_1 = 1 + \Delta$ и $\gamma_2 = 1 - \Delta$, тогда модуль отклонения Δ_{1k} K-го слагаемого в первом случае определится как

$$\Delta_{1k} = \left| x_k^2 - x_k^2 K_{\beta}^{2(N-k)} \right| = x_k^2 \left| 1 - (1+\Delta)^{2(N-k)} \right|, \quad (4)$$

во втором случае

$$\Delta_{2k} = \left| x_k^2 - x_k^2 \left(\gamma_1 \gamma_2 \right)^{\left(\frac{N}{2} - k \right)} \right| = x_k^2 \left| 1 - [(1+\Delta)^2 (1-\Delta^2)]^{\left(\frac{N}{2} - k \right)} \right| = 10$$

$$= x_k^2 \left| 1 - (1-\Delta^2)^{N-k} \right|, \quad (5)$$

так как величина Δ является погрешностью и реально значительно меньше единицы, то $|(1-\Delta^2)| < |(1+\Delta)|^2$ и $\Delta_{2k} < \Delta_{1k}$.

Сказанное можно оценить следующим образом.

Пусть число усредняемых выборок $N = 10$, точность установки 1%, что соответствует $\Delta = 0,01$, и выборки напряжения x_k на усредняемом интервале постоянны $x_k = x = \text{const}$, тогда выражение (3) можно представить в

$$U_{\theta} = K \sqrt{\sum_{l=1}^{N/2} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N}{2}-l} x^2 + \gamma_2^2 \sum_{m=1}^{N/2} (\gamma_1^2 \gamma_2^2)^{\frac{N}{2}-m} x^2} =$$

$$= K x^2 \sqrt{S_{\frac{N}{2}}(\gamma_1^2 \gamma_2^2) + \gamma_2^2 S_{\frac{N}{2}}(\gamma_1^2 \gamma_2^2)} =$$

$$= K x^2 \sqrt{(1+\gamma_2^2) S_{\frac{N}{2}}(\gamma_1^2 \gamma_2^2)}, \quad (6)$$

где $S_{\frac{N}{2}}(\gamma_1^2, \gamma_2^2)$ - сумма $N/2$ яленов геометрической прогрессии со знаменателем $q = \gamma_1^2 \gamma_2^2$.

Подставляя в выражение (6) числовые значения, определим значение погрешности σ_1^2 :

$$\sigma_1^2 = 1 - \frac{\sqrt{(1+0,99^2) S_5(1-0,01^2)}}{10} = 0,005. \quad (7)$$

Для прототипа $\sigma \approx 0,04$. Таким образом, относительная погрешность уменьшается в $\sigma / \sigma_1^2 = 0,04 / 0,005 = 8$ раз, что свидетельствует о повышении точности.

Введение блока пересчета 12 и управляемого им масштабного преобразователя 7 приводит к тому, что напряжение на входе блока выборки и запоминания 8 в каждый момент времени пропорционально среднеквадратическому значению напряжения $x(t)$, определенного с момента начала отсчета t_0 . Если частота опорного генератора 3 выше верхней частоты спектра сигнала, то можно записать

$$U_{\theta} \approx \sqrt{\frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} x_k^2} \approx \sqrt{\frac{1}{t-t_0} \int_{t_0}^t x^2(t) dt}. \quad (8)$$

В этом случае формируется "текущее" среднеквадратическое значение напряжения $x(t)$, что позволяет осуществить следящий по среднеквадратическому режим работы при включении устройства в автоматическую информационно-измерительную систему, определять интервал стационарности по среднеквадратическому значению при исследовании случайных процессов, изменять время измерения с целью его уменьшения при исследовании сигналов с малым периодом повторения, что позволяет осуществлять измерения на одной и той же шкале при изменении времени усреднения без мультипликативной погрешности $\gamma = \sqrt{T/T_{уст}}$

где T - действительное время усреднения;

$T_{уст}$ - установленное время усреднения.

Составитель А. Пучковский

Редактор М. Дылин Техред С. Мигунова

Корректор Е. Сирохман

Заказ 2136/34

Тираж 748

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