



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾ 2 080 606⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ G 01 R 19/00

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 4863849/09, 04.09.1990

(46) Опубликовано: 27.05.1997

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Авторское свидетельство СССР № 1691763, кл. G 01 R 19/00, 1989. Заявка ФРГ № 2508661, кл. G 01R 15/06, 1979.

(71) Заявитель(и):

Белорусская государственная политехническая академия (BY)

(72) Автор(ы):

Сычик Василий Андреевич[BY],
Воробьев Владимир Александрович[BY],
Бреднев Александр Викторович[BY],
Сычик Людмила Николаевна[BY],
Уласюк Николай Николаевич[BY]

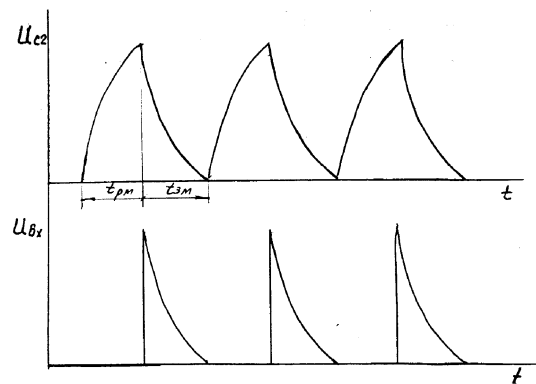
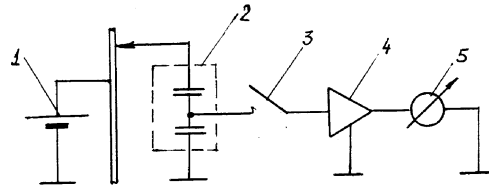
(73) Патентообладатель(ли):

Белорусская государственная политехническая академия (BY)

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

(57) Реферат:

Использование: в радиоизмерительной технике для эффективного измерения постоянных напряжений в высоковольтных цепях. Сущность изобретения: способ измерения высокого напряжения постоянного тока заключается в том, что воздействуют высоким напряжением на высоковольтное плечо емкостного делителя, электрический сигнал с низковольтного плеча емкостного делителя коммутируют, усиливают и регистрируют, причем время размыкания выбирают из условия полного заряда емкостного делителя, а время замыкания выбирают из условия полного разряда низковольтного плеча емкостного делителя. Устройство, реализующее способ, содержит источник 1 высоких напряжений, емкостный делитель 2, электронный коммутатор 3, усилитель 4, измерительный блок 5. 1 ил.



RU 2 080 606 C1

RU 2 080 606 C1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 080 606** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl. ⁶ **G 01 R 19/00**

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 4863849/09, 04.09.1990

(46) Date of publication: 27.05.1997

(71) Applicant(s):

Belorusskaja gosudarstvennaja
politekhničeskaja akademija (BY)

(72) Inventor(s):

Sychik Vasilij Andreevich[BY],
Vorob'ev Vladimir Aleksandrovich[BY],
Brednev Aleksandr Viktorovich[BY],
Sychik Ljudmila Nikolaevna[BY],
Ulasjuk Nikolaj Nikolaevich[BY]

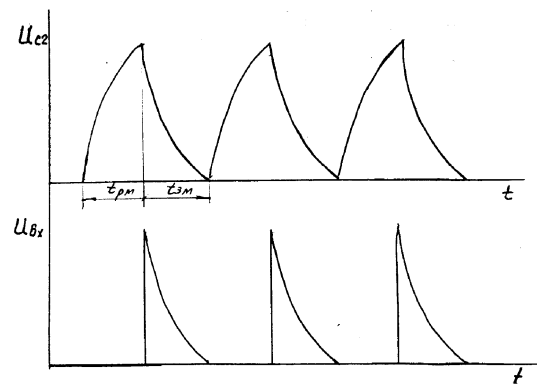
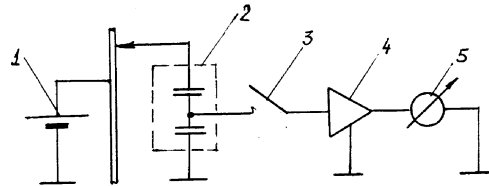
(73) Proprietor(s):

Belorusskaja gosudarstvennaja
politekhničeskaja akademija (BY)

(54) METHOD OF MEASUREMENT OF HIGH VOLTAGE OF DIRECT CURRENT

(57) Abstract:

FIELD: radio measurement technology.
SUBSTANCE: method is meant for effective measurement of direct voltages in high-voltage circuits. Proposed method consists in action with high voltage on high-voltage arm of capacitive divider. Electric signal from low-voltage arm of capacitive divider is commutated, amplified and recorded. Time of break is chosen from condition of full charge of capacitive divider and time of closure - from condition of complete discharge of low-voltage arm of capacitive divider. Device for realization of method includes high-voltage source 1, capacitive divider 2, electron commutator 3, amplifier 4 and measurement unit 5.
EFFECT: improved reliability of method. 1 dwg



RU 2 0 8 0 6 0 6 C 1

RU 2 0 8 0 6 0 6 C 1

Изобретение относится к радиоизмерительной технике и может быть использовано для эффективного измерения постоянных напряжений в высоковольтных цепях.

Известен способ измерения постоянных напряжений путем оценки интенсивности слоев половинного ослабления δ_i излучения, генерируемого на трубке рентгеновских аппаратов в фильтрах из алюминия (журнал "Дефектоскопия", N 4, 1978, с. 104). Способ обладает 5 низкой точностью, сложностью реализующей его аппаратуры и требует повышенной безопасности.

Также известен электростатический метод измерения постоянных напряжений в высоковольтных цепях путем регистрации момента достижения равенства массы 10 сферической проводящей частицы, помещенной в межэлектродный зазор плоскопараллельного конденсатора, силе взаимодействия ее заряда с электрическим полем (журнал "Измерительная техника", N 12, 1976). Бесконтактный контроль напряжения также осуществляют путем воздействия поля источника напряжения на пьезоэлектрически биморфную пластину (авт. св. N 705354, кл. G 01 R 19/16).

15 Указанные способы контроля постоянных напряжений также обладают невысокой чувствительностью, точностью, надежностью и сложностью реализующих эти способы устройств.

Прототипом предлагаемого изобретения является способ, позволяющий измерять постоянное напряжение в высоковольтных цепях путем воздействия высокого напряжения 20 на емкостный делитель, состоящий из конденсаторов высокого и низкого напряжений, считывания сигнала с низковольтного конденсатора, его усиления и регистрации, который описан (заявка ФРГ N 2508661, G 01 R 15/06 за 1979).

Недостатками способа-прототипа являются:

1. Невысокая точность измерения высоких постоянных напряжений вследствие того, что 25 электронный усилитель, обладая конечным входным активным сопротивлением, шунтирует низковольтный конденсатор, в результате чего во входной цепи усилителя действует плавающий низкочастотный сигнал, не пропорциональный контролируемому напряжению. Погрешность измерения $\Delta \geq 80\%$.

2. Невысокая чувствительность, поскольку входной сигнал становится мал по величине 30 при установившемся состоянии во входной цепи усилителя (на уровне его шумов).

Целью предполагаемого изобретения является повышение точности измерения высоких напряжений постоянного тока.

Поставленная цель достигается тем, что в способе измерения высоких напряжений постоянного тока путем воздействия высокого напряжения на емкостной делитель, 35 состоящий из высоковольтного и низковольтного конденсаторов, считывания электрического сигнала с низковольтного конденсатора, его усиления и регистрации, электрический сигнал на низковольтном конденсаторе коммутируют на усилитель, при этом время замыкания коммутатора поддерживают равным постоянной времени входной цепи усилителя, а время его размыкания поддерживают равным постоянной времени емкостного 40 делителя.

Вследствие того, что формируемый на низковольтном конденсаторе электрический сигнал коммутируют на электронный усилитель, причем время замыкания коммутатора (его контактной группы) поддерживают равным постоянной времени входной цепи усилителя, а время размыкания контактной группы коммутатора поддерживают равным постоянной 45 времени емкостного делителя - достигается поставленная цель, т.е. существенно повышается точность и чувствительность устройства, реализующего предложенный способ. Погрешность измерения снижается более чем на порядок с 80% у прототипа до 5% у заявляемого способа.

В известных технических решениях отличительных существенных признаков, сходных с 50 заявляемым, не обнаружено. Следовательно, предложенное решение - способ измерения высоких напряжений постоянного тока обладает существенными отличиями.

Измерение высоких напряжений постоянного тока (постоянных напряжений) посредством предложенного способа осуществляют следующим образом.

Воздействуют высоким напряжением 1 на емкостной делитель 2, содержащий высоковольтный С1 и низковольтный С2 конденсаторы. При этом последовательно соединенные конденсаторы емкостного делителя выбирают, исходя из следующей зависимости.

$$5 \quad q=C_1U_1=C_2U_2, (1)$$

$$\text{откуда } U_1/U_2=C_2/C_1 (2)$$

Если известен диапазон измеряемых высоких напряжений, а также выбран высоковольтный конденсатор С1, выдерживающих верхнее предельное напряжение, то конденсатор С2 выбирают с учетом чувствительности и динамического диапазона входного сигнала электронного усилителя $U_{вх \max} U_{вх \min}$ из следующей зависимости:

$$10 \quad C_2 = C_1 \frac{U_1}{U_2}. (3)$$

Принимая $U_1=U_x$ [кВ] высокое напряжение, а $U_2=U_{вх}$ [В] низкое напряжение, емкость С2 выбирают из соотношения

$$15 \quad C_2 = C_1 \frac{U_{x \max}}{U_{вх \max}}. (4)$$

Поддерживают разомкнутой контактную группу 3 электронного коммутатора на время, когда произойдет процесс заряда конденсаторов до напряжений, определяемых формулой (4), т.е. время размыкания коммутатора (его контактной группы) $t_{рм}$ для достижения поставленной цели, как показали результаты эксперимента, должно соответствовать постоянной времени емкостного делителя τ_1 , при котором на емкостях С1 и С2 установятся номинальные напряжения, т.е. $t_{рм}=\tau_1$.

Путем замыкания контактной группы 3 электронного коммутатора воздействуют напряжением низковольтного конденсатора С2 на электронный усилитель, представляющий, например операционный усилитель с высокоомным входом. Поскольку электронный усилитель обладает активным входным сопротивлением $R_{вх} 10^4 10^6$ Ом с собственной емкостью в $10^4 - 10^5$ раз ниже емкости конденсатора С2, то происходит разряд конденсатора на активное сопротивление. Время замыкания контактной группы коммутатора $t_{зм}$ для достижения поставленной цели выбирают из условия полного разряда конденсатора С2, т.е. снижения его напряжения $U_{с2}$ до нуля, что произойдет, если $t_{зм}=\tau_2$ где τ_2 постоянная времени входной цепи усилителя, $\tau_2=C_2 \cdot R_{вх}$

Осуществляя периодическую коммутацию электронного коммутатора при замыкании его контактной группы в течение времени $t_{зм}=\tau_2$ и размыкании его контактной группы в течение времени $t_{рм}=\tau_1$ во входной цепи электронного усилителя формируется пульсирующее напряжение сигнала

$$U_{вх}=K_1U_x(5),$$

где K_1 коэффициент пропорциональности, учитывающий соотношения $C_1/C_2, \tau_2/\tau_1$

Усиленным с помощью электронного усилителя 4 сигналом воздействуют на измерительный блок 5, в качестве которого может быть выпрямитель со стрелочной головкой, либо цифровой блок с цифровым индикаторным табло.

Измерительный блок 5 в соответствии с формулой

$$U_{вых}=K_2U_x (6)$$

где K_2 коэффициент пропорциональности, который также учитывает коэффициент усиления усилителя и коэффициент преобразования сигнала измерительного устройства, отображает истинное значение контролируемого высокого напряжения U_x .

Изложенный способ измерения высоких напряжений постоянного тока реализуется устройством, структурная схема которого представлена на чертеже.

1. Подают в замкнутую цепь источника высоких напряжений 1, включающего непосредственно высоковольтный источник постоянного напряжения и электрический проводник, например в анодную цепь кинескопа, высокое напряжение постоянного тока, варьируемое в диапазоне (23 30) кВ.

2. Воздействуют высоким напряжением на емкостной делитель 2, состоящий, например из высоковольтного конденсатора C_1 типа К15-4-30 кВ емкостью 470 пФ и низковольтного конденсатора C_2 , например конденсатора К73-17-30 В. Поскольку в качестве электронного усилителя 4 используют операционный усилитель типа К140УД14 с $U_{вх\ max} = 15$ В,

5 а $U_{C2} \cong U_{вх\ max}$, то значение емкости конденсатора C_2 находят из зависимости (4)

$$C_2 = C_1 \frac{U_{x\ max}}{0,5 U_{вх\ max}} = 172 \cdot 10^4 \text{ пФ}$$

10 При этом конденсатор C_2 заряжается и на нем устанавливается номинальное напряжение $U_{C2} \cong 7,5$ В

3. Замыкают контактную группу 3 электронного коммутатора (на чертеже не показан, в качестве которого используют геркеновое реле РЭС55А). При этом время ее замыкания $t_{з\м} = \tau_2$ Для электронного усилителя К140УД14 и $C = 17,2 \cdot 10^5$ пФ $t_{з\м} = \tau_2 = 18 \cdot 10^{-3}$ сек За указанное время напряжение $U_{C2} \rightarrow 0$

15 4. Размыкают контактную группу 3 электронного коммутатора. При этом время ее размыкания составляет $t_{р\м} = \tau_1$ Для высоковольтной цепи кинескопа, к которой подключен емкостный делитель с результирующей емкостью $C = C_1$ постоянная времени емкостного делителя $\tau_1 = 10^{-3} \div 10^{-4}$ секунды.

20 За указанное время напряжение $U_{C2} = U_{ном} \cong 7,5$ В.

5. Осуществляя периодическую коммутацию контактной группы 3 электронного коммутатора на конденсаторе C_2 и на входе электронного усилителя 4, формируют пульсирующие напряжения, форма которых изображена на фиг. 1б.

25 6. Подают выходное напряжение усилителя 4 на измерительное устройство 5, представляющее, например цифровой измерительный блок, содержащий выпрямитель, аналого-цифровой преобразователь и цифровое табло. Последнее отображает истинное значение контролируемого высокого напряжения постоянного тока U_x .

Результирующая погрешность измерения не превышает $\pm 5\%$

30 Таким образом, вследствие того, что формируемый на низковольтном конденсаторе электрический сигнал коммутируют на электронный усилитель, причем время замыкания контактной группы коммутатора поддерживают равным постоянному времени входной цепи усилителя, а время размыкания контактной группы коммутатора поддерживают равным постоянной времени емкостного делителя, достигается поставленная цель, с 80% до 5% снижается результирующая погрешность измерения.

35 Предлагаемый способ измерения высоких напряжений постоянного тока в сравнении с базовым способом-прототипом и другими известными способами-аналогами обладает следующими преимуществами:

1. Более чем в два раза повышается чувствительность работы устройства, реализующего предлагаемый способ.

40 2. Более чем в десять раз (от $\Delta \pm 80\%$ до $D \pm 5\%$) повышается точность измерения высоких напряжений постоянного тока.

Формула изобретения

45 Способ измерения высокого напряжения постоянного тока, заключающийся в том, что воздействуют высоким напряжением на высоковольтное плечо емкостного делителя, электрический сигнал с низковольтного плеча емкостного делителя усиливают и регистрируют, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения высоких напряжений, электрический сигнал с низковольтного плеча емкостного делителя перед усилением коммутируют, причем время размыкания выбирают из условия полного заряда емкостного делителя, а время замыкания из условия полного разряда низковольтного плеча емкостного делителя.