



MD 4128 B1 2011.09.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 4128 (13) B1  
(51) Int.Cl: G01R 15/00 (2006.01)  
G01R 15/04 (2006.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE

<b>Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată în termen de 6 luni de la data publicării</b>	
<p>(21) Nr. depozit: a 2010 0044 (22) Data depozit: 2010.03.19</p>	<p>(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului: 2011.09.30, BOPI nr. 9/2011</p>
<p>(71) Solicitant: SOCIETATEA PE ACȚIUNI INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE "ELIRI", MD (72) Inventatori: BADINTER Efim, MD; COLPACOVICI Iulian, MD; DANILIU Ion, MD; CLEIMENOV Vladimir, MD; COJOCARU Dumitru, MD (73) Titular: SOCIETATEA PE ACȚIUNI INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE "ELIRI", MD</p>	

(54) Divizor de înaltă tensiune

(57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la domeniul măsurărilor  
electrice și poate fi utilizată pentru măsurarea  
tensiunilor alternative și cercetarea tensiunilor  
de impuls.

Divizorul de înaltă tensiune conține un braț  
de înaltă tensiune și un ecran rezistiv, exe-  
cutate în formă de coloane de rezistoare cilin-  
drice, conectate consecutiv, totodată brațul de  
înaltă tensiune este amplasat coaxial în ecranul  
rezistiv, acestea fiind amplasate într-un ecran  
metalic comun, executat în formă de con, legat  
la pământ, cu posibilitatea deplasării axiale

2  
reciproce, și un braț de joasă tensiune. Prima  
bornă a brațului de înaltă tensiune este  
conectată la potențialul înalt, iar cea de-a doua  
bornă este conectată la prima bornă a brațului  
de joasă tensiune, a doua bornă a lui fiind  
legată la pământ. Punctul de conexiune a  
brațului de înaltă tensiune cu brațul de joasă  
tensiune este unit printr-un repetor de tensiune  
cu ieșirea ecranului rezistiv, formând borna de  
ieșire a divizorului de tensiune.

Revendicări: 3

Figuri: 1

MD 4128 B1 2011.09.30

## (54) High-voltage divider

### (57) Abstract:

1  
The invention relates to the field of electrical measurements and can be used for measurement of alternating current voltages and study of pulse voltages.

The high-voltage divider comprises a high-voltage arm and a resistive screen, made in the form of cylindrical resistor columns, connected in series, at the same time the high-voltage arm is located coaxially in the resistive screen, located in a grounded common metal screen, made in the form of a cone, with the possibility of mutual axial displacement, and a low-

2  
voltage arm. The first lead of the high-voltage arm is connected to the high potential, and the second lead is connected to the first lead of the low-voltage arm, the second lead of which is grounded. The point of connection of the high-voltage arm to the low-voltage arm is connected through a voltage follower to the output of the resistive screen, forming the output lead of the voltage divider.

Claims: 3

Fig.: 1

## (54) Высоковольтный делитель напряжения

### (57) Реферат:

1  
Изобретение относится к области электрических измерений и может быть использовано для измерения напряжений переменного тока и исследования импульсных напряжений.

Высоковольтный делитель напряжения содержит высоковольтное плечо и резистивный экран, выполненные в виде колонн цилиндрических резисторов, соединенных последовательно, при этом высоковольтное плечо расположено коаксиально в резистивном экране, расположенные в выполненном в виде конуса, заземленном общем металлическом экране с возможностью взаимного осевого перемещения, и низко-

2  
вольтное плечо. Первый вывод высоковольтного плеча подключен к высокому потенциалу, а второй вывод подключен к первому выводу низковольтного плеча, второй вывод которого заземлен. Точка соединения высоковольтного плеча с низковольтным плечом соединена через повторитель напряжения с выходом резистивного экрана, образуя выходной вывод делителя напряжения.

П. формулы: 3

Фиг.: 1

**Descriere:**

Invenția se referă la domeniul măsurărilor electrice și poate fi utilizată pentru măsurarea tensiunilor alternative și cercetarea tensiunilor de impuls.

5 Se cunoaște divizorul de tensiune rezistiv compensat, care conține un braț de înaltă tensiune, alcătuit din rezistoare de măsurare legate în serie și, coaxial cu acesta, un ecran rezistiv coaxial, în care prin reglarea potențialului bornelor superioară și inferioară ale ecranului se obține compensarea erorii de frecvență a coeficientului de divizare al divizorului de tensiune. Curenții de compensare capacitivi dintre rezistoarele de măsurare și de ecranare permit compensarea erorii de fază [1].

10 Dezavantajul acestui divizor de tensiune constă în complexitatea reglării potențialelor, compensarea frecvențelor se obține la o singură frecvență, deoarece la schimbarea de frecvență a tensiunii măsurate se schimbă rezistența complexă a ecranului rezistiv coaxial, ceea ce duce la schimbarea potențialelor bornelor inferioare și superioare ale acestuia. Totodată, rezistența complexă a ecranului rezistiv coaxial este influențată considerabil de existența unor capacități greu apreciable între ecranul rezistiv și obiectele adiacente și față de pământ.

15 Pentru a reduce impactul capacităților ecranului rezistiv față de pământ se utilizează de asemenea adaptarea distribuției capacitive a tensiunii de-a lungul divizorului de tensiune cu cea rezistivă, ceea ce se realizează în divizoarele de tensiune capacitiv-rezistive combinate. Impactul curenților capacitivi de scurgere se micșorează prin majorarea capacității longitudinale a divizorului. În acest scop, în brațul de înaltă tensiune în paralel cu rezistoarele se conectează condensatoare suplimentare [2].

Dezavantajul divizoarelor capacitiv-rezistive combinate cu capacitate mare constă în domeniul de utilizare limitat din cauza impactului puternic al rezistenței de intrare asupra sursei de tensiune.

25 Se cunoaște, de asemenea, divizorul de înaltă tensiune, care include un braț de joasă tensiune, care conține un rezistor și un condensator, conectate în paralel, un ecran metalic coaxial și un braț de înaltă tensiune, executat în formă de circuit de rezistoare, conectate în serie, prima bornă a circuitului este conectată la potențialul înalt, a doua bornă este unită cu prima bornă a brațului de joasă tensiune, cea de-a doua bornă a acestuia fiind legată la pământ, iar ecranul coaxial este conectat la punctul de conexiune a brațelor de înaltă și de joasă tensiune. Totodată capacitatea condensatorului cilindric între circuitul rezistiv al brațului de înaltă tensiune și ecranul coaxial reprezintă capacitatea de intrare a brațului de înaltă tensiune [3].

30 Dezavantajele acestui divizor de înaltă tensiune constau în dependența considerabilă a rezistenței de intrare a acestuia de frecvență, prezența capacității considerabile între brațul de înaltă tensiune al divizorului de tensiune și ecranul coaxial, iar impactul capacităților între elementele și obiectele adiacente și față de pământ nu este înlăturat în întregime, deoarece capacitatea exterioară a ecranului coaxial față de pământ și de obiectele adiacente este conectată la brațul de înaltă tensiune al divizorului de tensiune. Ca urmare, condiția compensării totale a capacității brațului de înaltă tensiune al divizorului de înaltă tensiune nu se îndeplinește, deoarece în paralel cu capacitatea condensatorului brațului de joasă tensiune este conectată capacitatea față de pământ și de obiectele adiacente neluată în considerație. Este suficient de menționat că la rezistența brațului de joasă tensiune egală cu 100 k $\Omega$  capacitatea neluată în considerație de 10 pF provoacă o eroare suplimentară de măsurare de 0,03% la frecvența de 50 Hz. Dezavantajul principal al divizoarelor necranate constă în sensibilitatea sporită față de oscilațiile valorii capacității față de pământ.

40 Problema pe care o rezolvă invenția este reducerea impactului curenților de scurgere, micșorarea erorii de modul și de fază a coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune pentru curentul alternativ și semnalele de impulsuri și sporirea preciziei de transmitere a formei tensiunii de intrare.

45 Divizorul de înaltă tensiune, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține un braț de înaltă tensiune și un ecran rezistiv, executate în formă de coloane de rezistoare cilindrice, conectate consecutiv, totodată brațul de înaltă tensiune este amplasat coaxial în ecranul rezistiv, acestea fiind amplasate într-un ecran metalic comun, executat în formă de con, legat la pământ, cu posibilitatea deplasării axiale reciproce, și un braț de joasă tensiune. Prima bornă a brațului de înaltă tensiune este conectată la potențialul înalt, iar cea de-a doua bornă este conectată la prima bornă a brațului de joasă tensiune, a doua bornă a lui fiind legată la pământ.

50 Punctul de conexiune a brațului de înaltă tensiune cu brațul de joasă tensiune este unit printr-un repetor de tensiune cu ieșirea ecranului rezistiv, formând borna de ieșire a divizorului de tensiune.

55

Rezultatul invenției constă în reducerea impactului curenților de scurgere, micșorarea erorii de modul și de fază a coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune pentru curentul alternativ și semnalele de impulsuri, sporirea preciziei de transmitere a formei tensiunii de intrare.

5 Invenția se explică prin desenul din figură, care reprezintă schema echivalentă a divizorului de înaltă tensiune.

Divizorul de înaltă tensiune cu intrarea de înaltă tensiune 1 constă dintr-o coloană de rezistoare cilindrice 2, conectate în serie, ale brațului de înaltă tensiune, amplasate într-un ecran rezistiv coaxial, format din rezistoarele cilindrice 3, conectate în serie. Capacitățile constructive 4 între rezistoarele 2 ale brațului de înaltă tensiune și rezistoarele 3 ale ecranului rezistiv sunt prezentate în schema din figură. Capacitățile 5 reprezintă capacitățile de scurgere între rezistoarele 3 ale ecranului rezistiv și un ecran metalic comun 6. Ecranul rezistiv cu brațul de înaltă tensiune sunt amplasate coaxial în ecranul metalic comun 6. Brațul de joasă tensiune este alcătuit dintr-un rezistor 9, dintr-o capacitate 8, conectată în paralel cu rezistorul 9 și formată dintr-o capacitate longitudinală a rezistorului 9, o capacitate de corectare și o capacitate de intrare a unui repetor de tensiune 11, și dintr-o capacitate constructivă 7 între brațul de joasă tensiune și o carcasă-ecran 13 legată la pământ, capacitatea constructivă 7 fiind conectată în paralel cu capacitatea 8. La punctul de conexiune a brațelor de înaltă tensiune și de joasă tensiune ale divizorului de înaltă tensiune este conectată intrarea 10 a repetorului de tensiune 11, a cărui ieșire 12 este conectată la ieșirea ecranului rezistiv, formând borna de ieșire a divizorului de înaltă tensiune.

20 Eroarea de fază a coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune poate fi apreciată cu ajutorul relației:

$$tg\varphi = \omega R(hC_g/6 - C_w), \quad (1)$$

unde  $\omega$  – frecvența circulară, rad/s;

$h$  – înălțimea brațului de înaltă tensiune a divizorului de înaltă tensiune, m;

25  $R$  – rezistența brațului de înaltă tensiune a divizorului de înaltă tensiune,  $\Omega$ ;

$C_g$  – capacitatea față de pământ pe unitate de lungime, F/cm;

$C_w$  – capacitatea longitudinală mutuală între spire a brațului de înaltă tensiune a divizorului de înaltă tensiune, F.

De asemenea, eroarea modulului coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune poate fi apreciată cu ajutorul relației:

$$\delta = \frac{(\omega R)^2}{2} [(hC_g/6)^2 - C_w^2]. \quad (2)$$

În divizorul de înaltă tensiune capacitatea  $C_g$  a rezistoarelor 2 ale brațului de înaltă tensiune este prezentată ca o capacitate sumară a tuturor capacităților 4 între rezistoarele 2 ale brațului de înaltă tensiune și rezistoarele 3 ale ecranului rezistiv și a unei părți a capacităților 5 între rezistoarele 3 ale ecranului rezistiv și ecranul metalic comun 6. Intrarea ecranului rezistiv 3 este unită cu prima bornă a brațului de înaltă tensiune al divizorului de înaltă tensiune, ambele fiind conectate la o sursă de înaltă tensiune de intrare de măsurat și având un potențial identic. Ieșirea ecranului rezistiv și a doua bornă a brațului de înaltă tensiune al divizorului de înaltă tensiune au de asemenea același potențial, deoarece ieșirea ecranului rezistiv este conectată la ieșirea 12 a repetorului de tensiune 11, a cărui intrare este conectată la a doua bornă a brațului de înaltă tensiune al divizorului de înaltă tensiune. În felul acesta, suprafețele cilindrice a brațului de înaltă tensiune și a ecranului rezistiv în secțiune transversală au de asemenea potențiale, care nu depind de frecvența și de tensiunea măsurată.

Deoarece valoarea curenților capacitivi de scurgere este funcție de diferența de potențiale ale suprafețelor, între care se scurg acești curenți, obținând egalitatea aproximativă a potențialelor (echipotențialitatea) suprafețelor, se reduc semnificativ curenții de scurgere și, prin urmare, eroarea coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune.

Egalitatea aproximativă a potențialelor - echipotențialitatea se obține prin deplasarea relativă a ecranului rezistiv față de brațul de înaltă tensiune. Mărimea necesară a deplasării relative axiale se determină în conformitate cu mărimea necesară a compensării erorii de fază conform relației:

$$\Delta h_1 = k_1 \Delta \varphi, \quad (3)$$

unde  $\Delta h_1$  – mărimea deplasării de compensare, mm;

$k_1 = (0,1...0,3)$  – coeficientul constructiv de compensare, mm/grad;

$\Delta\varphi$  – mărimea necesară a compensării erorii de fază, grad.

Compensarea impactului parțial al capacităților 5 între rezistoarele 3 ale ecranului rezistiv și ecranul metalic comun 6 pe erorile de fază și de modul ale coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune se obține de asemenea prin deplasarea axială concomitentă a brațului de înaltă tensiune și ecranului rezistiv cilindric în interiorul ecranului metalic comun 6, datorită modificării valorii curenților de scurgere, provocate de modificarea diametrului ecranului conic în înălțime.

Mărimea necesară a deplasării relative se determină în conformitate cu mărimea necesară a compensării erorii de modul conform relației:

$$\Delta h_2 = k_2 \Delta \delta, \quad (4)$$

unde  $\Delta h_2$  – mărimea deplasării de compensare, mm;

$k_2 = (5...20)$  – coeficientul constructiv de compensare, mm / %;

$\Delta \delta$  – mărimea necesară a compensării erorii de modul a coeficientului de divizare, %.

Aceste reglări prin deplasări permit aducerea la zero a expresiei din paranteze în relațiile (1) și (2), adică din contul capacității  $C_g$  mici se compensează impactul capacității longitudinale  $C_w$  a rezistoarelor 2 brațului de înaltă tensiune. Ca urmare, se obține valoarea minimă a erorii de frecvență a divizorului de înaltă tensiune.

Pentru egalizarea curenților de scurgere de la ieșirea și intrarea ecranului rezistiv și pentru menținerea distribuției uniforme a tensiunii pe lungimea acestuia, adică a echipotențialității în raport cu rezistoarele brațului de înaltă tensiune, ecranul metalic comun 6 este executat în formă de con, astfel ca capacitatea 5 de scurgere în partea superioară a ecranului rezistiv să fie mai mică decât capacitatea 5 de scurgere a părții inferioare a ecranului rezistiv. În acest scop, diametrul ecranului metalic comun 6 în partea superioară este mai mare decât diametrul acestuia în partea inferioară. Diametrele pentru ecranul metalic comun 6 sunt alese din relația:

$$\frac{D_H}{D_L} = k \ln \frac{U_{in}}{U_{ies}} = k \ln K_0, \quad (5)$$

unde  $D_H$  și  $D_L$  sunt diametrele părții superioare și, respectiv, al celei inferioare a ecranului metalic comun;

$U_{in}$  și  $U_{ies}$  sunt tensiunile de intrare și, respectiv, de ieșire ale divizorului de înaltă tensiune,

$k = (3...5)$  – coeficientul constructiv;

$K_0 = (350, 1100, 2200, 3300)$  – coeficientul de divizare al divizorului de tensiune.

Întrucât rezistența de ieșire a repetorului de tensiune 11 este cu mult mai mică decât rezistența brațului de înaltă tensiune al divizorului de înaltă tensiune și constituie unități de ohmi, atunci impactul capacității circuitelor de legătură 14, capacității de intrare 15 și rezistenței de intrare 16 a aparatului de măsurare exterior 17, conectat la divizorul de înaltă tensiune, se înlătură în întregime.

Capacitatea de ieșire a brațului de joasă tensiune al divizorului de înaltă tensiune este formată numai din capacitatea 8 redusă, formată din capacitatea condensatorului de corecție, capacitatea de intrare redusă a repetorului și capacitatea constructivă 7, cu o mărime substanțial mai mică în raport cu capacitatea de ieșire a divizorului de tensiune capacitiv-rezistiv. De exemplu, capacitatea de ieșire a divizorului de tensiune capacitiv-rezistiv poate atinge sute și mii de picofarazi.

Capacitatea 8 constituie unități de picofarazi și pentru compensarea suplimentară a erorii de fază a divizorului de înaltă tensiune, care nu a fost în întregime înlăturată prin deplasarea relativă a brațului de înaltă tensiune și a ecranului rezistiv, aceasta se reglează cu ajutorul capacității de corectare.

În felul acesta, divizorul de înaltă tensiune este în mod practic rezistiv, totodată precizia coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune este majorată substanțial.

#### *Exemplu de realizare a invenției*

A fost realizat un divizor de tensiune de  $110/\sqrt{3}$  kV, care conține o coloană de rezistoare cilindrice ale brațului de înaltă tensiune cu înălțimea 540 mm, diametrul 65 mm, rezistența totală de 300 M $\Omega$ . Ecranul rezistiv reprezintă o coloană de rezistoare cilindrice cu diametrul 120 mm, rezistența totală de 300 M $\Omega$  și este amplasat coaxial cu brațul de înaltă tensiune, ambele fiind amplasate într-o carcasă metalică în formă de con – un ecran cu înălțimea 600 mm, diametrul inferior ~200 mm și diametrul superior 320 mm. Eroarea coeficientului de divizare al divizorului de înaltă tensiune la curent alternativ și frecvența 50 Hz, după ajustare prin procedeul indicat, a constituit cel mult 0,05% în modul și cel mult 3 minute unghiulare în fază.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- precizia sporită a divizorului de înaltă tensiune datorită reducerii substanțiale a erorii de modul și de fază a coeficientului de divizare;
- precizia sporită a divizorului de înaltă tensiune datorită reducerii substanțiale a componentei capacitive a brațelor divizorului de tensiune;
- precizia sporită a divizorului de înaltă tensiune datorită înlăturării impactului capacităților neluate în considerație între circuitul de măsurare al divizorului de tensiune și obiectele adiacente, și față de pământ;
- precizia sporită a divizorului de înaltă tensiune datorită înlăturării impactului capacității și rezistenței de intrare a aparatului de măsurare.

**(56) Referințe bibliografice citate în descriere:**

1. Шваб А. Измерения на высоком напряжении. Москва, Энергоатомиздат, 1983, с. 94
2. SU 1318919 A1 1987.06.87
3. RU 2026555 C1 1995.01.09

**(57) Revendicări:**

1. Divizor de înaltă tensiune, care conține un braț de înaltă tensiune și un ecran rezistiv, executate în formă de coloane de rezistoare cilindrice, conectate consecutiv, totodată brațul de înaltă tensiune este amplasat coaxial în ecranul rezistiv, acestea fiind amplasate într-un ecran metalic comun executat în formă de con, legat la pământ, cu posibilitatea deplasării axiale reciproce, și un braț de joasă tensiune; prima bornă a brațului de înaltă tensiune este conectată la potențialul înalt, iar cea de-a doua bornă este conectată la prima bornă a brațului de joasă tensiune, a doua bornă a lui fiind legată la pământ; punctul de conexiune a brațului de înaltă tensiune cu brațul de joasă tensiune este unit printr-un repetor de tensiune cu ieșirea ecranului rezistiv, formând borna de ieșire a divizorului de tensiune.

2. Divizor de înaltă tensiune, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mărimea deplasării axiale a ecranului rezistiv cu brațul de înaltă tensiune față de ecranul metalic comun este determinată în funcție de mărimea necesară de compensare a modulului și a fazei coeficientului de divizare conform relațiilor:

$$\Delta h_1 = k_1 \Delta \varphi,$$

$$\Delta h_2 = k_2 \Delta \delta,$$

unde  $\Delta h_1$  și  $\Delta h_2$  – mărimile deplasărilor de compensare, mm;

$k_1 = (0,1...0,3)$  și  $k_2 = (5...20)$  – coeficienții constructivi de compensare, mm/grad și mm /%;

$\Delta \varphi$  – mărimea necesară a compensării erorii de fază, grad;

$\Delta \delta$  – mărimea necesară a compensării erorii de modul a coeficientului de divizare, %.

3. Divizor de înaltă tensiune, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** raportul diametrelor ecranului metalic comun este determinat conform relației:

$$\frac{D_H}{D_L} = k \ln K_0,$$

unde  $D_H$  și  $D_L$  sunt diametrele părții superioare și, respectiv, celei inferioare a ecranului metalic comun;

$k = (3...5)$  – coeficientul constructiv;

$K_0 = (350, 1100, 2200, 3300)$  – coeficientul de divizare al divizorului de tensiune.

**Șef Secție:** SĂU Tatiana

**Examinator:** CERNEI Tatiana

**Redactor:** CANȚER Svetlana

# MD 4128 B1 2011.09.30

7

