



MD 2180 G2 2003.05.31

## REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat  
pentru Protecția Proprietății Industriale

(11) 2180<sup>(13)</sup> G2  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H 02 M 3/06

## (12) BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. depozit: a 2002 0108 (22) Data depozit: 2002.03.27	(45) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:  2003.05.31, BOPI nr. 5/2003
(71) Solicitant: ELIRI, SOCIETATE PE ACȚIUNI, INSTITUT DE CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE, MD (72) Inventatori: COLPACOVICI Iulian, MD; DANILIUC Ion, MD (73) Titular: ELIRI, SOCIETATE PE ACȚIUNI, INSTITUT DE CERCETĂRI ȘTIINȚIFICE, MD	

## (54) Metodă de acordare a divizoarelor de tensiune

## (57) Rezumat:

1  
Invenția se referă la domeniul măsurărilor electrice și poate fi utilizată pentru transmiterea unității de rezistență electrică de la etalonul primar la etaloanele de grup, pentru verificarea divizoarelor de tensiune și de curent de precizie, precum și pentru măsurarea tensiunii curentului, rezistenței etc.

Esența invenției constă în aceea că la prima etapă se realizează acordarea primei trepte a celui de-al doilea braț, la etapa a doua se realizează acordarea celui de-al doilea braț, în acest scop se formează al doilea braț constituit din prima și a doua trepte rezistive conectate în serie și cea de-a treia treaptă rezistivă conectată în paralel la primele două, cea de-a doua treaptă rezistivă se formează din  $n$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare valoarea rezistenței  $((n+p) \cdot n \cdot (k_1 \cdot m_2) / (k_2 \cdot m_1)) \cdot R_0$ , cea de-a treia treaptă rezistivă se formează din  $p$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare rezistența  $(n+p) \cdot R_0$ , se realizează schimbarea rezistenței celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune până la valoarea egală cu valoarea rezistenței primului braț de referință al divizorului de tensiune prin schimbarea rezistenței celei de-a treia trepte rezistive, iar la a treia etapă se formează definitiv brațele divizorului de tensiune sub formă de conectare în serie, în paralel sau în serie-paralel a treptelor acordate ale acestuia, totodată la prima

2  
etapă în calitate de primă treaptă a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune se utilizează matricea din  $k_1 \cdot m_1$  rezistoare conectate în paralel-serie, în calitate de prim braț al divizorului de tensiune se utilizează matricea din  $k_0 \cdot m_0$  rezistoare, prima treaptă rezistivă se transformă la etapa a doua în matrice din  $k_2 \cdot m_2$  rezistoare, iar la etapa a treia – în matrice din  $k_3 \cdot m_3$  rezistoare, mai mult decât atât în vederea posibilității de realizare a transformării se respectă condiția

5  
 $k_1 \cdot m_1 = k_2 \cdot m_2 = k_3 \cdot m_3$ , în care:  
 $n$  este numărul de rezistoare în cea de-a doua treaptă a divizorului de tensiune;  
 $p$  - numărul de rezistoare în cea de-a treia treaptă a divizorului de tensiune;

10  
 $k_0 - k_3$  este numărul de ramificații (linii) în matricea de rezistoare;  
 $m_0 - m_3$  este numărul de rezistoare în ramificația (linia) matricei de rezistoare;  
 $R_0$  - valoarea nominală a rezistenței primului braț (de referință) al divizorului de tensiune; iar primul braț al divizorului de tensiune se transformă în matrice din  $k_{01} \cdot m_{01}$  rezistoare.

Revendicări: 1  
Figuri: 6

MD 2180 G2 2003.05.31

**Descriere:**

Invenția se referă la domeniul măsurărilor electrice și poate fi utilizată pentru transmiterea unității de rezistență electrică de la etalonul primar la etaloanele de grup, pentru verificarea divizoarelor de tensiune și de curent de precizie, precum și pentru măsurarea tensiunii curentului, rezistenței etc.

5 Este cunoscută metoda de acordare a divizoarelor de tensiune, care include măsurarea rezistenței primului braț (de referință) al divizorului de tensiune, formarea celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune prin schimbarea modului de conexiune a rezistoarelor din brațe, schimbarea celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune și acordarea rezistenței celui de-al doilea braț, totodată al doilea braț se formează din prima și a doua trepte rezistive conectate în serie și cea de-a treia treaptă rezistivă conectată în paralel cu ele, iar prima treaptă rezistivă a celui de-al doilea braț se formează astfel încât să fie egală ca mărime cu rezistența primului braț de referință al divizorului de tensiune, a 10  
doilea braț rezistivă se formează din  $n$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare valoarea rezistenței  $p \cdot R_0$ , a treia treaptă rezistivă se formează din  $p$  rezistoare, având fiecare rezistența  $(n+p) \cdot R_0$ , schimbarea rezistenței celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune până la valoarea egală cu valoarea rezistenței primului braț de referință al divizorului de tensiune, formarea definitivă a 15  
celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune sub formă de conexiune în serie a tuturor rezistoarelor din toate treptele acestuia [1].

Dezavantajul metodei menționate este precizia scăzută de acordare din cauza utilizării unui număr mare de rezistoare comutabile, deoarece la baza metodei stă modelul matematic al diferenței pătratelor a două numere  $(n+p)$  și  $p$ . Din această cauză pătratul primului număr  $(n+p)^2$ , care determină numărul de rezistoare în transformarea paralel – serie, trebuie să fie mai mare decât coeficientul de diviziune prescris al divizorului de tensiune și atinge valori destul de mari. Acest fapt rezultă în aceea că pentru realizarea metodei menționate este necesar un număr mare de rezistoare și de comutatoare, ceea ce conduce la apariția unor erori suplimentare din cauza rezistențelor de trecere și a curenților de scurgere pe izolație. În afară de aceasta, la realizarea acestei metode este posibilă obținerea numai a 20  
unui singur coeficient de divizare prescris.

Problema pe care o rezolvă invenția este mărirea preciziei de acordare a divizorului de tensiune și majorarea numărului de coeficienți de divizare acordați datorită utilizării matricei de conectare variabilă în paralel-serie a rezistoarelor în calitate de primă treaptă a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune și (sau) în calitate de prim braț al divizorului de tensiune și formarea ulterioară a brațelor divizorului de tensiune sub formă de conectare în serie, în paralel sau în serie-paralel a 30  
treptelor acordate ale acestuia.

Esența invenției constă în aceea că metoda de acordare a divizoarelor de tensiune, de exemplu a celor cu două brațe, constă în aceea că se măsoară rezistența primului braț de referință (de ieșire) al divizorului de tensiune, se formează cel de-al doilea braț al divizorului de tensiune prin schimbarea modului de conexiuni ale rezistoarelor, se măsoară rezistența celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune și se acordează rezistența celui de-al doilea braț constituit din prima și a doua trepte rezistive conectate în serie și cea de-a treia treaptă rezistivă conectată în paralel la primele două, cea de-a treia treaptă rezistivă se formează din  $p$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare rezistența  $(n+p) \cdot R_0$ , se realizează schimbarea rezistenței celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune până la valoarea egală cu valoarea rezistenței primului braț de referință al divizorului de tensiune prin schimbarea rezistenței celei de-a treia trepte rezistive, totodată la prima etapă se realizează acordarea primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune, la etapa a doua se realizează acordarea celui de-al doilea braț, a doua treaptă rezistivă formându-se din  $n$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare valoarea rezistenței  $((n+p) \cdot n \cdot (k_1 \cdot m_2) / (k_2 \cdot m_1)) \cdot R_0$ , la etapa a treia se formează definitiv brațele divizorului de tensiune sub formă de conectare în serie, în paralel sau în serie-paralel a 35  
treptelor acordate ale acestuia, totodată la prima etapă în calitate de primă treaptă a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune se utilizează matricea din  $k_1 \cdot m_1$  rezistoare conectate în paralel-serie, în calitate de prim braț al divizorului de tensiune se utilizează matricea din  $k_0 \cdot m_0$  rezistoare, prima treaptă rezistivă se transformă la etapa a doua în matrice din  $k_2 \cdot m_2$  rezistoare, iar la etapa a treia – în matrice din  $k_3 \cdot m_3$  rezistoare, în vederea posibilității de realizare a transformării respectându-se condiția

$$k_1 \cdot m_1 = k_2 \cdot m_2 = k_3 \cdot m_3, \quad \text{în care:}$$

$n$  - este numărul de rezistoare în cea de-a doua treaptă a divizorului de tensiune;  
 $p$  - numărul de rezistoare în cea de-a treia treaptă a divizorului de tensiune;  
 $k_0 - k_3$  - numărul de ramificații (linii) în matricea de rezistoare;  
 $m_0 - m_3$  - numărul de rezistoare în ramificația (linia) matricei de rezistoare;  
 $R_0$  - valoarea nominală a rezistenței primului braț (de referință) al divizorului de tensiune,  
iar primul braț al divizorului de tensiune se transformă în matrice din  $k_0 \cdot m_0$  rezistoare.

## MD 2180 G2 2003.05.31

4

Invenția se explică prin desenele (schemele) din fig. 1-3 și prin exemplul de realizare a acordării, prezentat în fig.4-6, în care sunt reflectate:

- fig. 1, prima etapă – acordarea primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune;
- fig. 2, a doua etapă – acordarea celui de-al doilea braț (al treptelor a doua și a treia) al divizorului de tensiune;
- fig. 3, a treia etapă – formarea brațelor divizorului de tensiune;
- fig. 4, exemplu de realizare: prima etapă - acordarea primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune;
- fig. 5, exemplu de realizare: a doua etapă - acordarea celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune;
- fig. 6, exemplu de realizare: a treia etapă - formarea brațelor divizorului de tensiune.

Între bornele de ieșire A și B (fig. 1 și 2) se amplasează rezistența de referință  $R_0$  a primului braț al divizorului de tensiune, care reprezintă ieșirea lui, între bornele de ieșire B și C se amplasează rezistoarele primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune, între bornele de ieșire C și D (fig. 2) se amplasează rezistoarele celei de-a doua trepte a brațului al doilea al divizorului de tensiune, iar între bornele de ieșire B și D se amplasează rezistoarele celei de-a treia trepte a brațului al doilea al divizorului de tensiune.

Sucesiunea operațiilor de acordare a divizorului de tensiune se reduce la următoarele acțiuni: inițial se efectuează compararea rezistenței primului braț de referință A-B al divizorului de tensiune, reprezentat de rezistorul  $R_0$  (drept care se poate utiliza matricea din  $k_0 \cdot m_0$  rezistoare conectate în paralel-serie), cu prima treaptă B-C a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune, reprezentat de matricea rezistivă din  $k_1 \cdot m_1$  rezistoare conectate în serie-paralel, având fiecare rezistența nominală egală cu  $R_1$  (fig.1).

După comparație se efectuează acordarea rezistenței unuia din rezistoarele  $R_1$  până la obținerea rezistențelor egale:

$$m_1 \cdot R_1 / k_1 = R_0 \quad (1)$$

în care:

$m_1$  este numărul de rezistoare în ramificația (linia) matricei de rezistoare (alias numărul de coloane în matrice);

$R_1$  - valoarea nominală a rezistenței rezistoarelor matricei, care constituie prima treaptă a divizorului de tensiune;

$k_1$  - numărul de ramificații ale matricei de rezistoare (alias numărul de linii în matrice);

$R_0$  - valoarea nominală a rezistenței primului braț (de referință) al divizorului de tensiune.

Apoi (fig.2), se efectuează compararea rezistenței primului braț de referință A-B al divizorului de tensiune, reprezentat de rezistorul  $R_0$ , cu rezistența celui de-al doilea braț B-D al divizorului de tensiune, format prin conectarea în serie a primei trepte B-C a divizorului de tensiune, transformate în matrice din  $k_1 \cdot m_1$  rezistoare conectate în serie-paralel, având fiecare rezistența nominală egală cu  $R_1$ , și a celei de-a doua trepte C-D a divizorului de tensiune, reprezentată de  $n$  rezistoare, conectate în paralel, având valoarea nominală a rezistenței  $R_2$ , și prin conectarea în paralel a celei de-a treia trepte B-D a divizorului de tensiune, cu prima treaptă B-C și a doua treaptă C-D, reprezentată de  $p$  rezistoare, conectate în paralel, având valoarea nominală a rezistenței  $R_3$ .

În urma comparației se efectuează acordarea unuia din rezistoarele  $R_3$  până la obținerea rezistențelor egale:

$$R_{BD} = R_0 \quad (2)$$

în care:

$R_{BD}$  este rezistența celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune între punctele B și D.

Valorile nominale ale rezistențelor rezistoarelor se determină în felul următor:

$$R_1 = k_1 \cdot R_0 / m_1 \quad (3)$$

$$R_2 = ((n+p) - n \cdot (k_1 \cdot m_2) / (m_1 \cdot k_2)) \cdot R_0 \quad (4)$$

$$R_3 = (n+p) \cdot R_0 \quad (5)$$

în care:

$R_2$  este valoarea nominală a rezistențelor rezistoarelor, care constituie cea de-a doua treaptă a divizorului de tensiune;

$n$  - numărul de rezistoare în cea de-a doua treaptă a divizorului de tensiune;

$p$  - numărul de rezistoare în cea de-a treia treaptă a divizorului de tensiune;

$m_2$  - numărul de rezistoare în ramificația (linia) matricei transformate de rezistoare (alias numărul de coloane în matrice);

$k_2$  - numărul de ramificații ale matricei transformate de rezistoare (alias numărul de linii în matrice);

$R_3$  - valoarea nominală a rezistenței rezistoarelor, care constituie cea de-a treia treaptă a divizorului de tensiune.

## MD 2180 G2 2003.05.31

5

La etapa finală, la restabilirea ulterioară a conexiunii în serie a rezistoarelor din prima, a doua și a treia trepte menționate ale celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune (fig. 3), se obține un divizor de tensiune cu raportul rezistențelor  $N$ , exprimat prin relația:

$$N = R_{BD} / R_0 = (n+p)^2 - n^2 \cdot a_1 + b_1 \quad (6)$$

$$a_1 = (k_1 \cdot m_2) / (m_1 \cdot k_2) \quad (7)$$

$$b_1 = (k_1 \cdot m_3) / (m_1 \cdot k_3) \quad (8)$$

în care:

$N$  este valoarea raportului dintre rezistențele celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune și a primului braț;

10  $a_1$  - coeficientul de transformare a rezistenței matricei rezistive a primei trepte la prima transformare;

$b_1$  - coeficientul de transformare a rezistenței matricei rezistive a primei trepte la a doua transformare;

15  $m_3$  - numărul de rezistoare în ramificația (linia) matricei transformate de rezistoare (alias numărul de coloane în matrice) la a doua transformare;

$k_3$  - numărul de ramificații ale matricei transformate de rezistoare (alias numărul de linii în matrice) la a doua transformare.

În vederea posibilității de realizare a transformării matricei de rezistoare de la un tip de conectări la alt tip se cere să se respecte următoarea condiție:

$$20 \quad m_1 \cdot k_1 = m_2 \cdot k_2 = m_3 \cdot k_3 \quad (9)$$

Metoda menționată poate fi numită metodă de înlocuire a pătratului, deoarece în ea pătratul scăzut al unui număr -  $n^2 \cdot a_1$  se înlocuiește cu pătratul altui număr -  $b_1$ .

Succesiunea determinării numărului necesar de rezistoare ale treptelor din brațele divizorului de tensiune și valorilor nominale ale rezistențelor la realizarea practică a acordării divizorului de tensiune în metoda înlocuirii pătratului, este următoarea:

25 - după valoarea prescrisă prin raportul rezistențelor a  $N$  brațe ale divizorului de tensiune, se determină numărul  $b_1$  și valoarea micșorată nouă  $N^1 = N - b_1$ ;

- se determină perechile de numere  $n$  și  $p$ , care satisfac condiția  $N^1 = (n+p)^2 - n^2 \cdot a_1$ ;

- se determină perechile de numere  $(m_1 \cdot k_1) \dots (m_3 \cdot k_3)$ , care satisfac condiția (9).

30 Avantajul metodei de acordare a divizorului de tensiune constă în sporirea preciziei de acordare a divizoarelor de tensiune datorită micșorării numărului de elemente (rezistoare și comutatoare) și majorarea numărului coeficienților de diviziune (raporturilor) accorțați concomitent.

Deoarece în urma metodei descrise se produce micșorarea valorii inițiale a raportului  $N$  până la mărimea  $N^1 = N - b_1$ , în ansamblu se micșorează numerele  $n$  și  $p$ , ceea ce face posibilă realizarea divizoarelor de tensiune acordate cu un număr mai mic de rezistoare și comutatoare (chei), cu ajutorul cărora se realizează transformările matricelor de rezistoare și treptelor brațelor divizorului de tensiune. Numărul total de comparații și de acordări ale rezistențelor treptelor nu se schimbă. Toate acestea condiționează ridicarea preciziei de acordare a divizoarelor de tensiune.

40 În afară de aceasta, conform expresiilor (6) - (9) se realizează posibilitatea de acordare a divizoarelor de tensiune cu raportul rezistențelor din brațe exprimat printr-un număr fracționar (prin alegere corespunzătoare a numerelor  $m$  și  $k$ ), precum și prin majorarea numărului de coeficienți de divizare accorțați datorită utilizării matricei de conectare variabilă în paralel-serie a rezistoarelor în calitate de prim braț și primă treaptă a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune și datorită utilizării la formarea definitivă a brațelor divizorului de tensiune cu combinare arbitrară a

45 conexiunilor acordate (în serie, în paralel sau în serie-paralel) ale primului braț, primei trepte, ale celor de-a doua și a treia trepte ale divizorului de tensiune.

În calitate de exemplu (fig. 4-6) este prezentată realizarea metodei menționate pentru obținerea unei serii de raporturi ale brațelor divizorului de tensiune ( $N = 1, 4, 16, 25, 100, 400, 500, 600, 900$ ) la numai două etape de acordare.

50

# MD 2180 G2 2003.05.31

6

## (57) Revendicare:

- 5 Metodă de acordare a divizoarelor de tensiune, de exemplu a celor cu două brațe, ce constă în aceea că se măsoară rezistența primului braț de referință (de ieșire) al divizorului de tensiune, se formează cel de-al doilea braț al divizorului de tensiune prin schimbarea modului de conexiuni ale rezistoarelor, se măsoară rezistența celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune și se acordează
- 10 rezistența celui de-al doilea braț constituit din prima și a doua trepte rezistive conectate în serie și cea de-a treia treaptă rezistivă conectată în paralel la primele două, cea de-a treia treaptă rezistivă se formează din  $p$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare rezistența  $(n+p) \cdot R_0$ , se realizează schimbarea rezistenței celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune până la valoarea egală cu valoarea rezistenței primului braț de referință al divizorului de tensiune prin schimbarea rezistenței celei de-a treia trepte rezistive, **caracterizată prin aceea că** la prima etapă se realizează acordarea
- 15 primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune, la etapa a doua se realizează acordarea celui de-al doilea braț, a doua treaptă rezistivă formându-se din  $n$  rezistoare conectate în paralel, având fiecare valoarea rezistenței  $((n+p) \cdot n \cdot (k_1 \cdot m_2) / (k_2 \cdot m_1)) \cdot R_0$ , la etapa a treia se formează definitiv brațele divizorului de tensiune sub formă de conectare în serie, în paralel sau în serie-paralel a treptelor acordate ale acestuia, totodată la prima etapă în calitate de primă treaptă a celui de-al
- 20 doilea braț al divizorului de tensiune se utilizează matricea din  $k_1 \cdot m_1$  rezistoare conectate în paralel-serie, în calitate de prim braț al divizorului de tensiune se utilizează matricea din  $k_0 \cdot m_0$  rezistoare, prima treaptă rezistivă se transformă la etapa a doua în matrice din  $k_2 \cdot m_2$  rezistoare, iar la etapa a treia – în matrice din  $k_3 \cdot m_3$  rezistoare, în vederea posibilității de realizare a transformării respectându-se condiția
- 25  $k_1 \cdot m_1 = k_2 \cdot m_2 = k_3 \cdot m_3$ , în care:  
 $n$  - este numărul de rezistoare în cea de-a doua treaptă a divizorului de tensiune;  
 $p$  - numărul de rezistoare în cea de-a treia treaptă a divizorului de tensiune;  
 $k_0 - k_3$  - numărul de ramificații (linii) în matricea de rezistoare;  
 $m_0 - m_3$  - numărul de rezistoare în ramificația (linia) matricei de rezistoare;
- 30  $R_0$  - valoarea nominală a rezistenței primului braț (de referință) al divizorului de tensiune; iar primul braț al divizorului de tensiune se transformă în matrice din  $k_{01} \cdot m_{01}$  rezistoare.

## (56) Referințe bibliografice:

1. MD 820 C 1997.10.31

Șef Secție:

COZMA Valeriu

Examinator:

NASTAS Xenia

Redactor:

ANDRIUȚĂ Victoria

# MD 2180 G2 2003.05.31

7

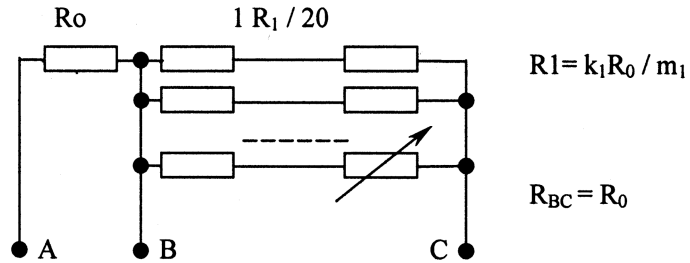


Fig. 1 Prima etapă. Acordarea primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune

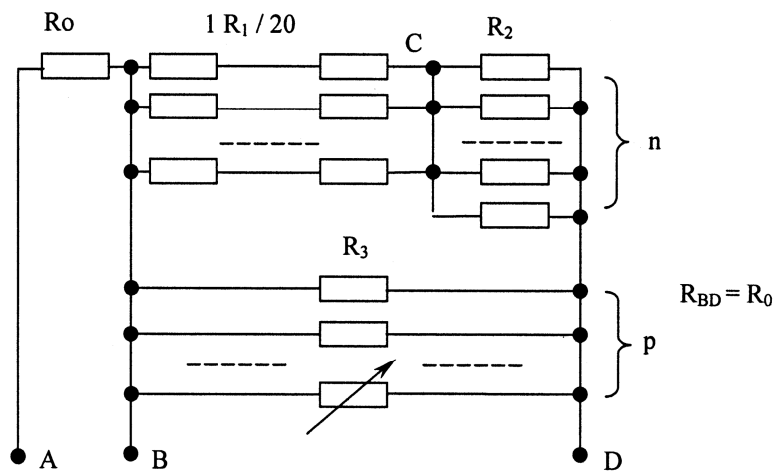
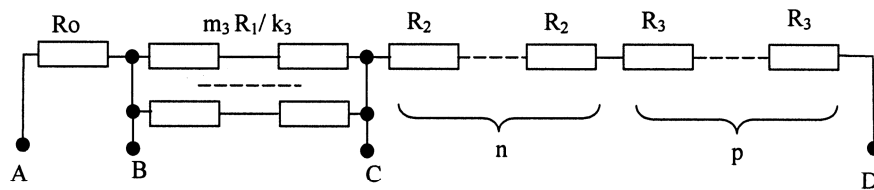


Fig. 2. A doua etapă. Acordarea celui de-al doilea braț (al treptelor a doua și a treia) al divizorului de tensiune



$$N = R_{BD} / R_0 = (n+p)^2 - n^2 \cdot (k_1 \cdot m_2) / (k_2 \cdot m_1) + (k_1 \cdot m_3) / (k_3 \cdot m_1)$$

Fig. 3. A treia etapă. Formarea brațelor divizorului de tensiune

# MD 2180 G2 2003.05.31

8

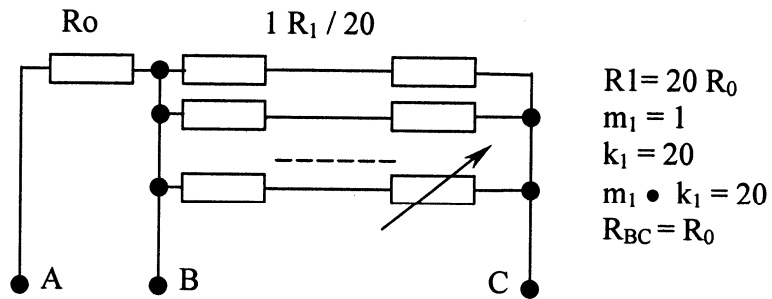


Fig. 4. Exemplu de realizare. Prima etapă – acordarea primei trepte a celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune

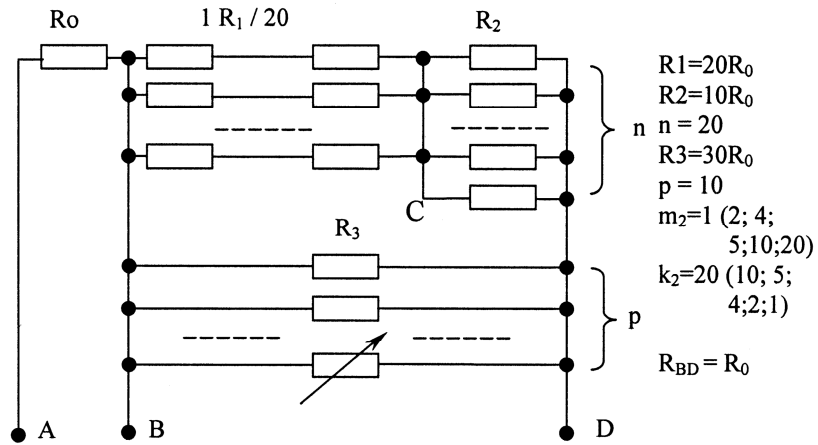
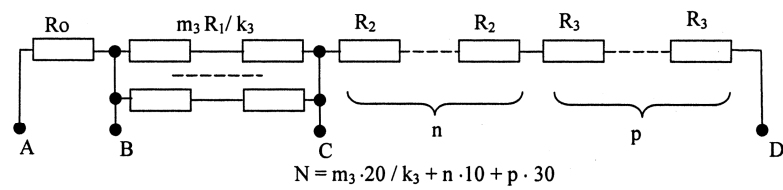


Fig. 5. Exemplu de realizare. A doua etapă – acordarea celui de-al doilea braț al divizorului de tensiune



N	$m_3$	$k_3$	n	p
1	1	20	-	-
4	2	10	-	-
16	4	5	-	-
25	5	4	-	-
100	10	2	-	-
400	20	1	-	-
500	-	-	20	10
600	10	2	20	10
900	20	1	20	10

Fig. 6. Exemplu de realizare. A treia etapă – formarea brațelor divizorului de tensiune