



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ **OPIS PATENTOWY**

2/e 15/04

Nr 45348

21 e, 15/04
 Kl. 21 e, 33

Zakłady Wytwórcze Aparatów Wysokiego Napięcia
(im. G. Dymitrowa *)

Przedsiębiorstwo Państwowe

Warszawa, Polska

Oporowy dzielnik napięcia do pomiaru napięć uderowych

Patent trwa od dnia 23 sierpnia 1960 r.

Dotychczas znane rozwiązania konstrukcyjne dzielników oporowych, ze sterowaniem układu pola elektrycznego, do pomiaru wysokich napięć uderowych, opierały się głównie na dwóch sposobach sterowania rozkładu pola elektrycznego wzdłuż dzielnika. W sposobie pierwszym dokonuje się tego za pomocą kolumny kondensatorów, przyłączonej równolegle do kolumny oporowej, przy czym wielkość pojemności przypadająca na jednostkę długości dzielnika jest jednakowa na całej wysokości. W sposobie drugim, rozwiniętym konstrukcyjnie zwłaszcza w ostatnich latach, sterowania rozkładu pola elektrycznego dokonuje się za pomocą

ekranu umieszczonego na wierzchołku dzielnika.

Dobre wyrównanie rozkładu pola elektrycznego sposobem pierwszym wymaga stosowania dużych pojemności kolumny kondensatorowej, co przy wysokich napięciach jest kosztowne i jednocześnie jest przyczyną dużej pojemności wejściowej dzielnika, a ta z kolei w połączeniu z indukcyjnością obwodu pomiarowego powoduje oscylacje zniekształcające obraz badanego przebiegu. Dodatkowe trudności wynikają w tym przypadku z konieczności stosowania kondensatorów o izolacji z nasyczonego papieru, których właściwości są zależne od częstotliwości. Dlatego tego rodzaju dzielniki nie nadają się do pomiarów uderów uciętych.

Wadą sposobu drugiego są znaczne wymiary ekranu sterującego i trudności w uzyskaniu liniowego rozkładu napięcia wzdłuż dzielnika,

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są mgr inż. Kazimierz Auleytner, mgr inż. Zdzisław Tyszkiewicz i inż. Andrzej Jerzykiewicz.

zwłaszcza przy bardzo wysokich napięciach. Ponadto, na skutek dużych pojemności ekranu w stosunku do obiektów obcych, występuje tu wyraźna zależność dokładności tego dzielnika od odległości ustawienia go względem innych obiektów. Na skutek powyższych wad, możliwość realizacji dokładnych dzielników tego typu jest praktycznie ograniczona do napięć rzędu $1,5 : 10^6$ V.

Konstrukcja dzielnika oporowego według wynalazku opiera się na zasadzie sterowania pola elektrycznego wzdłuż dzielnika przy pomocy stopniowanych pojemności, co teoretycznie również jest znane, ale nie znalazło dotychczas praktycznego rozwiązania w zastosowaniu do dzielników wysokiego napięcia, z przyczyn o których będzie mowa poniżej.

W tym przypadku wielkość pojemności przypadającej na jednostkę długości dzielnika maleje ku dołowi. Takie stopniowanie pojemności umożliwia uzyskanie liniowego rozkładu napięcia dla dzielników nawet najwyższych napięć przy nieznacznym tylko zwiększeniu pojemności wejściowej w stosunku do dzielnika niekompensowanego, przez co unika się drgań występujących w obwodzie dzielnika typu pierwszego. Ponadto dzięki temu, że dzielnik nie posiada geometrycznie dużych ekranów zewnętrznych (według sposobu drugiego) w dzielniku tego ostatniego typu występuje tylko nieznaczny wpływ odległości obiektów obcych na dokładność pomiarów.

Okazało się i to stanowi przedmiot wynalazku, że zagadnienie to daje się rozwiązać praktycznie dla bardzo wysokich napięć gdy zostaną zastosowane:

- kondensatory sterujące o izolacji z żywicy lanej, termoutwardzalnej, o minimalnym skurczu, np. żywicy epoksydowej i elektrodach elastycznych lub posiadających podobny współczynnik rozszerzalności cieplnej co żywica stanowiąca izolację, a więc mogących się przystosować do skurczu żywicy.

Na rysunkach uwidoczniono schematycznie przykładowe rozwiązanie oporowego dzielnika napięcia według wynalazku, przy czym fig. 1 — przedstawia dzielnik dwuczłonowy w przekroju pionowym, fig. 2 — jeden kondensator częściowo w przekroju pionowym, fig. 3 — przekrój poziomy kondensatora według fig. 2, fig. 4 — schemat elektryczny dzielnika i fig. 5 — rozkład napięcia wzdłuż dzielnika.

Przedstawiony na fig. 1 oporowy dzielnik napięcia według wynalazku składa się z dwóch członów 9—10 zmontowanych na przewoźnej podstawie 8. Podział na człony jest w tym przypadku stosowany tak ze względów konstrukcyjnych, wytwórczych jak i montażowych, gdyż dzielniki tego rodzaju na bardzo wysokie napięcia mają do ponad 10 m wysokości, a jest niepraktyczne budowanie poszczególnych członów o większej długości niż 1,5 m. Poszczególne człony są do siebie podobne, ale zawierają kondensatory 4 o różnej, ściśle określonej pojemności, przy czym człon dolny 9 nie posiada kompensacji w dolnej części.

Każdy człon składa się z rury 1, np. z papieru bakelizowanego, na końcach której są nałożone okucia 2. Na powierzchni rury nawinięte jest w sposób bezindukcyjny uzwojenie oporowe 3. Wewnątrz rury znajdują się kondensatory sterujące 4, w których izolację stanowi żywica epoksydowa. W celu uniknięcia wyładowań niezupełnych wolne przestrzenie między rurą a kondensatorami są wypełnione zalewą termoplastyczną 5. Sąsiednie kondensatory są połączone między sobą metalicznie za pomocą prętów 6, które z kolei są połączone galwanicznie z warstwą oporową łączami 7. Warstwa oporowa w celu uodpornienia jej na wpływy atmosferyczne jest pokryta żywicą epoksydową.

Na fig. 2 uwidoczniono schematycznie konstrukcję przykładowego kondensatora sterującego, czteroelektrodowego. Metalowe, elastyczne elektrody 11 o zaokrąglonych krawędziach w celu zmniejszenia naprężeń elektrycznych są ustawione względem siebie w odległości wynikającej z napięcia i wytrzymałości elektrycznej izolacji. Są one zalane w materiale izolacyjnym 12. Elektrody krańcowe są połączone za pomocą sworzni 14 z zaciskami 15. W celu zwiększenia pojemności elektrody pośrednie tej samej biegunowości są połączone z dolną elektrodą krańcową przy pomocy rurek metalowych 13, a z górną — przy pomocy rurek 16. Specjalne wycięcia 17 w elektrodach zapewniają odpowiednią odległość izolacyjną pomiędzy rurką łączącą a elektrodami innej biegunowości. Dzięki zastosowaniu elektrod elastycznych, wewnątrz pustych, unika się naprężeń mechanicznych w tworzywie izolacyjnym, wynikających z różnych współczynników rozszerzalności tworzywa i metalu, a co za tym idzie usuwa się możliwość powstawania pęknięć.

W celu zwiększenia elektrycznej wytrzymałości powierzchniowej, powierzchnie zewnętrzne kondensatora mogą być zaopatrzone w zabezpieczenia 18. Tworzywem izolacyjnym 12 jest termoutwardzalna zalewa epoksydowa, w skład której wchodzi głównie żywica epoksydowa, bezwodnik kwasu ftalowego jako utwardzacz oraz odpowiedni wypełniacz.

Izolację wykonuje się w formach metalowych drogą lania pod próżnią, a następnie utwardzania odlewu w podwyższonej temperaturze. termoutwardzalna zalewa epoksydowa, w skład

Wykonane w ten sposób kondensatory posiadają stałą pojemność w zakresie częstotliwości do kilku MHz oraz w zakresie temperatur normalnej pracy, co umożliwia wykonanie dzielnika o dużej dokładności pomiaru uderzeń uciętych. Dodatkową zaletą przyjętej konstrukcji kondensatora jest duża wytrzymałość elektryczna i zwarta budowa, dzięki czemu uzyskuje się małe wymiary i możliwość budowy dzielnika jednokolumnowego.

Na fig. 4 — podano schemat elektryczny dzielnika sterowanego przy pomocy stopniowanych pojemności. Całość uzwojenia oporowego dzielnika jest podzielona na pewną ilość równych części (np. dziewięć części oznaczonych R_1 do R_9). Równolegle do każdej części uzwojenia jest przyłączony kondensator o pojemności dobranej w ten sposób, by zapewnić jak najbardziej równomierny rozkład napięcia wzdłuż dzielnika. Wartości poszczególnych pojemności włączanych między punkty „n” a „n + 1” na fig. 4 oblicza się według znanej zależności:

$$C_{n, n+1} = \frac{n(n+1)}{2} C_0$$

gdzie C_0 — średnia pojemność doziemna poszczególnych części dzielnika
n — punkty przyłączania pojemności oznaczone na schemacie fig. 4 kolejnymi cyframi 0—9.

Zgodnie z tym wzorem pojemność C włączana równolegle do p. „0” i „1” dla części uzwojenia oznaczonej przez R — równa się zero i dlatego pominięto ją na schemacie.

Na schemacie R_r — oznacza opór tłumiący włączony w szereg z dzielnikiem zaś r — oporność gałęzi niskonapięciowej dzielnika.

Na fig. 5 — podano dla przykładu rozkład napięcia wzdłuż dzielnika na napięcie 1,8 MV zmierzonego przy częstotliwości 2 Mc.

Na osi odciętych odłożone są poszczególne punkty uzwojenia od 1 do 9 według fig. 4, zaś na osi rzędnych wartości napięcia mierzonego w poszczególnych punktach, wyrażone w procentach napięcia doprowadzonego do dzielnika. Prosta a przedstawia rozkład napięcia czysto oporowy — idealny, któryby istniał, gdyby uzwojenie nie posiadało pojemności doziemnych. Krzywa b przedstawia rozkład napięcia rzeczywisty w przypadku, gdy brak jest kondensatorów sterujących. Krzywa c podaje rozkład napięcia po zastosowaniu kondensatorów sterujących.

Zastrzeżenia patentowe

1. Oporowy dzielnik napięcia do pomiaru napięć uderowych, o konstrukcji jednokolumnowej, znamienny tym, że jego kondensatory sterujące (4) są umieszczone wewnątrz rury (1), mają stopniowane pojemności, przy czym kondensatory te są połączone równolegle z odpowiednimi punktami słupa oporowego.
2. Oporowy dzielnik napięcia według zastrz. 1, znamienny tym, że izolacja kondensatorów sterujących jest wykonana z termoutwardzalnej, lanej zalewy epoksydowej składającej się z żywicy epoksydowej, utwardzacza oraz mielonej porcelany jako wypełniacza.
3. Oporowy dzielnik napięć według zastrz. 1 lub 2, znamienny tym, że jego kondensatory sterujące posiadają elastyczne elektrody (11).

Zakłady Wytwórcze Aparatów
Wysokiego Napięcia
Przedsiębiorstwo Państwowe
Zastępca: inż. Kazimierz Siennicki,
rzecznik patentowy

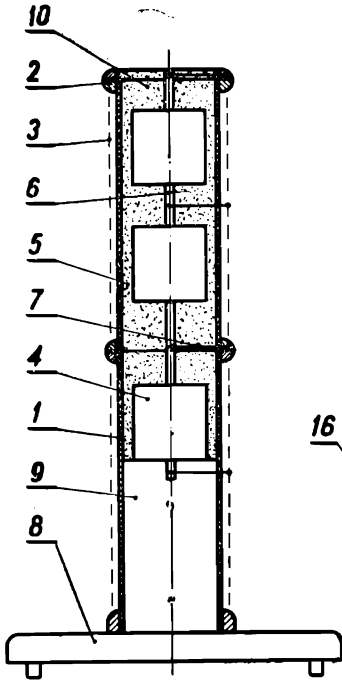


Fig. 1

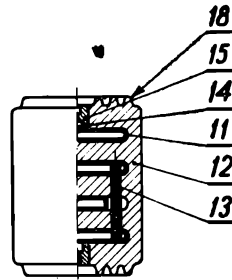


Fig. 2

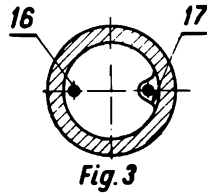


Fig. 3

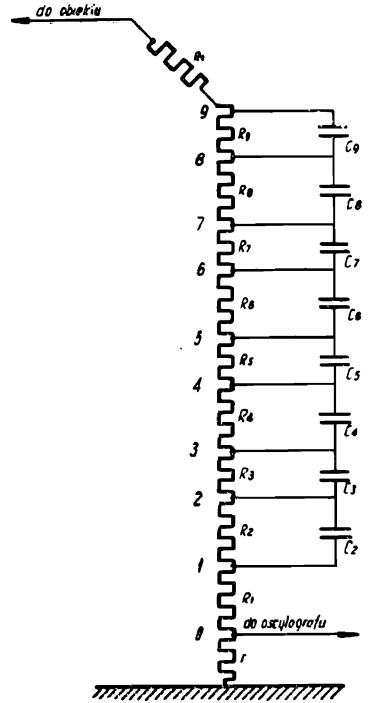


Fig. 4

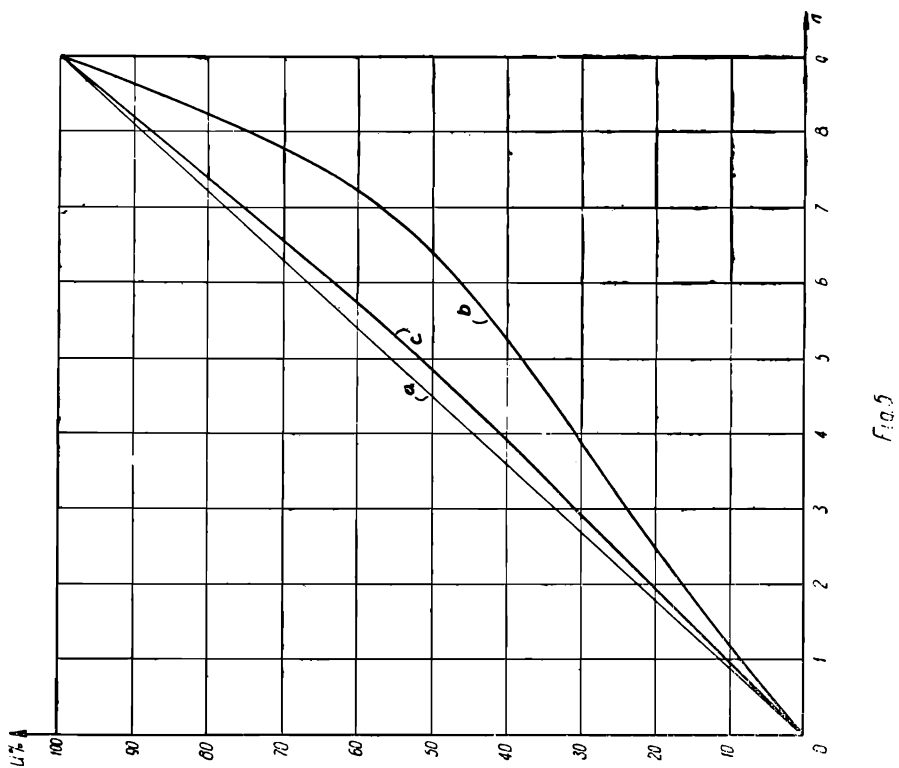


Fig. 5