

Mgr inż. Konstanty Bielański

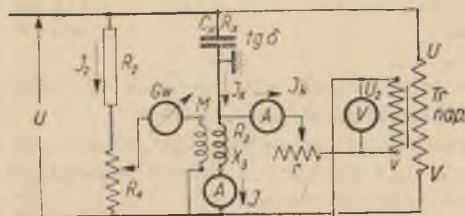
Katedra Miernictwa Elektrycznego

Metoda pomiaru kąta stratności ($\text{tg } \delta$) za pomocą dwóch amperomierzy i galwanometru wibracyjnego

Zasada pomiaru

Układ połączeń przedstawia rysunek 1.

Przez pierwotne uzwojenie transformatora powietrznego M płynie prąd J , który jest sumą geometryczną dwóch prądów J_x i J_k (rys. 1 i 2). Prąd J_x jest prądem badanego obiektu i jest przesunięty pojemnościowo względem napięcia U o kąt φ bliższy 90° . Prąd J_k , dostarczony przez wtórne uzwojenie transformatora napięciowego, jest praktycznie w fazie z napięciem U , gdyż w obwodzie tego prądu znajduje się duży



Rys. 1. Układ połączeń

opór regulacyjny r , a napięcie pierwotne i wtórne transformatora napięciowego — jest praktycznie w fazie. Wypadkowy prąd płynący przez pierwotne uzwojenie transformatora powietrznego (oznaczone na rys. 1 przez R_3, X_3) jest

$$J = J_x \hat{+} J_k.$$

Prąd ten indukuje we wtórnym uzwojeniu M siłę elektromotoryczną E , której wektor będzie prostopadły do tego prądu (rys. 2 i 3). Wielkość tej SEM będzie

$$E = JM\omega.$$

SEM E jest przyrównana poprzez galwanometr wibracyjny do spadku napięcia na oporze R_4 . Spadek ten jest w fazie z napięciem U , gdyż w tej gałęzi jest opór wysokonapięciowy R_2 i opór R_4 (rys. 1). Galwanometr wibracyjny wskazuje różnicę geometryczną

$$U_g = E \hat{-} J_2 R_4.$$

Jeżeli będzie

$$U_g = 0,$$

to

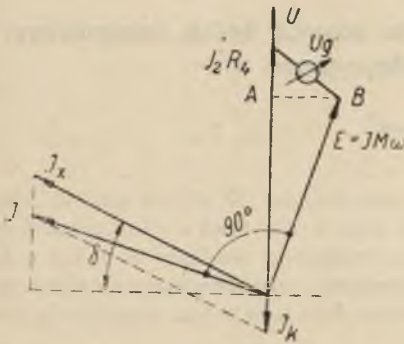
$$E = JM\omega = J_2 R_1,$$

wektor prądu J będzie prostopadły do napięcia U (rys. 2), a

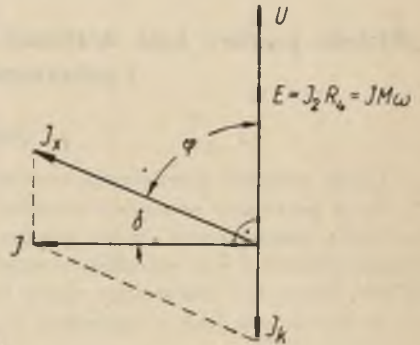
$$\operatorname{tg} \delta = \frac{J_k}{J}.$$

Do określenia więc $\operatorname{tg} \delta$ wystarczy odczytać obydwa amperomierze w momencie wskazania zera przez galwanometr wibracyjny.

Doprowadzenie mostka do równowagi zachodzi bardzo łatwo, bo zasadniczo za pomocą dwóch ruchów opornicami R_4 i r , a mianowicie:



Rys. 3. Wykres wektorowy mostka w równowadze



Rys. 2. Wykres wektorowy mostka nie zrównoważonego

1) przy wyłączonym prądzie J_k ($J_k = 0$) regulujemy R_4 , aż osiągniemy minimum U_g (co odpowiada na rys. 3 kreskowanej prostej AB);

2) włączamy J_k i zwiększamy, aż galwanometr wskaże zero (punkt B wędruje po poziomej AB , aż nakryje się z punktem A , koniec wektora prądu J wędruje po pionowej, aż do poziomego położenia wektora J).

Spadek napięcia $J_2 R_1$ – w fazie z napięciem U – można także uzyskać bez użycia oporu wysokonapięciowego R_s , lecz za pomocą oporu (dużego), włączonego na uzwojenie wtórne transformatora napięciowego, którego napięcie wtórne jest praktycznie w fazie z pierwotnym. Ewentualny błąd kątowy transformatora napięciowego można uwzględnić.

Podany układ znajduje zastosowanie do pomiaru $\operatorname{tg} \delta$ generatorów i kabli. Ma on tę zaletę, że potrzebne tu przyrządy znajdują się prawie w każdym laboratorium. Zbędny jest wzorcowy kondensator powietrzny i opór na wysokie napięcie.

Orientacyjny wykaz potrzebnych przyrządów:

transformator probierczy wysokiego napięcia,
transformator regulacyjny,
transformator napięciowy,
woltomierz,
galwanometr wibracyjny,

przyrządy potrzebne przy każdej prawie metodzie pomiaru

transformator powietrzny o indukcji wzajemnej kilkudziesięciu mH,
dwa amperomierze,
opornice suwakowe ewentualnie dekadowe.

Szczegóły odnoszące się do dokładności, doboru zakresu przyrządów itp. będą omówione w osobnym artykule.