POLITECHNIKA LUBELSKA

WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI I INFORMATYKI

KATEDRA URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I TWN

LABORATORIUM TECHNIKI WYSOKICH NAPIĘĆ

Ćw. nr 1

Pomiar wysokich napięć

Grupa dziekańska .....

Data wykonania ćwiczenia .....

Godzina wykonania ćwiczenia .....

Grupa laboratoryjna .....

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....

Lublin 2006

1. Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z metodami pomiarów wysokich napięć stałych, przemiennych (50 Hz) i udarowych oraz aparaturą pomiarową.

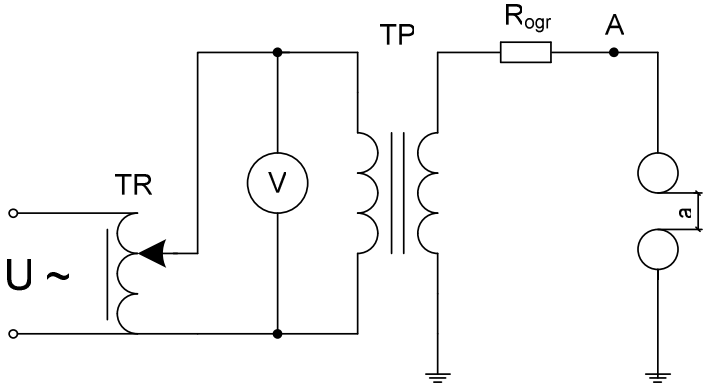
2. Sposób przeprowadzenia pomiarów

2.1 Warunki atmosferyczne

- temperatura otoczenia t =.....°C,
- ciśnienie atmosferyczne b = ...hPa,
- wilgotność względna powietrza φ =.....%.

2.2 Pomiar wysokich napięć metodą iskiernika kulowego

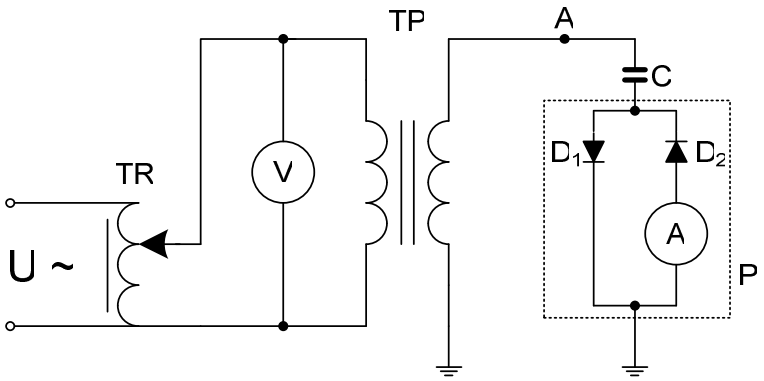
Pomiar wysokich napięć metodą iskiernika kulowego *I* wykonujemy w układzie jak na rys. 1. Do transformatora probierczego *TP* dołączamy iskiernik kulowy, a następnie za pomocą autotransformatora *TR* ustawiamy wartości napięć podanych w tabeli 1. Następnie zbliżając do siebie kule iskiernika należy doprowadzić do przeskoku między nimi (**Uwaga.** Stanowisko nie posiada zabezpieczenia zwarciowego. Po przebiciu przerwy powietrznej między kulami należy natychmiast wyłączyć układ za pomocą przyciski na pulpicie sterowniczym). Po wyłączeniu napięcia należy uziemić układ i odczytać odległość na iskierniku, a następnie zwiększyć odstęp między kulami (wykonując kilka obrotów pokrętłem w lewą stronę). Dla każdej wartości napięcia podanej w tabeli 1 doprowadzamy trzykrotnie do przeskoku i odczytujemy odległość pomiędzy kulami *a*. Wyniki pomiarów odległości pomiędzy kulami iskiernika zapisujemy w tabeli 1.



Rys. 1. Układ pomiarowy do metody iskiernika kulowego

2.3 Pomiar wysokich napięć metodą prostownikową

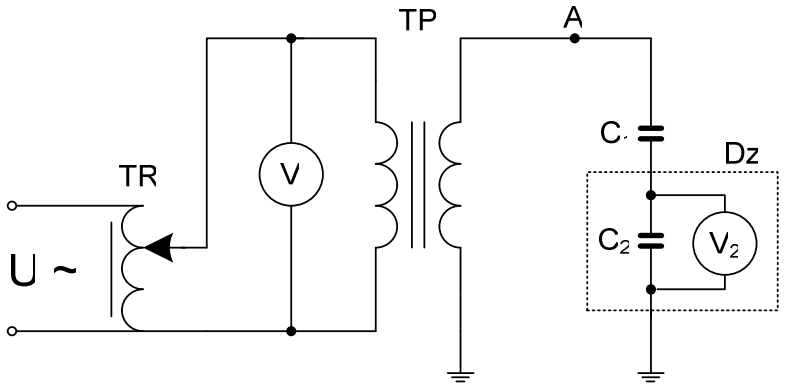
Pomiar wysokich napięć metodą prostownikową wykonujemy w układzie jak na rys. 2 przyłączając do transformatora probierczego kondensator wysokonapięciowy *C* o pojemności 102,8 pF, a prostownik *P* do kondensatora *C i* do zacisków wyprowadzonych przy pulpicie sterowniczym. Na woltomierzu *V* załączonym po stronie niskonapięciowej transformatora nastawiamy kolejno wartości napięcia *U* (te same wartości co w punkcie 2.2.). Dla każdej wartości napięcia odczytujemy wartość natężenia prądu płynącego miliamperomierz. Wyniki pomiarów notujemy w tabeli 1.



Rys. 2. Układ pomiarowy do metody prostownikowej

2.4 Pomiar wysokich napięć metodą dzielnika pojemnościowego

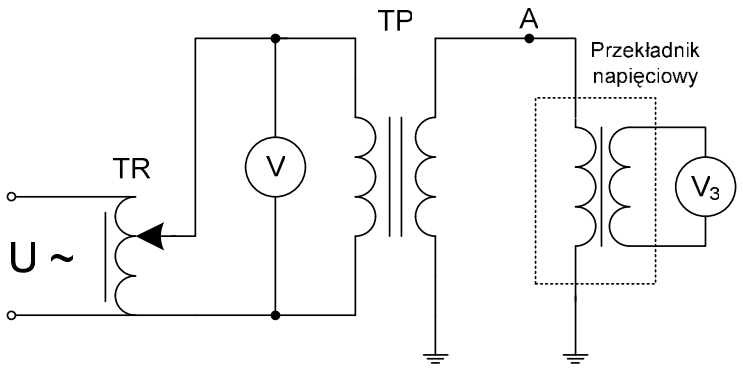
Pomiar wysokich napięć metodą dzielnika pojemnościowego wykonujemy w układzie jak na rys. 3 przyłączając do zacisków na pulpicie sterowniczym niskonapięciową część dzielnika pojemnościowego z woltomierzem V_2 (pojemności dzielnika wynoszą odpowiednio C_1=102,8 pF i C_2=48,5 nF). Pomiary dokonuje się dla tych samych wartości napięcia jak w punkcie 2.2. Wyniki wskazań woltomierza V_2 notujemy w tabeli 1.



Rys. 3. Układ pomiarowy do metody dzielnika pojemnościowego

2.5 Pomiar wysokich napięć metodą przekładnika napięciowego

Pomiar wysokich napięć metodą przekładnika napięciowego wykonujemy w układzie jak na rys. 4 przyłączając do zacisków transformatora probierczego wysokonapięciowy przekładnik, a do oznaczonych zacisków na pulpicie sterowniczymi woltomierz V_3. Po ustawieniu na woltomierzu wartości napięć z tabeli 1, odczytujemy wskazania woltomierza V_3. Wyniki pomiarów notujemy w tabeli 1.



Rys. 4. Układ pomiarowy do metody przekładnika napięciowego

2.6 Tabela pomiarowa

Tabela 1. Pomiar wysokich napięć

Układ pomiarowy					**Iskiernik kulowy**				**Metoda prostownik.**		**Dzielnik pojemnościowy**			**Przekładnik napięciowy**		
L.p.		U	ϑ_1	U_1	a	a_{sr}	U_{pn}	U_p	I	U_m	U_{V2}	U_2	ϑ_2	U_{V3}	U_3	ϑ_3
		V	-	kV$_m$	mm	mm	kV$_m$	kV$_m$	µA	kV$_m$	V	kV$_m$	-	V	kV$_m$	-
1	1 2 3	160	60000 V / 220 V											-	-	30000 V / 100 V
2	1 2 3	140												-	-	
3	1 2 3	120														
4	1 2 3	100														
5	1 2 3	80														
6	1 2 3	60														
7	1 2 3	50														

2.7 Oznaczenia

ϑ_1 – przekładnia transformatora;

U – ustawiane napięcie na wyjściu autotransformatora;

U_1 – napięcie strony wtórnej transformatora probierczego;

a – odległość między elektrodami iskiernika;

a_{sr} – wartość średnia odległości między elektrodami iskiernika;

U_{pn} – napięcie odczytane z zależności $U_{pn}=f(a_{śr})$;

U_p – wartość napięcia U_{pn} przeliczona na warunki rzeczywiste;

I – wartość natężenia prądu płynącego przez prostownik;

U_m – wartość maksymalna napięcie obliczonego dla metody prostownikowej;

U_{V1} – wartość napięcie odczytana z woltomierza V_1;

U_2 – napięcie obliczonego dla metody dzielnika pojemnościowego;

ϑ_2 – przekładnia dzielnika napięciowego pojemnościowego;

U_{V2} – wartość napięcie odczytana z woltomierza V_2;

U_3 – napięcie obliczonego dla metody przekładnika napięciowego;

ϑ_3 – przekładnia przekładnika napięciowego.

3. Opracowanie wyników pomiarów

3.1 Wyznaczenie wartości wysokiego napięcia przy wykorzystaniu przekładni transformatora probierczego

Wyznaczyć napięcie po stronie WN transformatora korzystając z następującego wzoru:

$$U_1 = \sqrt{2} \cdot U \cdot \vartheta_1 \qquad (1)$$

3.2 Pomiar wysokich napięć metodą iskiernika kulowego

Z wykresu zależności napięcia przebicia od odległości pomiędzy kulami, opracowanego na podstawie Polskiej Normy dla warunków normalnych należy odczytać napięcie przeskoku U_{pn} dla średniej odległości $a_{śr}$ i właściwej średnicy kul. Na podstawie obliczonej względnej gęstości powietrza

$$\delta = \frac{b}{1013} \cdot \frac{293}{273+t} = 0{,}289 \frac{b}{273+t} \qquad (2)$$

odczytać z tabeli 2 współczynnik poprawkowy k i obliczyć napięcie przeskoku U_p dla pomiarów przeprowadzonych w warunkach atmosferycznych laboratorium.

$$U_p = k \cdot U_{pn} \qquad (3)$$

Tabela 2. Wartości współczynnika poprawkowego k.

δ	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15
k	0,72	0,77	0,82	0,86	0,91	0,95	1,00	1,05	1,09	1,13

Wartość napięcia przeskoku U_p wpisać do tabeli 1.

3.3 Pomiar wysokich napięć metodą prostownikową

Wyznaczyć napięcie maksymalne według zależności:

$$U_m = \frac{I}{2 \cdot f \cdot C} \tag{4}$$

3.4 Pomiar wysokich napięć metodą dzielnika pojemnościowego

Przekładnię dzielnika pojemnościowego wyznaczamy za pomocą wzoru:

$$\vartheta_2 = \frac{C_1 + C_2}{C_1} \tag{5}$$

Maksymalną wartość napięcia przyłożonego do dzielnika pojemnościowego wyznaczymy z następującego wzoru:

$$U_2 = U_{V2} \cdot \vartheta_2 \cdot \sqrt{2} \tag{6}$$

3.5 Pomiar wysokich napięć metodą dzielnika napięciowego

Maksymalne napięcie U_3 wyznaczamy ze wzoru:

$$U_3 = U_{V3} \cdot \vartheta_3 \cdot \sqrt{2} \tag{7}$$

4. Opracowanie sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- dane określające warunki atmosferyczne;
- schematy układów pomiarowych;
- tabele wyników przeprowadzonych pomiarów;
- przykładowe obliczenia;
- wykres zależności: U=f(U_1), U=f(U_p), U=f(U_m), U=f(U_2), U=f(U_3) na jednym rysunku;
- uwagi i wnioski odnośnie warunków i sposobu przeprowadzania badań oraz dyskusję nad otrzymanymi wynikami.

5. Literatura

1. L. Kacejko, Cz. Karwat, H. Wójcik: Laboratorium techniki wysokich napięć, WPL Lublin
2. S. Szpor: Technika wysokich napięć, WNT Warszawa
3. S. Szpor: Ochrona odgromowa, WNT Warszawa
4. Z. Flisowski: Technika wysokich napięć, WNT Warszawa
5. Z. Gacek: Technika wysokich napięć, WPŚ Gliwice
6. Z. Gacek: Wysokonapięciowa technika izolacyjna, WPŚ Gliwice