

LABORATORIUM

TECHNIKA WYSOKICH NAPIĘĆ

Ćwiczenie nr 5

Badanie wpływu przegrody izolacyjnej na wytrzymałość dielektryczną powietrza

Lublin 2026 r.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Utwór dostępny jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe.

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie wpływu przegrody izolacyjnej na wytrzymałość elektryczną powietrza w układzie ostrze–płyta oraz wyznaczenie napięcia przeskoku dla różnych położenia przegrody izolacyjnej, przy różnych biegunowościach napięcia.

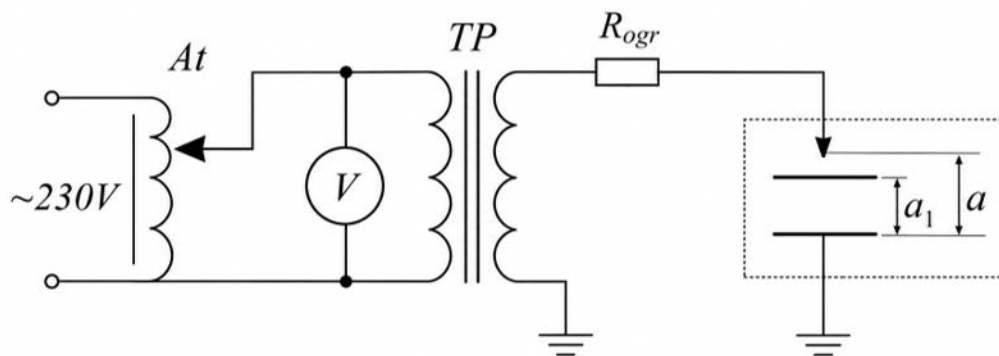
Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje badanie wytrzymałości elektrycznej układu powietrznego ostrze–płyta bez przegrody oraz z przegrodą izolacyjną umieszczoną w różnych odległościach od elektrody płaskiej, przy stałej odległości między elektrodami. Pomiaru zostaną wykonane przy napięciu stałym dla dodatniej i ujemnej biegunowości elektrody ostrzowej oraz przy napięciu przemiennym. Dla każdego położenia przegrody zostanie wyznaczone napięcie przeskoku, a na podstawie uzyskanych wyników przeprowadzone zostanie porównanie wytrzymałości badanego układu.

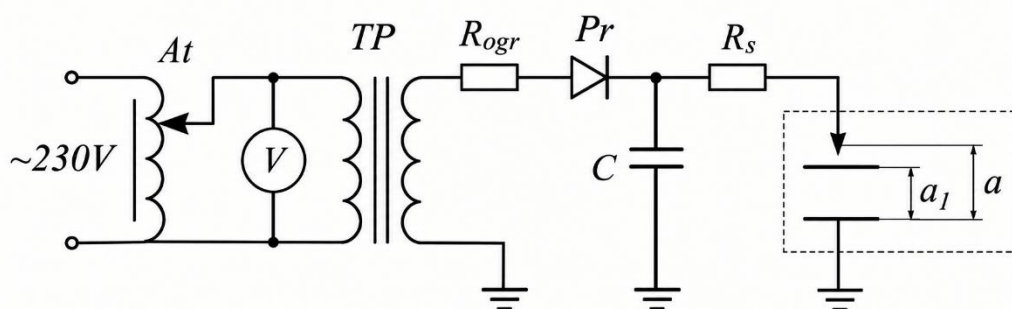
Stanowisko pomiarowe

Do wykonania ćwiczenia wykorzystano stanowisko laboratoryjne umożliwiające badanie wytrzymałości elektrycznej powietrza w układzie ostrze–płyta z przegrodą izolacyjną. Stanowisko składa się z elektrody ostrzowej z naniesioną podziałką, elektrody płaskiej, zacisków laboratoryjnych oraz ramki tekstolitowej służącej do umieszczenia przegrody izolacyjnej. Położenie przegrody można regulować względem elektrody płaskiej.

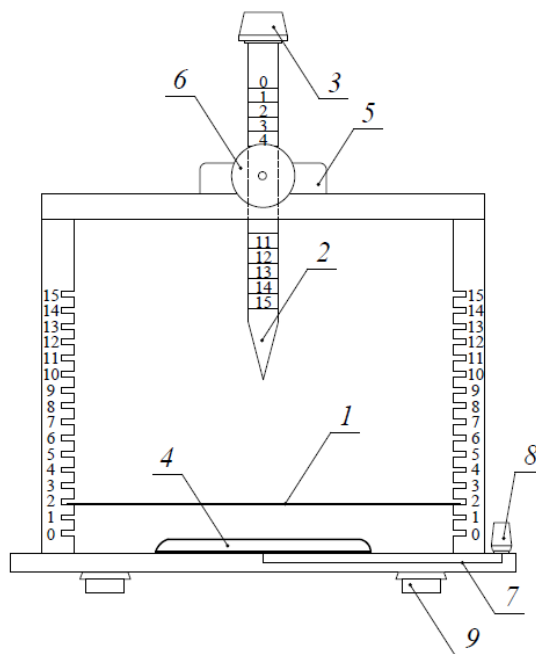
Układ zasilany jest z transformatora probierczego, a napięcie jest mierzone po stronie niskonapięciowej transformatora. Stanowisko umożliwia wykonywanie pomiarów dla różnych biegunowości elektrody ostrzowej oraz przy napięciu przemiennym.



Rysunek 1. Schemat układu do pomiarów wpływu przegrody izolacyjnej przy napięciu przemiennym.



Rysunek 2. Schemat układu do pomiarów wpływu przegrody izolacyjnej przy napięciu stałym.



Rysunek 3. Stanowisko do badania wpływu przegrody izolacyjnej na wytrzymałość powietrza: 1 – ramka z tekstolitu, 2 – elektroda ostrzowa, 3 – zacisk, 4 – elektroda płaska, 5 – miedziany pierścień, 6

– zacisk, 7 – miedziany przewód, 8 - zacisk, 9 – izolator.

Oznaczenia do rysunków:

$U_{\sim}$ – napięcie przemienne zasilające transformator probierczy,

A_t – autotransformator regulacyjny,

TP – transformator probierczy,

R_{ogr} – rezystor ograniczający,

R_s – rezystor ograniczający,

C – kondensator wysokonapięciowy,

Wykaz urządzeń i aparatury

- transformator probierczy;
- autotransformator;
- woltomierz;
- rezystor ograniczający;
- iskiernik ostrzowy – układ ostrze–płyta;
- drążek uziemiający;
- Dioda wysokonapięciowa;
- ramka tekstolitowa służąca do umieszczenia przegrody izolacyjnej w różnych odległościach od elektrody płaskiej.

Wykonanie ćwiczenia

1. Przygotowanie stanowiska

- Zapoznać się ze stanowiskiem laboratoryjnym oraz schematami układów pomiarowych przedstawionymi na rysunkach 1–2.
- Sprawdzić, czy stanowisko jest przygotowane do pomiaru wpływu przegrody izolacyjnej przy napięciu przemiennym rysunkiem 1.
- Sprawdzić, czy stanowisko pomiarowe jest wyłączone, a regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.

2. Pomiar wpływu przegrody izolacyjnej przy napięciu przemiennym

1. Otworzyć komorę wysokiego napięcia.
2. Założyć drążek uziemiający na zacisk wysokiego napięcia.
3. Przygotować stanowisko pomiarowe według schematu przedstawionego na rysunku 1.
4. Zamontować na stanowisku papier maszynowy w odległości od elektrody płaskiej wynoszącej 0 cm.
5. Zdjąć drążek uziemiający z zacisku wysokiego napięcia oraz zamknąć komorę wysokiego napięcia.
6. Załączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
7. Sprawdzić, czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
8. Załączyć obwód wysokiego napięcia.
9. Powoli zwiększać napięcie za pomocą autotransformatora do momentu wystąpienia przeskoku. Wartość napięcia wpisać w tabeli 1.
10. Po wystąpieniu przeskoku ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
11. Wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
12. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–11 (z pominięciem punktu 3) dla tej samej wartości odległości między płytą a przegrodą izolacyjną (zmieniając położenie papieru maszynowego) zgodnie z tabelą 1.
13. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–12 dla kolejnych odległości między płytą, a przegrodą izolacyjną zgodnie z tabelą 1.
14. Ostatni pomiar wykonać trzykrotnie bez użycia papieru maszynowego w przegrodzie izolacyjnej.
15. Po zakończeniu pomiarów ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym oraz wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.

Tabela 1. Pomiar wpływu przegrody izolacyjnej przy napięciu przemiennym (rodzaj przegrody – papier maszynowy)

a	a_1	ϑ	U_m	Rodzaj przegrody izolacyjnej
cm	cm	-	V	
3	0*	60 kV / 230 V		bez przegrody
3	0			papier maszynowy
3	0,5			
3	1,0			
3	1,5			
3	2,0			
3	2,5			
3	3,0			

3. Pomiar wpływu przegrody izolacyjnej przy dodatniej biegunowości elektrody ostrzowej

1. Sprawdzić, czy zasilanie stanowiska pomiarowego jest wyłączone oraz czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
2. Otworzyć komorę wysokiego napięcia.
3. Założyć drążek uziemiający na zacisk wysokiego napięcia.
4. Połączyć układ do pomiaru wpływu przegrody izolacyjnej przy dodatniej biegunowości elektrody ostrzowej zgodnie z rysunkiem 2.
5. Zamontować na stanowisku papier maszynowy w odległości od elektrody płaskiej wynoszącej 0 cm.
6. Zdjąć drążek uziemiający z zacisku wysokiego napięcia oraz zamknąć komorę wysokiego napięcia.
7. Załączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
8. Sprawdzić, czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
9. Załączyć obwód wysokiego napięcia.
10. Powoli zwiększać napięcie za pomocą autotransformatora do momentu wystąpienia przeskoku. Wartość napięcia wpisać w tabeli 2.
11. Po wystąpieniu przeskoku ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
12. Wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
13. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–11 (z pominięciem punktu 4) dla tej samej wartości odległości między płytą a przegrodą izolacyjną (zmieniając położenie papieru maszynowego) zgodnie z tabelą 2.
14. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–13 dla kolejnych odległości między płytą, a przegrodą izolacyjną zgodnie z tabelą 2.
15. Ostatni pomiar wykonać trzykrotnie bez użycia papieru maszynowego w przegrodzie izolacyjnej.
16. Po zakończeniu pomiarów ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym oraz wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.

Tabela 2. Pomiar wpływu przegrody izolacyjnej przy dodatniej biegunowości elektrody ostrzowej (rodzaj przegrody – papier maszynowy)

a	a_1	ϑ	U_m	Rodzaj przegrody izolacyjnej
cm	cm	-	V	
3	0*	60 kV / 230 V		bez przegrody
3	0			papier maszynowy
3	0,5			
3	1,0			
3	1,5			
3	2,0			
3	2,5			
3	3,0			

4. Pomiar wpływu przegrody izolacyjnej przy ujemnej biegunowości elektrody ostrzowej

1. Sprawdzić, czy zasilanie stanowiska pomiarowego jest wyłączone oraz czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
2. Otworzyć komorę wysokiego napięcia.
3. Założyć drążek uziemiający na zacisk wysokiego napięcia.
4. Połączyć układ do pomiaru wpływu przegrody izolacyjnej przy ujemnej biegunowości elektrody ostrzowej zgodnie z rysunkiem 2.
5. Zamontować na stanowisku papier maszynowy w odległości od elektrody płaskiej wynoszącej 0 cm.
6. Zdjąć drążek uziemiający z zacisku wysokiego napięcia oraz zamknąć komorę wysokiego napięcia.
7. Załączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
8. Sprawdzić, czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
9. Załączyć obwód wysokiego napięcia.
10. Powoli zwiększać napięcie za pomocą autotransformatora do momentu wystąpienia przeskoku. Wartość napięcia wpisać w tabeli 3.
11. Po wystąpieniu przeskoku ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
12. Wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
13. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–11 (z pominięciem punktu 4) dla tej samej wartości odległości między płytą a przegrodą izolacyjną (zmieniając położenie papieru maszynowego) zgodnie z tabelą 3.
14. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–13 dla kolejnych odległości między płytą, a przegrodą izolacyjną zgodnie z tabelą 3.
15. Ostatni pomiar wykonać trzykrotnie bez użycia papieru maszynowego w przegrodzie izolacyjnej.
16. Po zakończeniu pomiarów ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym oraz wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.

Tabela 3. Pomiar wpływu przegrody izolacyjnej przy ujemnej biegunowości elektrody ostrzowej (rodzaj przegrody – papier maszynowy)

a	a_1	ϑ	U_m	Rodzaj przegrody izolacyjnej
cm	cm	-	V	
3	0*	60 kV / 230 V		bez przegrody
3	0			papier maszynowy
3	0,5			
3	1,0			
3	1,5			
3	2,0			
3	2,5			
3	3,0			

3. Opracowanie wyników

1. Wyznaczenie średniej wartości napięcia na transformatorze

Na podstawie wykonanych pomiarów dla każdego położenia przegrody wyznaczyć średnią wartość napięcia odczytanego na woltomierzu:

$$U_{m\bar{s}r} = \frac{\sum U_m}{n} \quad (1)$$

gdzie:

U_m – wartość napięcia odczytana na woltomierzu podczas wystąpienia przeskoku,

$U_{m\bar{s}r}$ – średnia wartość napięcia odczytanego na woltomierzu,

n - liczba wykonanych pomiarów.

2. Wyznaczenie napięcia przeskoku

Na podstawie średniej wartości napięcia odczytanego na woltomierzu wyznaczyć napięcie przeskoku:

$$U_p = \sqrt{2} \cdot U_{m\bar{s}r} \cdot g \quad (2)$$

Tabela wyników obliczeń

Tabela 4. Tabela wyników wpływu przegrody izolacyjnej przy napięciu przemiennym, ujemnej biegunowości elektrody ostrzowej oraz dodatniej biegunowości elektrody ostrzowej (rodzaj przegrody – papier maszynowy)

a	a_1	U_m	$U_{m\bar{s}r}$	U_p	Rodzaj przegrody izolacyjnej
cm	cm	V	V	kV	
3	0*				bez przegrody
3	0				papier maszynowy

3	0,5			
3	1,0			
3	1,5			
3	2,0			
3	2,5			
3	3,0			

gdzie:

0^* – układ bez przegrody izolacyjnej,

a – odległość między ostrzem a płytą,

a_1 – odległość między płytą a przegrodą izolacyjną,

U_m – napięcie mierzone na transformatorze podczas wystąpienia przeskoku,

$U_{m\bar{s}r}$ – napięcie średnie wyliczone z napięcia U_m ,

U_p – napięcie przeskoku.

Wykonanie sprawozdania

- Sprawozdanie powinno zawierać:
- stronę tytułową;

- dane określające warunki atmosferyczne;
- schemat układu pomiarowego;
- tabele wyników przeprowadzonych pomiarów;
- przykładowe obliczenia;
- wykres zależności $U_p = f(a)$ dla układu bez przegrody oraz z przegrodą przy dodatniej i ujemnej biegunowości elektrody ostrzowej oraz przy napięciu przemiennym na wspólnym wykresie;
- uwagi i wnioski dotyczące warunków oraz sposobu przeprowadzania badań i otrzymanych wyników.