

LABORATORIUM

TECHNIKA WYSOKICH NAPIĘĆ

Ćwiczenie nr 10

Badanie wyładowań ślizgowych

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 zjawiska wyładowań ślizgowych przy napięciu przemiennym 50 Hz oraz wyznaczenie napięcia początkowego iskier ślizgowych i napięcia przeskoku dla różnych odległości między elektrodami i średnic elektrody wewnętrznej.

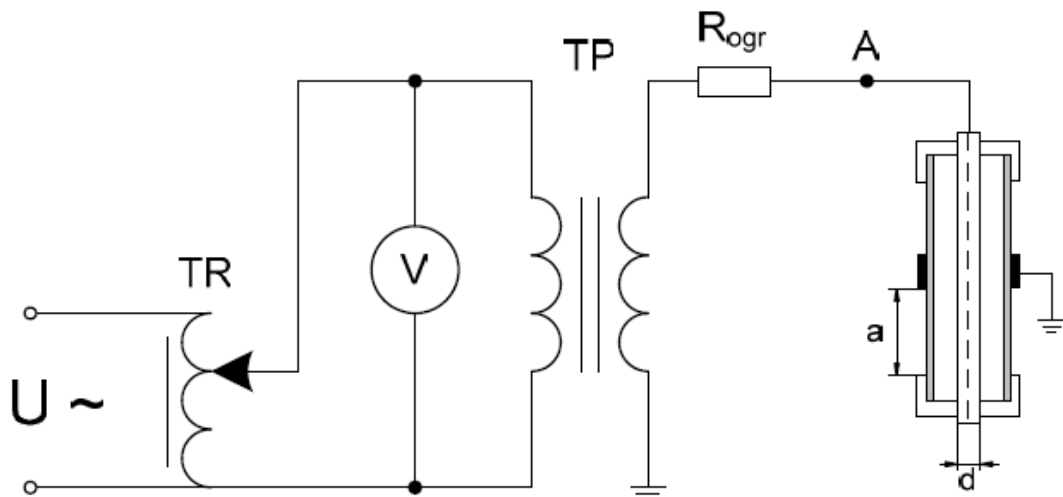
Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje badanie wyładowań ślizgowych przy napięciu przemiennym 50 Hz na modelu izolatora przepustowego. Pomiary zostaną wykonane dla odległości między elektrodami a wynoszących 2,5 cm oraz od 5 do 23 cm, ze zmianą odległości co 3 cm. Dla każdej odległości zostaną wyznaczone wartości napięcia początkowego iskier ślizgowych oraz napięcia przeskoku. Pomiary zostaną wykonane dla średnic elektrody wewnętrznej 10 mm, 14 mm i 20 mm, po trzy pomiary dla każdej odległości i średnicy elektrody. Na podstawie uzyskanych wyników zostaną wyznaczone wartości średnie oraz przeprowadzone dalsze obliczenia i analiza wyników.

Stanowisko pomiarowe

Do wykonania ćwiczenia wykorzystano stanowisko laboratoryjne umożliwiające badanie wyładowań ślizgowych przy napięciu przemiennym 50 Hz. Układ zasilany jest z autotransformatora, który umożliwia płynną regulację napięcia podawanego na transformator probierczy. Transformator probierczy podwyższa napięcie do wartości wysokiego napięcia wykorzystywanego podczas badań.

Do zacisku wysokiego napięcia transformatora probierczego dołączony jest model izolatora przepustowego umieszczony w zaciemnionej komorze, co ułatwia obserwację wyładowań ślizgowych. W modelu zastosowano elektrodę wewnętrzną o wymiennej średnicy 10 mm, 14 mm lub 20 mm. Napięcie po stronie niskonapięciowej transformatora probierczego mierzone jest za pomocą woltomierza. Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat układu pomiarowego

Oznaczenia do rysunków:

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

TR – autotransformator regulacyjny,

TP – transformator probierczy,

R_{ogr} – rezystor ograniczający,

A – zacisk wysokiego napięcia transformatora probierczego,

Wykaz urządzeń i aparatury

- transformator probierczy;
- autotransformator;
- woltomierz;
- rezystor ograniczający;
- drążek uziemiający;
- drążek do regulacji odległości między elektrodami;
- elektrody o różnej średnicy.

Wykonanie ćwiczenia

1. Przygotowanie stanowiska

- Zapoznać się ze stanowiskiem laboratoryjnym oraz schematem układu

3



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.

pomiarowego przedstawionego na rysunku 1.

- Sprawdzić, czy stanowisko pomiarowe jest wyłączone, a regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
- Zapisać temperaturę otoczenia, ciśnienie atmosferyczne oraz wilgotność względną powietrza w tabeli 1.

Tabela 1. Warunki atmosferyczne

Temperatura otoczenia t	 °C
Ciśnienie atmosferyczne b	 hPa
Wilgotność względna powietrza φ	 %

2. Pomiar napięcia początkowego isker ślizgowych i napięcia przeskoku dla elektrody o średnicy $\phi = 10 \text{ mm}$

1. Otworzyć komorę wysokiego napięcia.
2. Założyć drążek uziemiający na zacisk wysokiego napięcia.
3. Otworzyć zaciemnioną komorę.
4. Przygotować stanowisko pomiarowe według schematu przedstawionego na rysunku 1.
5. Po zapoznaniu się z modelem izolatora przepustowego należy w szklanej tubie umieścić elektrodę o średnicy 10 mm.
6. Umieścić uziemioną elektrodę (opaska na szklanym cylindrze) w odległości 2,5 cm od dolnej elektrody wysokiego napięcia.
7. Zamknąć zaciemnioną komorę.
8. Zdjąć drążek uziemiający z zacisku wysokiego napięcia.
9. Zamknąć komorę wysokiego napięcia.
10. Załączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
11. Sprawdzić, czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
12. Załączyć obwód wysokiego napięcia.
13. Powoli zwiększać napięcie za pomocą autotransformatora. Obserwując wizjer zaciemnionej komory odczytać napięcie kolejnych zjawisk: początkowego

napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p . Wartości napięć zanotować w tabeli 2.

14. Po wystąpieniu przeskoku ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
15. Czynności opisane w punktach 12–14 powtórzyć trzykrotnie dla tej samej odległości.
16. Po uzyskaniu trzech pomiarów, ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
17. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–11 dla kolejnych odległości zgodnie z tabelą 2.
18. Po zakończeniu pomiarów ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym oraz wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.

Tabela 2. Pomiar początkowego napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p dla elektrody o średnic $\phi = 10\text{mm}$

L.p.	a	ϑ	C	u_{osl}	u_p
-	cm	-	pF	V	V
1	2,5	110 000V / 220V	7,9		
2					
3					
4	5				
5					
6					
7	8				
8					
9					
10	11				
11					
12					
13	14				
14					
15					

16	17				
17					
18					
19	20				
20					
21					
22	23				
23					
24					

3. Pomiar napięcia początkowego iskier ślizgowych i napięcia przeskoku dla elektrody o średnicy $\phi = 14$ mm

1. Otworzyć komorę wysokiego napięcia.
2. Założyć drążek uziemiający na zacisk wysokiego napięcia.
3. Otworzyć zaciemnioną komorę.
4. Należy zamienić elektrodę o średnicy 10 mm na elektrodę o średnicy 14 mm.
5. Umieścić uziemioną elektrodę (opaska na szklanym cylindrze) w odległości 2,5 cm od dolnej elektrody wysokiego napięcia.
6. Zamknąć zaciemnioną komorę.
7. Zdjąć drążek uziemiający z zacisku wysokiego napięcia.
8. Zamknąć komorę wysokiego napięcia.
9. Załączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
10. Sprawdzić, czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
11. Załączyć obwód wysokiego napięcia.
12. Powoli zwiększać napięcie za pomocą autotransformatora. Obserwując wizjer zaciemnionej komory odczytać napięcie kolejnych zjawisk: początkowego napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p . Wartości napięć zanotować w tabeli 3.
13. Po wystąpieniu przeskoku ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.

14. Czynności opisane w punktach 11–13 powtórzyć trzykrotnie dla tej samej odległości.
15. Po uzyskaniu trzech pomiarów, ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
16. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–11 dla kolejnych odległości zgodnie z tabelą 3.
17. Po zakończeniu pomiarów ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym oraz wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.

Tabela 3. Pomiar początkowego napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p dla elektrody o średnic $\phi = 14\text{mm}$

L.p.	a	g	C	u_{osl}	u_p
-	cm	-	pF	V	V
1	2,5	110 000V / 220V	10,0		
2					
3					
4	5				
5					
6					
7	8				
8					
9					
10	11				
11					
12					
13	14				
14					
15					
16	17				
17					
18					
19	20				
20					

21					
22					
23	23				
24					

4. Pomiar napięcia początkowego iskier ślizgowych i napięcia przeskoku dla elektrody o średnicy $\phi = 20 \text{ mm}$

1. Otworzyć komorę wysokiego napięcia.
2. Założyć drążek uziemiający na zacisk wysokiego napięcia.
3. Otworzyć zaciemnioną komorę.
4. Należy zamienić elektrodę o średnicy 14 mm na elektrodę o średnicy 20 mm.
5. Umieścić uziemioną elektrodę (opaska na szklanym cylindrze) w odległości 2,5 cm od dolnej elektrody wysokiego napięcia.
6. Zamknąć zaciemnioną komorę.
7. Zdjąć drążek uziemiający z zacisku wysokiego napięcia.
8. Zamknąć komorę wysokiego napięcia.
9. Załączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.
10. Sprawdzić, czy regulator autotransformatora znajduje się w położeniu zerowym.
11. Załączyć obwód wysokiego napięcia.
12. Powoli zwiększać napięcie za pomocą autotransformatora. Obserwując wizjer zaciemnionej komory odczytać napięcie kolejnych zjawisk: początkowego napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p . Wartości napięć zanotować w tabeli 4.
13. Po wystąpieniu przeskoku ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
14. Czynności opisane w punktach 11–13 powtórzyć trzykrotnie dla tej samej odległości.
15. Po uzyskaniu trzech pomiarów, ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym.
16. Powtórzyć czynności opisane w punktach 1–11 dla kolejnych odległości

zgodnie z tabelą 4.

17. Po zakończeniu pomiarów ustawić regulator autotransformatora w położeniu zerowym oraz wyłączyć zasilanie stanowiska pomiarowego.

Tabela 4. Pomiar początkowego napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p dla elektrody o średnic $\phi = 20\text{mm}$

L.p.	a	θ	C	u_{osl}	u_p
-	cm	-	pF	V	V
1	2,5	110 000V / 220V	25,6		
2					
3					
4	5				
5					
6					
7	8				
8					
9					
10	11				
11					
12					
13	14				
14					
15					
16	17				
17					
18					
19	20				
20					
21					
22	23				
23					
24					

5. Opracowanie wyników

1. Wyznaczenie wartości średnich napięć

Na podstawie trzech kolejnych pomiarów dla każdej odległości między elektrodami wyznaczyć średnie wartości napięcia początkowego iskier ślizgowych oraz napięcia przeskoku:

$$\begin{aligned} u_{osl_sr} &= \frac{u_{osl1} + u_{osl2} + u_{osl3}}{3} \\ u_{p_sr} &= \frac{u_{p1} + u_{p2} + u_{p3}}{3} \end{aligned} \quad (1)$$

gdzie:

$u_{osl1}, u_{osl2}, u_{osl3}$ – kolejne wartości napięcia początkowego iskier ślizgowych odczytywane z woltomierza,

u_{p1}, u_{p2}, u_{p3} – kolejne wartości napięcia przeskoku odczytane z woltomierza.

2. Wyznaczenie wartości napięcia początkowego iskier ślizgowych i napięcia przeskoku

Na podstawie wyznaczonych średnich wartości napięcia oraz przekładni transformatora probierczego obliczyć napięcie początkowe iskier ślizgowych i napięcie przeskoku:

$$\begin{aligned} U_{osl} &= u_{osl_sr} \cdot \vartheta \\ U_p &= u_{p_sr} \cdot \vartheta \end{aligned} \quad (2)$$

Gdzie:

ϑ – przekładnia transformatora probierczego;

3. Wyznaczenie obliczeniowej wartości napięcia początkowego iskier ślizgowych

Obliczeniową wartość napięcia początkowego iskier ślizgowych wyznaczyć z zależności:

$$U_{osl_obl} = \left(\frac{1,5 \cdot 10^{-5}}{C_0} \right)^{0,45} kV \quad (3)$$

Gdzie:

C_0 – pojemność odniesienia do powierzchni elektrody, wyrażona w F/cm²;

Wartość C_0 wyznaczyć z zależności:

$$C_0 = \frac{C}{S} \quad (4)$$

gdzie:

C – zmierzona pojemność między elektrodą wysokonapięciową i elektrodą uziemioną;

S – powierzchnia elektrody wyznaczona z zależności:

$$S = \pi \cdot d \cdot h \quad (5)$$

gdzie:

d i h oznaczają wymiary geometryczne elektrody zgodnie z modelem badanego układu.

Tabela wyników obliczeń

Tabela 5. Tabela wyników obliczeń napięcia iskier ślizgowych u_{osl} i napięcia przeskoku u_p dla elektrod o średnic $\phi = 10\text{mm}$, $\phi = 14\text{mm}$ oraz $\phi = 20\text{mm}$

L.p.	a	g	C	u_{osl}	u_{osl_sr}	U_{osl}	u_p	u_{p_sr}	U_p	U_{osl_obl}
-	cm	-	pF	V	V	kV _m	V	V	kV _m	kV _m
1	2,5	110 000V / 220V	7,9 / 10,0 / 25,6							
2										
3										
4	5									
5										
6										
7	8									
8										
9										

10	11								
11									
12									
13	14								
14									
15									
16	17								
17									
18									
19	20								
20									
21									
22	23								
23									
24									

Wykonanie sprawozdania

Sprawozdanie powinno zawierać:

- stronę tytułową;
- schematy układów pomiarowych;
- tabele wyników pomiarów;
- tabelę wyników obliczeń;
- przykładowe obliczenia;
- wykresy zależności:
 - $U_{osl}=f(a)$, $U_p=f(a)$ oraz $U_{osl_sr}=f(a)$ dla każdej średnicy elektrody wewnętrznej: $\phi = 10\text{mm}$, $\phi = 14\text{mm}$ oraz $\phi = 20\text{mm}$;
 - $U_{osl}=f(a)$ dla każdej średnicy elektrody wewnętrznej: $\phi = 10\text{mm}$, $\phi = 14\text{mm}$ oraz $\phi = 20\text{mm}$ na wspólnym wykresie;
 - $U_p=f(a)$ dla każdej średnicy elektrody wewnętrznej: $\phi = 10\text{mm}$, $\phi = 14\text{mm}$ oraz $\phi = 20\text{mm}$ na wspólnym wykresie;
 - $U_{osl_sr}=f(a)$ dla każdej średnicy elektrody wewnętrznej: $\phi = 10\text{mm}$,

$\phi = 14\text{mm}$ oraz $\phi = 20\text{mm}$ na wspólnym wykresie;

- uwagi i wnioski dotyczące warunków oraz sposobu przeprowadzania badań i otrzymanych wyników.