



Politechnika Lubelska  
Wydział Elektrotechniki i Informatyki  
Katedra Urządzeń Elektrycznych i TWN  
20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38A  
[www.kueitwn.pollub.pl](http://www.kueitwn.pollub.pl)

---

## **LABORATORIUM TECHNIKI WYSOKICH NAPIĘĆ**

Instrukcja do ćwiczenia **nr 8**

Wytrzymałość dielektryczna powietrza  
w zależności od ciśnienia

## 1. Cel ćwiczenia

Zaobserwowanie mechanizmów wyładowania w układach elektrod o polu silnie niejednorodnym przy różnych wartościach ciśnienia oraz wyznaczenie zależności napięcia przeskoku w powietrzu od ciśnienia w dwóch układach elektrod: ostrze-ostrze i ostrze-płyta.

## 2. Sposób przeprowadzenia pomiarów

### 2.1 Warunki atmosferyczne

- temperatura otoczenia  $t = \dots\dots\dots$  °C,  $t = \dots\dots\dots$  K,
- ciśnienie atmosferyczne  $b = \dots\dots\dots$  hPa,
- wilgotność względna powietrza  $\varphi = \dots\dots\dots$  %.

### 2.2 Pomiar wytrzymałości dielektrycznej powietrza w zależności od ciśnienia

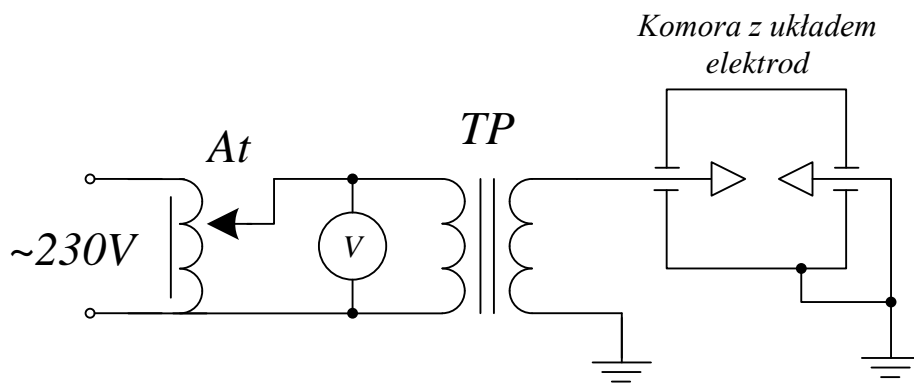
Po połączeniu układu pomiarowego zgodnie z rysunkami 1 i 2 należy umieścić w komorze ciśnieniowej odpowiedni układ elektrod, a następnie zamknąć drzwiczki komory i zawory powietrzny  $Z_p$  oraz odpompowujący  $Z_o$  (rys. 2), oznaczone na panelu sterowania odpowiednio „AIR” i „PUMP” (rys. 3). Aby zmniejszyć ciśnienie w komorze załączamy silnik  $M$  pompy  $P$  włącznikiem  $W$  (rys. 2), a następnie otwieramy zawór odpompowujący  $Z_o$  przy zamkniętym zaworze  $Z_p$ . Gdy ciśnienie w komorze osiągnie odpowiednią wartość przy której dokonywany będzie pomiar napięcia przeskoku, należy zamknąć zawór  $Z_o$  i wyłączyć silnik.

Dokonyjemy pomiarów napięcia przeskoku dla każdego układu elektrod przy 10 wartościach ciśnienia w komorze (wartości podane w tabelach 1 i 2). Dla każdej wartości ciśnienia wykonujemy po 3 pomiary. Wyniki notujemy w odpowiednich tabelach. Napięcie należy zwiększać ze stałą prędkością 1-2 kV/s. Po skończonych pomiarach należy zwiększyć ciśnienie do wartości atmosferycznej w komorze. W tym celu należy powoli otworzyć zawór powietrzny  $Z_p$  i poczekać, aż wewnątrz komory wypełni się powietrzem, a wskazówka miernika ciśnienia zatrzyma się na wartości 0.

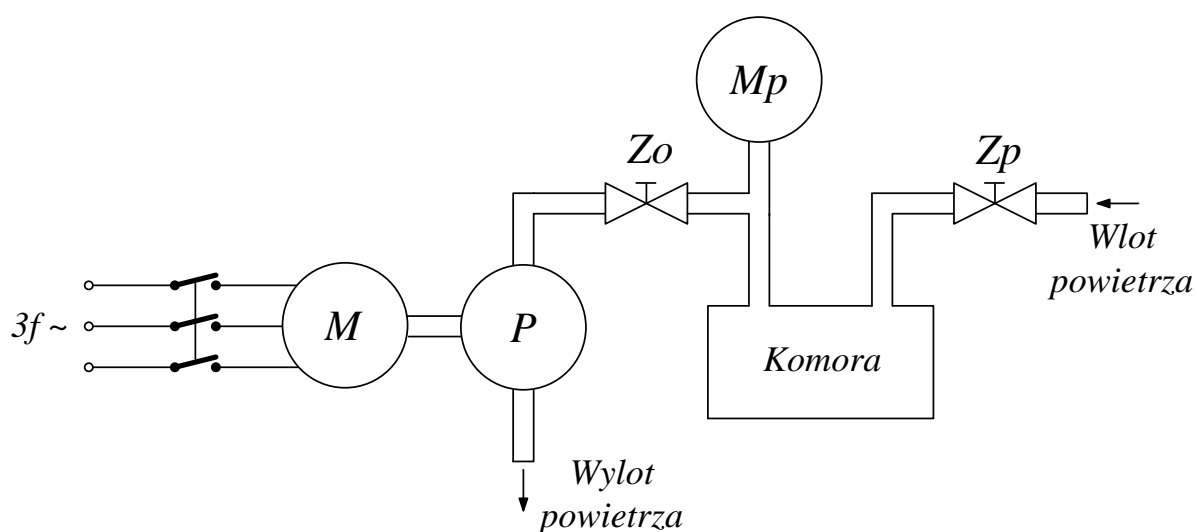
Podczas pomiarów napięcia przeskoku należy zaobserwować mechanizm wyładowania między elektrodami (Townsenda lub kanałowy) i szacunkowo określić zakres ciśnienia, dla określonej odległości między elektrodami oraz wpływ ciśnienia na charakter (rodzaj) wyładowania.

### Uwaga!!!

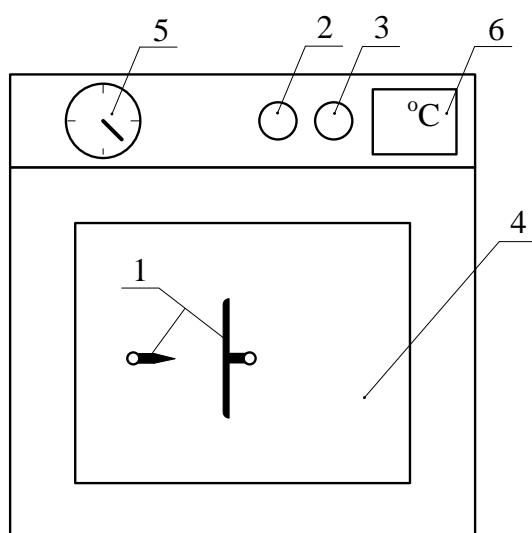
Zabronione jest otwieranie drzwiczek komory przy ciśnieniu innym niż atmosferyczne panującym w jej wnętrzu, gdyż grozi to uszkodzeniem stanowiska laboratoryjnego.



Rys. 1. Schemat elektryczny układu pomiarowego



Rys. 2. Schemat układu zasilania pompy próżniowej i sposób jej połączenia z komrą



Rys. 3. Widok przedniej ściany komory ciśnieniowej: 1 – układ elektrod, 2 – zawór odpompowujący  $Z_o$  (PUMP), 3 – zawór powietrzny  $Z_p$  (AIR), 4 – okno wizerne, 5 – miernik ciśnienia  $M_p$ , 6 – termometr mierzący temperaturę nagrzewającego się powietrza w komorze

### 2.3 Wyniki pomiarów

Tabela 1. Pomiar wytrzymałości powietrza w zależności od ciśnienia dla układu ostrze-ostrze

L.p.		$g$	$P_{Mn}$	$p$	$U_p$	$U_{p\acute{s}r}$	$U_p$
		-	kG/cm <sup>2</sup>	hPa	V	V	kV
1	1	60000 V / 380 V	0,9				
	2						
	3						
2	1		0,8				
	2						
	3						
3	1		0,7				
	2						
	3						
4	1		0,6				
	2						
	3						
5	1	0,5					
	2						
	3						
6	1	0,4					
	2						
	3						
7	1	0,3					
	2						
	3						
8	1	0,2					
	2						
	3						
9	1	0,1					
	2						
	3						
10	1	0					
	2						
	3						

Tabela 2. Pomiar wytrzymałości powietrza w zależności od ciśnienia dla układu ostrze-płyta

L.p.		$\mathcal{G}$	$p_{Mn}$	$p$	$U_p$	$U_{psr}$	$U_p$
		-	kG/cm <sup>2</sup>	hPa	V	V	kV
1	1	60000 V / 380 V	0,9				
	2						
	3						
2	1		0,8				
	2						
	3						
3	1		0,7				
	2						
	3						
4	1		0,6				
	2						
	3						
5	1		0,5				
	2						
	3						
6	1		0,4				
	2						
	3						
7	1		0,3				
	2						
	3						
8	1		0,2				
	2						
	3						
9	1		0,1				
	2						
	3						
10	1		0				
	2						
	3						

## 2.4 Oznaczenia

$\mathcal{G}$  – przekładnia transformatora;

$p_{Mn}$  – ciśnienie wskazane przez manometr;

$p$  – ciśnienie, hPa;

$U_p$  – napięcie przeskoku, V;

$U_p$  – średnia wartość napięcie przeskoku, V;

$U_{psr}$  – wartość napięcie przeskoku wyrażona w kilowoltach, kV;

### 3. Opracowanie wyników pomiarów

#### Wyznaczenie wartości napięcia przebicia

Określić wartość ciśnienia w hPa korzystając ze wzoru:

$$p = p_{Mn} - p_{atm}, \quad (1)$$

Wyznaczyć napięcie po stronie WN transformatora korzystając z następującego wzoru:

$$U_p = \sqrt{2} \cdot U_{psr} \cdot \mathcal{G}, \quad (2)$$

gdzie:

$$U_{psr} = \frac{U_{p1} + U_{p2} + U_{p2}}{3}. \quad (3)$$

### 4. Opracowanie sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- dane określające warunki atmosferyczne;
- schematy układów pomiarowych;
- tabele wyników przeprowadzonych pomiarów;
- przykładowe obliczenia;
- wykres zależności  $U_p=f(p)$  dla układów ostrze-ostrze i ostrze-płyta 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, WPS Gliwice
6. Z. Gacek: Wykonawcza technika izolacyjna, WPS Gliwice