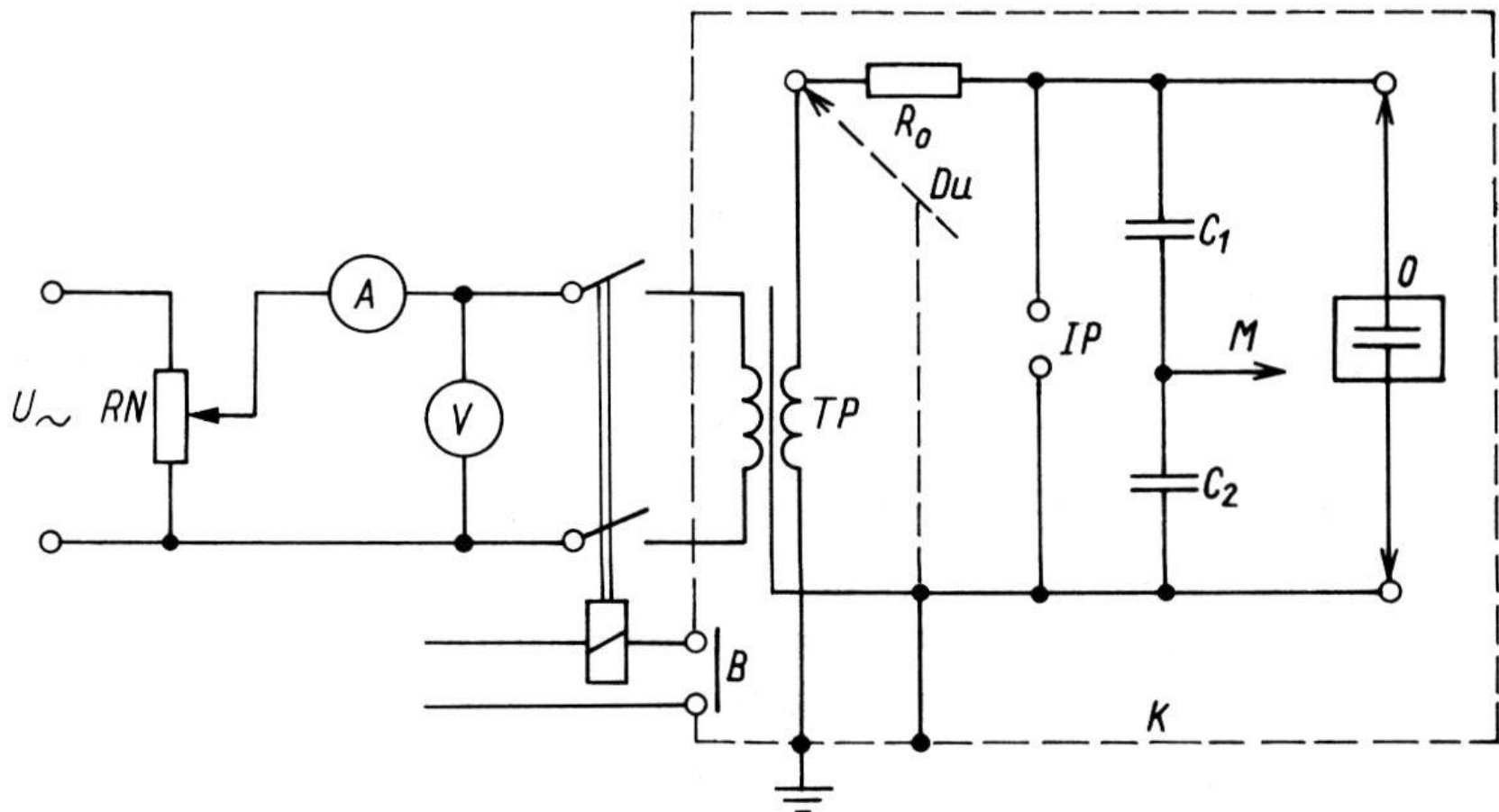


LABORATORIUM WYSOKICH NAPIĘĆ

Zespół probierczy napięcia przemiennego

Próby izolacji urządzeń elektrycznych napięciem przemiennym o częstotliwości technicznej. Zakres napięć probierczych od 1 kV do kilku megawoltów.



Schemat zespołu probierczego napięcia przemiennego: $U_{\sim}$ - źródło napięcia, R_N - regulator napięcia, TP - transformator probierczy, B - blokada, R_0 - rezystor ograniczający, Du - drążek uziemiający, IP - iskiernik pomiarowy, C_1 i C_2 - dzielnik napięcia, M - do miernika napięcia, O - obiekt badany, K - klatka ochronna (ogrodzenie)

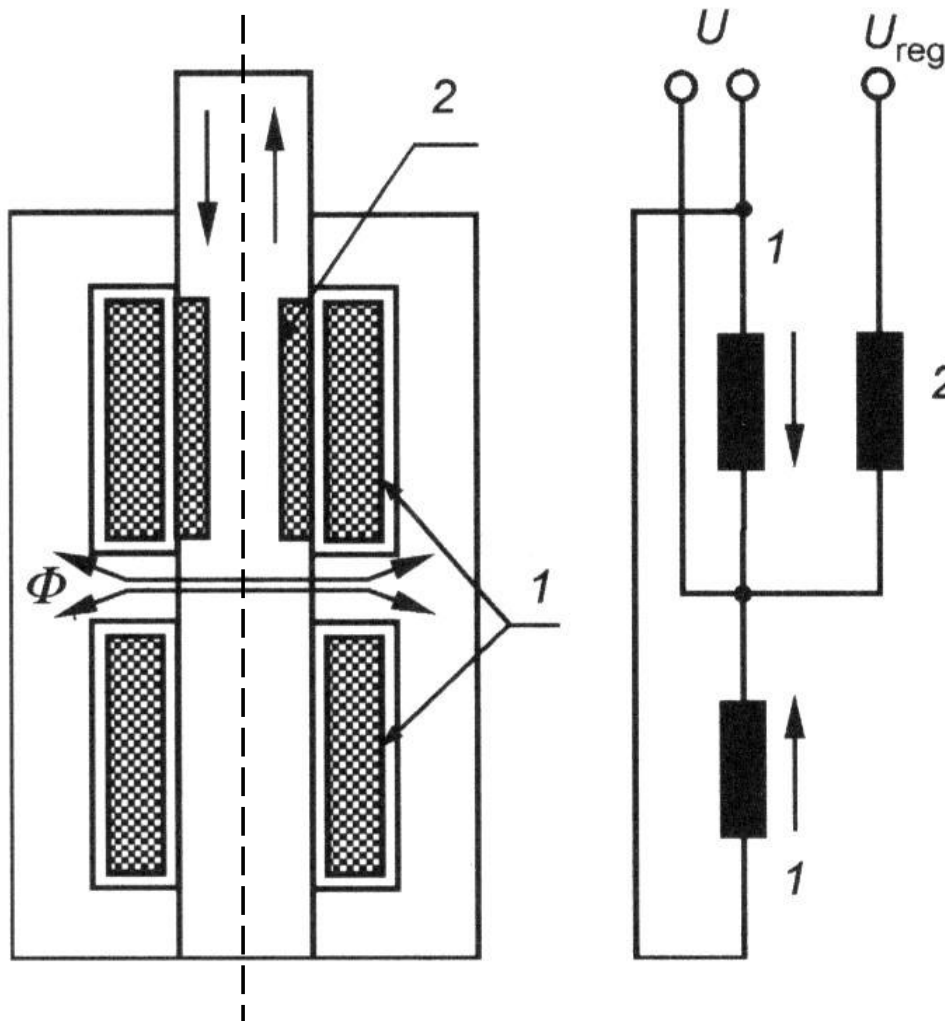
Źródło napięcia zasilającego

Źródłem napięcia jest zwykle jedna faza sieci niskiego napięcia. W przypadku układów probierczych dużych mocy staje się transformatory pośredniczące o niskim napięciu zwarcia.

Urządzenie regulacyjne

W prostych układach probierczych stosuje się zwykle:

- transformator regulacyjny z przeciwsobnymi uzwojeniami i przesuwным rdzeniem,
- zahamowany silnik indukcyjny jako regulator indukcyjny.



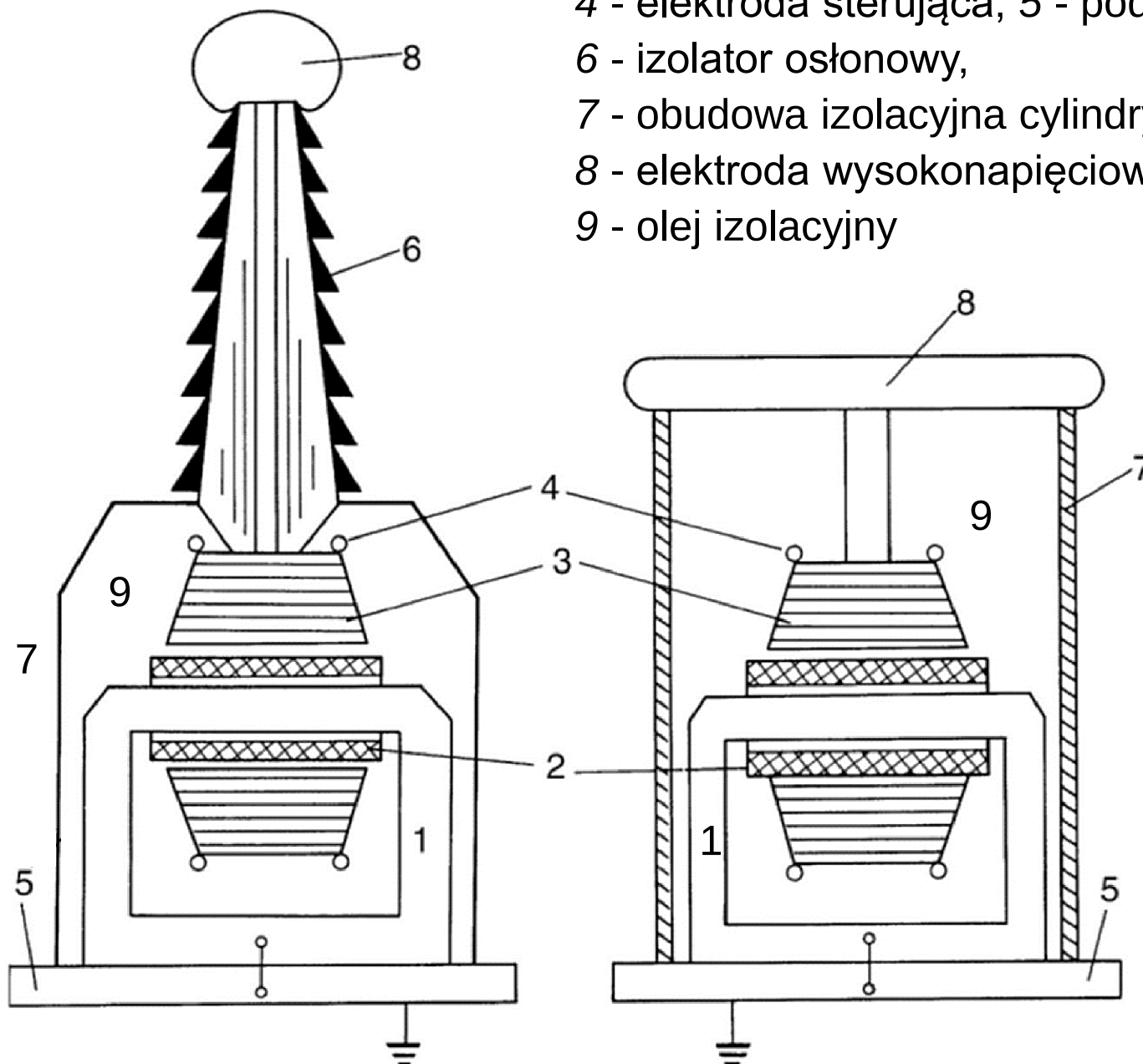
Transformator regulacyjny z przesuwanym rdzeniem:
 1 - uzwojenia pierwotne, przeciwsobne,
 2 - uzwojenie wtórne na rdzeniu przesuwanym

Transformator probierczy

Głównym urządzeniem zespołu probierczego jest jednofazowy transformator probierczy. Może być pojedynczym transformatorem lub może się składać z kilku transformatorów zestawionych w kaskadę.

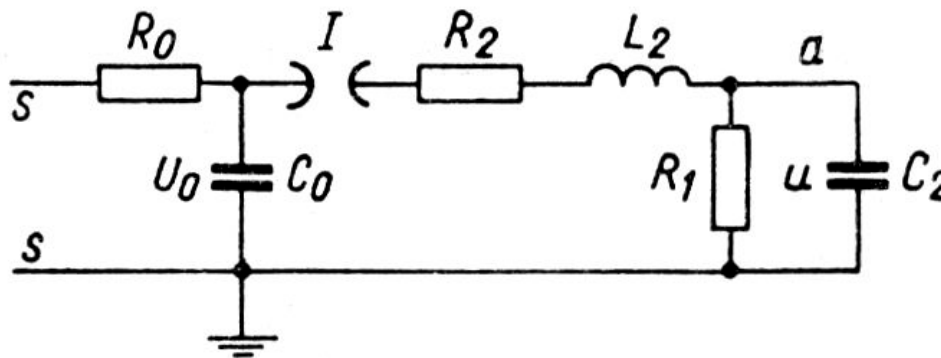
Pojedynczy transformator probierczy:

- 1 - rdzeń, 2 - uzwojenie dolnego napięcia,
- 3 - uzwojenie górnego napięcia,
- 4 - elektroda sterująca, 5 - podstawa,
- 6 - izolator osłonowy,
- 7 - obudowa izolacyjna cylindryczna,
- 8 - elektroda wysokonapięciowa,
- 9 - olej izolacyjny



Zespół probierczy napięcia udarowego

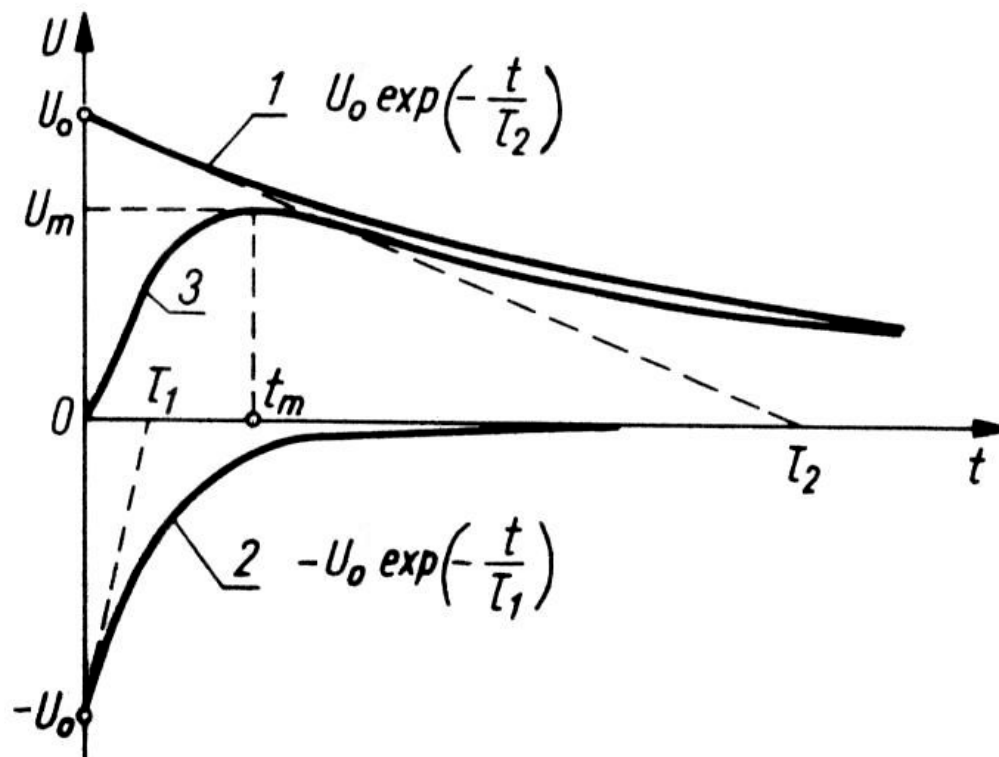
Generator udarów napięciowych piorunowych - jednostopniowy



Schemat układu
jednostopniowego
generatora udarów
napięciowych

Etapy pracy generatora:

- ładowanie kondensatora C_0 przez R_0 ze źródła napięcia stałego,
- przeskok iskry w iskierniku I ,
- rozładowanie C_0 przez R_1 (R_2 i L_2 - pomijalnie małe),
- szybkie ładowanie C_2 przez R_2 (L_2 - pomijalnie małe).



Udar napięciowy:

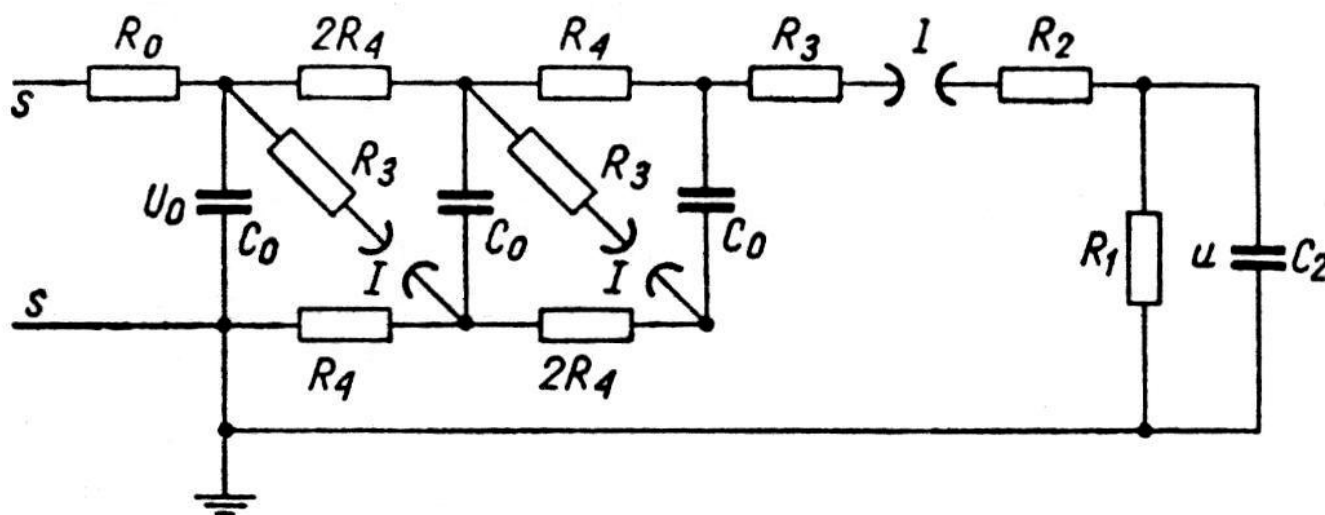
- 1 - krzywa rozładowania C_0 ,
- 2 - krzywa ładowania C_2 ,
- 3 - krzywa wypadkowa (udar napięciowy)

Generator udarów napięciowych piorunowych - wielostopniowy

Można wyróżnić dwa stany jego pracy: stan ładowania i stan rozładowania. Kondensatory o pojemności C_0 poszczególnych stopni są ładowane równoległe ze źródła przez rezystory R_0 i R_4 . Po naładowaniu kondensatorów do wartości przekraczającej napięcie wytrzymywane iskierników następuje ich zapłon, zapoczątkowany zwykle przez pierwszy iskiernik od strony źródła. Zapłon iskierników przełącza układ z równoległego na szeregowy, $R_4 \gg R_3$. Występujące na kondensatorach C_0 napięcia sumują się, dając napięcie:

$$U = n \cdot U_0$$

przy czym: n - liczba stopni każdy o pojemności C_0 .



Uproszczony schemat trzystopniowego generatora udarów napięciowych

Pomiary wysokich napięć

Iskierniki pomiarowe (pomiary bezpośrednie napięcia)

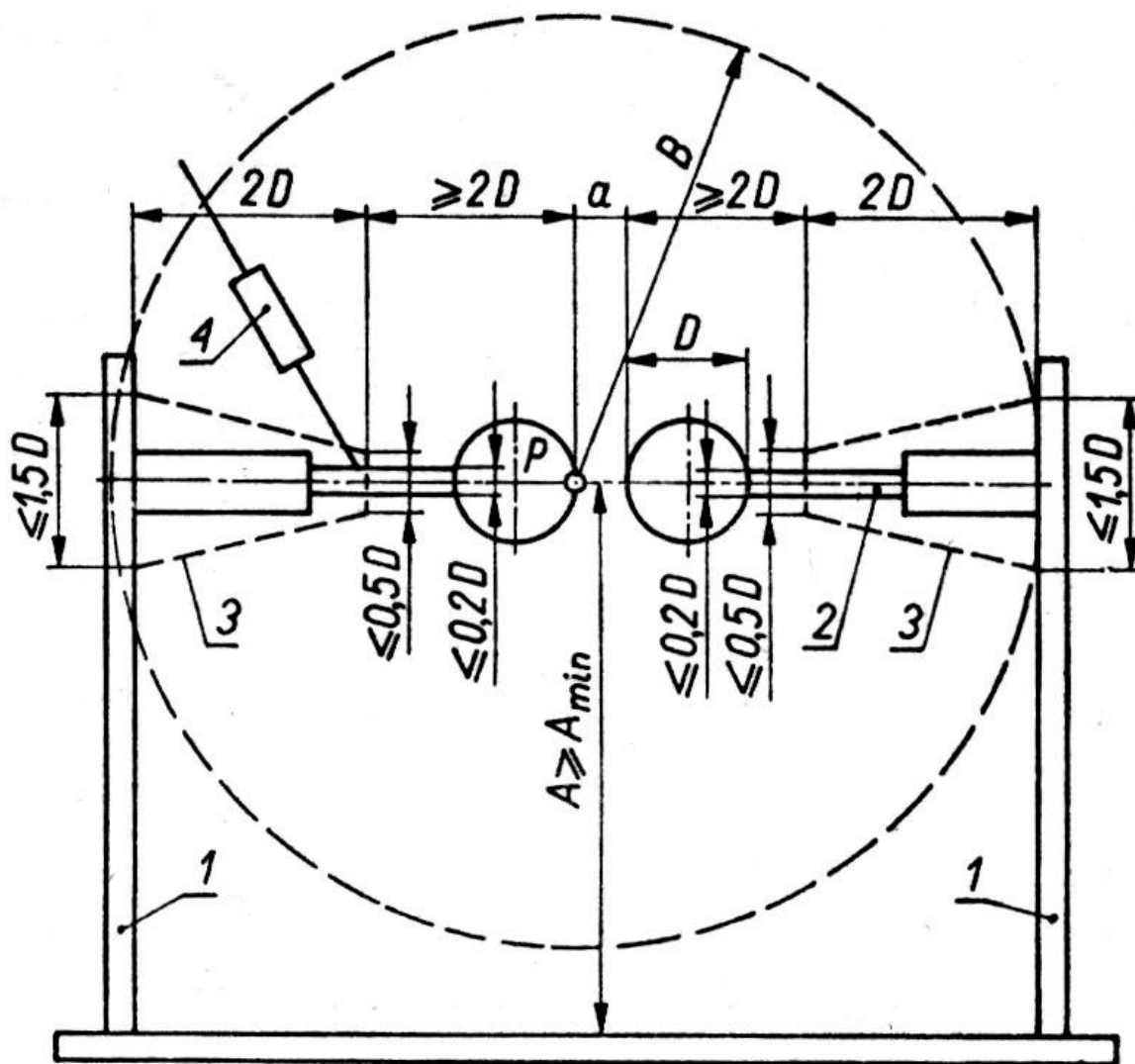
Iskiernik kulisty powietrzny. Wykorzystuje się zależność napięcia przeskoku od odstępów elektrod a i ich średnicy D . Można nim mierzyć wartości maksymalne dowolnego przebiegu napięciowego.

Dokładność pomiaru:

$\pm 3\%$ warunek: $a/D \leq 0,5$ (napięcie przemienne i udarowe $T_2 \geq 50 \mu s$),

$\pm 5\%$ warunek: $a/D \leq 0,8$ (napięcie przemienne i udarowe $T_2 \geq 50 \mu s$),

$\pm 5\%$ warunek: $a/D \leq 0,4$ (napięcie stałe).



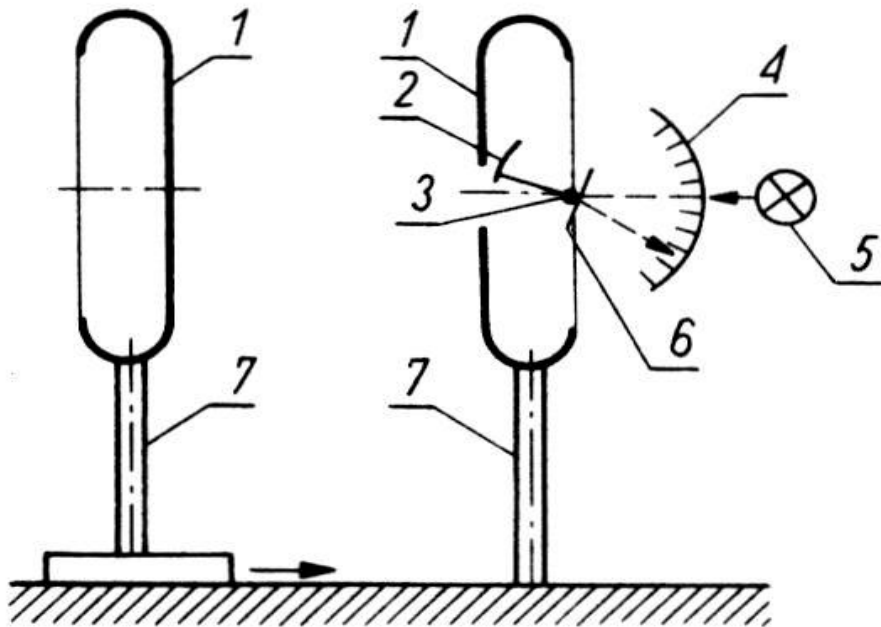
Iskiernik pomiarowy poziomy:

- 1 - wspornik izolacyjny,
- 2 - pręt,
- 3 - granica wymiarów elementów mocujących,
- 4 - rezystor tłumiący

Woltomierze elektrostatyczne (pomiar bezpośredni napięcia)

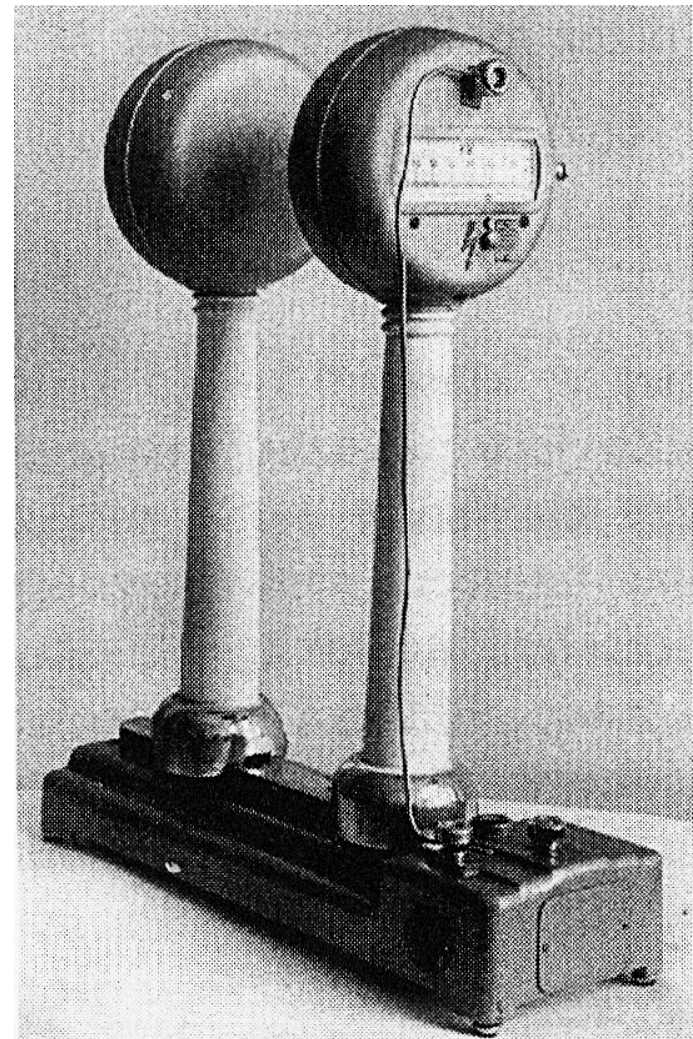
Wykorzystuje się działanie siły w polu elektrycznym. Wartość siły przyciągającej elektrody do siebie zależy od wartości skutecznej napięcia przyłożonego do elektrod.

W praktycznych woltomierzach elektrostatycznych tylko niewielki element jednej z elektrod jest ruchomy, wykonuje on obrót o kąt zależny od wartości skutecznej mierzonego napięcia.



Szkic woltomierza elektrostatycznego:

- 1 - elektroda stała,
- 2 - elektroda ruchoma,
- 3 - wałek sprężysty,
- 4 - skala,
- 5 - źródło światła,
- 6 - lustro,
- 7 - izolator



Woltomierza elektrostatyczny;
zakresy pomiarowe: 25, 50 i 75 kV

Układy do pomiarów pośrednich

Układ z kondensatorem szeregowym, diodami i mikroamperomierzem

Układ służy do pomiaru nieodkształconych napięć przemiennych metodą prądu pojemnościowego wyprostowanego. Mierzone napięcie U powoduje przepływ prądu pojemnościowego przez kondensator C i przez dwie gałęzie z prostownikami D_1 i D_2 połączonymi przeciwsośnie. Mikroamperomierz magnetoelektryczny μA w jednej z gałęzi mierzy średnią wartość prądu wyprostowanego. Ta średnia wartość prądu jest proporcjonalna do wartości maksymalnej wysokiego napięcia:

$$U_m = \frac{I_{av} T}{2C}$$

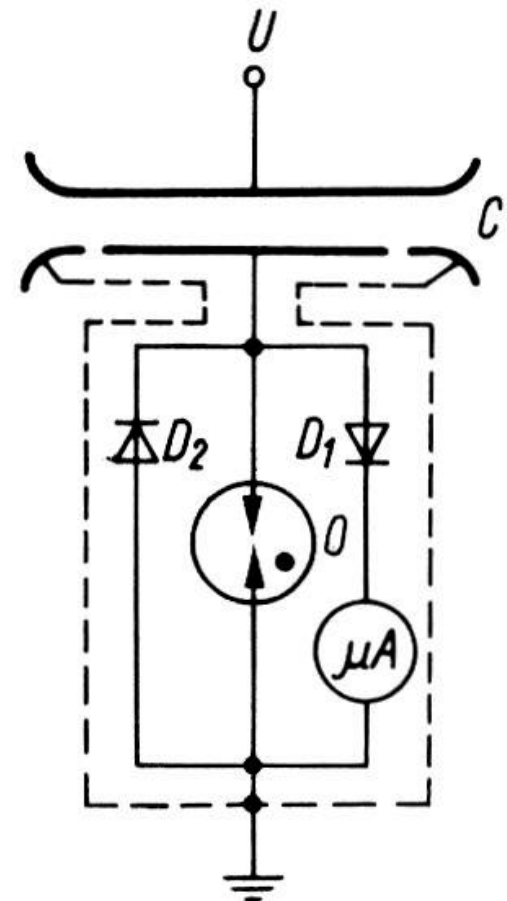
gdzie:

C - kondensator wysokiego napięcia,

T - okres napięcia przemiennego,

I_{av} - wartość średnia prądu pojemnościowego płynącego przez mikroamperomierz:

$$i_c = C \frac{du}{dt}$$



Szkic układu pomiarowego

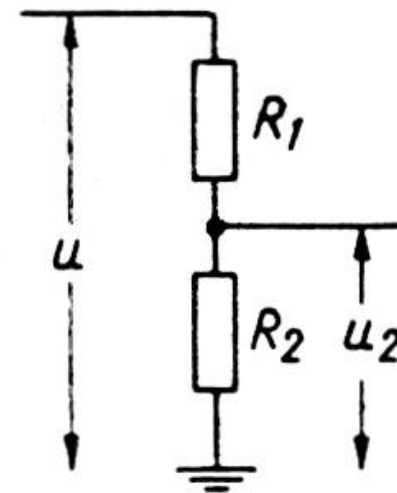
Dzielniki napięcia

Do pomiaru wysokich napięć są stosowane dzielniki rezystancyjne, pojemnościowe i mieszane (rezystancyjno-pojemnościowe).

Dzielniki rezystancyjne nadają się do pomiaru wszystkich rodzajów napięć, ale są stosowane głównie do napięć stałych i uderów piorunowych.

Przekładnia dzielnika rezystancyjnego wynosi:

$$u_2 = u \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Dzielniki pojemnościowe są stosowane do pomiaru wartości skutecznej napięć przemiennych.

Przekładnia dzielnika pojemnościowego wynosi:

$$u_2 = u \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

