

**INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI**

**REFERATY  
PROBLEMOWE**

Zeszyt 68

Edward Bobiński

MIERNIKI DO POMIARÓW PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH  
ODGROMNIKÓW I DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ  
TELEKOMUNIKACYJNYCH NA PRZEPIĘCIA POCHODZENIA  
ZEWNETRZNEGO



Warszawa 1985

I N S T Y T U T   Ł Ą C Z N O Ś C I

---

KOŁO ZAKŁADOWE STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH

Na prawach rękopisu

R E F E R A T Y   P R O B L E M O W E

Zeszyt 68

Edward Bobiński

MIERNIKI DO POMIARÓW PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH ODGROMNIKÓW  
I DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH  
NA PRZEPIĘCIA POCHODZENIA ZEWNĘTRZNEGO

Warszawa 1985

5-0

Zespół Redakcyjny:

dr inż. Stanisław Sońta, mgr inż. Andrzej Stagrowski

mgr inż. Krystyna Frączek

Opracował:

inż. Edward Bobiński

Zakład Teletransmisji /Z-20/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
BIBLIOTEKA Naukowa  
Nr S-9489

Institut łączności

04-894 Warszawa, ul. Szachowa 1, tel. 128-158

Praca 11.06.A.02.05C

Opiniował: dr inż. Włodzimierz Barjasz

Manuskrypt dostarczono dnia 1985.02.22

Artykuł omawia wyniki prac prowadzonych w Ił w latach 1973 - 1978 w zakresie opracowywania nowych odgromników gazowanych dla potrzeb telekomunikacji i mierników, umożliwiających wykonywanie pełnych pomiarów podstawowych parametrów elektrycznych, które powinny spełniać odgromniki. Opisano sposoby mierzenia i definicje parametrów elektrycznych odgromników oraz cechy charakterystyczne, jakie musi spełniać aparatura specjalistyczna do tych pomiarów. W artykule pisze się również o tym, że wykonana przed 12 laty aparatura pomiarowa powinna być już modernizowana z uwagi na zmieniające się międzynarodowe wymagania na odgromniki, jak i bardzo szybki postęp w dziedzinie podzespołów i osprzętu elektronicznego.

Redaktor: mgr K.Juzekiewicz

Montaż tekstu: B.Skwara

---

Wpłynęło do Działu Wydawniczego Instytutu łączności  
w Warszawie, ul. Szachowa 1 dnia 1985.04.15  
Nakład 70 egz.

MIERNIKI DO POMIARÓW PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH ODGROMNIKÓW  
I DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH  
NA PRZEPIĘCIA POCHODZENIA ZEWNĘTRZNEGO

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Parametry elektryczne odgromników	1
3. Rodzaje odgromników	2
4. Pomiar statycznego napięcia zapłonu odgromników	3
4.1. Zasada pomiaru	4
4.2. Ogólne cechy miernika	4
4.3. Dane techniczne miernika	6
5. Pomiar udarowego /dynamicznego/ napięcia zapłonu odgromników	7
6. Pomiar wytrzymałości odgromników na obciążenie prądem udarowym	8
7. Badania wytrzymałości urządzeń telekomunikacyjnych na przepięcia pochodzenia zewnętrznego	9
8. Ogólna charakterystyka układów udarowych	10
8.1. Określenia dotyczące napięć udarowych	11
9. Uniwersalny układ probierczy do wytwarzania udarów przepięciowych	12
9.1. Dane techniczne	15
10. Generator udarów prądowych	16
11. Układ do pomiarów napięć resztkowych w odgromnikach	19
12. Pomiar wytrzymałości odgromników na obciążenie prądem przemiennym 50 Hz	21
13. Spostrzeżenia i wnioski końcowe	23
Wykaz literatury	25

## MIERNIKI DO POMIARÓW PARAMETRÓW ELEKTRYCZNYCH ODGROMNIKÓW I DO BADAŃ WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH NA PRZEPIĘCIA POCHODZENIA ZEWNĘTRZNEGO

### 1. WPROWADZENIE

W Instytucie łączności od szeregu lat prowadzone są prace naukowo-badawcze, dotyczące opracowania i wdrożenia do produkcji nowych generacji elementów zabezpieczających przed przepięciami pochodzenia zewnętrznego. W wyniku tych prac została opracowana aparatura pomiarowa do sprawdzania wytrzymałości urządzeń telekomunikacyjnych na przepięcia pochodzenia zewnętrznego, jak również do pomiarów parametrów elektrycznych elementów zabezpieczających - głównie odgromników.

Odgromniki używane powszechnie do zabezpieczenia linii, urządzeń telekomunikacyjnych i personelu obsługującego od wyładowań atmosferycznych, oddziaływań niebezpiecznych linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia, jak również do zabezpieczenia przed skutkami przypadkowego zwarcia linii telekomunikacyjnych z liniami energetycznymi niskiego napięcia, muszą spełniać szereg podstawowych parametrów elektrycznych.

Określanie wielkości tych parametrów, sposoby mierzenia i aparatura niezbędna do ich pomiarów są opisane w niniejszym artykule.

### 2. PARAMETRY ELEKTRYCZNE ODGROMNIKÓW

Właściwości odgromników określane są ośmioma podstawowymi parametrami. Dwa z tych parametrów, a mianowicie pojemność między elektrodami i oporność izolacji, mogą być mierzone

przyrządami klasycznymi. Natomiast pozostałe parametry, jak:

- 1/ statyczne napięcie zapłonu,
- 2/ udarowe /dynamiczne/ napięcie zapłonu,
- 3/ napięcie resztkowe,
- 4/ napięcie poprzeczne /mierzone w odgromnikach trój-elektrodowych/,
- 5/ wytrzymałość na obciążenie prądem udarowym,
- 6/ wytrzymałość na obciążenie prądem przemiennym, wymagają przyrządów specjalnie do tych celów opracowanych.

Poniżej zostaną omówione metody i aparatura do pomiaru tych parametrów.

### 3. RODZAJE ODGROMNIKÓW

Odgromniki używane w telekomunikacji dzieli się na dwie podstawowe grupy, na odgromniki powietrzne i gazowane.

Do grupy pierwszej należą odgromniki, u których powstawanie łuku między elektrodami odbywa się w powietrzu w normalnych warunkach atmosferycznych. Są to odgromniki metalowe ostrzowe, odgromniki z elektrodami węglowymi przedzielonymi perforowaną wkładką izolacyjną, wykonywaną przeważnie z miki. Napięcie zadziałania odgromników w tej grupie uzależnione jest głównie od wielkości szczeliny między elektrodami, lecz także od ciśnienia powietrza, jego wilgotności, temperatury, jak również od kształtu ostrzy elektrod metalowych itp. Odgromniki powietrzne wykonywane są z reguły na statyczne napięcie zapłonu nie niższe niż 800 V, a ich udarowe napięcie zapłonu wynosi wówczas ok. 3 kV, co jest równoznaczne z czasem zadziałania nie krótszym niż 3  $\mu$ s.

Do grupy drugiej należą odgromniki, w których powstawanie łuku odbywa się w ośrodku zamkniętym w obniżonym ciśnieniu



w obecności gazów szybko się jonizujących. Nazywa się je popularnie odgromnikami gazowanymi. Statyczne napięcie zapłonu tych odgromników może się już rozpoczynać od 90 V, a dynamiczne napięcie zapłonu może mieć wartości 600 V, co oznacza, że ich czas zadziałania wynosi tylko 0,6  $\mu$ s.

Odgromnik gazowany składa się z dwóch, trzech lub pięciu elektrod umieszczonych w szklanej, ceramicznej lub metalowej bańce /komorze/.

Po uzyskaniu w komorze odgromnika odpowiedniej próżni przeważnie  $10^{-5}$  Tr napełnia się ją gazem. Gaz używany do wypełniania odgromników to głównie argon o bardzo dużej czystości. W celu przyspieszenia jonizacji gazu i szybkiego powstawania łuku często wprowadza się do komory odgromnika substancje radioaktywne, np. izotop wodoru. W gazie tym między elektrodami powstaje wyładowanie elektryczne, gdy przełożone do elektrod napięcie osiągnie określoną wartość, zwaną napięciem zapłonu.

#### 4. POMIAR STATYCZNEGO NAPIĘCIA ZAPŁONU ODGROMNIKÓW

Statyczne napięcie zapłonu określa się jako wartość powoli narastającego, z szybkością nie większą niż 100 V na sekundę, napięcia stałego przyłożonego do elektrod odgromnika, przy którym powstaje wyładowanie łukowe.

Parametr ten określa przydatność odgromnika do pracy w projektowanym układzie zabezpieczającym, jest również sprawdzianem prawidłowej pracy odgromnika. W związku z tym odgromniki powinny być stosunkowo często badane podczas ich eksploatacji. Przynajmniej raz w roku, w okresie przed sezonem burzowym, wszystkie odgromniki zainstalowane na liniach telekomunikacyjnych, w ochronnikach abonenckich i w ochronnikach przełącznicowych, w centralach wiejskich, a także w centralach miejskich na terenach górskich i terenach o dużej intensywności burzowej, powinny mieć sprawdzane statyczne napięcie zapłonu. Na stacjach wzmacniakowych oraz w miejscach,

gdzie odgromniki zostały wmontowane bezpośrednio do ochrony urządzeń lub poszczególnych elementów częstość pomiarów może być mniejsza. Z myślą o tym został opracowany w 1975 r. miernik typu laboratoryjno-monterskiego do pomiarów statycznego napięcia zapłonu odgromników.

#### 4.1. Zasada pomiaru

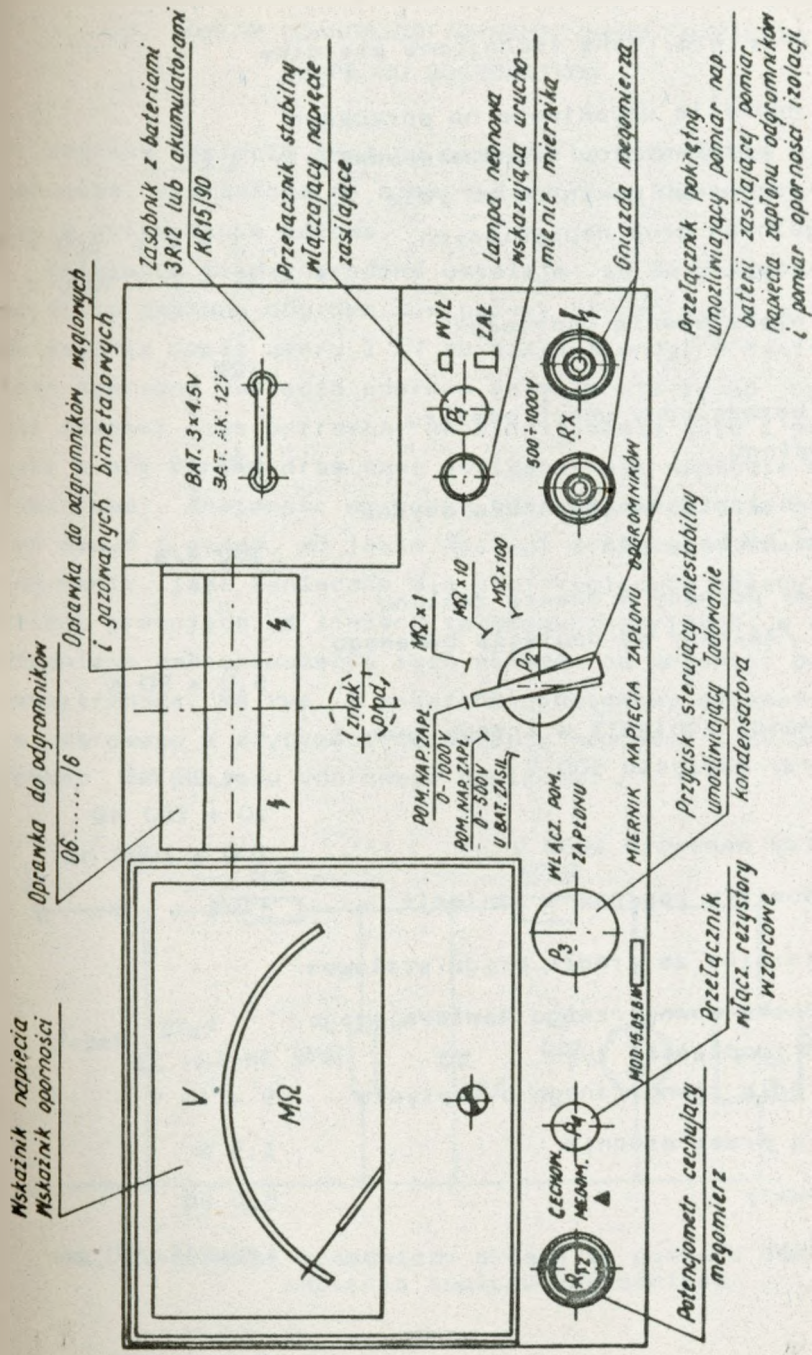
Pomiar statycznego napięcia zapłonu polega na przyłożeniu do elektrod odgromnika napięcia prądu stałego narastającego z szybkością nie większą niż 100 V na sekundę i określenie wielkości tego napięcia w momencie powstania łuku w odgromniku. Wydajność źródła prądu podczas badania powinna być taka, aby w chwili powstania łuku prąd płynący przez odgromnik był zawsze większy niż 1 A.

#### 4.2. Ogólne cechy miernika

Miernik napięcia zapłonu odgromników służy do sprawdzania napięcia zapłonu prądem stałym odgromników dwuelektrodowych w zakresie do 1000 V. Przeznaczony jest on głównie dla techników i monterów do wykonywania badań kontrolnych odgromników zainstalowanych na liniach telekomunikacyjnych, w ochronnikach abonenckich i w ochronnikach typu OK instalowanych w stojakach przełącznicowych. Można nim wykonywać również pomiary kontrolne oporności izolacji opraw odgromnikowych zainstalowanych na liniach telekomunikacyjnych, a także pomiary izolacji innych urządzeń, które pozwalają na pomiar napięciami 500 V i 1000 V. Może on być także użyty do badań w warunkach laboratoryjnych odgromników dowolnego kształtu i na dowolne napięcia zadziałania w zakresie do 1000 V, przez równoległe dołączenie oprawki pasującej do badanego odgromnika.

Miernik produkowany jest seryjnie przez Okręgowe Warsztaty Poczty i Telekomunikacji w Lublinie. Wygląd płyty czołowej miernika przedstawia rys. 1.





Rys. 1. Wygląd płyty czołowej miernika do pomiaru statycznego napięcia zapłonu odgromników

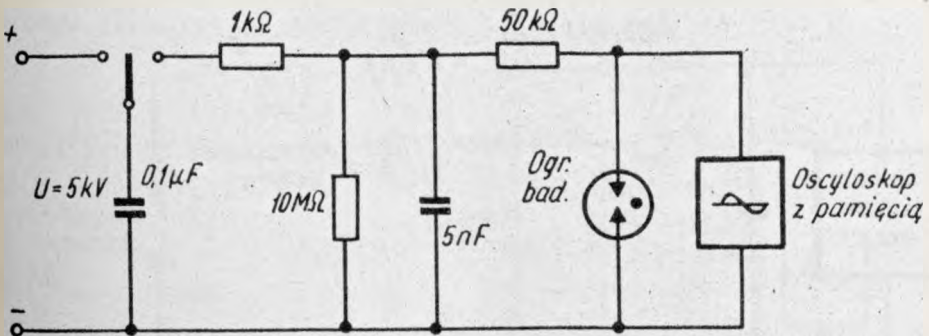
## 4.3. Dane techniczne miernika

<p> <b>Maksymalne napięcie uzyskiwane na oprawkach  odgromnika z przetwornicy tranzystorowej</b> </p>	1000 V
<p> <b>w dwóch zakresach pomiarowych /dla  poszczególnych grup napięciowych  odgromników/</b> </p>	<p> I - 0 + 500 V  II - 0 + 1000 V </p>
<p> <b>Dokładność wyskalowania podziałek  wekaźnika</b> </p>	<u>+2%</u>
<p> <b>Maksymalny bezwzględny uchyb pomiaru  napięcia zapłonu</b> </p>	<u>+2%</u> <u>+5 V</u>
<p> <b>Szybkość narastania napięcia dla obydwu  zakresów nie większa niż</b> </p>	100 V/s
<p> <b>Prąd chwilowy płynący w czasie zapłonu  odgromników /zależny od napięcia badanego  odgromnika/</b> </p>	5,0 + 50 A
<p> <b>Pomiar oporności izolacji w trzech pod-  zakresach przy napięciu 500 V</b> </p>	<p> 1 + 10 MΩ  10 + 100 MΩ </p>
<p> <b>przy napięciu 1000 V</b> </p>	100 + 1000 MΩ
<p> <b>Dokładność pomiaru oporności izolacji</b> </p>	<u>+10%</u>
<p> <b>Zasilanie miernika ze źródła prądu stałego:</b> </p>	
<p> <b>I z zasobnika wewnętrznego zawierającego  trzy baterie płaskie typu</b> </p>	3R-12
<p> <b>lub II ze źródła zewnętrznego o napięciu</b> </p>	9 + 15 V
<p> <b>Moc pobierana przez miernik</b> </p>	1,5 W
<p> <b>Ciężar całkowity</b> </p>	5,0 kg
<p> <b>Wymiary obudowy</b> </p>	148x145x280 mm

## 5. POMIAR UDAROWEGO /DYNAMICZNEGO/ NAPIĘCIA ZAPŁONU ODGROMNIKÓW

Udarowe napięcie zapłonu jest to bardzo szybko narastające napięcie, przyłożone do elektrod odgromnika, przy którym powstaje wyładowanie łukowe.

Zalecenia międzynarodowe ustalają, że do pomiaru udarowego napięcia zapłonu odgromników należy używać udaru o szybkości narastania czoła udaru 1 kV na mikrosekundę. W takich warunkach mierzone napięcie udarowe określa nie tylko jego wartość, ale również czas potrzebny na zjonizowanie gazu i powstanie łuku w odgromniku oraz czas obniżania się napięcia do wartości resztkowej. Znajomość wartości udarowego napięcia zapłonu, a tym samym i czasu, po jakim nastąpi stłumienie udaru przez odgromnik, jest konieczna dla projektujących układy elektroniczne pracujące na liniach telekomunikacyjnych, w celu odpowiedniego zabezpieczenia tych układów od przepięć pochodzenia zewnętrznego. Na rys. 2 pokazano podstawowy schemat generatora udarowego o szybkości narastania napięcia 1 kV/ $\mu$ s i oscyloskop do pomiaru udarowego napięcia.

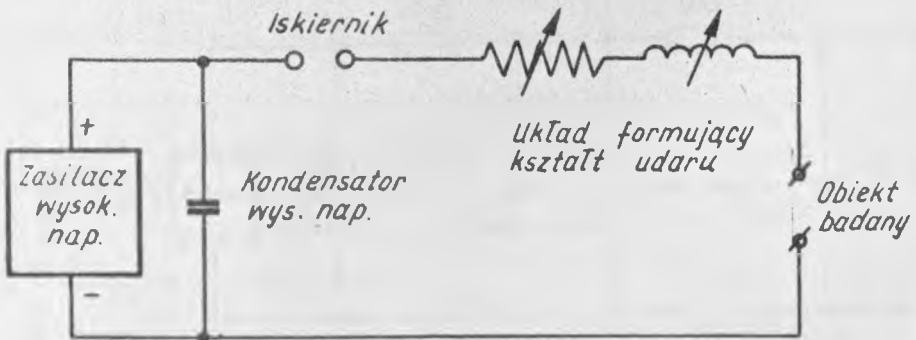


Rys. 2. Schemat zasadniczy układu do pomiaru udarowego napięcia zapłonu odgromników

## 6. POMIAR WYTRZYMAŁOŚCI ODGROMNIKÓW NA OBCIĄŻENIE PRĄDEM UDAROWYM

Pomiar wytrzymałości odgromników na obciążenie prądem udarowym ma na celu sprawdzenie, czy odgromnik przy przejmowaniu na siebie wyładowań atmosferycznych nie ulegnie uszkodzeniom mechanicznym lub nie zmieni swoich parametrów elektrycznych. Pomiar taki wykonuje się, przykładając do elektrod odgromnika udar prądowy o kształcie fali prądowej jak najbardziej zbliżonej do fali wyładowania atmosferycznego, jakie może się zaindukować w liniach telekomunikacyjnych. Zalecenia międzynarodowe typują udar o kształcie fali  $8/20 \mu s$  lub  $8/24 \mu s$ . Każdy odgromnik zgodnie z zaleceniami powinien bez uszkodzeń i zmiany parametrów wytrzymywać 10 udarów prądowych o wielkości prądu w udarze ustalonej przez producenta dla poszczególnych typów odgromników.

Próby wytrzymałości na obciążenia powinny być robione przy zmiennej polaryzacji i po odczekaniu 2 minut po każdym udarze. Przykładowy schemat generatora udarów prądowych pokazano na rys. 3.

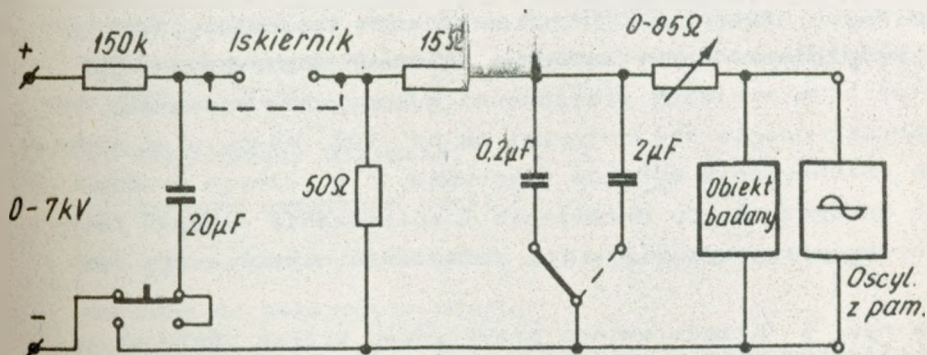


Rys. 3. Schemat ideowy generatora udarów prądowych



## 7. BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH NA PRZEPIĘCIA POCHODZENIA ZEWNĘTRZNEGO

Zastosowanie w rozwiązaniach układowych urządzeń telekomunikacyjnych różnego typu elementów półprzewodnikowych uczyniło te urządzenia mało odpornymi na przebiegi pochodzenia zewnętrznego. Przez stosunkowo długi czas konstruktorzy nie chcieli tego dostrzegać. Dopiero liczne uszkodzenia urządzeń i sprzętu telekomunikacyjnego powodowane wyładowaniami atmosferycznymi lub oddziaływaniem linii elektroenergetycznych zmusiły konstruktorów do projektowania i stosowania układów zabezpieczających. W celu sprawdzenia, czy układy zabezpieczające prawidłowo chronią urządzenia telekomunikacyjne, przeprowadza się odpowiednie ich badania. Sposoby badania odporności urządzeń telekomunikacyjnych na przebiegi podane są w zaleceniach K17 CCITT i zawarte w "Księdze Żółtej" /Genewa 1980 r./. Do badania wytrzymałości urządzeń telekomunikacyjnych na przebiegi pochodzenia od wyładowań atmosferycznych niezbędny jest, zgodnie z zaleceniami, generator udarów napięciowych, formujący udary o kształcie fali 10/700  $\mu$ s i 100/700  $\mu$ s. Przykładowy schemat układu formującego takie udary pokazany jest na rys. 4.



Rys. 4. Schemat układu formującego udary przebiegowe o kształcie fali 10/700  $\mu$ s i 100/700  $\mu$ s

## B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA UKŁADÓW UDAROWYCH

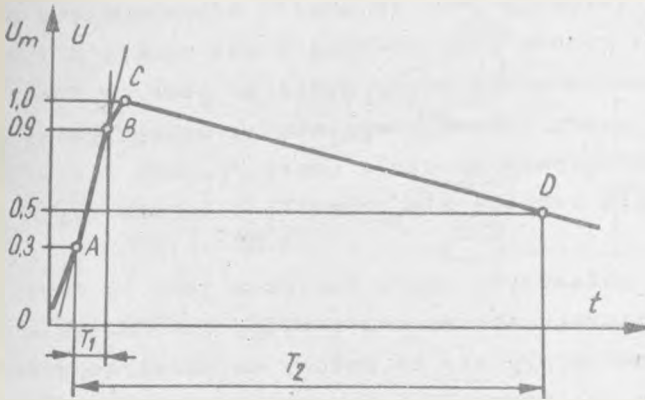
Generatory udarowe napięciowe i prądowe służą do wytwarzania w warunkach laboratoryjnych wysokich napięć i prądów udarowych imitujących wyładowania atmosferyczne. Współczesna technika, ze względu na bezpieczeństwo i różnice w charakterystykach udarów, nie stosuje jednocześnie wytwarzania w układach laboratoryjnych wielkich napięć i dużych prądów udarowych. Dlatego oddzielnie konstruuje się urządzenia do wytwarzania wysokich napięć udarowych /generatory udarowe napięciowe/ i urządzenia do generacji dużych prądów udarowych /generatory udarowe prądowe/.

Udarem napięciowym lub prądowym określa się zjawisko o bardzo krótkim czasie trwania od kilku do kilkuset mikrosekund, o charakterze bezoscyłacyjnym lub o stosunkowo małych oscylacjach.

Krótkie czasy trwania napięć udarowych sprawiają, że pomiary udarowe są stosunkowo trudne i wymagają specjalnej aparatury. Dokładność pomiarów związanych z napięciami i prądami udarowymi jest mniejsza niż w innych dziedzinach teleelektryki. A obserwacje przebiegów udarowych wymagają wyjątkowo dobrych oscyloskopów pamięciowych, rejestrujących bardzo szybko zanikające przebiegi w dużym przedziale występujących napięć. W dobrych warunkach laboratoryjnych przy prawidłowych przyrządach i układach pomiarowych, jak również przy wielkiej staranności wykonywania pomiarów, dokładność ocenia się najwyżej na ok. 10%. Aby mieć podstawy do porównywania wyników dokonywanych w różnych pracowniach badawczych, do określania i sprawdzania wymagań technicznych, przyjmuje się w tej dziedzinie normalizację udarów.

Na rys. 5 przedstawiono przykładowo krzywą udaru napięciowego pełnego w funkcji czasu  $t$ .





Rys. 5. Przykład udaru napięciowego pełnego  
 $T_1$  - czas trwania czoła,  $T_2$  - czas do półszczytu

### 8.1. Określenia dotyczące napięć udarowych

Udar napięciowy określa się jako krótkotrwały przebieg napięcia jednokierunkowego, które wzrasta bez żadnych oscylacji od zera do wartości szczytowej, a następnie maleje do zera.

Udar pełny jest to udar, przy którym napięcie maleje od wartości szczytowej do zera w sposób ciągły, z reguły wolniej niż wzrasta od zera do wartości szczytowej /rys. 5/.

Napięcie udarowe jest to napięcie, które charakteryzują następujące wielkości:

- biegunowość napięcia,
- wartość szczytowa udaru,
- czas trwania czoła udaru oraz dla udaru pełnego,
- czas do półszczytu udaru.

Początek udaru napięcia jest to chwila poprzedzająca o  $0,3 T_1$  chwilę odpowiadającą osiągnięciu  $0,3$  wartości szczytowej na czole udaru /punkt A na rys.5/. W przypadku liniowe-

go zapisu czasowego jest to chwila odpowiadająca przecięciu osi czasu z prostą przechodzącą przez punkty A i B /rys. 5/.

Czas trwania czoła udaru napięcia jest to czas 1,67 razy większy od czasu upływającego między osiągnięciem 0,3 i 0,9 wartości szczytowej na czole udaru /punkty A i B/. Czas trwania czoła oznacza się przez  $T_1$  i wyraża się w mikrosekundach.

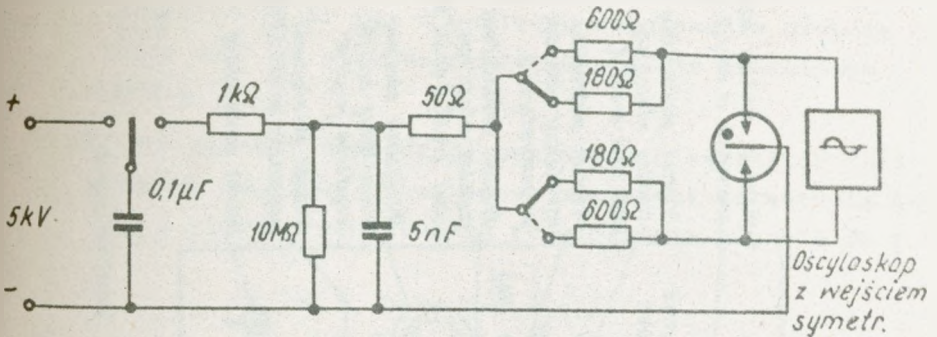
Czas do półzeczytu udaru napięcia jest to czas, jaki upływa między początkiem udaru a chwilą, gdy napięcie na grzbiecie udaru zmniejszy się do połowy wartości szczytowej. Czas ten oznacza się przez  $T_2$  i wyraża w mikrosekundach /rys. 5/.

Stromość czoła udaru napięcia określa się jako stosunek wartości szczytowej udaru do czasu trwania czoła udaru.

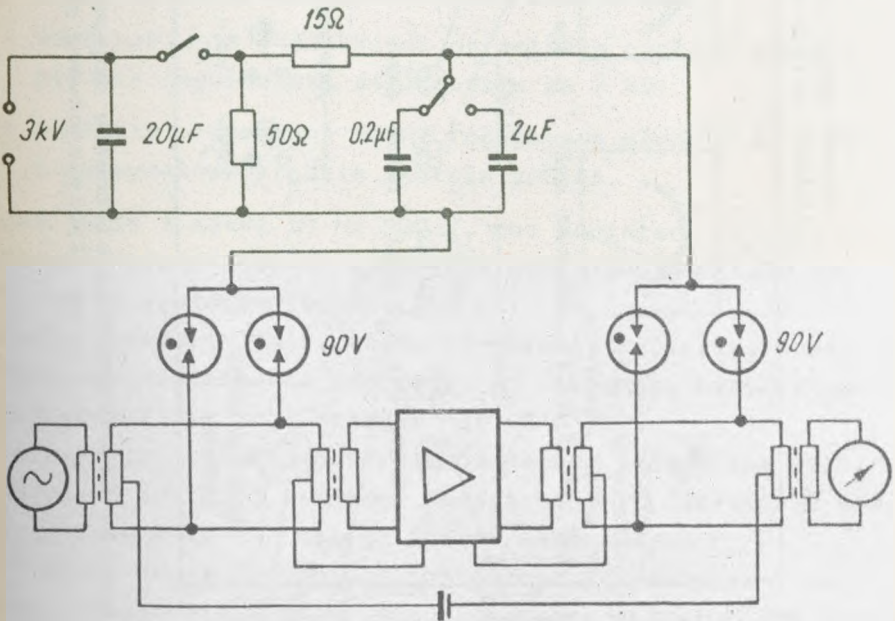
## 9. UNIWERSALNY UKŁAD PROBIERCZY DO WYTWARZANIA UDARÓW PRZEPIĘCIOWYCH

W Instytucie Łączności w roku 1974 opracowano i wykonano uniwersalny układ probierczy do wytwarzania udarów przepięciowych. Urządzenie opracowano z myślą o wykonywaniu następujących pomiarów i badań:

- a/ pomiaru czasu i napięcia zadziałania odgromników dwuelektrodowych od napięć udarowych posiadających kształt fali o szybkości narastania czoła 1 kV/ $\mu$ s /schemat układu rys. 2/;
- b/ pomiaru wielkości napięć poprzecznych odgromników trójelektrodowych przy udarach napięciowych o szybkości narastania czoła 1 kV/ $\mu$ s /schemat układu rys.6/;
- c/ badania prawidłowości działania układów ochronnych instalowanych w urządzeniach telekomunikacyjnych zabezpieczających przed przepięciami pochodzenia atmosferycznego, udarami zalecanymi przez CCITT o kształtach fali udarów 10/700 i 100/700 /schemat układu rys. 7/;

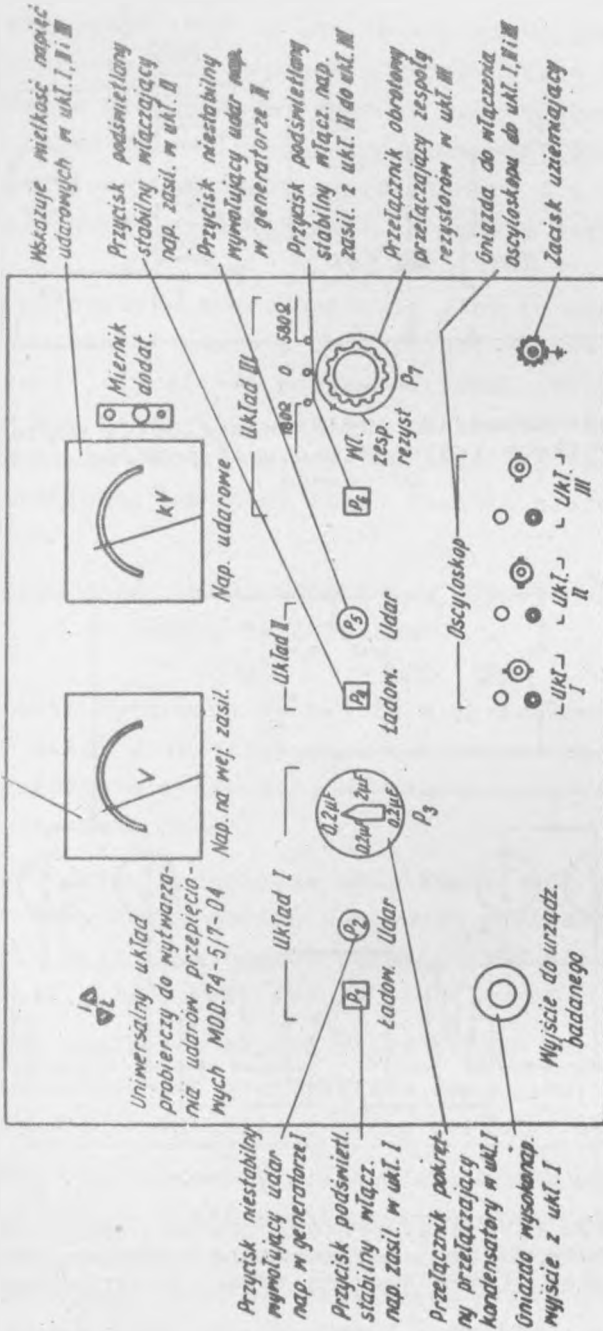


Rys. 6. Schemat układu do pomiarów wielkości napięć poprzeczny w odgromnikach trójelektrodowych podczas wyładowania udarowego



Rys. 7. Przykład użycia generatora udarów napięciowych do badania prawidłowości zabezpieczenia zdalnie zasilanych wzmacniaków stosowanych na torach symetrycznych

Miastuje napiecie zasilajace / podawane na transf. wysokonap



Rys. 8. Rozmieszczenie elementów manipulacyjnych i kontrolnych na płycie czołowej górnej

- d/ badania wytrzymałości dielektrycznej izolacji prądem przemiennym 50 Hz, o napięciu regulowanym płynnie od zera do 7 kV przy maksymalnym prądzie zwarciovym 100 mA;
- e/ inne pomiary napięciami udarowymi o kształcie fali 10/700  $\mu$ s, 100/700  $\mu$ s lub o szybkości narastania czoła 1 kV/ $\mu$ s i amplitudach regulowanych płynnie do 7 kV.

### 9.1. Dane techniczne

Układ wytwarza:

- udary napięcia o płynnie regulowanej wartości amplitudy w zakresie do 7 kV i kształtach fali  $T_1/T_2 = 10/700$  oraz 100/700, maksymalny prąd w udarze 350 A;
- udar napięcia o szybkości narastania czoła 1 kV/ $\mu$ s i płynnie regulowanej amplitudzie do 7 kV;
- napięcie przemiennie 50 Hz regulowane płynnie do 7 kV i maksymalnym prądzie zwarcia 100 mA.

Zasilanie z sieci 50 Hz 220 V, moc pobierana ok. 400 VA.

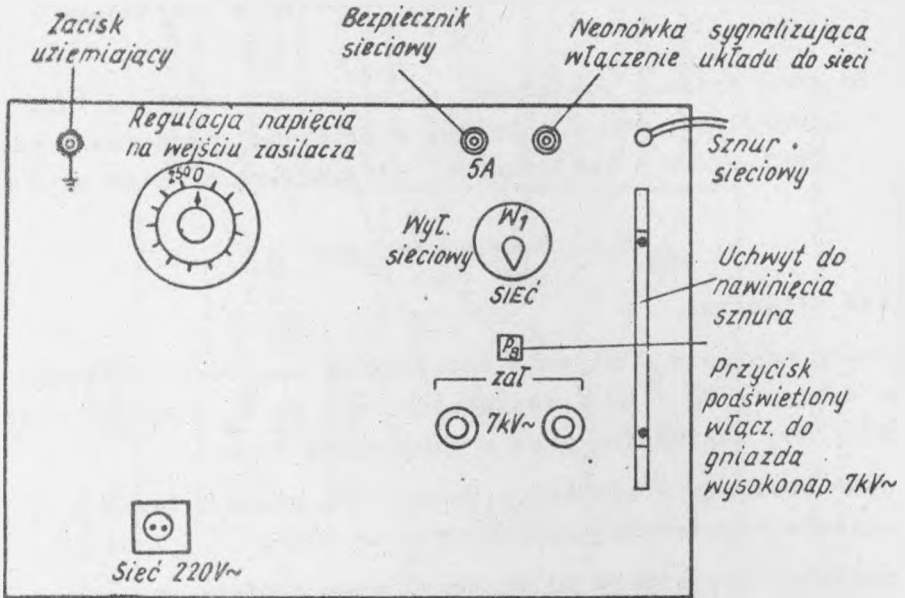
Konstrukcja przewoźna /wózek/ o wym. 1300x600x1200 mm.

Ciążar z wyposażeniem ok. 320 kg.

Pomiar kształtu fali, czasu narastania napięcia, czasu i napięcia zadziałania odgromników, za pomocą oscyloskopu z pamięcią firmy Schlumberger mod CE 5371.

Uniwersalny układ probierczy odpowiada zaleceniom CCITT zawartym w tomie IX Zielonej Księgi część I. Zalecenie K12 oraz Zalecenie K17 Księga Żółta /Genewa 1980 r./.

Widok płyty manipulacyjnej górnej przedstawiono na rys. 8, zaś widok płyty manipulacyjnej dolnej - na rys. 9.



Rys. 9. Rozmieszczenie elementów manipulacyjnych i kontrolnych na płycie czołowej dolnej

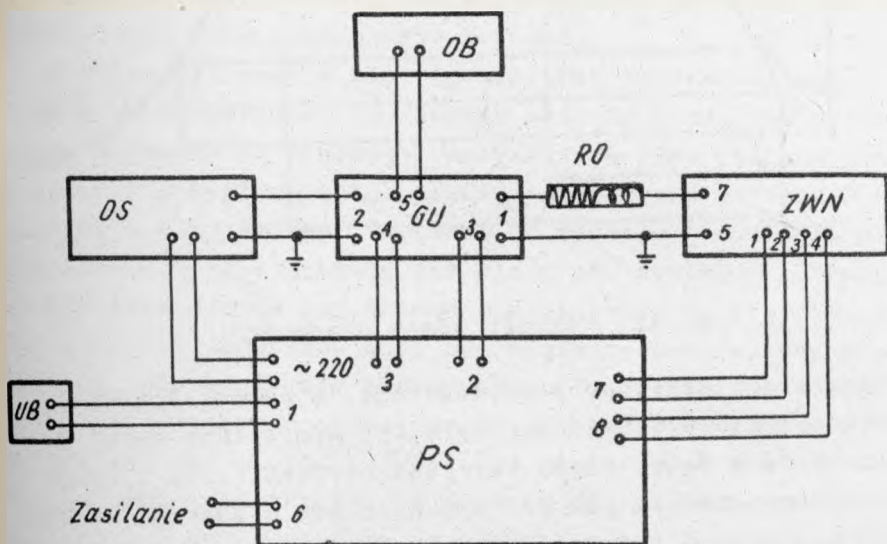
## 10. GENERATOR UDARÓW PRĄDOWYCH

Generator prądowy został zaprojektowany i wykonany w 1974 r. z przeznaczeniem głównie do badania wytrzymałości odgromników na obciążenia udarowe. Imituje on prądy wyładowań atmosferycznych o znormalizowanym kształcie  $T_1/T_2 = 8/20 \mu s$  i regulowanej wartości szczytowej prądu w zakresie od 2 kA do 20 kA. Budowa układu pozwala na przystosowanie go w razie potrzeby do prób udarami prądowymi o innym kształcie fali oraz do sprawdzania wytrzymałości dielektrycznej prądem stałym materiałów izolacyjnych na przebicie napięciami regulowanymi płynnie w zakresie do 30 kV.



Schemat blokowy generatora pokazany na rys. 10 składa się z następujących bloków:

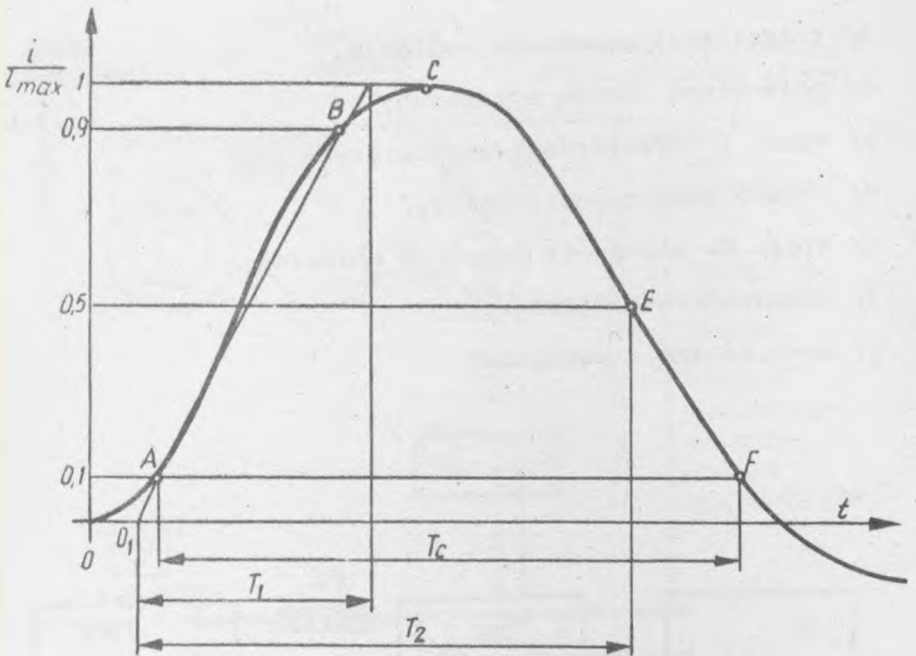
- a/ z zasilacza wysokiego napięcia,
- b/ generatora udarów prądowych,
- c/ cewek i rezystorów kształtujących udar,
- d/ układu samoczynnej blokady,
- e/ stołu do włączania badanych obiektów,
- f/ pulpitu sterowniczego,
- g/ oscyloskopu z pamięcią.



Rys. 10. Schemat blokowy generatora do prób udarami prądowymi

GU - generator udarów, PS - pulpit sterowniczy, OB - obiekt badany, OS - oscyloskop, RO - rezystor i cewka kształtujące udar, ZWN - zasilacz wysokiego napięcia, UB - układ blokady

Krzywą kształtu udaru prądowego przedstawiono na rys.11.



Rys. 11. Kształt udaru prądowego

Generator jest typu stacjonarnego, w części pierwszej wysokonapięciowej znajdują się bloki wymienione wyżej w punktach od a do c. Część ta, jako niebezpieczna z uwagi na wysokie napięcie /30 kV/ i duże prądy w udarze /20 kA/, jest "wygrodzona". Drzwi do tej części wyposażone są w blokadę. Otwarcie ich powoduje wyłączenie napięć zasilających i automatyczne zwarcie kondensatorów udarowego generatora prądowego. Prócz tego dla pełnego bezpieczeństwa istnieje jeszcze blokada ręczna umieszczona w części wysokonapięciowej, która utrudnia wejście do pomieszczenia, dopóki dźwignia blokady ręcznej nie zostanie przesunięta i zewrze kondensatory. Ponowne włączenie napięć zasilających i uruchomienie generatora możliwe jest dopiero po opuszczeniu

części wysokonapięciowej przez obsługę, zamknięciu drzwi i zwolnieniu obydwu blokad automatycznej i ręcznej.

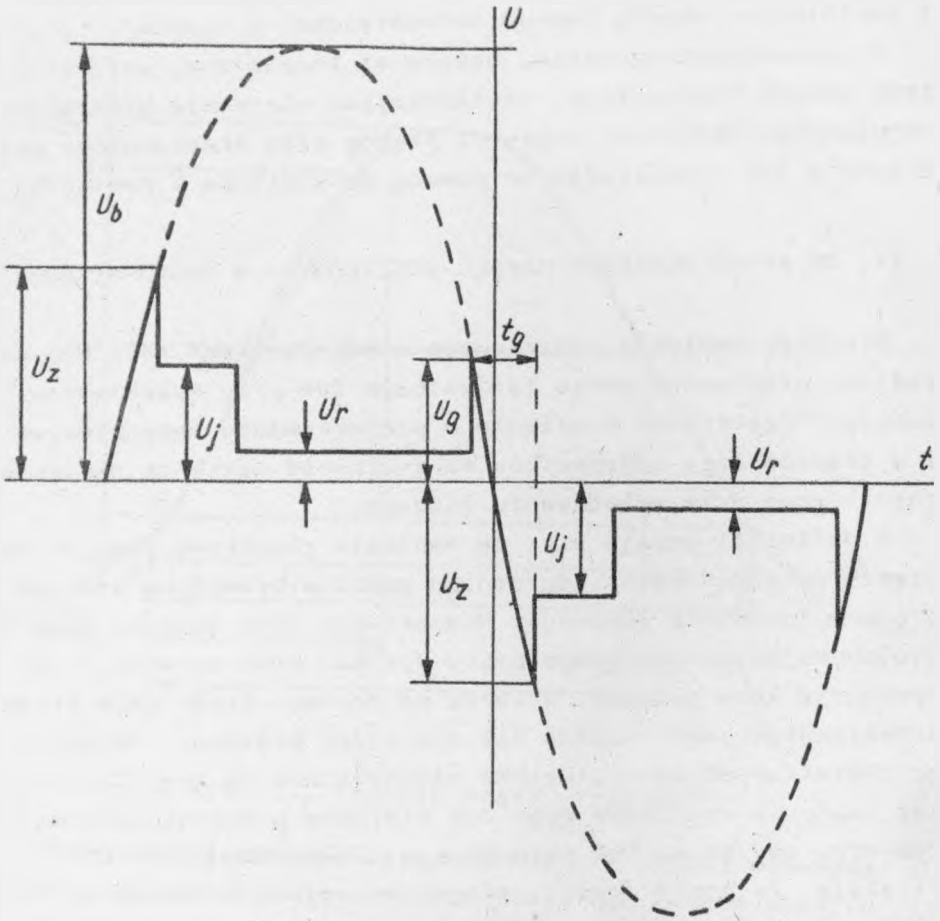
W części pomieszczenia, nazywanej bezpieczną, ustawiony jest pulpit sterowniczy, umożliwiający włączenie generatora, regulowanie wielkości napięć i prądów oraz obserwowanie przebiegów i ich rejestrację za pomocą oscyloskopu z pamięcią.

## 11. UKŁAD DO POMIARÓW NAPIĘĆ RESZTKOWYCH W ODGROMNIKACH

Wielkość napięcia resztkowego w odgromnikach może być określana przy wyładowaniu jarzeniowym lub przy wyładowaniu łukowym. Praktyczne znaczenie w projektowaniu zabezpieczeń i w eksploatacji odgromników ma znajomość wartości napięcia resztkowego przy wyładowaniu łukowym.

W definicji podaje się, że napięcie resztkowe jest to napięcie na elektrodach odgromnika podczas przepływu prądu wyładowania łukowego. Rezystancja łuku zależna jest od wielkości przepływającego prądu /jeżeli prąd wzrasta, rezystancja łuku maleje/, a także od rodzaju prądu /dla prądu przemiennego jest większa niż dla prądu stałego/. Obrazuje to charakterystyka napięciowa zamieszczona na rys. 12. To też napięcie resztkowe musi być mierzone w określonych warunkach, aby mogło być porównywane. Zalecenia CCITT K12 ustalają, że pomiar należy wykonywać prądem przemiennym 50 Hz. Wartość skuteczna napięcia pomiarowego powinna być przyjmowana jako trzykrotna wartość statycznego napięcia zapłonu dla prądu stałego, a prąd powinien być ograniczony do dwukrotnej wartości maksymalnego prądu wyładowania jarzącego. Wartości te mieszczą się w granicach od 0,5 A do 1,5 A w zależności od znamionowej dopuszczalnej obciążalności badanego odgromnika dla prądu przemiennego.

Opracowany i wykonany w 1979 r. układ do pomiaru napięcia resztkowego w odgromnikach gazowanych nie ma charakteru klasycznego przyrządu pomiarowego w obudowie. Jest on zmontowany na płycie w postaci układu laboratoryjnego wymagającego

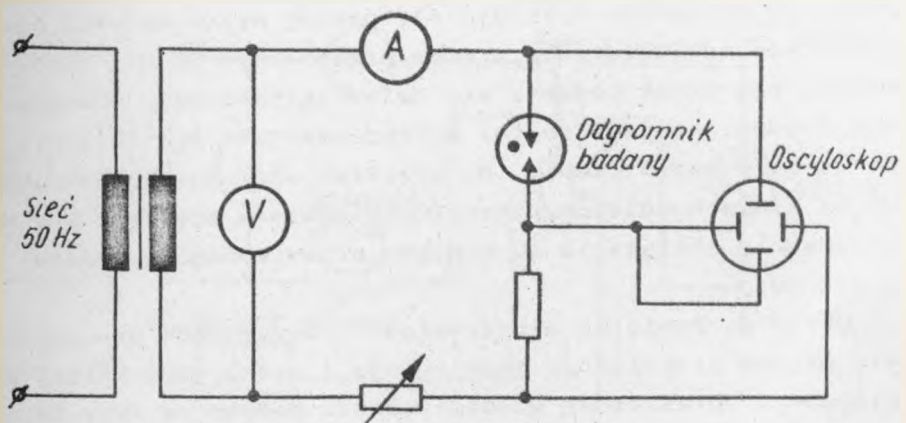


Rys. 12. Charakterystyka napięciowa odgromnika gazowanego dla prądu przemiennego 50 Hz

$U_b$  - napięcie badaniowe,  $U_z$  - napięcie zapłonu,  $U_j$  - napięcie resztkowe jarzenia,  $U_r$  - napięcie resztkowe na łuku,  $U_g$  - napięcie gaśnięcia łuku,  $t_g$  - czas wygaszenia łuku

zewnętrznego źródła zasilania o regulowanym napięciu oraz oscyloskopu z pamięcią lub z kamerą fotograficzną. Umożliwia on pełną swobodę pomiarów i bezpieczeństwo obsługi. Zawiera wszystkie niezbędne urządzenia do regulacji prądu, pod-

łączenia badanego odgromnika, posiada konieczne wyłączniki czasowe, jak również blokady uniemożliwiające dotknięcie się do wysokich napięć. Schemat podstawowy układu podano na rys. 13. Układ ten umożliwi zdejmowanie pełnych charakterystyk napięciowych odgromników dla prądu przemiennego 50 Hz dowolnych typów odgromników, których trzykrotna wartość statycznego napięcia zapłonu nie przekracza 3 kV.



Rys. 13. Układ do pomiaru charakterystyk napięciowych i napięć resztkowych odgromników prądem przemiennym 50 Hz

## 12. POMIAR WYTRZYMAŁOŚCI ODGROMNIKÓW NA OBCIĄŻENIE PRĄDEM PRZEMIENNYM 50 Hz

Podczas jednofazowych zwarców do ziemi linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia, w liniach telekomunikacyjnych będących w zbliżeniu z tymi liniami indukują się dość znaczne potencjały w stosunku do ziemi. Pomimo istnienia w energetyce samoczynnych szybko działających wyłączników, czas oddziaływania zwartych linii energetycznych może wynosić od 0,5 do 2 sekund. W tym czasie, zainstalowane na liniach telekomunikacyjnych odgromniki muszą zabezpieczyć linie i urządzenia telekomunikacyjne od uszkodzeń a personel od po-



rażenia. Stwierdzono na podstawie pomiarów, że w czasie jednofazowych zwarć linii elektroenergetycznych wysokiego napięcia, przez odgromniki na liniach telekomunikacyjnych, będących w zbliżeniu, mogą płynąć prądy rzędu 20 A lub w niektórych przypadkach nawet większe.

Odgromniki nie mogą ulegać uszkodzeniom, a jeżeli już się uszkodzą to ich elektrody powinny się zewrzeć zgodnie z wymaganiami międzynarodowymi stawianymi odgromnikom. Ażeby to sprawdzić wykonuje się pomiar wytrzymałości odgromników na obciążenia prądem przemiennym 50 Hz. Każdy badany odgromnik poddaje się dziesięciokrotnemu obciążeniu prądem, na jaki został wyprodukowany i w określonym przez producenta czasie. Na przykład odgromniki instalowane na liniach telekomunikacyjnych dobiera się tak, aby wytrzymywały obciążenia 20 A prądu przemiennego w czasie 2 sekund.

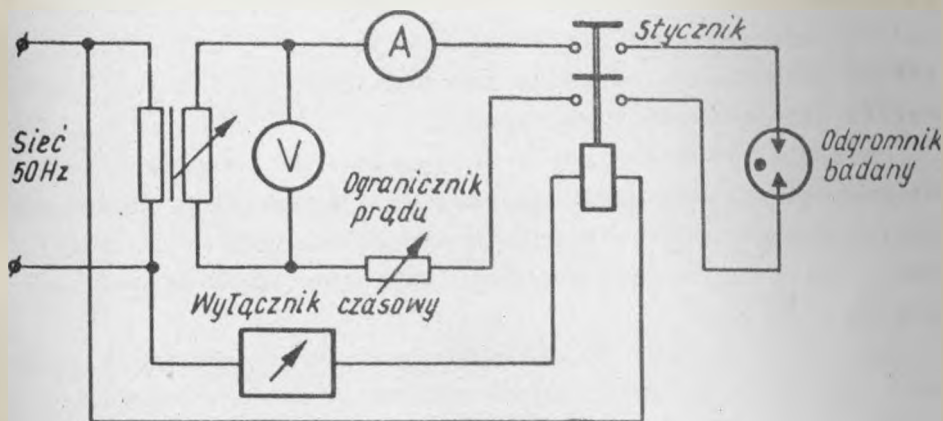
Układ do pomiarów wytrzymałości odgromników na obciążenia prądem przemiennym jest typowy i nie będzie bliżej opisywany. Uproszczony schemat układu podano na rys. 14. Warto tylko wspomnieć, jakie podzespoły powinny wchodzić w skład układu:

1. Transformator zasilający o napięciu regulowanym w sposób płynny lub skokowo w zakresie od 100 V do 500 V lub nawet do 1000 V, jeżeli badaniami ma być objęta cała grupa produkowanych dla potrzeb telekomunikacji odgromników. Moc transformatora powinna umożliwiać pobór prądu od 1 A do 50 A.
2. Wyłącznik czasowy o dowolnie nastawianym czasie włączenia od 0,1 s do 2 minut.
3. Stycznik sterowany wyłącznikiem czasowym o stykach umożliwiających przepływ prądu w zakresie do 50 A.
4. Amperomierz i woltomierz o zakresach umożliwiających pomiar prądów i napięć.



5. Oprawy do podłączenia różnych typów odgromników lub zaciski do odgromników z wyprowadzeniami drutowymi.
6. Ogranicznik prądu oporowy, indukcyjny lub tyrystorowy w zależności od wielkości prądu używanego do badań i czasu, w jakim ma przepływać prąd przez odgromnik.

W układach wykonanych w Instytucie Łączności są używane ograniczniki prądu oporowe, jak również tyrystorowe.



Rys. 14. Uproszczony schemat układu do badania wytrzymałości odgromników na obciążenia prądem przemiennym 50 Hz

### 13. SPOSTRZEŻENIA I WNIOSKI KOŃCOWE

Opisane mierniki do pomiarów parametrów elektrycznych odgromników i do badań wytrzymałości urządzeń telekomunikacyjnych na przepięcia pochodzenia zewnętrznego opracowywane były w ŁŁ i wykonane w latach 1973-76. A więc większość z nich ma już 12 lat. W pierwszych latach po ich wykonaniu używane były sporadycznie, przy sprawdzaniu parametrów odgromników, głównie produkcji zagranicznej w celach poznawczych. Obecnie wykorzystywane są intensywnie do pomiarów nowych odgromników prototypowych, do pomiarów "pełnych" sprawdzających prawidłowość technologii stosowanej w produkcji u producentów od-

gromników i do pomiarów pełnych przy odbiorach seryjnych odgromników. Mierniki wykorzystuje się również do sprawdzania prawidłowości zabezpieczenia central telefonicznych i innych urządzeń telekomunikacyjnych. Intensywne użytkowanie dało wiele doświadczeń, na podstawie których wnioskuje się, że mierniki te powinny być już modernizowane. Modernizacji ich należy dokonać i z tego względu, że w okresie tych 12 lat zmieniły się również zalecenia CCITT, dotyczące sposobu pomiarów parametrów elektrycznych odgromników. Modernizacji należy poddać mierniki pracujące w IŁ, jak i miernik monterki produkowany od kilku lat bez żadnych zmian jego parametrów technicznych i użytkowych.

Modernizacja mierników pracujących w IŁ powinna polegać na zastosowaniu do nich nowoczesnych podzespołów usprawniających pomiary, wprowadzeniu zmian zaleconych przez CCITT, jak również na zautomatyzowaniu pomiarów, gdyż są one bardzo czasochłonne.

Miernik monterki do pomiarów statycznego napięcia zapłonu i oporności izolacji opraw odgromnikowych, produkowany przez OWPiT w Lublinie, powinien być poddany modernizacji generalnej, uwzględniającej uwagi i spostrzeżenia po jego kilkuletniej eksploatacji w terenie. Miernik ten powinien mieć zmniejszony ciężar i gabaryty. Powinien umożliwiać także pomiar oporności izolacji odgromników, mieć zasilanie nie tylko bateryjne lecz również sieciowe, a także powinien mieć zmieniony wskaźnik wychyłowy na cyfrowy.

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
BIBLIOTEKA NAUCZOWA  
Nr 5-9489

## WYKAZ LITERATURY

1. CCITT Aneks 2. Znowelizowane Zalecenia K.12.
2. CCITT Księga Zielona. Tom IX Zalecenia K12.
3. CCITT Księga Żółta. Tom IX Zalecenia K17.
4. Instrukcja obsługi. Przyrząd do badań odgromników gazowanych na wytrzymałość obciążenia prądem przemiennym 50 Hz.
5. Instrukcja obsługi. Układ do pomiaru napięcia resztkowego w odgromnikach gazowanych. Instytut Łączności, Warszawa 1978.
6. Instrukcja obsługi. Uniwersalny układ probierczy do wytwarzania udarów przepięciowych. Instytut Łączności, Warszawa 1974.
7. Instrukcja techniczno-eksploatacyjna miernika napięcia zapłonu odgromników. Instytut Łączności, Warszawa 1976.
8. Instrukcja techniczno-eksploatacyjna. Układ do badania odgromników udarami prądowymi. Instytut Łączności, Warszawa 1973.
9. Polska Norma PN-64/E-04050 Pomiary wysokonapięciowe.
10. Polska Norma PN-67/E-04064 Próby prądami udarowymi.
11. Warunki techniczne. Odgromnik OGB-230. COBR-Polan. Warszawa 1982.

5-9489