

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA · MIEDZESZYN

BIULETYN

INFORMACYJNY

6(247)

1987

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 27

WARSZAWA 1987

NR 6/247/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

Redaktor Naczelny - dr inż. Krystyn Plewko
Z-ca Redaktora Naczelnego - dr inż. Stanisław Softa

Redaktorzy działów:
dr inż. Alina Karwowska-Lamparska
mgr inż. Mirosław Żurawski

Adres Redakcji:
Instytut Łączności
Branżowy Ośrodek
Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej
Warszawa - Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

ISSN 0209-1046

Redaktor: mgr Krystyna Juskiewicz

Montaż tekstu: techn. Grażyna Woźnica

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 625. Wpłynęło do
Działu Wydawniczego 1987.06.25.
Druk ukończono w listopadzie 1987 r.

Irena Proga

METODY ZABEZPIECZENIA 30-KROTNYCH SYSTEMÓW CYFROWYCH
PRZED NIEBEZPIECZNYMI I ZAKŁÓCAJĄCYMI
ODDZIAŁYWANIAMI ZEWNĘTRZNYMI

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	1
2. Oddziaływania zewnętrzne	2
2.1. Określenia dotyczące oddziaływań	2
2.2. Oddziaływania pochodzące od linii elektroenergetycznych	3
2.3. Oddziaływania pochodzące od wyładowań atmosferycznych	3
2.4. Zagrożenia regeneratorów	4
3. Struktura systemu 30-krotnej telefonii cyfrowej	8
4. Zabezpieczenie urządzeń systemu 30-krotnej telefonii cyfrowej	8
4.1. Wymagania ogólne	8
4.2. Zasada zabezpieczania	9
4.3. Sposoby realizacji zabezpieczeń	11
5. Sposoby zabezpieczenia 30-krotnych systemów cyfrowych w niektórych krajach zrzeszonych w OWŁ	18
6. Badanie układów zabezpieczających	30
6.1. Uwagi ogólne	30
6.2. Metody badań skuteczności zabezpieczenia regeneratorów przed przepięciami pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych /próby udarowe/	31
6.3. Metody badań skuteczności ochrony regeneratorów przed zakłóceniami powodowanymi stałą obecnością przemiennych SEM wzdłużnych indukowanych przez linie elektroenergetyczne	34
6.4. Badania regeneratorów	34
7. Uwagi dodatkowe	35
Wykaz literatury	36



METODY ZABEZPIECZENIA 30-KROTNYCH SYSTEMÓW CYFROWYCH PRZED NIEBEZPIECZNYMI I ZAKŁÓCAJĄCYMI ODDZIAŁYWANAMI ZEWNĘTRZNYMI

1. WPROWADZENIE

Stosowanie ochrony przed przepięciami i przetężeniami jest związane z zapewnieniem bezpieczeństwa osobom eksploatującym urządzenia telekomunikacyjne oraz bezpieczeństwa użytkownikom sieci telekomunikacyjnych. Konieczność ochrony wynika także z faktu zapewnienia wysokiej niezawodności łączności, która jest jednym z istotnych elementów gospodarki narodowej.

O stopniu ochrony przed przepięciami i przetężeniami decydują względy ekonomiczne. Stopień ochrony będzie również zależał od tego, ile informacji jest przesyłanych poprzez zabezpieczane urządzenie. W przypadku urządzeń wielokrotnych, w których jest przesyłana równolegle duża liczba informacji, stopień ochrony musi być szczególnie wysoki ze względu na konsekwencje związane z przerwaniem transmisji.

Stosowanie w urządzeniach wielokrotnych elementów półprzewodnikowych, takich jak: tranzystory i obwody scalone, pozwoliło na zminiaturyzowanie urządzeń teletransmisyjnych, zwiększenie ich niezawodności i poprawę parametrów. Poprawiło to jakość środków łączności, ale jednocześnie zastosowanie tych elementów spowodowało, że urządzenia te stały się bardziej wrażliwe na przepięcia pochodzenia zewnętrznego.

Zakłócenia zewnętrzne w urządzeniach telekomunikacyjnych powstają na skutek oddziaływań elektryczności atmosferycznej, oraz sieci elektroenergetycznych. Konieczność modernizacji elementów i układów ochrony linii oraz urządzeń, przed skutkami oddziaływań zewnętrznych na linie i urządzenia telekomunikacyjne, jest podyktowana znacznym zwiększeniem zakresu oraz wielkości oddziaływań niebezpiecznych na kable i urządzenia telekomunikacyjne.

Wzrost oddziaływań niebezpiecznych jest spowodowany:

- szybką rozbudową linii elektroenergetycznych najwyższych napięć i wzrostem prądów zwarciovych tych linii;

- wprowadzaniem do sieci telefonicznej kabli o powłokach z tworzyw termoplastycznych zamiast dotychczas stosowanych metalowych;
- wprowadzeniem do sieci telefonicznej kabli z osłonami ochronnymi z tworzyw termoplastycznych wytłaczanych na powłokę metalową /ołowianą, aluminiową lub stalową/; osłony te izolując powłokę metalową od ziemi powodują wzrost oddziaływań od sprzężeń magnetycznych z liniami wysokiego napięcia;
- zastępowaniem w sieciach wodociągowych, kanalizacyjnych i innych rurociągów metalowych rurociągami z tworzyw sztucznych; rurociągi wykonane z materiałów izolacyjnych nie stanowią więc ochrony ułożonych w pobliżu kabli telekomunikacyjnych przed wyładowaniami atmosferycznymi i przed sprzężeniami magnetycznymi z liniami wysokiego napięcia w czasie zwarć doziemnych występujących na liniach wysokiego napięcia.

Wprowadzenie do sieci miejscowych i okręgowych teletransmisyjnych systemów cyfrowych ze zdalnie zasilanymi urządzeniami regenerującymi przesyłany sygnał - opartymi na technice półprzewodnikowej - zwiększyło wrażliwość urządzeń telekomunikacyjnych na oddziaływania zewnętrzne, to jest na przepięcia i przetężenia pochodzące od linii elektroenergetycznych, trójfazowej elektrycznej oraz od wyładowań atmosferycznych.

W niniejszym artykule będą omówione zagadnienia związane z zabezpieczeniem linii i urządzeń 30-krotnych systemów cyfrowych.

2. ODDZIAŁYWANIA ZEWNĘTRZNE

2.1. Określenia dotyczące oddziaływań

Oddziaływanie jest to pasożytnicze przenoszenie się energii elektrycznej z linii i urządzeń energetycznych do linii i urządzeń telekomunikacyjnych za pośrednictwem sprzężeń elektrycznych, magnetycznych lub galwanicznych.

Oddziaływanie zakłócające jest to oddziaływanie, w wyniku którego pojawiające się w torach telekomunikacyjnych obce napięcia i prądy powodują wzrost zakłóceń w torach transmitujących sygnały telefoniczne, telegraficzne, transmisji danych, radiofoniczne lub telewizyjne, a tym samym powodują obniżenie jakości transmisji, polegające na zmniejszeniu zrozumiałości rozmów telefonicznych, zniekształceniu audycji radiofonicznych, zniekształceniu

impulsów telegraficznych lub transmisji danych zaburzeń w pracy urządzeń sygnalizacyjnych oraz zniekształceń obrazów telewizyjnych.

Oddziaływanie niebezpieczne jest to oddziaływanie, wskutek którego w liniach i urządzeniach telekomunikacyjnych pojawiają się obce napięcia oraz prądy, zagrażające bezpieczeństwu osób eksploatujących lub utrzymujących środki łączności przewodowej albo mogące być przyczyną uszkodzeń linii lub przyłączonych do tych linii urządzeń telekomunikacyjnych.

2.2. Oddziaływania pochodzące od linii elektroenergetycznych

Oddziaływania zakłócające powstają w czasie normalnej pracy linii elektroenergetycznych w wyniku asymetrii torów telekomunikacyjnych w stosunku do ziemi. Na wielkość tych oddziaływań mają przede wszystkim wpływ sprzężenia elektryczne i magnetyczne między liniami.

Oddziaływania niebezpieczne powstają podczas zwarć doziemnych w liniach elektroenergetycznych. Na wielkość tych oddziaływań mają przede wszystkim wpływ sprzężenia magnetyczne i galwaniczne. Możliwości oddziaływań linii elektroenergetycznych na linie i urządzenia telekomunikacyjne zależą więc przede wszystkim od liczby oraz zasięgu skrzyżowań i zbliżeń obiektów telekomunikacyjnych z liniami elektroenergetycznymi, stacjami oraz rozdzielniami wysokich napięć, słupami linii elektroenergetycznych itp.

2.3. Oddziaływania pochodzące od wyładowań atmosferycznych

Wyładowania atmosferyczne powodują znaczne szkody w sieciach i urządzeniach telekomunikacyjnych. Urządzenia oraz linie telekomunikacyjne charakteryzują się stosunkowo małą wytrzymałością elektryczną izolacji. Powoduje to, w przypadku wystąpienia przepięć wywołanych wyładowaniami atmosferycznymi, powstanie takich napięć w dielektryku, które stwarzają niebezpieczeństwo trwałych uszkodzeń. Wprawdzie np. udarowa wytrzymałość elektryczna kabli symetrycznych z izolacją papierowo-powietrzną wynosi 3,4 do 3,8 kV i może być zwiększona do kilkudziesięciu kilowoltów z zastosowaniem izolacji z tworzywa sztucznego, to jednak w skład całego systemu wchodzi urządzenia o mniejszej wytrzymałości elektrycznej izolacji, przy czym na ogół nie ma możliwości jej zwiększenia.

Wyładowania atmosferyczne charakteryzują się krótkim czasem trwania, lecz dość dużymi wartościami szczytowymi napięcia i prądu. Tego rodzaju

impulsy napięciowe lub prądowe nazywamy udarami. Czasy trwania tych udarów są rzędu od kilku do kilkuset mikrosekund o charakterze bezoscylacyjnym lub o stosunkowo małych oscylacjach.

Do naśladowania napięć i prądów wyładowań atmosferycznych służą w warunkach laboratoryjnych generatory udarowe napięciowe i prądowe, wytwarzające wysokie napięcia udarowe lub duże prądy udarowe.

2.4. Zagrożenia regeneratorów

2.4.1. Zagrożenia regeneratorów pochodzące od strony telekomunikacyjnych kablowych linii podziemnych

Liczba i zakres /wielkość/ uszkodzeń powstałych wskutek wyładowań atmosferycznych, w kablowej linii telekomunikacyjnej zależy od wielu przyczyn:

- od stopnia aktywności burzowej w miejscu ułożenia kabli;
- od konstrukcji zewnętrznej pancerza, przewodności i mechanicznej wytrzymałości materiału powłoki, elektrycznej wytrzymałości osłon ochronnych kabla i taśm izolujących ośrodek kabla, a także od wytrzymałości elektrycznej izolacji żył kablowych;
- od rezystywności gruntu, a więc od wilgotności, składu i geologicznej struktury gruntu, w którym ułożony jest kabel;
- od rodzaju terenu, przez który przebiega linia kablowa /teren zabudowany czy lesisty lub też teren otwarty z wolno stojącymi wysokimi obiektami, teren uzbrojony lub nieuzbrojony itp./;
- od liczby występujących w pobliżu trasy kabla wolno stojących wysokich obiektów, takich jak: wieże, maszty itp.

Ogólnie można stwierdzić, że prawdopodobieństwo uszkodzenia kabla wzrasta wraz ze wzrostem aktywności burzowej, ze wzrostem rezystancji jednostkowej wzdłużnej powłoki i pancerza kabla, ze wzrostem rezystywności gruntu oraz ze zmniejszeniem wytrzymałości elektrycznej osłon ochronnych, izolacji ośrodka kabla i poszczególnych żył kablowych.

Uszkodzenia kabli telekomunikacyjnych mogą być spowodowane dwojakiego rodzaju wyładowaniami atmosferycznymi:

- a/ przez bezpośrednie wyładowania w kabel;
- b/ przez wyładowania pośrednie, czyli w pobliżu kabla.

- W zależności od odległości kabla od miejsca wyładowania, może powstać:
- 1/ zniszczenie kabla,
 - 2/ przebicie izolacji pomiędzy powłoką kabla i żyłami,
 - 3/ pojawienie się napięć w żyłach kabla w wartościach nie przekraczających wytrzymałości izolacji kabla na przebicie.

Zniszczenie kabla następuje wtedy, gdy różnica potencjałów między miejscem wyładowania a kablem jest tak duża, że następuje przebicie warstwy ziemi, dzielącej kabel od powierzchni ziemi i wskutek wysokiej temperatury może ulec stopieniu powłoka, opancerzenie oraz żyły kabla.

Z punktu widzenia zagrożenia regeneratorów interesuje nas przede wszystkim przypadek, gdy nastąpi przebicie izolacji pomiędzy powłoką a ośrodkiem kabla, to jest jego żyłami. Napięcie udarowe jest wtedy większe od udarowej wytrzymałości izolacji kabla na przebicie, która zwykle wynosi ok. 3,5 kV. Wskutek przebicia izolacji część prądu wyładowania dostaje się do żył kabla, następuje wówczas rozptył prądów w kablu w obu kierunkach od miejsca wyładowania, przy czym prądy płyną w powłoce i opancerzeniu kabla oraz w żyłach kabla. Prądy te są szybko tłumione, jednakże występuje duża różnica między tłumiennością powłoki kabla a tłumiennością żył kabla. Wskutek tej różnicy tłumienności prądów, powstaje różnica potencjałów pomiędzy żyłami kabla i powłoką. Różnica ta wzrasta wraz ze wzrostem odległości od miejsca wyładowania, tak iż w pewnej odległości może ona przekroczyć wytrzymałość izolacji kabla i spowodować jej przebicie. Nazywamy to wtedy odległym uszkodzeniem kabla.

Wyładowanie atmosferyczne do kabla może nastąpić w dowolnej odległości od stacji regeneratorowej. Istnieje więc możliwość, że różnica potencjałów pomiędzy zaciskami wyjściowymi transformatora liniowego, a powłoką kabla będzie większa od 3,5 kV, gdy tymczasem wytrzymałość udarowa na przebicie izolacji transformatorów liniowych w regeneratorach wynosi tylko 500 V. Może więc nastąpić uszkodzenie transformatora liniowego na skutek wyładowań atmosferycznych do kabla. W tym przypadku konieczne jest zatem zabezpieczenie transformatora liniowego.

Wielkość napięcia między żyłami kabla będzie uwarunkowana asymetrią w kablu i w transformatorze liniowym.

Jeśli założymy, że tłumienność asymetrii wynosi 50 dB dla tego pasma częstotliwości, które znajduje się w fali udarowej, to napięcie między żyłami

wyniesie kilka woltów. Tak mała różnica napięć nie jest groźna dla regeneratora, ale sytuacja taka istnieje tylko wtedy, gdy kabel jest w dobrym stanie.

Gdy w momencie wyładowania atmosferycznego jedna z żył toru kablowego jest uziemiona, wtedy między żyłami może wystąpić taka różnica napięć, jaka występuje pomiędzy żyłami oraz powłoką. Napięcie to jest już groźne dla regeneratora i w tym przypadku wymagana jest jego ochrona.

Kable telekomunikacyjne układane są w takiej odległości od linii elektroenergetycznych wysokich napięć, a także ewentualne środki ochrony są tak projektowane, aby w przypadku jednofazowych zwarć doziemnych na liniach energetycznych, wzdłużna niebezpieczna SEM w przewodach kabla telekomunikacyjnego nie przekroczyła 650 V /80% napięcia próby przebicia izolacji/.

Jeżeli zaindukowana w kablu wzdłużna niebezpieczna SEM o wartości 650 V pojawi się na zaciskach uzwojenia pierwotnego transformatora i jednocześnie na żyłach a i b, na wtórną stronę transformatora nie przeniesie się żadne napięcie oraz nie nastąpi zagrożenie regeneratora, gdyż napięcia te są przeciwnie skierowane. Tak będzie, jeśli tor nie jest uszkodzony, natomiast przy uziemieniu jednej z żył, powstaje układ asymetryczny i na wejściu transformatora liniowego może wystąpić różnica potencjałów. Zostanie wówczas przeniesione pewne napięcie na wtórną stronę transformatora, czyli na wejście regeneratora. Jeśli wartość tego zewnętrznego, niepożądanego napięcia przekroczy wartości napięć dopuszczalnych na przebicie izolacji elementów półprzewodnikowych regeneratora, to nastąpi ich uszkodzenie.

W pewnych przypadkach możliwe jest oddziaływanie linii elektroenergetycznych wysokich napięć poprzez sprzężenia magnetyczne podczas normalnej pracy linii, a szczególnie, gdy rezystywność ziemi w strefie oddziaływania jest duża. W torze zdalnego zasilania mogą pojawić się wówczas obce napięcia, zakłócające pracę regeneratorów.

2.4.2. Zagrożenie regeneratorów przychodzące od strony telekomunikacyjnych kablowych linii nadziemnych

Wkrótce przewiduje się zastosowanie systemu PCM-30 w kablowych liniach podwieszanych. Wystąpi wówczas zagrożenie regeneratorów ze strony telekomunikacyjnych linii napowietrznych.

Dla napowietrznych linii telekomunikacyjnych groźne są wyładowania atmosferyczne bezpośrednio w słupy lub w przewody linii. Czas wyładowania wynosi

od kilku do kilkuset mikrosekund, a przy wielokrotnych wyładowaniach czas łączny może przekroczyć 0,1 sekundy. Wielkość zniszczeń przez bezpośrednie wyładowania atmosferyczne w linii telekomunikacyjnej zależy od tego, czy następuje tylko jedno wyładowanie, czy też wielokrotne, a także od tego, jak wielkie są natężenia prądów wyładowania. Przeprowadzone wielokrotnie badania i obserwacje wykazały, że na obszarze Europy maksymalne natężenia prądów udarowych wynosiły 25 kA. W większości przypadków, bo w około 90% natężenie prądu wyładowania nie przekracza 5 kA, w 5% jest rzędu $5 \div 10$ kA, a w pozostałych 5% w granicach od 10 kA do 25 kA.

Ustalono również, że w poszczególnych liniach telekomunikacyjnych uszkodzeniom najczęściej ulegają stale te same odcinki linii. Duży wpływ może tu mieć zarówno zwiększony stopień zjonizowania powietrza, a więc zwiększenie jego przewodności w tych miejscach, jak i występowanie warstw ziemi o dobrej przewodności właściwej, skupienie ciał promieniotwórczych oraz podziemnych źródeł wody.

Linie i urządzenia wysokiego napięcia, znajdujące się w sąsiedztwie napowietrznych linii telekomunikacyjnych, względnie krzyżujące się z nimi, mogą powodować niebezpieczne lub zakłócające oddziaływanie nawet na znacznych odległościach. Stopień zagrożenia linii telekomunikacyjnych przez sąsiadujące linie elektroenergetyczne jest uzależniony przede wszystkim od wielkości prądów zwarciovych występujących awaryjnie w liniach elektroenergetycznych, które z kolei zależą od: wartości napięcia znamionowego, od układu pracy tych linii i rodzaju zabezpieczeń zainstalowanych w liniach elektroenergetycznych.

2.4.3. Zagrożenia regeneratorów ze strony toru zdalnego zasilania

Regeneratory przelotowe traktu cyfrowego zasilane są zdalnie napięciem stałym, symetrycznym względem ziemi. Jeżeli w momencie wystąpienia zagrożenia zewnętrznego tor zdalnego zasilania jest symetryczny w stosunku do ziemi, wtedy w torze tym nie pojawią się niebezpieczne napięcia, które stanowiłyby zagrożenie dla regeneratorów lub spowodowałyby zmianę wartości napięcia zdalnego zasilania. Przy uszkodzeniu jednej z żył powstanie układ asymetryczny, w którym napięcie pochodzące z zagrożenia zewnętrznego może mieć wartość nawet kilku tysięcy woltów. Uszkodzona żyła może więc w konsekwencji stać się źródłem zagrożenia dla urządzeń PCM.

3. STRUKTURA SYSTEMU 30-KROTNEJ TELEFONII CYFROWEJ

W skład podstawowego wyposażenia urządzeń 30-krotnych systemów cyfrowych wchodzi: krotnica PCM-30 i urządzenia traktu liniowego. Krotnica oddzielona od traktu liniowego urządzeniem końcowym traktu liniowego nie wymaga zabezpieczenia.

Główne zagrożenie od przepięć pochodzenia zewnętrznego dotyczy urządzeń traktu liniowego. W skład tych urządzeń wchodzi:

- urządzenia końcowe traktu liniowego,
- zdalnie zasilane nieobsługiwane stacje regeneracyjne,
- obsługiwane stacje regeneracyjne ze źródłem zdalnego zasilania,
- urządzenia zdalnego zasilania,
- urządzenia łączności służbowej,
- urządzenia zdalnej kontroli i sygnalizacji uszkodzeń traktu.

Wszystkie powyższe urządzenia są objęte ochroną od przepięć pochodzenia zewnętrznego.

4. ZABEZPIECZENIE URZĄDZEŃ SYSTEMU 30-KROTNEJ TELEFONII CYFROWEJ

4.1. Wymagania ogólne

Wymagania te zostały opracowane na podstawie wyników prób i badań zawartych w sprawozdaniu [3].

W systemach telefonii cyfrowej należy zabezpieczyć przed przepięciami powstałymi wskutek wyładowań atmosferycznych lub zakłóceń energetycznych następujące układy:

- wejściowe i wyjściowe układy regeneratorów końcowych oraz przelotowych, nieobsługiwanych i obsługiwanych;
- wejściowe i wyjściowe układy zespołów zdalnej lokalizacji uszkodzonych regeneratorów;
- obwody zdalnego zasilania regeneratorów.

Środki ochronne powinny być tak zaprojektowane, aby działały od przepięć pochodzących od oddziaływań elektroenergetycznych lub wyładowań atmosferycznych itp., zaś parametry zastosowanych elementów układu zabezpieczającego, a zwłaszcza elementy drugiego stopnia ochrony, powinny być tak dobrane, aby napięcia resztkowe układu były niższe od dopuszczalnych napięć dla chronionych elementów urządzenia.

Tor zdalnego zasilania powinien być symetryczny w stosunku do uziemionego środka wyjścia zdalnego zasilania. Środek wyjścia przetwornicy zdalnego zasilania powinien być uziemiony przez rezystancję około 1 k Ω .

Zasilacz do zasilania zdalnego 30-krotnego traktu PCM po odłączeniu uziemienia od rezystora uziemiającego środek zasilacza powinien wytrzymać napięcie stałe 2800 V, przyłożone na okres 2 minut między zwarte zaciski wyjściowe zasilacza a ziemię.

W stacjach nieobsługiwanych i obsługiwanych izolacja obwodów, mających galwaniczne połączenie z którąkolwiek z żył kabla powinna wytrzymać napięcie stałe 2000 V, przyłożone /po wyjęciu regeneratorów i odgromników/ na okres 2 minut między te obwody a uziemioną obudowę urządzenia. Pożądane jest, aby izolacja ta wytrzymała napięcie probiercze 2800 V prądu stałego. Pomiar wytrzymałości elektrycznej powinien być wykonany z wykorzystaniem źródła prądu o mocy co najmniej 0,25 kW. Ze względów bezpieczeństwa zasilacz zdalny powinien być automatycznie wyłączany przy zbyt dużej upływności w torze zasilania zdalnego do ziemi, występującej w trakcie liniowym. Wyłączenie zasilacza powinno nastąpić przy prądzie upływu przekraczającym 6 mA. Po zniknięciu przyczyny upływności, powinno samoczynnie nastąpić włączenie zasilacza. Należy przewidzieć możliwość kasowania samoczynnego włączenia urządzeń zdalnego zasilania, np. w przypadku prac prowadzonych na kablach lub w regeneratorach.

Metalowy zasobnik NSR powinien mieć galwaniczne połączenie elektryczne z metalową powłoką kabla wprowadzeniowego oraz z obudową metalową regeneratorów.

4.2. Zasada zabezpieczania

Zaleca się stosować zasadę kaskadowych /wielostopniowych/ układów zabezpieczania urządzeń /regeneratorów i zespołów do zdalnej lokalizacji uszkodzeń/ przed przepięciami.

Pierwszy stopień zabezpieczenia ma za zadanie zgrubne zabezpieczenie o dużej obciążalności, obniżające napięcie z kilku kilowoltów do kilkudziesięciu lub kilku woltów. Jako pierwszy stopień ochrony przepięciowej zaleca się stosować trójelektrodowe odgromniki gazowe. Dopuszcza się stosowanie odgromników dwuelektrodowych oraz innych elementów, takich jak: filtry, waristory, rezystory. Parametry odgromników, które mogą być zastosowane w pierwszym stopniu zabezpieczenia urządzeń systemów 30-krotnych, podano w tabelicy 1.

Tablica 1

Parametry odgromników stosowanych w pierwszym stopniu zabezpieczenia

Parametry odgromników	System 30-krotny	
	regenerator i obwód zdalnego zasilania	zespół lokalizacji uszkodzenia
Napięcie zapłonu przy prądzie stałym w granicach [V]	200 ÷ 300	300 ÷ 500
Napięcie gaśnięcia odgromnika [V]	140	230
Udarowe napięcie zapłonu nie wyższe niż [V]	1000	1000
Czas zadziałania nie dłuższy niż [μ s]	1	1
Dopuszczalny prąd udarowy [kA]	5	5
Dopuszczalny prąd przemienny [A]	5	5

Drugi stopień zabezpieczenia powinien zawierać elementy tłumiące napięcie od chwili zaistnienia przepięcia do czasu zapłonu odgromników. Elementy tłumiące drugiego stopnia powinny stłumić maksymalnie także napięcie resztkowe, jakie pozostanie na wyjściu pierwszego stopnia ochrony, po zadziałaniu

elementów pierwszego stopnia ochrony. Jako elementy tłumiące należy stosować filtry, dławiki, rezystory, a także odgromniki o małym napięciu zapłonu.

Trzeci stopień zabezpieczenia to zabezpieczenie wewnętrzne, układów elektronicznych zawierające kondensatory, diody impulsowe lub diody Zenera, umieszczone na wejściach regeneratorów albo bezpośrednio przy poszczególnych tranzystorach. Kombinacja tych elementów wewnątrz urządzeń pozwala stworzyć kompleksową ochronę redukującą przepięcia, niezależnie od ich pochodzenia i wartości, do odpowiednio niskiego poziomu, tak aby nie spowodowały one uszkodzenia urządzeń teletransmisyjnych. Elementy użyte do ochrony muszą być elementami szybko działającymi, dla ochrony przed udarami o bardzo dużej szybkości narastania napięcia.

Przy podejmowaniu decyzji, jakie środki ochronne powinny być zastosowane, należy zwrócić uwagę na najbardziej niebezpieczne napięcia, jakie mogą powstać na wejściu i wyjściu regeneratora, nawet gdy prawdopodobieństwo wystąpienia takich napięć jest bardzo małe.

4.3. Sposoby realizacji zabezpieczeń

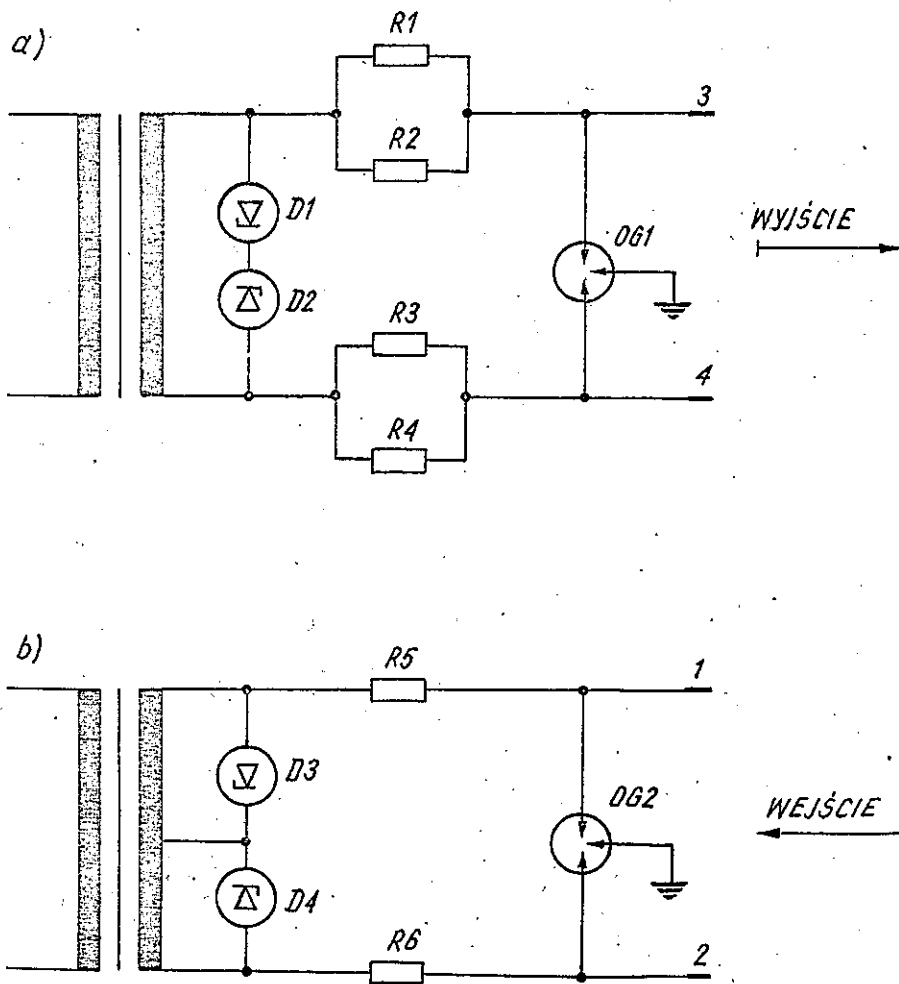
4.3.1. Zabezpieczenie translacji

Tory abonenckie mają w centralach telefonicznych zabezpieczenia od przepięć, nie jest więc konieczne stosowanie dodatkowych zabezpieczeń dla translacji.

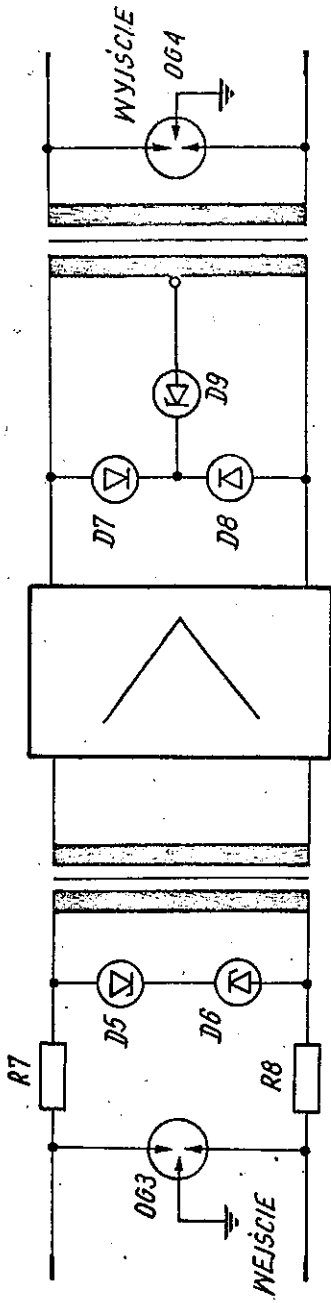
4.3.2. Zabezpieczenie urządzeń końcowych

Układy zabezpieczające urządzenia końcowe traktu powinny być zainstalowane na wyjściu regeneratora nadawczego oraz na wejściu regeneratora odbiorczego. Zaleca się stosowanie trójstopniowego układu zabezpieczającego. Pierwszy stopień ochrony powinien stanowić odgromnik trójelektrodowy, np. odgromnik typu 22B firmy AEI. Drugi stopień ochrony powinien być zrealizowany z rezystorów włączonych szeregowo w tor, zaś trzecim stopniem ochrony powinny być diody Zenera. W celu zmniejszenia strat mocy nadawczej sygnału użytkowego, zaleca się zastosować na wyjściu regeneratora nadawczego rezystory o mniejszej wartości.

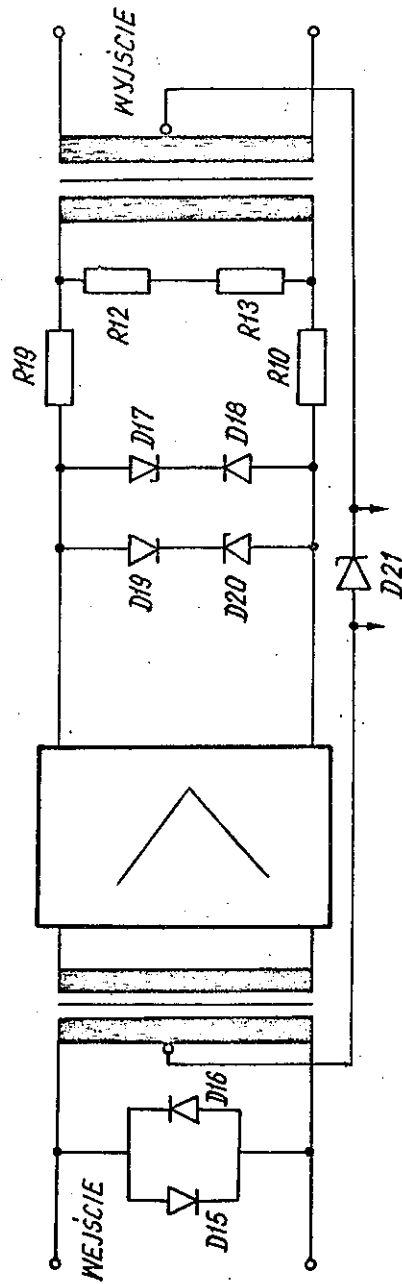
Przykładowe układy zabezpieczające regeneratory końcowe podano na rys. 1, a parametry zastosowanych elementów w tablicach 2, 3 i 4.



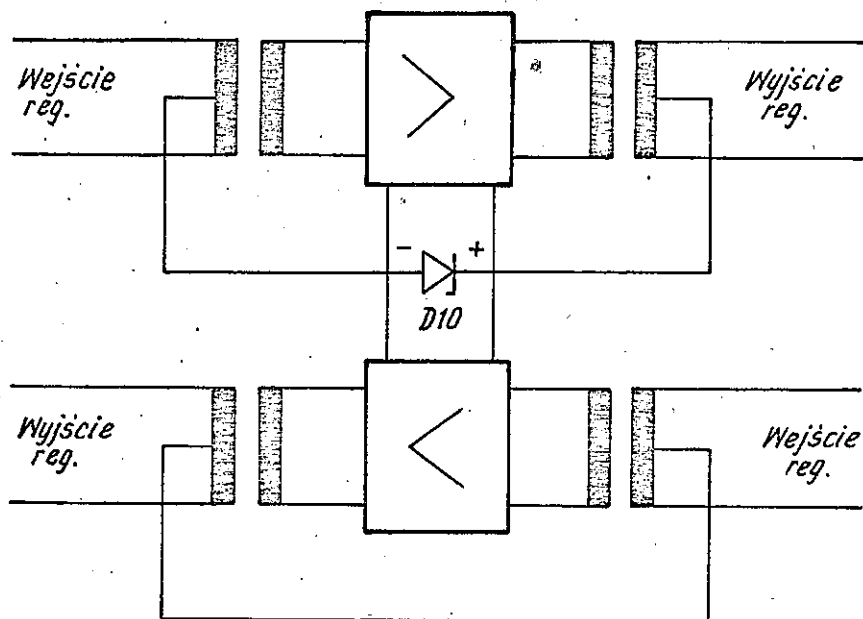
Rys. 1. Układy zabezpieczające regenerator końcowy
 a/ układ zabezpieczający wyjście; b/ układ zabezpieczający wejście



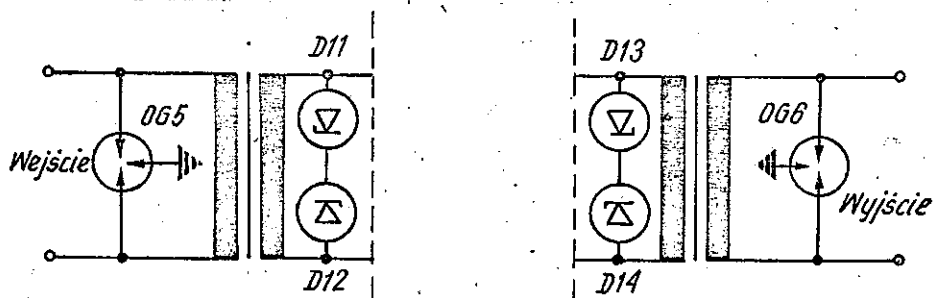
Rys. 2. Trójstopniowe układy zabezpieczające regenerator przelotowy /wejście i wyjście/



Rys. 3. Dwustopniowe układy zabezpieczające regenerator przelotowy /wejście i wyjście/



Rys. 4. Zabezpieczenie układu zdalnego zasilania regeneratorów



Rys. 5. Układ zabezpieczający zespół zdalnej lokalizacji uszkodzeń /wejście i wyjście/

Tablica 2

Podstawowe parametry odgromników stosowanych w układach zabezpieczających
pokazanych na rys. 1, 2 i 5

Lp.	Odgromniki		Typ	Statyczne napięcie zapiónu [V]	Udarowe napięcie zapiónu [V]	Napięcie gaśnięcia [V]	Prąd udarowy [kA]	Pojemność [pF]
	Oznaczenie elementów na rysunkach	2						
1		2	3	4	5	6	7	8
1		OG ₁ ÷ OG ₄	22B	300-500	800	155-215	5	1,7
2		OG ₅ ÷ OG ₆	22C	600-900	1000	165-225	5	1,7

Tablica 3

Podstawowe parametry diod stosowanych w układach zabezpieczających pokazanych na rysunkach od 1 do 5

Lp.	Diody		U [V]	I [mA]	Moc [W]	Rezystancja [Ω]
	Oznaczenie elementów na rysunkach	Typ				
1	2	3	4	5	6	7
1	D ₁ - D ₆	BZAP30-C6V2	6,2	200	0,25	40
2	D ₇ - D ₈	BAVP-21	200	100	0,40	-
3	D ₉	BZP611-C10	10	5	0,25	15
4	D ₁₀	BZAP20-C9V1	9,1	50	1,2	4
5	D ₁₁ - D ₁₄	BZP611-C6V2	6,2	5	0,25	40
6	D ₁₅ - D ₁₆	BYP400-200	200	1000	-	-
7	D ₁₇ , D ₂₀	BZP630-C11	11	200	0,25	20
8	D ₁₈ - D ₁₉	BAYP-95	50	200	0,50	-
9	D ₂₁	BZPC11-C5V1	5,1	300	0,25	75

Tablica 4

Podstawowe parametry rezystorów stosowanych w układach zabezpieczających pokazanych na rysunkach od 1 do 5

Lp.	Rezystory		P [W]	R [Ω]	U. [V]
	Oznaczenie elementów na rysunkach	Typ			
1	R ₁ - R ₄	AT	0,25	10	300
2	R ₅ - R ₆	AT	0,25	10	150
3	R ₇ - R ₈	RDCO 10%	5	10	-
4	R ₉ - R ₁₀	MLT	0,25	20	250
5	R ₁₂ - R ₁₃	MLT	0,25	300	250

4.3.3. Zabezpieczenie urządzeń przelotowych

Układ zabezpieczający wejście i wyjście urządzenia przelotowego powinien być trójstopniowy lub dwustopniowy. Układ dwustopniowy może być stosowany wtedy, gdy zabezpieczane elementy wejściowe i wyjściowe urządzeń są bardziej odporne na podwyższone napięcia. Układy trójstopniowe powinny składać się z odgromników trójelektrodowych, rezystorów oraz diod Zenera, podczas gdy układy dwustopniowe powinny składać się z diod Zenera, diod zwykłych oraz rezystorów.

Przykład zabezpieczenia trójstopniowego podano na rys. 2, zaś dwustopniowego pokazano na rys. 3. Parametry elementów zastosowanych w tych układach przedstawiono w tablicy 1, 2 i 3.

4.3.4. Zabezpieczenie obwodu zdalnego zasilania regeneratorów

Zabezpieczenie obwodu zdalnego zasilania regeneratorów należy zrealizować za pomocą diody Zenera, włączonej przykładowo jak na rys. 4 /patrz tabl. 2/.

4.3.5. Zabezpieczenie obwodu zdalnej lokalizacji uszkodzonego regeneratora

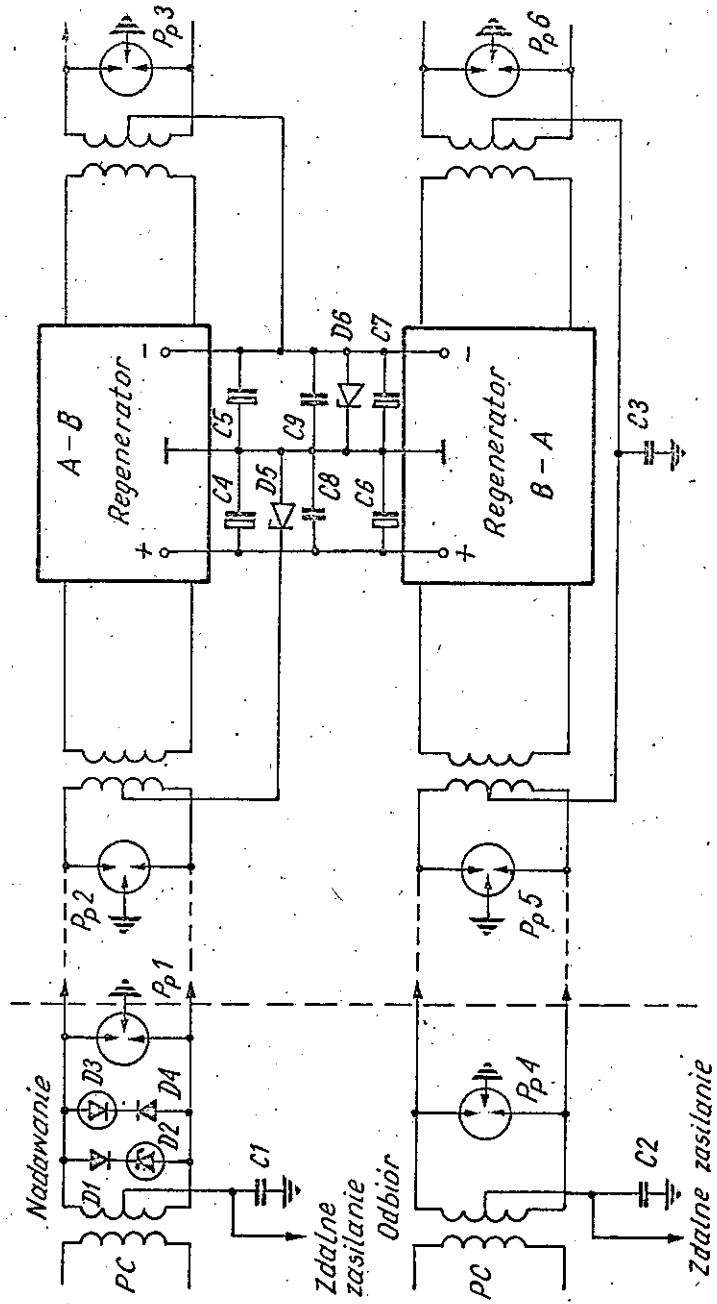
Zaleca się stosowanie dwustopniowego układu zabezpieczającego, utworzonego z odgromnika trójelektrodowego oraz z diod Zenera, włączonych przykładowo jak na rys. 5. Parametry elementów podane są w tablicy 1 i 2.

5. SPOSOBY ZABEZPIECZENIA 30-KROTNYCH SYSTEMÓW CYFROWYCH W NIEKTÓRYCH KRAJACH ZRZESZONYCH W OWŁ

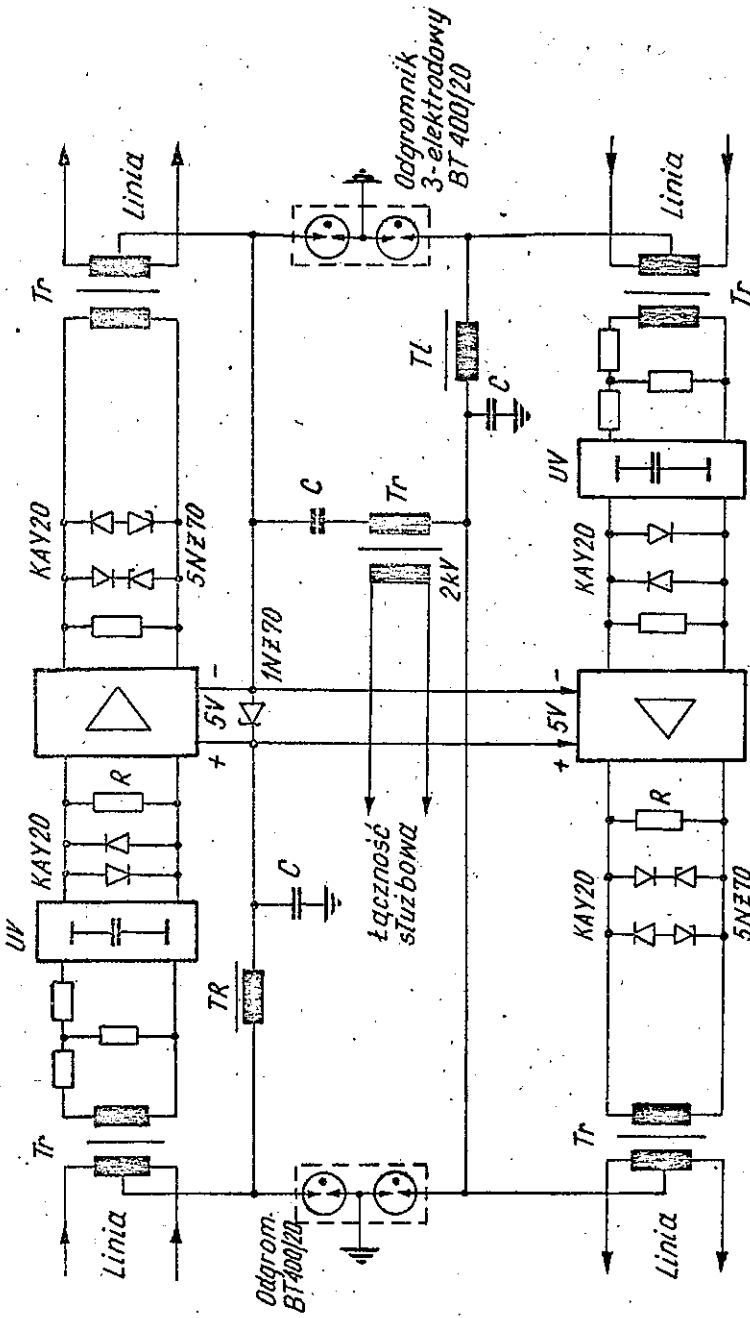
Instytut Łączności w 1979 r. rozesłał ankietę do niektórych krajów zrzeszonych w OWŁ, tj. ZSRR, CSRS, SRR, WRL, dotyczącą sposobów zabezpieczenia 30-krotnych systemów cyfrowych od oddziaływań zewnętrznych. Odpowiedzi na ankietę zestawiono w tablicy 5. Przykłady zabezpieczeń układów w 30-krotnych systemach cyfrowych w niektórych krajach OWŁ, podano na następujących rysunkach:

- rys. 6 - administracja ZSRR,
- rys. 7, 8 - administracja CSRS,
- rys. 9 ÷ 14 - administracja WRL.

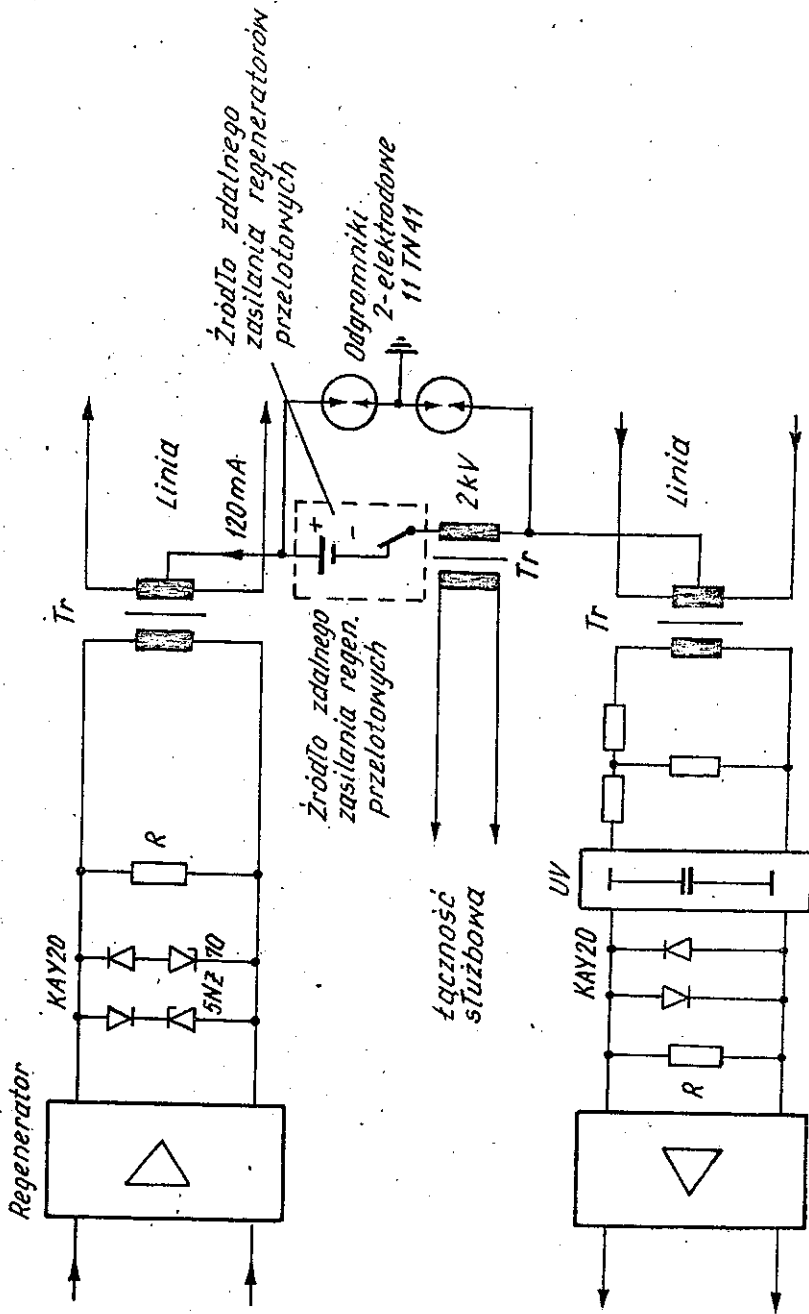
Omówienie schematów przedstawionych na rysunkach od 6 do 14 zawiera tablica 5.



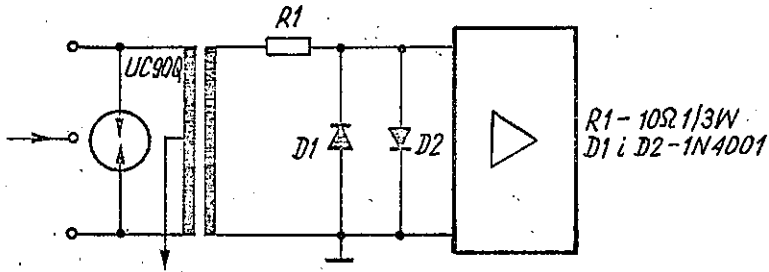
Rys. 6. Zabezpieczenie regeneratorów końcowych i przelotowych /ZSRR/



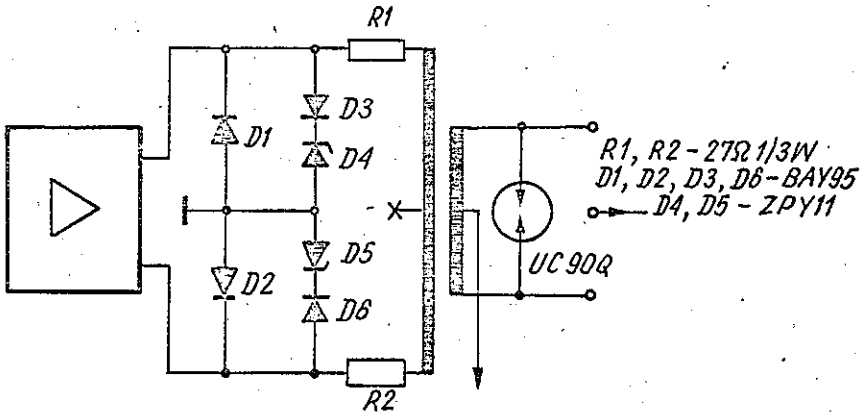
Rys. 7. Zabezpieczenie wejścia i wyjścia regeneratora przelotowego w systemie PCM-30 w CSRS



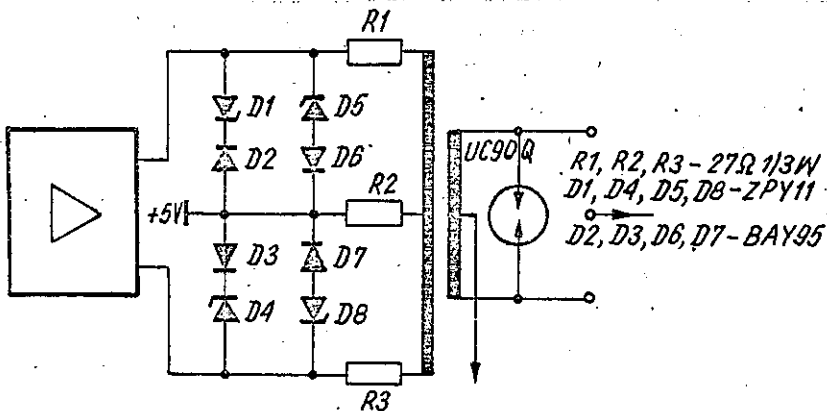
Rys. 8. Zabezpieczenie wejścia i wyjścia regeneratora końcowego w CSRS



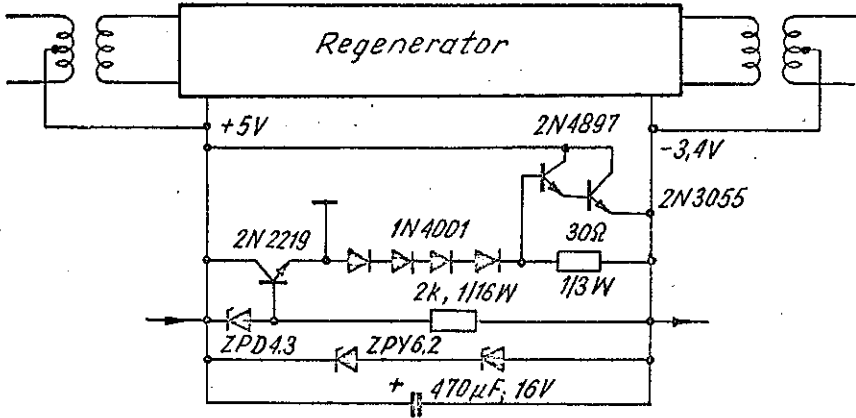
Rys. 9. Układ zabezpieczający wejście regeneratora przelotowego /WRL/



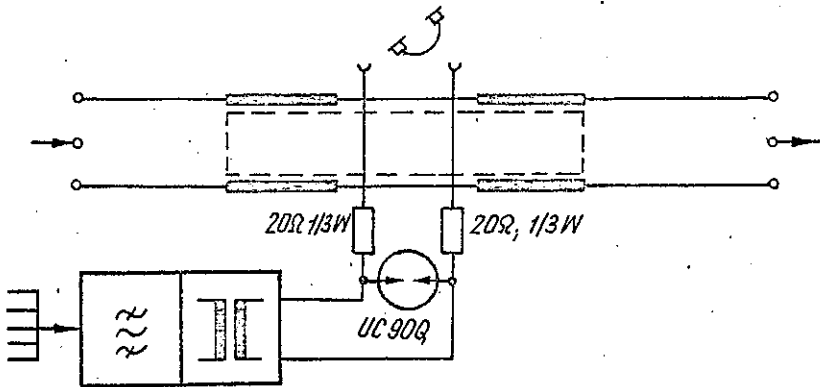
Rys. 10. Układ zabezpieczający wyjście regeneratora przelotowego /WRL/



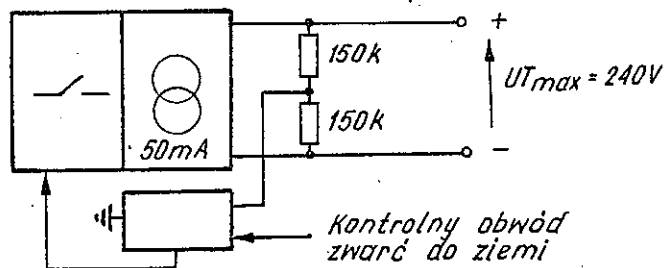
Rys. 11. Układ zabezpieczający wyjście regeneratora nadawczego /WRL/



Rys. 12. Zabezpieczenie układu zdalnego zasilania /WRL/



Rys. 13. Zabezpieczenie układu łączności służbowej /WRL/



Rys. 14. Zabezpieczenie układu zdalnego zasilania przed zwarciami do ziemi /WRL/

Zabezpieczenie urządzeń 30-krotnego systemu cyfrowego od oddziaływań zewnętrznych

Nr pytania	Pytanie	Kraj	Stosowane rozwiązanie
1	2	3	4
1	Czy stosuje się uzziemienie powłoki metalowej celem zmniejszenia oddziaływań zakłócających w kablach o powłokach ochronnych z polietylenu względnie PCV? Gdzie i w jakich odstępach stosowane są uzziemienia i jaka wymagana jest oporność uziomów?	ZSRR	Metalowe powłoki uziemia się zgodnie z "Wytocznymi ochrony od wyładowań atmosferycznych" i "Zasadami ochrony od oddziaływań urządzeń łączności przewodowej i rozgłaszania przewodowego od oddziaływań trakcji elektrycznej prądu przemiennego."
		CSRS	Brak danych.
		PRL	Kable z powłoką metalową a osłoną nie przewodzącą uziemia się przez protektory. Oporność uziomu 10Ω - 30Ω.
		SRR	PCM-30 pracuje tylko na kablach o izolacji papierowej.
		WRL	PCM-30 pracuje tylko na kablach o izolacji papierowej.
2	Jak zabezpiecza się od podtrzymania jarzenia lub łuku w odgromnikach od napięcia zdalnego zasilania?	ZSRR	Stosuje się odgromniki o napięciu gaśnięcia wyższym od napięcia zdalnego zasilania.
		CSRS	Zastosowano bezpiecznik elektroniczny z automatycznym przywróceniem zasilania w przypadku krótkotrwałego niskiimpedancyjnego połączenia.
		PRL	Stosuje się odgromniki o napięciu gaśnięcia wyższym od napięcia zdalnego zasilania.
		SRR	Sposób włączenia odgromnika zapobiega podtrzymaniu napięcia jarzenia.
		WRL	Stosuje się odgromniki o odpowiednim napięciu gaśnięcia.

cd. tablicy 5

1	2	3	4
3	<p>Jakie zacięcia wprowadza praca dwuelektrodowa odgromników? Czy występują przypadki niejednoczesnego zadziatania odgromników, włączonych w różnych obwodach i w związku z tym przebiecie w kablu lub w urządzeniu?</p>	<p>ZSRR</p>	<p>Praca odgromników dwuelektrodowych włączonych w dwuprzewodowy trakt na symetrycznych kablach względnie w trakt kabla współosiowego powoduje powstanie obcych napięć wysokiej częstotliwości, od których ochroną jest Lktad diodowy. Przypadek niejednoczesnej pracy odgromników są nieuniknione, jednak w większości nie powoduje to przebiecia w kablu lub w aparaturze. W dwuprzewodowych obwodach w zasadzie stosuje się odgromniki trójelektrodowe.</p>
		<p>CSRS</p>	<p>Dotychczas nie zauważono zjawisk ujemnych.</p>
		<p>PRL</p>	<p>Przypadki niejednoczesnej pracy odgromników nie spowodowały przebiecia w kablu lub w urządzeniach. Stosujemy tylko odgromniki trójelektrodowe.</p>
		<p>SRR</p>	<p>Stosuje się tylko odgromniki trójelektrodowe, które nie wprowadzają zacięć.</p>
		<p>WRL</p>	<p>Nie zauważono uszkodzeń ani zacięć w pracy urządzeń przy zadziataniu odgromników od przepięć.</p>
4	<p>Jakiego rodzaju inne zacięcia wprowadzać mogą w trakt liniowy stosowane układy zabezpieczeń i jakie są stosowane środki zapobiegawcze?</p>	<p>ZSRR</p>	<p>Ochrona diodowa może wnosić w trakt dodatkową nieliniowość. Odpowiednim doborem diod i stabilizatorów zjawisko to zmniejsza się do dopuszczalnych granic.</p>
		<p>CSRS</p>	<p>Brak odpowiedzi.</p>
		<p>PRL</p>	<p>Należy odpowiednio dobierać diody.</p>
		<p>SRR</p>	<p>Nie zauważono innych zacięć.</p>
		<p>WRL</p>	<p>Zastosowane układy zabezpieczające do tej pory żadnych zacięć nie wprowadziły.</p>

1	2	3	4
5	<p>Jak zabezpiecza się przetwornicę zdalnego zasilania regeneratorów: a/ od przepięć z linii, b/ przed zwarciem pełnym lub niepełnym bieguna do ziemi, c/ przed zwarciem zacisków wyjściowych?</p>	<p>ZSRR CSRS</p>	<p>Urządzenie zdalnego zasilania regeneratorów chroni się za pomocą filtrów wzdluznej ochrony pokazanych na rys. 6. Przetwornica zdalnego zasilania jest chroniona: a/ od przepięć z linii wytrzymałością izolacji transformatora /2 kV/ i odgromnikiem II TN41 /rys. 9/; b/ przy zwarciu zacisków wyjściowych - bezpiecznikiem topikowym; c/ od zwarcia do ziemi przetwornica zdalnego zasilania nie jest zabezpieczona, ponieważ jest ona izolowana od ziemi.</p>
		PRL	<p>Urządzenie zdalnego zasilania chroni się od przepięć z linii w sposób pokazany na rys. 4.</p>
		SRR	<p>Przetwornicę zdalnego zasilania regeneratorów zabezpiecza się od krótkich zwarc.</p>
		WRL	<p>Schemat zabezpieczający pokazano na rys. 12.</p>
6	<p>Czy zauważono wpływ oddziaływania sieci niskiego napięcia /oświetlonej/ na przerwy trakcyjnej/ na przerwy w transmisji cyfrowej? W jaki sposób objawiło się to oddziaływanie?</p>	<p>ZSRR CSRS PRL SRR</p>	<p>Przy podwyższonym oddziaływaniu sieci niskiego napięcia daje się zauważyć przerwy w transmisji i wzrost stopy błędów. Nie zaobserwowano. Nie zaobserwowano. Nie zaobserwowano.</p>
		WRL	<p>Nie zauważono.</p>

1	2	3	4
7	<p>Jak są zabezpieczane torry cyfrowe wprowadzane do sal aparatowych lub central telefonicznych?</p>	<p>ZSRR CSRS PRL SRR WRL ZSRR CSRS PRL SRR WRL</p>	<p>Urządzenia końcowe cyfrowego traktu liniowego mają tylko poprzeczną ochronę w postaci odgromników i obwodów diodowych /rys. 6/.</p> <p>Ochronę od przepięć pokazano na rys. 8.</p> <p>Trakty cyfrowe wprowadzane do sal aparatowych lub centrali zabezpiecza się odgromnikiem trójelektrodowym, umieszczonym blisko głowicy kablowej.</p> <p>Pary kablowe uwielokrotnione systemem 2 Mbit/s są izolowane, nie doprowadzone do zacisków pomiarowych /dostępne tylko na krosie/.</p> <p>Układ zabezpieczający jak na wyjściu urządzenia.</p> <p>Nie stosuje się innych układów.</p> <p>Nie zabezpiecza się urządzeń pracujących w mieście. Tylko urządzenia instalowane poza miastem są chronione.</p> <p>Stosuje się jeden rodzaj układów zabezpieczających.</p> <p>Nie stosuje się różnych układów.</p> <p>Nie.</p>
8	<p>Czy stosujecie różne układy zabezpieczające w regeneracjach systemów cyfrowych zainstalowanych na kablach w kanalizacji a inne w rejonach nie zabudowanych?</p>	<p>ZSRR CSRS PRL SRR WRL</p>	<p>Nie.</p> <p>Tak.</p> <p>Tak.</p> <p>Tak.</p> <p>Tak.</p>
9	<p>Czy skrzynie regeneratorów mają połączenie galwaniczne z metalową powłoką kabla?</p>	<p>ZSRR CSRS PRL SRR WRL</p>	<p>Skrzynie regeneratorów mają galwaniczne połączenie z metalową powłoką kabla a oporność uziemienia wynosi 10 Ω .</p>

1	2	3	4
10	<p>Czy napięcie zdalnego zasilania jest symetryczne względem ziemi? - jeżeli tak, to jaka jest oporność między zaciskami wyjściowymi przetwornicy a ziemią?</p> <p>Czy maksymalny prąd płynący w przypadku zwarcia zacisku wyjściowego przetwornicy a ziemią poprzez rezystor $R=1\text{ k}\Omega$ nie przekroczy 50 mA?</p>	<p>ZSRR</p> <p>CSRS</p>	<p>Napięcie jest symetryczne względem ziemi; oporność między zaciskami wyjściowymi przetwornicy a ziemią wynosi $90\text{ k}\Omega$. Prądu nie mierzono.</p> <p>Przetwornica zdalnego zasilania jest izolowana od ziemi i symetrycznie włączona w linię. Zasilacz zdalnego zasilania regeneratora daje napięcie prądu stałego 250 V. Jest on uziemiony przez dużą oporność /rys. 9/. Prąd zdalnego zasilania wynosi 50 mA. Prąd bezpieczny określono na 25 mA. Przekaznik A odłącza zdalne zasilanie regeneratorów przy prądzie $800\text{ }\mu\text{A}$.</p>
		<p>PRL</p>	<p>Napięcie zdalnego zasilania jest symetryczne względem ziemi. Oporność między zaciskami wyjściowymi przetwornicy a ziemią wynosi $5,1\text{ k}\Omega$. Prąd nie przekracza 50 mA. Układ doziemienia ogranicza napięcie do 60 V i prąd do 50 mA.</p>
		<p>SRR</p>	<p>Napięcie zdalnego zasilania jest symetryczne względem ziemi. Prąd zwarcia wynosi 60 mA.</p>
		<p>WRL</p>	<p>Napięcie zdalnego zasilania jest symetryczne względem ziemi. Przykład włączenia układu zdalnego zasilania i zwarcia do ziemi pokazano na rys. 14.</p>

1	2	3	4
11	<p>Jakie wykonuje się badania układów zabezpieczających /w miarę możliwości podać schematy układów pomiarowych/? Na jakim etapie /projektowanie, oceny prototypu, seryjnej produkcji, odbioru wyrobów względnie gotowego traktu liniowego/?</p>	<p>ZSRR CSRS</p>	<p>Badania układów zabezpieczających prowadzi się przy ocenie prototypów dla produkcji seryjnej w warunkach fabrycznych oraz na magistrali doświadczalnej przy badaniach liniowych.</p> <p>Badania jeszcze się nie prowadzi. Podana norma CSN 334000 zawiera przepis prowadzenia badań w przybliżeniu zgodny z Zaleceniem K.17 CCITT.</p>
		<p>PRL</p>	<p>Badania układów zabezpieczających prowadzi się przy ocenie prototypów w warunkach laboratoryjnych wg Zalecenia K.17 CCITT.</p>
		<p>SRR</p>	<p>Metody badań opracowuje się.</p>
		<p>WRL</p>	<p>Opracowanie układów zabezpieczających prowadzono razem z opracowaniem prototypu. Instrukcje do badania: 1/ regenerator powinien wytrzymać 10 impulsów udarowych o zmiennej kofejno biegunowości, napięciu 1,5 kV i kształcie 10/700 mikrosekund, przyłożonych między jego wyjściowymi oraz wejściowymi zaciskami z przerwą 1 min.; 2/ regeneratory powinny wytrzymać w czasie 5 s prąd 10 A o częstotliwości 50 Hz, przyłożony między jego zaciski zdalnego zasilania.</p>

Na podstawie otrzymanych odpowiedzi można stwierdzić, że:

1. Zagadnienia dotyczące ochrony urządzeń systemów cyfrowych są rozwiązywane przez poszczególne administracje w podobny sposób.
2. Jako pierwszy stopień zabezpieczenia regeneratorów w systemie 30-krotnym są stosowane odgromniki różnych typów, lecz o zbliżonych parametrach - z wyjątkiem WRL, gdzie zastosowano odgromniki o niskim napięciu zapłonu.
3. Jako drugi stopień zabezpieczenia są stosowane przeważnie diody małej i średniej mocy.
4. ZSRR ma własny program i metodykę badań urządzeń PCM. Program ten obejmuje badania w zakresie ochrony przed oddziaływaniem linii elektroenergetycznych i trakcji elektrycznej oraz przed wyładowaniami atmosferycznymi.
5. Sposób badania zabezpieczenia urządzeń PCM przed wyładowaniami atmosferycznymi jest podobny w CSRS, WRL i PRL. Opiera się on na Zaleceniu K.17 CCITT. Natomiast ZSRR wykonuje te badania według własnych norm, z innym kształtem impulsu i o innej amplitudzie.

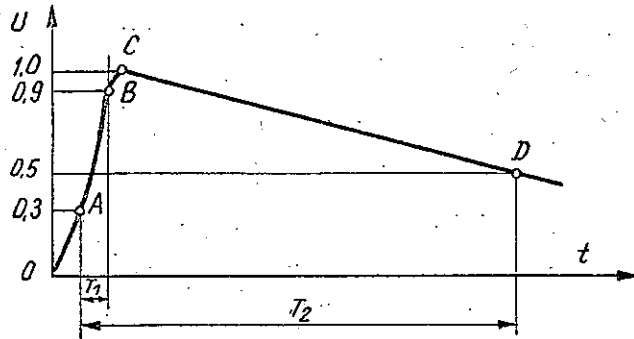
6. BADANIE UKŁADÓW ZABEZPIELAJĄCYCH

6.1. Uwagi ogólne

Metodykę badań skuteczności zabezpieczenia regeneratorów przed oddziaływaniami zewnętrznymi określono poniżej przez analogię do metodyki badań zabezpieczeń wzmacniaków w symetrycznych systemach analogowych /Zalecenie K.17 CCITT, Księga Czerwona, t. IX, Genewa 1984/.

Do badań skuteczności zabezpieczenia regeneratorów przed przepięciami stosuje się impulsy napięciowe imitujące wpływ wyładowań atmosferycznych. Wytwarzane impulsy badaniowe powinny mieć regulowane: stromość czoła fali udaru, wartość szczytową napięcia udaru i czas opadania napięcia do połowy wartości szczytowej, aby z dużym prawdopodobieństwem uwzględnić krytyczne dla regeneratora kształty fali napięciowej. Przykład udaru napięciowego podano na rys. 15.

Układy zabezpieczające powinny gwarantować nieuszkodzenie się regeneratora po poddaniu go próbom podanym w pkt. 6.4. niniejszego artykułu.

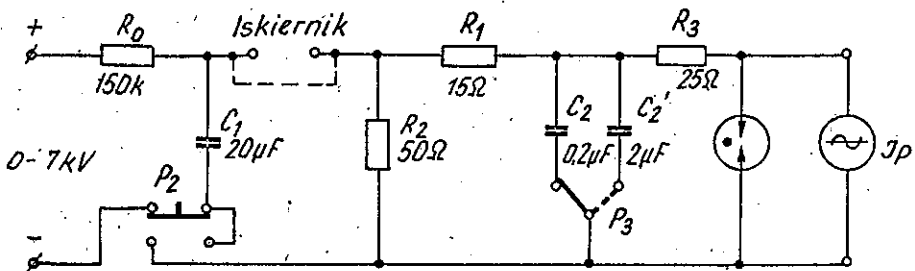


Rys. 15. Przykład udaru napięciowego
 T_1 - czas trwania czoła, T_2 - czas do półszczytu

6.2. Metody badań skuteczności zabezpieczenia regeneratorów przed przepięciami pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych /próby udarowe/

Próby należy przeprowadzić, za pomocą urządzenia zwanego generatorem udarów, impulsami napięciowymi o kształcie T1/T2 równym 10/700 μ s lub 100/700 μ s wytwarzanym w układzie pokazanym na rys. 16. Próbę wykonuje się udarami o zmiennej kolejno biegunowości, z przerwą jednonominutową między udarami.

Charakterystykę oraz liczbę udarów stosowanych przy trzech rodzajach prób podano w tablicy 6.

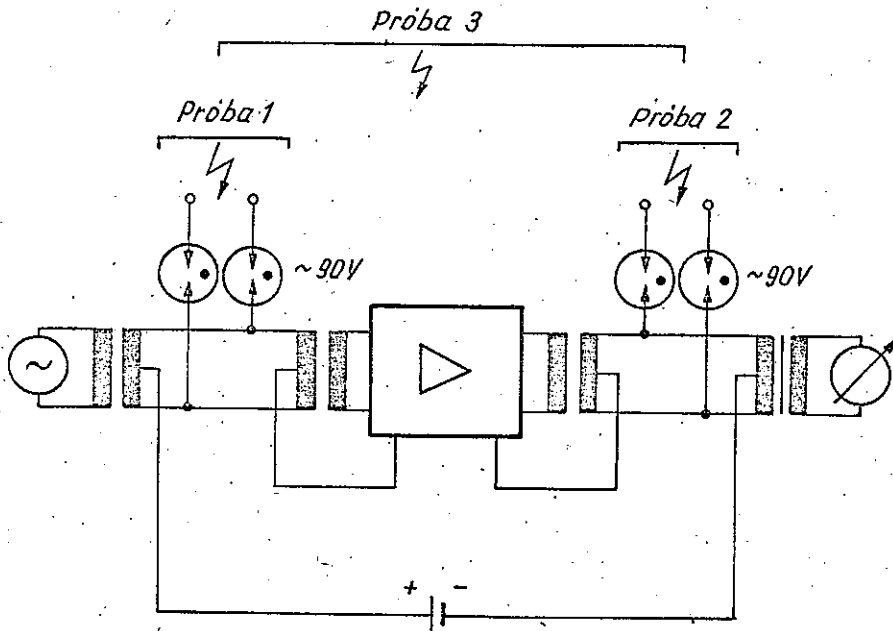


Rys. 16. Generator udarowy napięciowy /układ zasadniczy/

Udary należy przykładać poprzez odgromniki do następujących punktów /rys. 17/:

- próba 1: na wejście regeneratora przy zamknięciu wyjścia impedancją falową toru;
- próba 2: na wyjście regeneratora, przy zamknięciu wejścia impedancją falową toru;
- próba 3: udar napięciowy przyłożyć należy między zwarte zaciski wejściowe regeneratora i zwarte zaciski wyjściowe regeneratora - jedna para zwartych zacisków powinna być uziemiona.

Zasilanie regeneratorów powinno być włączone w czasie próby 1 i 2, a wyłączone przy próbie 3.



Rys. 17. Przykład układu do badania napięciem udarowym regeneratorów zdalnie zasilanych stosowanych na torach symetrycznych

Tablica 6

Charakterystyka udarów używanych do prób

Parametry udaru	Próby pełne			Próby niepełne		
	Próba 1 Próba 2	Próba 3	Próba 1 Próba 2	Próba 1 Próba 2	Próba 3	Próba 3
Kolumna	1	2	3	4		
Kształt udaru T_1/T_2 - rys. 15/ [μs]	10/700	10/700	100/700	100/700		100/700
Ładunek [w kulombach]	0,03	0,03	0,03	0,03		0,03
Napięcie szczytowe [kV]	1,5	1,5	1,5	1,5		1,5
Prąd zwarcia [A]	37,5	-	37,5	37,5		-
Prąd szczytowy w obwodzie zasilania [A]	-	37,5				37,5
C 2 /rys. 17/	0,2 μF	0,2 μF	2 μF	2 μF		2 μF
R3 /rys. 17/	25	25	25	25		25
Liczba udarów	10	10	2	2		2

6.3. Metody badań skuteczności ochrony regeneratorów przed zakłóceniami powodowanymi stałą obecnością przemiennych SEM wzdłużnych indukowanych przez linie elektroenergetyczne

Dla zapewnienia zadowalającej pracy regeneratora w obecności stałe indukowanych napięć energetycznych stopa błędów odcinka regeneratorskiego powinna spełniać wymagania dla odcinków traktu, gdy regeneratory są dołączone do typowych obwodów zdalnego zasilania i narażone na działanie:

- a/ napięcia przemiennego o częstotliwości prądu zakłócającego 50 Hz przyłożonego do : zacisków wejścia sygnału lub zacisków wyjścia sygnału; źródło tego napięcia przemiennego musi mieć w punktach dołączenia do obwodu badanego taką impedancję, aby nie zniekształcić w sposób istotny charakterystyki transmisyjnej toru;
- b/ prądu przemiennego o odpowiedniej jak wyżej częstotliwości nałożonego na prąd zdalnego zasilania regeneratora.

Największa dopuszczalna wartość, jaką napięcie przemienne wymienione w pkt. a/ może osiągnąć jest identyczna z dopuszczalnym napięciem indukowanym w odcinku zdalnego zasilania i może osiągać skuteczną wartość graniczną 150 V. Nałożony prąd przemienny jak w pkt. b/ jest maksymalnym prądem wytwarzanym w obwodzie zdalnego zasilania przez indukowane napięcie.

6.4. Badania regeneratorów

6.4.1. Próby pełne

Próby na zaciskach wejściowych i wyjściowych regeneratora powinny być przeprowadzone udarami o kształcie podanym w kolumnie 1 tablicy 6. W przypadku gdy stosowane odgromniki działają w powyższych warunkach, napięcie wyjściowe z generatora udarowego powinno być stopniowo zmniejszane aż do chwili przzerwania działania odgromników. Prób prądem przemiennym nie należy stosować.

Próby na zaciskach obwodu zasilania regeneratora powinny być przeprowadzone udarami o kształcie podanym w kolumnie 2 tablicy 6. Próby przeprowadzane prądem przemiennym polegają na spowodowaniu przepływu prądu przemiennego porównywalnego co do natężenia i częstotliwości z prądami przemien-

nymi, które mogą wystąpić w obwodzie zdalnego zasilania /patrz pkt. 6.3.b/. Wywoływany jest przepływ prądu między wejściem i wyjściem na czas 0,5 s. Próby te mogą być pominięte, jeśli narażenie regeneratorów i wyposażenia na działanie wzdlużnych sił elektromagnetycznych indukowanych przez linie elektromagnetyczne jest małe. Próby napięciem przemiennym indukowanym w sposób ciągły powinny być przeprowadzone zgodnie z pkt. 6.3.a.

W większości przypadków linie kablowe wraz z regeneratorami nie będą narażone na większe oddziaływania linii elektroenergetycznych. Próby te należy wykonywać tylko wtedy, gdy linie kablowe wraz z zainstalowanymi regeneratorami będą przebiegały w pobliżu linii elektroenergetycznych, stacji wysokich napięć lub słupów linii elektroenergetycznych.

6.4.2. Próby niepełne /odbiorcze/

Próby te są przeprowadzone na urządzeniu po jego zmontowaniu aby sprawdzić, czy ochrona działa właściwie. Próba jest w zasadzie mniej ostra niż próba pełna, a to w celu uniknięcia narażenia regeneratora na uszkodzenia.

Próby na zaciskach wejściowych i wyjściowych regeneratorów należy przeprowadzać przy wartościach podanych w kolumnie 3 tablicy 6.

Próby na zaciskach obwodu zasilania regeneratora należy przeprowadzać udarami o kształcie podanym w kolumnie 4 tablicy 6.

7. UWAGI DODATKOWE

Sposób zabezpieczenia urządzeń systemów cyfrowych zależy przede wszystkim od zastosowanych w tych urządzeniach elementów, tj. od ich wytrzymałości na przepięcia i przetężenia udarowe, chwilowe lub długotrwałe. Decydujące są tu elementy usytuowane w miejscach, do których mogą dojść fale przepięć od strony torów telekomunikacyjnych, a więc na wejściu i wyjściu regeneratorów, a także od strony toru zdalnego zasilania oraz zdalnej lokalizacji uszkodzeń. Zaleca się zatem, aby w tych miejscach konstruktorzy urządzeń umieszczali elementy bardziej odporne na przepięcia i o większej mocy. Pozwoli to na pewne uproszczenie układów zabezpieczających, na polepszenie skuteczności zabezpieczenia, zwiększając tym samym niezawodność urządzeń. Najrozsądniejszym kompromisem wydaje się przyjęcie ogólnych zaleceń dotyczących zabezpieczeń, zaprojektowanie układów według tych zaleceń i zbadanie ich skuteczności zgodnie z opisanymi tu metodami opartymi na Zaleca-

niach CCITT K.15, K.16 i K.17 /Księga Czerwona, Genewa 1984 r./. Należy ponadto zwrócić uwagę, aby elementy zabezpieczające nie pogarszały parametrów urządzeń chronionych.

WYKAZ LITERATURY

1. CCITT: Księga Czerwona, t. IX, Zalecenie K.15, K.16 i K.17. Genewa 1984.
2. Praca zbiorowa pod kierunkiem J. Szpejna: Wytyczne ochrony odgromowej telekomunikacyjnych kabli dalekosiężnych o powłokach metalowych. IŁ, Warszawa 1973.
3. Proga I.: Ankieta dotycząca sposobów zabezpieczania systemów cyfrowych 30- i 120-krotnych. IŁ, Warszawa 1979.
4. Proga I.: Sprawozdanie z opracowania, wykonania i badań układów zabezpieczających przed przepięciami pochodzenia zewnętrznego systemów TCK-30 i TCC-120. IŁ, Warszawa 1978.
5. Proga I.: Wstępne wytyczne zabezpieczeń systemów TCK-30 i TCC-120. IŁ, Warszawa 1977.
6. Proga I.: Wymagania techniczno-eksploatacyjne na zabezpieczenia przed przepięciami systemów TCK-30 i TCC-120. IŁ, Warszawa 1978.
7. Proga I.: Wymagania techniczno-eksploatacyjne na zakończenia i zabezpieczenia torów kablowych w sieci miejscowej i okręgowej, przeznaczonych dla systemów cyfrowych 24- i 30-krotnych. IŁ, Warszawa 1981.
8. Proga I.: Zabezpieczenia linii kablowych i urządzeń teletransmisyjnych od przepięć pochodzenia atmosferycznego. Problemy Łączności, nr 122, 1974.
9. Proga I.: Zestawienie odpowiedzi na ankietę dotyczącą sposobów zabezpieczania systemów cyfrowo-kodowych 30- i 120-krotnych od oddziaływań zewnętrznych. IŁ, Warszawa 1979.
10. Wymagania techniczno-eksploatacyjne na urządzenia końcowe i trakt liniowy systemu PCM-30. IŁ, Warszawa 1974.
11. Wytyczne o ochronie linii i urządzeń telekomunikacyjnych przed szkodliwym działaniem linii elektroenergetycznych i trakcji elektrycznej prądu stałego. IŁ, Warszawa 1974.

ISSN 0209-1046

