

Zabezpieczenia przepięciowe – odgromniki gazowane

Odgromniki gazowane są biernymi elementami elektronicznymi, zwierającymi, przez swoją niską rezystancję wewnętrzną, układ zabezpieczany w momencie wystąpienia przepięcia. Po zaniku przepięcia odgromnik automatycznie powraca do stanu wysokiej impedancji, wynoszącej kilka $G\Omega$. Wywodzi się z wykorzystywanej od dawna własności zapłonu łuku elektrycznego w szczelinie powietrznej wykorzystywanego od dawna i powszechnie w elektryce. W elektryce są one pierwszym stopniem ochrony odgromowej na wejściu zasilania do obiektów.

Duży poziom energii zakłóceń (przepięć) działające w krótkich odcinkach czasu w liniach sygnałowych i telekomunikacyjnych wymusił stosowanie elementu, który przejmuje na siebie energię przepięcia.

Równocześnie wyładowanie łukowe jest wewnątrz elementu, a napięcie zapłonu jest określone i powtarzalne. Wymagana jest też duża niezawodność i długi czas pracy bezawaryjnej. (ilość zadziałań).

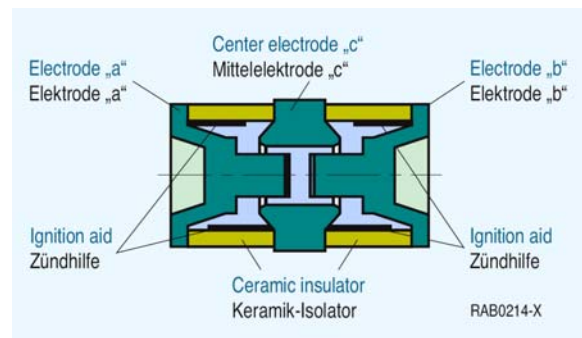
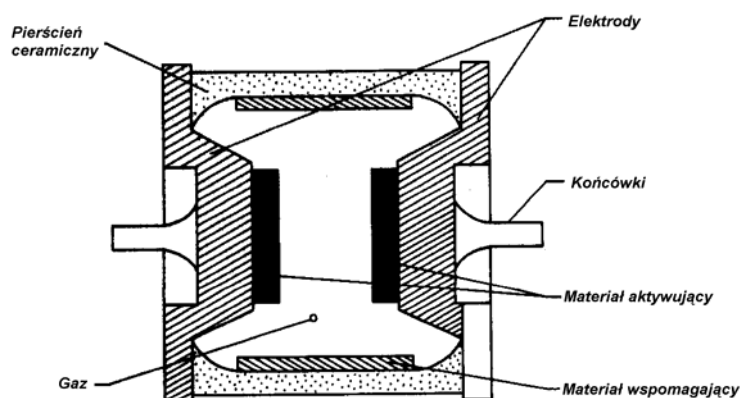
W literaturze obcojęzycznej odgromniki spotyka się pod nazwami: *surge arrester* (ang.), *Überspannungsableiter*, *Hochspannungsableiter* (niem.), *parasurtensions* (franc.).

Budowa.

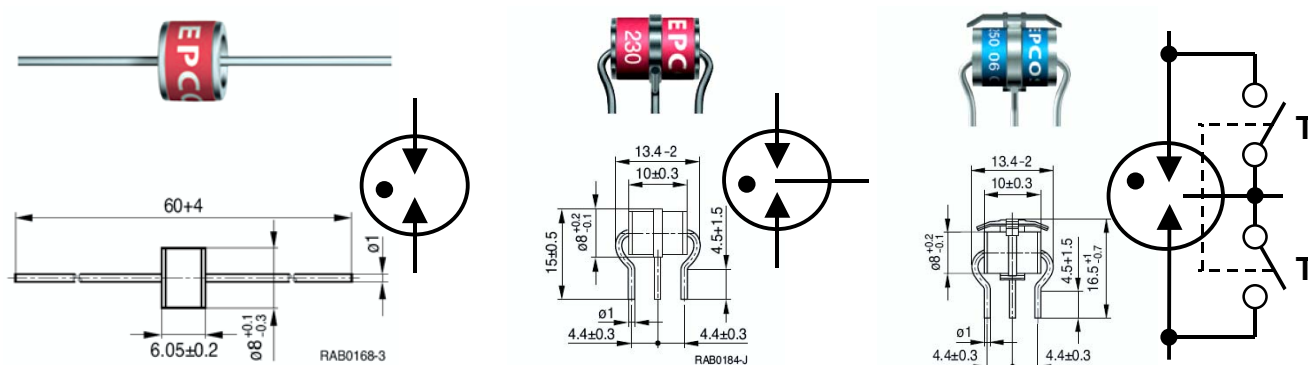
Współczesny odgromnik (pokazany na rys.1, rys.2 i rys.3) jest zbudowany najczęściej z ceramicznego pierścienia (komora) z dołączonymi do niego z obu stron metalowymi elektrodami. Pierścień z ceramiki lub szkła (materiał izolacyjny) gwarantuje zachowanie właściwej odległości międzyelektrodowej. Pierścienie izolacyjne wykonuje się ze specjalnej ceramiki, dzięki czemu odgromniki wytrzymują udary oraz wysokie temperatury wywołane przepięciami. Całość tworzy hermetycznie zamkniętą obudowę, zawierającą odpowiednio dobraną mieszaninę gazów, będącą pod ciśnieniem niższym od ciśnienia atmosferycznego. W skład mieszaniny gazów wchodzi między innymi argon, hel, wodór i azot. Hermetyczność odgromnika osiąga się drogą metalizacji powierzchni ceramiki w pobliżu styku z elektrodami. Do metalizacji jest stosowany mangan, do połączeń pomiędzy ceramiką a elektrodami spoiwa eutektyczne srebrowo-miedziowe. Ścianki wewnętrzne pierścienia ceramicznego są pokryte materiałem wspomagającym wyładowanie.

Materiał na elektrody jest dobierany stosownie do zastosowania odgromnika. Odgromniki przewodzące duże prądy, rzędu setek kiloamperów mają elektrody wykonane z tantalu lub wolframu, a w przypadku konieczności przewodzenia impulsów o długim czasie trwania stosuje się elektrody ze stopów miedzi i wolframu. Elektrody są pokryte materiałem aktywowującym o dużej emisyjności. Zapewnia to dużą szybkość działania i możliwość przewodzenia dużych prądów (cała powierzchnia elektrody w czasie wyładowania jest aktywna).

Początkowo popularne były też odgromniki o elektrodach zatopionych w bańce szklanej.



Rys. 1. Budowa typowego odgromnika dwuelektrodowego i trójelektrodowego (szkic).



Rys.2. Obudowy typowych odgromników i ich oznaczenie na schematach.

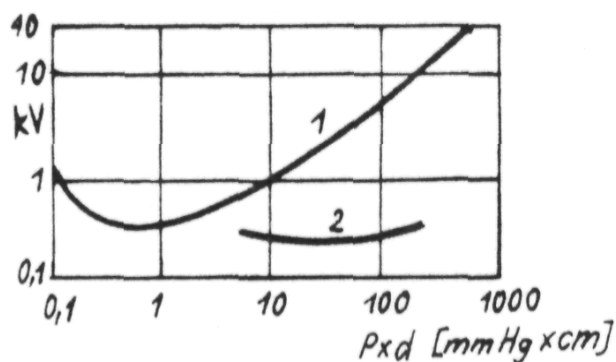


Rys.3. Widok różnych typów odgromników (różnych producentów).

Zasada działania.

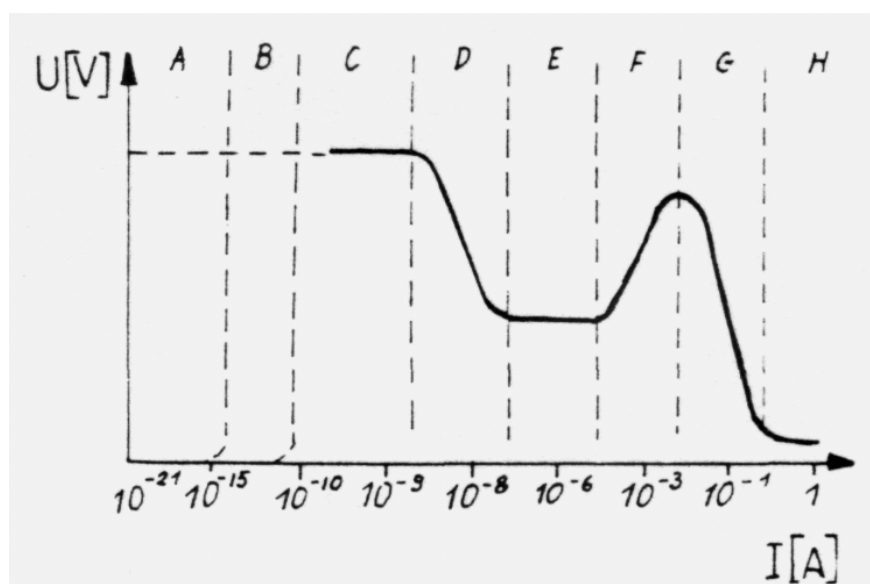
Działanie odgromnika polega na powstawaniu wyładowania łukowego pomiędzy jego dwiema elektrodami wewnątrz hermetycznej obudowy wypełnionej gazem szlachetnym. Charakterystyka prądowo-napięciowa odgromnika ma przebieg typowy dla elementów bistabilnych. Po przekroczeniu pewnej wartości napięcia na odgromniku, zwanej napięciem przebicia (wartość jego może wynosić od 75 do 10 000 V) następuje zmiana stanu objawiająca się zmniejszeniem rezystancji o kilka lub kilkanaście rzędów wielkości, do wartości kilkudziesięciu miliomów. Proces przełączania odgromnika jest bardzo szybki, trwa kilka nanosekund. W stanie małej rezystancji odgromnik może przewodzić prąd o natężeniu rzędu kiloamperów; spadek napięcia na nim wynosi wówczas zaledwie około 20 V. Po ustaniu działania pobudzenia odgromnik wraca do stanu wielkiej rezystancji, wynoszącej nawet kilkaset megomów.

Wielkość napięcia przebicia odgromnika, zależnie od rodzaju wypełniającego go gazu, określają krzywe Paschena (rys. 4), będące graficznym przedstawieniem zależności pomiędzy napięciem przebicia a liczba molekuł gazu znajdujących się pomiędzy jego elektrodami.



Rys. 4. Krzywe Paschena dla różnych gazów, 1 - powietrze. 2 - mieszanina neonu z argonem.

Na rys. 5 przedstawiono w uproszczonej formie zależność pomiędzy napięciem i prądem w komorze wyładowczej odgromnika. W obszarach charakterystyki, oznaczonych na rysunku literami A, B, C, ..., H występują zjawiska omówione poniżej.



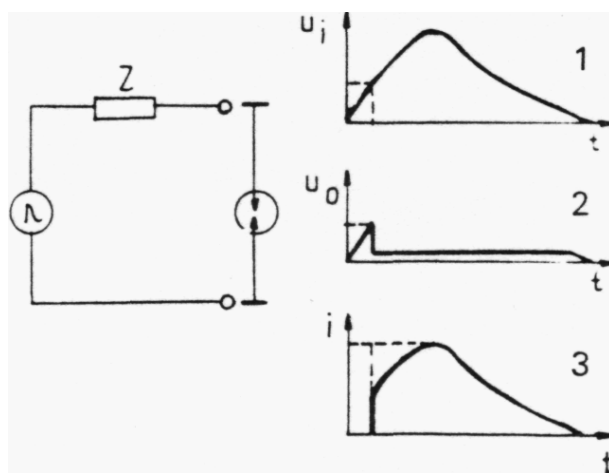
Rys. 5. Zależności między napięciem i prądem w komorze wyładowczej odgromnika.

- A** - w zakresie napięć poniżej napięcia przebicia gaz jest dobrym izolatorem, może przewodzić prąd rzędu pojedynczych pikoamperów: Ten prąd jest wywołany jonizacją gazu powodowaną między innymi przez promieniowanie kosmiczne i fotony o dużej energii. Powstaje pewna liczba wolnych elektronów,
- B** - liczba wolnych elektronów, które mogą być generowane przez wewnętrzne źródła, osiąga maksimum i określa wartość prądu nasycenia,
- C** - ze wzrostem natężenia pola elektrycznego elektrony otrzymują energię kinetyczną wystarczającą do wywoływania zderzeń nieelastycznych. Po osiągnięciu przez napięcie wartości odpowiadającej napięciu przebicia następuje wyładowanie niegasnące. Jest to tzw. wyładowanie Townsenda,

- D** - w raz ze wzrostem natężenia pola elektrycznego następuje masowa generacja wtórnych wolnych elektronów, powodująca zmniejszenie się napięcia międzyelektrodowego do wartości nazywanej napięciem jarzenia,
- E** - napięcie pomiędzy elektrodami jest określone przez spadek napięcia na katodzie, wywołany chmurą jonową mniej ruchliwych jonów. Przy wzrastającej wartości natężenia prądu wzrasta również pole powierzchni chmury. W efekcie gęstość prądu pozostaje bez zmian i napięcie jarzenia również nie zmienia się,
- F** - przy dalszym wzroście prądu powierzchnia chmury jonowej osiąga wartość maksymalną, równą powierzchni katody: napięcie zaczyna wzrastać. Jest to obszar nienormalnego wyładowania jarzeniowego,
- G** - całkowicie zjonizowany gaz zaczyna przewodzić coraz większy prąd. wartość napięcia międzyelektrodowego zmniejsza się coraz bardziej;
- H** - po przekroczeniu kolejnej wartości progowej natężenia pola elektrycznego napięcie pomiędzy elektrodami ustala się na poziomie 20...30 V. niezależnie od wartości przepływającego prądu. Prąd może osiągnąć natężenie nawet setek amperów. Ten zakres charakterystyki jest praktycznie wykorzystywany w pracy odgromników.

Mechanizm działania zabezpieczającego odgromnika jest następujący. Gdy doprowadzone do niego napięcie przekroczy określony poziom, następuje w nim wyładowanie łukowe obejmujące całą powierzchnię aktywowanych elektrod. Rezystancja wewnętrzna odgromnika gwałtownie maleje do kilkudziesięciu mΩ, a napięcie na jego zaciskach wynosi wtedy mniej niż 20 V. Cała moc zasilania oraz moc przepięcia odkłada się na rezystancji wewnętrznej źródeł (zasilania i przepięć) doprowadzeń, połączeń kablowych ew. dodatkowej dołączonej rezystancji. Na układzie zabezpieczanym występuje niewielkie napięcie rzędu kilkunastu volt. Po zaniku przepięć, również wyładowanie zanika samoczynnie, a odgromnik z powrotem stanowi przerwę w układzie i wprowadza jedynie pojemność własną, wynoszącą około 1 pF.

Zasadę działania układu zabezpieczającego przed przepięciami przedstawia rys. 6.



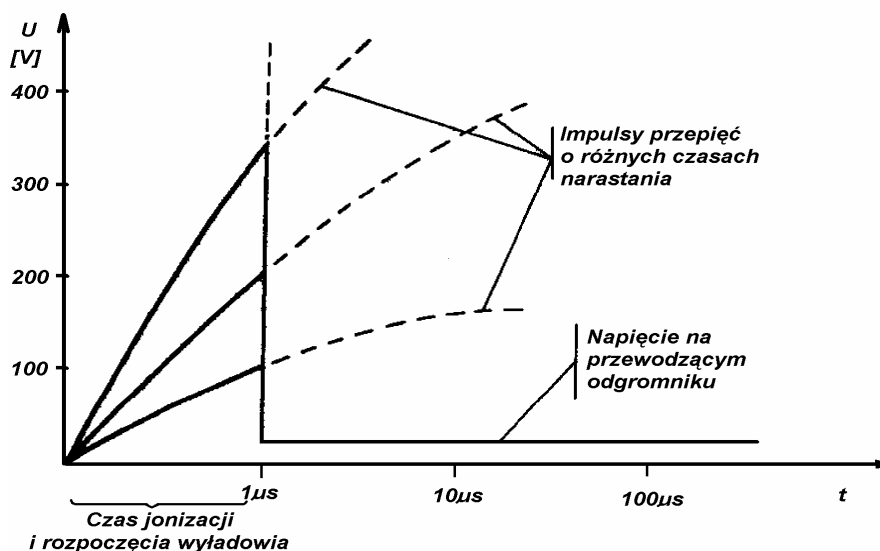
Rys. 6. Zasada zabezpieczania przy użyciu odgromnika wraz z przebiegami napięć:
 1 - bez odgromnika, 2 - z odgromnikiem i 3 - przebieg prądu.

Zużycie i uszkodzenie odgromnika następuje po przepływie przez niego co najmniej tysiąca kilkusetamperowych impulsów. Żywotność odgromników wydłuża się znacznie gdy przepływają przez niego słabsze impulsy prądowe. Uszkodzenie odgromnika wskutek zużycia następuje w ten sposób, że na powierzchniach elektrod narastają punktowo zgrubienia z materiału aktywującego, co w końcu doprowadza do trwałego zwarcia między elektrodami. W przypadku zużycia odgromnik nadal zabezpiecza układ przed przepięciami gdyż zwiera go na stałe.

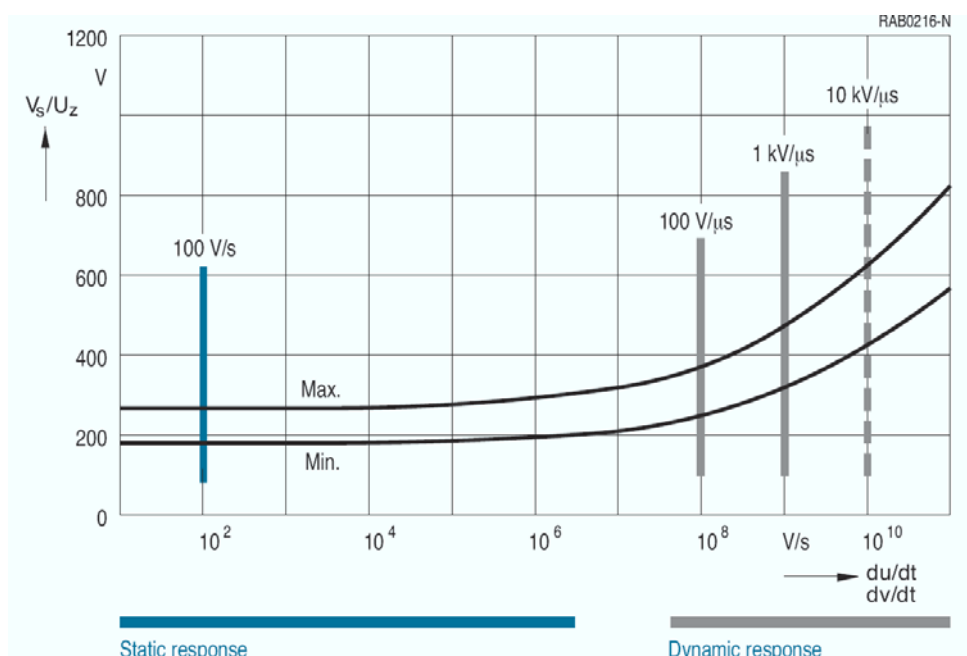
Parametry charakterystyczne odgromników

Własności odgromników charakteryzują następujące podstawowe parametry:

- **Statyczne napięcie przebicia U_{BK} (*DC breakdown voltage*).** Jest to wartość stałego lub wolnozmiennego napięcia (napięcie pobudzające narastało z szybkością do 500 V/s.), przy którym odgromnik przechodzi ze stanu wysokiej impedancji do stanu niskiej impedancji jakim jest wyładowanie łukowe. Wynosi najczęściej 70 ... 5500 V.
- **Dynamiczne napięcie przebicia I_{BKP} (*Impulse breakdown voltage*).** Jest to wartość napięcia przebicia, przy którym następuje w odgromniku wyładowanie łukowe, a napięcie pobudzające narastało z szybkością 100 V/ μ s. W odróżnieniu od napięcia statycznego amplituda tego napięcia szybko narasta. Do zjonizowania gazu i rozpoczęcia wyładowania łukowego w odgromniku jest wymagany pewien czas wynoszący od 0,8 do 3 μ s. W tym czasie doprowadzone do odgromnika napięcie wzrośnie do wielkości większej niż wartość statycznego napięcia przebicia. Na rys. 7 przedstawiono genezę zmian napięcia przebicia w zależności od szybkości jego narastania. Na rys. 8 przedstawiono zależność wzrostu wartości dynamicznego napięcia przebicia dla impulsów przepięć o różnej szybkości narastania. Im bardziej zbliżone są wartości statycznego i dynamicznego napięcia przebicia, tym lepszy jest odgromnik.



Rys. 7. Powstawanie zależność wartości dynamicznego napięcia przebicia od wartości przepięcia.



Rys. 8. Zależność wartości dynamicznego napięcia przebicia od szybkości narastania napięcia dla typowego odgromnika.

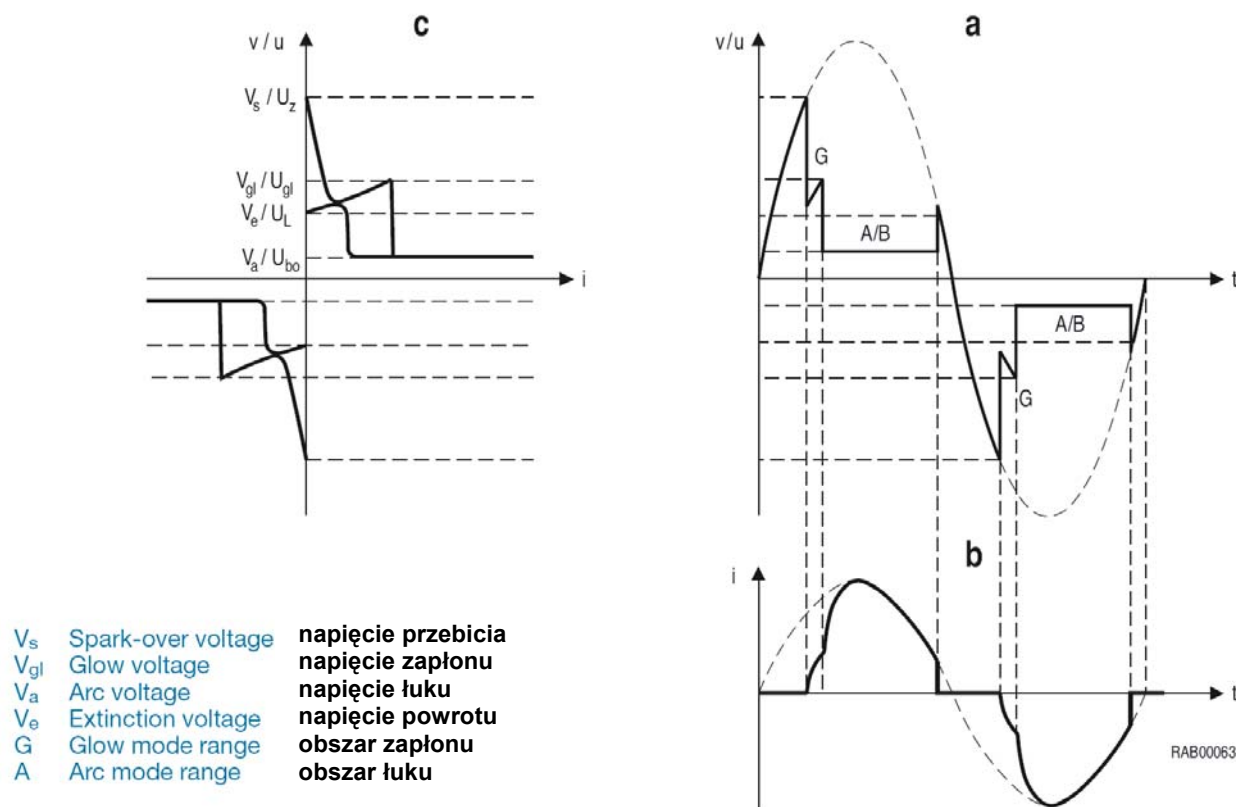
- **Maksymalny prąd wyładowania I_S (maximum surge current).** Parametr ten określa maksymalny dopuszczalny impuls prądu o parametrach znormalizowanych **8/20 μs** (8 μs, to czas narastania, 20 μs to czas połowicznego zaniku), który może wytrzymać odgromnik określoną liczbę razy bez pogorszenia swoich parametrów. Typowe wartości (*impulse discharge current 8/20 μs*) 20 -100 kA.
- **Maksymalny prąd zmienny I_{50} (maximum AC current).** Maksymalna wartość skuteczna prądu o częstotliwości sieci 50 Hz, który może być doprowadzony do odgromnika w postaci 10 impulsów 1-sekundowych; ponowienie próby następuje po 5 minutach. Typowe wartości (*alternating discharge current*) 1s - max. 20 A, 0.2s max. 300 A.

- **Maksymalny prąd podtrzymania I_F (*maximum follow-on current*).** Jest to maksymalne natężenie prądu przepływającego przez odgromnik dołączony do sieci napięcia zmiennego (w której występują przepięcia wywołujące wyładowanie łukowe w odgromniku), przy którym wyładowanie łukowe gaśnie samoczynnie w momencie, gdy chwilowa wartość napięcia zmiennego przechodzi przez zero. Gdy prąd płynący przez zapalony odgromnik przekroczy wartość maksymalnego prądu podtrzymania, wydzielona w odgromniku moc spowoduje jego przegrzewanie i może być przyczyną uszkodzenia. Im większa jest wartość prądu podtrzymania, tym lepszy jest odgromnik.

Prąd podążający jest to inaczej definiowany powyższy parametr. Jest to maksymalna wartość prądu przenoszonego przez odgromnik, w którym powstało wyładowanie łukowe wywołane połówką sinusoidalnego napięcia zasilającego. Ten prąd powoduje samogaszenie wyładowania w odgromniku w momencie przejścia przez zero napięcia zasilającego.

- **Czas życia odgromnika (liczba zadziałań) (*surge life*)** jest to maksymalna liczba impulsów (o natężeniu prądu 500 A, czasie narastania 10 μ s i czasie połowicznego zaniku 1000 μ s), po których odgromnik nie traci swoich właściwości elektrycznych. Dla większości odgromników ta liczba jest nie mniejsza niż 1000.
- **Napięcie łuku U_{ARC} (*arc voltage*)** jest to wartość napięcia na zaciskach odgromnika w trakcie wyładowania.
- **Napięcie powrotu U_H (*holdover voltage*)** jest to wartość napięcia, przy którym następuje samogaszenie wyładowania po uprzednim przepływie prądu o określonej wartości.
- **Napięcie wyładowania jarzeniowego U_{GL} (*glow voltage*)** jest to napięcie na odgromniku, przez który w trakcie wyładowania jarzeniowego przepływa prąd 10 mA.
- **Zakres temperatury pracy** - zazwyczaj - 65 ... +125°C.
- **Pojemność energetyczna** jest to maksymalna wartość natężenia prądu w określonych warunkach, np. 20kA dla impulsu 8/20 μ s (czas narastania - 8 μ s, czas połowicznego zaniku - 20 μ s).
- **Rezystancja własna (*insulation resistance*)** - zwykle $R > 100 \text{ G}\Omega$ przy $U = 100 \text{ V}$.
- **Pojemność własna (*capacitance*)** zwykle $C < 1 \text{ pF}$ przy $f = 1 \text{ MHz}$.

Typową charakterystykę prądowo-napięciową odgromnika przy pobudzeniu napięciem sieciowym przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Charakterystyka prądowo-napięciowa typowego odgromnika przy pobudzeniu napięciem sieciowym: a - napięcie na odgromnika, b - prąd odgromnika, c - wypadkowa charakterystyka prądowo-napięciowa.

Odgromniki trójelektrodowe.

Odgromniki trójelektrodowe, pokazane na rys.1, 2 i 3, to połączenie szeregowo dwóch odgromników jednobiegunowych z tym, że mają wspólną komorę wyładowczą, a środkowa elektroda ma postać pierścienia łączącego dwie połówki odgromnika. Tego typu odgromniki są stosowane np. do zabezpieczania symetrycznych linii telekomunikacyjnych. Środkowa elektroda jest łączona z uziemieniem układu. W takim odgromniku wyładowania są między elektrodą środkową a elektrodami bocznymi lub bezpośrednio między elektrodami bocznymi. Każdy z przewodów linii symetrycznej jest wtedy skutecznie zabezpieczony, zarówno przed przepięciami względem masy jak i względem siebie.

Zabezpieczenia zwarcia w odgromnikach.

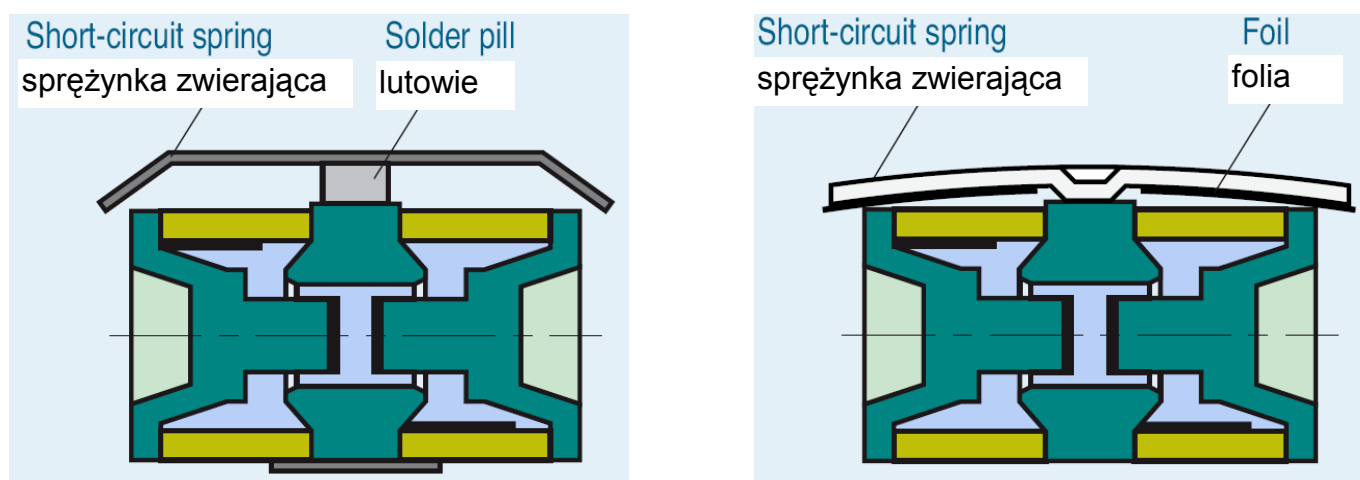
W sytuacji uszkodzenia typu zwarcia bezpośredniego linii transmisyjnej (sygnałowej, telekomunikacyjnej) z siecią energetyczną, odgromnik może przewodzić po zapłonie przez długi czas. Wówczas uszkodzi się z przegrzania. Potrzebne jest wówczas rozwiązanie ochrony odbiornika, najlepiej przez zwarcie linii.

Są stosowane dwa rozwiązania zabezpieczenia przed przegrzaniem odgromnika pokazane na rys.10.:

- Wykorzystuje się odstępnik wykonany z lutowia utrzymujący dystans do zacisków obu linii sprężynki połączonej z uziemieniem (odgromnik trójelektrodowy). Po przekroczeniu temperatury - z przegrzania - (powyżej 200°C) kostka lutowia topi się i napięta sprężynka zwiera obie linie do ziemi.
- Folia z tworzywa jest podkładką izolującą od obu linii sygnałowych sprężynkę zwierającą połączoną na stałe z zaciskiem uziemiającym. Kompozycja składu tworzywa jest tak dobrana, by zadziałała pomiędzy 140°C a 260°C (w zależności od składu).

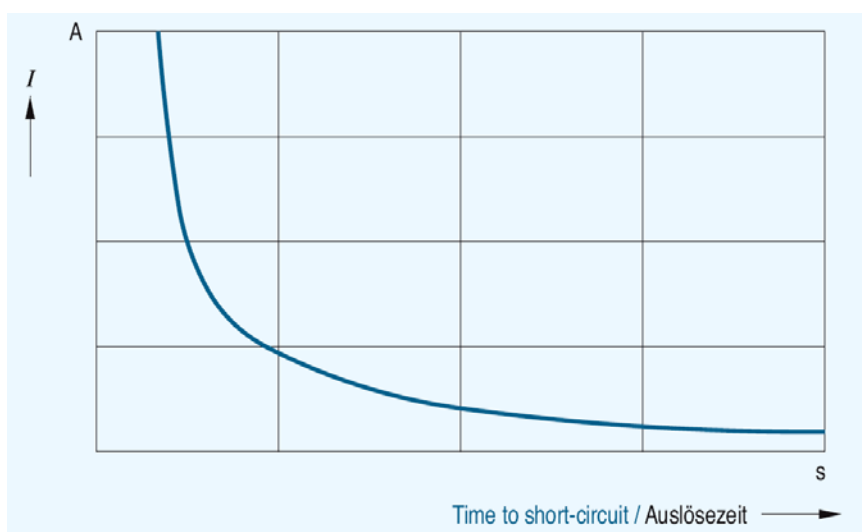
Zabezpieczenie termiczne nie powinno zadziałać w czasie typowego procesu lutowania elementu.

Wymaga to uwzględnienia zależności od procesów chłodzenia elementu.



Rys. 10. Zabezpieczenia przed przegrzaniem odgromnika.

Temperatura zadziałania jest zależna od prądu przepływającego przez odgromnik (kumulowanie energii) przykładową charakterystykę pokazano na rys. 11.



Rys. 11. Zależność czasu zadziałania zabezpieczenia od płynącego prądu.

Porównanie parametrów różnych typów odgromników

Parametry odgromników z kilku przodujących firm światowych przedstawia tabela 1.

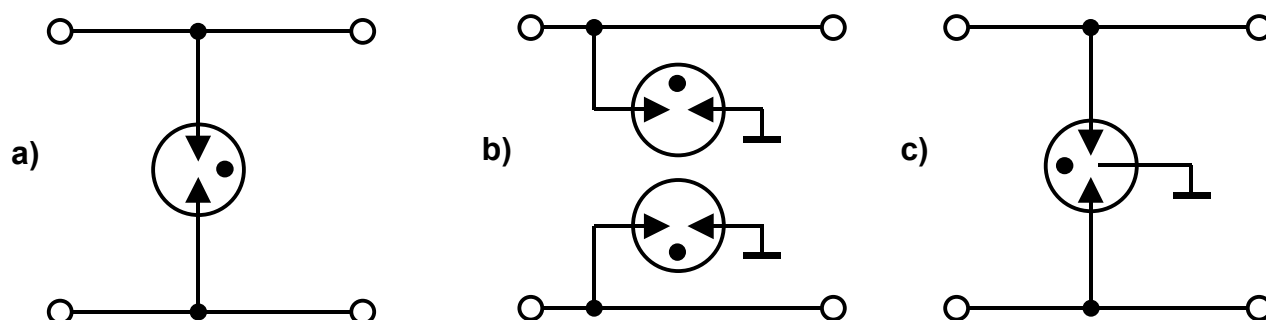
Typ odgromnika	Producent	U_{BK} [V]	U_{BKP} [V] 100V/ μ s	U_{BKP} [V] 1kV/ μ s	U_H [V]	I_F [A]	I_{50} [A]	I_S [kA]
CG 75L	CP Clare	75	400	600	55		20	10
CG2-230L	CP Clare	230	600	800	110	20	20	10
A80-A230X	Siemens	230	650				10	10
UE230	Cerberus	230		800			10	15
CG3-7,5L	CP Clare	7500	10000	12000		300	10	10
Q69-X433	Siemens	3000		4000			20	20

Tabela 1. Parametry wybranych odgromników dwubiegunowych.

Przykłady zastosowań odgromników

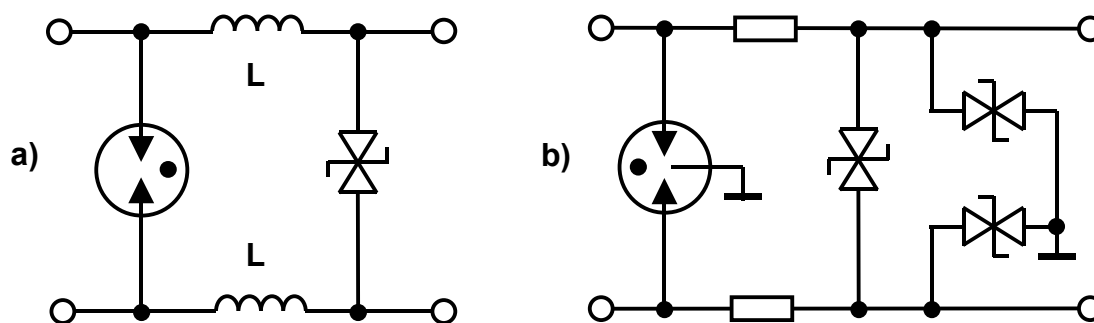
Zabezpieczenie linii sygnałowych i telekomunikacyjnych.

W przypadku linii sygnałowych (telekomunikacyjnych) zabezpieczamy je przed przepięciami pomiędzy nimi i względem potencjału odniesienia (uziemia), jak na rys.12. a) i b). Zamiast stosować trzy elementy zabezpieczające stosujemy opisane wcześniej odgromniki trójelektrodowe pokazane na rys. 12 c).



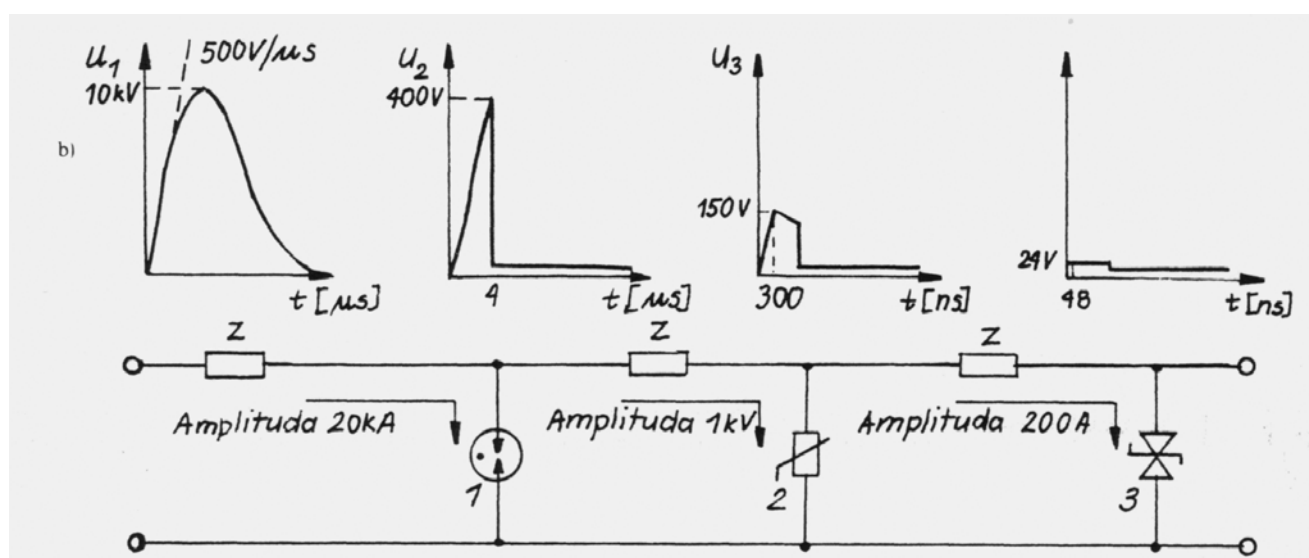
Rys.12. Odgromniki w zabezpieczeniu linii sygnałowych (dwuprzewodowych) : a) Zabezpieczenie międzyliniowe, b) zabezpieczenie względem potencjału odniesienia, c) zastosowanie odgromnika trójelektrodowego.

Odgromniki są pierwszym stopniem ochrony przepięciowej i przykładowe zastosowania pokazano na rys.13.



Rys.13. Przykład zastosowania odgromnika w zabezpieczeniu dwuprzewodowych linii transmisji: a) danych, b) z czujnika pomiarowego.

Wielostopniowe zabezpieczenie z zastosowaniem odgromników pokazano na rys. 14.

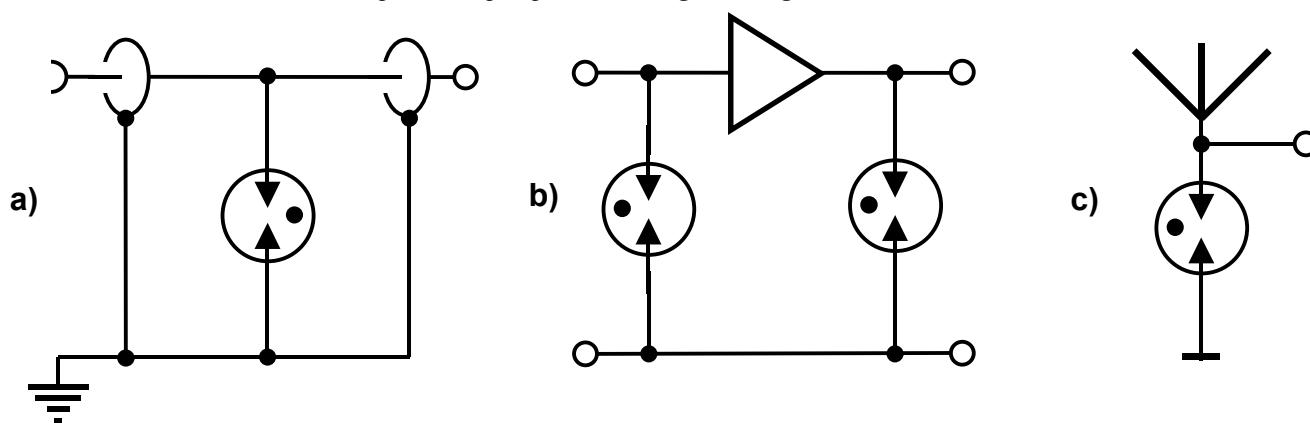


Rys.14. Przykład trójstopniowy układ zabezpieczający z zastosowaniem odgromnika:
1 – odgromnik, 2 - warystor, 3 - podwójna dioda ograniczająca.

Ochrona linii koncentrycznych i urządzeń wysokiej częstotliwości.

Odgromniki gazowe są również chętnie stosowane do ochrony linii koncentrycznych (np. telewizyjnych) przed przepięciami (rys. 15 a)), wejść i wyjść wzmacniaczy wysokiej częstotliwości (rys.15. b)).

Szczególnym zagrożeniem są anteny. Odgromniki zabezpieczają przed przepięciami wnoszonymi z anten (rys. 15. c)). Konstrukcja odgromników pozwala na przesyłanie sygnałów o wysokiej częstotliwości RF do 3000 MHz. Wysoką częstotliwość przesyłu zawdzięczają niskiemu poziomowi tłumienia. Mała jest pojemność własna odgromnika (rzędu $0,5 \div 1 \text{ pF}$) i rezystancja izolacji tych odgromników jest większa od $10 \text{ G}\Omega$ dzięki czemu nie zakłócają transmisji. W tym celu są konstruowane często jako elementy strojone. Można je zbudować w formie elementu przelotowego co pokazano na rys 16. Posiadają różne złącza tj: BNC, N, 7/16, UHF, F, TV.

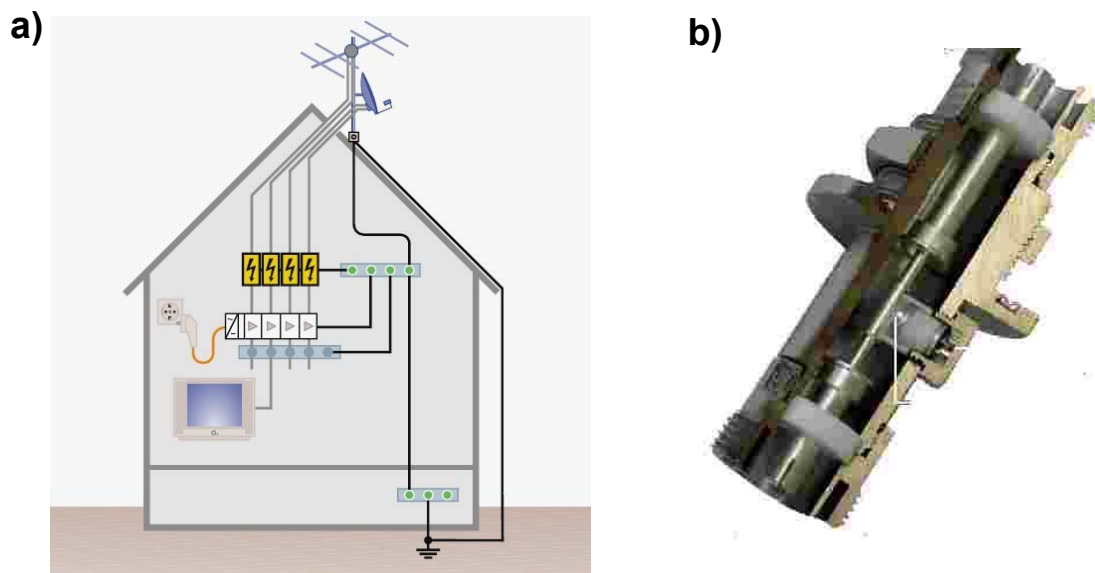


Rys.15. Przykład zastosowania odgromnika w zabezpieczeniu linii wysokiej częstotliwości.: a) linia koncentryczna, b) wzmacniacz wysokiej częstotliwości, c) antena.

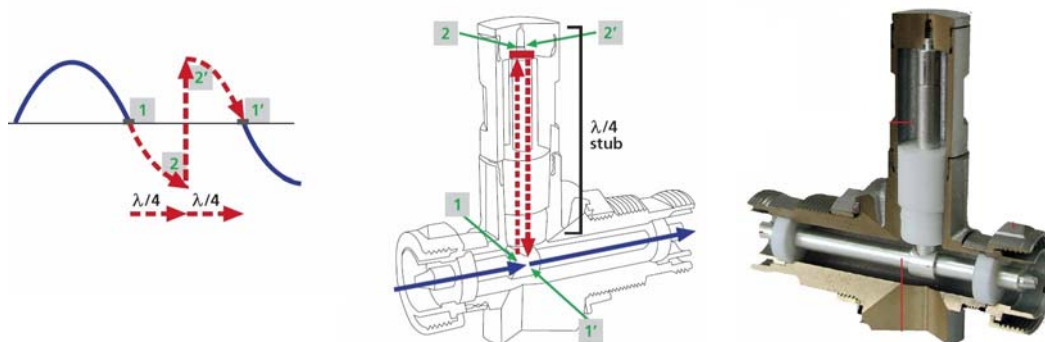


Rys.16. Odgromniki w zabezpieczeniu linii wysokiej częstotliwości – wykonania przelotowe.

W transmisji dużych mocy sygnału w.cz stosuje się ochronniki z wymiennym wkładem - odgromnikiem gazowanym (rys.17). Aby wzmocnić zabezpieczenie o selektywne właściwości ochronnika stosuje się je w wersji strojonej. (rys.18).



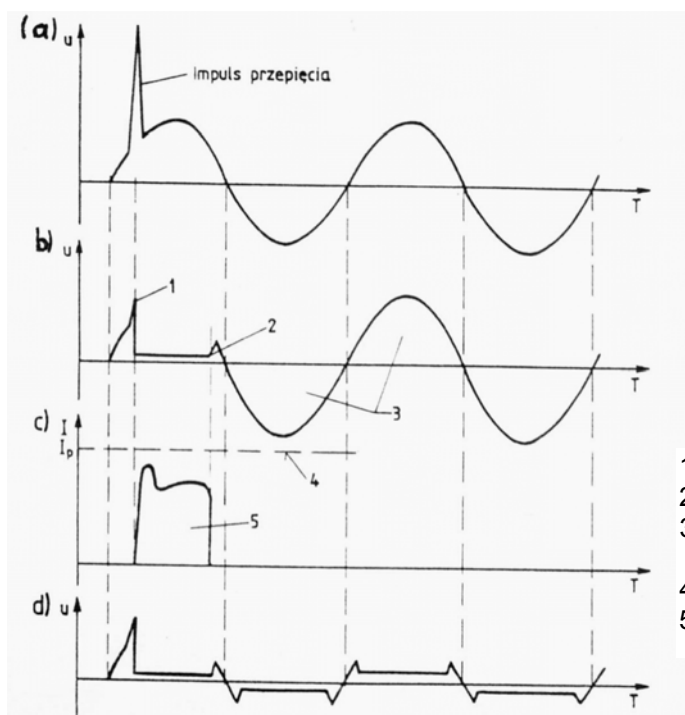
Rys.17. Odgromniki w zabezpieczeniu linii wysokiej częstotliwości - ochronnik z wymiennym odgromnikiem.



Rys.18. Odgromniki w zabezpieczeniu linii wysokiej częstotliwości: a) umieszczenie ochronnika w instalacji antenowej, b) ochronnik z wymiennym odgromnikiem.

Zabezpieczenie sieci zasilającej.

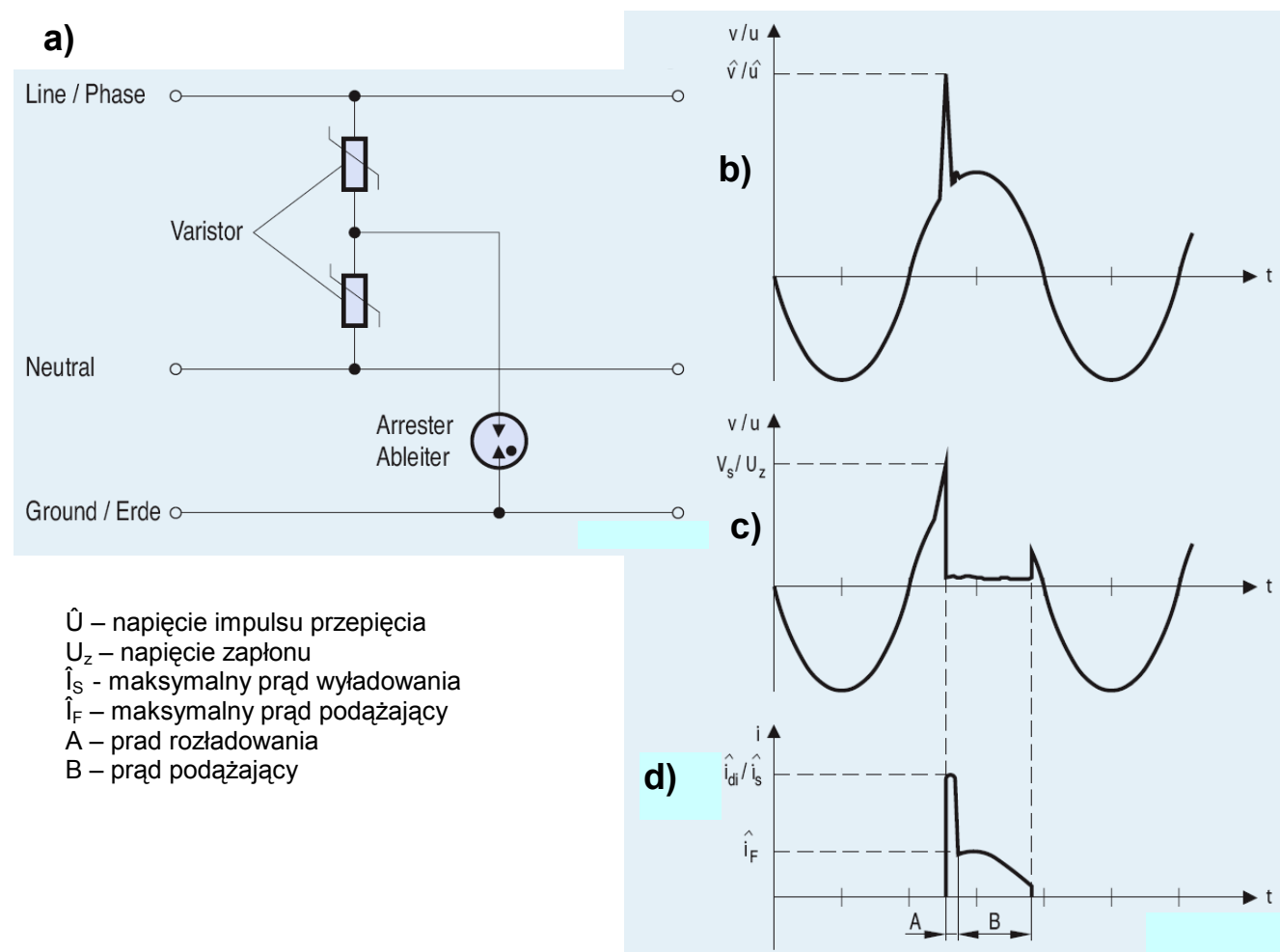
Odgromniki gazowane nie mogą być stosowane jako bezpośrednie zabezpieczenie przepięciowe w sieci zasilającej. Wynika to z małej rezystancji odgromnika po zapłonie. Spadek napięcia na odgromniku jest rzędu 20V, a prąd podążający jest ograniczony jedynie impedancją sumaryczną sieci i osiąga znaczne wartości (rzędu setek amperów). Na impedancję składają się wszystkie składowe: od impedancji transformatora, przez przewody, wyłączniki na bezpiecznikach kończąc. O ile prąd podążający (po wyładowaniu) nie przekracza dopuszczalnej wartości, to wyładowanie kończy się przy przejściu przez zero sinusoidy sieci (rys. 19. b i c)). Przy prądzie podążającym większym niż katalogowo dopuszczalny, odgromnik nagrzewa się od samoistnego wyładowania przy następnych połówkach sinusoidy sieciowej (rys.19 d)). Przy braku bezpiecznika może być to powodem uszkodzenia odgromnika a także innych konsekwencji w instalacji sieciowej.



- 1 - przekroczenie napięcia przebicia
- 2 – zgaszenie wyładowania
- 3 – w tych półokresach nie występują samoistne wyładowania
- 4 – dopuszczalny prąd podążający odgromnika
- 5 – impuls prądu płynący przez odgromnik

Rys.19. Napięcie i prąd w sieci zasilającej z włączonym odgromnikiem: a) napięcie z impulsem przepięcia, b) napięcie, gdy nie przekroczono dopuszczalnej wartości prądu podążającego, c) przebieg impulsu prądu płynącego przez odgromnik, d) napięcie, gdy przekroczono dopuszczalny prąd podążający odgromnika.

Zabezpieczeniem przed powyższą sytuacją jest umieszczenie w szereg z odgromnikiem warystora ograniczającego prąd podążający. Układ i przebiegi pokazano na rys. 20. Odgromniki gazowane mogą być stosowane w ochronnikach przepięciowych (ang. SPD Surge Protective Devices) zgodnie z normą EN/IEC 61643-11 (class I, II or III).

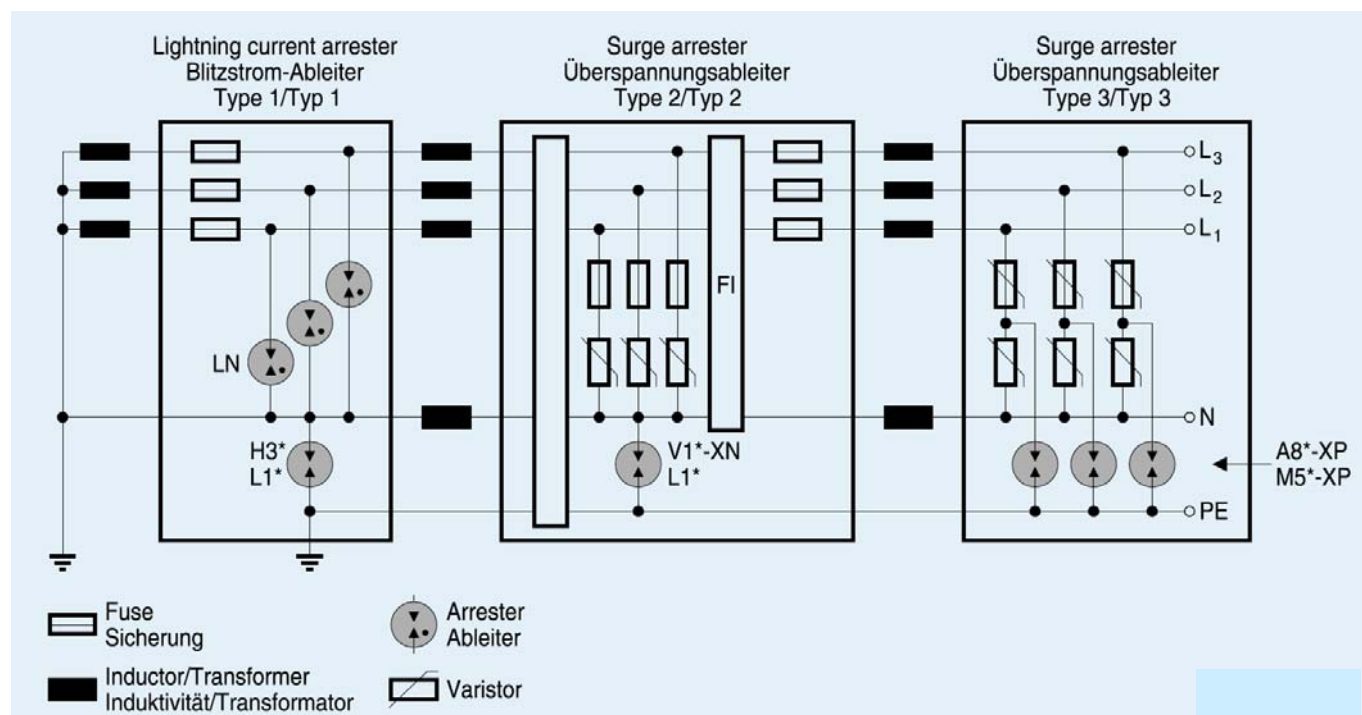


Rys. 20. Zastosowanie odgromników gazowanych w sieciach zasilających: a) układ z warystorami ograniczającymi prąd płynący przez odgromnik, b) napięcie sieci i impuls przepięcia, c) napięcie sieci po zapłonie odgromnika, d) prąd płynący przez odgromnik i warystor.

Odgromniki piorunowe

Na wejściu instalacji elektrycznej do budynków umieszczamy odgromniki, które powinny sprowadzić prąd wyładowania atmosferycznego lub napięcia przez nie indukowanego do ziemi ochronnej z każdego przewodu. W układach sieciowych TT i TN-C-S odgromniki te, nazywane iskiernikami N-PE (ang. N-PE

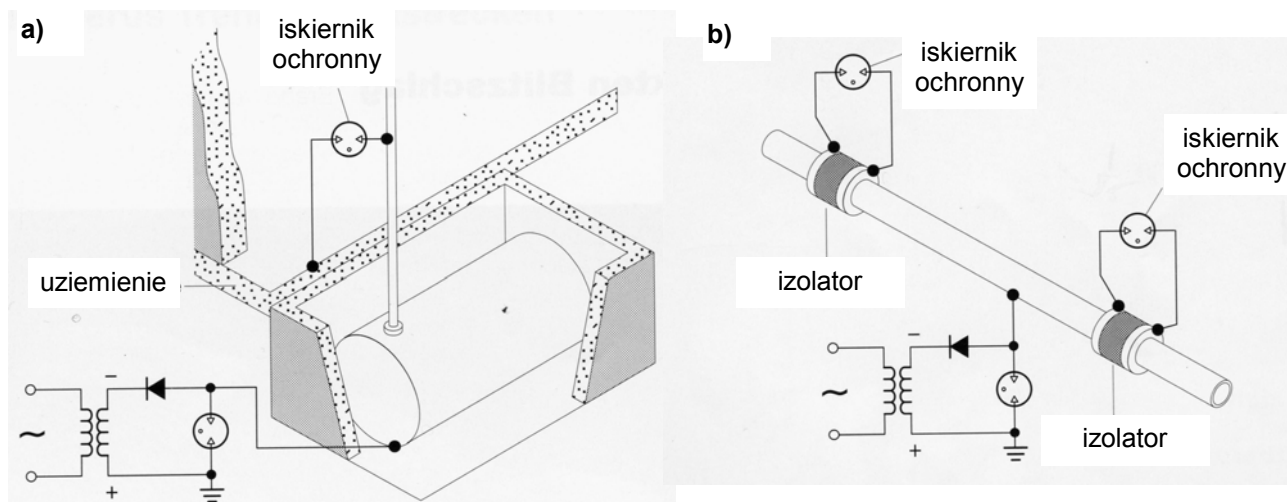
arrester), są umieszczane pomiędzy przewodami N i PE. Wielkość prądu wyładowania zależy od wymagań danej lokalizacji i klasyfikacji budynku. Typowe parametry tych odgromników to wytrzymałość na prąd 50, 75 lub 100kA przebiegu impulsowego 10/350 μ s (wg normy DIN VDE 0185-305), a także prąd impulsowy indukowany przez wyładowania 8/20 μ s o maksymalnej wartości do 150kA. Innym ważnym parametrem jest maksymalny prąd podążający. Typowa wartość to 100A w półokresie napięcia sieci. Norma PN-EN 61643-11 i inne określają wymagania i metodologie badań ochronników. Przykład zastosowania odgromników we wszystkich stopniach ochrony przepięciowej pokazano na rys. 21.



Rys. 21. Wielostopniowa ochrona przepięciowa linii zasilającej z zastosowaniem odgromników.

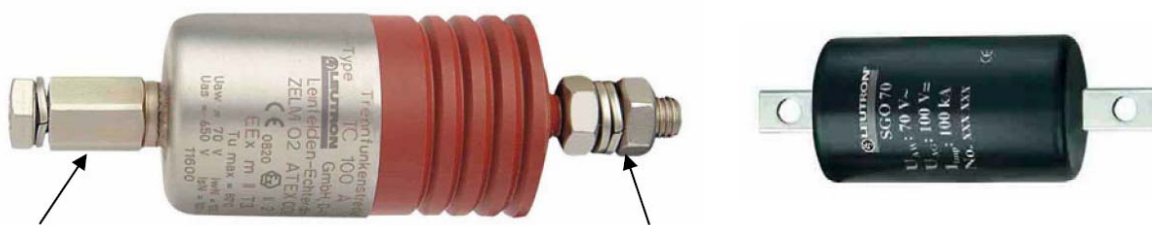
Odgromniki zabezpieczające przed porażeniem

W urządzeniach, których ze względów eksploatacyjnych nie można połączyć z uziemieniem ochronnym (np. przy antykorozyjnej ochronie katodowej) stosuje się specjalny rodzaj odgromników nazywanych iskiernikami ochronnymi. Stanowią ochronę przeciwporażeniową przed pojawieniem się napięć niebezpiecznych na tych urządzeniach zwierając je do ziemi po przekroczeniu pewnej wartości. Odgrywają także one ważną rolę w wyrównywaniu potencjałów między systemami uziomów, które z podobnych powodów nie mogą być wprost uziemione. Przykład umiejscowienia iskierników ochronnych dla rurociągów i zbiorników podziemnych z ochroną katodową pokazano na rys. 22.



Rys.22. Zastosowanie iskierników ochronnych dla zbiorników podziemnych (a)) i rurociągów (b)) z ochroną katodową.

Na rys. 23. pokazano typowe rozwiązania iskierników ochronnych.



Rys.23. Typowe rozwiązania iskierników ochronnych.