

Cykl powyższy jest wykonywany jedynie dla prądu wyłączeniowego równego znamionowemu prądowi wyłączalnego wyłącznika. Próbę tę przeprowadza się na wyłączniku, który przeszedł z wynikiem dodatnim próbę wyłączania prądów zwarciovych.

Próba w szeregu SPZ jest szczególnie istotna dla wyłączników cieczowych, gdzie warunek odzyskania przez komorę w ciągu krótkiego czasu przerwy bezprądowej zdolności ponownego wyłączenia pełnego prądu zwarciovego jest w wielu przypadkach trudny do spełnienia.

4. Dla wyłączników, które charakteryzują się występowaniem obszaru prądów krytycznych wykonuje się próby stwierdzające zdolność ich wyłączania w tym obszarze. Pod pojęciem prądu krytycznego rozumie się taką wartość prądu, przy wyłączaniu której występuje najdłuższy czas łukowy.

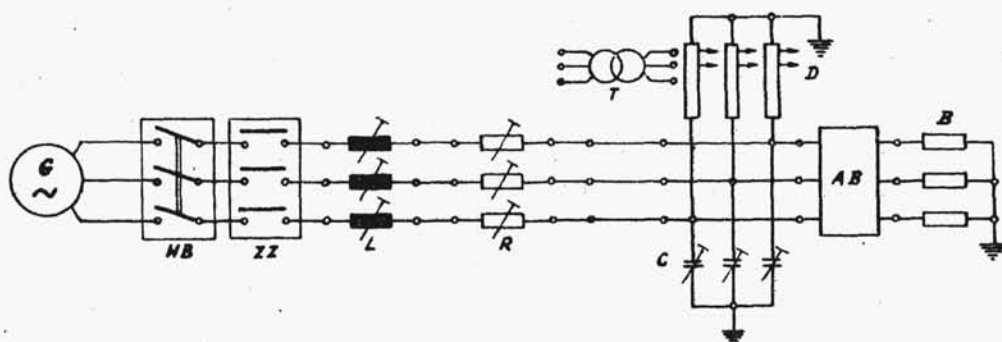
Prądy krytyczne występują w wyłącznikach pełno- i małoolejowych, przy czym wartości ich zależne są od konstrukcji komory wyłącznika (dla wyłączników małoolejowych zakres prądów krytycznych wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset A). Wyznaczenie analityczne prądów krytycznych jest praktycznie niemożliwe, z uwagi na złożoność i różnorodność czynników wpływających na ich wartość. Pozostaje zatem eksperymentalna droga wyznaczania prądu krytycznego, co łączy się z przeprowadzaniem badań w określonym zakresie prądowym. Warunki przeprowadzania prób prądu krytycznego ustalane są szczegółowo przez normy.

1.1.2. Układy probiercze do badania zdolności łączenia łączników w.n.

1.1.2.1. Układy probiercze do prób bezpośrednich

Wymienione w poprzednim punkcie próby zdolności łączenia powinny być przeprowadzane w układach probierczych, które zapewniają spełnienie określonych wymagań. Przykładowy układ probierczy do prób bezpośrednich przedstawiono na rys.1. Źródłem mocy jest tutaj prądnica zwarciova (G). W przypadku prób aparatu o napięciu znamionowym wyższym od napięcia prądnicy, stosuje się w układzie transformator podwyższający. Do nastawiania wartości prądu w obwodzie służą dławiki bezrdzeniowe L. Za pomocą oporników R nastawia się wartość $\cos \varphi$ obwodu. Obydwa powyższe elementy umieszczone są zwykle bezpośrednio w

obwodzie prądnicy (rys.1) i posiadają izolację główną odpowiadającą napięciu znamionowego prądnicy zwarciowej.



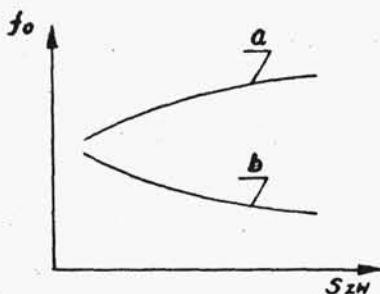
Rys.1. Schemat ideowy układu do prób bezpośrednich: G - prądnica zwarciowa, WB - wyłącznik bezpieczeństwa, ZZ - załącznik zwarciowy, L - dławiki do nastawiania prądu, R - oporniki do nastawiania $\cos \varphi$, T - transformator zwarciowy podwyższający, C - bateria kondensatorów do nastawiania częstotliwości drgań własnych, AB - aparat badany, B - boczniki do pomiaru prądu, D - dzielniki do pomiaru napięcia

Bateria kondensatorów C służy do nastawiania wartości częstotliwości drgań własnych obwodu, przy czym powiększenie C powoduje malenie częstotliwości drgań własnych f_0 . Nastawianie częstotliwości drgań własnych jest konieczne w przypadku prób przy większych wartościach mocy zwarciowej. Jak wynika bowiem z porównania charakterystyk $f_0 = F(S_{zw})$ - rys.2 dla rzeczywistego układu elektroenergetycznego oraz dla układu probierczego zasilanego z prądnicy zwarciowej, przebiegają one w ten sposób, że dla większych wartości mocy zwarciowej naturalna częstotliwość drgań własnych obwodu probierczego jest wyższa od wymaganej. Zmniejszenie naturalnej częstotliwości obwodu do wartości wymaganej odbywa się przez odpowiedni dobór pojemności C.

Aparatem zabezpieczającym układ probierczy i wyłączającym go w przypadku nieprawidłowego działania łącznika badanego jest wyłącznik bezpieczeństwa WB. Załączanie obwodu odbywa się przy pomocy załącznika zwarciowego ZZ, który współpracując z wybiornikiem fazowym umożliwia załączanie obwodu w dowolnie wybranej fazie w odniesieniu do napięcia zasilającego. Do pomiaru napię-



cia stosowane są dzielniki napięcia, do pomiaru prądu najczęściej boczniki bądź przekładniki.



Rys.2. Zależność częstości drgań własnych układu od mocy zwarcia $f_0 = F(S_{zw})$ dla:

a - układu probierczego zasilanego z prądnicy zwarciowej, b - rzeczywistego układu elektroenergetycznego

Opisany układ probierczy pozwala na przeprowadzanie wszystkich wymienionych prób łączalności zwarciowej, roboczej i w warunkach specjalnych. W tym ostatnim przypadku układ musi być uzupełniany wyposażeniem dodatkowym (np. pojemności szeregowo, linie długie, transformatory w stanie jałowym).

Próby zdolności łączenia mogą odbywać się w trójfazowych bądź jednofazowych obwodach probierczych, przy czym przy stosowaniu obwodu jednofazowego należy dokładnie rozważyć odpowiedniość warunków probierczych.

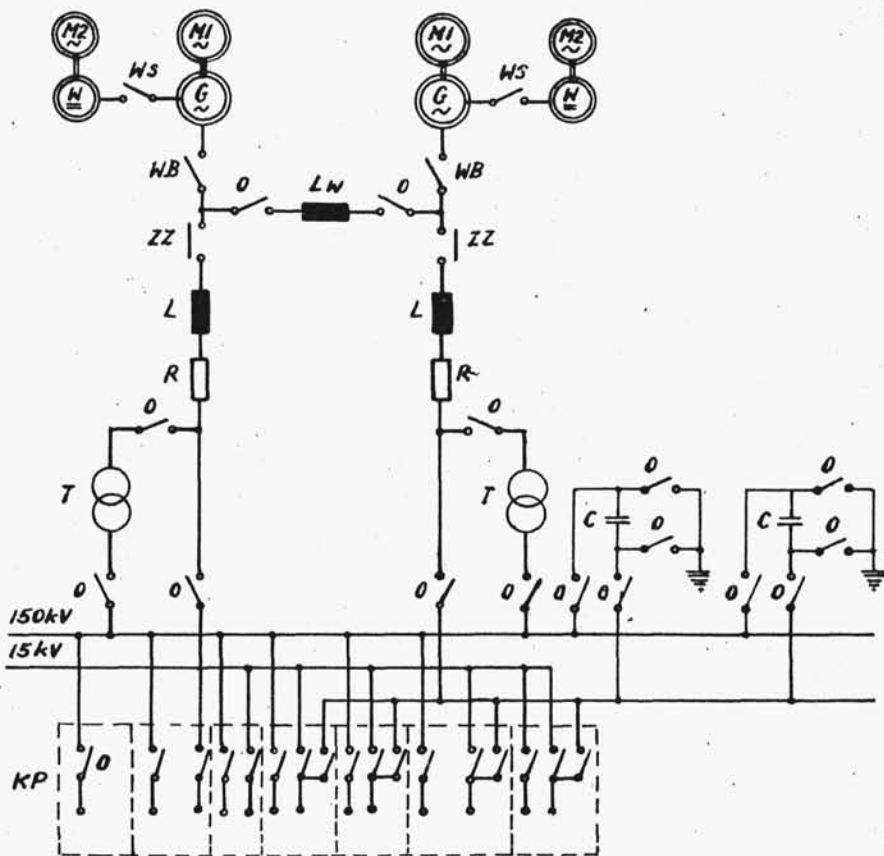
Jest to szczególnie ważne dla tych rodzajów wyłączników, dla których o warunkach wyłączania decyduje wydzielona w łuku energia (wyłączniki małoolejowe). Ponadto w próbie jednofazowej należy zapewnić odpowiednią wartość składowej podstawowej napięcia powrotnego (50 Hz) tj. taką, jak dla pierwszego bieguna wyłączającego w obwodzie trójfazowym ($U_{po} = 1,5 E_m$). Próby jednego bieguna są prowadzone przede wszystkim dla wyłączników najwyższych napięć, to jest w tych przypadkach, kiedy napięcie znamionowe transformatorów podwyższających nie pozwala na prowadzenie prób trójfazowych. Pewnego wyjaśnienia wymaga jeszcze sprawa możliwości probierczych przy próbach jednofazowych.

Jeśli układ probierczy posiada moc zwarciową trójfazową $S_{3f} = 3U_f J$, to przy zwarcu dwufazowym dysponujemy w przybliżeniu mocą $S_{2f} = \sqrt{3} U_f \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot J = \frac{1}{2} S_{3f}$. Próba wyłącznika w obwodzie jednofazowym musi odbywać się przy napięciu $1,5U$, stąd odpowiadająca próbie jednobiegunowej moc trójfazowa (symetryczna) wyniesie

$$S_{wyl} = \frac{3 \cdot S_{2f}}{1,5} = S_{3f}.$$

Oznacza to, że w układach jednofazowych możliwe są próby wyłączników o mocach wyłączalnych nie przekraczających mocy zwarciovych układów probierczych.

Opisane powyżej układy probiercze do prób bezpośrednich realizowane są w tak zwanych stacjach wielkiej mocy. Odróżnia się stacje wielkiej mocy, w których źródłem energii są prądnice specjalnie przewidziane do tego celu (stacje takie noszą często nazwę generatorowych) oraz stacje sieciowe, w których



Rys. 3. Ideowy schemat Stacji Wielkiej Mocy f-my ASEA (Ludvika): M1, M2 - silniki napędowe prądu zmiennego, G - prądnica zwarciova, W - wzbudnica generatora zwarciova, LW - dławik wyrównawczy do pracy równoległej, L, R - elementy nastawcze obwodu zwarciova, T - transformatory zwarciove podwyższające, O - łączniki izolacyjne, Ws - wyłączniki prądu stałego, C - bateria kondensatorów do regulacji f_0 , KP - komory probiercze

źródłem mocy jest układ elektroenergetyczny. W chwili obecnej istnieje w Europie kilkanaście stacji generatorowych, przy czym są to przeważnie układy dwumaszynowe tzn. złożone z 2 prądnic z możliwością pracy równoległej. Moc zwarciowa istniejących obecnie stacji waha się w granicach 2000 ... 5000 MVA (moc stacji polskiej w I.El. wynosi ok. 2500 MVA).

Na rys.3 przedstawiono przykładowo ideowy schemat stacji wielkiej mocy f-my ASEA - Szwecja o maksymalnej mocy zwarciowej 3500 MVA. Na schemacie poza elementami oznaczonymi na rys.1 przedstawiono silniki napędowe M1 oraz wzbudnice W. Silnik napędowy ma za zadanie doprowadzenie prądnicy do obrotów znamionowych i przejęcie obciążenia wzbudzenia. Podczas próby silnik jest odłączony od sieci, a energia wydzielona w obwodzie zwarciowym pobierana jest kosztem energii mas wirujących układu. Pozwala to na wydatne zmniejszenie mocy silnika napędowego; przykładowo dla generatora o mocy ciągłej 180 MVA moc silnika wynosi zaledwie 3 MW. Wzbudnica W w warunkach pracy zwarciowej ma za zadanie poza wzbudzeniem generatora do napięcia o określonej wartości, utrzymanie możliwie stałej wartości napięcia podczas trwania próby.

Osiąga się to metodą tzw. wzbudzenia udarowego po uprzednim ustawieniu żądanej wartości napięcia, bądź też przez wykonywanie próby podczas wzbudzania generatora.

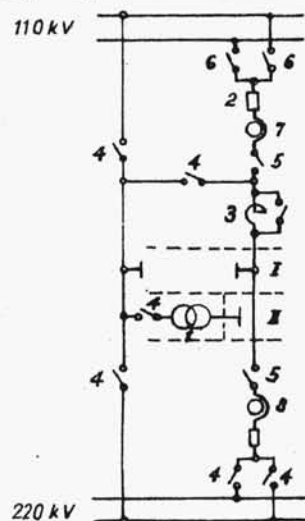
Stacje sieciowe są stosunkowo mniej rozpowszechnione, ale zyskują coraz większą popularność. Niewątpliwą ich zaletą jest możliwość uzyskania większych, niż w przypadku zwarciowni maszynowych, wartości mocy zwarciowych (do ok. 10 000 MVA dla stacji istniejących). Ideowy schemat stacji sieciowej przedstawiono na rys.4. Aparaty na napięcie 110 kV i powyżej badane są bezpośrednio w sieci. Nastawianie wartości prądu odbywa się za pomocą dławików włączonych bezpośrednio w obwód probierczy (są to najczęściej dławiki konstrukcji wiszącej) oraz przez zmianę konfiguracji sieci. Dla prób przy napięciach < 110 kV stosuje się specjalne transformatory obniżające. W przypadku prób bezpośrednich w układzie ze skutecznie uziemionym punktem zerowym, niedopuszczalne jest z uwagi na wymagania dotyczące napięcia powrotnego, uziemianie punktu zerowego miejsca zwarcia. Jest to niedogodne ze względu na brak możliwości stoso-

wania boczników. Niedogodność ta nie występuje przy próbach prowadzonych przy napięciach niższych, wykonywanych za transformatorem obniżającym, gdzie istnieje możliwość nieuziemiańcia punktu zerowego transformatora, a tym samym uziemiania punktu zerowego obwodu probierczego za aparatem badanym.

1.1.2.2. Układy probiercze do prób pośrednich

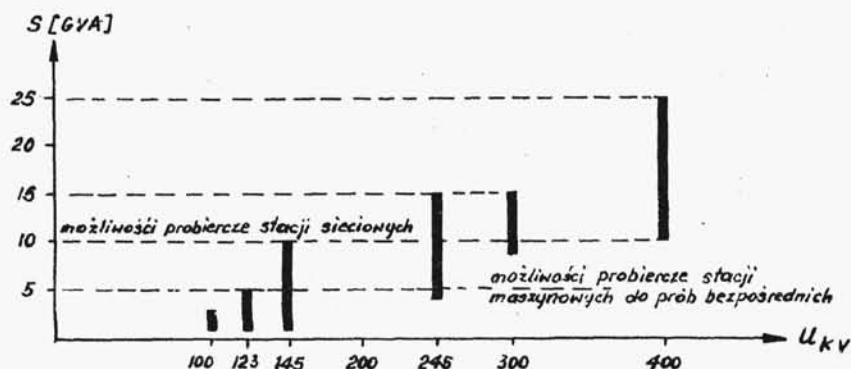
Wobec gwałtownego w ostatnich latach rozwoju układów elektroenergetycznych i towarzyszącego temu wzrostowi mocy zwarciowych, powstaje bardzo istotne zagadnienie możliwości probierczych laboratoriów wielkiej mocy. Sprawa ta łączy się ściśle ze sprawami gospodarczymi, dotyczącymi kosztów budowy laboratoriów do prób bezpośrednich. Ogólne tendencje jakie przeważają obecnie w tej sprawie, zdążają w kierunku poszukiwania nowych metod badań. Na rys.5 przedstawiono wymagane przez IEC zakresy mocy wyłączalnej wyłączników dla różnych napięć znamionowych. Z zależności przedstawionych na rysunku wynika, że zapewnienie możliwości prób bezpośrednich, szczególnie dla wyłączników najwyższych napięć, jest praktycznie niemożliwe. Rozbudowa laboratoriów maszynowych do poziomu najwyższej wymaganej mocy jest bowiem nierealna zarówno ze względów technicznych jak i gospodarczych.

Istniejące stacje sieciowe nie są w stanie zapewnić również wymaganych wartości mocy. Należy bowiem pamiętać, że wymagane wartości maksymalnej mocy wyłączników określone są obecnie z pewnym wyprzedzeniem w stosunku do mocy zwarciowej w istniejących układach elektroenergetycznych.



Rys.4. Ideowy schemat sieciowej stacji wielkiej mocy: 1-transformator zwarciowy, 2-wyłącznik bezpieczeństwa 110 kV, 3-dławik do nastawiania prądu z izolacją 220 kV, 4-odłączniki 220 kV, 5-złączniki zwarciowe, 6-odłączniki 110 kV, 7-przekładnik prądowy 110 kV, 8-przekładnik prądowy 220 kV, I - komora prób aparatury 110 i 220 kV, II - komora prób aparatury o napięciu <110 kV

Wynika stąd, że dla wyłączników najwyższych napięć i największych mocy, konieczne staje się opracowanie nowych, po-



Rys.5. Wymagane (przez IEC) wartości mocy wyłączalnej wyłączników w zależności od napięcia znamionowego

średnich metod badawczych, umożliwiającą ocenę działania wyłącznika przy dysponowaniu układem probierczym o mocy zwarciowej mniejszej od mocy wyłączalnej wyłącznika.

Jedną z najpowszechniej stosowanych metod pośrednich są próby częściowe. Współczesne wyłączniki najwyższych napięć budowane są z zasady jako wieloprzerwowe, przy czym liczba komór umieszczonych szeregowo w jednym biegunie zależna jest od wartości napięcia znamionowego oraz od konstrukcji wyłącznika. Próby częściowe polegają na wykonaniu badań na części wyłącznika (najczęściej na 2 połączonych szeregowo komorach), przy napięciu zasilania niższym od napięcia znamionowego wyłącznika. Wyniki uzyskane z prób częściowych ekstrapoluje się na cały biegun i określa moc wyłączalną całego wyłącznika. Aby móc ekstrapolować wyniki prób częściowych na całą konstrukcję, konieczne jest spełnienie następujących wymagań dotyczących konstrukcji wyłącznika:

- a) identyczność wykonania poszczególnych elementów szeregowych (komór),
- b) równomierność rozdziału napięcia powrotnego na poszczególne komory,
- c) niezależność mechaniczna układów ruchomych poszczególnych komór,
- d) jednoczesność ruchu styków w poszczególnych komorach.

Próby częściowe, o ile badana konstrukcja umożliwia spełnienie podanych powyżej warunków, pozwalają na znaczne rozszerzenie zakresu mocy wyłączalnej badanych wyłączników. Na przykład dysponując stacją o mocy zwarciowej 5000 MVA, przy próbach jednofazowych można osiągnąć około połowy tej mocy tj. 2500 MVA. Jeżeli założymy, że wyłącznik na 220 kV posiada 6 komór szeregowych, a na 400 kV - odpowiednio 10 komór, to zakładając próby jednofazowe na 2 elementach w stacji o mocy 5000 MVA można tą metodą przebadать wyłączniki 220 kV o mocy znamionowej do 15 000 MVA, a 400 kV do 25 000 MVA. Są to, jak można sprawdzić na rys.5 szczytowe wartości mocy wymagane obecnie dla tych napięć.

Tak więc metoda prób częściowych jest bardzo korzystna i zalecana wszędzie tam, gdzie możliwe jest spełnienie wymagań równoważności próby częściowej i bezpośredniej.

Innym rodzajem prób pośrednich są próby kompensacyjne. Próby takie mogą być wykonywane w przypadku wyłączników, w których zdolność wyłączania limitowana jest wartościami ciśnień występujących w komorach wyłączników (niektóre konstrukcje wyłączników małosiejowych). W konstrukcjach tego typu powstające w wyłączniku ciśnienie jest w znacznie większym stopniu zależne od prądu niż od napięcia. Można to wyrazić analitycznie

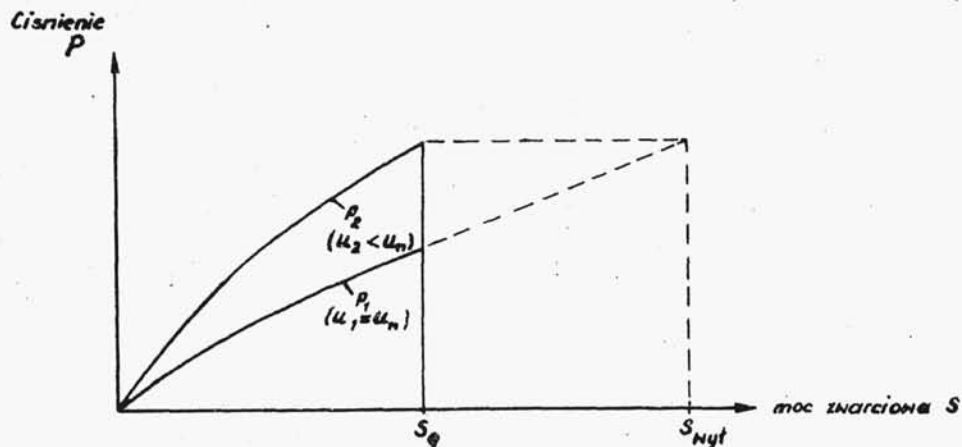
$$p = k \cdot J^{\alpha} U^{\beta}, \quad (1)$$

gdzie p - wartość ciśnienia powstałego w komorze,

$$\alpha > \beta.$$

Jeżeli za kryterium obciążenia wyłącznika przy wyłączaniu prądu zwarciowego przyjmiemy wartość ciśnienia, to na podstawie powyższego wzoru można wnioskować, że próby równoważne mogą być wykonywane przy obniżonej wartości napięcia i jednocześnie pewnym podwyższeniu wartości prądu. Jeżeli próby będą prowadzone przy napięciu $u_2 = \frac{u_1}{n}$, gdzie $u_1 = u_n$ napięcie znamionowe wyłącznika a $n > 1$, to dla otrzymania wartości ciśnienia identycznej jak w próbie bezpośredniej, wymagany jest wzrost prądu $\frac{J_2}{J_1} = n^{\beta/\alpha}$. Ponieważ $\alpha > \beta$ wymagany wzrost prądu

jest znacznie mniejszy niż dopuszczalne zmniejszenie napięcia. Oznacza to, że możliwe są w tym przypadku próby wyłączników o mocy wyłączalnej przekraczającej moc zwarciovą stacji (rys.6). Metoda powyższa pozwala w pewnych przypadkach na powiększenie



Rys.6. Zależności $P = f(S_{zw})$ ilustrujące możliwości prób wyłączników o mocach przekraczających moc stacji przy zastosowaniu metody kompensacyjnej $p_1 = k J_1^\alpha U_1^\beta$; $p_2 = K J_2^\alpha U_2^\beta$, przy czym $U_1 = U_n$, $U_2 = U_1 \frac{1}{n}$, $J_2 = J_1 \cdot n^{\beta/\alpha}$ ($\alpha > \beta$), S_g moc zwarciova odpowiadająca możliwościom stacji probierczej, $S_{wył}$ - moc wyłączalna badanego wyłącznika

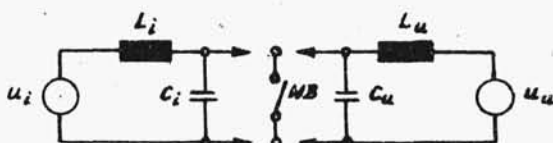
możliwości probierczych stacji, należy jednakże stosować ją z dużą ostrożnością. Skuteczność jej jest w dużej mierze zależna od wartości współczynników α i β przy czym im mniejsza jest wartość β , tym lepiej spełnione są warunki równowagi. Należy również pamiętać, że wyłączniki tego typu charakteryzują się występowaniem obszaru prądów krytycznych, gdzie o warunkach wyłączania decyduje wartość napięcia. Jest rzeczą oczywistą, że w tym zakresie prądów wyłącznik powinien być zbadany przy pełnym napięciu powrotnym.

Z analizy przebiegów wyłączania zwarcia wynika, że prąd zwarciovy i napięcie powrotne nie działają na wyłącznik jednocześnie i że bezpośrednio po okresie prądowym tj. po przejściu prądu przez zero wyłączania na stykach wyłącznika pojawia się napięcie powrotne. Umożliwia to zasilenie wyłącznika

podczas próby z 2 oddzielnych źródeł: prądowego i napięciowego. Taka metoda badań nazywana jest syntetyczną (rys.7).

Rozpatrzmy teraz warunki równowagi próby syntetycznej w stosunku do próby bezpośredniej.

Warunek pełnej równowagi sprowadza się do zapewnienia identycznych chwilowych wartości prądu i napięcia w obu próbach.



Rys.7. Schemat ideowy układu do prób syntetycznych u_i, L_i, C_i - parametry obwodu prądowego, u_u, L_u, C_u - parametry obwodu napięciowego, WB - wyłącznik badany

W okresie prądowym wyłączania warunek równowagi dany jest przez równanie

$$u_i = L_i \frac{di}{dt} + u_z + L_i C_i \frac{d^2 u_z}{dt^2}, \quad (2)$$

gdzie u_z - napięcie łuku. Pozostałe oznaczenia jak na rys.7.

W okresie napięciowym równanie ma postać

$$\frac{1}{L_u} \int u \, dt + C_u \frac{du}{dt} + i_{pł} = \frac{1}{L_u} \int u_u \, dt, \quad (3)$$

gdzie $i_{pł}$ - prąd połukowy badanego wyłącznika. Pozostałe oznaczenia jak na rys.7.

Dla wyłącznika idealnego tj. takiego, dla którego $u_z = 0$ i $i_{pł} = 0$, równanie powyższe przyjmie postać:

$$\left. \begin{aligned} L_i \frac{di}{dt} = u_i \quad \text{lub} \quad \frac{di}{dt} = \frac{u_i}{L_i} \\ \int u \, dt + L_u C_u \frac{du}{dt} = \int u_u \, dt \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

oraz

Aby spełnić warunki równowagi w próbie syntetycznej należy w tym przypadku zachować

$$\frac{u_i}{L_i} = \frac{u_o}{L_o}$$

oraz

$$\left. \begin{aligned} u_u &= u_o, \\ L_u C_u &= L_o C_o, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

u_o, L_o, C_o - parametry układu probierczego do prób bezpośrednich.

W przypadku ogólnym, kiedy wyłącznik nie jest idealny i posiada zarówno u_i jak i i_{pi} , warunki równoważności są wyrażone następująco:

$$\left. \begin{aligned} u_i &= u_o, & u_u &= u_o, \\ L_i &= L_o, & L_u &= L_o, \\ C_i &= C_o, & C_u &= C_o. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Oznacza to, że oba źródła muszą mieć taką samą moc jak układ bezpośredni. Wypływa stąd oczywisty zresztą wniosek, że nie można zachować pełnej równoważności prób syntetycznej i bezpośredniej, w przypadku kiedy moc stacji jest mniejsza od mocy wyłącznika. Możliwe jest natomiast praktyczne rozwiązanie układu, w którym warunki próby bezpośredniej i syntetycznej będą dostatecznie do siebie zbliżone.

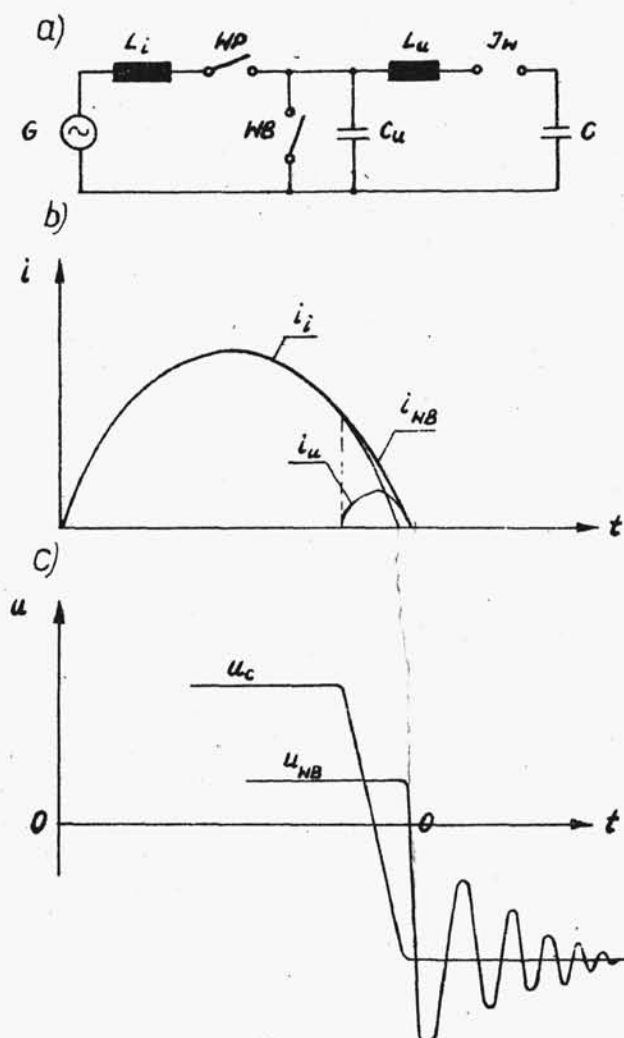
W okresie prądowym czynnikiem decydującym o możliwościach zmniejszenia napięcia źródła prądowego u_i w stosunku do napięcia znamionowego wyłącznika jest napięcie łuku, a ściślej jego wpływ na przebieg prądu i związaną z tym energię łuku. Przy obniżeniu napięcia źródła, napięcie łuku powoduje większe niż przy napięciu znamionowym odkształcenie przebiegu prądu (wcześniejsze przejście prądu przez zero) oraz zmniejszenie energii wydzielonej w łuku. Jako kryterium dopuszczalnego obniżenia napięcia źródła prądowego przyjmuje się dopuszczalne zmniejszenie energii wydzielonej w wyłączniku podczas wyłączania, przy czym do ilościowego rozpatrzenia zjawiska niezbędna jest znajomość przebiegu napięcia łuku.

Czynnikiem, który należy rozpatrzyć przy rozważaniu równoważności prób w okresie, kiedy na wyłączniku występuje napięcie

powrotne, jest prąd połukowy. Z uwagi na niezwykle skomplikowany charakter zjawisk występujących w wyłączniku w momencie przechodzenia prądu przez zero, sprawa oporności połukowej i zależnego od niej prądu połukowego jest praktycznie niemożliwa do ujęcia analitycznego. Niemożliwe jest więc również uchwycenie wpływu tej oporności na warunki równoważności prób bezpośrednich i syntetycznych. W związku z tym przy doborze źródeł napięciowych układu syntetycznego dąży się do spełnienia wymagań pełnej równoważności w stosunku do obwodu bezpośredniego.

Pierwsze układy syntetyczne zbudowano ok. 25 lat temu.

W przeciągu tego okresu powstało kilka różnych rozwiązań tych układów, z których niektóre znalazły zastosowanie w praktyce badawczej. Zajmiemy się bliżej jednym z tych układów, a mianowicie układem Weila, zrealizowanym w laboratorium w Kassel. Schemat ideowy układu przedstawiono na rys. 8a. Jako źródło prądu zastosowano tu prądnicę zwarciovą (G). Źródłem napięcia jest bateria kondensatorów (C), ładowana do żądanej wartości napięcia z ładownicy (nie pokazanej na rysunku). Zasada działania układu jest następująca: w okresie prądowym prąd płynący przez wyłącznik badany WB dostarczany jest ze źródła prądowego G o napięciu obniżonym w stosunku do napięcia znamionowego wyłącznika (wyłącznik pomocniczy WP zamknięty). Wyłącznik badany i pomocniczy (jest to najczęściej drugi biegun wyłącznika badanego) otwierają się jednocześnie. W momencie wyprzedzającym o kilka μ sek przejście prądu przez zero następuje włączenie obwodu napięciowego poprzez zapłon iskiernika Jw. Po włączeniu źródła napięciowego przez wyłącznik badany płynie suma prądów ze źródła prądowego i_1 i napięciowego i_u (rys. 8b). Prąd płynący przez wyłącznik ulegnie pewnemu odkształceniu i osiągnie wartość zerową nieco później, po przejściu przez zero prądu ze źródła prądowego (i_1). Dzięki temu o warunkach w momencie przechodzenia prądu wyłącznika przez zero decyduje obwód napięciowy, którego parametry równoważne są obwodowi bezpośredniemu ($u_c = u_o$; $L_u = L_o$ i $C_u = C_o$). Aby zapewnić równoważną stromość prądu w wyłączniku w momencie przejścia przez zero, częstotliwość obwodu C, L_u (wyłącznik WB w okresie prądowym zwiera pojemność C_u) należy dobrać w ten sposób aby:



Rys.8. a- Schemat ideowy układu syntetycznego Weil'a, b- przebiegi prądów w funkcji czasu, c- przebiegi napięć w funkcji czasu,

G-generator zwarciový, L_i -indukcyjność w obwodzie prądowym, C-(bateria kondensatorów) źródło napięcia w obwodzie napięciowym, C_u , L_u -parametry obwodu napięciowego, WB-wyłącznik badany, WP-wyłącznik pomocniczy, I_w -iskiernik włączający obwód napięciowy, i_i - prąd ze źródła prądowego, i_u -prąd ze źródła napięciowego, i_{WB} -prąd płynący przez wyłącznik, U_C -napięcie na pojemności C, u_{WB} -napięcie na stykach badanego wyłącznika

$$\omega_u J_{u \max} = \omega J_m,$$

gdzie

$$\omega_u = 2\pi f_u = \frac{1}{\sqrt{L_u C}}.$$

$J_{u \max}$ - maksymalna wartość prądu ze źródła napięciowego,
 ω - pulsacja odpowiadająca częstotliwości sieciowej,
 J_m - wartość maksymalna prądu wyłączeniowego.

W czasie trwania półfali prądu i_u napięcie na pojemności C będzie miało przebieg jak na rys.8c. Po przejściu prądu i_u przez zero zaczyna oddziaływać pojemność C_u i następuje przebieg przejściowy ładowania tej pojemności, odpowiadający przebiegowi napięcia powrotnego na stykach wyłącznika o częstotliwości

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{C_u C}{C_u + C} L_u}},$$

a ponieważ $C_u \ll C$

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_u C_u}}.$$

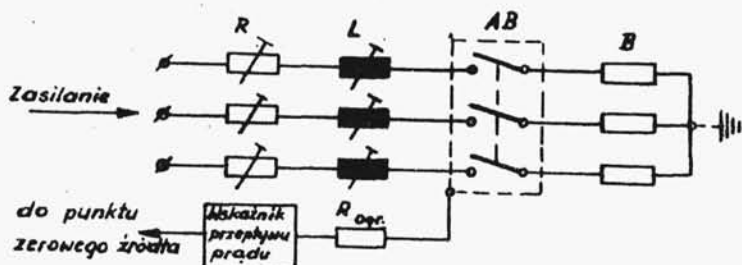
Częstotliwość tę dobiera się zgodnie z wymaganiami podanymi w normach.

Wyłącznik pomocniczy WP służy do odcięcia obwodu prądowego od napięciowego. Prąd płynący przez wyłącznik WP osiąga wartość zerową nieco wcześniej niż prąd w wyłączniku WB, a ponadto napięcie powrotne na WP jest różnicą napięć powrotnych obwodu prądowego i napięciowego. Obie te przyczyny powodują, że warunki gaszenia łuku w wyłączniku pomocniczym są znacznie lepsze niż w wyłączniku badanym, co zapewnia prawidłową pracę wyłącznika WP.

Charakterystyczną cechą opisanego powyżej układu jest możliwość zapewnienia równoważności próby nie tylko w okresie napięciowym, ale również w momencie przechodzenia przez zero prądu w wyłączniku badanym.

1.1.3. Układy probiercze do prób zdolności łączenia łączników niskiego napięcia^{x)}

Spśród aparatów łączeniowych niskiego napięcia zatrzymamy się obecnie krótko nad przykładowym podstawowym schematem ukła-



Rys.9. Schemat trójfazowego układu probierczego prądu zmiennego dla przeprowadzania prób zdolności łączenia wyłączników trójbiegunowych niskiego napięcia: L,R -elementy nastawcze prądu i $\cos \varphi$ obwodu, AB-wyłącznik badany, B-boczniki wielkoprądowe

^{x)} Układy probiercze do prób zdolności łączenia styczników omawiane są we wstępie do ćwiczenia 3.1 (Cz.II).