

pięcia przemagnesowującego u_2 zostanie zablokowane spadkiem napięcia na rezystancji R_d . Rdzenie nie będą przemagnesowywane i na wyjściu pojawi się maksymalna wartość prądu roboczego i_0 oraz napięcie u_0 . Napięcie u_0 doprowadzone przez diodę D_p do wejścia u_{s1} zastępuje sygnał wejściowy i spełnia funkcję podtrzymania stanu przekaźnika, bez względu na dalszą obecność lub brak sygnału zadziałania.

5. DŁAWIKI DO OGRANICZANIA PRĄDÓW ZWARCIOWYCH

5.1. Wprowadzenie

Dławiki indukcyjne, włączone szeregowo do obwodu, są stosowane do ograniczania prądów zwarciovych i podtrzymywania napięcia na szynach zbiorczych, przede wszystkim w sieciach kablowych średnich napięć. Stosuje się do tego celu dławiki o stałej, niezależnej od wartości przepływającego prądu wartości indukcyjności, co osiąga się przez budowę dławików bez rdzeni ferromagnetycznych.

Dławiki do ograniczania prądów zwarciovych, poza parametrami właściwymi dla wszystkich aparatów (U_{ni} , I_{nc} , i_{ns} , I_{nn}), charakteryzują się ponadto:

- znamionowym napięciem zwarcia,
- znamionową mocą przepustową.

Znamionowe napięcie zwarcia $u_d\%$ jest to względna strata napięcia w dławiku przy przepływie znamionowego prądu ciągłego. Jest ono liczbowo równe względnej impedancji dławika $Z_d\%$, czyli impedancji dławika Z_d odniesionej do impedancji zastępczej Z_n odbiornika w warunkach obciążenia znamionowego:

$$u_d\% = Z_d\% = \frac{Z_d}{Z_n} 100\% = \frac{Z_d \sqrt{3} I_n}{U_n} 100\% , \quad (5.1)$$

ponieważ zgodnie z definicją:

$$Z_n = \frac{U_n}{\sqrt{3} I_n} ,$$

gdzie:

U_n - znamionowe napięcie pracy dławika,

I_n - znamionowy prąd ciągły dławika.

Dla praktycznych wykonń dławików $X_d \gg R_d$, tak że $u_d\% \cong \cong X_d\%$, przy czym $X_d\%$ - reaktancja dławika w jednostkach względnych.

Dławiki są budowane na różne znamionowe napięcia zwarcia np.: $X_d\% = 3, 4, 5, 6, 8, 10$ i 12% . Jest ono dobierane w zależności od żadanego stopnia obniżenia prądu zwarcowego.

Znamionowa moc przepustowa (jednofazowa) dławika S_n jest określona zależnością:

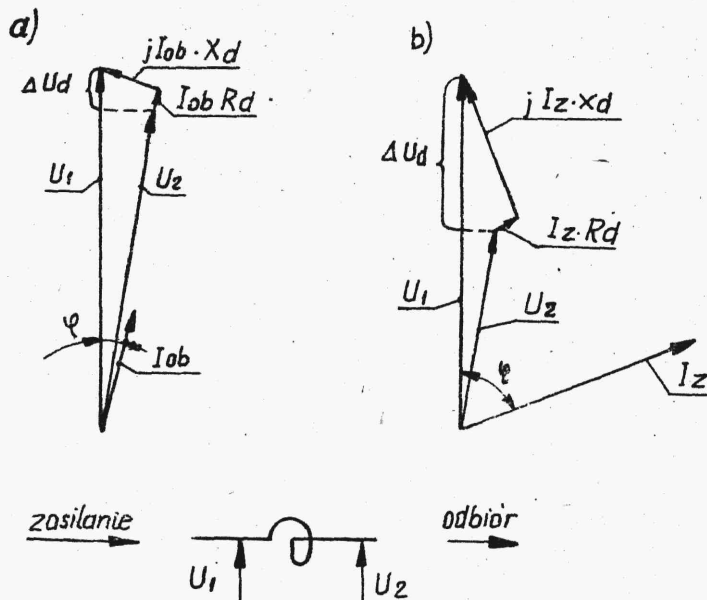
$$S_n = \frac{U_n I_n}{\sqrt{3}}. \quad (5.2)$$

Spadek napięcia na impedancji dławika wynosi:

$$\Delta U_d = I R_d \cos \varphi + I X_d \sin \varphi \quad (5.3)$$

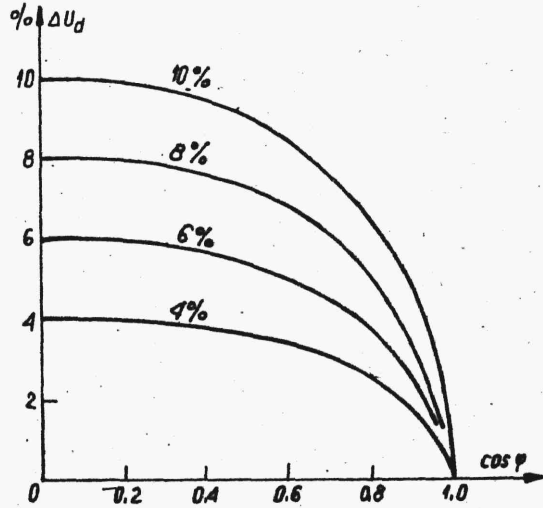
gdzie:

φ - kąt fazowy w obwodzie (łącznie z dławikiem).



Rys.5.1. Wykresy wektorowe napięcia i prądu w obwodzie z dławikiem, a) w warunkach normalnego obciążenia b) przy zwarcu w obwodzie

Na rys.5.1 przedstawiono wykresy wskazowe napięć i prądów dla przypadku normalnego obciążenia (a) oraz przy zwarceniu (b). Spadek napięcia ΔU_d na dławiku wzrasta przy zwarceniu znacznie, a to zarówno z uwagi na wzrost prądu jak i zwiększanie się kąta fazowego (dla obwodów zwarciovych kąt $\varphi \approx \frac{\pi}{2}$). Na rys.5.2 przedstawiono spadek napięcia na impedancji dławika, wyrażony w % napięcia znamionowego U_n , dla różnych wartości $X_d\%$ (przy założeniu, że $I = I_n$ oraz $\frac{X_d}{R_d} > 20$). Z rys. wynika, że przy współczynniku mocy obwodu (łącznie z dławikiem) bliskim 1,0 spadek napięcia na dławiku jest bardzo mały:



Rys.5.2. Spadek napięcia na dławiku w zależności od współczynnika mocy obwodu

Dławiki ograniczające prądy zwarcia są instalowane w sieciach średnich napięć:

- na odpływach linii (głównie kablowych) - rys.5.3a,
- na odpływie grupy linii - rys.5.3b,
- jako dławiki szynowe dzielące szyny zbiorcze - rys.5.3c.

Zmniejszenie wartości prądów zwarciovych wywołane obecnością dławików, umożliwia zastosowanie urządzeń i osprzętu o zmniejszonej wytrzymałości zwarciovowej, co pośrednio zmniejsza również koszty wyposażenia.

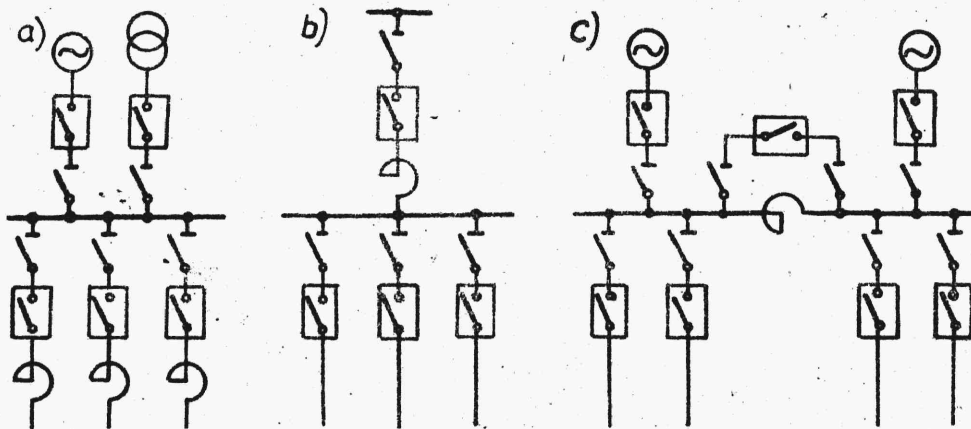
Przy zwarceniu za dławikiem na linii odpływowej (rys.5.3a) napięcie na szynach zbiorczych ulega znacznie mniejszemu obniżeniu, niż w przypadku, gdyby dławika nie było, co poprawia istotnie napięciowe warunki pracy pozostałych nie uszkodzonych linii zasilanych z szyn zbiorczych.

Aby obniżyć poziom mocy zwarciovowej z S_1 do S_2 należy w obwód włączyć dławik, którego reaktancja X_d spełnia warunek:

$$X_d + X_1 = \frac{U_n^2}{S_2},$$

przy czym:

$$X_1 = \frac{U_n^2}{S_1} - \text{reaktancja obwodu o mocy zwarciowej } S_1.$$



Rys.5.3. Schematy włączania do sieci dławików ograniczających prądy zwarcia

Po przekształceniach:

$$X_d = U_n^2 \frac{S_1 - S_2}{S_1 S_2}.$$

Pamiętając, że:

$$u_d\% \approx \frac{X_d}{X_n} 100\%$$

oraz, że:

$$X_n = \frac{U_n^2}{S_n^{III}},$$

gdzie:

S_n^{III} - moc przepustowa dla trójbiegunowego zestawu dławików; $S_n^{III} = 3 S_n = \sqrt{3} U_n I_n$,

otrzymuje się:

$$u_d\% = 100 S_n^{III} \frac{S_1 - S_2}{S_1 S_2}. \quad (5.4)$$