



# POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

## OPIS PATENTOWY

Nr 47542

Kl. 21 d<sup>2</sup>, 43  
Kl. internat. H 02 j

**Prof. dr inż. Władysław Kolek**

Kraków, Polska

**Dr inż. Arkadiusz Puchała**

Katowice, Polska

### **Dławik dla układu symetrycznego prądu trójfazowego o przeciwnej kolejności**

Patent trwa od dnia 22 lutego 1962 r.

Przedmiotem wynalazku jest maszyna wirująca, której przeznaczeniem jest dokonanie zmiany w rozplywie lub wartości prądu składowej symetrycznej kolejności przeciwnej w niesymetrycznie eksploatowanych systemach elektro-energetycznych.

Z przyczyn zarówno niesymetrycznego zasilania jak i niesymetrycznego odbioru pojawia się niesymetria prądowa lub napięciowa. W systemie pojawia się wtedy układ napięć i prądów przeciwnej kolejności.

W maszynach elektrycznych ten układ prądów wytwarza strumień wirujący w przeciwnym kierunku do strumienia głównego (od składowej zgodnej). Strumień ten oddziałuje na wirnik, wytwarzając w jego obwodach prądy. Oddziaływanie tych prądów jest przyczyną

małej oporności pozornej maszyn wirujących dla układu kolejności przeciwnej.

Spośród maszyn prądu zmiennego szczególnie maszyny synchroniczne wykazują małą odporność, zwłaszcza na skutki termiczne działania pola przeciwbieźnego w wirniku. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają uznać wartość  $I_2 = 12\% I_N$  za dopuszczalną dla przeważającej liczby maszyn synchronicznych, przy czym wytrzymałość ta jest często niższa.

Spośród uszkodzeń można wymienić skutki silnego nagrzewania się klinów żłobków wirnika, wytapianie się klinów, prowadzące do silnych niszczących drgań wirnika, pęknięcia klatki tłumiącej, pęknięcie bandaży. Wobec małej impedancji wejściowej maszyn dla tej składowej już kilkuprocentowe napięcie kolejności

przeciwnej przeciąża niedopuszczalnie maszynę synchroniczną prądem tej kolejności.

W maszynach indukcyjnych wielofazowych wystarczy trwale napięcie przeciwnej kolejności w wysokości 2...3% napięcia znamionowego, aby dwukrotnie obniżyć kalkulowaną żywotność izolacji silnika. Każdę dalsze podniesienie stopnia niesymetrii obniża wykładniczo żywotność uzwojenia, prowadząc w niekorzystnych warunkach nawet do kilkumiesięcznych cykli przetrwania tych silników. Dotychczas stosowane środki ochronne sprowadzają się do symetryzacji systemu odbiornikami mocy biernej oraz usiłowaniami prowadzenia ruchu symetrycznego. Sposoby te są drogie i trudne do zrealizowania.

Istotą wynalazku jest wprowadzenie do układu elektroenergetycznego dławika w postaci specjalnej maszyny wirującej, posiadającej dużą oporność pozorną dla układu przeciwnej kolejności przy znikomo małym poborze mocy czynnej i biernej. Przykładowo można podać, że stosunek oporności pozornej dla składowej przeciwnej do oporności pozornej dla składowej zgodnej może wynosić około 30, a stosując specjalne rozwiązanie konstrukcyjne można osiągnąć wartość tego stosunku około 40 i wyżej.

Dławik według wynalazku posiada na części nieruchomej uzwojenie trójfazowe symetryczne. Wirnik posiada uzwojenie budowy symetrycznej niezasilane z obwodów zewnętrznych (analogicznie do wirników klatkowych silników indukcyjnych). Maszyna jest napędzana silnikiem synchronicznym o tej samej liczbie par biegunów, zasilanym z sieci symetryzowanej.

Przez uzwojenie stojana płynie prąd niesymetryczny, którego zgodna składowa wytwarza pole wirujące z prędkością synchroniczną przeciwną do kierunku wirowania wirnika. Dla tej składowej maszyna jest w stanie pracy asynchronicznej przy poślizgu 2.

Składowa przeciwbieżna prądu, płynąca przez uzwojenie stojana wytwarza pole wirujące synchronicznie z wirnikiem i dla tej składowej maszyna stanowi dławik. Stosownie do tych stanów pracy oporność pozorną dla prądu składowej zgodnej jest mała, podczas gdy dla składowej przeciwnej wobec braku wtórnych obwodów tłumiących, jest duża.

Znane urządzenie do symetryzacji sieci według opisu patentowego niemieckiego nr. 687084 sprowadza się do włączenia w sieć silnika asynchronicznego pracującego w stanie jałowym i stanowiącego odbiornik dla prądu składowej przeciwnej kolejności.

Istotą omawianego patentu jest zaopatrzenie normalnego silnika indukcyjnego w dodatkowe uzwojenia i pojemności dla zmniejszenia reaktancji przeciwnej kolejności, przez co przejmie on z sieci zwiększony prąd odwrotnej kolejności. Urządzenie w tej postaci przedstawia jedynie trójfazowy odbiornik o małej impedancji dla prądu przeciwnej kolejności włączony do sieci symetryzowanej. W konsekwencji moc decydująca o wymiarach silnika jest równa iloczynowi napięcia znamionowego sieci i kompensowanego prądu kolejności przeciwnej (razy  $\sqrt{3}$ ), co daje stosunkowo znaczny koszt zainstalowania.

W tej sytuacji maszyna według wymienionej wyżej opisu patentowego zdolna jest jedynie obniżyć obciążenie niesymetryczne całej sieci w sposób równomierny dla wszystkich odbiorników, do których przyłączona jest równolegle. Sposób równoległego przyłączenia maszyny symetryzującej do odbiorników sieci prowadzi do obciążenia jej prądem proporcjonalnym do całkowitego prądu przeciwnej kolejności w sieci i w konsekwencji odpowiednio dużego gabarytu maszyny symetryzującej.

W odróżnieniu do tego dławik według wynalazku włączony jest w szereg z odbiornikiem, którego obciążenie prądowe zamierza się symetryzować. Dzięki temu działa on selektywnie powiększając pozorną oporność dla składowej przeciwnej kolejności symetryzowanej gałęzi, a jego gabaryt uzależniony jest wyłącznie od mocy symetryzowanego odbiornika. W związku z tym również w wypadku pojawienia się na szynach sztywnego napięcia przeciwnej kolejności zachowuje się w pełni symetryzujący efekt dławika według wynalazku, podczas gdy opisana w niemieckim druku patentowym nr. 687084 maszyna, w tym przypadku zatracą całkowicie zdolność symetryzującą.

Dławik według wynalazku charakteryzuje duża oporność biegu jałowego i mała oporność zwarciowa. Dławik ten określają następujące parametry techniczne: napięcie rzędowe  $V$ , odpowiednio do prądowego napięcia sieci, napięcie znamionowe, odpowiadająca najwyższej wartości skutecznej spadku napięcia kolejności przeciwnej na uzwojeniu maszyny, spadek napięcia na maszynie  $U_s$  przy przepływie przez uzwojenie znamionowego prądu kolejności zgodnej, znamionowy prąd kolejności przeciwnej  $I_s$ , znamionowy prąd kolejności zgodnej  $I_1$  oraz wartość prądu udarowego  $I_d$  miarodajna dla dynamicznej i termicznej krótkotrwałej wytrzymałości uzwojenia.

Parametry te mogą wynosić np.:

$$U_1 = 6000 \text{ V}, \quad U_2 = 64 \text{ V}, \quad U_3 = 19 \text{ V}$$

$$I_1 = 270 \text{ A}, \quad A_1 = 20 \text{ A}, \quad I_d = 2000 \text{ A},$$

Uzwojenia poszczególnych faz w stanie nie są skojarzone i włączone są szeregowo w obwód sieci.

W poszczególnych wypadkach dławik ten może być zrealizowany drogą przezwojenia silnika asynchronicznego. Maszyna może znaleźć zastosowanie dla symetryzacji sieci układów przemysłowych posiadających niesymetryczne odbiorniki oraz dla ochrony generatorów i silników trójfazowych przed skutkami niesymetrii.

#### Zastrzeżenie patentowe

Dławik dla układu symetrycznego prądu trójfazowego o przeciwnej kolejności, służący do

ograniczenia oraz regulacji rozplywu prądu przeciwnej kolejności, znamieny tym, że stanowi go elektryczna maszyna wirująca, napędzana z szybkością synchroniczną (ewent. prawie synchroniczną przy bardzo małym poślizgu) odpowiadającą liczbie par biegunów w kierunku przeciwnym do kierunku wirowania pola od składowej zgodnej prądu, posiadająca trójfazowe nieskojarzone, symetryczne uzwojenie na niskie napięcie znamionowe, z izolacją główną na napięcie sieci, z wirnikiem o uzwojeniu symetrycznym w wykonaniu jak dla maszyn indukcyjnych, włączone szeregowo do sieci i posiadające dużą oporność bierną dla składowej przeciwnej oraz małą oporność bierną dla składowej zgodnej prądu.

Prof. dr inż. Władysław Kołek  
Dr inż. Arkadiusz Puchała