

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 41962

Kl. 21 c, 65/05

Politechnika Gdańska (Katedra Elektroenergetyki) *)

Gdańsk, Polska

Urządzenie do automatycznego rozdziału obciążenia pomiędzy znajdujące się w ruchu turbozespoły

Patent trwa do dnia 23 czerwca 1958 r.

W przypadku automatycznej regulacji bądź zdalnego sterowania mocą siłowni, posiadającej dwa lub więcej turbozespoły, potrzebne jest urządzenie do automatycznego rozdziału obciążenia między poszczególne turbozespoły. Urządzenie to powinno tak rozdzielać pomiędzy turbozespoły obciążenie, by sumaryczne koszty wytwarzania energii elektrycznej były najmniejsze. Zadaniem urządzenia według wynalazku jest tylko ekonomiczny rozdział obciążenia pomiędzy już współpracujące zespoły. Uruchamianie i odstawianie zespołów w momencie przekraczania w górę względnie w dół granicznej wartości mocy, przy której należy uruchomić względnie odstawić kolejny zespół, nie należy do jego zadań. Służy do tego osobne urządzenie układu automatyki.

W przypadku gdy wszystkie turbozespoły posiadają jednakowe charakterystyki sprawności stosunkowych, warunek najmniejszych kosztów

wytwarzania będzie spełniony przy obciążeniu każdego z pracujących turbozespołów jednakową mocą stosunkową (w stosunku do mocy znamionowej) względnie w przypadku hydrozespołów — gdy wszystkie pracujące turbiny będą miały jednakowy stopień otwarcia aparatu kierowniczego. W takim przypadku można zastosować według wynalazku układ rozdziału obciążenia między współpracujące hydrozespoły opisany poniżej. Opiera się on na zasadzie porównania wielkości stopni otwarcia pracujących turbin, przy czym wykorzystuje się w tym celu układ selsynów z transformatorkami porównawczo-różnicowymi. Dla każdego turbozespołu tworzy się za pomocą tego układu różnicę między stopniem otwarcia danego turbozespołu oraz średnim stopniem otwarcia wszystkich pracujących jednostek w siłowni. Różnica ta, po wzmocnieniu, podana jest na układ regulacji poszczególnych turbozespołów, który powoduje wyrównanie ich stopni otwarcia. Rozwiązanie urządzenia według wynalazku umożliwia wprowadzenie do niego ujemnego sprzę-

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest mgr inż. Franciszek Milkiewicz.

zenia zwrotnego od średniego stopnia otwarcia wszystkich pracujących turbin, co pozwala uzyskać wysoką stabilność i jakość procesu regulacji. Urządzenie może być stosowane przy regulacji mocy elektrowni zarówno cieplnej, jak i wodnej przy dowolnej liczbie turbozespołów.

Niżej zostanie podany opis i zasada działania urządzenia według wynalazku — na przykładzie elektrowni, posiadającej trzy turbozespoły. Na fig. 1 przedstawiono schemat wymienionego wyżej urządzenia bez ujemnego sprzężenia zwrotnego od średniego stopnia otwarcia pracujących turbin, na fig. 3 — jego schemat z wprowadzonym ujemnym sprzężeniem zwrotnym od średniego stopnia otwarcia pracujących turbin, a na fig. 2 — charakterystyki napięciowo-kątowe selsynów przetwarzających stopnie otwarcia turbin na wielkość elektryczną (na napięcie). Urządzenie składa się z selsynów S_1, S_2, S_3 , przetwarzających stopień otwarcia trzech turbin, nie uwidoczniionych na rysunku, na wielkość elektryczną, z transformatorów układu porównawczo-różnicowego TO, T_1, T_2, T_3 , ze wzmacniaczy W_1, W_2, W_3 , reagujących zarówno na wielkość, jak i na przesunięcie fazowe napięcia wejściowego, z silniczków elektrycznych M_1, M_2, M_3 , mechanizmów ograniczenia otwarcia względnie zmiany liczby obrotów odpowiednich turbin, z przełączników P_1, P_2, P_3 , służących do włączenia względnie wyłączenia automatycznej regulacji mocy trzech turbozespołów, z przełącznika układu rozdziału obciążenia P oraz z transformatora dodatkowego T (fig. 3) stosowanego tylko w układzie z ujemnym sprzężeniem zwrotnym od średniego stopnia otwarcia pracujących turbin w celu uzyskania jednoznacznej statycznej charakterystyki regulacji mocy.

Wirniki selsynów S_1, S_2, S_3 są mechanicznie sprzęgnięte z wałami urządzeń zmieniających stopnie otwarcia turbin. Ich uzwojenia pierwotne są zasilane jednakowym napięciem zmiennym U . Obrót tego wału, związany ze zmianą stopnia otwarcia turbin, powoduje obrót wirnika selsyna, a co za tym idzie zmianę wielkości napięcia na jego wyjściu U_1, U_2, U_3 . Zależność U_1, U_2, U_3 w funkcji otwarcia turbiny jest dla wszystkich turbozespołów jednakoowa (fig. 2 krzywa a). Na rysunku tym zaznaczono też kąt obrotu wirnika selsyna $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, odpowiadający danemu stopniowi otwarcia turbiny a_1, a_2, a_3 . Zależność $U_1 = f(\varphi_1), U_2 = f(\varphi_2), U_3 = f(\varphi_3)$ jest sinusoidalna, jednak w zakresie — $30^\circ < \varphi_1, \varphi_2,$

$\varphi_3 < 30^\circ$ jest zbliżona do linii prostej. Ten też zakres wykorzystano w układzie. Napięcia U_1, U_2, U_3 (z każdego selsyna) podane są na odpowiednie transformatoriki T_1, T_2, T_3 układu porównawczo-różnicowego. Transformatoriki T_1, T_2, T_3 są jednakowe i posiadają po jednym uzwojeniu pierwotnym, zasilanym napięciem wyjściowym z selsynów S_1, S_2, S_3 (fig. 1). Śruba zaś uzwojeń wtórnych jest równa liczbie turbozespołów w elektrowni. Uzwojenia wtórne mają jednakową liczbę zwojów z tym, że każde uzwojenie posiada zaczepty, pozwalające dostosować układ do różnej liczby pracujących turbozespołów. Odpowiednie zaczepty są wybierane n-położeniowym przełącznikiem P ręcznie względnie przez układ automatyki. Kolejne położenia przełącznika P odpowiadają pracy 1, 2, 3 n turbozespołów.

Liczby zwojów uzwojeń wtórnych transformatorów T_1, T_2, T_3 powinny spełniać warunek $Z_1 = Z_2 + Z_3 + \dots + Z_x$ oraz $Z_2 = Z_3 = \dots = Z_x = \frac{Z_1}{x-1}$, gdzie x — liczba pracujących turbozespołów, n — liczba turbozespołów w elektrowni, a $Z_1, Z_2, \dots, Z_x$ — liczba zwojów uzwojeń $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_x$.

W omawianym przykładzie z trzema turbozespołami w elektrowni $n = 3$, zaś liczba pracujących turbozespołów może być $x = 1, 2, 3$. W tym przypadku uzwojenia wtórne Z_2, Z_3 powinny posiadać całkowitą liczbę zwojów równą liczbie zwojów uzwojenia Z_1 , oraz powinny posiadać po jednym zaczepie pozwalającym włączyć do układu tylko część uzwojenia o liczbie zwojów $Z_2 = Z_3 = 0,5 \cdot Z_1$.

Odpowiednie uzwojenia wtórne transformatorów $T_1, T_2, \dots, T_n$ są połączone ze sobą w szereg w taki sposób, by przy jednakowym otwarciu wszystkich turbin napięcie sumaryczne (na nich) było równe zeru. Liczba zwojów Z_0 uzwojenia pierwotnego Z_0 i przekładnie $Z_0 : Z_1$ dobiera się zależnie od maksymalnej wartości napięcia na wyjściu z selsynów oraz od wymaganej czułości układu.

Ujemne sprzężenie zwrotne od średniego stopnia otwarcia pracujących turbin można wprowadzić przez odpowiedni dobór czynnej liczby zwojów transformatorów $T_1, T_2, \dots, T_n$. Powinny one mianowicie spełniać warunek: $Z_1 = K, (Z_2 + Z_3 + \dots + Z_x) = K \cdot Z_2 + K \cdot Z_3 + \dots + K \cdot Z_x$, przy czym $K \cdot Z_2 = \dots = K \cdot Z_x$, gdzie $K < 1$ jest współczynnikiem sprzężenia zwrotnego. W celu wyboru różnych wartości współczynnika sprzężenia zwrotnego, uzwojenia $Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ wyposaż

żono w dodatkowe zaczepty, pozwalające na zmianę czynnej liczby zwojów uzwojeń wtórnych transformatorów $T_1, T_2, \dots, T_n$ w żądanych granicach. Aby można było wprowadzić wspomniane ujemne sprzężenie zwrotne przy każdej liczbie pracujących zespołów (tzn. przy $x = 1, 2, \dots, n$), uzwojenia Z_1 wykonano też z zaczepami, pozwalającymi osiągnąć przy pracy tylko jednego turbozespołu odpowiedni stopień ujemnego sprzężenia zwrotnego. W celu zaś otrzymania jednoznacznej charakterystyki statycznej procesu regulacji mocy zastosowano w układzie dodatkowo transformator T , przesuwający charakterystyki $U_1, U_2, \dots, U_n = f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$ w stronę dodatnich napięć (przez dodanie do napięć po wtórnej stronie selsynów $S_1, S_2, \dots, S_n$ napięcia dodatniego o stałej wartości skutecznej) (krzywa b na fig. 2).

W przypadkach, gdy jednoznaczność charakterystyki statycznej procesu regulacji mocy nie jest wymagana, transformator T jest zbędny.

Na fig. 1 i 3 dodatkowo uwidoczniono transformator TO wprowadzający do układu wielkość, według której reguluje się moc elektrowni. Może to być napięcie elektryczne podane z selsyna SO , sprzęgniętego z pływakiem, umieszczonym na górnej wodzie, w przypadku regulacji mocy elektrowni wodnej, od dopływu (tak jak na fig. 1 i fig. 3), może to też być napięcie elektryczne, otrzymane z jakiegoś innego elementu pomiarowego układu regulacji mocy elektrowni (np. w przypadku regulacji mocy według częstotliwości — może to być napięcie, zależne od aktualnie zmierzonej częstotliwości w systemie energetycznym itp.). Transformator TO posiada jedno uzwojenie pierwotne oraz tyle jednakowych uzwojeń wtórnych, ile jest turbozespołów w elektrowni. Przekładnię transformatora TO , tzn. stosunek liczby zwojów uzwojenia pierwotnego do liczby zwojów uzwojenia wtórnego dobiera się w zależności od charakterystyki napięciowej elementu pomiarowego, np. selsyna SO , i wymaganej czułości całego układu na wielkość regulowaną.

Wzmacniacze napięciowe $W_1, W_2, \dots, W_n$, są wyposażone w układ fazoczuły i reagują, jak już wspomniano wyżej, zarówno na wielkość, jak i na przesunięcie fazowe napięcia wejściowego. Przy napięciu wejściowym równym zero, silniczki $M_1, M_2, \dots, M_n$ pozostaje w spoczynku. Gdy natomiast na wejściu wzmacniacza pojawi się napięcie o wartości większej od wartości progowej zadziałania

układu, silniczek zostanie wprowadzony w ruch, przy czym kierunek jego obrotów będzie zależał od fazy napięcia wejściowego.

Sposób działania urządzenia według wynalazku jest omówiony poniżej na przykładzie według fig. 1. W przypadku, gdy wielkość według której reguluje się moc elektrowni znajduje się na poziomie zadanym, napięcie na wyjściu z selsyna SO równa się zero ($U_0 = 0$). Wobec tego napięcia po wtórnej stronie transformatora TO będą równe zero. Gdy równocześnie i otwarcia wszystkich turbin są sobie równe, napięcia na wejściu wzmacniaczy W_1, W_2, W_3 są też równe zero. Układ regulacji znajduje się w równowadze. Gdy natomiast otwarcia turbin nie są jednakowe np. turbina pierwsza ma $a_1 = 100\%$, turbina druga ma $a_2 = 100\%$, turbina zaś trzecia ma $a_3 = 0\%$, otrzyma się na wejściu W_1 napięcie o wartości $+U_m$, na wejściu W_2 napięcie o wartości $+U_m$, oraz na wejściu W_3 napięcie $-2U_m$ (fig. 2). Z powyższego wynika, że silniczki M_1, M_2 będą obracały się w stronę przeciwną niż M_3 . Spowoduje to przemykanie turbin pierwszej i drugiej oraz otwieranie turbiny trzeciej. Z chwilą, gdy zostanie osiągnięty warunek $a_1 = a_2 = a_3$, układ wróci znow do położenia równowagi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do automatycznego rozdziału obciążenia pomiędzy znajdujące się w ruchu turbozespoły, współpracujące z wyposażonymi w element fazoczuły członami wzmacniającymi układów regulacji mocy odpowiednich turbin, znamiennie tym, że zawiera selsyny ($S_1, S_2, \dots, S_n$), sprzężone z wałami aparatów kierowniczych odpowiednich turbin, przetwarzające stopnie ich otwarcia na napięcia elektryczne ($U_1, U_2, \dots, U_n$) i podające je na układ porównawczo-różnicowy, złożony z transformatorów ($TO, T_1, T_2, \dots, T_n$), z którego zostaje podane na elementy wzmacniające ($W_1, W_2, \dots, W_n$) odpowiednich turbin napięcie o wielkości i fazie, zależnej od wielkości i znaku niewyrównania stopni otwarcia pracujących turbin, co powoduje wyrównanie stopni otwarcia wszystkich pracujących turbin za pośrednictwem silniczków ($M_1, M_2, \dots, M_n$), które wpływają na ograniczenia otwarcia bądź zmiany liczby obrotów turbin, znajdujących się przy regulatorach obrotów.

2. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że uzwojenia wtórne transformatorów (T_1 , T_2 , ... T_n) są wykonane z zaczepami, pozwalającymi uzyskać prawidłowy rozdział obciążenia dla przypadku pracy 2, 3 n turbozespołów oraz umożliwiającymi wprowadzenie ujemnego sprzężenia zwrotnego od

sumy stopni otwarcia aparatów kierowniczych turbin, przy czym wybór odpowiednich zaczepów odbywa się za pośrednictwem n — położeniowego przełącznika (P).

Politechnika Gdańska
(Katedra Elektroenergetyki)

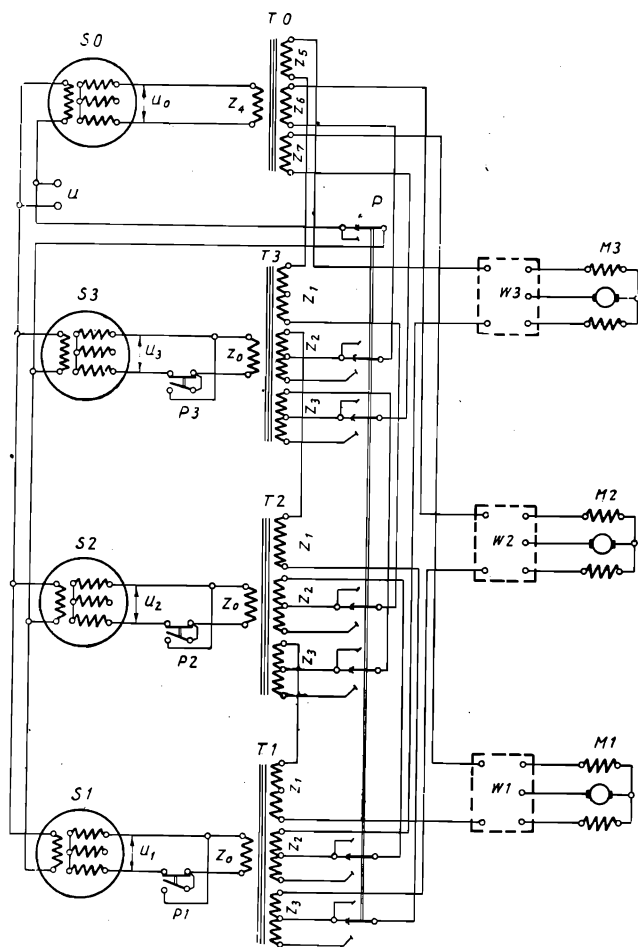


Fig. 1

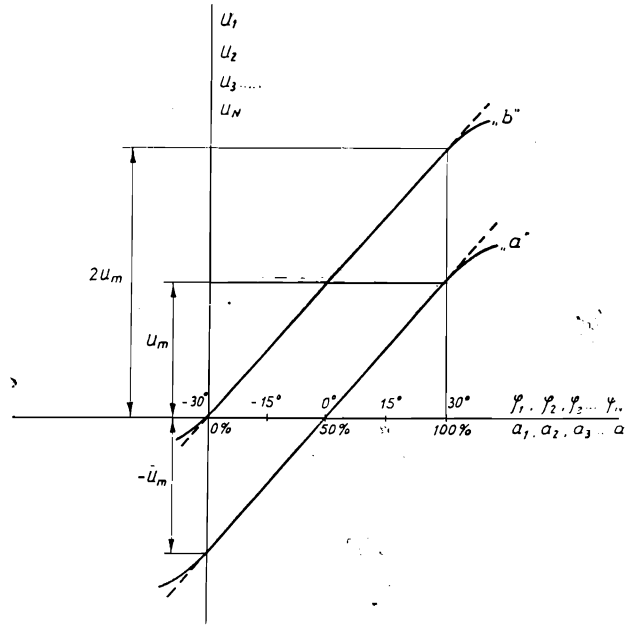


Fig. 2.

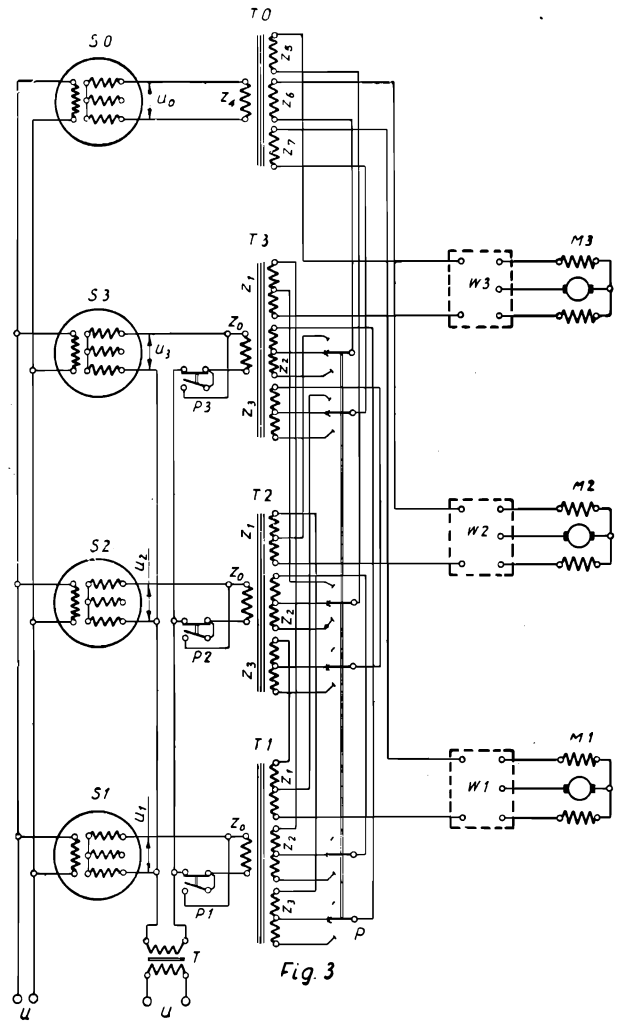


Fig. 3