

URZĄD PATENTOWY  
w WARSZAWIE 6059 2/60  
OPIS PATENTOWY

---

Nr 31675

Kl. 42 r, 5

Askania-Werke Aktiengesellschaft, Berlin-Friedenau

---

**Regulator działający pośrednio**

Zgłoszono 20 lutego 1942

Udzielono 5 kwietnia 1943

Pierwszeństwo: 28 lutego 1941 (Niemcy)

---

Wynalazek niniejszy dotyczy regulatora działającego pośrednio, w którym na przełącznik silnika regulującego działający impuls, odpowiadający odchyleniu wielkości regulacyjnej od jej wartości wymaganej, oraz przeciwdziałający impuls, zależny od szybkości silnika regulacyjnego. W ten sposób do każdego impulsu jest przymusowo dostosowana, także przy zmiennym obciążeniu silnika, szybkość regulacji proporcjonalna do impulsu. Dalej osiąga się skutek przeciwdziałania impulsu zależnego od szybkości w zakresie zerowym impulsu silne tłumienie silnika regulacyjnego, ponieważ w tym przypadku przeciwdziałający impuls powoduje szyb-

kie zahamowanie silnika regulacyjnego. Jednocześnie zmniejsza się znacznie szybkość regulacji.

Taka zmniejszona szybkość regulacji może być niepożądana w tych przypadkach, gdy chodzi o szybkie wyregulowanie nagle powstających większych obciążeń lub odciążen. Celem umożliwienia tego, bez konieczności odpowiedniego dostosowywania nadajnika impulsów do odpowiednio większego oddawania mocy, stosuje się według niniejszego wynalazku urządzenie, które przy przekroczeniu ustalonego z góry odchylenia wielkości regulacyjnej od jej wartości wymaganej i odpowiedniej szybkości regulacji odłącza przeciwdziałający

impuls zależny od szybkości albo ogranicza go do ustalonej wartości. W zakresie małych odchyłeń wielkości regulacyjnej od jej wartości wymaganej, zwłaszcza w granicach bliskich zeru, istnieje wobec tego ściśła proporcjonalność między wielkością impulsu i szybkością regulacji, w zakresie zaś większych impulsów osiąga się natomiast szybko pełną szybkość regulacji.

Przedmiot niniejszego wynalazku jest objaśniony bliżej na podstawie przykładu, przedstawionego na rysunku, na którym fig. 1 uwidocznia układ połączeń urządzenia według wynalazku. Na rysunku jest przedstawione urządzenie regulacyjne z silnikiem Ferrarisa *FM* jako silnikiem do nastawiania. Ten silnik posiada przewodzący bęben  $T_1$ , obrotowy w polu dwóch w przestrzeni prostopadle względem siebie rozmieszczonych uzwojeń wzbudzających  $F_1$ ,  $F_2$ . Uzwojenie  $F_1$  służy jako uzwojenie rozrządzające silnika Ferrarisa i jest połączone z wyjściem wzmacniacza prądu zmiennego  $V$ , zaś uzwojenie  $F_2$  jest wzbudzane z sieci prądu zmiennego poprzez kondensator  $C_1$ . Wzmacniacz  $V$  może być lampowy lub inny. Jest on zasilany zmieniającym się rozrządzającym napięciem zmiennym, doprowadzanym za pomocą indukcyjnego przyrządu odbierającego  $DT$ , przedstawionego na rysunku w postaci transformatora rozrządzającego. Uzwojenie pierwotne transformatora rozrządzającego jest połączone z siecią prądu zmiennego, uzwojenie zaś wtórne jest przesuwne albo obrotowe w polu transformatora. Zmiana położenia cewki wtórnej może być spowodowana przez wielkość pomiarową lub regulacyjną. Najlepiej wykonać uzwojenie wtórne w postaci cewki bez żelaza celem możliwie jak największego obniżenia oddziaływania zwrotnego na narząd nastawczy. Z silnikiem Ferrarisa *FM* jest mechanicznie sprzężony przyrząd tachometryczny *TM*, posiadający, podobnie jak silnik Ferrarisa *FM*, bęben przewodzący

$T_2$  oraz dwa w przestrzeni prostopadle względem siebie rozmieszczone uzwojenia  $W_1$ ,  $W_2$ . Uzwojenie  $W_2$  jest w układzie równoległym połączone z siecią prądu zmiennego za pomocą opornika omowego  $R$  i pojemności  $C_2$ . Gdy przyrząd tachometryczny jest zasilany przez uzwojenie  $W_2$  podczas biegu maszyny wskutek wzbudzonego w bębnie  $T_2$  pola prądu wirowego, w uzwojeniu  $W_1$  jest wytwarzane napięcie zmienne, którego amplituda powiększa się z liczbą obrotów przyrządu tachometrycznego. Napięcie zmienne, wytwarzane przez przyrząd tachometryczny, jest nakładane na napięcie wejściowe wzmacniacza  $V$  celem zmniejszenia napięcia impulsywnego. Położenie fazy napięcia tachometrycznego jest ustalone za pomocą zespołu  $RC$  w obwodzie wzbudzającym przyrządu tachometrycznego w taki sposób, iż jest przedstawione mniej więcej o  $180^\circ$  względem impulsowego napięcia wejściowego. Przy obciążaniu silnika Ferrarisa *FM* maleje napięcie tachometryczne wskutek zmieniającej się liczby obrotów, a wskutek tego powiększa się różnica między napięciem impulsowym i napięciem tachometrycznym, powodując znaczne powiększenie prądu silnikowego i zapobiegając znaczniejszemu spadkowi liczby obrotów. Urządzenie, przedstawione na rysunku, wytwarza więc za pomocą przyrządu tachometrycznego sztuczną siłę przeciwelektromotoryczną, której wielkość może być łatwo regulowana za pomocą oporu  $r$ , znajdującego się na drodze powrotnej wzmacniacza. Przy tym osiąga się przez przeciwne sprzężenie napięcia tachometrowego na wejście wzmacniacza silne tłumienie silnika regulacyjnego, ponieważ napięcie przeciwne jest włączone przeciw napięciu impulsowemu przyrządu odbierającego prąd  $DT$ . Wskutek tego w zakresie zerowym napięcia impulsowego przeciwfazowe napięcie tachometrowe powoduje silne zahamowanie silnika regulacyjnego. Jednocześnie maleje

oczywiście, wskutek zmniejszonego napięcia wejściowego wzmacniacza, szybkość regulacyjna silnika.

Przyjmuje się, że wzmacniacz regulacyjny jest przy przeciwnapięciu równym zeru już całkowicie wyregulowany przy  $\pm 1$  V odpływu wzbudzanego, przy czym silnik osiąga  $\pm 2800$  obrotów/min. Do pełnego oddania mocy potrzebne jest więc odprowadzenie napięcia wynoszące tylko  $\pm 1$  V oddawanego napięcia.

Przeciwsprężenie napięcia tachometrowego jest tak dobrane, że przy pełnym wyregulowaniu silnika, to znaczy przy napięciu rozrządzającym  $\pm 1$  V przyrząd tachometrowy daje 10 V. Stanowi to przeciwsprężenie w stosunku 10 : 1. Wskutek tego maleje liczba obrotów przy  $\pm 1$  V na odpływie wzbudzonym do 10%, tj. 280 obrotów/min., przy czym tłumienie staje się odpowiednio duże. Celem osiągnięcia znowu pełnej mocy silnika musi być wytwarzane przy 2800 obrotach/min. przez przyrząd tachometryczny napięcie przeciwne, wynoszące 10 V, podwyższone przez odpływ wzbudzony 1 V, aby osiągnąć, do całkowitego wyregulowania wzmacniacza, potrzebne napięcie rozrządzające wynoszące 1 V, to znaczy, odpływ wzbudzony musi wynosić  $\pm 11$  V do całkowitego wyregulowania wzmacniacza. Aby otrzymać te 11 V dla tej samej drogi regulacji, jak poprzednie 1 V, trzeba koniecznie moc wzbudzającą odpływu wzbudzanego powiększyć 121 razy ( $11^2$ ) ponieważ moc wzrasta z kwadratem napięcia.

Zadaniem wynalazku jest więc osiągnąć także przy zastosowaniu dużego przeciwsprężenia przy pomocy stosunkowo małych napięć rozrządzających względnie dróg pełną szybkość regulacji i pełne oddawanie mocy silnika.

Według wynalazku ustala się oddawane napięcie przyrządu tachometrycznego za pomocą zwykłego przyrządu do ograni-

czania napięcia na oznaczoną wielkość. Na fig. 1 jest uwidoczniony układ połączeń.

Przyrząd do ograniczania napięcia, składający się z prostowników  $G_1$   $G_2$  i kondensatorów  $C_3$   $C_4$ , może być za pomocą włączonego źródła napięcia stałego  $B$  nastawiany tak, że amplitudy są ostro odcięte przy pewnej określonej wartości napięcia (fig. 2).

Dwa suche prostowniki  $G_1$   $G_2$  są włączone równolegle do uzwojenia  $W_1$  przyrządu tachometrycznego tak, że każdy prostownik przepuszcza pół fali wytworzonego napięcia zmiennego. Przy tym wykorzystuje się właściwość prostowników suchych, że ich opór zmniejsza się z doprowadzonym napięciem, co przy stopniowo wzrastającym napięciu ujawnia się jako krótkie spięcie źródła napięcia i ograniczenie przyrostu napięcia. Źródło napięcia  $B$ , włączone w szereg z dwoma suchymi prostownikami, przeciwdziała napięciu przyrządu tachometrycznego. Wskutek tego prostowniki ograniczają napięcie dopiero, gdy napięcie przyrządu tachometrycznego przekroczy napięcie źródła  $B$ . Kondensatory  $C_3$   $C_4$ , z których każdy jest połączony w szereg z jednym suchym prostownikiem, zapobiegają krótkiemu spięciu źródła napięcia  $B$  poprzez dolny przewód kanału przeciwsprężenia. Zamiast prostowników mogą być zastosowane także przyrządy, np. dławiki zwarte przez żelazo, których opór maleje z wzrastającym napięciem.

Ograniczenie przeciwnapięcia ma ten skutek, że przy większych odchyleniach wartości regulacyjnej od jej wielkości wymaganej, przez przewyższanie napięcia prądu wzbudzanego ponad przeciwnapięcie wywołuje się pełną szybkość silnika, wskutek czego narząd regulacyjny osiąga bardzo szybko nowe położenie. Z powodu malejącego wskutek tego odchylenia wartości regulacyjnej od wielkości wymaganej i malejącej z tej przyczyny liczby obrotów sil-

nika rozrządzającego maleje napięcie przyrządu tachometrycznego. Działające ponownie przeciwnapięcie powoduje, że narząd regulacyjny wychyla się w swe nowe położenie regulacyjne z dużym tłumieniem. W omawianym przykładzie wystarczy ustalić odpływ napięcia tylko na mniejsze napięcie np. na  $\pm 2$  V, zaś przeciwnapięcie na  $\pm 1$  V. Przy napięciach  $\pm 1$  V na odpływie osiąga się wskutek przeciwsprężenia w stosunku 10:1 silne tłumienie i znacznie zmniejszoną szybkość regulacji, jednakże przy  $\pm 2$  V wzmacniacz jest już całkowicie wyregulowany. Na fig. 3 jest uwidoczniona zależność szybkości regulacyjnej od odchylenia impulsu. Urządzenie jest zupełnie niezawodne w działaniu, ponieważ nie posiada w ogóle kontaktów lub innych wrażliwych przełączników.

Na fig. 4 i 5 jest uwidocznione zastosowanie przedmiotu wynalazku do urządzenia regulacyjnego, uruchamianego za pomocą czynnika tłocznego. Pośrednio działający regulator według fig. 1 posiada jak zwykle silnik pomocniczy 1 i suwak rozrządzający 2, służący jako przełącznik, otwierający dopływ 3 poprzez dwa z silnikiem pomocniczym połączone przewody 4, 5, zależnie od siły rozrządzającej na jedną lub drugą stronę silnika pomocniczego. Przy przestawieniu suwaka rozrządzającego 2 z uwidocznionego położenia środkowego lub zerowego w prawo dopływa czynnik tłoczny z przewodu 3 do przewodu 5 i przesuwą tłok 6 silnika pomocniczego w lewo. Czynnik tłoczny, znajdujący się przed tłokiem, może odpływać przewodem 4 omijając suwak przez przewód odpływowy 7.

Suwak rozrządzający 2 jest zaopatrzony na dwóch końcach w tłoki rozrządzające 8 względnie 9. Osłona suwaka rozrządzającego jest z dwóch stron przedłużona i tworzy z każdej strony cylinder 18, 19 dla tłoków 8, 9. Przewód odpływowy 7 względnie 10 jest każdy połączony z jed-

nym z tych cylindrów, wskutek czego strumień czynnika tłocznego z silnika pomocniczego przepływa przez cylinder, wywierając w ten sposób na tłoki 8 i 9 ciśnienie, zmieniające się z odpływającą ilością czynnika tłocznego. Aby te ciśnienia były dostatecznie duże, jak to jest pożądane do niezawodnego rozrządzania, przewody odpływowy 7 i 10 są zaopatrzone każdy w dławik 11 względnie 12. Z każdym z cylindrów 18, 19 jest połączony jeden dalszy przewód odpływowy, w których w każdym znajduje się zawór zwrotny 16, 17 naciskany sprężyną. Nacisk sprężyn jest ustalony tak, że zawory zwrotne otwierają się przy pewnym określonym nadciśnieniu w cylindrze.

Zasadnicza siła rozrządzca użyta do przestawiania suwaka 2 działa jak zwykle na ten suwak względnie na drążek 13, połączony na stałe z tym suwakiem. Przy tym jest oczywiście obojętne czy ta siła rozrządzca jest już wzmożoną, czy też nie. W przykładzie wykonania według rysunku działa niewzmożona wielkość rozrządzca S nie bezpośrednio na drążek 13, lecz na wzmacniacz strumieniowy, którego rurka strumieniowa 14 rozrządza w znany sposób tłok 15 dodatkowego silnika pomocniczego, którego drążek tłokowy jest równoznaczny z drążkiem 13. Poza tym rurka strumieniowa 14 może być w znany sposób połączona z tłokiem 6 silnika pomocniczego 1 za pomocą zwrotnego układu drążkowego, jak to uwidoczniono na rysunku.

Sposób działania urządzenia według wynalazku jest następujący. Gdy rurka strumieniowa 14 zostanie wychylona z uwidocznionego na rysunku położenia środkowego lub zerowego pod działaniem wielkości rozrządzczej S w kierunku obrotu wskazówki zegara, wówczas na tłok 15 działa w lewo skierowana siła rozrządzająca, przesuwająca przy pomocy drążka 13 suwak 2 w lewo, wskutek czego czyn-

nik tłoczny przepływa z przewodu dopływowego 3 do przewodu 4 i na lewą stronę tłoka 6, natomiast czynnik tłoczny, znajdujący się z prawej strony tłoka 6, odpływa przez przewód 5 i dławik 12. W ten sposób powstaje z lewej strony tłoka pomocniczego 9 ciśnienie, przeciwdziałające sile rozrządzającej, wywieranej przez tłok 15. Wskutek tego suwak 2 zajmuje położenie równowagi, w którym utrzymuje się równowaga między tymi dwiema siłami. To położenie i odpowiadająca temuż ustalona ilość czynnika tłocznego jest zgodna z wychyleniem rurki strumieniowej 14. Tłok 6 otrzymuje więc szybkość, odpowiadającą temu wychyleniu. Gdy następnie wskutek wzrostu obciążenia szybkość tłoka 6 maleje, zmniejsza się ilość czynnika tłocznego, dopływającego przez przewód 5 i dławik 14, a tym samym przymusowo nacisk na tłok 9, wskutek czego zostaje zakłócona poprzednia równowaga suwaka rozrządzającego 2, zaś suwak 2 pod działaniem siły rozrządzającej, wywieranej przez tłok 15, zostaje przesunięty jeszcze bardziej na lewo. W ten sposób prześwit przepływu przełącznika zostaje powiększany tak długo, aż ilość czynnika tłocznego, doprowadzanego przewodem 4, osiągnie poprzednią wielkość, przy której także tłok 6 ma znowu szybkość ustaloną przez wychylenie rurki strumieniowej.

Gdy na odwrót wskutek spadku obciążenia szybkość tłoka 6 wzrasta, musi wzrastać także ilość cieczy tłocznej, odpływającej przez przewód 5 i dławik 12, i wreszcie także ciśnienie, działające na tłok 9. Spowodowane wskutek tego zakłócenie równowagi powoduje przesuw w prawo suwaka 2, to znaczy zmniejszenie prześwitu przepływu, aż do zmniejszenia ilości czynnika tłocznego z powrotem do wielkości ustalonej przez wychylenie rurki strumieniowej 14.

To samo następuje przy wychyleniu rurki strumieniowej 14 w kierunku odwrotnym

do obrotu wskazówki zegara, to znaczy, gdy siła rozrządzająca, wywierana przez tłok, działa na prawo, wskutek czego suwak rozrządzający 2 zostaje przestawiony z położenia środkowego na prawo. W tym przypadku przewód 5 jest dopływowym i odpływającym czynnikiem tłoczny wytwarza nacisk na tłok 8 przeciwdziałający sile tłoka 15, utrzymując w przeciwdziałaniu również suwak 2 zawsze w równowadze.

Zawory zwrotne 16, 17, znajdujące się pod działaniem sprężyn, powodują wspomniane działanie tak długo, aż zostanie osiągnięte pewne określone ciśnienie różnicowe przed i za dławikiem 11 względnie 12, któremu odpowiada ściśle określona wartość impulsowa i ściśle określona szybkość tłoka 6 silnika pomocniczego. Gdy impuls przekroczy tę wartość graniczną, otwiera się zawór 16 względnie 17 pod działaniem ciśnienia, powstającego wtedy w cylindrach 18 względnie 19. Wskutek tego ciśnienie w cylindrach 18, 19 osiąga wielkość, która jest w równowadze z siłą sprężyny zaworów zwrotnych 16 względnie 17.

Zależność ciśnienia  $P$ , działającego na tłoki 8 względnie 9, od całej odpływającej ilości czynnika tłocznego  $Q$  uwidocznia fig. 5. Ciśnienie  $P$  wzrasta początkowo do kwadratu z ilością  $Q$  aż do otwarcia zaworu zwrotnego 16 względnie 17 przy osiągnięciu wartości granicznej  $Q_1$ . Wskutek tego przy wartościach powyżej  $Q_1$  ciśnienie w cylindrach 18 względnie 19 zostaje ograniczone do stałej wartości  $P_1$ . Gdy odpowiednio do tego impuls, działający na rurkę strumieniową w jednym lub drugim kierunku, przekroczy pewną wartość graniczną, to ciśnienie w cylindrze 18 względnie 19 nie utrzymuje już z nim równowagi. Suwak 2 pod wpływem działającej na tłok 15 większej siły rozrządzającej powiększa kanał przepływowy dla czynnika tłocznego, dopływającego przewodem 3 do silnika pomocniczego 1, wsku-

tek czego tłok 6 osiąga prędko swą szybkość maksymalną, wprowadzając przy tym narząd regulacyjny bardzo prędko w nowe położenie. Wskutek zmniejszającego się w ten sposób odchylenia wielkości regulacyjnej od wartości wymaganej przesuwają się suwak 2 w kierunku przeciwnym, wskutek czego dopływ z przewodu 3 jest dławiony aż do zamknięcia się odpowiedniego zaworu zwrotnego, wobec czego, w zakresie około wartości wymaganej, tłok 6 silnika pomocniczego osiąga swe położenie końcowe będąc mocno tłumiony. Z tego wynika odpowiadająca fig. 3 zależność szybkości regulacji od wielkości impulsu.

#### Zastrzeżenia patentowe.

1. Regulator działający pośrednio, w którym na przełącznik silnika regulacyjnego działa impuls, odpowiadający odchyleniu wielkości regulacyjnej od jej wartości wymaganej, i impuls przeciwdziałający, zależny od szybkości silnika regulacyjnego, znamienny tym, że posiada urządzenie, które przy przekroczeniu określonego odchylenia wielkości regulacyjnej od wartości wymaganej i odpowiedniej szybkości regulacyjnej odłącza impuls przeciwdziałający lub ogranicza go do ustalonej wartości.

2. Regulator elektryczny według zastrz. 1, w którym napięcie, dostarczane przez miernik szybkości, sprzężony z silnikiem regulacyjnym, a mające na celu osłabienie napięcia zasilającego silnika, jest włączone przeciwnie do napięcia zasilającego elektrycznego silnika regulacyjnego, znamienny tym, że posiada urządzenie zwierające oddawane napięcie miernika szybkości w zakresie większych liczb obrotów silnika regulacyjnego względnie ograniczające je do wartości stałej.

3. Regulator elektryczny według zastrz. 2, znamienny tym, że równoległe do wyj-

ścia miernika szybkości jest wstawiony opór o negatywnej linii charakterystycznej oporu, a napięcie dodatkowe o nastawnej wielkości jest włączone przeciwnie do napięcia wyjściowego miernika szybkości.

4. Regulator elektryczny według zastrz. 3, w którym silnik prądu zmiennego, zasilany w zależności od rozrządzającego napięcia zmiennego jest sprzężony z miernikiem szybkości, dostarczającym napięcia zmiennego o takiej samej częstotliwości jak częstotliwość napięcia zasilającego, przy czym napięcie tego przyrządu jest włączone przeciwnie do napięcia zasilającego z fazą o  $180^\circ$  przesuniętą, znamienny tym, że równoległe do wyjścia miernika szybkości są włączone dwa odwrotnie skierowane prostowniki suche szeregowo każdy z jednym kondensatorem, a na diagonalu utworzonego w ten sposób mostku oporowego jest włączone źródło napięcia (B).

5. Regulator uruchamiany za pomocą czynnika tłocznego według zastrz. 1, w którym impuls regulacyjny rozrządza przełącznik na czynnik tłoczny dla silnika regulacyjnego, napędzanego czynnikiem tłocznym, przy czym impuls regulacyjny jest równoważony przez ciśnienie różnicowe, proporcjonalne do szybkości silnika regulacyjnego, które to ciśnienie różnicowe powstaje w miejscu dławienia pod działaniem ilości czynnika tłocznego, dopływającej do silnika regulacyjnego lub wytłaczanej wskutek ruchu silnika regulacyjnego, znamienny tym, że posiada urządzenie, ograniczające ciśnienie różnicowe, powstające w miejscu dławienia powyżej z góry określonej, przez miejsce dławienia przepływającej ilości czynnika tłocznego, do wartości stałej.

6. Regulator według zastrz. 5, w którym dopływ i odpływ czynnika tłocznego do podwójnie działającego silnika regulacyjnego jest rozrządzany za pomocą suwaka rozrządzającego, działającego jako przełącznik, a na końcach osłony suwaka

rozrządzającego znajdują się współosiowe cylindry każdy zaopatrzony w dławiony wylot czynnika tłocznego, wytwarzanego z silnika regulacyjnego, przy czym z suwakiem rozrządzającym są połączone dwa tłoki przeciwne w tych cylindrach, znamieny tym, że każdy cylinder (18, 19)

jest zaopatrzony w drugi otwór wylotowy, wykonany jako zawór zwrotny (16 i 17).

Askania - Werke  
Aktiengesellschaft  
Zastępca: inż. F. Winnicki  
rzecznik patentowy



