

URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

53 469

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 29.III.1965 (P 108 147)

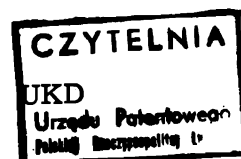
Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 20.V.1967

Kl. 20 i, 34/01

MKP B 61

K 7/12

Współtwórcy wynalazku: mgr inż. Tadeusz Stasicki, mgr inż. Stanisław
WacławikWłaściciel patentu: Polskie Koleje Państwowe (Biuro Projektów Kole-
jowych), Kraków (Polska)Układ otwarty zdalnego sterowania nadążnego ze wzmocnieniem
i krótkim czasem odwzorowania, zwłaszcza do sterowania
szczętkowymi hamulcami torowymi na górkach rozrządowych

1

Przedmiotem wynalazku jest układ otwarty zdalnego sterowania nadążnego ze wzmocnieniem i krótkim czasem odwzorowania w zastosowaniu przede wszystkim do sterowania szczętkowymi hamulcami torowymi na górkach rozrządowych.

Istotą wynalazku jest układ umożliwiający przekształcenie sygnału odchylenia w postaci kąta α_1 na sygnał α_2 i następnie na sygnał α_3 w postaci kąta obrotu wału selsyna odbiornika. Dotychczas funkcję tę spełniała dźwignia z ciąglem mechanicznym, co ograniczało możliwości lokalizowania maszynowni w miejscach technicznie uzasadnionych. Nowszymi urządzeniami są regulatory elektrohydrauliczne budowane w zasadzie do regulacji napięcia w elektrowniach wodnych. Regulatory te, z uwagi na bardzo wysoką cenę, długi czas odwzorowywania sygnału wejściowego, oraz skomplikowaną instalację, nie mogą mieć jednak szerszego zastosowania.

Układ według wynalazku ma ponad pięciokrotnie większą szybkość działania i jest znacznie tańszy, oraz prostszy w wykonaniu.

Układ jest uwidoczniony na załączonych rysunkach, na których fig. 1 przedstawia schemat blokowy quasi — statycznego układu otwartego zdalnego sterowania nadążnego, fig. 2 — schemat kinematyczny układu, fig. 3 — przekładnię zębatą z dźwignią do ręcznego nadawania sygnałów odchylających, fig. 4 — widok z góry tej przekładni wraz z selsynem, fig. 5 — przekładnię zębatą po-

2

łączoną mimośrodem ze wzmacniaczem hydraulicznym, fig. 6 — widok z góry na tę przekładnię wraz z selsynem.

Na fig. 1 α_1 oznacza sygnał wejściowy w postaci odchylenia kąтового od aktualnego stanu ustalonego, i_1 — przełożenie przekładni mechanicznej, $\left(i_1 = \frac{\alpha_2}{\alpha_1}\right)$, α_2 — sygnał w postaci kąta obrotu selsyna nadajnika, sprzężonego z przekładnią mechaniczną o przełożeniu i_1 , $\hat{K}_1$ — transmitację zespoloną selsyna nadajnika, $\left(\hat{K}_1 = \frac{U_2}{\alpha_2}\right)$, $\hat{U}_2$ — sygnał transmitowany przez łączy selsynowe w postaci wartości zespolonej napięcia, $\hat{K}_2$ — transmitację zespoloną selsyna odbiornika, $\left(\hat{K}_2 = \frac{\alpha_3}{U_2}\right)$, α_3 — sygnał w postaci kąta obrotu selsyna odbiornika, Mst — moment statyczny wynikły z tarcia w łożyskach i tarcia tłoczyska rozdzielczego wzmacniacza stanowiący zakłócenie skupione, Kz — transmitację zakłócenia skupionego, $\left(Kz = \frac{-\Delta\alpha}{Mst}\right)$, $-\Delta\alpha$ — zakłócenie wyrażone w postaci uchybu kąтового, (znak minus oznacza, że uchyb zawsze będzie odejmował się od sygnału), S — sumator, $\alpha_3 - \Delta\alpha$ — sygnał sumaryczny doprowadzony do przekładni mechanicznej o przełożeniu i_2 , α_4 —

sygnał w postaci kątowej doprowadzony do wzmacniacza hydraulicznego, $f(a_4)$ — transmitację wzmacniacza hydraulicznego, l — odpowiedź układu w postaci przesunięcia liniowego, i_3 — przełożenie przekładni mechanicznej, a_5 — odpowiedź układu w postaci kątowej doprowadzona do mechanizmu wykonawczego (na przykład reduktora ciśnienia), Ko — transmitację mechanizmu wykonawczego, p — czynnik regulowany (na przykład ciśnienie).

Na fig. 2 a_1 oznacza kąt obrotu dźwigni do nadawania sygnałów, sprzężonej z kołem zębatym Z_1 , $Z_1 Z_2$ — przekładnię zębatą o przełożeniu $i_1 > 1$, Pd_1 — selsyn nadajnik sprzężony z kołem zębatym Z_2 , Pd — łącze selsynowe jedno, lub wielotorowe, Pd_2 — selsyn odbiornik sprzężony z kołem zębatym Z_3 , $Z_3 Z_4$ — przekładnię zębatą o przełożeniu $i_2 < 1$, a_2 — kąt obrotu koła zębatego Z_4 ($a_2 \approx a_1$), m — mimośród na kole zębatym Z_4 , D_1 — łącznik między mimośrodem koła zębatego Z_4 a tłoczyskiem rozdzielczym tr , l_1 — długość cięciwy łączącej skrajne położenie mimośrodu m koła zębatego Z_4 , Wd — wzmacniacz hydrauliczny dający wzmocnienie sygnału (np. 1350) sterowany tłoczyskiem tr , tr — tłoczysko rozdzielcze wzmacniacza hydraulicznego służące do dwustronnego nadążnego sterowania wzmacniaczem. Po uruchomieniu sterowania tłoczysko tr porusza się łącznie z tłoczyskiem wykonawczym tw z prędkością jednostajną zależną od parametrów wzmacniacza hydraulicznego Wd . Przez tw oznaczono tłoczysko wykonawcze poruszające się w wyniku występowania przez tłoczysko rozdzielcze tr . Siłę napędową tłoczyska tw wytwarza olej doprowadzony do wzmacniacza z zewnątrz pod wysokim ciśnieniem. Przez l_3 oznaczono wykorzystaną drogę tłoczyska wykonawczego tw ($l_3 \approx l_1$), N_1 — dźwignię dwuramienną, a_5 — kąt obrotu dźwigni N_1 , l_4 — przesunięcie końca dźwigni N_1 przy jej obrocie o kąt a_5 , D_2 — łącznik między dźwignią N_1 a dźwignią N_2 mechanizmu wykonawczego P , a_6 — kąt obrotu dźwigni N_2 proporcjonalny do a_1 , N_2 — dźwignię mechanizmu wykonawczego P , P — mechanizm wykonawczy, np. w urządzeniach hamulców szczękowych mechanizmem wykonawczym jest reduktor ciśnienia sterującego hydraulicznym napędem hamulców torowych, dla którego kąt przesunięcia a_6 jest proporcjonalny do ciśnienia.

Schemat blokowy dla stanu quasi — statycznego projektowanego układu otwartego sterowania nadążnego (fig. 1) przedstawia w postaci blokowej: przełożenia mechaniczne i_1 , i_2 , i_3 , transmitacje zespolone $\hat{K}_1$ i $\hat{K}_2$ łączy selsynowego, zakłócenie Kz , transmitację wzmacniacza $f(a_4)$, oraz transmitację mechanizmu wykonawczego Ko . Sygnał wejściowy w postaci odchylenia od aktualnie ustalonego stanu a_1 zostaje przez kolejne elementy układu przekształcony na a_2 , U_2 , a_3 , $a_3 - \Delta a$, a_4 , l , a_5 , a odpowiedzią układu jest na przykład wartość ciśnienia p . Zakłócenie w postaci momentu statycznego Mst zostaje przekształcone na Δa i doprowadzone do sumatora S .

Schemat kinematyczny (fig. 2, 5 i 6) składa się z koła zębatego Z_1 , za pośrednictwem którego zo-

staje nadane odchylenie a_1 i które zazębione jest z kołem zębatym Z_2 , zamocowanym na wale nadajnika Pd_1 łączy selsynowego Pd . Na wale selsyna odbiornika Pd_2 zamocowane jest koło zębate Z_3 zazębione z kołem Z_4 .

Na kole Z_4 znajduje się mimośród m połączony łącznikiem D_1 z tłoczyskiem rozdzielczym tr wzmacniacza hydraulicznego Wd . Tłoczysko wykonawcze tw wzmacniacza Wd połączone jest za pomocą dźwigni N_1 i łącznika D_2 z dźwignią N_2 , stanowiącą element mechanizmu wykonawczego P .

Na kole zębatym Z_1 (fig. 3 i 4) jest zamocowana dźwignia do ręcznego nadawania sygnałów odchylających, a koło Z_2 jest osadzone na wale selsyna nadajnika Pd_1 .

Zasada działania na podstawie schematu blokowego dla stanu quasi — statycznego (fig. 1) jest następująca: sygnał nadany w postaci odchylenia od aktualnego stanu ustalonego a_1 zostaje za pośrednictwem przekładni o przełożeniu i_1 przekształcony na kąt a_2 ($i_1 = \frac{a_2}{a_1}$).

Selsyn nadajnik zmienia sygnał a_2 na proporcjonalne napięcie i kąt przesunięcia fazowego i jest przedstawiony na schemacie blokowym jako wartość zespolona transmitacji $\hat{K}_1 = \frac{\hat{U}_2}{a_2}$.

Łącze selsynowe przenosi sygnał w postaci wartości zespolonej napięcia $\hat{U}_2$ do selsyna odbiornika. Selsyn odbiornik jest w schemacie reprezentowany przez wartość zespoloną transmitacji: $\hat{K}_2 = \frac{a_3}{\hat{U}_2}$.

Z selsyna odbiornika wychodzi sygnał w postaci kąta a_3 i jest doprowadzony do sumatora S . W wyniku strat tarcia tłoczyska rozdzielczego wzmacniacza hydraulicznego oraz tarcia w łożyskach, łącze selsynowe jest obciążone pewnym momentem statycznym Mst , który przekształcony

za pośrednictwem transmitacji $\hat{K}_z = \frac{-\Delta a}{Mst}$ jest

przekazany w postaci zakłócenia — Δa do sumatora S . Dalej do przekładni o przełożeniu i_2 zostaje doprowadzony sygnał sumaryczny $a_3 - \Delta a$, przy czym przekładnia mechaniczna o przełożeniu

$i_2 = \frac{a_4}{a_3 - \Delta a}$ przekształca ten sygnał na kąt a_4 ,

który z kolei jest przekształcony za pośrednictwem wzmacniacza hydraulicznego Wd na sygnał $f(a_4) =$

$\frac{1}{a_4}$.

Sygnał l jest przekształcony za pośrednictwem przekładni o przełożeniu i_3 na sygnał a_5 , który jest doprowadzony na przykład do reduktora ciśnienia

reprezentowanego przez transmitację $Ko = \frac{p}{a_5}$;

reduktor ten redukuje ciśnienie p proporcjonalnie do żądanej wartości a_1 . Do układu zostaje doprowadzona energia z zewnątrz, to jest do łączy selsynowego energia elektryczna, a do wzmacniacza

hydraulicznego energia w postaci oleju pod ciśnieniem.

Zasada działania na podstawie schematu kinematycznego (fig. 2) jest następująca: odchylenie rękojeści połączonej z kołem zębatym Z_1 o kąt α_1 od położenia wyjściowego powoduje obrót koła zębatego Z_1 , zazębianego z kołem Z_2 osadzonym na wale selsyna nadajnika Pd_1 . Przekładnia ta jest potrzebna w celu wykorzystania kilku obrotów selsyna, chociaż maksymalny kąt odchylenia α_1 nie przekroczy na przykład $\frac{2}{3}\pi$. Tego rodzaju przekładnia zmniejsza błąd w odwzorowaniu sygnału przez łącze selsynowe Pd . Błąd ten wynika z kąta niezgodności łącza $\Theta = \alpha_2 - \alpha_3$ w stanie ustalonym i zależy od siły tarcia tłoczyśka tr , oraz tarcia w łożyskach.

Moment M_3 dla stanu ustalonego równoważy siłę tarcia F_{tr} , a pomijając tarcie w łożyskach i na przekładniach można napisać, że $M_2 = M_3 = M_{max} \cdot \sin \Theta$, gdzie M_{max} jest to największy moment rozwijany przez selsyn. Koło zębate Z_3 zamocowane na wale selsyna odbiornika Pd_2 , oraz zazębione z nim koło zębate Z_4 stanowią przekładnię o odwrotnym stosunku przełożenia niż $Z_1 Z_2$. Na tarczy koła Z_4 zamocowany jest mimośród m , dla którego długość cięciwy l_1 wynika z maksymalnego kąta obrotu α_4 odpowiada wykorzystanej drodze tłoczyśka rozdzielczego tr wzmacniacza hydraulicznego Wd . Połączenie między mimośrodem m a tłoczyśkiem rozdzielczym tr wykonane jest przy pomocy łącznika D_1 . Suwak tłoczyśka rozdzielczego tr dla wysterowania wzmacniacza Wd w jedną, lub drugą stronę przesuwają się względem tłoczyśka wykonawczego tw , przy czym pokrycie przez suwak otworów sterujących jest mniejsze od tego przesunięcia. Różnica ta stanowi dodatkowy błąd w odwzorowaniu, który wynosi około 0,2 mm, zawsze ujemny. Można go uniknąć przez odpowiednią korektę α_1 . Tłoczyśko wykonawcze tw wzmacniacza Wd odwzorowuje położenie tłoczyśka rozdzielczego tr , a jego droga l_3 jest równa w przybliżeniu długości cięciwy mimośrodu l_1 .

Dźwignia N_1 służy do dopasowania drogi l_3 tłoczyśka wykonawczego tw do kąta obrotu dźwigni N_2 mechanizmu wykonawczego P . Odpowiednio zmienia się kąt obrotu α_5 na α_6 i moment obrotowy M_5 na M_6 . Dźwignia N_1 jest połączona z dźwignią N_2 za pomocą łącznika D_2 . Mechanizm wykonawczy P reguluje na przykład wysokość ciśnienia w funkcji kąta α_6 .

Na podstawie parametrów wzmacniacza Wd znana jest prędkość poruszania się tłoczyśka wykonawczego $V = \text{const}$, a zatem można określić czas przebycia drogi l_3 . Ponieważ prędkość ruchu tłoczyśka tr jest identyczna z prędkością tłoczyśka tw , zatem można określić optymalne prędkości kątowe $\omega_4, \omega_3, \omega_2, \omega_1$, poszczególnych kół zębatych Z_4, Z_3, Z_2, Z_1 . Istnieje możliwość, z którą należy się liczyć przy projektowaniu, że przy nadmiernej prędkości przestawiania dźwigni o kąt α_1 w stosunku do prędkości odpowiedzi łącza selsynowego Pd , w wypadku gdy kąt niezgodności łącza $\Theta > \frac{\pi}{2}$, nastąpi rozstrojenie układu. W tych wypadkach należy stosować łącze selsynowe dwutorowe.

Moment M_1 potrzebny do przestawienia dźwigni

na kole Z_1 jest zależny od przełożenia $i_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$

oraz od kąta niezgodności łącza Θ : $M_1 = i_1 \cdot M_{max} \cdot \sin \Theta$. Wynika stąd, że przy większych kątach niezgodności łącza moment M_1 bardzo rośnie, a zatem staje się trudny do pokonania.

Przykładowo przy zastosowaniu przekładni o przełożeniu $i_1 = 9$, $i_2 = 1/9$, cięciwy dla mimośrodu $l_1 = 30$ mm przy $\alpha_4 = 2/3\pi$ i zastosowaniu wzmacniacza Wd , dla którego prędkość tłoczyśka wynosi 70 mm/sek minimalny czas przełożenia dźwigni na kole Z_1 o kąt $\alpha_1 = 2/3\pi$ jest mniejszy od 0,3 sek.

Układ omówiony powyżej pracuje dobrze, stabilnie i szybko. Na wyjściu otrzymujemy duże siły na przykład $F_4 = 750$ kG, a dokładność odwzorowania sygnału jest duża. Sumaryczny błąd jest zależny od doboru selsynów Pd_1 i Pd_2 , wzmacniacza Wd , przełożenia kół zębatych $Z_1 Z_2, Z_3 Z_4$ i mimośrodu m , oraz wykorzystanej drogi tłoczyśka tw wzmacniacza i nie powinien przekroczyć 1%. Przy projektowaniu kół zębatych należy wziąć pod uwagę siły obwodowe F_1 i F_2 wynikłe z momentu maksymalnego łącza selsynowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ otwarty zdalnego sterowania nadajnego ze wzmocnieniem i krótkim czasem odwzorowania zwłaszcza do sterowania szczegółowymi hamulcami torowymi na górkach rozrządowych, **znamienny tym**, że zawiera przekładnię o przełożeniu (i_1) przekształcającą sygnał odchylenia w postaci kąta (α_1) na sygnał (α_2), łącze selsynowe dwutorowe składające się z nadajnika (Pd_1) o transmitacji zespolonej ($\hat{K}_1$) i odbiornika (Pd_2) o transmitacji zespolonej ($\hat{K}_2$) przekształcające sygnał (α_2) na (α_3) w postaci kąta obrotu wału selsyna odbiornika. Sumator S do którego jest doprowadzony sygnał (α_3) oraz zakłócenie reprezentowane przez moment statyczny (M_{st}) przekształcone przez transmitację (K_z) w postaci uchybu kątowego ($-\Delta\alpha$), przekładnię (o przełożeniu i_2), która przekształca sygnał sumaryczny ($\alpha_3 - \Delta\alpha$) na (α_4), wzmacniacz hydrauliczny (Wd) o transmitacji ($f(\alpha_4)$), przekładnię (o przełożeniu i_3), do której jest doprowadzony przekształcony przez wzmacniacz sygnał (I) i która przekształca go na sygnał (α_5), oraz mechanizm wykonawczy (P) o transmitacji (K_o), do którego sygnał ten jest doprowadzony i który reguluje czynnikiem regulowanym (p).
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że selsyn nadajnik (Pd_1) jest połączony za pośrednictwem przekładni zębatej ($Z_1 Z_2$) z dźwignią do ręcznego nadawania odchylen kątowych (α_1), a selsyn odbiornik (Pd_2) jest połączony z przekładnią zębatą ($Z_3 Z_4$), a koło (Z_4) jest połączone za pośrednictwem mimośrodu (m) i łącznika (D_1) z tłoczyśkiem rozdzielczym (tr) wzmacniacza hydraulicznego (Wd), a tłoczyśko wykonawcze wzmacniacza (tw) jest połączone za pośrednictwem dźwigni dwuramiennej (N_1) i łącznika (D_2) z dźwignią (N_2) mechanizmu wykonawczego (P).

