

G05P 1/32



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 45191

Kl. 21 c, 46/50

Politechnika Gdańska
(Katedra Elektroenergetyki *)
Gdańsk, Polska

Transduktorowy regulator impulsowy

Patent trwa od dnia 8 sierpnia 1960 r.

Przedmiot wynalazku stanowi transduktorowy regulator impulsowy.

Do regulacji procesów elektrycznych, fizycznych, technologicznych itp. stosuje się regulatory różnych typów. Obecnie szerokie zastosowanie znajdują regulatory elektryczne transduktorowe, w których zasadniczymi elementami są transduktory.

Znane rozwiązania regulatorów transduktorowych oparte są na zastosowaniu transduktorów o charakterystyce ciągłej. Transduktory o charakterystyce skokowej są stosowane jako elementy łączeniowe albo elementy pomocnicze w układach regulacji. Przykładami mogą być: zastosowanie transduktora o charakterystyce skokowej w celu uzyskania niesztynnego sprzężenia zwrotnego w układzie regulacji elektrod pieca łukowego oraz za-

stosowanie transduktora o charakterystyce skokowej, sterowanego przez element opóźniający RC, w transduktorowym przekąźniku czasowym. Praca transduktorów w znanych układach charakteryzuje się jednym ustalonym jednoznacznie punktem pracy, wystąpieniem prądu maksymalnego lub minimalnego, a więc stanem statycznym.

Przedmiotem wynalazku jest regulator transduktorowy, pracujący impulsowo, regulujący według dynamicznej charakterystyki transduktora. Zastosowany w regulatorze transduktor posiada dwa ustalone stany pracy: nasycenia i nienasycenia, ale znajduje się w stanie ciągłej oscylacji pomiędzy nimi. W rezultacie na wyjściu z transduktora, stanowiącego samodzielnego regulator, występują również pośrednie wartości prądu tj. wartości zawarte pomiędzy wartością maksymalną, a wartością minimalną, a to wskutek oddziaływania funkcjonalnego sprzężenia zwrotnego od wielkości na-

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest mgr inż. Jerzy Soldek.

stawczej lub regulowanej. W wyniku tego działania ma miejsce oscylacyjny przebieg prądu wyjściowego regulatora. Wartości pośrednie prądu są zależne od wartości prądu sterującego. Mianowicie w zależności od wartości prądu sterującego zmienia się stosunek czasów trwania stanu zmiany w kierunku nasycenia do czasu trwania zmiany stanu w kierunku nienasycenia. Średnia wartość prądu roboczego transduktora na wyjściu regulatora zależy od stosunku tych czasów.

Zasadę działania transduktorowego regulatora impulsowego można obrazowo porównać więc z działaniem przekątnikowego stykowego regulatora vibracyjnego typu Tirillá, który wywołuje również płynną zmianę średniej wartości regulowanej w zależności od wartości regulowanej pomimo tego, że jego element wyjściowy w postaci zestyków posiada charakter dwustanowy: stan rozwarcia lub stan zwarcia zestyków.

Transduktorowy regulator impulsowy np. do regulowania napięcia prądnicy synchronicznej, składa się z transduktora o charakterystyce przekątnikowej z uzwojeniami: roboczym, pomiarowym, polaryzacji, sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego i dodatniego wewnętrznego sprzężenia zwrotnego, prostowników i oporów pomocniczych oraz dwóch źródeł zasilania prądu zmiennego i prądu stałego. Prąd roboczy transduktora, po wyprostowaniu w prostowniku o układzie mostkowym, przepływa przez opornik obciążenia, znajdujący się jednocześnie w obwodzie roboczym źródła zasilania prądu stałego i wpływa dzięki temu na wartość prądu nastawczego. Uzwojenie pomiarowe, uzwojenie polaryzacji oraz uzwojenie sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego posiadają tak wzajemnie dobrane amperozwoje, iż przy zgodności wartości wielkości regulowanej z wartością zadana, okresy zmiany stanu w kierunku nasycenia i w kierunku nienasycenia transduktora, następujące periodycznie i skokowo wskutek pulsacji prądu w uzwojeniu sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego, są sobie równe. Uzwojenie sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego wytwarza natężenie pola magnetycznego o amplitudzie pulsacji równej lub większej od szerokości pętli charakterystyki przekątnikowej transduktora. Przy zgodności wartości regulowanej z zadana, wartości amperozwojów wypadkowych, będących różnicą amperozwojów uzwojenia pomiarowego i amperozwojów uzwojenia polaryzacji odpowiada środkowemu punktowi szerokości pętli

przekątnikowej transduktora (fig. 2). Kierunek różnicy amperozwojów jest taki, że przy wystąpieniu większej wartości regulowanej niż zadana, amperozwoje wypadkowe uzwojenia pomiarowego i uzwojenia polaryzacji, działają w kierunku zwiększenia prądu roboczego transduktora.

Niniejsze rozwiązanie regulatora umożliwia skrócenie czasu odpowiedzi regulatora i lepszą stabilność pracy. Transduktorowy regulator impulsowy według wynalazku posiada następujące zalety w porównaniu z regulatorem transduktorowym o działaniu ciągłym: znacznie większa jest szybkość odpowiedzi regulatora, lepsza jest jakość regulacji co pozwala na pominięcie specjalnych środków stabilizujących np. transformatorów impulsowych i regulator posiada prostszy schemat, mniejszą ilość elementów, mniejsze gabaryty oraz jest tańszy.

Transduktorowy regulator impulsowy według wynalazku może być zastosowany jako regulator wzbudzenia prądnicy synchronicznej, regulator wzbudzenia prądnicy prądu stałego, regulator częstotliwości prądnicy, regulator obrotów itp. W przypadku regulacji wzbudzenia prądnicy synchronicznej praca regulatora w obwodzie regulacji przedstawia się następująco. Prąd pomiarowy odwzorowuje wartość regulowanego napięcia na zaciskach prądnicy, a prąd sprzężenia zwrotnego — wartość i przebieg w czasie napięcia wzbudnicy. Prąd polaryzujący, płynący przez uzwojenie polaryzacji transduktora przedstawia wartość zadana. Opornik, znajdujący się w obwodzie prądu roboczego, spełnia rolę elementu nastawczego, służąc do regulacji prądu wzbudzenia wzbudnicy, bowiem przez opornik ten przepływa suma prądu nastawczego i prądu regulatora. Dzięki temu wzrasta wartość oporności dla obwodu nastawczego wraz ze wzrostem prądu regulatora. Prostownik, znajdujący się w obwodzie omawianym, spełnia rolę blokującą, ograniczając działanie regulatora na obwód wzbudnicy tylko do opornika regulacyjnego.

Transduktorowy regulator impulsowy według wynalazku jest uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat układu, a fig. 2 — wykres pracy transduktora. Regulator składa się z transduktora 1, posiadającego uzwojenia: robocze a, pomiarowe b, polaryzacji c, sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego d oraz dodatniego wewnętrznego sprzężenia zwrotnego

e; prostownika 2 w układzie mostkowym, opornika obciążenia 3, prostownika blokującego 4 w układzie jednopołówkowym, oporności dodatkowej R sprzężenia zwrotnego oraz dwóch źródeł zasilania: prądu zmiennego E_1 oraz prądu stałego E_2 . Uzwojenie polaryzacji c może spełniać rolę porównawczej wartości zadanej w przypadku gdy wartość ta ma być stała.

Działanie regulatora jest następujące. W transduktorze 1, będącym zasadniczym elementem regulatora, odbywa się porównanie amperozwojów od prądu I_p , płynącego przez uzwojenie pomiarowe b, z amperozwojami od prądu I_o , płynącego przez uzwojenie polaryzacji c. Równocześnie prąd I_{sz} , płynący przez uzwojenie sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego d, stabilizuje proces regulacji, a ponadto oddziałując na stan nasycenia magnetycznego transduktora 1 wywołuje stan nieustających oscylacji prądu roboczego I_r , płynącego przez uzwojenie robocze a i uzwojenie dodatniego wewnętrznego sprzężenia zwrotnego e. Stan ten jest wynikiem wyposażenia tego uzwojenia sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego d w ilość zwojów, wywołującą natężenie pola magnetycznego, wystarczające do nasycenia nasyczonego rdzenia magnetycznego transduktora 1, a tym samym do wywołania skokowej zmiany prądu roboczego I_r od wartości $I_{r \max}$ do wartości $I_{r \min}$ (fig. 2). Uzyskiwane sprzężenie zwrotne jest tak silne, iż po wystąpieniu maksimum prądu roboczego I_r wymusza powrót tego prądu roboczego I_r transduktora 1 do stanu poprzedniego, kiedy to prąd roboczy I_r jest znów minimalny. Wtedy sprzężenie zwrotne silnie maleje, pozwalając na kolejny, skokowy, wzrost prądu roboczego I_r do maksimum.

Prąd roboczy I_r , po wyprostowaniu przez prostownik 2, przepływa przez opornik obciążenia 3, wywołując działanie nastawcze w obwodzie zewnętrznym źródła zasilania E_2 . Mianowicie, wywołując odpowiedni spadek napięcia na oporniku obciążenia 3, prąd ten wpływa na wartość prądu nastawczego I_n przezeń płynącego.

Prostownik blokujący 4 lokalizuje działanie regulatora w obwodzie zewnętrznym tylko do opornika obciążenia 3.

Dalsze powiązania w obwodzie regulacyjnym zależą od właściwości regulowanego procesu na fig. 1 są oznaczone symbolem A.

Transduktor 1 może również pracować w układzie amplistatu z dodatkowym uzwojeniem dodatniego sprzężenia zwrotnego, zapewniają-

cym uzyskanie współczynnika sumarycznego wewnętrznego sprzężenia zwrotnego większego od jedności.

Charakterystyka transduktora $I_r = f(I_p - I_{sz})$ jest przekaźnikowa (fig. 2) to znaczy, że posiada dwa ustalone punkty pracy $I_{r \min}$ i $I_{r \max}$. W wyniku współdziałania uzwojenia pomiarowego b, przez które płynie prąd I_p , i uzwojenia sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego d, przez które płynie prąd I_{sz} , transduktor 1 znajduje się w stanie nieustających oscylacji. Charakter tych oscylacji zależy od wartości prądu sterującego $I_s = I_p - I_{sz}$. Mianowicie stosunek czasu impulsu do czasu przerwy t_1 i t_p (fig. 2) oraz wartość prądu roboczego I_r na wyjściu transduktora 1 zależą od wartości prądu sterującego I_s .

Na fig. 2 rozpatrzono trzy przypadki oscylacji.

Przypadek 1. Gdy wartość wielkości regulowanej jest zgodna z zadaną oraz odpowiada wartości prądu I_{p1} , wtedy transduktor przez czas t_{11} jest sterowany w kierunku osiągnięcia prądu $I_{r \max}$, a przez czas t_{p1} — w kierunku osiągnięcia prądu $I_{r \min}$, przy czym stosunek czasów $t_{11} : t_{p1} = 1$ i na wyjściu transduktora występuje średnia wartość prądu roboczego $I_{r sr. 1}$.

Przypadek 2. Gdy wartość wielkości regulowanej jest większa od zadanej i odpowiada wartości prądu I_{p2} , wtedy transduktor przez czas t_{12} jest sterowany w kierunku osiągnięcia prądu $I_{r \max}$, a przez czas t_{p2} w kierunku osiągnięcia prądu $I_{r \min}$, przy czym stosunek czasów $t_{12} : t_{p2} > 1$ i na wyjściu z transduktora występuje średnia wartość prądu roboczego $I_{r sr. 2} > I_{r sr. 1}$.

Przypadek 3. Gdy wartość wielkości regulowanej jest mniejsza i odpowiada wartości prądu I_{p3} , wtedy transduktor przez czas t_{13} jest sterowany w kierunku osiągnięcia prądu $I_{r \max}$, a przez czas t_{p3} w kierunku osiągnięcia prądu $I_{r \min}$, przy czym stosunek czasów $t_{13} : t_{p3} < 1$ i na wyjściu z transduktora występuje średnia wartość prądu roboczego $I_{r sr. 3} < I_{r sr. 1}$. Szybkość narastania prądu I_r zależy od wartości prądu sterującego $I_s = I_p - I_{sz}$.

W celu uproszczenia rozważań konstrukcję wykresów na fig. 2 wykonano przy pewnych założeniach upraszczających. We wszystkich trzech przypadkach mianowicie przyjęto jednokowy przebieg prądu sprzężenia zwrotnego I_{sz} . W rzeczywistości będzie on zależał od przebiegu prądu roboczego I_r i dzięki temu będzie wpływał stabilizująco na przebieg procesu re-

gulacji przy zachowaniu oscylacyjnego charakteru pracy transduktora. Pominęto również opóźnienia czasowe i bezwładności w obwodzie regulacji, uwzględniając jedynie zależność szybkości narastania prądu roboczego I_r transduktora od wartości prądu sterującego I_s . W rzeczywistości prądy I_r i I_{sz} będą miały nieco inny przebieg od opisanego, ale będzie zachowany ogólny charakter pracy regulatora.

Transduktorowy regulator impulsowy może być stosowany do regulacji napięcia prądnic synchronicznych i innych wielkości szybkozmiennych. Może on być stosowany do regulacji wielkości wolnozmiennych np. do regulacji poziomu wody w zbiorniku elektrowni wodnej, ale w tym przypadku należy go wyposażać w elementy opóźniające.

Zastrzeżenia patentowe

1. Transduktorowy regulator impulsowy np. do regulowania napięcia prądnicy synchronicznej, składający się z transduktora o charakterystyce przekaźnikowej, z uzwojeniami: roboczym, pomiarowym, polaryzacji, sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego i dodatniego wewnętrznego sprzężenia zwrotnego, prostowników i oporników pomocniczych oraz dwóch źródeł zasilania prądu zmiennego i prądu stałego, przy czym prąd roboczy transduktora po wyprostowaniu w prostowniku o układzie mostkowym przepływa przez opornik obciążenia, znajdujący się jednocześnie w obwodzie roboczym źródła zasilania prądu stałego i wpływa dzięki temu na wartość prądu nastawczego, znamieny tym, że uzwojenie pomiarowe (b), uzwojenie polaryzacji (c) oraz uzwojenie sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego (d) posiadają tak wzajemnie dobrane amperozwoje, iż przy zgodności wartości wielkości regulowanej z wartością zadaną okresy stanu w kierunku nasycenia i w kierunku nienasycenia (t_i i t_p) transduktora (1), następujące periodycznie i skokowo wskutek pulsacji prądu w uzwojeniu sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego (d), są sobie równe, przy czym uzwojenie sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego (d) wytwarza natężenie pola magnetycznego o amplitudzie pulsacji równej lub większej od szerokości pętli charakterystyki przekaźnikowej transduktora, a wartość amperozwojów wypadkowych, będących różnicą amperozwojów od uzwojenia pomiarowego (b) i od uzwojenia polaryzacji (c) — przy zgodności wartości wielkości regulowanej z zadaną — odpowiada środkowemu punktowi szerokości pętli przekaźnikowej transduktora (1), a kierunek różnicy amperozwojów jest taki, że przy wystąpieniu większej wartości wielkości regulowanej od zadanej, amperozwoje wypadkowe uzwojenia pomiarowego (b) i uzwojenia polaryzacji (c) działają w kierunku zwiększenia prądu roboczego transduktora (1).
2. Regulator według zastrz. 1, znamieny tym, że obwód prądu roboczego transduktora (1) i obwód roboczy źródła zasilania prądu stałego (E_s) są oddzielone prostownikiem blokującym (4).
3. Regulator według zastrz. 1 i 2, znamieny tym, że uzwojenia robocze (a), pomiarowe (b), polaryzacji (c), sprzężenia zwrotnego funkcjonalnego (d) oraz dodatniego wewnętrznego sprzężenia zwrotnego (e) stanowią jednolity zespół jednego transduktora (1).

Politechnika Gdańska
Katedra Elektroenergetyki

Zastępca: mgr inż. Janusz Kryczkowski
rzecznik patentowy

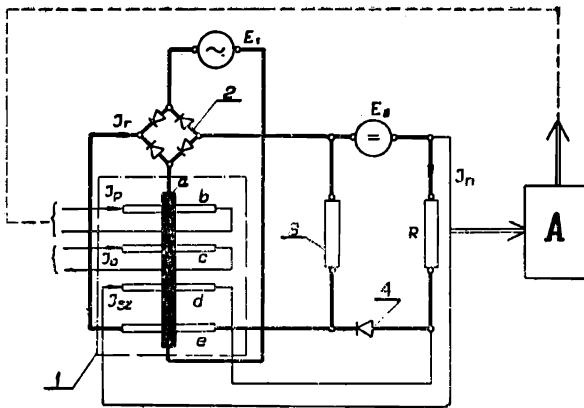


Fig. 1.

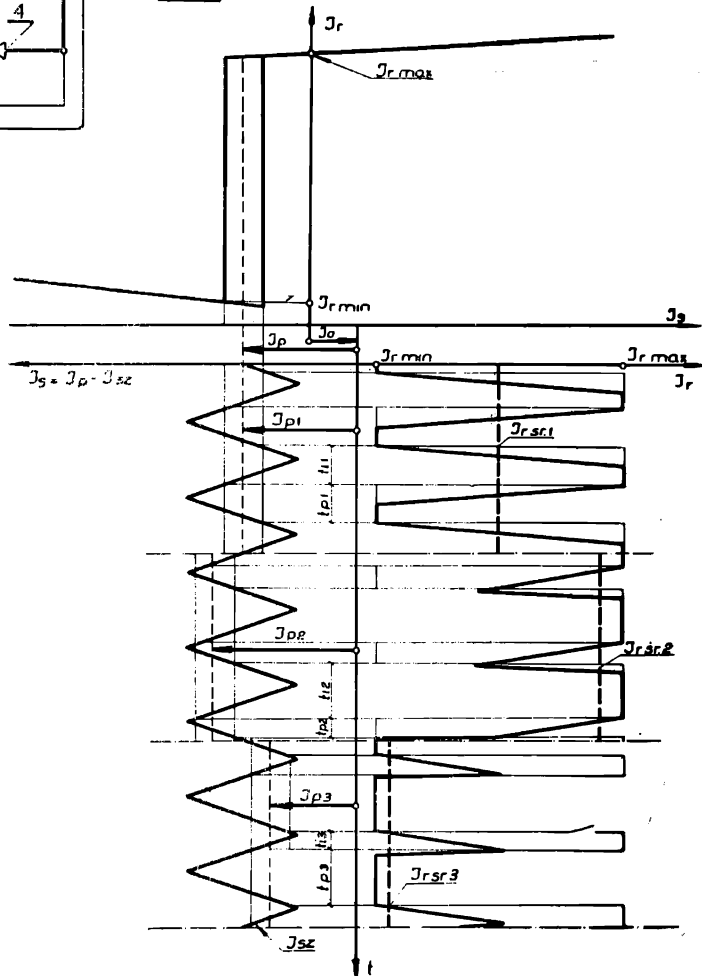


Fig. 2.