



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 42359

Kl. 42 k, 1/04

Výzkumný a zkušební letecký ústav *)

Letnany, koło Prahi, Czechosłowacja

Elektromagnetyczny czujnik skręcania

Patent trwa od dnia 18 sierpnia 1958 r.

Pierwszeństwo: 24 sierpnia 1957 r. (Czechosłowacja).

Wynalazek dotyczy elektromagnetycznego czujnika skręcania, który przetwarza mechaniczne wielkości względnie stosunek dwóch mechanicznych wielkości na wielkości elektryczne.

Istniejące dotychczas elektromagnetyczne czujniki skręcania do przetwarzania wielkości mechanicznych na elektryczne, które wykorzystuje tak zwane zjawisko Wiedermanna, składają się najczęściej z elementu, w którym występuje naprężenie skręcające i który jest otoczony cewką odbiorczą. Element ten jest tak pobudzany prądem zmiennym, że wytwarza się w nim magnetyczne pole wirowe, które zostaje zdeformowane przez mechaniczne skrócenie elementu, a składowa wzdłużna pola magnetycznego, która jest proporcjonalna do wielkości skręcenia elementu, zostaje odebrana za pomocą cewki odbiorczej w formie siły elektromotorycznej.

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są Borivoj Dubsky i Oldrich Straka.

Wadą tego czujnika jest pewna zależność otrzymanej siły elektromotorycznej od wahań częstotliwości sieci zasilającej, temperatury otoczenia czujnika i w małym stopniu od wahań napięcia sieci wzbudzającej. Dlatego taki czujnik może być używany do bardzo dokładnych pomiarów, przy czym jest niezbędnym wyrównanie tych wpływów w obwodzie pomiarowym. Inną wadą tego czujnika jest brak możliwości wykonania określonego pomiaru stosunku dwóch wielkości mechanicznych, które często są konieczne przy bardzo dokładnych pomiarach.

Przedmiotem wynalazku jest elektromagnetyczny czujnik skręcenia, który przez mechaniczne połączenie czterech pojedynczych czujników w jedną wspólną całość i przez odpowiedni układ cewek odbiorczych umożliwia wykonywanie bardzo dokładnych pomiarów lub rejestrowanie wielkości mechanicznych względnie stosunku dwóch wielkości mechanicznych.

Rysunek uwidacznia przykład wykonania i układ połączeń czujnika według wynalazku,

przy czym na fig. 1 przedstawiono przekrój rzutu pionowego czujnika, na fig. 2 — rzut poziomy czujnika, na fig. 3 — rzut boczny czujnika, a na fig. 4 — układ połączeń czujnika.

Czujnik według fig. 1 składa się ferromagnetycznego elementu w postaci pręta lub rury 5, zakończonej na obydwu końcach płaszczyznami czołowymi 9, które także są połączone z ferromagnetycznym płaszczem 8. Połączenie płaszcza 8 z czołowymi płaszczyznami 9 jest wykonane w ten sposób, ażeby istniała możliwość obracania elementem 5. Połączenie musi być jednakże przewodzące i po określonym przekręceniu pręta 5 trwale. Osiągają się to na przykład przez przylutowanie lutem cynowym. Wolne końce płaszcza 8 są połączone trwale i w sposób przewodzący z kołnierzami 10, które są dołączone do obwodu wzbudającego 12. Między obydwoma kołnierzami 10 jest umieszczona wkładka izolacyjna 11. Pośrodku elementu skręcającego 5 jest przymocowane małe ramię 6, a w odległości równej czwartej części długości elementu 5 od jego końców są również przymocowane małe ramiona 7, które niekiedy są między sobą połączone klamrą 13. Małe ramiona 6 i 7 są przymocowane do elementu 5. Na czterech ćwiartkach długości elementu 5, symetrycznie do jego długości, są nałożone luźno cewki 1, 2, 3 i 4. Układ połączeń cewek odbiorczych 1 — 4 uwidocznił się na fig. 4. Cewki 1 i 3 są tak połączone przeciwsośnie, że koniec cewki 1 jest połączony z końcem cewki 4. Początek cewki 4 jest połączony z zerującym dzielnikiem napięcia 16, którego drugi koniec jest dołączony do początku cewki 2. Koniec cewki 2 jest połączony z końcem cewki 3, a początki cewek 1 i 3 są między sobą połączone poprzez pomiarowy dzielnik napięcia 19. Między środkami dzielników napięcia 16 i 19 są włączone zaciski wejściowe wzmacniacza 17, z którego zacisków wyjściowych jest zasilana faza sterująca dwufazowego małego silnika asynchronicznego 18.

Faza wzbudzająca silnika 18 jest przyłączona do źródła zasilającego 20. Silnik 18 jest połączony za pomocą mechanicznej przekładni z suwakiem potencjometru 19.

Czujnik według fig. 5 posiada na jednym z kołnierzy 10 uchwyty 14, które są zaopatrzone w nagwintowane otwory i nastawne śruby 15, które zaciskają małe ramię 6.

Działanie czujnika według fig. 1, 2 i 3 opisać poniżej.

Prąd zmienny, który przepływa przez pręt 5 z obwodu wzbudzenia 12 poprzez kołnierze 10,

płaszcze 8 i płaszczyzny czołowe 9, wzbudza w elemencie 5 wirujące pole magnetyczne. To pole zostaje zdeformowane przez działanie momentu obrotowego $Mk_2 = P_2 \cdot L_2$, który powstaje na skutek działania siły P_2 na ramię 6. Powstała na skutek tej deformacji składowa wzdłużna pola magnetycznego indukuje w cewce 1 i 2 napięcie (+ e_2) i w cewce 3 i 4 napięcie tej samej wielkości, lecz przeciwnie skierowane (— e_2). To napięcie e_2 jest wprost proporcjonalne do momentu obrotowego Mk_2 względnie do siły P_2 . Na skutek działania momentu obrotowego $Mk_1 = P_1 \cdot L_1$, który powstaje na skutek działania siły P_1 na ramię 7, pole magnetyczne pręta 5 zostaje tak zdeformowane, że w cewce 2 i 4 indukuje się napięcie (+ e_1) i w cewce 1 i 3 napięcie (— e_1) o tej samej wielkości, lecz przeciwnie skierowane.

Jeśli połączyć teraz cewki 3 i 4 o przeciwnie skierowanych biegunach z cewkami 1 i 2 w obwód według fig. 4; wówczas zostanie indukowane napięcie ($e_2 - e_1$) w cewce 1, jak również napięcie ($e_2 - e_1$) w cewce 4 oraz napięcia ($e_2 + e_1$) w cewkach 2 i 3. W środkowym odgałęzieniu obwodu będzie płynął prąd, który jest proporcjonalny do różnicy:

$$e_1 (4R + q) - e_2 (q_1 - q_2)$$

gdzie R — jest oporem rzeczywistym cewki odbiorczej, q — oporem dzielnika napięcia 19, a q_1 , q_2 — są częściami oporu dzielnika napięcia 19.

Prąd wzmocniony przez wzmacniacz 17 uruchamia silnik 18 oraz suwak potencjometru pomiarowego 19. Ruch silnika 18, a więc i suwaka potencjometru trwa tak długo, dopóki prąd na wejściu wzmacniacza 17 nie równa się zero, to znaczy gdy

$$e_1 (4R + q) = e_2 (q_1 - q_2)$$

Z równania tego wynika, że jeżeli w miejsce q_1 i q_2 wstawić

$$q_1 = \frac{q}{2} + x q$$

$$q_2 = \frac{q}{2} - x q,$$

przy czym x oznacza stosunek odległości suwaka dzielnika napięcia do jego środka do całej długości potencjometru, to wtedy otrzyma się

$$x = \text{const.} \frac{e_1}{e_2}, \text{ względnie}$$

$$x = \text{const.} \frac{Mk_1}{Mk_2}$$

to znaczy czujnik umożliwia pomiar stosunku obydwóch momentów obrotowych za pomocą

dzielnika napięcia 16, jak również zerowanie przyrządu.

W laboratorium w miejsce wzmacniacza 17, może być użyty galwanometr i pomiarowy dzielnik napięcia z suwakiem przesuwany ręcznie. Ponieważ napięcia e_1 i e_2 są w jednakowym stopniu zależne od wahań prądów, jak również częstotliwości źródła wzbudzenia, zmian temperatury otoczenia i innych zakłócających wpływów, dlatego te niepożądane wpływy zostaną w obwodzie wyrównane samoczynnie. Napięcie w środkowej gałęzi obwodu, proporcjonalne do prądu i przesunięte w fazie o 90° względem napięcia źródła zasilania, jest wzmocnione przez wzmacniacz 17. Dlatego nie jest koniecznym, ażeby w wzmacniaczu znajdował się człon, któryby przesunął fazę napięcia sterującego silnika 18. Przez włączenie do obwodu cewek 3 i 4 z odwróconymi biegunami osiąga się przez działanie samoindukcji w poszczególnych odgałęzieniach obwodu to, że napięcie e_1 i e_2 są dokładnie w fazie tak, że korekta przesunięcia fazy przed wejściem do wzmacniacza nie jest konieczna. Wyrównanie zależności cieplnej oporności cewek 1 — 4 (uzwojenia miedziane) jest ze względu na oporności cewek odbiorczych R możliwe najprościej przez wybór dużego oporu dzielnika napięcia ρ .

Przy pojedynczych pomiarach wielkości mechanicznych czujnik jest wstępnie skręcany za pomocą stałego momentu Mk_2 , na przykład za pomocą nastawnej śruby 15 według fig. 5. Przy bardzo dokładnych pomiarach jest niezbędnym, ażeby indukowane w poszczególnych cewkach napięcia e_2 i e_1 (dotyczy wartości bezwzględnych) były dokładnie równe. Osiąga się to przez właściwe wstępne skręcenie czujnika na jego końcach, przez częściowy obrót powierzchni czołowych 9 płaszcza 8 i przez prawidłowe położenie siły P_1 w środku klamry 13. W wielu przypadkach jest korzystnym czujnik rozwiązać konstrukcyjnie tak, ażeby momenty Mk_1 miały wartości przeciwne, to znaczy, że na jedną część czujnika działa moment $Mk_3 = Mk_1$. Następnie cewki 3 i 4 rozmieszcza się przeciwnie, to znaczy cewka 3 zostaje połączona z cewką 1, a cewka 4 — z cewką 2.

Przy pomiarach większych momentów obrotowych czujnik jest tak wykonany, że element 5 w postaci rury jest otoczony wspólnie z cewkami 1 do 4 toroidalnym uzwojeniem wzbudzącym, przechodzącym przez środek rury. Czujnik według wynalazku przetwarza bardzo dokładnie mechaniczne wielkości lub stosunek dwóch mechanicznych wielkości na elektryczne

wielkości. Czujnik nadaje się szczególnie do wszelkich urządzeń wagowych, gdzie przez zmianę momentu obrotowego Mk_2 za pomocą długości ramienia 6 (L_2) lub przez zmianę ciężaru (P_2) można zmieniać w bardzo szerokich granicach zakres ważenia. Czujnik umożliwia rozwiązanie konstrukcyjne całego szeregu przyrządów, a mianowicie nie tylko przyrządów wskaźnikowych, lecz także takich przyrządów rejestrujących, które są odporne na zmiany w otoczeniu, wstrząsy, zmiany częstotliwości i napięcia źródła zasilania i za pomocą których w terenie lub w nierównym ruchu mogą być przeprowadzone dokładne pomiary. Duże zalety czujnika polegają na tym, że umożliwia on rozwiązanie konstrukcyjne tak zwanych przyrządów porównawczych jak na przykład mikromanometrów porównawczych, elektrycznych przyrządów rejestrujących lub termometrów porównawczych. Czujnik ten może być wykorzystany nie tylko w technice pomiarowej, lecz także w technice regulacyjnej. Szczególnym przypadkiem tego czujnika jest tak zwany czujnik podwójny, który przedstawia połowę omówionego czujnika. Moment Mk_2 zostaje utworzony przez trwałe skręcenie elementu skręcającego 5 w płaszczyźnie czołowej 9 płaszcza 8. Moment Mk_1 zostaje utworzony przez obciążenie ramienia 6, które tu jest osadzone w środku czujnika. Ramię 7 i cewki 2 i 4 są zbędne. Cewki 1 i 2 są połączone w obwodzie tak samo, jak w czujniku poczwórnym. Wadą tego czujnika jest to, że moment Mk_2 może być tylko wielkością stałą, to znaczy że można mierzyć tylko wielkości mechaniczne oraz, że wskutek indukcyjności własnej obydwóch cewek napięcie e_1 i e_2 nie są w fazie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektromagnetyczny czujnik skręcania do przetwarzania stosunku dwóch mechanicznych wielkości na wielkość elektryczną przy użyciu elementu ferromagnetycznego, podlegającego naprężeniu przy skręcaniu, znamieny tym, że element ferromagnetyczny (5) jest przymocowany do płaszczyzn czołowych (9) płaszczy (8), które w sposób trwały i umożliwiający przewodzenie prądu są dołączone do obwodu wzbudzającego (12) i przez wkładki izolacyjne (11), rozdzielające kołnierze (10), są połączone razem oraz że element ferromagnetyczny (5) posiada pośrodku ramię (6), a w odległości równej czwartej części jego długości połączone za pomocą klamry (13) ramiona (7), przy czym cewki odbiorcze (1, 2,

3 i 4 są nałożone na element (5) między ramieniem (6) i (7) i tak połączone, że koniec zewnętrznej cewki (1) jest połączony z końcem innej zewnętrznej cewki (4), której początek połączony jest z końcem dzielnika napięcia zerującego (16), podczas gdy pozostały koniec dzielnika napięcia (16) jest dołączony do początku wewnętrznej cewki (2), której koniec jest połączony z początkiem innej wewnętrznej cewki (3), a początki zewnętrznej cewki (4) i wewnętrznej cewki (3) są połączone z początkiem pomiarowego dzielnika napięcia (19), którego suwak łącznie z suwakiem zerującego dzielnika napięcia

cia (16) jest dołączony do wejścia wzmacniacza (17), którego wyjście jest połączone z fazą sterującą serwowym (18), który ustala położenie suwaka pomiarowego dzielnika napięcia (19).

2. Elektromagnetyczny czujnik skręcania według zastrz. 1, znamienny tym, że ramię (6) jest zaciśnięte między śrubami nastawnymi (15), które są wkręcone w uchwyty (14), zamocowane na kołnierzu (10).

V ýzkumn ý a zk uš ebn í
leteck ý úst av

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

