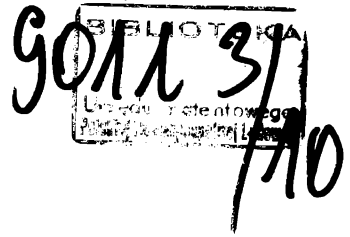


Opublikowano dnia 16 września 1958 r.



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 41553

Kl. 42 k,1/04

Výzkumný a zkušební letecký ústav
Letnany koło Prahy, Czechosłowacja

Czujnik do wykrywania zmian wartości fizycznych
na zasadzie elektromagnetycznej

Patent trwa od dnia 15 grudnia 1956 r.

Wynalazek niniejszy dotyczy czujnika do przetwarzania każdej dowolnej wartości fizycznej, np. mechanicznej, termicznej, akustycznej, aerodynamicznej, itd. na wielkość elektryczną i to na zasadzie elektromagnetycznej.

Znane są liczne sposoby przetwarzania/przemiany/ wielkości fizycznej na wielkość elektryczną do czego służą tak zwane nadajniki wykorzystujące najrozmaitsze zjawiska fizyczne, np. zmiany oporności, indukcyjności pojemności itd. Tego rodzaju przetwarzania są albo z zasady proste, lecz właściwe pomiary wymagają skomplikowanej i czułej aparatury albo też odwrotnie, sposób przetwarzania jest skomplikowany i obarczony niedokładnością przy nadawaniu, natomiast pomiar jest prosty. Niezależnie od tego istnieje jeszcze wiele przypadków, gdzie zachodzi konieczność dokonania pomiarów, których przy użyciu dotychczasowych sposobów przetwarzania nie można w ogóle rozwiązać lub też można je rozwiązać, lecz w sposób niezbyt dokładny.

Inny znany sposób przetwarzania /przemiany/ wielkości mechanicznej na wielkość elektryczną polega na wykorzystaniu własności magnetycznych mate-

riałów ferromagnetycznych poddanych naprężeniom skręcającym. Według tego sposobu wprowadza się prąd zmienny lub stały do pręta z materiału magnetycznego poddanego naprężeniom skręcającym, a z cewki nałożonej na pręt pobiera się siłę elektromotoryczną indukowaną na pręcie.

Przetwarzanie /przemiana/ wielkości mechanicznej na elektryczną może być wykonana również w ten sposób, że prąd zmienny lub stały wprowadza się do cewki nałożonej na pręt z materiału ferromagnetycznego, a mierzy się siłę elektromotoryczną wywołaną na końcach pręta przy jego skręcaniu. Główna wada obu tych sposobów polega na tym, że prąd wprowadzany do pręta lub do cewki jest stosunkowo duży w porównaniu z prądem mierzonym jako sygnał i indukuje w obwodzie odbiorczym znaczne napięcie zakłócające, które jest zależne w zasadzie od położenia przewodów dopływowych, tak iż te z reguły winny być wyprowadzane na znaczną odległość wzdłuż osi pręta ferromagnetycznego. Oczywiście utrudnia to znacznie wykorzystanie opisanego sposobu w technice pomiarowej.

Inna wielka wada tej metody polega na tym, że przy obciążaniu pręta i po jego odciążeniu uwydatnia się znaczna histereza, która wywiera wpływ na wyniki pomiarów obniżając znacznie ich dokładność.

Zasada czujnika do stwierdzania zmian wielkości fizycznych sposobem elektromagnetycznym, stanowiącym przedmiot wynalazku polega na tym, że rdzeń ferromagnetyczny poddany naprężeniom skręcającym jest magnesowany w stanie nasyconym za pomocą uzwojenia wzbudzającego prądem wzbudzenia, przy czym uzwojenie wzbudzające jest wykonane w postaci cewki toroidalnej, otaczającej rdzeń. Rdzeń podlegający skręcaniu wywołuje odkształcenie pola magnetycznego powstałego przez wzbudzenie, dzięki czemu powstaje składowa pola magnetycznego indukująca siłę elektromotoryczną. Tę siłę elektromotoryczną odbiera się za pomocą cewki lub przewodu.

W porównaniu ze znanymi sposobami nowy sposób przetwarzania posiada godną uwagi właściwość, że dla uzyskania siły elektromotorycznej stosuje się proste urządzenie nadawcze i odbiorcze, przy czym sposób ten jest bezpośredni i nie zawiera stopni pośrednich, które wprowadzałyby niedokładności i obniżałyby sprawność przetwarzania.

Inną ważną własnością czujnika według wynalazku jest to, że w porównaniu do podobnych sposobów wartość mierzona nie podlega wpływom przez indukcję z przewodów doprowadzających, gdyż dzięki uzwojeniu wzbudzającemu prądy wzbudzania są zmniejszone w przybliżeniu do poziomu prądów mierzonych, tak iż indukcja z uzwojeniu odbiorczym jest mała i może być łatwo usunięta np. przez wzajemne skręcenie przewodów doprowadzających/drutów/.

Przez wzbudzenie rdzeni w stanie nasycenia magnetycznego usuwa się histerezę, a jednocześnie wpływ wahań napięcia źródła wzbudzenia i wpływ temperatury zmniejszają się tak znacznie, że praktycznie nie oddziałują one na dokładność pomiarów.

Na rysunku przedstawiono schematycznie typowe przykłady wykonania na fig. 1, 2 i 3.

Czujnik według fig. 1 składa się z ferromagnetycznego rdzenia 1 i z nałożonej na niego cewki odbiorczej 3, połączonej z obwodem odbiorczym 5. Uzwojenie wzbudzające 2, otaczające rdzeń 1 w postaci cewki toroidalnej, jest połączone z obwodem wzbudzającym 4.

Przy obciążeniu rdzenia 1 momentem skręcającym, pierwotnie cylindryczne pole magnetyczne, wytworzone w rdzeniu 1 przez prąd zmienny przepływający w uzwojeniu wzbudzającym 4, odkształca się w ten sposób, iż otrzymuje się również składową podłużną. Składowa podłużna wzbudza w cewce 3 siłę elektromotoryczną odbieraną przez obwód 5, do którego może być włączony przyrząd np. pomiarowy, lub rejestracyjny.

Inny typowy przykład wykonania czujnika przedstawiono na fig. 2. W tym przypadku również na rdzeniu ferromagnetycznym 1 jest umieszczona cewka 3, przyłączona do obwodu odbiorczego 5. Do rdzenia ferromagnetycznego 1 jest przyłączony przewód 6, przepuszczony przez wnętrze rdzenia 1 i poza tym rdzeniem otoczony współosiową rurą 7, połączoną elektrycznie z rdzeniem 1. Swobodne końce przewodów 6 i rurki 7 są przyłączone do obwodu wzbudzającego 4.

Działanie tego czujnika jest takie same jak w przykładzie wykonania według fig. 1. Wskutek przepływu prądu wzbudzanie przez przewód 6, rdzeń i rurkę 7 uzyskuje się wobec współosiowego układu takie działanie, iż pole magnetyczne wytworzone przez ten przewód znosi się, tak iż w cewce 3 nie może być wzbudzone żadne napięcie zakłócające.

W przykładzie wykonania czujnika według fig. 3 ferromagnetyczny rdzeń skrętny 1 posiada również cewkę 3 przyłączoną do obwodu odbiorczego 5. Do rdzenia 1 i tu również jest przyłączony przewód 6 przepuszczony przez wnętrze rdzenia. Rdzeń 1 z cewką 3 jest otoczony współosiowym płaszczem przewodzącym 8, wykonanym najlepiej z materiału ferromagnetycznego. Rdzeń 1 jest umocowany na jednym końcu w dnie płaszcza 8. Ścianka czołowa płaszcza 8 i swobodny koniec przewodu 6 są przyłączone do obwodu wzbudzającego.

Działanie tej postaci wykonania wynalazku jest również takie same, jak w przykładzie według fig. 1. Dzięki współosiowemu umieszczeniu przewodu 6 i płaszcza 8 osiąga się również zniesienie indukcji prądu wzbudzania w cewce 3. Gdy płaszcz 8 jest wykonany z materiału ferromagnetycznego, to w tym układzie można osiągnąć jednocześnie wzmocnienie indukowanej siły elektromotorycznej. Doprowadzenie prądu wzbudzenia może być również wykonane w ten sposób, że prąd wprowadza się bezpośrednio do rdzenia skrętnego 1 zamiast do przewodu 6, który wówczas jest zbędny.

We wszystkich przykładach wykonania obwody wzbudzania 4 i obwody odbiorcze 5 mogą być między sobą zamienione. W tym przypadku w rdzeniu 1 jest wywołane podłużne pole magnetyczne, które odkształca się przy skręcaniu rdzenia 1, tak iż powstaje składowa obrotowa, która indukuje siłę elektro-

motoryczną w obwodzie 4.

Jako prąd wzbudzenia z reguły stosuje się prąd zmienny. Można również stosować prąd stały lub tylko jeden pręt z magnesu trwałego, w tym przypadku jednak moment skręcający powinien mieć składową zmienną.

Ponieważ stwierdzono, że wskazania woltomierza przy stałych i innych wielkościach są różne, jeżeli stosuje się różne materiały ferromagnetyczne lub też nawet jednakowe materiały o różnej obróbce termicznej, różnej strukturze krystalicznej, różnej wartości naprężania wewnętrznego lub o strukturze uszkodzonej, to jednak czujnik stanowiący przedmiot wynalazku może być z pożytkiem użyty również do badania tych materiałów, przy czym w takim przypadku nie zachodzi żadne uszkodzenie mechaniczne badanych materiałów. Ten rodzaj zastosowania wynalazku umożliwia np. przeprowadzanie pomiarów w produkcji seryjnej, w celu stwierdzenia czy wyrób pozostaje w granicach tolerancji, jeśli chodzi o własności materiałowe, przy czym wyrób nie zostaje uszkodzony ani też wyłączony z dalszej obróbki. Zgodnie z dotychczasowymi doświadczeniami można było stwierdzić, że przy określonej wielkości prądów wzbudzenia następuje stan "nasylenia", wskutek czego wielkość siły elektromotorycznej jest już niezależna od wahanja napięcia w części wzbudzenia, co przedstawia wielką zaletę, gdyż nie ma potrzeby w ogóle stabilizowania źródła. W granicach stosowania/w zakresie prawa Hooke'a/ urządzenie pracuje liniowo i bez wyczuwalnej histerezy. W normalnych warunkach temperatura również nie wywiera dostroczalnego wpływu na przetwarzanie, o ile nie zwiększa oporu omowego. Sam czujnik ma bardzo małe wymiary i może być umieszczony w miejscach najbardziej niedostępnych. Jeżeli czujnik jest stosowany jako dynamometr do pomiarów momentu obrotowego na wale maszyny, to konstrukcyjne wykonanie tego urządzenia ma postać sprzęgła, posiadającego rurkę izolowaną, zaopatrzoną w uzwojenie wzbudzające, przez którą przepływa prąd doprowadzany bądź bezpośrednio przez szczotki, bądź też za pośrednictwem transformatora. Na zewnątrz jest wówczas umieszczony właściwy pręt skręcania /rura/, który przenosi ruch obrotowy i na którym jest umieszczona cewka. Prąd wzbudzony w cewce jest doprowadzany do oscyloskopu, woltomierza, aparatu rejestrującego, przekąźnika itd. do dalszych przemian. Często jest korzystniej zastąpić cewkę odbiorczą przez cewkę wzbudzającą. Można więc za pomocą tego czujnika mierzyć nie tylko średnią wartość momentu obrotowego, lecz można również śledzić i rejestrować drgania skrętne, poza tym zaś jest możliwa bezpośrednia regulacja maszyny względnie w razie niebezpiecznego wzrostu obciążenia maszyny lub jej odciążenia może być ona wyłączona za pomocą przekąźnika. Czujnik może np. znaleźć zastosowanie w turbinach, silnikach elektrycznych lub obrabiarkach.

Czujnik według wynalazku nie wymaga ani większej przestrzeni, ani też nie posiada skomplikowanej konstrukcji. Wielką zaletą czujnika według wynalazku jest jego niewrażliwość na zmiany temperatury w szerokich granicach.

Poza tym można wmontować czujnik w miejscach niedostępnych i urządzenie pomiarowe umieścić z dala od dynamometru. Urządzenie to nadaje się również do bezpośredniego pomiaru mocy, tzn. bądź przy stałej liczbie obrotów bez żadnego specjalnego dopasowania/lecz tylko z odpowiednio dostosowaną skalą/ lub też przy zmiennej liczbie obrotów, mierzonej za pomocą elektrycznego miernika obrotów, którego wskazania odpowiadają ilości przepływającego prądu proporcjonalnie do liczby obrotów, przy czym prąd jest wprowadzany do elektrodynamicznego przyrządu pomiarowego, którego druga cewka otrzymuje prąd z dynamometru proporcjonalnie do momentu obrotowego. Wskazanie przyrządu jest wówczas proporcjonalne do iloczynu obu prądów, tzn. do iloczynu momentu obrotowego i liczby obrotów. Urządzenie to nadawałoby się np. na stacji badania silników lub też może być użyte w stosunkowo prosty sposób obok mierników liczby obrotów również w samolotach, gdzie moc stanowi ważny, lecz dotychczas nie mierzony czynnik przy obserwowaniu pracy silnika i stanu samolotu.

Innym zastosowaniem czujnika jest pomiar naprężenia u nasady śmigła, gdzie dotychczas wszystkie metody pomiarowe sprawiały wielkie trudności. Wynalazek ułatwia znacznie podejście do zagadnienia. Można w tym przypadku mierzyć nie tylko średnią wartość momentu obrotowego, lecz również drgania skrętne nasady śmigła. Wykonanie konstrukcyjne nie jest uciążliwe.

Również i odbiorcze urządzenia tensometryczne mogą być wykonane tak, iż napięcie na powierzchni materiału zostaje przetworzone na obrót pręta skrętnego, a dalsze przetworzenie na siłę elektromotoryczną może być wykonane według wynalazku.

Na ogół można mierzyć temperaturę, drgania, natężenie dźwięku, momenty zawieszenia steru itd. w przypadku, gdy impuls mierzony zostaje przetworzony na obrót pręta skrętnego i przetworzony dalej według wynalazku.

Zalety bezpośredniego pomiaru mogą być np. wykorzystane przy pomiarze siły w tunelu aerodynamicznym, gdzie można również obserwować i rejestrować nieustalone przypadki opływania z dostateczną dokładnością.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Czujnik do wykrywania zmian wartości fizycznych na zasadzie elektromagnetycznej, znamienny tym, że ferromagnetyczny rdzeń/1/ w kształcie pręta, który jest magnesowany cylindrycznie prądem elektrycznym za pomocą obwodu wzbudzenia /4/ w stanie nasyconym, jest połączony mechanicznie z urządzeniem wywołującym w rdzeniu naprężenia skręcające przy czym cewka odbiorcza /3/, nałożona na rdzeń /1/, jest przyłączona do obwodu odbiorczego /5/.
2. Czujnik według zastrz.1, znamienny tym, że do obwodu wzbudzenia /4/ jest przyłączone uwójowanie wzbudzające /2/, które stanowi cewka toroidalna, otaczająca magnesowaną część rdzenia/1/.

3. Czujnik według zastrz. 1, znamienny tym, że do ferromagnetycznego rdzenia /1/ jest przyłączony przewód /6/, który przechodzi częściowo przez wnętrze rdzenia /1/, a w części położonej poza rdzeniem /1/ jest otoczony rurą /7/ połączoną elektrycznie z rdzeniem /1/, przy tym swobodne końce przewodów /6/ i rury /7/ są przyłączone do obwodu wzbudzenia /4/.
4. Czujnik według zastrz. 1 i 3, znamienny tym, że rdzeń /1/ z cewką /3/ jest otoczony płaszczem przewodzącym /8/, przy czym rdzeń /1/ jednym ze swych końców jest umocowany w dnie płaszcza /8/, a ścianka czołowa płaszcza /8/ oraz swobodny koniec przewodu /6/ są przyłączone do obwodu wzbudzenia /4/.
5. Czujnik według zastrz. 1 i 4, znamienny tym, że obwód wzbudzenia /4/ jest przyłączony do swobodnego końca rdzenia /1/ i do ścianki czołowej płaszcza /8/.
6. Czujnik według zastrz. 1 - 5, znamienny tym, że obwód wzbudzenia /4/ i obwód odbiorczy /5/ są między sobą zamienione.

V ý z k u m ě n ě a z k u š e b n ě
l e t e c k ý ú s t a v

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych

