



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

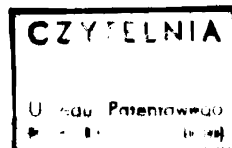
Zgłoszono: 85 09 16 (P. 255390)

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 86 06 17

Opis patentowy opublikowano: 88 10 31

Int. Cl.<sup>4</sup> G01B 7/30  
G01D 5/20



**Twórcy wynalazku:** Witold Gackowski, Włodzimierz Witecki

**Uprawniony z patentu:** Spółdzielnia Pracy Branży Metalowej „Precyzja“,  
Bydgoszcz (Polska)

### Indukcyjny przetwornik kąta obrotu

Przedmiotem wynalazku jest indukcyjny przetwornik kąta obrotu na napięcie, który może być stosowany w różnorodnych urządzeniach pomiarowych np. do pomiarów kąta zbieżności kół w pojazdach mechanicznych.

Indukcyjne przetworniki kąta obrotu mające na celu uzyskanie sygnału napięciowego proporcjonalnego do kąta obrotu znane są przede wszystkim z książki „Podręcznik do elektrycznych pomiarów wielkości mechanicznych“ — Autor: C. Rohrbach wydany w 1967 r. (strona 476). (Tytuł w oryginale „Handbuch für elektrisches Messen mechanischer Grössen“). W książce tej opisany jest sposób działania polegający na zmianie magnetycznego sprzężenia pomiędzy uzwojeniem pierwotnym i uzwojeniem wtórnym transformatora, przy czym zmiana tego sprzężenia powstaje poprzez przesuwanie płytki z materiału nieferromagnetycznego w kształcie półkola, która obraca się proporcjonalnie do mierzonego kąta obrotu lub poprzez obrót rdzenia względnie rdzeni. Na tej znanej zasadzie opatentowanych jest szereg rozwiązań indukcyjnych przetworników kąta obrotu, przy czym charakterystyczne cechy budowy mające zdolność patentową tych przetworników zależne są od celu, jaki postawili sobie twórcy wynalazków, jak również stopniu ich oryginalności i nowoczesności.

Znany jest np. przetwornik indukcyjny kąta obrotu z opisu patentowego RFN nr 908 921, w którym przewidziane są dwa uzwojenia pierwotne, które uzyskują każdorazowo jeden strumień magnetyczny, przy czym każdy z obydwu strumieni magnetycznych rozdziela się odpowiednio do konfiguracji czteroramiennego stacjonarnego rdzenia magnetycznego na co najmniej dwa wyjściowe strumienie, z których każdy przechodzi przez magnetyczną część strumienia zawierającą uzwojenie pierwotne. Przetwornik ten posiada bardzo skomplikowaną budowę rdzenia stacjonarnego i np. nie nadaje się do uzyskiwania dużego zakresu pomiarowego i natomiast przy małych kątach pomiarowych ze względu na dużą liczbę szczelin w rdzeniu, sprzężenie magnetyczne nie jest liniowe, co wpływa niekorzystnie na uzyskiwany w uzwojeniu wtórnym sygnał napięciowy. Zjawisko to np. wyeliminowane jest w indukcyjnym przetworniku znanym z opisu patentowego RFN nr 2 449 697, w którym w celu zmniejszenia zjawiska rozproszenia strumienia magnetycznego rdzeń, na którym umieszczone są uzwojenia wtórne ma postać wycinków pierścieni, natomiast

rotor — postać wycinka półkola. Rozwiązanie to nadaje się jednak przede wszystkim do przetwarzania stosunkowo dużych kątów obrotu, przy czym budowa rdzeni, to jest statora i rotora jest skomplikowana i trudna przez to w produkcji masowej.

Znane inne rozwiązanie opisu patentowego ZSRR nr 389 403 posiada stacjonarny rdzeń w postaci litery E z umieszczoną na jarzmie środkowym cewką pierwotną oraz umieszczonymi na jarzmach skrajnych cewkami wtórnymi, przy czym na górnej powierzchni jarzma środkowego zamocowana jest obrotowo względem niej i dwóch górnych powierzchni jarzm skrajnych, ruchoma zwora. Zwora ta ma postać walcowego segmentu z podstawą trapezową. Taka budowa zwory jest trudna w procesie wytwarzania, co uniemożliwia masową produkcję czujników.

Celem wynalazku jest budowa indukcyjnego przetwornika obrotu, który pozbawiony byłby uprzednio wymienionych wad, przy czym uzyskiwane napięcie z uzwojenia wtórnego byłoby zależne w sposób liniowy od kąta mierzonego obrotu części ruchomej obwodu magnetycznego i umożliwiało pomiar kątów ujemnych i dodatnich, przy czym przetwornik miałby prostą budowę nadającą się do wydajnej masowej produkcji.

Istota wynalazku według przedstawionego rozwiązania polega na tym, że indukcyjny przetwornik kąta obrotu zawiera ruchomą zworę magnetyczną w postaci prostokątnej podłużnej belki o długości równej odstępowi pomiędzy skrajnymi powierzchniami bocznymi jarzm skrajnych, przy czym jej oś obrotu umieszczona jest na skraju jej dłuższej krawędzi w środku jarzma środkowego. Dalsze istotne cechy charakteryzujące wynalazek, a wynikające z jego zasadniczej istoty są następujące:

- szczeliny magnetyczne pomiędzy ruchomą zworą magnetyczną a skrajnymi, jak również jarzmem środkowym są identyczne,
- indukcyjność cewki pierwotnej jest stała i niezależna od położenia katowego ruchomej zwory magnetycznej,
- cewki wtórne są uzwojone przeciwsobnie i połączone szeregowo, przy czym do każdej z nich dołączony jest układ detekcyjno-filtrujący, których wyjścia są sprzężone równobiegunowo, a w jednym z obwodów sprzężenia włączony jest potencjometr, którego biegun regulujący i drugi obwód sprzężenia stanowią wyjście do pomiaru napięcia.

Rozwiązanie według istoty wynalazku umożliwia uzyskanie indukcyjnego przetwornika kąta obrotu szczególnie przystosowanego do stosowania w urządzeniach pomiarowych do pomiarów kąta zbieżności kół w pojazdach mechanicznych, mierzącego zarówno kąty ujemne jak i dodatnie. Najbardziej korzystną zaletą rozwiązania jest uzyskanie prostej, łatwej w masowej produkcji konstrukcji obwodu magnetycznego, który zapewnia niezawodność działania, pomiar małych kątów, jak również liniowość wyników. Poza tym układ elektryczny przetwornika nie wymaga stosowania detektora fazy.

Przedmiot wynalazku uwidoczniono na przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia budowę obwodu magnetycznego przetwornika kąta obrotu w widoku bocznym z uwidocznieniem cewek uzwojenia pierwotnego i wtórnego, fig. 2 przedstawia budowę przetworników w rzucie górnym z uwidocznieniem usytuowania położenia osi obrotu ruchomej zwory magnetycznej względem powierzchni górnych jarzm rdzenia stacjonarnego, fig. 3 przedstawia ten rzut z góry przy obrocie ruchomej zwory magnetycznej o kąt  $+\alpha$ , fig. 4 przedstawia ten sam rzut z góry przy obrocie o kąt  $-\alpha$ , fig. 5 przedstawia układ elektryczny indukcyjnego przetwornika obrotu, a fig. 6 przedstawia układ elektryczny indukcyjnego przetwornika w jednej z wersji wykonania, fig. 7 przedstawia przebieg napięcia  $U$  w funkcji mierzonego kąta.

Przykład wykonania użytecznego wynalazku przedstawiony na fig. 1 do 4 stanowi indukcyjny przetwornik kąta obrotu, który zgodnie z istotą rozwiązania składa się ze stacjonarnego rdzenia 1 mającego postać dużej litery E z umieszczoną na jarzmie środkowym 2 cewką pierwotną 3. Na jarzmach skrajnych 4 i 4' umieszczone są cewki wtórne 5 i 5'. Na górnej powierzchni 6 jarzma środkowego 2 zamocowana jest obrotowo względem niej i dwóch górnych powierzchni 7, 7' jarzm skrajnych, ruchoma zwora magnetyczna 8 w ten sposób, że suma pokrytych przez nią górnych powierzchni 9, 9' jarzm skrajnych jest stała i niezależna od jej kąta obrotu  $\alpha$ , przy czym również zawsze jest stała wielkość pokrytej przez nią górnej powierzchni 10 jarzma środkowego 2. Ruchoma zwora magnetyczna 8 ma postać prostokątnej podłużnej belki o długości  $l$  równej odstępowi a pomiędzy skrajnymi powierzchniami bocznymi jarzm skrajnych 4,4. Oś obrotu 11 zwory magnetycznej

**8** umieszczona jest na skraju jej dłuższej krawędzi **12** w środku **13** jarzma środkowego **2**. Szczelina magnetyczna **d** pomiędzy ruchomą zworą magnetyczną **8** a jarzmem środkowym **2** jest równa szczelinom **dl** i **dl'** pomiędzy zworą magnetyczną **8** a jarzmami skrajnymi **4** i **4'**.

Układ elektryczny indukcyjnego przetwornika kąta obrotu przedstawiony na fig. 5 oraz szczegółowy przykład wykonania przedstawiony na fig. 6 zawiera generator **G** o określonej częstotliwości **f<sub>0</sub>**, która zasila podłączoną do niego cewkę uzwojenia pierwotnego **3**. Cewki uzwojenia wtórnego **5** i **5'** są nawinięte przeciwsobnie i połączone ze sobą szeregowo, przy czym każda z nich połączona jest osobno z układami detekcyjno-filtrującymi **DF** i **DF'**, których wyjścia są połączone z punktem sprzężenia obu cewek wtórnych **5** i **5'**. Powstające napięcie **U** pomiędzy punktem sprzężenia a wyjściami układów detekcyjno-filtrujących **DF** i **DF'** jest proporcjonalne do kąta obrotu ruchomej zwory magnetycznej **8**.

Sposób działania indukcyjnego przetwornika kąta obrotu jest następujący. Indukcyjny przetwornik zasilany jest z generatora **G** o określonej częstotliwości **f<sub>0</sub>**, do którego podłączona jest cewka pierwotna **3**. W jarzmie środkowym **2** indukowany jest więc strumień magnetyczny  $\Phi$ , który poprzez obwód magnetyczny rozdziela się na dwa strumienie  $\Phi_1$  i  $\Phi_1'$  indukowane w jarzmach skrajnych **4** i **4'**, które w cewkach wtórnych **5** i **5'** indukują napięcia, których wielkość zależna jest od ich indukcyjności. Ruchoma zwora magnetyczna **8** połączona jest poprzez oś **11** w znany sposób z mierzonym obiektem **0**, który obracając się o określony kąt  $\alpha$  powoduje zmianę wielkości strumienia  $\Phi_1$  w stosunku do strumienia  $\Phi_1'$  w obwodzie magnetycznym, przy czym strumień  $\Phi$  w jarzmie środkowym ma wartość stałą. Na skutek usytuowania osi obrotu ruchomej zwory magnetycznej **8**, jak przedstawiono na rysunku na fig. 2, przy jej obrocie o określony kąt  $\alpha$  zmiana strumieni  $\Phi$  i  $\Phi_1'$ , następuje w sposób współzależny i proporcjonalny, co wynika z faktu usytuowania ruchomej zwory magnetycznej **8** w ten sposób, że suma pokrytych przez nią górnych powierzchni **9** i **9'** jarzm skrajnych **4** i **4'** jest zawsze stała i niezależna od kąta obrotu  $\alpha$ . Zależność tę przedstawiają fig. 2 i 3. Zasada ta powoduje uzyskanie liniowej zależności pomiędzy kątem  $\alpha$  a napięciem **U** uzyskanym w punkcie sprzężenia cewek wtórnych **5** i **5'**. Jeżeli indukcyjność cewek wtórnych **5** i **5'** jest równa, co zależy od strumieni  $\Phi_1$  i  $\Phi_1'$ , to napięcie **U** jest równe zeru — wówczas kąt  $\alpha=0$  i  $\Phi_1 = \Phi_1'$ .

Przy zmianie indukcyjności cewek wtórnych **5**, **5'** zmienia się napięcie **U**, jak przedstawiono na wykresie na fig. 7. Wartość stałą napięcia **U** uzyskuje się poprzez połączenie cewek wtórnych **5** i **5'** z układami detekcyjno-filtrującymi **DF** i **DF'**, jak przedstawiono na rysunku na fig. 5.

Figura 6 przedstawia przykładowo jedną z wersji układu elektrycznego indukcyjnego kąta obrotu będącego przedmiotem wynalazku. Poszczególne układy detekcyjno-filtrujące stanowią tutaj dioda **D** i kondensator **C**, która wraz z cewką wtórną **5** stanowi gałąź obwodu, którego wyjście jest połączone z punktem sprzężenia **A** obu cewek wtórnych **5** i **5'**, a punkty sprzężenia **B** i **B'** diod **D** i **D'** i kondensatorów **C** i **C'** połączone są z regulowanym potencjometrem **P**, który posiada regulowany odczep **R** do skalowania zera napięcia **U**.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Indukcyjny przetwornik kąta obrotu, przekształcający położenie katowe mierzonego obiektu w sygnał elektryczny, mający postać obwodu magnetycznego z co najmniej jednym uzwojeniem pierwotnym umieszczonym na rdzeniu magnetycznym, którego indukcyjność wzajemna zmienia się w zależności od położenia katowego zwory magnetycznej, przy czym rdzeń magnetyczny zawiera co najmniej dwa uzwojenia wtórne, w których indukuje się wspomniany sygnał, przy czym stacjonarny rdzeń ma postać litery **E** z umieszczoną na jarzmie środkowym cewką pierwotną oraz umieszczonymi na jarzmach skrajnych cewkami wtórnymi, przy czym na górnej powierzchni jarzma środkowego zamocowana jest obrotowo względem niej i dwóch górnych powierzchni jarzm skrajnych, ruchoma zwora magnetyczna, **znamienny tym**, że ruchoma zwora magnetyczna (**8**) ma postać prostokątnej podłużnej belki o długości równej odstępowi pomiędzy powierzchniami bocznymi jarzm skrajnych, przy czym jej oś obrotu (**11**) umieszczona jest na skraju jej dłuższej krawędzi w środku jarzma środkowego (**2**), przy czym cewki wtórne (**5**, **5'**) są uzwojone przeciwsobnie i połączone szeregowo, przy czym do każdej z nich dołączony jest układ

detekcyjno-filtrujący (DF, DF'), a wyjścia tych układów są sprzężone równobiegunowo, przy czym w jednym z obwodów sprzężenia włączony jest potencjometr (P), którego biegun regulujący (R) i drugi obwód sprzężenia stanowi wyjście do pomiaru napięcia (U).

2. Indukcyjny przetwornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że szczeliny magnetyczne (d, dl, dl') pomiędzy ruchomą zworą magnetyczną a skrajnymi jarzma, jak również jarzmem środkowym są identyczne.

3. Indukcyjny przetwornik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że indukcyjność cewki pierwotnej (3) jest stała i niezależna od położenia kąowego ruchomej zwory magnetycznej (8).

143 326

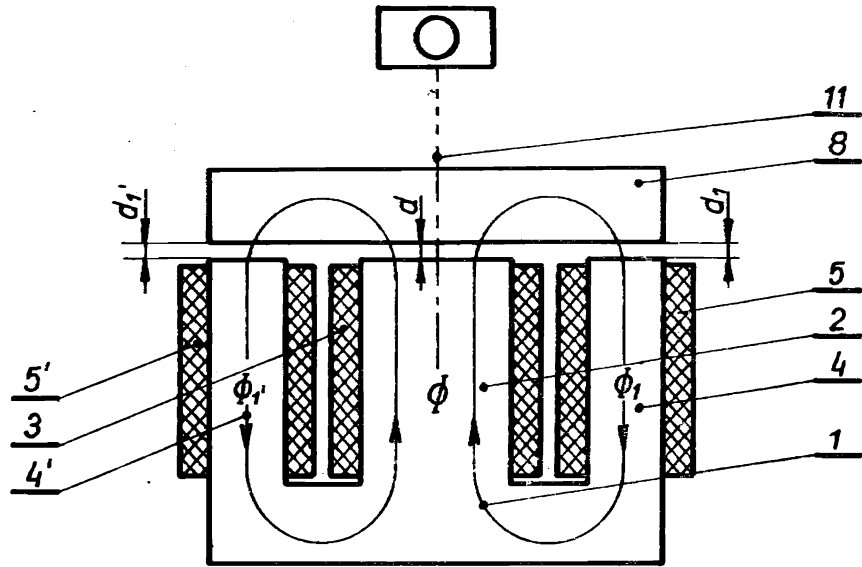


Fig. 1

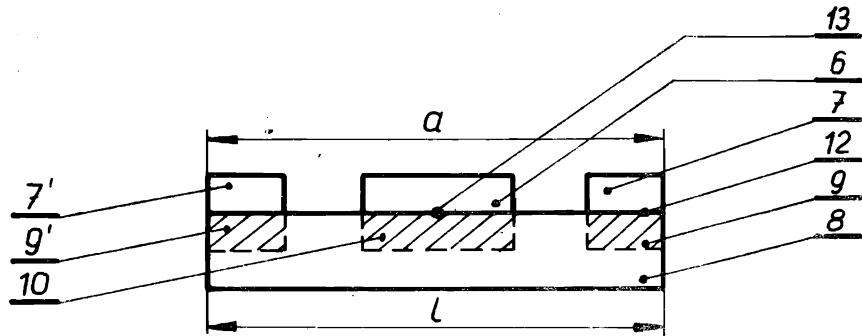


Fig. 2

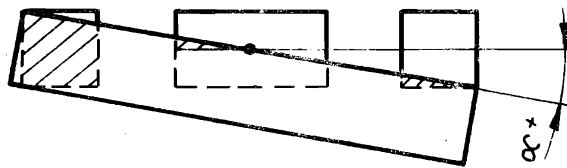


Fig. 3

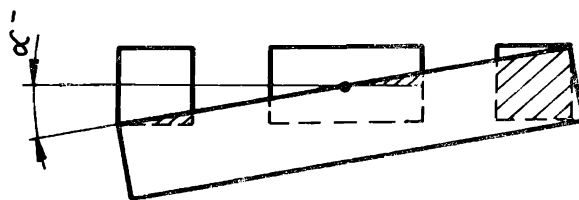


Fig. 4

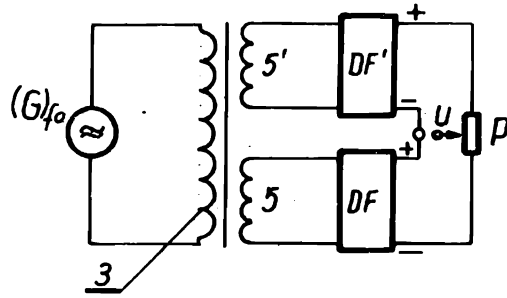


Fig. 5

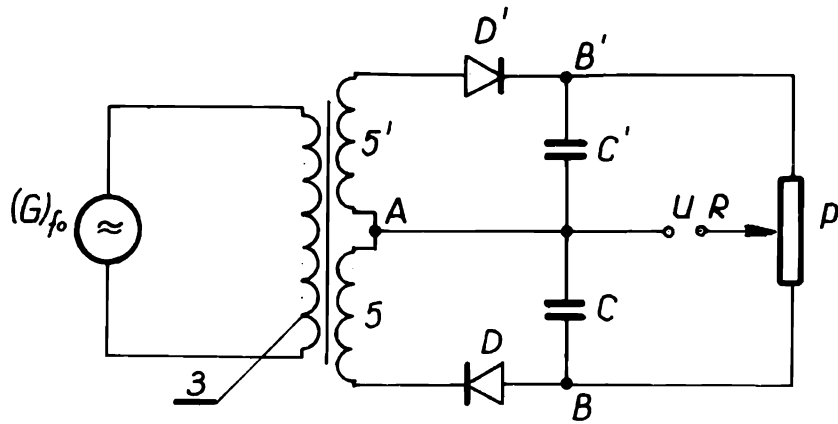


Fig. 6

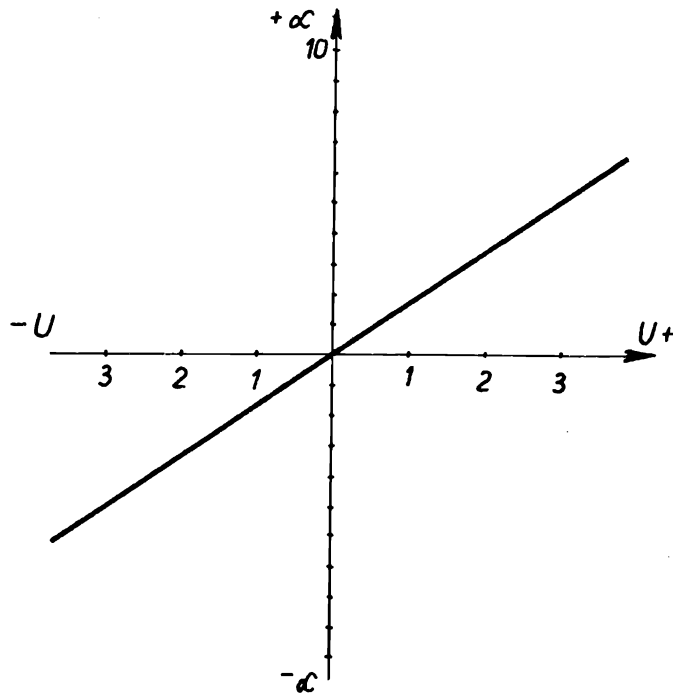


Fig. 7