

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236940**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431694**

(51) Int.Cl.

(22) Data zgłoszenia: **01.04.2019**

G01L 3/00 (2006.01)

(62) Numer zgłoszenia, z którego nastąpiło wydzielenie:
429484

(54) **Zestaw do pomiarów momentów maszyny elektrycznej prądu przemiennego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

23.09.2019 BUP 20/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

22.02.2021 WUP 04/21

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚWIĘTOKRZYSKA, Kielce, PL
POLITECHNIKA KRAKOWSKA
IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

MACIEJ SUŁOWICZ, Kraków, PL
JANUSZ PETRYNA, Kraków, PL
ARKADIUSZ DUDA, Kraków, PL
JAROSŁAW TULICKI, Zbylitowska Góra, PL
KRZYSZTOF LUDWINEK,
Kostomłoty Pierwsze, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Kamil Kot

PL 236940 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zestaw do bezkontaktowego pomiaru momentów mechanicznego i elektromagnetycznego maszyn elektrycznych prądu przemiennego z wykorzystaniem magnetycznego strumienia poosiowego.

Pomiar momentu jest bardzo ważny do określenia efektywności przetwarzania energii elektrycznej przez maszyny elektryczne. Dzięki pomiarowi momentu możliwe jest na przykład wyznaczenie sprawności maszyny elektrycznej.

Rozwój metod monitoringu układów napędowych sprawił, że moment mechaniczny jest użytecznym sygnałem diagnostycznym wskazującym na aktualny stan techniczny układu napędowego. Pomiar wartości chwilowej momentu mechanicznego lub elektromagnetycznego pozwala na wykrycie wad połączenia mechanicznego w układzie napędowym oraz wewnętrznych asymetrii silnika.

Typowe sposoby pomiaru momentu na wale maszyny można podzielić na pośrednie i bezpośrednie. Pośrednie określenie wartości momentu polega na pomiarze mocy elektrycznej dostarczanej do silnika i pomiarze prędkości kątowej wału. Pomiar pośrednie charakteryzują się największą ingerencją w zespół napędowy ze względu na konieczność pomiaru wielkości elektrycznych i mechanicznych. Pośrednie szacowanie momentu na wale jest głównie ograniczone do stanów ustalonych. Metody bezpośrednie, kontaktowe pomiaru momentu bazują na czujnikach tensometrycznych zainstalowanych bezpośrednio w układzie sprzęgieł łączących silnik z maszyną napędzaną. Podstawową cechą czujników do pomiarów bezpośrednich, wirujących wraz zwałem, jest ich połączenie galwaniczne z zewnętrznym układem akwizycji danych. Połączenie elektryczne jest zazwyczaj realizowane przez zespół szczotek, które są szczególnie narażone na szybkie zużycie mechaniczne, a ich zastosowanie jest ograniczone do pomieszczeń niezagrażonych wybuchem. Innym standardowym rozwiązaniem jest instalacja czujników fotooptycznych w części stałej sprzęgła zliczających impulsy świetlne na jednostkę czasu. Transmisja danych w tego typu momentomierzach odbywa się zazwyczaj bezprzewodowo za pomocą łącza radiowego lub podczerwieni. Przedstawione przykłady dotychczas stosowanych rozwiązań wskazują na konieczność bezpiecznego i możliwego technicznie do wykonania pomiaru momentu bez ingerencji w pracujący układ napędowego.

Znane są układy do pomiaru momentu na wale, w których pomiędzy silnikiem a maszyną napędzaną montowany jest wałek skrętny, lub w których pod łapy badanego silnika montuje się czujniki siły. Te rozwiązania mają szereg wad, między innymi, wymagają specjalnej konstrukcji sprzęgieł o odpowiedniej sprężystości i sztywności niwelujące wzniosy wałów sprzęgniętych maszyn oraz niezwykle precyzyjnie wykonanego wałka skrętnego do pomiaru momentu. Wyposażenie maszyny napędzającej i napędzanej w sprzęgła oraz w wałek skrętny zniekształca pomiar samego momentu, a ponadto wymaga zastosowania zarówno sprzęgieł, jak i wałka skrętnego o odpowiednio dobranych sprężystościach i sztywnościach.

W publikacji „Wyznaczanie momentu obciążenia silnika indukcyjnego w oparciu o pomiar strumienia poosiowego” – Maszyny elektryczne – zeszyty problemowe nr 2/2016 (110) przedstawione jest wyznaczenie momentu obciążenia silnika indukcyjnego na podstawie sygnału strumienia poosiowego wyznaczonego poprzez pomiar indukowanego napięcia w cewce, przyłożonej do obudowy silnika indukcyjnego od strony wału.

Znany jest m.in. z publikacji „Wykorzystanie strumienia unipolarnego w diagnostyce maszyn prądu przemiennego” – Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 2/2013 (99), sposób badania strumienia poosiowego, w którym wykorzystuje się cewkę pomiarową umieszczoną na wale silnika jak najbliższe uzwojenia stojana. W sposobie tym cewkę pomiarową mocuje się do tarczy łożyskowej silnika w jego wnętrzu lub na zewnątrz obudowy silnika. Cewka może być montowana na zewnątrz silnika zarówno od strony wentylatora, jak i od strony wału.

Zestaw do pomiarów momentów maszyny elektrycznej prądu przemiennego, charakteryzuje się tym, że do osłony wentylatora maszyny elektrycznej, z zachowaniem dystansu dla przepływu powietrza, przymocowana jest cewka połączona z układem kondycjonowania sygnału połączonym z przestrajalnym filtrem dolnoprzepustowym, połączonym z przetwornikiem A/D, który połączony jest z programowalnym układem mikroprocesorowym. Do przestrajalnego filtra dolnoprzepustowego dołączony jest wielopozycyjny przełącznik pojemności, przy czym sygnał z programowalnego układu mikroprocesorowego doprowadzony jest do złącza analogowego i cyfrowego lub doprowadzony jest do wyświetlacza lub sygnał doprowadzony jest do modułu komunikacji sieciowej.

Korzystnym efektem zastosowania zestawu, według wynalazku jest bezinwazyjny pomiar momentów, bez konieczności ingerencji w budowę układu napędowego badanego silnika prądu przemiennego. Dodatkową zaletą jest to, że dane uzyskane z pomiarów momentów wału maszyny elektrycznej pozwalają na wyznaczenie innych parametrów maszyny elektrycznej.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunkach, na których fig. 1 przedstawia schemat zestawu do pomiaru momentu mechanicznego lub elektromagnetycznego, fig. 2 – przebieg napięcia indukowanego w cewce do pomiaru strumienia poosiowego po zastosowaniu filtra dolnoprzepustowego, fig. 3 – przebieg uformowanego sygnału prostokątnego utworzony na podstawie napięcia indukowanego w cewce do pomiaru strumienia poosiowego po zastosowaniu filtra dolnoprzepustowego, fig. 4 – przebieg sygnału zróżniczkowanego utworzony na podstawie sygnału prostokątnego z fig. 3, fig. 5 – zależność momentu elektromagnetycznego dla silnika o mocy 4 kW w funkcji skutecznej wartości skondycjonowanego i przetworzonego sygnału napięciowego indukowanego przez magnetyczny strumień poosiowy na wyjściu cewki.

W torze pomiarowym zestawu do pomiaru momentu mechanicznego lub elektromagnetycznego (fig. 1 – Moment T), do osłony wentylatora maszyny elektrycznej **1**, z zachowaniem dystansu dla przepływu powietrza, przymocowana jest cewka **2** połączona z układem kondycjonowania sygnału **3** połączonym z przestrajalnym filtrem dolnoprzepustowym **4**, połączonym z przetwornikiem A/D **9**, który połączony jest z programowalnym układem mikroprocesorowym **8**. Do przestrajalnego filtra dolnoprzepustowego **4** dołączony jest wielopozycyjny przełącznik pojemności **7**. Sygnał z programowalnego układu mikroprocesorowego **8** doprowadzony jest do złącza analogowego i cyfrowego **10** służącego do rejestracji na innym urządzeniu, przykładowo za pomocą oscyloskopu, karty A/D lub doprowadzony jest do wyświetlacza **11**, na którym będzie na bieżąco wyświetlona wartość momentu badanej maszyny podczas pomiaru lub sygnał doprowadzony jest do modułu komunikacji sieciowej **12**.

Przetworzony sygnał strumienia poosiowego z wyjścia przestrajalnego filtra dolnoprzepustowego **4**, połączony jest z przetwornikiem RMS **13**, który połączony jest z gniazdami sygnału chwilowej wartości skutecznej **14**.

Przetworzony sygnał strumienia poosiowego z wyjścia przestrajalnego filtra dolnoprzepustowego **4**, połączony jest ze wzmacniaczem **15**, który połączony jest ze złączem gniazd analogowych **16** wartości chwilowej napięcia ± 10 V i prądu 0–20 mA.

Działanie zestawu w torze do pomiarów momentu mechanicznego lub elektromagnetycznego silnika prądu przemiennego, według wynalazku, polega na przekształceniu mierzonego bezkontaktowo napięcia indukowanego w cewce **2**, a pochodzącego od strumienia poosiowego tak, aby jego przetworzona wartość na wyjściu przetwornika A/D **9**, była proporcjonalna do momentu elektromagnetycznego lub momentu na wale maszyny. W programowalnym układzie mikroprocesorowym **8** wartość skuteczna napięcia indukowanego w cewce **2** jest mnożona przez współczynnik proporcjonalności dla danej maszyny (przykładowa zależność przedstawiono na fig. 6), dając w rezultacie moment elektromagnetyczny w Nm, a po uwzględnieniu momentu strat mechanicznych, jako iloczynu współczynnika tarcia danej maszyny i prędkości obrotowej, dając moment mechaniczny na wale w Nm.

Zestaw pozwala na bardzo szybkie oszacowanie momentu maszyny elektrycznej prądu przemiennego bez konieczności instalowania dodatkowych złożonych i drogich urządzeń do pomiaru momentu metodami klasycznymi to jest sprzęgieł i wałka skrętnego o odpowiednio dobranej sztywności. Niniejszy wynalazek jest prosty w wykonaniu i umożliwia w sposób bezkontaktowy na proste i szybkie uzyskanie informacji o wartości momentów wytwarzanych przez maszyny elektryczne prądu przemiennego.

Rozwiązanie według wynalazku może mieć zastosowanie do wielofazowych maszyn elektrycznych prądu przemiennego o dowolnej znanej konstrukcji uzwojenia stojana.

Zastrzeżenie patentowe

1. Zestaw do pomiarów momentów maszyny elektrycznej prądu przemiennego, **znamienny tym**, że do osłony wentylatora maszyny elektrycznej (**1**), z zachowaniem dystansu dla przepływu powietrza, przymocowana jest cewka (**2**) połączona z układem kondycjonowania sygnału (**3**) połączonym z przestrajalnym filtrem dolnoprzepustowym (**4**), połączonym z przetwornikiem A/D (**9**), który połączony jest z programowalnym układem mikroprocesorowym (**8**), przy czym do przestrajalnego filtra dolnoprzepustowego (**4**) dołączony jest wielopozycyjny przełącznik

pojemności (7), przy czym sygnał z programowalnego układu mikroprocesorowego (8) doprowadzony jest do złącza analogowego i cyfrowego (10) lub doprowadzony jest do wyświetlacza (11) lub sygnał doprowadzony jest do modułu komunikacji sieciowej (12).

Rysunki

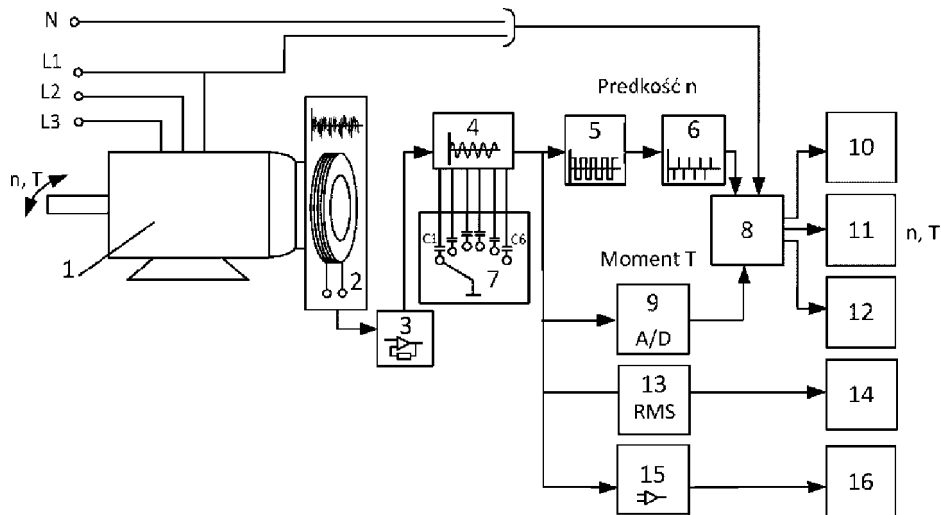


Fig. 1

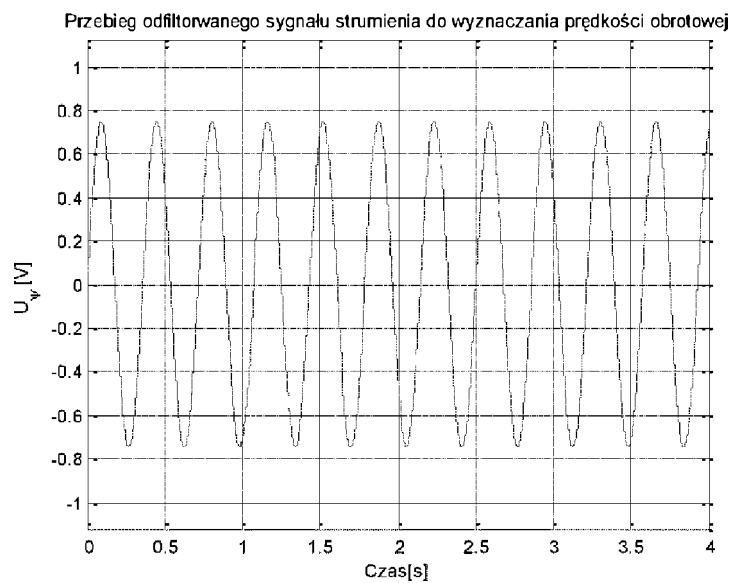


Fig. 2

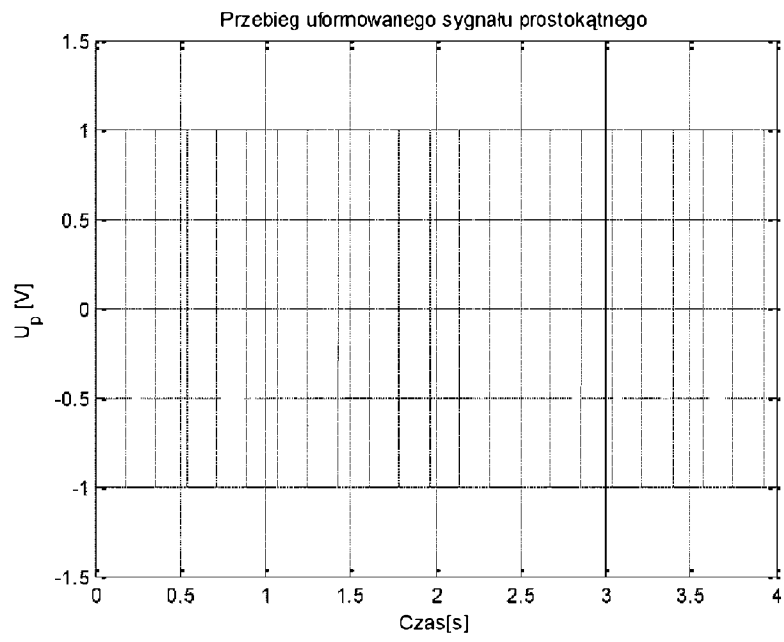


Fig. 3

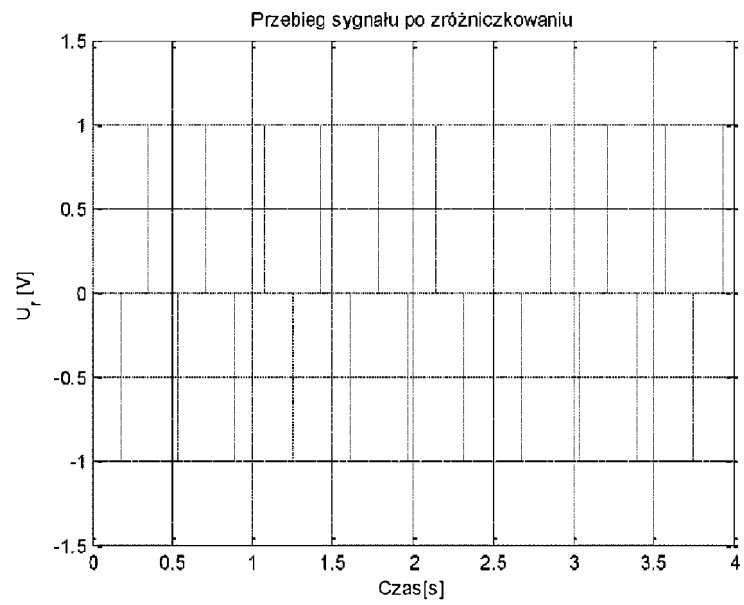


Fig. 4

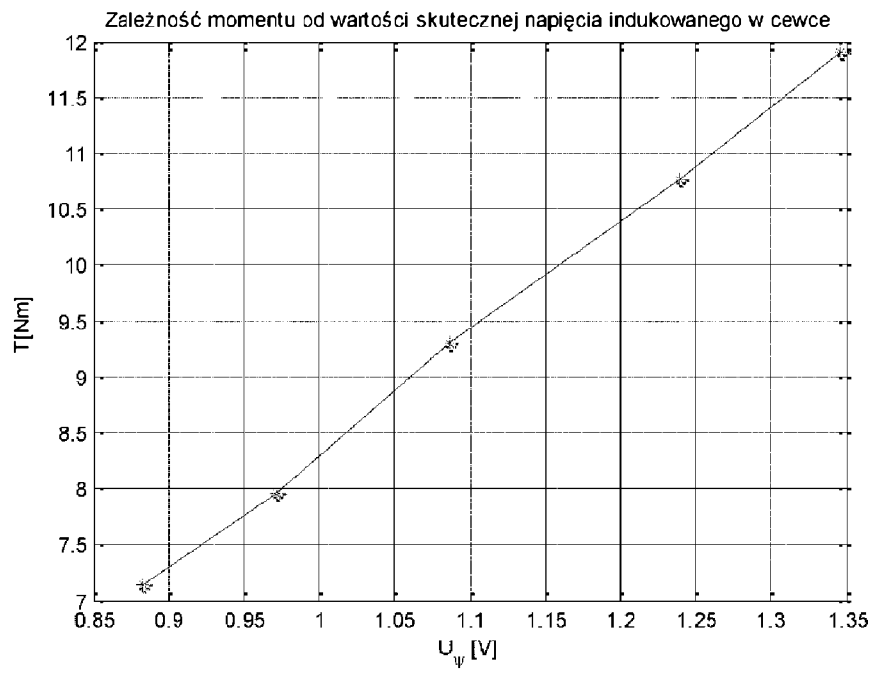


Fig. 5