

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **221256**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **397053**

(51) Int.Cl.  
**G01R 19/252 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **21.11.2011**

(54)

**Układ do pomiaru małych wartości napięcia**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**27.05.2013 BUP 11/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.03.2016 WUP 03/16**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PIOTR WARDA, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Tomasz Milczek**

**PL 221256 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do pomiaru małych wartości napięcia realizowanego w torze pomiarowym z częstotliwościowym nośnikiem informacji.

Konstrukcja przetwornika napięcie-częstotliwość funkcjonuje w praktyce od wielu lat. Producenci układów elektronicznych mają w swojej ofercie gotowe rozwiązania, takie jak XR4151 firmy EXAR oferowane w katalogu *Voltage-to-Frequency Converter, EXAR Corporation, 1991*, AD537 firmy Analog Devices oferowane w katalogu *Integrated Circuit Voltage-to-Frequency Converter, Analog Devices, 2000*. Można również spotkać się z pracami rozwijającymi konstrukcję tego typu przetworników, przykładowa konstrukcja zawarta jest w opisie patentowym nr US 5760617, gdzie przetwarzanie realizowane jest dwustopniowo, na początku, jako przetwarzanie analogowo-cyfrowe a następnie uzyskane wartości liczbowe wykorzystywane są w drugim stopniu przetwarzania do generowania ciągu impulsów o częstotliwości występowania proporcjonalnej do wartości wejściowego napięcia. Opracowane zostało również wiele konstrukcji przetworników częstotliwość-kod, pozwalających przetworzyć wartość częstotliwości w wartości liczbowe proporcjonalne do kolejnych okresów lub kolejnych wartości średnich wybranej liczby okresów częstotliwości sygnału wejściowego, przykłady najczęściej spotykanych konstrukcji można znaleźć w książce Kirianaki N. V., Yurish S. Y., Shpak N. O., Deynega V. P.: *Data acquisition and signal processing for smart sensors*. John Wiley & Sons, Ltd, Baffins Lane, 2001.

Konstrukcje specjalistyczne dedykowane do konkretnych wymagań, można znaleźć w zgłoszeniach patentowych. Przykładowo wielokanałowy przetwornik częstotliwość-kod, realizujący przetwarzanie częstotliwości w wartość liczbową z wykorzystaniem cyfrowej metody pomiaru częstotliwości opisano w zgłoszeniu patentowym nr SU 1837396.

Z monografii Jasik J. R.: *Przetwarzanie sygnałów pomiarowych w systemach z częstotliwościowym nośnikiem informacji*, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2003, s. 17, znany jest opis toru pomiarowego pozwalającego na transmisję z dużą odpornością na zakłócenia informacji o zmianach napięcia. W celu utworzenia toru pomiarowego pozwalającego na transmisję z dużą odpornością na zakłócenia informacji o zmianach napięcia, łączy się przetwornik napięcie-częstotliwość poprzez wybrane łącze z przetwornikiem częstotliwość-kod. Uzupełnienie układu o wyjściowy układ analizujący, najczęściej jest to układ zawierający mikroprocesor, pozwala na uzyskanie podstawowej struktury toru pomiarowego z częstotliwościowym nośnikiem informacji. Wadą przetwarzania napięcia w częstotliwość jest sposób pracy przetwornika napięcie-częstotliwość. Polega on na wytworzeniu sygnału częstotliwościowego na wyjściu, przy czym okres tego sygnału jest proporcjonalny do całej mierzonego napięcia w wytworzonym okresie. Im mniejsze jest podawane napięcie tym dłuższy jest okres sygnału częstotliwościowego. Wiadomo, że proces całkowania można traktować, jako obliczanie wartości średniej w granicach całkowania. W konsekwencji, informacje o wartości napięcia na wejściu toru pomiarowego, ze względu na całkujący charakter przetwarzania napięcie-częstotliwość są wartością uśrednioną w coraz dłuższym czasie. Można więc przyjąć, że rozdzielczość pomiaru małych wartości napięcia maleje.

Istotą układu do pomiaru małych wartości napięcia, zawierającego przetwornik napięcie-częstotliwość, przetwornik częstotliwość-kod oraz zewnętrzne urządzenie analizujące, jest to, że napięcie mierzone podłączone jest do układu sumującego, który połączony jest z przetwornikiem napięcie-częstotliwość, zaś przetwornik napięcie-częstotliwość połączony jest z przetwornikiem częstotliwość-kod, który jest połączony cyfrowo z zewnętrznym urządzeniem analizującym. Przetwornik napięcie-częstotliwość połączony jest równolegle z układem wykrywania zbocza, który połączony jest z kluczem elektronicznym. Klucz elektroniczny połączony jest z układem sumującym, przy czym przetwornik częstotliwość-kod połączony jest cyfrowo z przetwornikiem cyfrowo-analogowym. Natomiast przetwornik cyfrowo-analogowy połączony jest z kluczem elektronicznym.

Korzystnym skutkiem układu według wynalazku jest to, że pozwala na zwiększenie rozdzielczości pomiaru napięcia wejściowego. Udoskonalenie jest możliwe do realizacji za pomocą szeroko stosowanych w praktyce podzespołów elektronicznych. Wynalazek umożliwia poprawę dokładności przetwarzania informacji w szeroko już stosowanym w praktyce torze z częstotliwościowym nośnikiem informacji. W każdym przypadku, gdy zachodzi konieczność przetwarzania napięć zmiennych o małych wartościach, jest to rozwiązanie pozwalające na dokładniejsze śledzenie tych zmian.

Układ do pomiaru małych wartości napięcia według wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku.

Układ do pomiaru małych wartości napięcia zawiera elementy toru z częstotliwościowym nośnikiem informacji: przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość, przetwornik  $f/N$  częstotliwość-kod i urządzenie  $UA$  analizujące, wzbogacone o przetwornik  $C/A$  cyfrowo-analogowy, klucz  $K$  elektroniczny, układ  $S$  sumujący oraz układ  $WZ$  wykrywania zbocza sygnału częstotliwościowego. Układ  $S$  sumujący ma dwa wejścia napięciowe, na pierwsze podane jest napięcie mierzone  $U$ , na drugie napięcie korygujące. Układ  $S$  sumujący połączony jest z przetwornikiem  $U/f$  napięcie-częstotliwość. Wyjście przetwornika  $U/f$  napięcie-częstotliwość połączone jest z przetwornikiem  $f/N$  częstotliwość-kod, z którego przekazywana jest do zewnętrznego urządzenia  $UA$  analizującego, proporcjonalna do mierzonego napięcia  $U$ , wartość liczbowa  $N$ . Przetwornik  $f/N$  częstotliwość-kod zadaje wartość liczbowa do przetwornika cyfrowo-analogowego  $C/A$ . Wytworzone w przetworniku  $C/A$  cyfrowo-analogowym napięcie korygujące podawane jest do klucza  $K$  elektronicznego. Sygnał częstotliwościowy przekazywany do układu wykrywania zbocza  $WZ$  powoduje wygenerowanie sygnału otwierającego klucz  $K$  elektroniczny. Klucz  $K$  elektroniczny, po otrzymaniu sygnału otwierającego, przekazuje napięcie korygujące do drugiego wejścia układu  $S$  sumującego.

Układ poprawy dokładności działa następująco: mierzone napięcie  $U$  podawane jest na układ  $S$  sumujący. Układ  $S$  sumujący sumuje napięcie  $U$  z podanym przez klucz  $K$  elektronicznym napięciem korygującym, wytwarzanym w przetworniku  $C/A$  cyfrowo-analogowym. Ponieważ podczas uruchomienia omawianego toru pomiarowego napięcie korygujące wytworzone w przetworniku  $C/A$  cyfrowo-analogowym jest zerowane, na przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość podawana jest początkowo tylko wartość napięcia mierzonego  $U$ . Przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość zmienia je w sygnał częstotliwościowy, przekazywany do przetwornika  $f/N$  częstotliwość-kod oraz układu wykrywania  $WZ$  zbocza.

Przetwornik  $f/N$  częstotliwość-kod wylicza wartość liczbowa  $N$ , proporcjonalną do kolejnych okresów sygnału częstotliwościowego i przekazuje ją do urządzenia  $UA$  analizującego, przeprowadzającego analizę uzyskanych wyników. Dodatkowo przetwornik  $f/N$  częstotliwość-kod, po stwierdzeniu zbyt niskiej częstotliwości sygnału częstotliwościowego, wylicza wartość korygującą napięcia wejściowego zwiększającą rozdzielczość pomiaru napięcia  $U$ . Wartość ta jest przekazywana w postaci cyfrowej do przetwornika  $C/A$  cyfrowo-analogowego. Wytworzone w przetworniku  $C/A$  napięcie korygujące jest podawane poprzez klucz  $K$  elektroniczny, na układ  $S$  sumujący, który sumuje wytworzoną wartość napięcia korygującego z rzeczywistym napięciem mierzonym  $U$ . Napięcie o zmienionej wartości jest podawane na przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość, wymuszając generowanie wyższej częstotliwości. Klucz  $K$  elektroniczny sterowany jest narastającym zboczem sygnału częstotliwościowego wykrywanego przez układ  $WZ$  wykrywania zbocza. W ten sposób napięcie może być dodawane natychmiast po wygenerowaniu kolejnego okresu sygnału częstotliwościowego przez przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość, dzięki czemu całkowanie napięcia dodanego i mierzonego odbywa się już od początku kolejnego, tworzego przez przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość okresu sygnału częstotliwościowego i kończy wraz z zakończeniem tego okresu.

Korekta napięcia przetwarzanego przez przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość odbywa się tylko po stwierdzeniu zbyt niskiej częstotliwości sygnału częstotliwościowego. W przeciwnym przypadku napięcie korygujące jest zerowane i na przetwornik  $U/f$  napięcie-częstotliwość podawane jest wyłącznie napięcie  $U$  mierzone.

### Zastrzeżenie patentowe

Układ do pomiaru małych wartości napięcia, zawierający przetwornik napięcie-częstotliwość, przetwornik ( $f/N$ ) częstotliwość-kod oraz zewnętrzne urządzenie ( $UA$ ) analizujące, **znamienny tym**, że napięcie ( $U$ ) mierzone podłączone jest do układu ( $S$ ) sumującego, który połączony jest z przetwornikiem ( $U/f$ ) napięcie-częstotliwość, zaś przetwornik ( $U/f$ ) napięcie-częstotliwość połączony jest z przetwornikiem ( $f/N$ ) częstotliwość-kod, który jest połączony cyfrowo z zewnętrznym urządzeniem ( $UA$ ) analizującym, natomiast przetwornik ( $U/f$ ) napięcie-częstotliwość połączony jest równolegle z układem ( $WZ$ ) wykrywania zbocza, który połączony jest z kluczem ( $K$ ) elektronicznym, zaś klucz ( $K$ ) elektroniczny połączony jest z układem ( $S$ ) sumującym, przy czym przetwornik ( $f/N$ ) częstotliwość-kod połączony jest cyfrowo z przetwornikiem ( $C/A$ ) cyfrowo-analogowym, natomiast przetwornik ( $C/A$ ) cyfrowo-analogowy połączony jest z kluczem ( $K$ ) elektronicznym.

## Rysunek

