

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **223958**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **407758**

(22) Data zgłoszenia: **31.03.2014**

(51) Int.Cl.  
**G05B 13/00 (2006.01)**  
**G06N 3/02 (2006.01)**  
**G06N 3/063 (2006.01)**  
**G06F 15/18 (2006.01)**  
**G10K 11/00 (2006.01)**

(54) **Układ do aktywnej kompensacji dźwięków,  
pochodzących zwłaszcza od dźwiękowego sygnalizatora ostrzegawczego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**16.02.2015 BUP 04/15**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**30.11.2016 WUP 11/16**

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY  
– PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,  
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**TOMASZ KRUKOWICZ, Starachowice, PL**

(74) Pełnomocnik:

**recz. pat. Krystyna Lewińska**

**PL 223958 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ do aktywnej kompensacji dźwięków pochodzących, zwłaszcza od dźwiękowego sygnalizatora ostrzegawczego bez konieczności stosowania adaptacyjnych technik sterowania.

Aktywny zagłówek przeciwhałasowy jest przykładem zastosowania aktywnych metod redukcji hałasu. Dźwięki pochodzące od dźwiękowego sygnalizatora ostrzegawczego są dźwiękami sinusoidalnymi o zmiennej częstotliwości.

Znany jest z zagranicznego opisu patentowego EP0396666A4 układ do aktywnej kompensacji sygnałów sinusoidalnych o zmiennej częstotliwości mający w swojej strukturze filtr wycinający oraz gradientową metodę optymalizacji służącą do strojenia filtra wycinającego.

Wyjście generatora sygnału sinusoidalnego z fazą początkową równą 90 stopni połączone jest z wejściem pierwszego z układów mnożących. Wejście drugiego z układów mnożących połączone jest z wyjściem generatora sygnału sinusoidalnego z fazą początkową równą 0 stopni. Wyjścia pierwszego i drugiego układu mnożącego są połączone z pierwszym i drugim wejściem układu sumującego. Wyjście układu sumującego jest połączone z wejściem drugiego układu sumującego o dwóch wejściach. Drugie wejście drugiego układu sumującego jest połączone ze źródłem sygnału zakłócenia. W drugim układzie sumującym dochodzi do kompensacji sygnałów zakłócającego i kompensującego.

Filtr wycinający tworzą dwa układy wzmacniające o regulowanym wzmacnieniu oraz układ sumujący o dwóch wejściach i jednym wyjściu. Dobór wzmacnień układów mnożących jest realizowany gradientową metodą optymalizacji. Zadaniem optymalizacji jest dobór wartości wzmacnienia pierwszego i drugiego układu wzmacniającego w taki sposób, aby sygnał wyjściowy drugiego sygnału sumującego miał jak najmniejszą wartość.

Wadą znanego układu jest możliwość wzbudzania się układu sterującego pod wpływem zakłóceń zewnętrznych.

Celem wynalazku jest zminimalizowanie wzbudzania się układu sterowania pod wpływem zakłóceń, zwłaszcza dzięki eliminacji mikrofonu i zastosowaniu sterowania o stałych parametrach.

Istota układu według wynalazku polega na tym, że ma co najmniej dwie sieci neuronowe, których wejścia połączone są poprzez detektor częstotliwości z wyjściem generatora sygnału sinusoidalnego. Wyjścia sieci neuronowych połączone są z drugimi wejściami układów mnożących, zaś drugie wejście sieci neuronowych połączone jest z układem uczącym, wykorzystującym metodę optymalizacji globalnej. Układ uczący połączony jest poprzez przełącznik z mikrofonem. Układ uczący połączony jest z mikrofonem poprzez kolejno przetwornik analogowo-cyfrowy, filtr dolnoprzepustowy, przedwzmacniacz i przełącznik. Generator połączony jest ze źródłem sygnału kompensowanego poprzez kolejno przetwornik cyfrowo-analogowy, filtr dolnoprzepustowy i wzmacniacz mocy.

Wynalazek umożliwia kompensację dźwięku poprzez sterowanie dodatkowym źródłem dźwięku, bez konieczności stosowania mikrofonu rejestrującego dźwięk kompensowany.

Przedmiot wynalazku uwidoczony jest w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy aktywnego zagłówka przeciwhałasowego.

Aktywny zagłówek przeciwhałasowy jest stosowany zwłaszcza w przejazdach uprzywilejowanych. Zawiera on generator sygnałów sinusoidalnych 13, którego wyjście jest połączone poprzez układ detekcji częstotliwości 14 z wejściem sieci neuronowych 16, 16' oraz poprzez układ przesuwający fazę o 90 stopni 12 z wejściem pierwszego układu mnożącego 11, a także bezpośrednio z wejściem drugiego układu mnożącego 11'. Wyjścia obu układów mnożących 11, 11' połączone są z wejściami sumatora, którego wyjście połączone jest z drugim przetwornikiem cyfrowo-analogowym 3'. Wyjście tego przetwornika połączone jest poprzez rekonstrukcyjny filtr dolnoprzepustowy 4'' i drugi wzmacniacz mocy 7' z przetwornikiem elektroakustycznym stanowiącym źródło sygnału kompensującego 9. Wyjście generatora sygnałów sinusoidalnych 13 połączone jest także z przetwornikiem cyfrowo-analogowym 3, który poprzez dolnoprzepustowy filtr wygładzający 4' i wzmacniacz mocy 7 połączony jest dźwiękowym sygnalizatorem ostrzegawczym 8, stanowiącym źródło dźwięku kompensowanego. Ponadto układ ma mikrofon 6, który poprzez przełącznik 1 i przedwzmacniacz 5 połączony jest z wejściem dolnoprzepustowego filtra wygładzającego 4. Wyjście tego filtra połączone jest poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy 2 i układ uczący 15, wykorzystujący metodę optymalizacji globalnej, z drugim wejściem drugiej sieci neuronowej 11'.

Wartości wyjściowe sieci neuronowych 16, 16', które pełnią rolę i aproksymatorów są jednocześnie wartościami nastaw regulatora w postaci filtra wycinającego. Wartości parametrów sieci neuro-

nowych 16, 16' są dobierane przez układ uczący 15, wykorzystujący metodę optymalizacji globalnej, której funkcja celu jest obliczana na podstawie sygnału wyjściowego przetwornika analogowo-cyfrowego 2. Wartości wyjściowe aproksymatorów są otrzymywane poprzez podanie na ich wejście chwilowej wartości pulsacji sygnału pochodzącego bezpośrednio od źródła wytwarzającego kompensowany sygnał: elektryczny, akustyczny lub drganiowy. Dobór parametrów aproksymatorów jest realizowany metodą optymalizacji globalnej. Aproksymatory mają postać sieci neuronowej lub wielomianu. Możliwe jest dalsze zwiększenie zastosowanie większej liczby aproksymatorów, dla każdego z parametrów regulatora. Aproksymatory każdego z parametrów regulatora w takiej sytuacji są przełączane, przy czym przełączenie następuje na podstawie pomiaru dowolnego parametru w układzie, np. kierunku przyrostu częstotliwości.

Metoda optymalizacji globalnej wyznacza parametry sieci neuronowej w taki sposób, aby wartość skuteczna sygnału wyjściowego przetwornika analogowo-cyfrowego 2 dążyła do zera, co jest tożsame z obniżeniem wartości skutecznej ciśnienia akustycznego oddziałującego na mikrofon 6 i narząd słuchu osoby chronionej przed hałasem. Dobór parametrów sieci neuronowej z wykorzystaniem metody optymalizacji globalnej trwa do chwili, gdy maksymalna amplituda sygnału wyjściowego mikrofonu spadnie do ustalonej wartości będącej parametrem sposobu sterowania. Gdy dobór parametrów sieci neuronowych 16, 16' jest zakończony, możliwe jest odłączenie mikrofonu 6 i zwarcie wejścia przedwzmacniacza mikrofonowego 5 do masy 17 układu sterującego, co powoduje znaczne zmniejszenie amplitudy zakłóceń działających na układ sterowania.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do aktywnej kompensacji dźwięków pochodzących, zwłaszcza od dźwiękowego sygnalizatora ostrzegawczego zawierający generator sygnału sinusoidalnego, którego wyjście połączone jest z dźwiękowym sygnalizatorem ostrzegawczym oraz z wejściami układów mnożących, z jednym bezpośrednio a z drugim poprzez układ przesuwający fazę o 90° stopni, a wyjścia obu układów mnożących połączone są z wejściami sumatora, którego wyjście jest połączone z głośnikiem, **znamienny tym**, że ma co najmniej dwie sieci neuronowe (16, 16'), których wejścia połączone są poprzez detektor częstotliwości (14) z wyjściem generatora sygnału sinusoidalnego (13), a wyjścia sieci neuronowych (16, 16') połączone są z drugimi wejściami układów mnożących (11, 11'), zaś drugie wejście sieci neuronowych (16, 16') połączone jest z układem uczącym (15), wykorzystującym metodę optymalizacji globalnej i który połączony jest poprzez przełącznik (1) z mikrofonem (6).

2. Układ do aktywnej kompensacji według zastrz. 1, **znamienny tym**, że układ uczący (15) połączony jest z mikrofonem (6) poprzez kolejno przetwornik analogowo-cyfrowy (2), filtr dolnoprzepustowy (4), przedwzmacniacz (5) i przełącznik (1).

3. Układ do aktywnej kompensacji według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że generator (13) połączony jest ze źródłem sygnału kompensowanego (8) poprzez kolejno przetwornik cyfrowo-analogowy (3), filtr dolnoprzepustowy (4') i wzmacniacz mocy (7).

4. Układ do aktywnej kompensacji według zastrz. 1 albo 2, albo 3, **znamienny tym**, że wyjście sumatora (10) połączone jest z głośnikiem (9) poprzez kolejno drugi przetwornik cyfrowo-analogowy (3), drugi filtr dolnoprzepustowy (4') i drugi wzmacniacz mocy (7).

