

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **227515**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **407757**

(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 sterowania redukcją hałasu aktywnych ustrojów dźwiękoizolacyjnych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

16.02.2015 BUP 04/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

29.12.2017 WUP 12/17

(73) Uprawniony z patentu:

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

(72) Twórca(y) wynalazku:

**LESZEK MORZYŃSKI, Sieciechów, PL
TOMASZ KRUKOWICZ, Starachowice, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Krystyna Lewińska

PL 227515 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania redukcją hałasu aktywnych ustrojów dźwiękoizolacyjnych stosowanymi zwłaszcza w obudowach dźwiękoizolacyjnych.

Aktywne ustroje dźwiękoizolacyjne są rodzajem zabezpieczeń przeciwhałasowych, stosowanych do redukcji hałasów transmitowanych przez odgrody akustyczne. Mogą one stanowić fragment lub całość danej odgrody akustycznej. Aktywne układy dźwiękoizolacyjne są zbudowane z jednej lub więcej warstw materiałów konstrukcyjnych na których rozmieszczone są przetworniki elektromechaniczne.

Znany jest układ sterowania drganiami wykorzystujący filtr adaptacyjny, przedstawiony na dołączonym rysunku. Układ sterowania (1) zawiera w swojej strukturze regulator w postaci sieci neuronowej sigmoidalnej (3). Na jej wejście podawany jest sygnał ze źródła drgań (12) poprzez czujnik drgań (8'), układ kondycjonowania sygnału z tego czujnika (7') oraz przetwornik analogowo-cyfrowy (6'). Ten sygnał podawany jest także poprzez filtr cyfrowy (5) na wejście układu uczącego (4), który metodą optymalizacji gradientowej dobiera parametry sieci neuronowej (3). Sposób sterowania polega na adaptacyjnym doborze parametrów sieci neuronowej (3) z wykorzystaniem metody optymalizacji. Układ uczący wykorzystuje sygnał z przetwornika cyfrowo-analogowego (6), będący sygnałem uchybu regulacji drgań płytowego materiału konstrukcyjnego odgrody akustycznej i przetwornika elektromechanicznego (9). Wejście przetwornika cyfrowo-analogowego (6') połączone jest z wejściem układu kondycjonowania sygnałów (7'), które jest połączone z czujnikiem drgań (8'), rejestrującego sygnał ze źródła drgań (12). Źródło drgań jest połączone mechanicznie z materiałem konstrukcyjnym (11), na którym zamocowany jest przetwornik elektromechaniczny (9). Płytowy materiał konstrukcyjny połączony jest z czujnikiem drgań (10), którego wyjście połączone jest z wejściem układu kondycjonowania sygnałów (8), którego wyjście połączone jest z wejściem przetwornika analogowo-cyfrowego (6).

Działanie układu wykorzystuje zasadę równoważenia drgań powierzchni płytowego materiału konstrukcyjnego oraz drgań przetwornika elektromechanicznego zamontowanego na powierzchni płytowego materiału konstrukcyjnego. Drgania przetwornika elektromechanicznego wywoływane są przyłożonym do niego zmiennym napięciem elektrycznym. Napięcie to wytwarzane jest w układzie sterowania. Chwilowa wartość drgań jest rejestrowana czujnikiem przemieszczenia (8'), którego wyjście jest połączone z układem kondycjonowania sygnałów (7'). Układ kondycjonowania sygnałów (7') dostosowuje parametry czasowo-częstotliwościowe sygnału wyjściowego czujnika drgań (8') do parametrów przetwornika analogowo-cyfrowego (6'). Efektywność układu będąca różnicą wypadkowych drgań płytowego materiału konstrukcyjnego oraz drgań przetworników elektromechanicznych przed i po włączeniu układu sterowania zależy od metody sterowania i struktury układu sterującego.

Wadą układu jest niestabilność pracy układu i duży uchyb sterowania w przypadku obecności zakłóceń zewnętrznych ze względu na zastosowanie filtrów adaptacyjnych.

Celem wynalazku jest zmniejszenie uchybu sterowania przez wykorzystanie wzajemnego oddziaływania przetworników elektromechanicznych uzyskanego przez odwzorowanie tego oddziaływania przez sieć neuronową oraz eliminację adaptacyjnego doboru parametrów sieci neuronowej.

Istota układu według wynalazku polega na tym, że sieć neuronowa ma co najmniej dwa wyjścia połączone z przetwornikami elektromechanicznymi. Z siecią neuronową połączony jest układ uczący, wykorzystujący dowolną metodę optymalizacji globalnej, którego wejście jest połączone z mikrofonem zewnętrznym. Wejście układu uczącego jest połączone z mikrofonem zewnętrznym poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy, filtr antyaliasingowy i układ kondycjonowania sygnałów. Wejście sieci neuronowej połączone jest z mikrofonem wewnętrznym poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy, filtr antyaliasingowy i układ kondycjonowania sygnałów. Wyjścia sieci neuronowej połączone są z przetwornikami elektromechanicznymi poprzez przetworniki cyfrowo-analogowe filtry rekonstrukcyjne i układy kondycjonowania sygnałów.

Wynalazek umożliwia stabilną pracę układu sterowania i zmniejszenie uchybu sterowania w zakresie niskich częstotliwości, także w obecności zakłóceń.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat blokowy układu sterowania redukcją hałasu aktywnych ustrojów dźwiękoizolacyjnych, dla redukcji hałasu transmitowanego przez obudowy dźwiękoizolacyjne wraz z podłączoną do układu obudową w rzucie perspektywicznym.

Obudowa dźwiękoizolacyjna 3 ma na ramie zamocowany element konstrukcyjny 2 w postaci jednej lub więcej płyt z materiałów dźwiękoizolacyjnych, na których rozmieszczone są przetworniki

elektromechaniczne 4. Wewnątrz obudowy jest wewnętrzny mikrofon 14, znajdujący się w zasięgu źródła dźwięku 1. Na zewnątrz obudowy znajduje się zewnętrzny mikrofon 9. Na elemencie konstrukcyjnym 2 zamocowane są dwa przetworniki elektromechaniczne 4.

Układ sterujący ma sieć neuronową 11 o przynajmniej dwóch wyjściach i połączony z nią układ uczący 10. Wewnętrzny przetwornik elektromechaniczny 14 połączony jest poprzez kolejno układ kondycjonowania czujnika 12', filtr antyaliasingowy 5' i przetwornik analogowo-cyfrowy 7' z wejściem sieci neuronowej 11. Wyjścia tej sieci neuronowej połączone są z przetwornikami elektromechanicznymi 4 poprzez kolejno: przetworniki cyfrowo-analogowe 8, 8', filtr rekonstrukcyjny 6, 6' i układy kondycjonowania przetworników elektromechanicznych 13, 13'. Zewnętrzny mikrofon 9 połączony z wejściem układu uczącego 10 przez kolejno: układ kondycjonowania czujnika 12, filtr antyaliasingowy 5' i przetwornik analogowo-cyfrowy 7'.

Układ uczący 10 dobiera wartości parametrów sieci neuronowej 11 z wykorzystaniem dowolnej metody optymalizacji globalnej, co pozwala na ustalanie parametrów sieci neuronowej. Regulator w postaci sieci neuronowej sigmoidalnej o przynajmniej dwóch wyjściach umożliwia jednocześnie sterowanie przynajmniej dwoma przetwornikami elektromechanicznymi uwzględniając ich wzajemne oddziaływanie. Pozwala to na zwiększenie możliwej do uzyskania redukcji drgań elementu konstrukcyjnego. Dobór parametrów sieci neuronowej metodą optymalizacji globalnej pozwala na uniknięcie niestabilnej pracy systemu sterowania, co jest wadą systemu sterowania drganiami wykorzystującego filtr adaptacyjny.

Układ sterowania posiada dwa tryby pracy: tryb doboru parametrów oraz tryb sterowania. W trybie sterowania na wejście sieci neuronowej 11 podawany jest sygnał z przetwornika analogowo-cyfrowego 7' połączonego z czujnikiem rejestrującym sygnał emitowany przez źródło dźwięku 1 wewnątrz obudowy dźwiękoizolacyjnej 3. W trybie doboru parametrów układ uczący 10 wykorzystuje metodę optymalizacji globalnej, do doboru wartości parametrów sieci neuronowej 11 na podstawie sygnału cyfrowego pochodzącego z przetwornika analogowo-cyfrowego 5' połączonego z układem kondycjonowania sygnałów 12' połączonego z mikrofonem 14 rejestrującym dźwięk na zewnątrz obudowy 3.

Zmiana trybów układu sterowania następuje cyklicznie. Dobór wartości parametrów sieci neuronowej ma na celu znalezienie takich wartości, które spowodują, że w trybie sterowania wartość skuteczna sygnału rejestrowanego przez mikrofon 9 znajdujący się na zewnątrz obudowy przyjmie możliwie najmniejszą wartość.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterowania redukcją hałasu aktywnych ustrojów dźwiękoizolacyjnych zawierający sieć neuronową połączona z układem uczącym, wykorzystującym metodę optymalizacji, która to sieć ma wyjście połączone z przetwornikiem elektromechanicznym zamocowanym na płytowym materiale konstrukcyjnym obudowy dźwiękoizolacyjnej oraz ma mikrofon zewnętrzny i ma w obudowie mikrofon wewnętrzny połączony z wejściem sieci neuronowej, **znamienny tym**, że sieć neuronowa (11) ma co najmniej dwa wyjścia połączone z przetwornikami elektromechanicznymi (4) a z siecią neuronową (11) połączony jest układ uczący (10), wykorzystujący dowolną metodę optymalizacji globalnej, którego wejście jest połączone z mikrofonem zewnętrznym (9).
2. Układ sterowania według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wejście układu uczącego (10) jest połączone z mikrofonem zewnętrznym (9) poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy (7), filtr antyaliasingowy (5) i układ kondycjonowania sygnałów (12).
3. Układ sterowania według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że wejście sieci neuronowej (11) połączone jest z mikrofonem wewnętrznym (14) poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy (7') filtr antyaliasingowy (5') i układ kondycjonowania sygnałów (12').
4. Układ sterowania według zastrz. 1 albo 2, albo 3, **znamienny tym**, że wyjścia sieci neuronowej (11) połączone są z przetwornikami elektromechanicznymi (4) poprzez przetworniki cyfrowo-analogowe (8, 8') filtry rekonstrukcyjne (6, 6') i układy kondycjonowania sygnałów (13, 13').

Rysunki

