

Paweł Górski

Synteza układu sterującego systemu aktywnej redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych

Szacuje się, że na terenie Polski jest użytkowane ok. 8000 pojazdów uprzywilejowanych. Obecnie w Polsce brak jest uregulowań określających graniczne poziomy ciśnienia akustycznego dźwiękowych sygnałów uprzywilejowania pojazdu w ruchu drogowym zarówno na zewnątrz pojazdów uprzywilejowanych, jak i wewnątrz. Nie istnieją także żadne wymagania prawne, które szczegółowo określałyby wymagane parametry akustyczne sygnałów uprzywilejowania, takie jak widmo sygnału lub czas narastania. Mimo tak znacznej dowolności w określaniu parametrów akustycznych sygnałów uprzywilejowania wykorzystywane w praktyce dźwiękowe sygnały uprzywilejowania różnią się jedynie nieznacznie. Wyniki pomiarów hałasu dźwiękowych sygnalizatorów uprzywilejowania zamontowanych w pojazdach uprzywilejowanych wykazały, że poziomy równoważnego dźwięku A zawierają się w przedziale od 106 do 108 dB. Z przeprowadzonych badań wynika, że poziomy ciśnienia akustycznego korygowanych krzywą korekcyjną A wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych z włączonym dźwiękowym sygnalizatorem uprzywilejowania mogą przekraczać poziom 90 dB, co negatywnie wpływa na warunki pracy kierowcy i załogi pojazdu, a w skrajnych przypadkach może prowadzić do uszkodzenia słuchu.

W pracy przeanalizowano różne możliwości redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych. Wykazano, że potencjalnie najskuteczniejszym sposobem ograniczenia narażenia na hałas kierowców pojazdów uprzywilejowanych jest zastosowanie systemu aktywnej redukcji hałasu. Przedstawiono także koncepcję systemu aktywnej redukcji hałasu w pojazdach uprzywilejowanych w którym zastosowano algorytm o stałych parametrach ustalanych z wykorzystaniem algorytmu genetycznego (qFPG). System ten jest jednocześnie systemem redukcji hałasu i generatorem sygnału uprzywilejowania. Przyjęto wersję systemu, którego centralnym elementem jest układ sterujący wykorzystujący jako jednostkę obliczeniową procesor Analog Devices ADSP-21992, dodatkowymi źródłami dźwięku są lekkie aktywne słuchawki, a sygnał błędu rejestrowany jest przez mikrofony zamontowane wewnątrz słuchawek aktywnych. Pod słuchawkami tworzony jest obszar o obniżonym poziomie ciśnienia akustycznego. Układ sterujący generuje sygnał kompensujący na podstawie sygnału dostarczanego przez mikrofon błędu. Opracowany w ramach pracy algorytm sterowania składa się z wąskopasmowych filtrów NOTCH, których współczynniki, w fazie adaptacji, ustalane są z wykorzystaniem algorytmu genetycznego.

Opracowany model systemu ARH w pojazdach uprzywilejowanych zamodelowano w środowisku obliczeniowym Matlab i przetestowano w trakcie badań symulacyjnych. W trakcie badań symulacyjnych dotyczących algorytmu genetycznego analizowano wpływ liczności populacji początkowej, prawdopodobieństwa krzyżowania i mutacji, wariantów selekcji, krzyżowania, mutacji i reprodukcji, liczby generacji. W wyniku tych badań przyjęto podstawową strukturę algorytmu sterowania. W oparciu o przyjętą strukturę algorytmu genetycznego przeprowadzono badania symulacyjne systemu aktywnej redukcji hałasu z algorytmem qFPG. Wykazano, że system aktywnej redukcji hałasu z algorytmem qFPG

może osiągać skuteczność na poziomie 70 dB. Dla wersji z ograniczoną liczbą generacji oraz skróconym wektorem zarejestrowanych próbek zanotowano spadek osiągniętej skuteczności, jednak rejestrowane skuteczności oscylowały na poziomie 40 dB.

Po potwierdzeniu w badaniach symulacyjnych przydatności algorytmu qFPG w systemach aktywnej redukcji hałasu opracowano układ sterujący do modelu laboratoryjnego systemu ARH w pojazdach uprzywilejowanych. Algorytm qFPG wraz z oprogramowaniem obsługi wszystkich peryferii procesora DSP, w tym przetworników A/C i C/A, obsługi pamięci, zaimplementowano do układu sterującego przy wykorzystaniu środowiska programistycznego VisualDSP++. Następnie przeprowadzono badania laboratoryjne dotyczące układu sterującego które należy uznać za główną część badań weryfikujących tezę pracy zakładających, że opracowany układ sterujący z zaimplementowanym algorytmem qFPG będzie można efektywnie zastosować w systemie ARH w pojazdach uprzywilejowanych oraz, że jednocześnie umożliwi on poprawę skuteczności systemu ARH. Badania układu sterującego wykazały skuteczność systemu ARH na poziomie 30 dB. Skuteczność ta jest wyższa niż prezentowane w literaturze podobne rozwiązania. W pracy przeprowadzono także badania laboratoryjne dotyczące kompletnego systemu ARH jednocześnie emitującego sygnał uprzywilejowania oraz redukującego poziom ciśnienia akustycznego docierający do kierowcy pojazdu uprzywilejowanego. Miały one na celu sprawdzenie możliwości zastosowania opracowanego algorytmu qFPG w systemie realizującym jednocześnie emisję sygnału uprzywilejowania i redukcję poziomu ciśnienia akustycznego docierającego do kierowcy pojazdu uprzywilejowanego.

Podsumowując, w przedstawionej pracy opracowano algorytm aktywnej redukcji hałasu o stałych parametrach ustalanych z wykorzystaniem algorytmu genetycznego i zastosowano go w modelowym systemie ARH realizującym jednocześnie emisję sygnału uprzywilejowania i redukcję poziomu ciśnienia akustycznego docierającego do kierowcy pojazdu uprzywilejowanego. Tym samym udowodniono tezę 1 pracy, że możliwe jest opracowanie algorytmu qFPG do zastosowania w zintegrowanym systemie jednocześnie emitującym sygnał uprzywilejowania oraz redukującym poziom ciśnienia akustycznego docierający do kierowcy pojazdu uprzywilejowanego. Jednocześnie uzyskane wyniki na wszystkich przeprowadzonych etapach badań wykazały, że zastosowanie opracowanego algorytmu qFPG umożliwi poprawę – w stosunku do podobnych opracowań prezentowanych w literaturze – stabilności działania oraz skuteczności systemu ARH w pojazdach uprzywilejowanych. Można więc stwierdzić, że również sformułowana w pracy teza 2 została udowodniona, a tym samym cel pracy został osiągnięty.