

Prof. dr hab. inż. Robert Koprowski  
Instytut Inżynierii Biomedycznej  
Uniwersytet Śląski  
ul. Będzińska 39  
41-200 Sosnowiec

Sosnowiec 09.07.2022 r.

## **RECENZJA**

### **rozprawy doktorskiej mgr inż. Sławomira Koconia**

w związku z postępowaniem w sprawie nadania w/w stopnia doktora  
nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika.

Niniejsza ocena została opracowana na podstawie pisma Prorektora ds. nauki  
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie  
prof. dr hab. inż. Jacka Przepiórskiego, WE/4120/749/2022 z dnia 28.06.2022 r.

#### **1. Znaczenie podjętej tematyki**

Obecnie niemal każde narzędzie wykorzystywane w medycynie wytwarza dane w formie cyfrowej które są później archiwizowane i w miarę potrzeb przetwarzane. Pomimo znacznego rozwoju cyfryzacji, znacznego zwiększenia rozdzielczości i szybkości działania przetworników analogowo-cyfrowych nadal występuje grupa sygnałów na którą składa się kilka pojedynczych próbek. Tego typu sygnały występują bardzo często w aparatach EKG, EEG czy szeroko rozumianej analizie potencjałów człowieka. Ograniczony w stosunku do liczby próbek sygnał zazwyczaj zostaje poddany przetwarzaniu, w tym filtracji. Typowe filtry wykorzystywane do przetwarzania tego typu sygnałów nie przynoszą zadowalających rezultatów i powinny być profilowane. Istotna jest bowiem każda z próbek, a jej pominięcie, ze względu na brak istotności diagnostycznej, ma swoje konsekwencje w leczeniu pacjentów. Podjęta tematyka przez Doktoranta jest więc ważna i aktualna nie tylko z medycznego punktu widzenia ale też z innych dziedzin i dyscyplin nauki w których istotna i jedyna z możliwych jest analiza krótkich sygnałów.

## **2. Struktura rozprawy**

Rozprawa doktorska Pana mgr inż. Sławomira Koconia, pt. "Synteza i analiza właściwości dyskretnych filtrów wycinających o niezerowych warunkach początkowych i zmiennych w czasie parametrach", została przedstawiona w formie przewodnika po 13 publikacjach. Praca została napisana pod kierunkiem naukowym dr hab. inż. Jacka Piskorowskiego, prof. ZUT. Struktura rozprawy jest prawidłowa.

Autor, zaraz po spisie rysunków i tabel przedstawia pierwszy rozdział, który został poświęcony uzasadnieniu wyboru tematyki oraz tezie i celowi pracy.

Drugi rozdział to cykl publikacji wchodzący w skład rozprawy. Jest to grupa 13 publikacji dla których podano pełne dane bibliograficzne a pełne teksty zostały umieszczone, w odpowiednim zachowanym porządku, w załączniku.

Trzeci rozdział został poświęcony omówieniu publikacji naukowych wchodzących w skład rozprawy doktorskiej. Doktorant w tym rozdziale szczegółowo omawia nowy wkład w obszar filtracji cyfrowej odnosząc się do publikacji których jest współautorem, opublikowanych w takich czasopismach jak: *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, *Applied Sciences* czy *Metrology and Measurement Systems*. Autor odnosi się w tym rozdziale do scharakteryzowania i uzasadnienia wyboru sygnału EKG, przyjętej struktury wąskopasmowego filtra czy uzasadnienia wyboru struktury filtra niestacjonarnego. W tym zakresie są też przedstawione szczegóły dotyczące zmiennych w czasie współczynników filtrów, zmiennej w czasie szerokości pasma zaporowego oraz zmiennego promienia biegunów filtra. Przedstawiono też przykłady zastosowania stworzonych filtrów w zakresie jednowymiarowych sygnałów pochodzących z takich urządzeń medycznych jak EKG, EMG oraz BAEP.

Podsumowanie otrzymanych rezultatów oraz wnioski końcowe przedstawione zostały w podrozdziale 3.7.

Rozprawę kończy bibliografia zawierająca 33 pozycje oraz wymienione już wcześniej załączniki w formie pełnych treści publikacji stanowiących oceniany cykl. Dodatkowo Autor zawarł oświadczenia o wkładzie procentowym współautorów.

### **3. Cel pracy i teza rozprawy**

Teza rozprawy została przedstawiona przez Autora w pierwszym rozdziale (podrozdział 1.3, str. 5), w ramach której przyjęto „możliwość redukcji czasu trwania oraz amplitudy stanu przejściowego w cyfrowych wąskopasmowych filtrach wycinających poprzez zastosowanie niezerowych warunków początkowych i uzmiennienie w czasie wybranych parametrów filtra". Autor w tym zakresie podał też jej uzasadnienie oraz przyjęte ograniczenia. Do udowodnienia tej tezy Autor zaproponował cel, którym jest opracowanie oraz analiza algorytmów wąskopasmowych cyfrowych filtrów wycinających o niezerowych warunkach początkowych i zmiennych w czasie parametrach, charakteryzujących się zredukowanym czasem trwania stanów przejściowych. Teza pracy została prawidłowo postawiona, natomiast cel główny, zrealizowany. Zarówno teza pracy, jak też cele pracy, odpowiadają zakresowi i tematyce rozprawy oraz określają zakres przeprowadzonych badań. W treści rozprawy, w zakresie merytorycznym obejmującym przedstawione artykuły oraz w podrozdziale 3.7 udowodniono postawioną tezę pracy oraz przedstawiono nowy wykład Autora w elektrotechnice.

### **4. Metodyka badań**

Przedstawiona przez Autora metodyka badań jest prawidłowa. Autor nie tylko zastosował różne struktury filtrów, zarówno rekursywnych jak i nierekursywnych ale też wskazał metody redukcji stanu nieustalonego i odniósł otrzymane wyniki do metod o stałych w czasie parametrach i zerowych warunkach początkowych. W prezentowanych artykułach zaproponowano także, w poprawny sposób, metody doboru parametrów projektowanych przez Doktoranta filtrów oraz długości wektora warunków początkowych dla równania różnicowego opisującego filtr w dziedzinie czasu. Wykazano, że proponowane struktury filtrów pozwalają na szybką filtrację sygnałów EKG, EMG oraz BAEP. Równie poprawne od strony metodyki badań i ciekawe jest zastosowanie zaproponowanej struktury wąskopasmowego filtra niestacjonarnego do pomiarów sygnałów EMG, dla którego Doktorant zaprojektował i wykonał układ pomiarowy, zbudowany z mikrokontrolera STM32F4, wzmacniacza sygnału INA331IDGKT oraz wykorzystujący akcelerometr typu MPU9250. Dodatkowo zaproponowane w pracach nowe struktury filtrów, w tym filtra niestacjonarnego o niezerowych warunkach początkowych, zostały zamodelowane w środowisku Matlab Simulink oraz przetestowane w układzie Raspberry Pi. Proponowana

Dodatkowo w pracy zauważyłem kilka błędów redakcyjnych:

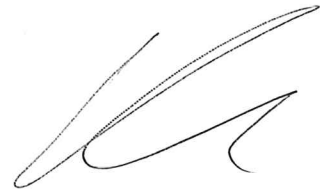
1. Jakie są podstawy podawania wyników przedstawionych w prawie wszystkich tabelach w pracy z tak dużą dokładnością? Zaokrąglenia wyników, zwłaszcza podanych w tabelach 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 13 i 14, określonych dla niepewności pomiaru, powinny być do dwóch cyfr znaczących (jednej, jeżeli przyrost błędu jest mniejszy od 10%).
2. Rysunek 22 przedstawiający model struktury niestacjonarnego filtra jest nieczytelny.
3. W rozprawie czas podawany jest w sekundach lub liczbie próbek. Z punktu widzenia merytorycznego jest to poprawne. Jednak traktując je zamiennie trudno oszacować otrzymane wyniki od strony praktycznej ich przydatności. Przykładowo dla jakiej częstotliwości próbkowania podano na str. 33 „czas ustalania (0.046 s) w porównaniu do filtrów niestacjonarnych o zerowych warunkach początkowych i strategiach uzmienniania wykorzystujących funkcję eksponencjalną (1.496 s), tangens hiperboliczny (1.036 s), a także filtrów stacjonarnych o zerowych (1.536 s), jak i niezerowych warunkach początkowych filtra (0.604 s)”.

Wskazane przeze mnie usterki merytoryczne i drobne błędy redakcyjne mają charakter polemiczny i przede wszystkim powinny pomóc Autorowi w dalszym rozwoju naukowym. Podsumowując, praca stanowi cenny wkład w zakres filtracji jednowymiarowych cyfrowych danych medycznych pochodzących z różnych urządzeń akwizycji a przyjęta metodyka badań jest poprawna.

## **5. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Podsumowując stwierdzam, że Pan mgr inż. Sławomir Kocoń wykazał się dużą wiedzą z zakresu analizy i przetwarzania sygnałów cyfrowych, a także opanowaniem i sprawnym posługiwaniem się warsztatem badawczym. Rozprawa doktorska mgr inż. Sławomira Koconia pt. "Synteza i analiza właściwości dyskretnych filtrów wycinających o niezerowych warunkach początkowych i zmiennych w czasie parametrach" jest oryginalnym, interesującym przedstawionym, uzasadnionym i twórczym wkładem w dyscyplinę elektrotechnika. Niniejsza rozprawa doktorska zawiera poprawnie sformułowany i rozwiązany problem badawczy oraz posiada bardzo duży aspekt praktyczny, stanowi zatem oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Zgodnie z powyższym stwierdzam, że mgr inż. Sławomir Kocoń

spełnia wymogi formalne o których mowa w art. 18 ustawy 595 z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz ustawy z dnia 3 lipca 2018 r., Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. dnia 30 sierpnia 2018 r., poz. 1669) w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora. W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Sławomira Koconia do dalszych etapów przewodu doktorskiego i wnioskuję o wyróżnienie pracy.

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized, cursive representation of a name.