

KOMPUTEROWY SYSTEM ODTWARZANIA NAPIĘĆ I PRĄDÓW

Robert Dąbrowski

Instytut Informatyki i Elektroniki, Uniwersytet Zielonogórski
65-246 Zielona Góra, ul. Podgórna 50

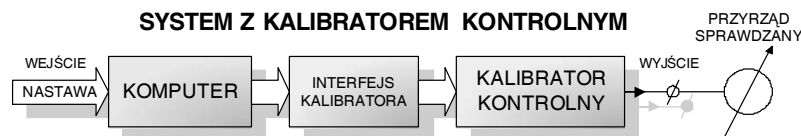
e-mail: r.dabrowski@iie.uz.zgora.pl

STRESZCZENIE

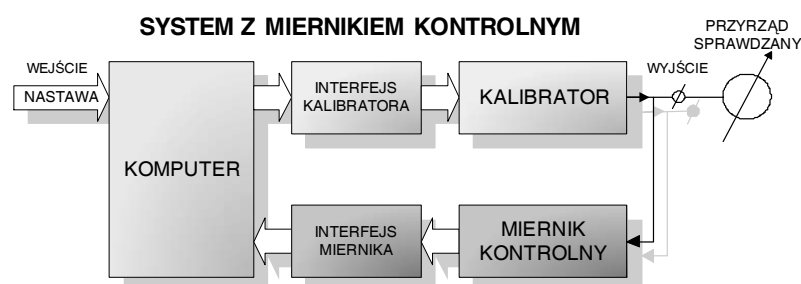
Referat porusza problem budowy komputerowego systemu odtwarzania napięć i prądów stosowanego w procesie sprawdzania przyrządów pomiarowych. W artykule przedstawiono dwa alternatywne modele systemu: pierwszy, z zastosowaniem kalibratora wysokich klas dokładności, oraz drugi bardziej ekonomiczny, z zastosowaniem kalibratora średnich klas dokładności oraz wysokich klas dokładności miernika kontrolnego. Przedmiotem pracy autora jest analiza możliwości poprawy właściwości dynamicznych systemu z miernikiem kontrolnym.

1. WPROWADZENIE

Do odtwarzania napięć i prądów można zastosować system z kalibratorem kontrolnym, rys. 1 lub system z miernikiem kontrolnym, rys. 2.



Rys. 1. System z kalibratorem kontrolnym



Rys. 2. System z miernikiem kontrolnym

Wśród parametrów metrologicznych tych systemów można wyróżnić parametry statyczne oraz parametry dynamiczne. Parametry statyczne a wśród nich w szczególności błędy decydują o tym czy w ogóle można dany system zastosować do sprawdzania przyrządów, ponieważ aby spełnić wymagania, dokładność systemu kontrolnego powinna być kilkukrotnie

większa od dokładności przyrządu sprawdzanego. Parametry dynamiczne natomiast decydują o wydajności procesu sprawdzania.

W przypadku budowy systemów odtwarzania napięć i prądów wysokich klas dokładności wymagane jest stosowanie kalibratorów wysokich klas dokładności, które są urządzeniami drogimi, dlatego poszukiwane są alternatywne rozwiązania systemów z miernikiem kontrolnym o równorzędnych właściwościach metrologicznych, w których mogą być stosowane mniej dokładne a więc tańsze kalibratory.

Celem pracy jest opracowanie systemu z miernikiem kontrolnym, opracowanie jego algorytmów działania oraz zbadanie warunków, które należy spełnić, aby uzyskać parametry metrologiczne zbliżone do systemu z kalibratorem kontrolnym.

Przedstawiony system z miernikiem kontrolnym należy do grupy systemów z addytywną korekcją błędów i astatyczną charakterystyką regulacji, o czym decyduje algorytm pracy komputera.

Analiza właściwości statycznych przeprowadzona metodami analitycznymi wykazała, iż o dokładności takiego systemu decydują błędy zastosowanego w nim miernika kontrolnego.

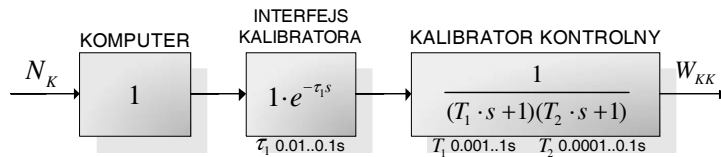
Z uwagi na astatyczny charakter regulacji system jest jednak dużo wolniejszy od równoważnego mu pod względem dokładności systemu z kalibratorem kontrolnym.

2. ANALIZA WŁAŚCIWOŚCI DYNAMICZNYCH

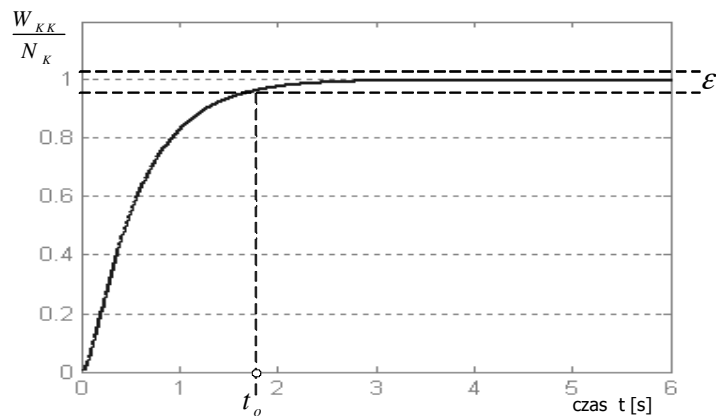
Przeprowadzona metodami symulacyjnymi analiza właściwości dynamicznych ma na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie: „o ile wolniejszy jest opracowany system z miernikiem kontrolnym od równoważnego mu systemu z kalibratorem kontrolnym oraz w jakim stopniu można różnicę tą zmniejszyć stosując inne rodzaje wymuszeń lub inne algorytmy pracy programu komputerowego?”

2.1. System z kalibratorem kontrolnym

Na rys. 3 przedstawiony jest przygotowany dla potrzeb analizy właściwości dynamicznych model systemu z kalibratorem kontrolnym. Przyjęto, że komputer jest członem bezinercyjnym z jednostkowym współczynnikiem przetwarzania, interfejs przedstawiono jako człon z opóźnieniem, a kalibrator jako człon inercyjny drugiego rzędu [1]. Wykres zależności ilorazu wskazania kalibratora WKK do nastawy kalibratora NK w funkcji czasu (rys. 4) przedstawia przykładowy proces przejściowy na wyjściu kalibratora w odpowiedzi na skokową zmianę nastawy.



Rys. 3. Model systemu z kalibratorem kontrolnym



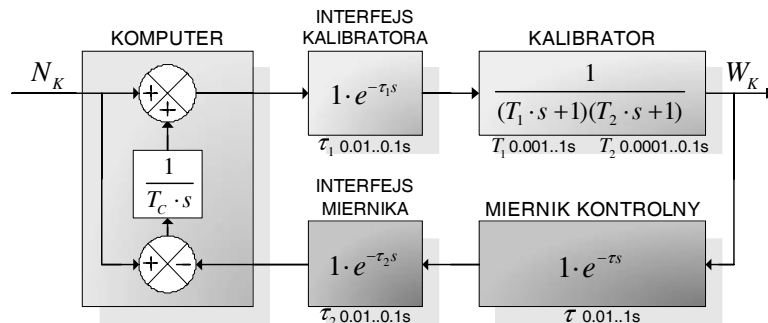
Rys. 4. Proces przejściowy na wyjściu kalibratora kontrolnego

Wartość marginesu błędu przedstawiona jako ε określa granice, wewnątrz których wskazanie kalibratora można uznać za wystarczająco dokładne. Czas osiągnięcia wartości ustalonej zwany czasem odpowiedzi oznaczony został jako t_o . Analizę układu przeprowadzono dla typowych fizycznych czasów poszczególnych bloków [1]. Wyniki analizy systemu z kalibratorem kontrolnym posłużyły jako odniesienie do badań systemu z miernikiem kontrolnym.

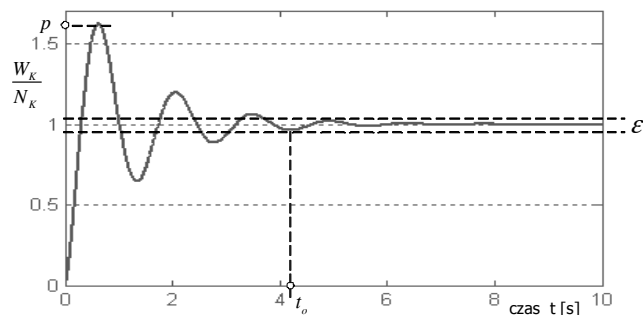
2.2. System z miernikiem kontrolnym

System z miernikiem kontrolnym (rys. 5) składa się z komputera, interfejsu kalibratora, kalibratora oraz miernika kontrolnego i jego interfejsu. Poszczególne bloki modelu opisano ich transmitancjami gdzie algorytm programu komputera zamodelowano jako człon całkujący, kalibratora jako człon inercyjny drugiego rzędu, a miernik kontrolny oraz interfejsy jako człony z opóźnieniem.

Wykres (rys. 6) przedstawia przykładowy proces przejściowy na wyjściu kalibratora w odpowiedzi na skokową zmianę nastawy. Proces przejściowy opisywany jest czasem odpowiedzi t_o i przeregulowaniem p określonym jako stosunek maksymalnego wskazania kalibratora W_K do wskazania w stanie ustalonym $W_K = N_K$.



Rys. 5. Model systemu z miernikiem kontrolnym



Rys. 6. Proces przejściowy na wyjściu kalibratora

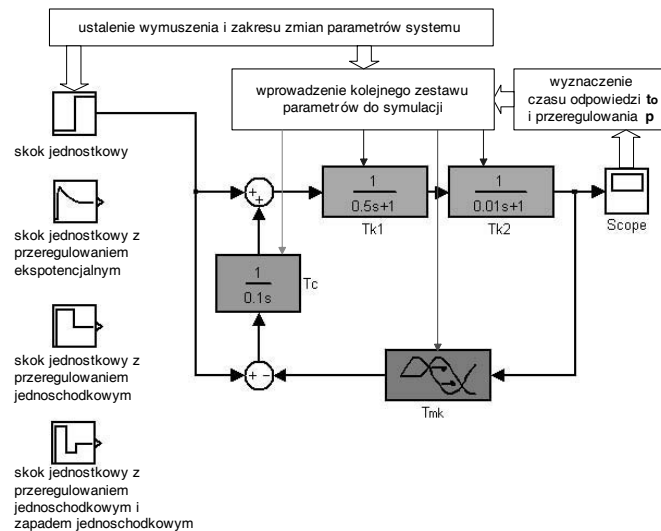
Badania symulacyjne polegające na poszukiwaniu optymalnej stałej czasowej regulatora całkującego T_C przeprowadzono dla poszczególnych bloków w zakresach:

- dla interfejsu kalibratora $\tau_1 \in <0.01s, 0.1s>$;
- dla czasów kalibratora $T_1 \in <0.001s, 1s>$, $T_2 \in <0.0001s, 0.1s>$;
- dla interfejsu miernika kontrolnego $\tau_2 \in <0.01s, 0.1s>$;
- dla miernika kontrolnego: $\tau \in <0.01s, 1s>$.

2.3. Stanowisko do badań symulacyjnych

Stanowisko do badań symulacyjnych (rys. 7) przygotowano w programie Matlab, wykorzystując pakiet Simulink

Składa się ono z bloków odpowiedzialnych za wymuszenia, bloków Tk1 i Tk2 przedstawiających transmitancję kalibratora, miernika kontrolnego zamodelowanego jako blok z opóźnieniem oraz komparatora, układu całkującego i sumatora będących elementami algorytmu działania systemu komputerowego. Blok *Scope* odpowiedzialny jest za zapamiętywanie procesu przejściowego w postaci tablicy kolejnych wartości wyjścia w czasie.



Rys. 7. Stanowisko do badań symulacyjnych

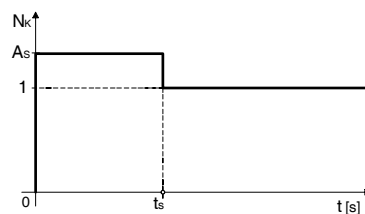
Bloki obrysowane cieńszą linią stanowią uproszczony algorytm procesu analizy właściwości dynamicznych tego systemu. Wstępna faza algorytmu wyznacza rodzaj wymuszenia oraz zakres zmian poszczególnych parametrów. W obrębie tych zakresów przeprowadzane są kolejne procesy symulacji dla wszystkich możliwych kombinacjach (przy założonym kroku). W wyniku każdej symulacji wyznaczane są czas odpowiedzi i przeregulowanie.

Na podstawie wyników symulacji odpowiedzi układu na skok jednostkowy zanotowano następujące spostrzeżenia:

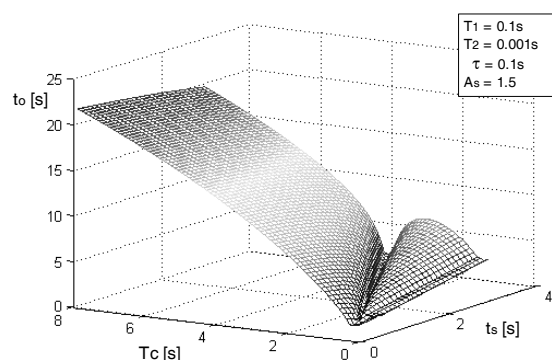
- czas odpowiedzi jest zmienny w funkcji T_C ;
- występują pewne minima lokalne;
- opóźnienie miernika kontrolnego ma znaczący wpływ na czas odpowiedzi, jednak poniżej pewnej wartości granicznej nie warto stosować mierników szybszych;
- dla dowolnego czasu τ miernika kontrolnego można wyznaczyć T_C , dla którego uzyskać można minimalny czas odpowiedzi przy minimalnym przeregulowaniu.

Przeprowadzono również badania odpowiedzi układu na wymuszenia o kształcie innym niż skok jednostkowy. Na rys. 8 przedstawiony jest model wymuszenia w postaci skoku jednostkowego z przeregulowaniem jednoschodkowym. Parametrami takiego wymuszenia są amplituda schodka A_S , oraz czas trwania schodka t_S .

Wykres na rys. 9 przedstawia zależność czasu odpowiedzi t_0 na wyżej przedstawione wymuszenie w funkcji stałej czasowej układu całkującego T_C oraz szerokości schodka t_S .



Rys. 8. Wymuszenie w postaci skoku jednostkowego z przeregulowaniem jednoschodkowym



Rys. 9. Wyniki symulacji odpowiedzi na wymuszenie skokowe z przeregulowaniem jednoschodkowym

Obszary minimalne, które można wyodrębnić na tym wykresie pozwalają domniemywać, iż stosowanie wymuszenia schodkowego może mieć korzystny wpływ na optymalizację czasu odpowiedzi.

3. PODSUMOWANIE

Wyniki badań pozwalają sądzić, iż możliwe jest przyspieszenie pracy systemu poprzez dobranie odpowiedniej stałej czasowej T_C regulatora całkującego będącego częścią algorytmu programu komputerowego, oraz/lub przez zastosowanie innych rodzajów wymuszeń. Poszukiwania w kierunku optymalizacji czasu odpowiedzi prowadzone będą również na drodze modyfikacji algorytmu pracy programu komputerowego.

LITERATURA

- [1] K.Urbański, J.Szmytkiewicz: *Analiza metrologiczna kalibratora uniwersalnego*, XIX MKM'97, Nałęczów 1997
- [2] A.Olecki, J.Szmytkiewicz: *Komputerowy system pomiarowy do testowania mierników napięcia i prądu*, KKM'98, Gdańsk 1998