

Katedra Metrologii i Systemów Diagnostycznych		
LABORATORIUM TECHNIKI INFORMACYJNO - POMIAROWEJ		
Grupa:	Nr ćwiczenia:	Data:
1. 2. 3. 4.	<b>BADANIE WŁAŚCIWOŚCI STATYCZNYCH I DYNAMICZNYCH WYBRANYCH PRZETWORNIKÓW POMIAROWYCH</b>	

### I. Cel ćwiczenia

*Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z zagadnieniem aproksymacji charakterystyki przetwarzania przetwornika pomiarowego na przykładzie przetwornika U/f oraz wyznaczenie stałej czasowej przetwornika temperatury na podstawie jego odpowiedzi na skokową zmianę temperatury.*

### II. Zagadnienia

1. Parametry opisujące właściwości statyczne przetworników A/A: równanie przetwarzania, charakterystyka statyczna, czułość, błąd nieliniowości.
2. Parametry charakteryzujące odpowiedź przetwornika na wymuszenie w postaci skoku jednostkowego: czas opóźnienia, czas narastania, czas odpowiedzi.

### III. Program ćwiczenia

#### 1. Wyznaczanie charakterystyki statycznej przetwornika U/f.

Zmontować układ pomiarowy do wyznaczania charakterystyki przetwarzania przetwornika U/f (rys.1). W celu wyznaczenia charakterystyki przetwarzania należy zmierzyć częstotliwość sygnału wyjściowego przetwornika dla kilku różnych wartości napięcia stałego np. 10 %, 30 %, 50 %, 70 %, 90 % zakresu pomiarowego przetwornika, tj. (1-10) V. Przed każdym pomiarem należy najpierw ustawić odpowiednią wartość napięcia stałego na wejściu przetwornika U/f, a następnie wskazania woltomierza cyfrowego  $U$  oraz miernika częstotliwości  $f$  zapisywać bez jednostek do pliku tekstowego - jako dwie liczby w jednym wierszu oddzielone separatorem „Tabulacja”. Następnie wymienione czynności trzeba powtórzyć dla innego punktu pomiarowego. Wartość napięcia na wejściu przetwornika należy stopniowo zwiększać tak, aby objąć cały zakres pomiarowy przetwornika. Liczba punktów pomiarowych nie powinna być mniejsza niż 5. Po zakończeniu pomiarów zapisać dane i zamknąć plik tekstowy.

Następnie należy otworzyć program w środowisku LabVIEW o nazwie **APROKSYMACJA.vi** przeznaczony do wyznaczania charakterystyki przetwarzania różnymi metodami. Przed uruchomieniem programu należy wpisać w odpowiednie pole liczbę punktów pomiarowych, dla których zostały wykonane pomiary napięcia i częstotliwości. Uruchomienie programu następuje po kliknięciu myszką na ikonę przedstawiającą „pojedynczą strzałkę” (pasek menu programu). Po podaniu nazwy pliku tekstowego zawierającego dane pomiarowe trzeba nacisnąć przycisk wirtualny „ANALIZA”. Użytkownik może swobodnie otwierać tzw. zakładki programu oraz zmieniać wartości dostępnych parametrów, pamiętając zawsze o konieczności naciśnięcia wirtualnego przycisku „ANALIZA” w celu dokonania aktualizacji programu po każdej wprowadzonej zmianie.

W ramach pierwszej zakładki (oznaczonej jako A) program wyznacza liniową charakterystykę przetwarzania badanego przetwornika U/f metodą najmniejszej sumy kwadratów. W drugiej zakładce (oznaczonej jako B) użytkownik programu może wybrać za pomocą dwóch aktywnych kursorów (w kolorze niebieskim) dwa dowolne punkty pomiarowe, na podstawie których zostanie wyznaczona linia prosta aproksymująca rzeczywistą charakterystykę przetwornika (metoda siecznej). W trzeciej zakładce (C) można przeprowadzić aproksymację nieliniowej charakterystyki za pomocą wielomianu, przy czym stopień wielomianu nie powinien przekraczać wartości 5. W każdej zakładce przedstawiono na wykresie jak zmienia się wartość błędu nieliniowości dla poszczególnych punktów pomiarowych.

W sprawozdaniu należy zapisać parametry opisujące aproksymowaną charakterystykę przetwornika U/f.

Zakładka o nazwie „Wirtualny woltomierz z przetwornikiem U/f” wykorzystuje wyniki aproksymacji charakterystyki przetwarzania badanego przetwornika uzyskane w poprzednich zakładkach do określenia wartości napięcia stałego opowiadającego częstotliwości zadanej przez użytkownika programu. W ten sposób można porównać wpływ różnych metod aproksymacji charakterystyki przetwarzania na wartość napięcia stałego wskazywanego przez woltomierz zbudowany na bazie przetwornika U/f.

Zatrzymanie programu **APROKSYMACJA.vi** następuje po kliknięciu na czerwony „guzik” (pasek menu programu).

#### 2. Wyznaczanie stałej czasowej przetwornika temperatury

Badanym przetwornikiem temperatury jest układ LM-35 z napięciowym sygnałem wyjściowym. Czułość tego przetwornika wynosi 50 mV/°C.

## 2a. Rejestracja danych pomiarowych

Włączyć zasilanie komputera, a następnie podłączyć do gniazda USB moduł do akwizycji danych (DAQ). Poprawne podłączenie modułu DAQ z komputerem sygnalizuje świecąca dioda zielona. Moduł DAQ zawiera 14-bitowy przetwornik A/C o zakresie pomiarowym  $\pm 10$  V.

Następnie sygnał wyjściowy z przetwornika temperatury należy podłączyć do jednego z 8 wejść analogowych modułu DAQ (np. AI2, tj. Analog Input No 2).

Potem trzeba otworzyć program opracowany w środowisku LabVIEW o nazwie **REJESTRATOR.vi**, który umożliwia cyfrową rejestrację analogowego sygnału napięciowego. Przed uruchomieniem programu należy skonfigurować moduł do obsługi DAQ wg instrukcji (patrz załącznik).

Po wykonaniu konfiguracji na panelu frontowym użytkownik musi wpisać:

- wartość częstotliwości próbkowania  $f_s$  (mniejszą niż 10 kHz)
- czas rejestracji danych pomiarowych,

a także wybrać opcję zapisu danych (wraz informacją o częstotliwości próbkowania) do pliku tekstowego.

Program do rejestracji uruchamia się za pomocą „pojedynczej strzałki” (pasek menu programu).

Po zakończeniu rejestracji użytkownik musi podać nazwę pliku, do którego zostaną zapisane dane.

Po zakończeniu rejestracji program wyświetla dane na wykresie.

## 2b. Rejestracja temperatury powietrza

Położyć przetwornik na stole i zarejestrować sygnał wyjściowy z tego przetwornika przyjmując  $f_s = 100$  Hz oraz czas rejestracji co najmniej 10 s.

Zapisać wyniki pomiaru temperatury powietrza  $\vartheta_1$ , tj.: wartość średnią, odchylenie standardowe, wartość maksymalną, wartość minimalną.

## 2c. Rejestracja odpowiedzi skokowej

Zarejestrować odpowiedź skokową przy przeniesieniu przetwornika z powietrza o temperaturze  $\vartheta_1$  do ośrodka nieruchomego o temperaturze  $\vartheta_2$ , tj. do naczynia z gorącą wodą.

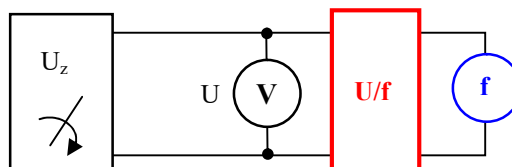
Po uruchomieniu programu do rejestracji przez 20 s trzymać przetwornik w powietrzu, następnie szybko włożyć do naczynia z wodą, gdzie powinien być co najmniej przez 100 s. A zatem czas rejestracji całego eksperymentu nie powinien być krótszy niż 120 s. Opisany eksperyment należy powtórzyć co najmniej dwukrotnie.

Do opisu właściwości dynamicznych badanego przetwornika można zastosować człon dynamiczny I rzędu. Stałą czasową przetwornika należy wyznaczyć za pomocą programu **TEMP\_ANALIZA.vi** opracowanego do analizy w trybie off-line przebiegu reprezentującego zarejestrowaną odpowiedź skokową.

Program ten umożliwia wygładzenie zarejestrowanego sygnału (za pomocą metody uśredniania zadanej liczby próbek w ruchomym oknie czasowym). Zapisać wyniki uzyskane dla wszystkich eksperymentów.

## IV. Wyniki pomiarów

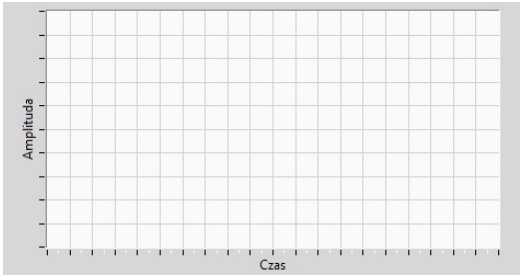
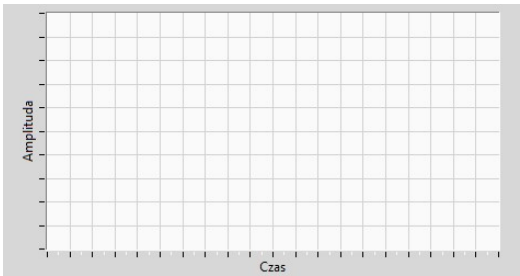
### 1. Wyznaczanie charakterystyki statycznej przetwornika U/f



Rys.1. Schemat układu do wyznaczenia charakterystyki przetwarzania przetwornika U/f

Aproksymacja charakterystyki przetwarzania	Równanie przetwarzania	Maksymalny błąd nieliniowości
Metoda najmniejszej sumy kwadratów		
Metoda siecznej wybrane punkty pomiarowe: .....		
Aproksymacja wielomianem n=.....		

## 2. Wyznaczanie stałej czasowej przetwornika temperatury

<p>Zarejestrowana temperatura powietrza</p> 	<p>- Wartość średnia: ..... °C</p> <p>- Odchylenie standardowe: ..... °C</p> <p>- Wartość maksymalna: ..... °C</p> <p>- Wartość minimalna: ..... °C</p>
<p>Zmiany temperatury zarejestrowane podczas przenoszenia przetwornika z jednego do drugiego ośrodka</p> 	<p>Stała czasowa</p> <p><math>\tau_1</math> : ..... s</p> <p><math>\tau_2</math> : ..... s</p>

## V. Wnioski

### VI. Pytania kontrolne

1. Omówić parametry opisujące właściwości statyczne przetwornika pomiarowego A/A: równanie przetwarzania, charakterystyka przetwarzania, czułość, błąd nieliniowości.
2. Narysuj odpowiedź członu dynamicznego I rzędu na wymuszenie w postaci skoku jednostkowego.
3. Jak wyznacza się stałą czasową  $\tau$  przetwornika pomiarowego, którego właściwości dynamiczne opisuje model dynamiczny I rzędu?