1. **Zadanie do wykonania**

- Zapoznanie się z czujnikami temperatury a mianowicie z czujnikiem rezystancyjnym PT100 i termoelektrycznym typu J:

* Przeczytanie dokumentacji.
* Pomiar temperatury pieców bez podłączania ich do sieci.
* Pomiar charakterystyk dynamicznych wybranego obiektu – tym razem przy podłączeniu do sieci. Pomiar będzie możliwy dzięki użyciu multimetru i dedykowanego programu komputerowego METEX.

- Zapoznanie się z działaniem sieci bezprzewodowej HART:

* Zalogowaniu się do bramki odczytującej wskazania termometrów. Logowanie odbywa się przy użyciu adresu IP.
* Odczytanie wartości temperatury zarówno z poziomu strony internetowej jak i bezpośrednio z ekranu komunikującego się w czasie rzeczywistym z bramką. Ekran ten znajduje się w sąsiedniej sali laboratoryjnej.
* Próba zmiany odczytu temperatury, poprzez podłożenie pod termometr kubka z wrzącą wodą.

- Pomiar przemieszczenia przy użycia czujnika indukcyjnego:

* Użycie śruby mikrometrycznej w celu sprawdzenia jak zmiana przemieszczenia wpływa na zmianę prądu. Prąd odczytywano przy użyciu multimetru. Układ zasilono napięciem o wartości 24 V.

- Pomiar prędkości obrotowej przy użyciu prądnicy tachometrycznej prądu stałego:

* Zmienianie napięcia na wejściu i odczyt częstotliwości z miernika.

- Pomiar wychylenia przy użyciu czujnika tensometrycznego:

* Użycie śruby w celu odkształcenia płytki. Zmiana położenia płytki zmienia rezystancję tensometrów w układzie mostkowym dzięki czemu na wyjściu można odczytać różnice w napięciu.

1. **Wykaz przyrządów:**

- Termometr termoelektryczny typu J (żelazo i konstantan)

- Termometr rezystancyjny PT100

- Piec elektryczny

- Multimetry, w tym min. METEX 3850

- Komputer i program współpracujący z multimetrem METEX 3850

- Układ zasilający

- Czujnik indukcyjny PCIN-4

- Śruba mikrometryczna

- Prądnica tachometryczna prądu stałego

- Mostek tensometryczny

- Czujnik zegarowy

1. **Wyniki pomiarów i analiza**

* Pomiar temperatury pieców bez podłączonego zasilania przy użyciu termometrów - termoelektrycznego typu J i rezystancyjnego PT100

Przy użyciu PT100 uzyskano wynik co po porównaniu z tabelą wartości klasuje się jako . Pomiar ten można uznać jako prawdopodobny.

Przy użyciu termoelementu typu J okazało się, że w układzie brakuje mostka kompensacyjnego co uniemożliwiało wykonanie pomiaru. Mostek ten bowiem służy jako punkt odniesienia i dzięki niemu jesteśmy w staniu obliczyć różnice temperatur.

* Pomiar charakterystyk dynamicznych układu z czujnikiem PT100

Pomiar charakterystyk polegał na sczytywaniu wartości rezystancji z czujnika w funkcji czasu. Przebieg charakterystyk został dołączony na końcu sprawozdania.

Na podstawie przebiegu zostały obliczone parametry transmitancji obiektu przy użyciu zarówno metody Küpfmüllera jak i Strejca.

Model Küpfmüllera:

W tym modelu transmitancja wyraża się wzorem:

Wartości współczynników są następujące:

Gdzie pierwsza liczba w działaniach to ilość podziałek przypadająca na dany okres czasu, a druga liczba to ilość sekund na podziałkę.

Zatem:

Model Strejca:

W tym modelu transmitancja wyraża się wzorem:

Wartości współczynników w naszym przypadku mają się następująco:

Stosunek ten znajduje się pomiędzy wartościami w tabeli, zatem przyjmujemy mniejszy rząd oraz wyliczamy względem niego odpowiedni współczynnik

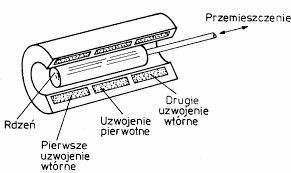
Dla , stosunek jest równy , zatem:

=

Stałą czasową otrzymujemy również z tabelki:

Ostatecznie:

* Pomiar prądu pod wpływem przemieszczenia czujnikiem indukcyjnym PCIN-4

Pomiar ten realizowany jest poprzez obserwację zmian prądu wskazanego na mierniku spowodowanej zmianą przesunięcia wartości na mikromierzu. Na zasilaczu nadane było stałe napięcie równe 24V. Model czujnika został przedstawiony na poniższym rysunku:  
  


W skutek przesuwania się rdzenia ferromagnetycznego wartość prądu zmienia się. Zaletą tej metody pomiaru jest wysoka dokładność sięgająca setnych części milimetra oraz fakt, że pomiar jest bezkontaktowy, ponieważ rdzeń i tuleja nie są w żaden sposób połączone. W ramach ćwiczenia zostały wykonane pomiary prądu od przesunięcia.

Tabela pomiarów zależności wartości prądu od przesunięcia:

|  |  |
| --- | --- |
| PRZESUNIĘCIE [mm] | WARTOŚĆ PRĄDU [mA] |
| 18,21 | 4,00 |
| 17,21 | 4,95 |
| 16,21 | 5,88 |
| 15,21 | 6,81 |
| 14,21 | 7,73 |
| 13,21 | 8,65 |
| 12,21 | 9,55 |
| 11,21 | 10,45 |
| 10,21 | 11,36 |
| 9,21 | 12,26 |
| 8,21 | 13,17 |
| 7,21 | 14,09 |
| 6,21 | 15,01 |
| 5,21 | 15,92 |
| 4,21 | 16,82 |
| 3,21 | 17,71 |
| 2,21 | 18,62 |
| 1,21 | 19,50 |
| 0,94 | 20,00 |

Wykres przedstawiający zależność prądu od przesunięcia:

* Odczyt pomiaru temperatury za pomocą urządzenia pomiarowego w sieci bezprzewodowej HART

Przed rozpoczęciem ćwiczenia z urządzeniem pomiarowym HART odczytano z termometru alkoholowego znajdującego się w sali laboratoryjnej temperaturę równą 23°C. Wartość ta mogła być obarczona błędem, wynikającym z niedokładności odczytu okiem ludzkim.

Dzięki sieci bezprzewodowej HART z ekranu komputera można było odczytać dokładną wartość temperatury pomieszczenia, która wynosiła 22,96°C. Co więcej dzięki uniwersalności sieci HART wysłane dane można było odebrać na różnych urządzeniach. Odczyt wartości temperatury dostępny był nawet na ekranie urządzenia znajdującego się w sali obok.

System odpowiednio reagował na manipulację wartości temperatury. W doświadczeniu tym wykorzystano kubek z gorącą wodą, którą zbliżono do czujnika. Na wszystkich urządzeniach odbierających dane wskazania temperatury wzrosły do 23,54°C.

* Pomiar prędkości obrotowej przy użyciu prądnicy tachometrycznej prądu stałego

Silnik elektryczny stopniowo poddawano pod działanie napięcia. Wraz z jego wzrostem badany przyrząd pracował coraz szybciej, co oznaczało wzrost częstotliwości obrotów. Wykonano pomiary owej częstotliwości zmieniając podawane napięcie o 1 V. Eksperyment zakończono dla 11 V, gdyż to dla tej wartości częstotliwość obrotów wynosiła 3079.49 Hz, a zwiększenie napięcia mogło spowodować przekroczenie 3500 Hz, maksymalną częstotliwością do jakiej jest przystosowany silnik, i uszkodzenie przyrządu laboratoryjnego.

|  |  |
| --- | --- |
| **Napięcie [V]** | **Częstotliwość [Hz]** |
| 1 | 152.81 |
| 2 | 406.63 |
| 3 | 754.19 |
| 4 | 1031.74 |
| 5 | 1324.98 |
| 6 | 1622.53 |
| 7 | 1853.47 |
| 8 | 2163.78 |
| 9 | 2437.67 |
| 10 | 2726.57 |
| 11 | 3079.49 |

* Pomiar wychylenia przy użyciu czujnika tensometrycznego

Poprzez regulowanie śruby mikrometrycznej powodowano odkształcenie płytki. Pomiary wykonywano co 10 m · 10-4. Zmiana położenia badanego obiektu powodowało analogiczną zmianę rezystancji tensometrów zawartych w układzie mostkowym, co pozwala na określenie napięcia. Wraz ze zwiększeniem odkształcenia można zaobserwować wzrost wartości napięcia.

|  |  |
| --- | --- |
| **Napięcie [V]** | **Przesunięcie [m · 10-4]** |
| 0.031 | 0 |
| 0.453 | 10 |
| 0.886 | 20 |
| 1.344 | 30 |
| 1.785 | 40 |
| 2.201 | 50 |
| 2.627 | 60 |
| 3.073 | 70 |
| 3.505 | 80 |
| 3.944 | 90 |
| 4.38 | 100 |
| 4.82 | 110 |
| 5.21 | 120 |
| 5.65 | 130 |
| 6.09 | 140 |
| 6.47 | 150 |
| 6.89 | 160 |
| 7.28 | 170 |
| 7.69 | 180 |
| 8.12 | 190 |
| 8.56 | 200 |
| 9.00 | 210 |
| 9.41 | 220 |
| 9.82 | 230 |
| 10.00 | 235 |

1. **Wnioski**

* **Czujniki temperatury**

Charakterystyka dynamiczna czujnika PT-100 przyjmuje przewidywany kształt co świadczy o jego prawidłowym działaniu. Co do czujnika typu J nie można się wypowiedzieć, co jest wielką stratą, ponieważ jest on często używany w zakładach przemysłowych i znajomość jego działania w praktyce byłaby doceniona przez pracodawców.

* **Czujnik tensometryczny**

Z początku występowały problemy z kalibracją mostka tensometrycznego, co jednak po staraniach prowadzącego udało się wykonać. Czujnik zegarowy w bardzo wierny i płynny sposób ukazywał odgięcie płytki co znacznie ułatwiało pomiary.

* **Prądnica tachometryczna**

Atutem tego zadania było zapoznanie się z przydatnym narzędziem jakim jest kontaktron, bez którego pomiar częstotliwości byłby niemożliwy do zrealizowania.

* **Czujnik indukcyjny**

Zależność prądu od przesunięcia zmienia się liniowo co świadczy o liniowości czujnika indukcyjnego. Prąd przyjmował wartości z zakresu 4-20mA, co jest zgodne z fizyczną zasadą pomiaru dla sygnału wyjściowego.

* **Standard HART**

Standard HART to bardzo przydatne urządzenie w dziedzinie automatyki, które służy do komunikacji z inteligentnymi układami. Umożliwia on zdalną konfigurację i diagnostykę przyrządów, co jest nieocenionym ułatwieniem pracy inżyniera w dowolnym zakładzie przemysłowym, w którym istnieje wiele tego typu urządzeń.

Podsumowując, celem ćwiczenia było zapoznanie się z różnymi typami czujników przemysłowych oraz zastosowanie ich działania w praktyce.

Ćwiczenie pozwala na poszerzenie wiedzy zdobytej na wykładzie oraz umożliwia zdobycie doświadczenia oraz lepsze zrozumienie działania czujników stosowanych w przemyśle automatyki.