



Program przedmiotu „Laboratorium Sensorów i Przetworników Pomiarowych”

Opis ogólny:

Przedstawiony program jest znaczącą modyfikacją i unowocześnieniem zajęć prowadzonych obecnie na siódmym semestrze kierunku Elektrotechnika i z niewielkimi modyfikacjami, na kierunku Automatyka i Robotyka. W ramach realizacji projektu zostaną opracowane:

- modyfikacja autorskiego oprogramowania wspomagającego wykonanie ćwiczeń oraz przygotowanie raportu zawierającego wyniki prowadzonych badań,
- modyfikacje programu ćwiczeń uwzględniające wprowadzenie nowych sensorów.
- aktualizacje istniejących instrukcji laboratoryjnych uwzględniające wprowadzone w programie zmiany

Laboratorium składa się z 6 ćwiczeń. Studenci wykonują ćwiczenia w zespołach dwu – trzy osobowych. Każde ćwiczenie składa się z szeregu eksperymentów pozwalających określić podstawowe właściwości badanych sensorów oraz z części eksperymentalno – symulacyjnej, w której studenci projektują i potem badają specyficzne układy kondycjonowania sygnałów pomiarowych dla danej klasy sensorów. Przed każdym ćwiczeniem studenci odpowiadają w formie testowej na szereg pytań sprawdzających przygotowanie do danego tematu ćwiczenia. Wyniki pomiarów opracowywane są w trakcie zajęć, na końcu których przeprowadzana jest obrona przez studentów przygotowanego sprawozdania.

Lista i program ćwiczeń:

1. Badanie sensorów przemieszczeń liniowych na przykładzie sensora LVDT

Cel ćwiczenia

Poznanie właściwości indukcyjnościowych sensorów przemieszczeń liniowych. Realizacja typowych układów pracy, oraz sprawdzenie wpływu parametrów zasilania na pracę sensora LVDT. Analiza charakterystyk amplitudowych i fazowych sensora przemieszczeń liniowych w warunkach normalnej pracy.

Przebieg ćwiczenia

- Sprawdzian weryfikujący przygotowanie studentów do zajęć
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki przetwarzania dla sensora selenoidalnego w układzie transformatorowym, różnicowym.
- Eksperymentalna optymalizacja parametrów zasilania sensora z punktu widzenia minimalizacji napięcia niesymetrii.
- Badanie układu kondycjonowania sygnałów dla sensora LVDT na przykładzie prostownika fazoczułego.
- Opracowanie sprawozdania końcowego z prowadzonych pomiarów.

Wyposażenie

- Czujniki różnicowy transformatorowy
- Generator mocy
- Multimetry laboratoryjne - 3szt
- Analizator transmitancji





- Komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym przedstawienie wyników pomiarów w sposób graficzny, oraz sporządzenia sprawozdania końcowego.
- Instrukcja wykonania ćwiczenia

2. Badanie sensorów naprężeń mechanicznych na przykładzie tensometru metalowego

Cel ćwiczenia

Poznanie i przetestowanie typowych układów pomiarowych, stosowanych przy pomiarach naprężeń mechanicznych tensometrami metalowymi. Wyznaczenie charakterystyk przetwarzania dla układów tensometrycznych: ćwierć-mostkowych, pół-mostkowych, różnicowych. Sprawdzenie wpływu błędu temperaturowego na pomiary naprężeń, oraz zaprojektowanie i przetestowanie układu kompensacji błędu temperaturowego.

Przebieg ćwiczenia

- Sprawdzian weryfikujący przygotowanie studentów do zajęć
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki przetwarzania dla grupy tensometrów metalowych poddawanych naprężeniom wzdłużnym i poprzecznym.
- Projektowanie układów pracy tensometrów dla wybranych klas naprężeń i ich eksperymentalna weryfikacja.
- Eksperymentalne określenie błędu temperaturowego tensometru metalowego.
- Projekt i eksperymentalna weryfikacja układu kompensacji błędu temperaturowego tensometru metalowego.
- Opracowanie sprawozdania końcowego z prowadzonych pomiarów.

Wyposażenie

- Układ do wytwarzania odkształceń, na elemencie odkształcanym (belce metalowej) umieszczone są grupy tensometrów pozwalający na sprawdzenie odkształceń wzdłużnych i poprzecznych oraz realizację układu różnicowego.
- Cyfrowy mostek tensometryczny
- Układ grzewczy elementu odkształcanego
- Termometr cyfrowy
- Komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym przedstawienie wyników pomiarów w sposób graficzny, oraz sporządzenia sprawozdania końcowego.
- Instrukcja wykonania ćwiczenia

3. Badanie sensorów temperatury

Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z właściwościami i układami pracy, podstawowych sensorów temperatury. Wyznaczenie charakterystyk statycznych i dynamicznych badanych sensorów oraz zaprojektowanie i zamodelowanie układów kształtujących otrzymane charakterystyki.





Przebieg ćwiczenia

- Sprawdzian weryfikujący przygotowanie studentów do zajęć
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyk przetwarzania dla parametrycznych i generacyjnych sensorów temperatury (termorezystory metalowe, termorezystory półprzewodnikowe, termoogniwa)
- Eksperymentalne badanie właściwości dynamicznych dla wybranej grupy sensorów
- Symulacyjna optymalizacja własności dynamicznych za pomocą członu PD dla wybranej grupy sensorów.
- Symulacyjna linearyzacja charakterystyk statycznych wybranej grupy sensorów
- Komputerowe projektowanie układów pracy dla wybranej grupy sensorów temperatury.
- Opracowanie sprawozdania końcowego z prowadzonych pomiarów.

Wyposażenie

- Sensory temperatury (termorezystory półprzewodnikowe PTC, NTC, termorezystory metalowe Pt 100, Ni 100, Cu 100, termoogniwo)
- Układ grzewczo chłodzący
- Termometr analogowy
- Układ zasilający
- Komputer PC z kartą akwizycji danych (DAQ) i oprogramowaniem pozwalającym na akwizycję oraz przetworzenie danych pomiarowych (korekcję charakterystyk, wizualizację danych itp.) - wykonanym w środowisku programowym LabVIEW firmy National Instruments
- Instrukcja wykonania ćwiczenia

4. Badanie uogólnionego przetwornika pomiarowego

Cel ćwiczenia

Poznanie typowych układów pracy przetworników pomiarowych o wyjściu prądowym. Wyznaczenie i analiza charakterystyk przetwarzania i obciążenia wybranych przetworników. Analiza ograniczeń wynikających z maksymalnej rezystancji obciążenia oraz czasu przetwarzania przetwornikach, w potencjalnych zastosowaniach.

Przebieg ćwiczenia

- Sprawdzian weryfikujący przygotowanie studentów do zajęć
- Eksperymentalne wyznaczenie błędu nieliniowości metodą przyrostów dla wybranego przetwornika.
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki obciążenia dla przetwornika o wyjściu prądowym.
- Eksperymentalne wyznaczenie rezystancji wyjściowej przetwornika o wyjściu prądowym.
- Eksperymentalne określenie własności dynamicznych przetwornika w oparciu o odpowiedź na skok jednostkowy.
- Opracowanie sprawozdania końcowego z prowadzonych pomiarów.

Wyposażenie





- Przetwornik pomiarowe o wyjściu prądowym
- Zasilacz laboratoryjny – regulowany
- Multimetry laboratoryjne 2 szt.
- Ploter – rejestrator graficzny
- Rezystory dekadowe 4 szt.
- Komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym przedstawienie wyników pomiarów w sposób graficzny, oraz sporządzenia sprawozdania końcowego.
- Instrukcja wykonania ćwiczenia

5. Badanie sensorów pola magnetycznego na przykładzie magnetorezystora AMR.

Cel ćwiczenia

Zbadanie parametrów oraz wyskalowanie czujnika magnetorezystancyjnego AMR. Zbadanie wpływu kierunków linii pola magnetycznego na pracę magnetorezystora. Określenie kierunku oraz wartości pola magnetycznego Ziemi, oraz zaproponowanie metody i doświadczalne przeprowadzenie kompensacji powyższego pola.

Przebieg ćwiczenia

- Sprawdzenie weryfikujące przygotowanie studentów do zajęć
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki przetwarzania dla wybranego magnetorezystora.
- Eksperymentalne badanie wpływu składowych prostopadłych pola magnetycznego na charakterystykę przetwarzania magnetorezystora AMR.
- Doświadczalna metoda kompensacji pola magnetycznego Ziemi.
- Przeprowadzenie skalowania sensora AMR
- Opracowanie sprawozdania końcowego z prowadzonych pomiarów

Wyposażenie

- Układ cewek Helmholtza
- Magnetorezystor AMR
- Zasilacze laboratoryjne – regulowane 4szt.
- Multimetry laboratoryjne 3szt.
- Ploter – rejestrator XY
- Komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym przedstawienie wyników pomiarów w sposób graficzny, oraz sporządzenia sprawozdania końcowego.
- Instrukcja wykonania ćwiczenia

6. Badanie sensorów piezoelektrycznych i piezorezystancyjnych





Cel ćwiczenia

Poznanie podstawowych układów pracy przetworników piezoelektrycznych jako przetworników wielkości mechanicznych na elektryczne. Wyznaczenie i analiza charakterystyk przetwarzania przetworników piezoelektrycznych i piezorezystancyjnych w różnych układach pracy.

Przebieg ćwiczenia

- Sprawdzian weryfikujący przygotowanie studentów do zajęć
- Eksperymentalne wyznaczenie sparametryzowanej charakterystyki przetwarzania dla przyspieszeniomierza PVDF (stała amplituda drgań a zmienna częstotliwość, stała częstotliwość a zmienna amplituda).
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki przetwarzania dla kabla PVDF
- Eksperymentalne wyznaczenie charakterystyki przetwarzania dla piezorezystancyjnego sensora ciśnienia.
- Badanie metod kompensacji błędu temperatury w układach piezorezystancyjnych na przykładzie sensorów ciśnień.
- Opracowanie sprawozdania końcowego z prowadzonych pomiarów

Wyposażenie

- Stół wibracyjny
- Przyspieszeniomierz piezoelektryczny ACH-01
- Układ generacji uderów mechanicznych
- Kabel piezoelektryczny typu 24AWG
- Multimetry laboratoryjne 2 szt.
- Oscyloskop
- Stanowisko do badania piezorezystancyjnych czujników ciśnienia
- Komputer PC z oprogramowaniem umożliwiającym przedstawienie wyników pomiarów w sposób graficzny, oraz sporządzenie sprawozdania końcowego.
- Instrukcja wykonania ćwiczenia

Bibliografia

1. Michalski A., Tumański S., Żyła B. „*Laboratorium miernictwa wielkości nieelektrycznych*”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
2. Fraden J., „*Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications 3rd ed*”, New York, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2004
3. McGhee J., Kulesza W., Henderson J.A., Korczyński M.J.: „*Measurement Data Handling – theoretical technique*”, Politechnika Łódzka, Łódź, 2001.
4. McGhee J., Kulesza W., Henderson J.A., Korczyński M.J.: „*Measurement Data Handling – hardware technique*”, Politechnika Łódzka, Łódź, 2001.
5. Mielczarek W.: „*Szeregowe interfejsy cyfrowe*”, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 1993.
6. Nawrocki W.: „*Komputerowe systemy pomiarowe*” wydanie 2, WKiŁ, Warszawa, 2006





7. Nawrocki W.: „*Measurement systems and sensors Wydano*”, Boston , London, Artech House, 2005.
8. Tumański S.: „*Technika pomiarowa*”, WNT, Warszawa 2007
9. Winiecki W.: „*Organizacja mikrokomputerowych systemów pomiarowych*”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997.
10. Kwiatkowski W., Olędzki J., „*Laboratorium miernictwa elektrycznego*”, część I ćwiczenia, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997
11. Kwiatkowski W., Olędzki J., Poniński M., „*Laboratorium miernictwa elektrycznego*”, część II ćwiczenia. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1997
12. Brauer J., „*Magnetic actuators and sensors*”, John Wiley & Sons, 2006

Zasady zaliczenia przedmiotu.

Student uczęszczający na laboratorium zobligowany jest do wykonania 6 (powyższych) ćwiczeń. Ćwiczenie wykonywane jest w zespole dwuosobowym (dopuszczalne są zespoły trójosobowe). Za każde ćwiczenie student może otrzymać maksymalnie 20ptk, z czego max 10ptk przyznawane jest za krótki sprawdzian weryfikujący przygotowanie do ćwiczenia. Pozostałe punkty (max 10) student otrzymuje za wykonanie ćwiczenia i wykonanie sprawozdania.

