

1. Nazwa przedmiotu: INTELIGENTNE PRZETWORNIKI POMIAROWE		2. Kod przedmiotu:		
3. Karta przedmiotu ważna od roku akademickiego: 2012/2013				
4. Forma kształcenia: studia drugiego stopnia				
5. Forma studiów: studia stacjonarne				
6. Kierunek studiów: AUTOMATYKA I ROBOTYKA; WYDZIAŁ AEiI				
7. Profil studiów: ogólnoakademicki				
8. Specjalność: Systemy pomiarowe				
9. Semestr: 2				
10. Jednostka prowadząca przedmiot: Instytut Automatyki, RAu1				
11. Prowadzący przedmiot: dr inż. J. Żelezik				
12. Przynależność do grupy przedmiotów: przedmioty specjalnościowe				
13. Status przedmiotu: obowiązkowy				
14. Język prowadzenia zajęć: polski				
15. Przedmioty wprowadzające oraz wymagania wstępne: Zakłada się, że przed rozpoczęciem nauki niniejszego przedmiotu student posiada przygotowanie w zakresie: podstaw miernictwa, czujników pomiarowych, miernictwa przemysłowego, techniki mikroprocesorowej, interfejsów w SP.				
16. Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z własnościami przetworników pomiarowych (PP) klasycznych i inteligentnych, ich rolą w systemie pomiarowym oraz podstawowymi zasadami projektowania. Student powinien nabyć praktycznych umiejętności doboru, obsługi i konfiguracji przetworników do zadania pomiarowego; badania i wyrażania własności metrologicznych oraz kalibracji PP.				
17. Efekty kształcenia:				
Nr	Opis efektu kształcenia	Metoda sprawdzenia efektu kształcenia	Forma prowadzenia zajęć	Odniesienie do efektów dla kierunku studiów
W1	Posiada wiedzę o roli przetworników pomiarowych w systemie pomiarowym, ich rodzajach oraz kryteriach doboru do zadania pomiarowego.	SP	WT, WM	K_W5/2; W20/1; W21/2
W2	Zna trendy rozwojowe i nowe rozwiązania w dziedzinie procesowych, inteligentnych przetworników pomiarowych	SP	WM	K_W17/1; W20/2
U1	Potrafi zaplanować badania, przeprowadzić pomiary i opracować wyniki, mające na celu wyznaczenie właściwości przetworników pomiarowych	RP, PS, OS	WT, P	K_U1/2; U2/1; U3/1; U11/2
U2	Potrafi zbudować stanowisko laboratoryjne i przeprowadzić badania odbiorcze oraz badania potrzebne do oceny przetworników pomiarowych.	RP, PS	P	K_U3/2; U11/2
U3	Posiada umiejętność doboru procesowych przetworników pomiarowych według zadanych kryteriów, jako oprzyrządowania dla rzeczywistych obiektów.	SP	WT, WM	K_U2/1; U3/2; U4/2; U11/3
U4	Potrafi zaprojektować i wykonać (hardware lub software) prosty przetwornik pomiarowy oraz zaprezentować i obronić wybrane rozwiązanie.	RP, PS, OS	P	K_U4/3; U11/2
K1	Rozumie potrzebę znajomości obiektu przemysłowego i technologii oraz współpracy z technologiem przy doborze wyposażenia pomiarowego	SP	WT, WM	K_K3/2; K4/1; K5/2; K6/2; K7/1

18. Formy zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)

W. : 30 Ćw. : - L.: 30

19. Treści kształcenia:

Wykład

Miejsce i rola przetwornika pomiarowego (PP) w systemie pomiarowym. Sensor – transducer – transmitter. Wymagania. Elementy składowe przetwornika. Rodzaje PP: klasyczny i inteligentny (smart). PP w systemach z hierarchicznych z magistralami obiektowymi.

Znormalizowane sygnały w pomiarach i automatyce. Standard pętli prądowej. Przetworniki cztero- i dwuprzewodowe. Technika realizacji PP klasycznych. Przykłady. Tendencje.

Sposoby specyfikacji charakterystyk metrologicznych i użytkowych PP. Stopień ochrony urządzeń (kod IP).

Normy EN związane z wymaganiami, badaniami i oceną przetworników pomiarowych. Metodyka badań PP według PN-EN. Badania w warunkach odniesienia, badania od wielkości wpływających i środowiskowe. Przykład systemu pomiarowego do badań odbiorczych przetworników ciśnienia. Automatyzacja badań PP.

Przetworniki pomiarowe inteligentne. Ogólny schemat funkcjonalny. Różnorodność algorytmów. Podobieństwa i różnice z PP klasycznymi. Przenikanie techniki realizacji do PP klasycznych. Odmienność zasad projektowania systemów z przetwornikami inteligentnymi. Przetworniki wieloparametrowe. Przykłady. Zasady doboru PP do zadania pomiarowego (temperatura, ciśnienie, strumień objętości i masy).

Układy kondycjonowania sygnałów w PP z czujnikami pomiarowymi: rezystancyjnymi, pojemnościowymi, mostkowymi. Dostępne elementy i ich charakterystyki. Przetwarzanie A/C w przetwornikach inteligentnych. Przetworniki sigma-delta, przetworniki na częstotliwość, inne. Problem zakłóceń wspólnych. Gotowe elementy i ich parametry.

Mikrokontrolery wykorzystywane w budowie PP inteligentnych: mikroprocesory ogólnego przeznaczenia i mikrokontrolery specjalizowane. Przykłady (szerzej o serii AduC8xx).

Interfejsy cyfrowe do sprzęgania bloków przetwornika: I2C, SPI, 1-Wire. Problem izolacji galwanicznej sygnałów pomiarowych. Rozwiązania.

Zasady tworzenia wspólnego interfejsu przetwornika pomiarowego w.g. IEEE1451.1-4.

Systemy komunikacyjne (fieldbus) przetworników inteligentnych – podobieństwa i różnice. Przykłady: Profibus, Foundation Fieldbus (FF), HART. Technologia FF: warstwa fizyczna, stos komunikacyjny, aplikacja użytkownika. Rodzaje urządzeń, modele komunikacji, typy bloków reprezentujących funkcje aplikacyjne, opisy urządzeń (Device Description DD), Konfiguracja urządzeń i systemu. Zalety fieldbus.

Pierwotna kalibracja przetwornika inteligentnego – wyznaczenie modelu odtwarzania mesurandu. Metoda regresji klasycznej i odwrotnej w zastosowaniu do przetworników liniowych i nieliniowych. Dobór modelu i precyzji obliczeń.

Korekcja błędów podstawowych i kompensacja błędów dodatkowych, normalizacja charakterystyk – jako składowe procedury kalibracji pierwotnej przetwornika inteligentnego. Przykład automatycznego systemu pomiarowego do tych zadań. Szacowanie niepewności kalibracji PP i specyfikacja niepewności. Niestalość krótko- i długoterminowa. Sprawdzanie przetwornika na obiekcie i okresowa rekalkibracja.

Projekt

W ramach zajęć projektowych każdy student otrzymuje indywidualny temat projektu, który dotyczy zawsze rozwiązania praktycznego zadania z dziedziny inteligentnych przetworników pomiarowych: wykonania hardware, software lub przeprowadzenia badań eksperymentalnych. Wraz z tematem student otrzymuje potrzebną dokumentację i jest mu przydzielony odpowiedni sprzęt. W czasie realizacji konsultuje się z prowadzącym. Pod koniec semestru studenci na kilku wspólnych zajęciach prezentują w trybie seminaryjnym rezultaty swoich prac projektowych.

Przykładowe tematy projektów (tematy zmienne).

1. Kompensacja temperaturowa przetwornika ciśnienia z procesorem MAX1452 o architekturze ASSP (Analog Sensor Signal Processor);
2. Zastosowanie uniwersalnego interfejsu pomiarowego UTI w pomiarach z czujnikami piezorezystancyjnymi;
3. Opracowanie TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) według IEEE-1451 dla przetwornika inteligentnego jednej z wielkości mierzonych (termometr oporowy, termometr termoelektryczny, termometr termistorowy, przetwornik ciśnienia bezwzględny, przetwornik ciśnienia względnego, pierwiastkujący przetwornik ciśnienia różnicowego);
4. Uniwersalny, inteligentny moduł pomiarowy na bazie mikroprocesora AduC816 (firmy Analog Devices) – badania.
5. Rekalibracja przetworników inteligentnych do monitoringu warunków klimatycznych w laboratoriach pomiarowych.
6. Projekt, wykonanie i oprogramowanie prostych modułów czujników z interfejsem CAN.
7. Projekt i wykonanie termohigrometru.
8. Wykonanie modułu przetwornika mikroprocesorowego do współpracy z czujnikiem LVDT.

20. Egzamin: nie

21. Literatura podstawowa:

1. Kwaśniewski J.: Wprowadzenie do inteligentnych przetworników pomiarowych. Wyd. WNT 1992.
2. Nawrocki W.: Rozproszone systemy pomiarowe, wyd. WKŁ, Warszawa 2006
3. Bogusz J.: Lokalne interfejsy szeregowo w systemach cyfrowych, wyd. BTC, Warszawa 2004.
4. Strony internetowe m.in. producentów przetworników pomiarowych:
<http://www.aplisens.pl>;
<http://www.emersonprocess.pl>
<http://www.abb.pl/ProductGuide/>
<http://www.smar.com/>

22. Literatura uzupełniająca:

1. Nawrocki W.: Komputerowe systemy pomiarowe, wyd. WKŁ, Warszawa 2002
2. Lesiak P.: Inteligentna technika pomiarowa. Wyd. Politechnika Radomska. Radom 2001
3. PN-EN 61298 – 1 ÷ 4, Urządzenia do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi. Ogólne metody i procedury wyznaczania właściwości, PKN, Warszawa 1999÷2001.
4. PN-EN 60770-3, Przetworniki pomiarowe stosowane w systemach sterowania procesami przemysłowymi, Cz.3: Metody oceny przetworników inteligentnych, PKN, W-wa, 2006.

23. Nakład pracy studenta potrzebny do osiągnięcia efektów kształcenia

Lp.	Forma zajęć	Liczba godzin kontaktowych / pracy studenta
1	Wykład	30/0
2	Ćwiczenia	0/0
3	Laboratorium	0/0
4	Projekt	30/30
5	Seminarium	0/0
6	Inne	0/0
	Suma godzin	60/30

24. Suma wszystkich godzin: 90**25. Liczba punktów ECTS: 3****26. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego: 2****27. Liczba punktów ECTS uzyskanych na zajęciach o charakterze praktycznym (laboratoria, projekty): 2****26. Uwagi:**

Zatwierdzono:

.....
(data i podpis prowadzącego).....
(data i podpis dyrektora instytutu/kierownika katedry/
Dyrektora Kolegium Języków Obcych/kierownika lub
dyrektora jednostki międzywydziałowej)