

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w układach automatyki elektroenergetycznej
Nazwa w języku angielskim:	Digital Signal Processing for Protection and Control
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Elektrotechnika
Specjalność (jeżeli dotyczy):	Control in Electrical Power Engineering
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	ELR032134
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU):	30			30	
Liczba godzin zajęć całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS):	60			60	
Forma zaliczenia:	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X):					
Liczba punktów ECTS:	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P):				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK):	1.40			1.40	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość podstaw automatyki zabezpieczeniowej, cyfrowego przetwarzania sygnałów i metod numerycznych.
2. Praktyczna umiejętność posługiwania się oprogramowaniem MATLAB oraz ATP-EMTP.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przyswojenie wiedzy w zakresie układów cyfrowej automatyki elektroenergetycznej takich jak: cyfrowa filtracja, pomiar wielkości kryterialnych i podejmowanie decyzji.
- C2. Praktyczna umiejętność analizy i projektowania w zakresie struktury sprzętowej oraz programowej układów cyfrowej automatyki elektroenergetycznej ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów cyfrowej filtracji, pomiaru wielkości kryterialnych i podejmowania decyzji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 Ma wiedzę w zakresie struktury cyfrowych układów automatyki elektroenergetycznej, układów sterowania, kontroli i zabezpieczeń, a także w zakresie przetwarzania sygnałów ciągłych, dyskretyzacji i przetwarzania sygnałów cyfrowych.
- PEK_W02 Ma wiedzę w zakresie filtracji cyfrowej, algorytmów pomiaru wielkości kryterialnych, ich dokładności, dynamiki i możliwości korekcji błędów pomiaru.
- PEK_W03 Ma wiedzę w zakresie deterministycznych i probabilistycznych procesów decyzyjnych, podstaw układów adaptacyjnych i struktury układów wielokryterialnych.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 Potrafi zamodelować i przebadать elementy toru pomiarowego i przetwarzania A/C as well as dokonać analizy i syntezy cyfrowych filtrów rekursywnych i nierekursywnych.
- PEK_U02 Potrafi zamodelować i przebadать cyfrowe algorytmy pomiaru wielkości kryterialnych.
- PEK_U03 Potrafi zamodelować i przebadать podstawowe układy podejmowania decyzji w automatyce elektroenergetycznej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 Potrafi w sposób kompetentny, samodzielnie, opracować złożony projekt inżynierski.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		liczba godzin:
Wy1	Wprowadzenie. Ustalenie zasad zaliczenia. Perspektywa historyczna, rozwój analogowych i cyfrowych układów automatyki elektroenergetycznej, zalety układów generacji cyfrowej.	2
Wy2	Matematyczne podstawy algorytmów układów automatyki el-en.: zespolony szereg Fouriera, transformata Fouriera, dyskretna transformata Fouriera, transformata Z, całkowanie analogowe i cyfrowe.	2
Wy3	Filtry analogowe: standardowe wzorce dolnoprzepustowe, odpowiedzi czasowe i częstotliwościowe filtrów, projektowanie filtrów analogowych, transformacja pasmowa filtrów.	2
Wy4	Przetworniki analogowo-cyfrowe, multiplexer i pamięć analogowa, błędy kwantyzacji, twierdzenie Shannona o próbkowaniu, praktyczne częstotliwości próbkowania. Klasyfikacja filtrów cyfrowych.	2
Wy5	Projektowanie filtrów rekursywnych metodą niezmienności odpowiedzi impulsowej. Projektowanie filtrów rekursywnych metodą próbkowania odpowiedzi widmowej oraz przekształcenia biliniowego, problemy kwantyzacji i błędów zaokrągleń.	2
Wy6	Projektowanie nierekursywnych filtrów cyfrowych metodą okna, najczęściej wykorzystywane funkcje okienne, charakterystyki widmowe filtrów.	2
Wy7	Algorytmy ortogonalizacji sygnału: metody pojedynczego i podwójnego opóźnienia, wykorzystanie cyfrowych filtrów ortogonalnych, korelacja, metoda najmniejszych kwadratów.	2
Wy8	Estymacja amplitudy sygnału: metody oparte na całkowaniu, metody wykorzystujące składowe ortogonalne, korelacja, szczegółowe algorytmy.	2
Wy9	Pomiar innych wielkości zabezpieczeniowych: algorytmy pomiaru mocy czynnej i biernej, składowych impedancji, fazy sygnału, częstotliwości i odchylenia częstotliwości.	2
Wy10	Dynamiczne właściwości algorytmów pomiarowych, źródła błędów estymacji, (zniekształcenia sygnału, harmoniczne, odchylenia częstotliwości, itp.).	2
Wy11	Wpływ przekładników prądowych na jakość pomiaru wielkości kryterialnych. Metody wykrywania nasycenia i korekcji zniekształconego prądu wtórnego.	2
Wy12	Algorytmy specjalne. Wykorzystanie transformaty falkowej w procesie detekcji zwarc w wysokoomowych.	2
Wy13	Procesy podejmowania decyzji, obszary i granice decyzyjne, deterministyczne i probabilistyczne metody podejmowania decyzji.	2
Wy14	Adaptacyjne układy zabezpieczeń i sterowania, systemy wielokryterialne, zintegrowane systemy pomiarów, zabezpieczeń i sterowania.	2
Wy15	Pomiary wielkoobszarowe w układach zabezpieczeń i automatyki systemowej.	2
suma godzin:		30

Forma zajęć - projekt		liczba godzin:
Pr1	Wprowadzenie. Ustalenie zasad zaliczenia. Zapoznanie się ze stanowiskami i dostępnym oprogramowaniem.	2
Pr2	Projektowanie i badanie elementów toru pomiarowego i przetwarzania A/C.	4
Pr3	Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych NOI i SOI.	4
Pr4	Badanie właściwości cyfrowych algorytmów pomiaru amplitudy sygnału.	4
Pr5	Badanie cyfrowych algorytmów pomiaru mocy i składowych impedancji.	4
Pr6	Badanie cyfrowych algorytmów pomiaru częstotliwości.	2
Pr7	Badanie algorytmów pomiaru składowych symetrycznych.	2
Pr8	Projektowanie i analiza adaptacyjnych algorytmów pomiaru wybranych wielkości zabezpieczeniowych.	4
Pr9	Badanie wybranych metod i algorytmów podejmowania decyzji.	2
Pr10	Termin rezerwowowy, rozliczenie wykonanych projektów.	2
suma godzin:		30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład informacyjny.
N2. Program Matlab i ATP-EMTP.
N3. Prezentacja projektu.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny <i>F - formująca w trakcie semestru P - podsumowująca na koniec semestru</i>	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1(W)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Uczestnictwo w zajęciach.
F2(W)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	Egzamin końcowy.
P(W)	P = 0,1F1 + 0,9F2	
F1(P)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01	Aktywność na zajęciach.
F2(P)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01	Prezentacja projektu zaliczeniowego.
P(P)	P = 0,2F1 + 0,8F2	

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA: [1] Szafran J., Wiszniewski A., „Algorytmy pomiarowe i decyzyjne cyfrowej automatyki elektroenergetycznej”, WNT, Warszawa 2001 [2] Winkler W., Wiszniewski A., „Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych”, WNT, Warszawa 2004 [3] Wiszniewski A., „Algorytmy pomiarów cyfrowych w automatyce elektroenergetycznej”, WNT, Warszawa 1990 LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA: [1] Rebizant W., Szafran J., Wiszniewski A., Digital signal processing in power system protection and control, Springer, London 2011. [2] Rebizant W., Wiszniewski A., Digital signal processing for protection and control, Skrypt PWr, Wrocław 2011 [3] Ungrad H., Winkler W., Wiszniewski A., Protection techniques in electrical energy systems, Marcel Dekker Inc. New York, Basel, Hong Kong 1995 [4] Jackson L.B., Digital filters and signal processing, Kluwer Academic Publishers, Boston 2002.

OPIEKUN PRZEDMIOTU
Waldemar Rebizant, waldemar.rebizant@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU ELR032134 - Cyfrowe przetwarzanie sygnałów w układach automatyki elektroenergetycznej Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Elektrotechnika I SPECJALNOŚCI Control in Electrical Power Engineering				
Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2CPE_W02	C.1	Wy1 Wy2 Wy3 Wy4	N.1
PEK_W02	S2CPE_W02	C.1	Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12	N.1
PEK_W03	S2CPE_W02	C.1	Wy13 Wy14 Wy15	N.1
PEK_U01	S2CPE_U03	C.2	Pr1 Pr2 Pr3	N.2 N.3
PEK_U02	S2CPE_U03	C.2	Pr1 Pr4 Pr5 Pr6 Pr7	N.2 N.3
PEK_U03	S2CPE_U03	C.2	Pr1 Pr8 Pr9	N.2 N.3
PEK_K01	K2ETK_K02	C.2	Pr1 Pr10	N.3