

WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

| | |
|-----------------------------------|--|
| Nazwa w języku polskim: | Podstawy cyfrowej automatyki elektroenergetycznej |
| Nazwa w języku angielskim: | Fundamentals of digital power system protection and control |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | Automatyka i Robotyka |
| Specjalność (jeżeli dotyczy): | Automatyka i Sterowanie w Energetyce |
| Stopień studiów i forma: | II stopień, stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Kod przedmiotu: | ARR042116 |
| 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): | 120 | | 60 | | |
| Forma zaliczenia: | egzamin | | zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X): | | | | | |
| Liczba punktów ECTS: | 4 | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P): | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK): | 2.80 | | 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.
3. Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

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 zwarcí 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 - laboratorium | | liczba godzin: |
|----------------------------|---|----------------|
| La1 | Wprowadzenie. Ustalenie zasad zaliczenia. Zapoznanie się ze stanowiskami i dostępnym oprogramowaniem. | 2 |
| La2 | Projektowanie i badanie elementów toru pomiarowego i przetwarzania A/C. | 4 |
| La3 | Projektowanie i analiza filtrów cyfrowych NOI i SOI. | 4 |
| La4 | Badanie właściwości cyfrowych algorytmów pomiaru amplitudy sygnału. | 4 |
| La5 | Badanie cyfrowych algorytmów pomiaru mocy i składowych impedancji. | 4 |
| La6 | Badanie cyfrowych algorytmów pomiaru częstotliwości. | 2 |
| La7 | Badanie algorytmów pomiaru składowych symetrycznych. | 2 |
| La8 | Projektowanie i analiza adaptacyjnych algorytmów pomiaru wybranych wielkości zabezpieczeniowych. | 4 |
| La9 | Badanie wybranych metod i algorytmów podejmowania decyzji. | 2 |
| La10 | Termin rezerwowowy, zaliczenie. | 2 |
| suma godzin: | | 30 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|
| N1. Wykład informacyjny. |
| N2. Program Matlab i ATP-EMTP. |
| N3. Sprawozdania z wykonanych ćwiczeń. |

| 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(L) | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 | Aktywność na zajęciach. |
| F2(L) | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 | Ocena sprawozdań. |
| P(L) | 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 ARR042116 - Podstawy cyfrowej automatyki elektroenergetycznej Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Automatyka i Robotyka I SPECJALNOŚCI Automatyka i Sterowanie w Energetyce | | | | |
|--|---|-----------------|---|-------------------------------|
| 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 | S2ASE_W08 | C.1 | Wy1 Wy2 Wy3 Wy4 | N.1 |
| PEK_W02 | S2ASE_W08 | C.1 | Wy5 Wy6 Wy7 Wy8 Wy9 Wy10 Wy11 Wy12 | N.1 |
| PEK_W03 | S2ASE_W08 | C.1 | Wy13 Wy14 Wy15 | N.1 |
| PEK_U01 | S2ASE_U06 | C.2 | La1 La2 La3 | N.2 N.3 |
| PEK_U02 | S2ASE_U06 | C.2 | La1 La4 La5 La6 La7 | N.2 N.3 |
| PEK_U03 | S2ASE_U06 | C.2 | La1 La8 La9 | N.2 N.3 |
| PEK_K01 | K2AIR_K02 K2AIR_K07 | C.2 | La1 La10 | N.3 |