**Nazwa przedmiotu:**

Zasilanie urządzeń elektronicznych

**Koordynator przedmiotu:**

Mirosław MIKOŁAJEWSKI

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

ZUE

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

115

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

1. ELIU (Elementy i układy elektroniczne) - obowiązkowy

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z podstawowymi parametrami, zasadami budowy i działania oraz projektowniem nowoczesnych zasilaczy prądu stałego o pracy ciągłej i impulsowej. Przedstawienie problemów układowych i realizacyjnych układów i systemów zasilania z uwzględnieniem zagadnienia zakłóceń i kompatybilności elektromagnetycznej. Omówienie przykładowych realizacji współczesnych zasilaczy urządzeń i systemów elektronicznych. Przedstawienie typowych struktur systemów zasilania. Zapoznanie z bardzo szerokim obszarem zastosowań nowoczesnych elektronicznych układów przetwarzających energię.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Rodzaje i charakterystyka źródeł energii w układach zasilaczy (sieć energetyczna, źródła chemiczne, ogniwa słoneczne

Zasilacze prądu stałego o pracy ciągłej (z obniżonym spadkiem napięcia LDO) i impulsowej - ogólna zasada działania, zakresy zastosowań, poziom mocy wyjściowej, podstawowe właściwości i parametry.

Rodzaje współczesnych zasilaczy impulsowych, zasada działania i metody projektowania (zasilacze PWM, rezonansowe, quasirezonansowe)

Półprzewodnikowe elementy kluczujące (tranzystory MOSFET oraz IGBT). Sterowanie tranzystorami mocy, straty komutacyjne w kluczowanych tranzystorach mocy, sposoby ich zredukowania.

Zintegrowane zasilacze impulsowe (układy "Coolset" f-my Infineon, "TopSwitch" f-my Power Integrations oraz "Viper" f-my STMicroelectronics. Scalone sterowniki zasilaczy impulsowych- noty aplikacyjne

Elementy bierne w zasilaczach impulsowych (cewki i kondensatory mocy, transformatory impulsowe mocy). Metodyka projektowania cewek i transformatorów mocy z rdzeniami ferrytowymi (zasady wyboru typu kształtki rdzenia, rodzaju materiału ferrytowego). Wykorzystanie firmowego oprogramowanie wspomagającego projektowanie elementów indukcyjnych.

Zakłócenia w układach zasilania oraz sposoby ich eliminacji (obowiązujące normy i wymagania określające dopuszczalny poziom emitowanych zakłóceń).

Filtry w układach zasilania (bierne filtry wejściowe i wyjściowe, filtry aktywne, korektory współczynnika mocy-Power Factor Corrector)

Urządzenia zasilania prądem zmiennym w urządzeniach UPS- zasada działania i parametry elektryczne (urządzenia typu on-line, off-line, line-interactive).

Systemy nadzoru (watchdog) i zarządzania zasilaniem (power management)

Przegląd struktur, parametrów oraz właściwości systemów zasilania: internetu, sieci LAN (sieci małe, średnie i duże), sieci rozległych, sieci telekomunikacji POTS-(siłownie telekomunikacyjne), sieci bezprzewodowych (tel. komórkowa, systemy radiodostępowe), sieci światłowodowych, sieci telewizji kablowej.

Zastosowania przemysłowe zasilaczy impulsowych: urządzenia spawalnicze, układy ładowania akumulatorów, urządzenia do nagrzewania indukcyjnego prądem w.cz., układy zasilania prądem w.cz. do lamp fluoroscencyjnych (balasty elektroniczne).

Zakres laboratorium:
Ćwiczenie 1: Badanie zasilaczy PWM: pomiary sprawności energetycznej, współczynników stabilizacji napięcia wyjściowego, zakresu regulacji zasilacza PWM

Ćwiczenie 2: Badanie układu zasilacza UPS: zapoznanie się z zasadą pracy oraz pomiary parametrów elektrycznych zasilacza UPS.

Ćwiczenie 3: Badanie balastu elektronicznego do lampy fluoroscencyjnej: pomiary przebiegów prądów i napięć, określenie cyklu pracy układu, pomiary układu regulacji siły świecenia świetlówki.

Ćwiczenie 4: Badanie elementów biernych dużej mocy: pomiary impedancji oraz identyfikcja schematu zastępczego cewek i transformatorów mocy na rdzeniach ferrytowych oraz kondensatorów mocy

**Metody oceny:**

Dwa kolokwia z notatkami (po 30 punktów) + cztery ćwiczenia laboratoryjne oceniane na podstawie sprawozdania dostarczonego przez zespół (po 10 punktów za ćwiczenie).
Max. liczba punktów - 100p. Zaliczenie od 51p.

Skala ocen: poniżej 50p - ocena 2, 51p - ocena 3, 61p - ocena3.5, 71p - ocena 4, 81p - ocena 4.5, 91p i więcej - ocena

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. M. K. Kazimierczuk; "Pulse-width modulated dc-dc power converters", Wiley 2008.
2. M. K. Kazimierczuk; "High-frequency magnetic components", Wiley 2009.
3. Ch. P. Basso; "Switch-mode power supplies. Spice Simulations and Practical Designs", McGraw-Hill, 2008.
4. M. Brown, "Power Supply cookbook", EDN series for design engineers, Newnes 2001.
5. J. Baranowski, G. Czajkowski,"Układy elektroniczne cz. II. Układy analogowe nieliniowe i impulsowe", WNT Warszawa 1993
6. O. Ferenczi: "Zasilanie układów elektronicznych. Zasilacze impulsowe", WNT Warszawa 1989.
7. M. Kazimierczuk, D. Czarkowski: "Resonant Power Converters", J. Wiley & Sons, Ltd. New York, 1995
8. A. Napieralski, M. Napieralska: "Polowe półprzewodnikowe przyrządy dużej mocy", WNT Warszawa 1995.

**Witryna www przedmiotu:**

nie ma

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W\_02:**

zna zasady działania, właściwości, podstawowe parametry elektryczne różnych rozwiązań zasilaczy o pracy impulsowej oraz ciągłej

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W05, K\_W07, K\_W08, K\_W09, K\_W10, K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_03:**

zna zagadnienie komutacyjnych strat mocy w elementach półprzewodnikowych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_04:**

zna zasady doboru elementów półprzewodnikowych i biernych do zastosowań w układach zasilaczy

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W08, K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_05:**

zna źródła, drogi propagacji, sposoby ograniczania i metody pomiaru zakłóceń w zasilaczach impulsowych

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W07, K\_W08, K\_W11, K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_06:**

zna zasadę działania zasilaczy impulsowych stosowanych w technice oświetleniowej (lampy LED i fluorescencyjne), w urządzeniach UPS oraz wybranych urządzeniach przemysłowych np. spawarka inwerterowa

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W05, K\_W07, K\_W08, K\_W09, K\_W10, K\_W11, K\_W12, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W\_07:**

zna struktury i właściwości systemów zasilania np. PoE (Power over Ethernet), CATV, POTS, sieci LAN.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W12, K\_W13, K\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W01:**

zna podstawowe rodzaje i właściwości źródeł energii elektrycznej wykorzystywanych w zasilaczach

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W11, K\_W12, K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U\_01:**

potrafi określić na podstawie charakterystyki źródła zasilania i parametrów elektrycznych odbiorników energii oraz innych specyfikacji, funkcjonalne i możliwie optymalne rozwiązanie układu zasilania

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U13, K\_U15, K\_U16, K\_U17, K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_02:**

potrafi na podstawie specyfikacji, not aplikacyjnych i katalogowych zaprojektować główne podzespoły wybranych rozwiązań zasilaczy impulsowych wraz z elementami indukcyjnymi jak dławik i transformator oraz określić wymagania dla systemu chłodzenia

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U04, K\_U05, K\_U16, K\_U17, K\_U18, K\_U19, K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_03:**

potrafi zaprojektować stabilny układ automatyki zasilacza impulsowego wraz z elementami zabezpieczeń

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U11, K\_U12, K\_U13, K\_U15, K\_U16, K\_U18, K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U\_04:**

potrafi stosować odpowiednie narzędzia CAD wspomagające projektowanie zasilaczy impulsowych

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11, K\_U12, K\_U13, K\_U15, K\_U16, K\_U18, K\_U21, K\_U01, K\_U02, K\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K\_01:**

rozumie potrzebę zachowania kompatybilności elektromagnetycznej zasilaczy impulsowych i jej znaczenie dla niezawodnej pracy urządzeń oraz bezpieczeństwa ludzi

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K\_02:**

rozumie znaczenie jakie dla postępu technologicznego i środowiska ma konieczność doskonalenia układów zasilania jako istotnych podzespołów urządzeń elektronicznych w celu zwiększenia ich niezawodności, stopnia miniaturyzacji oraz sprawności przetwarzania energii

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka K\_03:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03, K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**