

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Lidia Łukasiak,
dr inż. Krystian Król,
mgr inż. Maciej Kamiński

Współczesne przyrządy i układy mocy (WPiUM) Modern Power Devices and Circuits

Kod przedmiotu (USOS)¹:
Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)²:

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki</i>
Koordynator przedmiotu:	<i>Dr hab. inż. Lidia Łukasiak</i>
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	---
Minimalny numer semestru:	---
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	---
Dyskonta:	---
Limit liczby studentów:	<i>30</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zagadnieniami dotyczącymi nowoczesnych rozwiązań energoelektronicznych od strony zasady działania i specyfiki półprzewodnikowych przyrządów mocy oraz z praktycznymi aspektami i problemami aplikacyjnymi związanymi z tego typu przyrządami. Przedmiot ma umożliwić studentom świadomy dobór odpowiednich elementów do aplikacji energoelektronicznych z uwzględnieniem nowoczesnych trendów rozwojowych oraz rozwinać w słuchaczach umiejętność świadomej pracy z nowoczesnymi układami energoelektronicznymi.

¹ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

² W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków): W trakcie realizacji przedmiotu studenci zapoznają się z teoretycznymi i praktycznymi aspektami energoelektroniki od strony układowej i przyrządowej, m.in. ze strukturą, zasadą działania i charakterystykami elektrycznymi typowych półprzewodnikowych przyrządów mocy (np. diody, tyrystory, tranzystory MOS, tranzystory IGBT, HEMT), ich parametrami użytkowymi oraz zastosowaniami w kontekście nowoczesnych układów i urządzeń energoelektronicznych. Dyskutowane będą także problemy niezawodności przyrządów mocy.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków): The students are acquainted with theoretical and practical aspects of energoelectronics at the device and circuit level including the structure, principle of operation and electrical characteristics of typical semiconductor power devices (e.g. diodes, thyristors, MOSFETs, IGBTs, HEMTs), their parameters and applications in modern energoelectronic circuits and appliances. The issues associated with power device reliability are discussed, too.

Treści kształcenia:

Wykład:

Wykład podzielony jest na trzy części tematyczne. Każda z nich jest realizowana w trakcie kilku spotkań wykładowych:

1. Wstęp i zagadnienia podstawowe:

W tej części tematycznej omówione zostaną podstawowe techniki realizacji układów energoelektronicznych i problemy z nimi związane obejmujące m.in. sposób działania układów przełączających, wymagania stawiane idealnym łącznikom, działanie podstawowych elementów układów przełączających np. prostownika i mostka H przy różnego rodzaju obciążeniach: rezystancyjnym i indukcyjnym .

Pokazane zostaną wymagania dotyczące przyrządów pracujących w takich układach i sposoby realizacji elementów kluczujących za pomocą przyrządów półprzewodnikowych. Wskazane zostaną problemy związane z przekształcaniem dużej mocy za pomocą tego typu przyrządów (np. wpływ temperatury, materiału półprzewodnikowego, konstrukcji i technologii wykonania). Omówione zostaną zagadnienia związane z praktycznym wykorzystaniem przyrządów półprzewodnikowych w zakresie przetwarzania dużej mocy we współczesnej energoelektronice.

2. Właściwości współczesnych przyrządów półprzewodnikowych mocy i ich zastosowanie w energoelektronice

Druga część wykładowa poświęcona będzie omówieniu właściwości poszczególnych stosowanych współcześnie na szeroką skalę rodzajów przyrządów półprzewodnikowych.

Studenci zapoznani zostaną z fizyką działania poszczególnych przyrządów półprzewodnikowych, ze szczególnym uwzględnieniem właściwości materiałowych (Si, SiC, GaN), elementów konstrukcyjnych i technologicznych typowych dla przyrządów mocy. Omówiony zostanie wpływ tych elementów na właściwości użytkowe gotowych przyrządów wyrażone za pomocą m.in. teorio-obwodowego

modelu zastępczego. Następnie wskazane zostaną typowe aplikacje układowe danego przyrządu mocy w energoelektronice wraz z praktycznymi problemami z nimi związanymi. Studenci zaznajomieni zostaną z wpływem fizyki działania przyrządu, właściwości konstrukcyjnych i technologicznych na pracę omawianych układów energoelektronicznych. Przedstawione zostaną również trendy rozwojowe dziedziny.

Przewiduje się omówienie następujących kategorii przyrządów półprzewodnikowych:

- Diody mocy – w tym diody o różnych konstrukcjach: Schottkyego, diody złączowe, pin.
- Tyrystory
- Tranzystory MOS – w tym tranzystory o różnych konstrukcjach np. strukturze lateralnej i pionowej oraz energoelektroniczne moduły tranzystorowe
- Tranzystory IGBT – w tym konstrukcje punch-through oraz non-punch-through
- Tranzystory heterozłączowe (HEMT) – w tym tranzystory normalnie wyłączone i układ kaskodowy MOSFET-HEMT.

3. Niezawodność przyrządów mocy

W tej części wykładowej zostaną omówione zagadnienia niezawodności przyrządów półprzewodnikowych - zjawiska fizyczne prowadzące do najczęściej spotykanych uszkodzeń, sposoby zabezpieczania przyrządów półprzewodnikowych przed niepożądanymi zjawiskami na poziomie technologiczno-produkcyjnym oraz na poziomie układowym.

Laboratoria:

Laboratoria będą realizowane jednocześnie z wykładem, będą miały charakter mieszany symulacyjno-pomiarowy i dotyczyć będą przyrządów i zagadnień aplikacyjnych omawianych na wykładzie. W pierwszej części laboratoriów studenci zapoznają się z właściwościami omawianych przyrządów mocy (diody, tranzystory) oraz podstawowymi problemami praktycznymi występującymi w zagadnieniach energoelektroniki.

W późniejszej części studenci będą badać właściwości konkretnych przyrządów mocy w typowych zastosowaniach poprzez wykonanie pomiarów charakterystyk samych przyrządów oraz pomiarów podstawowych układów energoelektronicznych zbudowanych z wykorzystaniem tych przyrządów w różnych warunkach pracy typowych dla szeroko stosowanych układów energoelektronicznych.

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. J. Lutz, H. Schlangenotto, U. Scheuermann, R. De Doncker, "Semiconductor Power Devices. Physics, Characteristics, Reliability", Springer, 2011
2. R. Barlik, M. Nowak, „Energoelektronika – elementy, podzespoły, układy, Oficyna Wydawnicza PW, 2014
3. N. Mohan, T.M. Undeland, W.P. Robbins, "Power Electronics", John Wiley & Sons, NY, 1998
4. A. Lidow, J. Strydom, M. de Rooij, D. Reusch, "GaN Transistors for Efficient Power Conversion", J. Wiley & Sons 2015

Wymiar godzinowy zajęć: W C L P
 2 - 1 - (45)

Wymiar w jednostkach ECTS: 3

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – (wpisać) godz., w tym
 - obecność na wykładach 30 godz.,
 - obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
 - obecność na laboratorium 15 godz.,
 - udział w konsultacjach 5 godz.

2. praca własna studenta – (wpisać) godz., w tym
 - przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
 - przygotowanie do laboratoriów $5 \times 2 = 10$ godz.,
 - przygotowanie do kolokwium $2 \times 6 = 12$ godz.,
 - wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
 - przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) $5 \times 2 = 10$ godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 82 godz., co odpowiada 3 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2 pkt ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 0.6 pkt ECTS, co odpowiada 15h godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 0 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

(tabelę wypełniamy wyszukując najbliższe efekty wykazane w pliku

<https://www.bip.pw.edu.pl/var/pw/storage/original/application/bd44a5022df461a12fbc406ce776042f.pdf>

Efekty kształcenia/uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się
student, który zaliczył przedmiot:			

			dla programu
WIEDZA			
Rozumie fizykę działania półprzewodnikowych przyrządów mocy	wykład, laboratorium	kolokwium	<i>W03, W04, W05</i>
Rozumie wpływ parametrów materiałowo-konstrukcyjnych na działanie przyrządu, parametry modelu zastępczego i działanie układu energoelektronicznego	Wykład, laboratorium	kolokwium, sprawozdanie laboratoryjne	<i>W03, W04, W05</i>
Rozumie problemy niezawodności przyrządów mocy i układów energoelektronicznych	Wykład	kolokwium	<i>W03, W04</i>
UMIEJĘTNOŚCI			
Potrafi przeprowadzić pomiary właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować ich wyniki	Laboratorium	Sprawozdanie laboratoryjne	<i>U07, U09</i>
Potrafi przeprowadzić symulacje właściwości przyrządów mocy i układów elektroenergetycznych oraz zinterpretować ich wyniki	Laboratorium	Sprawozdanie laboratoryjne	<i>U07, U09</i>
Potrafi posługiwać się zdobytą wiedzą w celu dobrania odpowiednich elementów do wybranych układów energoelektronicznych	Wykład, laboratorium	Kolokwium, sprawozdanie laboratoryjne	<i>U08, U09</i>
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			