

Nazwa przedmiotu	<b>Podzespoły i układy scalone mocy</b>
Nazwa w j. zyku angielskim	
J. zyk prowadzenia zaj.	polski
Poziom studiów	studia I stopnia
Profil studiów	A, ogólnoakademicki
Jednostka prowadząca	Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Kierownik i realizatorzy

Napieralski Andrzej, prof. dr hab. in .

Formy zajęć i liczba godzin w semestrze

Wyk.	w.	Lab.	Proj.	Sem.	Inne	Suma godzin w semestrze
30	0	30	0	0	0	60

Cel przedmiotu

Przekazanie wiedzy teoretycznej o fizycznych podstawach działania przyrządów półprzewodnikowych, elementów biernych i układów scalonych mocy, demonstracja ich działania w praktyce oraz wykształcenie umiejętności ich poprawnego doboru i stosowania, z uwzględnieniem projektowania i wykonywania dławików.

Efekty kształcenia

Po ukończeniu zajęć student:

- 1) wie o działaniu najpowszechniejszych przyrządów półprzewodnikowych i elementów biernych mocy z ich budową i fizycznymi zjawiskami, z uwzględnieniem efektów pasożytniczych;
- 2) ocenia i porównuje poszczególne przyrządy półprzewodnikowe mocy, elementy bierne (w tym materiały magnetyczne) pod kątem zastosowania w różnych obszarach, w powiązaniu z właściwościami tych elementów;
- 3) korzysta z napięciowych i prądowych parametrów znamionowych w doborze elementu;
- 4) szacuje moc strat w przyrządzie półprzewodnikowym z uwzględnieniem wpływu sterowania i obciążenia oraz oblicza układ chłodzenia z wykorzystaniem odpowiedniego, skupionego lub rozłożonego, modelu propagacji ciepła;
- 5) wyjaśnia działanie podstawowych obwodów sterowania (w tym scalonych sterowników bramki) i zabezpieczeń (napięciowych, prądowych, strumieniowych) najpowszechniejszych przyrządów półprzewodnikowych mocy (MOSFET, IGBT, BJT, SCR, TRIAC) w powiązaniu z ich topologiami;
- 6) dobiera, projektuje i konstruuje proste obwody sterowania (w tym z wykorzystaniem scalonych sterowników bramki) i zabezpieczeń dla najpowszechniejszych przyrządów półprzewodnikowych małej mocy;
- 7) projektuje i konstruuje dławik mocy dla danej aplikacji, z uwzględnieniem doboru materiału magnetycznego;
- 8) dobiera kondensator dla danej aplikacji oraz modyfikuje wybór dla uzyskania lepszych parametrów jego pracy uwzględniając wpływ elementów pasożytniczych;
- 9) klasyfikuje i rozpoznaje układy scalone mocy wykonane w różnych technologiach na podstawie ich struktury oraz właściwości, zastosowania i problemy technologiczne.

Metody weryfikacji efektów kształcenia

- 1) kolokwium pisemne, sprawozdanie
- 2) kolokwium pisemne
- 3) zadanie w ramach kolokwium pisemnego, projekt, sprawozdanie
- 4) zadanie w ramach kolokwium pisemnego, projekt, sprawozdanie
- 5) kolokwium pisemne
- 6) projekt, sprawozdanie
- 7) zadanie w ramach kolokwium pisemnego, projekt, sprawozdanie
- 8) zadanie w ramach kolokwium pisemnego, projekt, sprawozdanie
- 9) kolokwium pisemne

Wymagania wstępne

Przyrządy i układy mocy, Podstawy mikroelektroniki, Przyrządy półprzewodnikowe

*Organizacja przedmiotu  
i treści kształcenia*

WYKŁAD

1. Wysokonapięciowe tranzystory MOSFET. Struktura pionowa VDMOS, rowkowa, struktury superzłączeniowe, inne rozwiązania technologiczne. Statyczne i dynamiczne stany pracy, przebicie lawinowe i cieplne, przewodzenie diody podłożowej, przebieganie w różnych warunkach obciążenia. Obwody sterowania i ich projektowanie. Zastosowanie i sterowanie tranzystorów PMOS.
2. Tranzystory IGBT. Budowa i działanie struktury NPT-N-IGBT. Parametry statyczne i dynamiczne, zjawiska pasożytnicze, wpływ temperatury. Różnice technologiczne i funkcjonalne struktur NPT i PT.
3. Diody. Przyrządy szybkie i czułościowość sieciowej. Parametry statyczne i dynamiczne.
4. Tyrystory. Mechanizmy załączania, zapobieganie niepożądanemu załączaniu. Budowa i właściwości triaka. Optotyristory. Inne rodzaje tyrystorów. Obwody wyzwalań.
5. Wysokonapięciowe tranzystory BJT. Budowa, działanie, zakresy pracy w stanie przewodzenia. Praca liniowa i impulsowa. Obwody sterowania. Scalone układy Darlingtona.
6. Wpływ temperatury na działanie przyrządów półprzewodnikowych mocy. Modele cieplne, rezystancja i impedancja cieplna, sieci RC. Moc i prąd znamionowy, zależność od warunków pracy. Dobór przyrządu i projektowanie układu chłodzenia.
7. Napięcia znamionowe przyrządów półprzewodnikowych, zależność od warunków pracy. Zabezpieczenia napięciowe, prądowe, zwarciovowe, stromociowe, zakłóceniovowe. Łączenie szeregowo i równoległe kluczy półprzewodnikowych. Intencjonalna praca w zakresie przebicia lawinowego.
8. Kondensatory w układach elektronicznych mocy. Technologie i zastosowania. Modele kondensatora rzeczywistego, wpływ elementów pasożytniczych.
9. Dławiki mocy. Fizyczne podstawy działania elementów magnetycznych. Materiały magnetyczne wykorzystywane w elektronice mocy. Projektowanie i konstrukcja elementów magnetycznych. Straty mocy: prądy wirowe, efekt naskórkowy.
10. Układy scalone mocy. Klasyfikacja. Układy monolityczne i hybrydowe. Technologie produkcji. Tranzystory LDMOS i LIGBT. Sterowniki bramki dla polowych przyrządów półprzewodnikowych mocy. Bloki składowe i stosowanie.

LABORATORIUM

Badania do wiadczenia i symulacyjne struktur półprzewodnikowych, przyrządów półprzewodnikowych mocy, układów scalonych mocy, obwodów zabezpieczeniowych, elementów biernych. Projekt i wykonanie dławika mocy. Dobór przyrządów półprzewodnikowych i kondensatorów mocy.

*Formy zaliczenia*

Wykład: kolokwium pisemne.

Laboratorium: praca na zajęciach, projekt i wykonanie dławika, sprawozdania z wykonanych ćwiczeń i zadań projektowych, kolokwium pisemne z wybranych ćwiczeń po ich wykonaniu.

*Literatura  
podstawowa*

Napieralski A., Napieralska M.: Polowe półprzewodnikowe przyrządy dużej mocy. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1995. ISBN 83-204-1817-8.

Barlik R., Nowak M.: Poradnik inżyniera energoelektronika. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1998. ISBN 83-204-2223-X.

Benda V., Gowar J., Grant D. A.: Power Semiconductor Devices: Theory and Applications. Wiley, 1999. ISBN 0-471-97644-X.

*Literatura  
uzupełniająca*

Luciński J.: Układy z tyrystorami dwukierunkowymi. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1982. ISBN 83-204-0752-4.

Erickson R.W., Maksimović D.: Fundamentals of Power Electronics. Kluwer, 2001. ISBN 0-7923-7270-0.

Mohan N., Undeland T.M., Robbins W.P.: Power Electronics: Converters, Applications, and Design. Third Edition. Wiley, 2003. ISBN 0-471-22693-9.

*Przeci tne obci enie  
studenta prac własn  
- ze zdefiniowaniem  
form pracy własnej*

Udział w konsultacjach	5
Udział w pisemnych i/lub praktycznych formach weryfikacji	2
Opracowanie sprawozda	22
Projektowanie i wykonanie dławika oraz dobór innych elementów	16
Nauka samodzielna	15

*Uwagi*

Laboratorium w podwójnym wymiarze w pierwszej połowie semestru.

*Uwagi własne  
publikowane*

*Aktualizacja*

2013-04-17 10:12:07

*Course name**Course name in Polish***Podzespoły i układy scalone mocy***Language of instruction**Level of studies*

first-cycle programme

*Type of studies*

nie zdefiniowano

*Unit running the programme*

Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

*Course coordinator and academic teachers***Napieralski Andrzej, prof. dr hab. in .***Form of classes and number of teaching hour per semester*

Lec.	Tut.	Lab.	Proj.	Sem.	Other	Total number of teaching hour per semester
30	0	30	0	0	0	60

*Goal*

To provide theoretical knowledge about physical bases of operation of power semiconductor devices, passive components and integrated circuits, to demonstrate their operation in practice and to develop skills in their proper selection and application, including design and construction of chokes.

*Learning outcomes*

Upon completing the course, student:

- 1) relates operation of most common power semiconductor devices and passive components to their structures and physical phenomena theory, including parasitic effects;
- 2) evaluates and compares particular power semiconductor devices and passive components (including magnetic materials) in respect of their application in different areas, in connection with these elements' properties;
- 3) uses voltage and current ratings of a component for its selection;
- 4) estimates power loss in a semiconductor device, considering the effects of drive and load as well as calculates a cooling system using an appropriate, lumped or distributed, heat transfer model;
- 5) explains operation of basic drive (including integrated gate drivers) and protection (voltage, current, rate of change) circuits for most common power semiconductor devices (MOSFET, IGBT, BJT, SCR, TRIAC) in connection with their topologies;
- 6) selects, designs and assembles simple drive (also using integrated gate drivers) and protection circuits for most common low power semiconductor devices;
- 7) designs and assembles a power choke for a given application, including magnetic material selection;
- 8) selects a capacitor for a given application and modifies the choice to obtain better operating parameters, taking the effect of parasitic elements into account;
- 9) classifies and recognises power integrated circuits manufactured using different technologies based on their structures as well as connects their structures, properties, applications and technological problems.

*Learning outcomes verification methods*

- 1) written test, report
- 2) written test
- 3) problem within a written test, design, report
- 4) problem within a written test, design, report
- 5) written test
- 6) design, report
- 7) problem within a written test, design, report
- 8) problem within a written test, design, report
- 9) written test

*Prerequisites*

Przyrz dy i układy mocy, Podstawy mikroelektroniki, Przyrz dy półprzewodnikowe

*Course organisation  
and content*

LECTURE

1. High voltage MOSFETs. VDMOS, trench, super-junction structures and other technologies. Static and dynamic operating states, avalanche and thermal breakdown, body diode conduction, switching under different load conditions. Drive circuits and their design. Application and drive of PMOS transistors.
3. Diodes. Fast and phase control devices. Static and dynamic parameters.
3. Insulated Gate Bipolar Transistors. NPT-N-IGBT structure and its operation. Static and dynamic parameters, parasitic phenomena, temperature influence. Technological and functional differences between NPT and PT structures.
4. Thyristors. Turn-on mechanisms, prevention of undesired turn-on. Triac structure and properties. Optothyristors. Other thyristor types. Trigger circuits.
5. High voltage Bipolar Junction Transistors. Structure, operation, operating modes in conducting state. Linear and switched mode operation. Drive circuits. Integrated Darlingtons.
6. Temperature effect on power semiconductor devices. Thermal models, thermal resistance and impedance, RC networks. Rated power and current, effect of operating conditions. Component selection and cooling system design.
7. Rated voltage of semiconductor devices, effect of operating conditions. Voltage, current, short-circuit, rate of rise, and interference protection. Serial and parallel connection of semiconductor switches. Intentional operation in the avalanche breakdown mode.
8. Capacitors in power electronic circuits. Technologies and applications. Real capacitor models, effect of parasitic components.
9. Power chokes. Physical bases of magnetic element operation. Magnetic materials applied in power electronics. Design and realisation of magnetic components. Power losses: eddy currents, skin effect.
10. Power integrated circuits. Classification. Monolithic and hybrid circuits. Manufacturing technologies. LDMOS and LIGBT devices. Gate drivers for field-effect power semiconductor devices. Component blocks and application.

LABORATORY

Experimental and simulation-based investigation of semiconductor structures, power semiconductor devices, power integrated circuits, protection circuits, passive components. Design and realisation of a power choke. Selection of power semiconductor devices and capacitors.

*Form of assessment*

Lecture: final written test.

Laboratory: work during classes, choke design and realisation, reports on realised exercises and design problems, written test on chosen exercises after their realisation.

*Basic reference  
materials*

Napieralski A., Napieralska M.: Polowe półprzewodnikowe przyrządy dużej mocy. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1995. ISBN 83-204-1817-8.

Barlik R., Nowak M.: Poradnik inżyniera energoelektronika. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1998. ISBN 83-204-2223-X.

Benda V., Gowar J., Grant D. A.: Power Semiconductor Devices: Theory and Applications. Wiley, 1999. ISBN 0-471-97644-X.

*Other reference  
materials*

Luciński J.: Układy z tyrystorami dwukierunkowymi. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1982. ISBN 83-204-0752-4.

Erickson R.W., Maksimović D.: Fundamentals of Power Electronics. Kluwer, 2001. ISBN 0-7923-7270-0.

Mohan N., Undeland T.M., Robbins W.P.: Power Electronics: Converters, Applications, and Design. Third Edition. Wiley, 2003. ISBN 0-471-22693-9.

*Average student work-load outside classroom*

Participation in consultations	5
Participation in written and/or practical forms of assesment	2
Report elaboration	22
Choke design and assembly plus other components selection	16
Self study	15

*Comments*

Laboratorium w podwójnym wymiarze w pierwszej połowie semestru.

*Published comments*

*Aktualizacja*

2013-04-17 10:12:07