**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy fotowoltaiki

**Koordynator przedmiotu:**

Stanisław Pietruszko

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

PFOT

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

**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: | 15h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zalecane jest wcześniejsze zaliczenie przedmiotu:
Podstawy fotoniki

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Podstawowym celem przedmiotu będzie przekazanie wiedzy studentom o przyszłościowym i dynamicznie rozwijającym się dziale nauki i techniki, jakim jest fotowoltaika (PV), czyli bezpośrednie przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Wyjaśnione zostaną mechanizmy działania ogniw fotowoltaicznych, materiały i technologie stosowane do ich produkcji. Jednym z ważniejszych aspektów będzie przedstawienie energii słonecznej jako przyjaznego środowisku naturalnemu źródła energii mającego w przyszłości zastąpić wyczerpujące się źródła kopalne. Toteż, już w chwili obecnej niezbędne jest przygotowanie kadry zajmującej się opracowywaniem nowych technologii ogniw i oraz ich badaniem.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu
Fotowoltaika - wiadomości ogólne (2h)
Zużycie energii na świecie, problemy środowiskowe, ekonomiczne i społeczne, rys historyczny, fotowoltaika alternatywą dla paliw kopalnych, konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Zastosowania PV. Perspektywy rozwoju fotowoltaiki na świecie.
Promieniowanie słoneczne (4h)
Promieniowanie słoneczne - podstawowe pojęcia; wpływ atmosfery ziemskiej na parametry promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi, promieniowanie bezpośrednie, rozproszone, całkowite, Airmass (AM), itp.; zasoby słoneczne w Polsce i na świecie; sposoby wykorzystania energii słonecznej w Polsce i na świecie
Mechanizmy absorpcji światła w półprzewodnikach (4h)
Mechanizmy absorpcji promieniowania w półprzewodniku: podstawowa, na domieszkach, przez swobodne nośniki ładunku, przez drgania sieci krystalicznej, ekscytonowa; rozkład nośników ładunku; czas życia nośników mniejszościowych; rekombinacja nośników: objętościowa i powierzchniowa.
Fotowoltaika - podstawy fizyczne (8h)
Konstrukcja ogniwa; zasada działania ogniwa; absorpcja światła i generacja prądu; charakterystyki prądowo napięciowe; parametry ogniw: współczynnik wypełnienia, sprawność, itp.; układ zastępczy, zależność od promieniowania i temperatury; sprawność idealnego ogniwa słonecznego dla światła skupionego.
Materiały i technologie stosowane do produkcji ogniw fotowoltaicznych (6h)
Materiały stosowane do budowy ogniw fotowoltaicznych: krzem, GaAs, CdTe, CIGS; krzemowe ogniwa monokrystaliczne i multikrystaliczne; ogniwa z GaAs i jego związków; ogniwa cienkowarstwowe: Si amorficzny, CIGS, CdTe, CdS.
Technologie wytwarzania ogniw fotowoltaicznych; otrzymywanie krzemu mono- i polikrystalicznego, otrzymywanie cienkich warstw: Si amorficzny i mikro-krystaliczny, CIGS, CdTe; otrzymywanie ogniw z półprzewodnikowych materiałów złożonych. Nowe materiały: ogniwa organiczne, nanokrystaliczne, DSC (dye-sensitized cells)
Moduły fotowoltaiczne (4h)
Technologie wytwarzania (szczegółowe omówienie poszczególnych etapów) modułów z krzemu krystalicznego lub multikrystalicznego, z półprzewodnikowych związków złożonych, materiałów cienkowarstwowych.
Systemy fotowoltaiczne i ich elementy (2h)
Wstępne wiadomości o systemach fotowoltaicznych i ich elementach: ogniwa, moduły, akumulatory, kontrolery napięcia, falowniki; rodzaje systemów fotowoltaicznych: systemy wolnostojące, systemy dołączone do sieci, systemy hybrydowe.
Zakres laboratorium
Celem ćwiczeń laboratoryjnych będzie zapoznanie studentów z metodami modelowania oraz metodami pomiarów parametrów i charakterystyk ogniw fotowoltaicznych oraz zależnością ich parametrów od czynników zewnętrznych.
Zapoznanie się z mechanizmami działania ogniw PV i wpływem parametrów zewnętrznych ich parametry metodą symulacji komputerowej.
Pomiar charakterystyk i parametrów ogniw PV (wykonanych z różnych materiałów) w warunkach sztucznego oświetlenia. Badanie wpływu natężenia promieniowania i temperatury otoczenia na te parametry. Porównanie z przeprowadzonymi symulacjami.
Pomiary parametrów modułów PV. Badanie wpływu częściowego zacienienia. Badanie wpływu zmiany kąta nachylenia modułu i zmianę kąta orientacji systemu (odchylenie od południa) na sprawność przetwarzania energii promieniowania słonecznego. Porównanie z przeprowadzonymi symulacjami.
Zapoznanie się metodami pomiaru parametrów promieniowania słonecznego. Pomiary tych parametrów za pomocą różnych przyrządów. Analiza jakości pomiarów.
Zakres projektu
Celem projektu jest zapoznanie studentów systemów podstawami projektowania i wytwarzania ogniw PV z różnych materiałów i różnymi technologiami. Projektowanie będzie realizowane istniejącego wykorzystaniem istniejącego oprogramowania, z którego działaniem studenci zostaną zapoznani przed rozpoczęciem projektu.

**Metody oceny:**

laboratoria, projekt, egzamin

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Fahrenbruch A., L. and Bube R. H.,Fundamentals of Solar Cells, Academic Press, New York, 1983
Editors: M.Ross and J.Royer,Photovoltaics in Cold Climates, James& James, 1999
Editor: T.Markvart, Solar electricity,Jon Wiley & Sons 1997
Editor: J.Gordon,Solar energy. The state of the art James& James, 2001
The future for renewable energy - prospects and directions, EUREC Agency, James&James 1996
Y. Hamakawa, Thin-Film Solar Cells - Next Generation Photovoltaics and Its Applications,Springer, 2003
M.A. Green, Third Generation Photovoltaics, Sprinter, 2003
S. Pietruszko, Wykorzystanie energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej - Fotowoltaika, II Konf. N-T z dziedziny energii źródeł odnawialnych, Wrocław, 25.04.2003, str. 171- 184
S.M. Pietruszko, Photovoltaics in the World and in Poland, Applied Energy 74 (2003) 169-175.
Niektóre z powyższych pozycji, jak również wiele książek i obszernych opracowań na temat fotowoltaiki jest dostępnych u prowadzącego przedmiot.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe