

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Symulacja układów elektronicznych

Rok akademicki: 2014/2015 Kod: IET-1-423-s Punkty ECTS: 4

Wydział: Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji

Kierunek: Elektronika i Telekomunikacja Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 4

Strona www: <http://upel.agh.edu.pl/weaiie/course/view.php?id=381>

Osoba odpowiedzialna: dr hab. inż. Machowski Witold (witold.machowski@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. inż. Machowski Witold (witold.machowski@agh.edu.pl)

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

| Kod EKM | Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi | Powiązania z EKK | Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń) |
|---------|---|------------------------------------|---|
| Wiedza | | | |
| M_W001 | Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat modelowania elementów i układów elektronicznych oraz rozumie ograniczenia przyjętych modeli matematycznych a przede wszystkim skończona dokładność określenia liczbowego parametrów używanych modeli | ET1A_W13, ET1A_W12, ET1A_W01 | Kolokwium |
| M_W002 | Student rozumie wzrastającą rolę technik symulacyjnych w praktyce inżynierskiej, zna narzędzia komputerowe do symulacji układów elektronicznych analogowych i cyfrowych realizowanych w technice elementów dyskretnych i scalonej i wie jak ich użyć w celu przeprowadzenia wiarygodnej symulacji | ET1A_W21, ET1A_W16 | Kolokwium |
| M_W003 | Student zna metody automatycznego tworzenia równań obwodowych dla zadanej topologii połączeń elementów. Zna algorytmy numerycznego rozwiązywania zagadnień matematycznych odpowiadających najczęściej wykonywanym analizom układów. | ET1A_W16 | Kolokwium |

| | | | |
|-----------------------|--|------------------------------|-------------------------------|
| M_W004 | Student zna strukturę i zawartość współczesnych pakietów CAD dedykowanych dla układów elektronicznych, rozumie przeznaczenie poszczególnych składników i ich wzajemne powiązania. | ET1A_W16 | Kolokwium |
| Umiejętności | | | |
| M_U001 | Student potrafi wprowadzić topologię analizowanego układu w postaci tekstowej i z użyciem interfejsu graficznego. Umie przeprowadzić wszechstronne analizy badanego układu z uwzględnieniem zmian parametrów elektrycznych układu np. na skutek starzenia lub rozrzutów statystycznych. Potrafi krytycznie odnieść się do wyników symulacji. | ET1A_U09, ET1A_U01, ET1A_U08 | Kolokwium |
| M_U002 | Student umie wykorzystać symulator do zadań projektowych | ET1A_U09, ET1A_U08 | Kolokwium |
| M_U003 | Student umie czytać dokumentację używanego programu, znaleźć w niej odpowiednie informacje a także tworzyć dokumentację naukową i techniczną zawierającą wyniki symulacji | ET1A_U04, ET1A_U01 | Kolokwium |
| Kompetencje społeczne | | | |
| M_K001 | Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się oraz podnoszenia swoich kompetencji zawodowych | ET1A_K01 | Aktywność na zajęciach |
| M_K002 | Student ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty działalności inżyniera | ET1A_K02 | Aktywność na zajęciach |
| M_K003 | Student ma świadomość ważności zachowywania się w sposób profesjonalny, potrafi w sposób zrozumiały i z odpowiedzialnością za słowo zredagować raport z wykonanego zadania inżynierskiego | ET1A_K06, ET1A_K04 | Zaangażowanie w pracę zespołu |

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

| Kod EKM | Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi | Forma zajęć | | | | | | | | | | |
|---------|--|-------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|------|------------|
| | | Wykład | Ćwiczenia audytoryjne | Ćwiczenia laboratoryjne | Ćwiczenia projektowe | Konwersatorium | Zajęcia seminaryjne | Zajęcia praktyczne | Zajęcia terenowe | Zajęcia warsztatowe | Inne | E-learning |
| Wiedza | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M_W001 | Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat modelowania elementów i układów elektronicznych oraz rozumie ograniczenia przyjętych modeli matematycznych a przede wszystkim skończona dokładność określenia liczbowego parametrów używanych modeli | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M_W002 | Student rozumie wzrastającą rolę technik symulacyjnych w praktyce inżynierskiej, zna narzędzia komputerowe do symulacji układów elektronicznych analogowych i cyfrowych realizowanych w technice elementów dyskretnych i scalonej i wie jak ich użyć w celu przeprowadzenia wiarygodnej symulacji | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M_W003 | Student zna metody automatycznego tworzenia równań obwodowych dla zadanej topologii połączeń elementów. Zna algorytmy numerycznego rozwiązywania zagadnień matematycznych odpowiadających najczęściej wykonywanym analizom układów. | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M_W004 | Student zna strukturę i zawartość współczesnych pakietów CAD dedykowanych dla układów elektronicznych, rozumie przeznaczenie poszczególnych składników i ich wzajemne powiązania. | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Umiejętności | | | | | | | | | | | | |
| M_U001 | Student potrafi wprowadzić topologię analizowanego układu w postaci tekstowej i z użyciem interfejsu graficznego. Umie przeprowadzić wszechstronne analizy badanego układu z uwzględnieniem zmian parametrów elektrycznych układu np. na skutek starzenia lub rozrzutów statystycznych. Potrafi krytycznie odnieść się do wyników symulacji. | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M_U002 | Student umie wykorzystać symulator do zadań projektowych | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M_U003 | Student umie czytać dokumentację używanego programu, znaleźć w niej odpowiednie informacje a także tworzyć dokumentację naukową i techniczną zawierającą wyniki symulacji | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Kompetencje społeczne | | | | | | | | | | | | |
| M_K001 | Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się oraz podnoszenia swoich kompetencji zawodowych | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M_K002 | Student ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty działalności inżyniera | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| M_K003 | Student ma świadomość ważności zachowywania się w sposób profesjonalny, potrafi w sposób zrozumiały i z odpowiedzialnością za słowo zredagować raport z wykonanego zadania inżynierskiego | + | - | + | - | - | - | - | - | - | - | - |

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Zajęcia w ramach modułu prowadzone są w postaci wykładu (15 godzin) oraz ćwiczeń laboratoryjnych (15 godzin).

Wykład

- Pojęcie modelu i symulacji numerycznej. Historia symulatorów układowych – CANCER, SPICE. Przegląd popularnych symulatorów układowych. SPICE jako standard przemysłowy. Berkely SPICE i wersje komercyjne symulatora. Pakiet Orcad/Cadence/PSPICE. Narzędzia pomocnicze – edytor schematów, postprocesor graficzny kreator modeli, biblioteki elementów. Analizatory symboliczne. (3 godz.)
- Praca z symulatorem w trybie tekstowym. Zasady zapisu topologii układu. Dyrektywy analiz. Analizy podstawowe – stałoprądowa, małosygnałowa, zjawisk przejściowych i pomocnicze – analiza punktu pracy, transmitancji stałoprądowej, zniekształceń nieliniowych. (3 godz.)
- Praca z postprocesorem graficznym. Tworzenie makr, korzystanie ze wskaźników (Measurements). Zaawansowane techniki analizy parametrycznej. Analiza szumowa. (3 godz.)
- Modele symulacyjne przyrządów półprzewodnikowych – diody półprzewodnikowej, tranzystora bipolarnego i unipolarnego złączowego. Modele tranzystora MOSFET w symulatorach. Zasady skalowania tranzystorów MOSFET. Tworzenie modeli symulacyjnych na podstawie danych katalogowych – program PARTS i inne ekstraktory parametrów. (3 godz.)
- Podobwoły, makromodel wzmacniacza operacyjnego. Źródła sterowane i modelowanie behawioralne.
- Analiza statystyczna. Generatory liczb pseudolosowych. Deklaracje rozkładów i korelacji. Analiza uzysku produkcyjnego. Prototypowanie wirtualne układów. (3 godz.)

Ćwiczenia laboratoryjne

Laboratorium

1. Zapoznanie się ze środowiskiem. Analiza prostych układów RC w domenie częstotliwościowej i czasowej. Analiza parametryczna. Praca z postprocesorem graficznym. Wykreślanie krzywych strojenia
2. Symulacja efektu Millera w układach wzmacniaczy napięciowych i transkonduktancyjnych. Określanie impedancji wejściowej układu i jej rozkład na składową rzeczywistą i urojoną.
3. Projekt prostego wzmacniacza tranzystorowego. Dobór punktu pracy, analiza wrażliwości temperaturowej. Symulacje charakterystyk częstotliwościowych i odpowiedzi na pobudzenie sinusoidalne. Określanie zniekształceń nieliniowych.
4. Symulacja układów ze wzmacniaczami operacyjnymi. Modelowanie behawioralne. Analiza stabilności układów ze sprzężeniem zwrotnych. Określanie marginesów stabilności.
5. Symulacja wzmacniacza różnicowego z tranzystorami MOSFET. Rozrzuty statystyczne parametrów. Badanie wpływu asymetrii układu na nieźrównoważenie i tłumienie składowej wspólnej
6. Analiza zjawisk szumowych. Zaawansowane techniki analizy szumów. Określanie stosunku sygnał/szum
7. Wstęp do symulacji układów cyfrowych i mieszanych analogowo-cyfrowych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Na ocenę końcową składa się ocena z laboratorium (90%) oraz quizzów wykładowych (10%). W ocenie zaliczenia laboratorium prowadzący biorą pod uwagę przygotowanie do bieżących zajęć (weryfikowane ewentualnie krótką kartkówką na ich początku) oraz wynik kolokwium zaliczeniowego o charakterze praktycznym w trakcie którego student w limitowanym czasie ma w warunkach kontrolowanej samodzielności przeprowadzić symulacyjną analizę prostego układu elektronicznego oraz stworzyć pisemny raport z wykonanej pracy. Skala ocen zgodna z Regulaminem Studiów AGH.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Przedmiot obowiązkowy. Wymagane podstawy z matematyki, teorii obwodów, elementów elektronicznych oraz elementarna znajomość układów elektronicznych. Moduł prowadzony jest w ścisłym związku z modułem analogowe układy elektroniczne I.

Zalecana literatura i pomoce naukowe

- J. Izydorczyk: Pspice. Komputerowa symulacja układów elektronicznych
- A. Dobrowolski Pod maską SPICE
- B. Al.-Hashimi. The Art of Simulation Using Pspice Analog and Digital
- G. Roberts, A. Sedra. SPICE for Microelectronic Circuits

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

W. Machowski "Niskonapięciowe układy analogowe bazujące na inwerterach CMOS w scalonych systemach VLSI" monografia habilitacyjna, Wydawnictwa AGH, 2012

Informacje dodatkowe

W. Machowski "Niskonapięciowe układy analogowe bazujące na inwerterach CMOS w scalonych systemach VLSI" monografia habilitacyjna, Wydawnictwa AGH, 2012

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

| Forma aktywności studenta | Obciążenie studenta |
|--|---------------------|
| Udział w wykładach | 14 godz |
| Samodzielne studiowanie tematyki zajęć | 57 godz |
| Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych | 14 godz |
| Przygotowanie do zajęć | 15 godz |
| Sumaryczne obciążenie pracą studenta | 100 godz |
| Punkty ECTS za moduł | 4 ECTS |