

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Teoria obwodów i sygnałów

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFT-1-407-s Punkty ECTS: 5

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna Specjalność: —

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

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

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. inż. Idzik Marek (idzik@fis.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: prof. dr hab. inż. Idzik Marek (idzik@fis.agh.edu.pl)
dr inż. Świątek
Krzysztof (swientek@agh.edu.pl)
dr inż. Fiutowski Tomasz (tomasz.fiutowski@agh.edu.pl)

Krótką charakterystyka modułu

Powyższe zajęcia powinny wprowadzić studenta w podstawy teorii obwodów i sygnałów.

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 zna podstawowe zjawiska zachodzące w układach o elementach rozproszonych. Student zna podstawy teorii elementów półprzewodnikowych.	FT1A_W02, FT1A_W01, FT1A_W06, FT1A_W01, FT1A_W07, FT1A_W06, FT1A_W07, FT1A_W02	Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_W002	Student zna podstawowe metody analizy liniowych obwodów elektrycznych. Student dysponuje wiedzą na temat działania wzmacniacza operacyjnego oraz podstaw filtracji sygnału.	FT1A_W02, FT1A_W04, FT1A_W06, FT1A_W07, FT1A_W06, FT1A_W04, FT1A_W07, FT1A_W02	Kolokwium, Egzamin, Aktywność na zajęciach
Umiejętności			

M_U001	Student potrafi policzyć parametry „linii długiej” (współczynniki odbicia, impedancja charakterystyczna) potrzebne do prawidłowej transmisji sygnałów elektrycznych	FT1A_U05, FT1A_U05	Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_U002	Student potrafi zaprojektować prosty filtr aktywny o zadanym typie charakterystyk częstotliwościowych. Student potrafi wyliczyć i narysować charakterystyki częstotliwościowe układu	FT1A_U08, FT1A_U01, FT1A_U04, FT1A_U04, FT1A_U01	Kolokwium, Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_U003	Student potrafi przeprowadzić analizę liniowego obwodu elektrycznego tak w stanie ustalonym jak i nieustalonym, przy użyciu odpowiednich narzędzi matematycznych	FT1A_U06, FT1A_U01, FT1A_U01, FT1A_U15, FT1A_U06	Kolokwium, Egzamin, Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi zaprezentować się na forum grupy	FT1A_K05, FT1A_K01, FT1A_K01, FT1A_K04	Udział w dyskusji

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 zna podstawowe zjawiska zachodzące w układach o elementach rozproszonych. Student zna podstawy teorii elementów półprzewodnikowych.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna podstawowe metody analizy liniowych obwodów elektrycznych. Student dysponuje wiedzą na temat działania wzmacniacza operacyjnego oraz podstaw filtracji sygnału.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi policzyć parametry „linii długiej” (współczynniki odbicia, impedancja charakterystyczna) potrzebne do prawidłowej transmisji sygnałów elektrycznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U002	Student potrafi zaprojektować prosty filtr aktywny o zadanym typie charakterystyk częstotliwościowych. Student potrafi wyliczyć i narysować charakterystyki częstotliwościowe układu	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi przeprowadzić analizę liniowego obwodu elektrycznego tak w stanie ustalonym jak i nieustalonym, przy użyciu odpowiednich narzędzi matematycznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi zaprezentować się na forum grupy	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Tematyka

WYKŁADY

1. Wprowadzenie do elektroniki współczesnej. Historia i rozwój technologii krzemowej. Technologia bipolarna i CMOS. Skalowanie w technologii CMOS. - 2 godz.
2. Wstęp do analizy liniowych obwodów elektrycznych . Prawo Ohma, prawa Kirchoffa, źródło napięcia, źródło prądu, zasada Tevenina, zasada Nortona, zasada superpozycji. - 2 godz.
3. Metody analizy liniowych obwodów elektrycznych. Metoda prądów oczkowych i napięć węzłowych - 2 godz.
4. Analiza stanów ustalonych w obwodach z wymuszeniem sinusoidalnym. Elementy zmiennoprądowe: kondensator, cewka. Metoda liczb zespolonych -2godz
5. Analiza częstotliwościowa, charakterystyki Bodego, układy RC i CR. - 2 godz
6. Wprowadzenie do transformata Laplace'a. Własności transformaty Laplace'a. Przekształcenie odwrotne Laplace'a, metoda residuów. - 2 godz.
7. Zastosowanie transformaty Laplace'a w analizie liniowych obwodów elektrycznych. Prawa Kirchoffa w postaci operatorowej - 2 godz.
8. Wzmacniacze operacyjne. Idealny wzmacniacz operacyjny, wzmacniacz odwracający, nieodwracający, sumujący, odejmujący, całkujący, różniczkujący - 2 godz.
9. Elementarna teoria sprzężenia zwrotnego. Wpływ ujemnego sprzężenia zwrotnego na liniowość, charakterystyki częstotliwościowe. Stabilność układów ze sprzężeniem zwrotnym - 2 godz.
10. Filtracja sygnału, analogowe filtry bierne i aktywne, dolno i górnoprzepustowe. Zastosowania wzmacniaczy operacyjnych. - 2 godz.
11. Filtry aktywne, rodzaje i własności filtrów, filtr o tłumieniu krytycznym, Bessela, Butterwortha, Chebysheva - 2 godz
12. Wprowadzenie do układów rozproszonych (linii długiej), parametry linii długiej, równania linii długiej, impedancja charakterystyczna, linia bezstratna i stratna - 2h
13. Rozwiązanie szczególnych przypadków problemów linii długiej bezstratnej, graficzna metoda Bergerona.
14. Elementarna teoria półprzewodników. Model wiązań kowalencyjnych, pasmowy

model półprzewodnika. Rodzaje półprzewodników: n,p. Koncentracje elektronów i dziur w stanie równowagi termodynamicznej, transport nośników w półprzewodniku 2 godz

15. Zjawiska unoszenia, dyfuzji. Półprzewodnik w stanie nierównowagi termodynamicznej: procesy generacyjno-rekombinacyjne, złącze p-n, charakterystyka prądowo-napięciowa, przybliżenie pierwszego stopnia - 2 godz.

Ćwiczenia audytoryjne

Tematyka

ĆWICZENIA AUDYTORYJNE

1. Podstawy liniowych obwodów elektrycznych (6 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi napisać i rozwiązać komplet równań Kirchoffa

student potrafi wykorzystać zasadę superpozycji, Tevenina i Nortona przy analizie obwodu elektrycznego

student potrafi analizować obwody z napięciowymi i prądowymi źródłami sterowanymi

2. Metoda prądów oczkowych i potencjałów węzłowych (4 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi sformułować problem obwodu elektrycznego w postaci macierzy prądów oczkowych, bądź macierzy potencjałów węzłowych

student potrafi przeanalizować postawiony macierzowo problem i wyliczyć poszukiwane zmienne

3. Analiza stanów ustalonych w obwodach z wymuszeniem sinusoidalnym (4 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi zastosować metodę liczb zespolonych do analizy podstawowych problemów elektrotechniki zawierających elementy R, L, C,

student potrafi zinterpretować w dziedzinie czasu otrzymany wynik zespolony (moduł, faza)

student potrafi wyliczyć wartości skuteczne szukanych wielkości i zna ich interpretację fizyczną

4. Charakterystyki częstotliwościowe (3 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi zastosować metodę liczb zespolonych do wyliczenia charakterystyk częstotliwościowych układu elektrycznego,

student potrafi narysować charakterystyki Bodego

student potrafi zinterpretować charakterystyki częstotliwościowe i znaleźć częstotliwości kluczowe dla pracy układu

5. Idealne wzmacniacze operacyjne i ujemne sprzężenie zwrotne(3 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi przeanalizować układy zawierające idealne wzmacniacze operacyjne,

student potrafi zastosować wzmacniacz operacyjny w celu dokonania operacji na sygnałach (dodawanie, odejmowanie, etc...)

6. Zastosowanie transformaty Laplace'a w analizie stanów nieustalonych(7 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi sformułować zagadnienie obwodu elektrycznego w dziedzinie transformaty Laplace'a

student potrafi zastosować poznane wcześniej metody analizy obwodów liniowych do analizy obwodów w dziedzinie transformaty Laplace'a

student potrafi wykonać analizę zagadnienia w dziedzinie transformaty Laplace'a

student potrafi obliczyć odwrotną transformatę Laplace'a

student potrafi zidentyfikować bieguny i zera analizowanego problemu i zna ich

interpretację fizyczną

7. Filtry aktywne(3 godz.)

Efekty kształcenia:

student potrafi przeanalizować układy podstawowe układy filtrów aktywnych opartych na wzmacniaczach operacyjnych

student potrafi wyliczyć charakterystyki częstotliwościowe filtra krytycznego,

Butterwortha, Chebysheva, Bessela

student potrafi wyliczyć odpowiedzi impulsowe poznanych filtrów,

Sposób obliczania oceny końcowej

Oceny z ćwiczeń rachunkowych © oraz z egzaminu (E) obliczane są następująco: procent uzyskanych punktów przeliczany jest na ocenę zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

Ocena końcowa (OK) obliczana jest jako średnia ważona ocen z egzaminu (E) i z ćwiczeń rachunkowych ©:

$$OK = 0.6 \times E + 0.4 \times C$$

Uzyskanie pozytywnej oceny (OK) wymaga uzyskania wszystkich pozytywnych ocen cząstkowych (E, C). Każda ocena cząstkowa liczona jest jako średnia ważona z wszystkich terminów.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość równań Kirchoffa i podstawowych zagadnień elektrycznych na poziomie szkoły średniej

Znajomość podstaw liczb zespolonych

Podstawy przekształcenia Laplace'a

Znajomość podstaw algebry liniowej (operacje na macierzach)

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Bolkowski S., Teoria obwodów elektrycznych.

Thomas R., Rosa A., Toussaint G., The analysis and design of linear circuits.

Osiowski J., Zarys rachunku operatorowego.

Marciniak., Półprzewodnikowe układy scalone.

Gray P.R., Analysis and Design of Analog Integrated Circuits.

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

C. Abellan Beteta, S. Bugiel, R. Dasgupta, M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, C. Kane, J. Moron, K. Swientek, J. Wang, 8-channel prototype of SALT readout ASIC for Upstream Tracker in the upgraded LHCb experiment, JINST 12 (2017) C02007

S. Bugiel, R. Dasgupta, M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, M. Kopeć, J. Moroń, K. Świentek, Ultra-Low Power Fast Multi-Channel 10-Bit ADC ASIC for Readout of Particle Physics Detectors, IEEE Transactions on Nuclear Science, vol 63, no 5 pp. 2622-2631

Sz. Bugiel, R. Dasgupta, M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, M. Kuczynska, J. Moron, K. Swientek, T. Szumlak, SALT, a dedicated readout chip for high precision tracking silicon strip detectors at the LHCb Upgrade, JINST 11 (2016) C02028M

D. Przyborowski, T. Fiutowski, M. Idzik, M. Kajetanowicz, G. Korcyl, P. Salabura, J. Smyrski, P. Strzempek, K. Swientek, P. Terlecki, J. Tokarz, Development of a dedicated front-end electronics for straw tube trackers in the PANDA experiment, Journal of Instrumentation, JINST 11 P08009 2016

M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, J. Moron, K. Swientek, Development of a low power Delay-Locked Loop in two 130 nm CMOS technologies, JINST 11 (2016) C02027

Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, J. Moron, K. Swientek, A wide range ultra-low power Phase-Locked Loop with automatic frequency setting in 130 nm CMOS technology for data serialisation, JINST 10 (2015)P12015, 1-16

M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, S. Kulis, J. Moron, K. Swientek, A fast, ultra-low and frequency-scalable power consumption, 10-bit SAR ADC for particle physics detectors, JINST 10 (2015) P11012

M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, J. Moroń and K. Świentek, Development of scalable frequency and power Phase-Locked Loop in 130 nm CMOS technology, Journal of Instrumentation, JINST 9 C02006, February 2014

M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, J. Moroń and K. Świentek, A fast, low-power, 6-bit SAR ADC for readout of strip detectors in the LHCb Upgrade experiment, Journal of Instrumentation, JINST 9 P07006, July 2014

- M. Firlej, T. Fiutowski, M. Idzik, J. Moron, K. Swientek, A fast, low-power, multichannel 6-bit ADC ASIC with data serialisation, Proceedings of Science by SISSA, PoS(TIPP2014)
- D. Przyborowski, M. Idzik, Development of Low-Power Small-Area L-2L CMOS DACs for multichannel readout systems, Journal of Instrumentation, JINST 7 C01026, January 2012
- J. Moron, M. Firlej, M. Idzik, Development of low power Phase-Locked Loop (PLL) and PLL-based transceiver, Journal of Instrumentation, JINST 7 C01099, January 2012
- Sz. Kulis, A. Matoga, M. Idzik, K. Świentek, T. Fiutowski, D. Przyborowski, A general purpose multichannel readout system for radiation detectors, Journal of Instrumentation, JINST 7 T01004, January 2012
- M. Idzik, K. Świentek, T. Fiutowski, S. Kulis, D. Przyborowski, A 10-bit Multichannel Digitizer ASIC for Detectors in Particle Physics Experiments, IEEE Transaction on Nuclear Science, vol. 59, no 2, pp. 294-302, 2012
- Sz. Kulis, M. Idzik, Triggerless Readout with Time and Amplitude Reconstruction of Event Based on Deconvolution Algorithm, Acta Physica Polonica B, Proceedings Supplement, Vol. 4, No. 1 p.49-58, 2011
- J. Moroń, M. Firlej, M. Idzik, Development of Fast Transceiver for Serial Data Transmission in Luminosity Detector at Future Linear Collider, Acta Physica Polonica B, Proceedings Supplement, Vol. 4, No. 1 p.41-48, 2011
- M. Idzik, K. Swientek, T. Fiutowski, S. Kulis, P. Ambalathankandy, A power scalable 10-bit pipeline ADC for Luminosity Detector at ILC, JINST 6 P01004 2011
- M. Idzik, K. Swientek, Sz. Kulis, Development of pipeline ADC for the Luminosity Detector at ILC, JINST 5 P04006 2010
- D. Przyborowski, M. Idzik, A 10-bit Low-Power Small-Area High-Swing CMOS DAC, IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 57, No 1, pp 292-299, 2010
- M. Idzik, Sz. Kulis, D. Przyborowski, Development of front-end electronics for the luminosity detector at ILC, Nucl. Instr. and Meth. A 608 (2009) pp.169-174
- P. Gryboś, M. Idzik, P. Maj, Noise optimization of charge amplifiers with MOS input transistors operating in moderate inversion region for short peaking times, IEEE Transactions on Nuclear Science (2007) vol. 54 no. 3, 555-560
- P. Grybos, M. Idzik, A. Skoczen, Design of low noise charge amplifier in sub-micron technology for fast shaping time, Analog Integr Circ S 49 (2): 107-114 Nov 2006

Informacje dodatkowe

I – Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

ćwiczenia audytoryjne (dawniej rachunkowe), lab. komputerowe, projektowe itp.:

Nieobecność na jednych ćwiczeniach zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału. Nieobecność na więcej niż jednych zajęciach wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie pisemnej w wyznaczonym przez prowadzącego terminie, lecz nie później jak w ostatnim tygodniu trwania zajęć. Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż 10% zajęć i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości wyrównania zaległości.

ćwiczenia laboratoryjne:

Pod koniec semestru przewidziany jest dodatkowy termin ćwiczeń (ogłaszany 2 tygodnie wcześniej przez prowadzących), w którym można wykonać pomiary, których student z przyczyn losowych nie mógł wykonać w pierwotnym terminie. Studenci mogą wówczas odrabiać ćwiczenia po uprzednim uzyskaniu zgody prowadzącego zajęcia w jego grupie oraz odpowiedzi z części teoretycznej.

Obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH.

II – Zasady zaliczania zajęć:

ćwiczenia audytoryjne (dawniej rachunkowe), lab. komputerowe, projektowe itp.: Podstawowym terminem uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w danym semestrze. Student może przystąpić do poprawkowego zaliczenia.

Student który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż 10% zajęć i jego cząstkowe wyniki w nauce były negatywne może zostać pozbawiony, przez prowadzącego zajęcia, możliwości poprawkowego zaliczenia zajęć.

ćwiczenia laboratoryjne:

Zaliczenie laboratorium wymaga zaliczenia wszystkich ćwiczeń podanych w treści modułu.

Warunkiem uzyskania zaliczenia z pojedynczego ćwiczenia jest:

- uzyskanie pozytywnej oceny z przygotowania teoretycznego
- poprawnie wykonane pomiary
- zaliczone sprawozdanie z opracowaniem wyników

Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wcześniejsze uzyskanie zaliczenia z wszystkich rodzajów ćwiczeń.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	42 godz
Udział w ćwiczeniach audytoryjnych	30 godz
Przygotowanie do zajęć	28 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	132 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS