**Nazwa przedmiotu:**

Szumy i zakłócenia w aparaturze elektronicznej

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. Janusz Marzec

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

SZAE

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

100

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

**Wymagania wstępne:**

ELKA2 - Elektronika 2
PP - Przyrządy półprzewodnikowe
USE - Układy i systemy elektroniczne

**Limit liczby studentów:**

36

**Cel przedmiotu:**

Przedmiotem wykładu są metody projektowania niskoszumnych, odpornych na zakłócenia układów elektronicznych.Celem wykładu jest przekazanie studentom umiejętności sprawnego posługiwania się rachunkiem szumów na etapie projektowania układu i zapoznanie z zasadami zwalczania zakłóceń na wszystkich etapach procesu realizacji systemu elektronicznego.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:

Szumy.

 Terminologia, opis w dziedzinie czasu i częstotliwości. Fizyczne źródła szumów - szum cieplny, śrutowy. Szumy nadmiarowe (3h).
 Pasmo szumowe. Szumowa analiza schematów układów. Uniwersalny szumowy schemat zastępczy czwórnika. Inne miary szumów - współczynnik szumów, zastępcza rezystancja i temperatura szumów (3h).
 Szumy elementów czynnych - tranzystory bipolarne i unipolarne. Szum diody. Szumy wzmacniaczy z wejściami różnych typów (2h).
 Całkowity zastępczy szum wejściowy - czujnik zbocznikowany rezystancją, pojemnością i obwodem rezonansowym (2h).
 Pomiar szumów - metoda sinusoidalna i generatora szumów. Pomiar widma szumów (2h),
 Detekcja sygnału w obecności szumu. Sygnał fotonowy - tryb prądowy i impulsowy. Wzmacnianie lawinowe (2h).
 Wzmacniacz ładunkowy. Równoważny ładunek szumów. Zliczanie zdarzeń, pomiar amplitudy i czasu w obecności szumu. Chłodzone układy niskoszumne (2h).

 Zakłócenia.
 Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej. Taktyka zwalczania zakłóceń. Drogi przenikania zakłóceń - kanały sprzęgające. Metody opisu kanału sprzęgającego - teoria obwodów a teoria pola (4h).
 Ekranowanie. Zjawisko naskórkowości. Tłumienie odbiciowe i absorpcyjne. Szczeliny w ekranach (2h).
 Przewody - przenikanie składowej elektrycznej i magnetycznej. Kable ekranowane i linie transmisyjne (2h).
 Masa sygnałowa. Masa bezpieczeństwa. Definicje masy sygnałowej - ekwipotencjalna i prądowa. Typy systemów masy i zasady projektowania połączeń masy. Pętle połączeń masy - bariery izolacyjne i impedancyjne (4h).
 Zakłócenia w układach cyfrowych - odporność na zakłócenia i układ cyfrowy jako źródło zakłóceń. Odsprzęganie. Emisja zakłóceń różnicowych (asymetrycznych) i synfazowych (symetrycznych). Projektowanie płytek drukowanych z układami cyfrowymi(2).

Treść ćwiczeń:
Początkowy fragment ćwiczeń rachunkowych poświęcony jest przypomnieniu i rozszerzeniu wiadomości uzyskanych w trakcie poprzedzających wykładów z układów elektronicznych i przyrządów półprzewodnikowych (czytanie schematów układów analogowych, obliczanie punktów pracy podzespołów, liczenie wzmocnienia i pasma wzmacniaczy). Dalej, obliczane będą szumy prostych przykładów wzmacniaczy. Później realizowane będą obliczenia poziomu szumów i zakłóceń dla typowych sytuacji projektowych występujących przy projektowaniu układów elektroniki medycznej, układów elektroniki jądrowej, dużych systemów akwizycji danych w eksperymentach fizyki wysokiej energii.

**Metody oceny:**

Kolokwium w trakcie ćwiczeń w połowie semestru.
Egzamin pisemny + egzamin ustny dla osób chcących poprawiać ocenę.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

 Ott H. W., Electromagnetic Compatibility Engineering, John Wiley & Sons, 2009 (dostępna w bibliotece IRE).
 Vasilescu G., Electronic Noise and Interfering Signals, Springer, 2005 (dostępna z komputerów PW na http://www.springerlink.com/content/x42474/?p=1a01cdd6f5344de8b8286a50667a0b16&pi=0 )
 Ott H. W., Noise reduction techniques in electronic systems, A Wiley-Interscience Publication, 1988.
 Motchenbacher C. D., Fitchen F. C., Projektowanie elementów i układów elektronicznych niskoszumnych, WNT, 1977.
 Ott H. W., Metody redukcji zakłóceń i szumów w układach elektronicznych, WNT, 1979.
 Hasse L., Spiralski L., Szumy elementów i układów elektronicznych, WNT, 1981.
 Charoy A., Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych, WNT, 1999.

**Witryna www przedmiotu:**

http://eres.elka.pw.edu.pl/eres/wwersje$.startup?Z\_ID\_PRZEDMIOTU=SZAE&Z\_NR\_WERSJI=2&Z\_CHK=23479

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

posiada podstawową wiedzę na temat fizycznych źródeł szumów w układach elektronicznych

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W2:**

posiada specjalistyczną wiedzę na temat metod opisu szumów i technik obliczania całkowitego, ekwiwalentnego szumu wejściowego

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W03, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W3:**

posiada specjalistyczną wiedzę na temat mechanizmów generowania i propagowania się zakłóceń

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W4:**

posiada specjalistyczną wiedzę na temat technik zwalczania zakłóceń w układach i systemach elektronicznych takich jak np: projektowanie masy sygnałowej, ekranowanie, odsprzęganie.

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

potrafi, na podstawie znajomości schematu i danych katalogowych podzespołów, obliczyć całkowity, ekwiwalentny szum wzmacniacza

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

potrafi zaprojektować skuteczny ekran przeciwzakłóceniowy

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08, K\_U10, K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U3:**

potrafi przystąpić do zadania zidentyfikowania krytycznej ścieżki przenikania zakłóceń do systemu elektronicznego

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

jest świadomy odpowiedzialności ciążącej na projektancie aparatury elektronicznej za zapewnienei niskiego poziomu emitowanych zakłóceń

Weryfikacja:

kolokwium + egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**