**Nazwa przedmiotu:**

Dynamika procesów i sterowanie

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab inż. Bernard Zawada

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2014/2015

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wykład 30 godz., Zajęcia laboratoryjne 30 godz., Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych 15 godz., Zapoznanie się z literaturą na zajęcia laboratoryjne 15 godz., Przygotowanie sprawozdań 15 godz., Przygotowanie do egzaminu, obecność na egzaminie 30 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

4

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 450h |
| Ćwiczenia: | 450h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

0

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zasad automatycznego sterowania procesami w ciepłownictwie, ogrzewnictwie, wentylacji i klimatyzacji ze szczególnym uwzględnieniem ekonomicznej i niezawodnej pracy systemów. Stworzenie płaszczyzny współpracy między inżynierami automatykami i inżynierami sanitarnymi z zakresu COW (absolwentami IŚ).

**Treści kształcenia:**

Treści ćwiczeń laboratoryjnych
Ćwiczenia realizowane są w cyklu 4 godzinnym. Student realizuje 7 ćwiczeń laboratoryjnych w wymiarze 30 godz. (28 +2). Są to 4 ćwiczenia wybrane spośród wymienionych w punktach 2 – 9 oraz ćwiczenia 10, 11, 12.
1. Wprowadzenie do laboratorium
2. Obliczanie współczynników szeregu Fouriera oraz widma amplitudy i mocy sygnału dla przykładowych sygnałów z zakresu ciepłownictwa, wentylacji i klimatyzacji (wartości temperatury powietrza zewnętrznego, nasłonecznienia, prędkości wiatru, rozbiory c.w.u., zyski ciepła w pomieszczeniu itp).
3. identyfikacja obiektu regulacji: wyznaczenie parametrów transmitancji na podstawie pomiarów charakterystyki skokowej oraz modelu ARMAX i transmitancji na podstawie biernej obserwacji parametrów charakterystycznych budynku.
4. Badanie kaskadowych układów regulacji temperatury (lub wilgotności względnej) w pomieszczeniu, przy wykorzystaniu systemu BEMS: ocena poprawności działania kaskadowych układów regulacji i uzyskiwanej jakości regulacji, dobór optymalnych nastaw algorytmów regulacji. Analiza przemian powietrza zachodzących w wykorzystywanej centrali na wykresie i-x.
5. Badanie sekwencji startu urządzeń w centrali klimatyzacyjnej oraz poprawności działania układów zabezpieczających, przy wykorzystaniu systemu BEMS: uruchomienie centrali klimatyzacyjnej, ocena poprawności działania układów zabezpieczenia.
6. Badanie układów regulacji w kotłowni gazowej przy wykorzystaniu systemu BEMS: kształtowanie wykresu regulacyjnego kotłowni zasilającej instalację c.o oraz system klimatyzacji, ocena dokładności regulacji oraz poprawności działania układów regulacji i zabezpieczenia
7. Badanie układów regulacji instalacji c.o. w węzłach ciepłowniczych przy wykorzystaniu systemu BEMS: kształtowanie wykresu regulacyjnego i ocena dokładności regulacji, analiza wpływu osłabień nocnych i rannego rozgrzewania na wartości temperatury powietrza w pomieszczeniu.
8. Stycznikowe sterowanie pomp i wentylatorów. Badanie układu sterowania pompami obiegowymi c.o. w stanie normalnej pracy i w stanach awaryjnych (brak wody w instalacji, przeciążenie silnika napędowego, asymetria faz prądu zasilającego 3-fazowego, upływności prądu w instalacji elektrycznej). Analiza stanu urządzeń zabezpieczających w obwodach zasilających i terujących.
9. Badanie układów regulacji instalacji c.w.u. w węzłach ciepłowniczych przy wykorzystaniu systemu BEMS: ocena dokładności regulacji, zmienności poborów c.w.u. oraz prawidłowości ładowania zasobnika.
10. Algorytmy sterowania węzłów ciepłowniczych; standardowe, niestandardowe, wykorzystanie sieci neuronowych. Wpływ właściwości obiektu regulacji na jakość regulacji. Badania doświadczalne i symulacyjne.
11. Zarządzanie energią na cele ciepłownicze w budynkach z wykorzystaniem systemów komputerowych BEMS. Algorytmy zarządzania układami sterownia oraz procesami ciepłowniczymi. Opracowanie koncepcji systemu BEMS dla zadanego procesu ciepłowniczego. Badania systemu zarządzania energią w istniejącym obiekcie.
12. Programowanie sterowników swobodnie programowalnych dla wybranych procesów ciepłowniczych. Badania doświadczalne z wykorzystaniem sterowników rzeczywistych.

**Metody oceny:**

Wykłady:
Egzamin
Ćwiczenia laboratoryjne
Sprawozdania z ćwiczeń

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. Zawada B.: Układy sterowania w systemach wentylacji i klimatyzacji. Oficyna Wydawnicza PW. Warszawa 2006
2. Zawada B.: Analiza procesu użytkowania energii cieplnej w eksploatacji obiektów przemysłowych. KILiW PAN, Warszawa 1996.
3. Wurstlin D.: Regulacja urządzeń ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych. Arkady, Warszawa 1978,
4. Chmielnicki W.J.: Poradnik Ciepłownictwo. Regulacja automatyczna urządzeń ciepłowniczych. FRC Unia Ciepłownictwa (Wyd. 3), Warszawa 2000.
5. Chmielnicki W.J.: Sterowanie mocą w budynkach zasilanych z centralnych źródeł ciepła. PAN,
Warszawa 1996.
6. Strony internetowe producentów urządzeń, tzn. firm: Honeywell, Johnson Controls, Siemens, Samson, Danfoss, TAC, itp.
7. Materiały pomocnicze i instrukcje do ćwiczeń, dostępne na wydziałowej stronie internetowej Moodle

**Witryna www przedmiotu:**

https://www.is.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=174

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

01. Zna matematyczne opisy procesów wymiany ciepła i masy w stanie nieustalonym w dziedzinie czasu i częstotliwości dla wybranych elementów i całych systemów ogrzewczo - wentylacyjnych (COW)
egzamin pisemny i ustny
O2. Zna doświadczalne metody uzyskiwania opisów matematycznych; metody identyfikacji obiektów i algorytmy stosowane do obliczenia parametrów.
egzamin pisemny i ustny
03. Zna podstawowe układy regulacji i zabezpieczenia w systemach wentylacji i klimatyzacji: centralach i szafach klimatyzacyjnych, systemach VAV, w klimatyzowanych pomieszczeniach; zna metody poprawy jakości w układach regulacji temperatury i wilgotności względnej.
egzamin pisemny i ustny
04. Zna podstawowe układy regulacji w systemach ciepłowniczych; źródłach ciepła, sieci i węzłów ciepłowniczych, w ogrzewanych pomieszczeniach; zna metody poprawy jakości w układach regulacji temperatury u odbiorców ciepła.
egzamin pisemny i ustny
05. Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie sterowania procesami w COW; algorytmy standardowe i niestandardowe, zasady programowania sterowników swobodnie programowalnych
egzamin pisemny i ustny
06. Posiada podstawową wiedzę w zakresie komputerowych systemów zarządzania i nadzoru (BEMS) stosowany w eksploatacji budynków; zna strategie sterowania pracą instalacji ogrzewcz- wentylacyjnych
egzamin pisemny i ustny

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

Efekty umiejętności
01. Potrafi samodzielnie przeprowadzić pomiary i określić parametry modeli matematycznych opisujących procesy cieplne - identyfikacja obiektu regulacji lub określenie współczynników szeregu Fouriera.
Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 2 lub 3)
02. wykorzystując system BEMS, potrafi ocenić jakości regulacji i zużycie energii, dobrać optymalne nastawy algorytmu w układach regulacji temperatury lub wilgotności względnej w pomieszczeniu, lub też przeprowadzić symulację stanów awaryjnych i ocenić prawidłowość działania układów zabezpieczających:
Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 4 lub 5)
03. Wykorzystując dane rejestrowane w systemie BEMS, potrafi ocenić wykres regulacyjny, jakości regulacji temperatury, zużycie energii oraz dobrać optymalne nastawy algorytmu w układach regulacji kotłowni gazowej,
Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 6)
04. Wykorzystując dane rejestrowane w systemie BEMS, potrafi ocenić jakości regulacji, zużycie energii oraz dobrać optymalne nastawy algorytmu w układach regulacji układów regulacji instalacji c.o. lub też przeprowadzić symulację stanów awaryjnych i ocenić prawidłowość działania układów sterowania pompami obiegowymi c.o.
Zaliczenie sprawozdania ćwiczenie nr 7 lub 8)
05. Wykorzystując dane rejestrowane w systemie BEMS, potrafi ocenić jakości regulacji, zużycie energii oraz dobrać optymalne nastawy algorytmu w układach regulacji układów regulacji instalacji c.w.u. oraz ocenić prawidłowość algorytmu sterowania pompą obiegową i cyrkulacyjną
Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 9)
06. Potrafi ocenić efekty komputerowego zarządzanie energią na cele ciepłownicze w budynkach z wykorzystaniem systemów BEMS.
Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 10 i 11)
07. Potrafi samodzielnie ustawić parametry algorytmu sterowania w sterowniku skonfigurowanym dla wybranych procesów COW.
Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 12)

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K01:**

Kompetencje społeczne
01. Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych przez ciągłe śledzenie nowości technicznych w prasie fachowej i katalogach firm produkujących urządzenia.
umiejętność korzystania z nowości technicznych, prasy branżowej i katalogów firm produkujących urządzenia
02. Ma poczucie odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania związane z pracą zespołową
umiejętność pracy w zespole

Weryfikacja:

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**