**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:**

Kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOW-MSP-2301

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Liczba godzin wykładów - 30,
Liczba godzin laboratorium - 30.
Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych - 35 godzin.
Przygotowanie do egzaminu - 30 godzin.
Egzamin ustny i pisemny - 5 godz.
Łącznie - 130 godzin

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 30h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw automatyki procesów

**Limit liczby studentów:**

brak

**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:**

tak

**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:**

brak

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

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).

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W02, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W02:**

Zna doświadczalne metody uzyskiwania opisów matematycznych; metody identyfikacji obiektów i algorytmy stosowane do obliczenia parametrów.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07

**Efekt W03:**

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.

Weryfikacja:

egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W13, IS\_W14, IS\_W15, IS\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W11, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W11, T2A\_W02, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W04:**

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.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W13, IS\_W14, IS\_W15, IS\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W11, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W11, T2A\_W02, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W05:**

Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie sterowania procesami w COW; algorytmy standardowe i niestandardowe, zasady programowania sterowników swobodnie programowalnych.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W12, IS\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W03, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W02, T2A\_W05, T2A\_W07

**Efekt W06:**

Posiada podstawową wiedzę w zakresie komputerowych systemów zarządzania i nadzoru (BEMS) stosowany w eksploatacji budynków; zna strategie sterowania pracą instalacji ogrzewczo- wentylacyjnych.

Weryfikacja:

Egzamin pisemny i ustny

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W08, IS\_W13, IS\_W15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W06, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W11, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W11

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

Potrafi samodzielnie przeprowadzić pomiary i określić parametry modeli matematycznych opisujących procesy cieplne - identyfikacja obiektu regulacji lub określenie współczynników szeregu Fouriera.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 2 lub 3)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U02:**

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.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 4 lub 5)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U03:**

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.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U04:**

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.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania ćwiczenie nr 7 lub 8)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U05:**

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.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 9)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U06:**

Potrafi ocenić efekty komputerowego zarządzanie energią na cele ciepłownicze w budynkach z wykorzystaniem systemów BEMS.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 10 i 11)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

**Efekt U07:**

Potrafi samodzielnie ustawić parametry algorytmu sterowania w sterowniku skonfigurowanym dla wybranych procesów COW.

Weryfikacja:

Zaliczenie sprawozdania (ćwiczenie nr 12)

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U07, IS\_U08, IS\_U10, IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U09, T2A\_U09, T2A\_U15, T2A\_U19, T2A\_U10, T2A\_U15, T2A\_U18, T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12, T2A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04, T2A\_U01, T2A\_U03, T2A\_U05, T2A\_U04

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K01:**

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

Weryfikacja:

Wykłady: Egzamin Ćwiczenia laboratoryjne: Sprawozdania z ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K01

**Efekt K02:**

Ma poczucie odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania związane z pracą zespołową umiejętność pracy w zespole

Weryfikacja:

Wykłady: Egzamin
Ćwiczenia laboratoryjne: Sprawozdania z ćwiczeń

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K04