

	<i>Wkład</i>	<i>Lab</i>
1	<p>Prezentacja programu badań laboratoryjnych. Zasady konstrukcji i weryfikacji modelu symulacyjnego. Konstrukcja modelu pomieszczenia z grzejnikiem wodnym.</p> <p><i>Wprowadzenie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>docelowo na laboratorium:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>budynek (sieć) z regulacją lokalną i centralną</i> <i>bloki w regulatorach i sterownikach (PID i towarzyszące), połączenie z obiektem</i> - <i>na wykładzie: wprowadzenie do laboratorium, systematyka regulatorów, metody projektowania, wspomaganie</i> <p><i>Konstrukcja modeli, identyfikacja parametrów, punkt pracy (powtórka zasad):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Model z grzejnikiem wodnym (Cvg, Cvw, Cvs) – zasada układania równań</i> - <i>Model z grzejnikiem wodnym 2. rzędu, wersja M (lab.1)</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>2.rząd (Cvg, Cvw z poprawką), 3 warianty założeń na Tgśr (M/S)</i> - <i>dla Tgśr=Tgp (M) - obliczyć współczynniki i punkt pracy</i> <p><i>Aplikacja modelu w Simulinku, weryfikacja poprawności, badanie dynamiki</i></p> <p><i>Charakterystyki statyczne z modelu dynamiki</i></p> <p><i>Grupowanie i parametryzowanie (blokowanie i maskowanie) w Simulinku</i></p>	<p>Model pomieszczenia</p> <p>Pom + grzej.co (2.rząd: Cvp, Cvg)</p> <ul style="list-style-type: none"> - procedura: <ul style="list-style-type: none"> -schemat -skrypt - weryfikacja <ul style="list-style-type: none"> - punkt pracy - odp.na skok
2	<p>Obiekt rzeczywisty a model – projekt na modelu, realizacja na obiekcie</p> <p>Opis i badania symulacyjne układów wielowymiarowych – zastosowanie macierzy</p> <p>Konstrukcja modeli dynamiki i analiza (powtórka na schemacie przekształceń) [01]</p> <p>Modele black-box, grey-box, white-box</p> <p>Model kotłowni. Modele złożone (pętle algebraiczne, blok memory, opóźnienie transportowe)</p> <p>Model budynku – pomieszczenia+kotłownia+opóźnienia</p> <p>Modele wielowymiarowe (na przykładzie badanych obiektów). Zastosowanie macierzy</p> <p><i>Analiza modelu pom+grzej.co:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - wejścia, wyjścia, parametry (sparametryzowany blok obiektu) - wersja liniowa ($f=const$) – równania z transmitancji <ul style="list-style-type: none"> - punkt równowagi - stabilność – równanie charakterystyczne (z) - położenie pierwiastków – odległość od osi (szybkość zanikania składowej swobodnej) - wersja nieliniowa ($f\neq const$): <ul style="list-style-type: none"> - punkt równowagi - stabilność (w okolicach punktu równowagi, przyjmując różne f) <p>- Model zastępczy budynku – 1 pomieszczenie + 1 grzejnik (bo można obliczyć i jako przygotowanie do krzywych pogodowych)</p>	<p>Model kotła</p> <p>Grupowanie, parametryzowanie.</p> <p>cd model pomiesz</p> <p>Kot (1.rząd Cvk)</p> <p>grupowanie parametryzowanie</p> <p>Do przyg. budynek</p>
3	<p>Schemat opisujący formy i metody przekształceń modeli dynamiki</p> <p>Eksperymentalne metody identyfikacji modeli. Modele SISO i MIMO.</p> <p>Identyfikacja i analiza modelu pomieszczenia z grzejnikiem wodnym</p> <p>Identyfikacja eksperymentalna: [03]</p> <ul style="list-style-type: none"> - charakterystyki statyczne (liniowość, czułość) - odpowiedzi czasowe: model Kupfmullera, model Strejca, metoda momentów, - charakterystyki częstotliwościowe <p>Własności modeli „eksperymentalnych”:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ograniczenie (liniowe, stabilne), black-box (narzucona transmitancja), SISO, automatyzacja – np. dobór nastaw regulatorach cyfrowych <p>Układy MIMO – schemat blokowy, identyfikacja</p> <ul style="list-style-type: none"> - Model zastępczy budynku: a) 1 pomieszczenie +1 grzejnik; b) transmitancje - 	<p>Budynek z kotłownią</p> <p>Charakterystyki</p> <p>Model złożony</p> <p>Budynek z kotłem oraz opóźnienia transportowe (+model zastępczy)</p> <p>Pkt.pracy: 1) z macierzy, 2) „przeprowadzenie” do pkt.pracy</p> <p>Badanie modelu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - odp. czasowe, - ch. stat. (wzory_ramp)
4	<p>Analiza liniowa. Przegląd analitycznych i graficznych sposobów opisu własności dynamiki</p> <p>Narzędzia wspomagające Matlab /1</p> <p>Sposób opisu własności dynamicznych – opis obiektu [04]</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analityczne i graficzne sposoby przedstawiania dynamiki - Człon oscylacyjny a wskaźniki jakości - położenie pierwiastków <p>tłumienie i pulsacja, odpowiedź skokowa i impulsowa, portrety fazowe, ch-ki Bodego</p> <p>Przykłady na elementarnych transmitancjach</p> <p><i>Obiekty LTI, step, bode – badania podstawowe w skrypcie i na schemacie</i> [LA]</p> <p>Narzędzia wspomagające Matlab:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Linear Analysis (Simulink Control Design) <p>Control Toolbox: Itiview</p>	<p>Identyfikacja</p> <p>cd.</p> <p>identyfikacja modelu (Kupfm. i Stercj lub m.momentów)</p> <p>MIMO</p>

5	<p>Otwarte i zamknięte układy sterowania. Struktura i własności regulatora PID</p> <p>Praktyka inżynierska – metody doboru nastaw dostępne w urządzeniach przemysłowych.</p> <p>Podstawowe wskaźniki jakości</p> <p><i>Układ sterowania - wprowadzenie: [05a]</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - układ otwarty/zamknięty (korekcja a regulacja) - sprzężenie dodatnie/ujemne – przykład z regulacją poziomu - struktura regulatora (w urządzeniach ISA, IND) - warunki początkowe (uchyb ustalony P i PI) - własny blok PID <p>Praktyka inżynierska (metody zaimplementowane w urządzeniach) [05b]</p> <ul style="list-style-type: none"> - urządzenia z regulacją, struktura regulatora - funkcje regulatora - dobór nastaw (auto-tunning, self-tunning) <p>Podstawowe wskaźniki jakości (bezpośrednie i całkowite) [05c]</p>	<p>Modele w skrypcie</p> <p>Analiza liniowa</p> <p>Weryfikacja modeli</p> <p>Ocena dokładności</p> <p>Analiza liniowa (skrypt, narzędzia)</p> <p>spr1</p>
6	<p>Wprowadzenie do badania układów regulacji temperatury w budynku</p> <p>Metodologia badań symulacyjnych.</p> <p>Regulacja bezpośrednia, pośrednia, centralna, lokalna, jakościowa, ilościowa</p> <p><i>Regulator Twew ze sterowaniem Tgz, Fg</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - struktura IND, wartości początkowe - punkt równowagi (regulator PI) <p><i>Równanie statyczne - zastosowanie: 1) obliczanie parametrów, 2) punktu równowagi obiektu, 3) punktu równowagi układu regulacji</i></p> <p><i>Sterowanie mocą kotła – regulacja bezpośrednia i jakościowa</i></p> <p><i>Równanie statyczne – zastosowanie: w.początkowe budynku, regulacja jakościowa Tgz(Tw,Tzew)</i></p> <p><i>Metodologia badań symulacyjnych - omówienie zrealizowanych ćwiczeń:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - założenie o $Cvs=0$ (reakcja na $Tzew$ jak człon 1 rzędu) – weryfikacja założeń - jak porównywać różne układy regulacji, np.: - ten sam sposób doboru nastaw, - czułość obiektu/układu (wy/we), porównywanie nastaw (uwzględnienie przetworników) - wrażliwość na zmianę nastaw, nastawy dobierane na we1 a reakcja na inne wejścia 	<p>Układ regulacji ze sterowaniem q_k</p> <p>Regulacja centralna bezpośrednia wg pomieszczenia reprezentatywnego, Regulacja PI</p> <ul style="list-style-type: none"> - sterowanie Q_k - własny PI <p>Strojenie ręczne</p> <p>Różne punkty pracy</p> <p>Różne przepływy</p>
7	<p>Klasyfikacja układów regulacji. Teoretyczny opis jednoobwodowego układu regulacji.</p> <p>Narzędzia wspomagające Matlaba /2</p> <p>Opis układu regulacji [06b]</p> <ul style="list-style-type: none"> - schemat teoretyczny a układ praktyczny (we/wyj regulatora – czujniki, elementy wykonawcze) - transmitancje układu regulacji - stabilność układu zamkniętego, - uchyb statyczny (P, PI) <p>Narzędzia wspomagające Matlaba /2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - blok PID z Simulinka, PID Turner - różne charakterystyki (we/wyj) dostępne [PID Tuner] 	<p>Dobór nastaw metodą inżynierską</p> <p>cd.</p> <p>dobór nastaw, wskaźniki jakości</p> <p>warunki teoret. i prakt.</p>
8	<p>Zasady projektowania układów regulacji - wybór struktury układu regulacji</p> <p>Projektowanie układów regulacji – struktury podstawowe [07]</p> <ul style="list-style-type: none"> - podstawowe struktury sterowania: feedback, forward, korekcja - wybór regulatora (dyskretne, ciągłe, ...) - struktura regulatora ciągłego (struktura, elementy nieliniowe) 	<p>PID Tuner</p> <p>Blok PID z Simulinka</p> <p>PID Turner</p> <p>spr2</p>
9	<p>Zasady projektowania układów regulacji - synteza parametryczna układu jednoobwodowego</p> <p>Narzędzia wspomagające Matlaba/3</p> <p>Projektowanie układów regulacji – synteza parametryczna [08]</p> <ul style="list-style-type: none"> - stabilność: <ul style="list-style-type: none"> o linie pierwiastkowe układu zamkniętego (metoda linii pierwiastkowych) - dokładność - jakość: <ul style="list-style-type: none"> o podstawowe a uniwersalne wskaźniki jakości o związki pomiędzy różnymi wskaźnikami jakości <p>SISO Design (w wersji dla obiektów LTI)</p>	<p>Bloki nieliniowe</p> <p>Regulacja PI – nieliniowości:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nasycenie, antiwidup <p>Doświadczenia pokazujące wpływ nielin.</p> <p>PID z Simulinka i własny spr3???</p>
10	<p>Przegląd i porównanie narzędzi wspomagających</p> <p>Optymalizacja</p> <p>Narzędzia wspomagające Matlaba:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ltview SISO Design (w wersji dla Simulinka) Response Optimization (Simulink Design Optimization) <p>Przegląd narzędzi omówionych wcześniej – PID Tuner, Ltview, SISO Design LTI</p> <p>Wybór prostych narzędzi</p>	<p>SISO Design (LTI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - konfiguracja SISO Des. - PID Tuning

11	Zastosowanie operacji macierzowych. Ukł.regulacji w budynku. Rozbudowa modelu (hydr) <i>Centralna i lokalna regulacja w budynku (Współdziałające układy regulacji)</i> <i>Model sieci hydraulicznej</i> Operacje macierzowe (wspomaganie funkcjami)	SISO Design (LTI) - Response Optimization spr4
12	Układy regulacji z wykorzystaniem modelu obiektu Wieloobwodowe układy regulacji – układy z wielkością pomocniczą Projektowanie układów regulacji MBC [09] – regulator Smitha, Projektowanie układów regulacji wieloobwodowych – układy z wielkością pomocniczą [10]: - regulacja kaskadowa,	Regulacja pośrednia Regulacja centralna, jakościowa, pogodowa - identyfikacja, - dobór nastaw
13	Klasyfikacja metod projektowania. Zasady projektowania w przestrzeni stanów Projektowanie w przestrzeni stanów	Regulacja pośrednia spr5
14	Przykłady regulacji wybranych obiektów technologicznych Regulacja w obiekty ciepłownicze [00]	Współdziałające układy regulacji - regulacja centralna i lokalna (spr6)
15	Podsumowanie – klasyczne układy regulacji, bloki funkcjonalne regulatora, zasady metod projektowania Podsumowanie przekształceń i metod badania dynamiki obiektów Kolokwium zaliczeniowe	Inne układy regulacji

*italic=bez slajdów

Złożony (dokładny) model budynku zamiast rzeczywistego obiektu
Uproszczony model budynku: do tłumaczenia idei

Model budynku na transmitancjach (do projektowania),

- metody identyfikacji, weryfikacja modelu (porównanie z obiektem)
- transmitancje na schemacie i w skrypcie – bo będziemy używać różnych narzędzi

Analiza liniowa

- step, bode, pierwiastki – relacje pomiędzy opisami
- Simulink Control Design, Itview

Układy regulacji, struktura PID, inżynierskie metody doboru nastaw, ocena jakości, czułość, wrażliwość, nieliniowość

Teoretyczny opis jednoobwodowego układu regulacji.

- PID Tuner w Simulinku – na schemacie, algorytm PID, różne charakterystyki
- SISO LTI – w skrypcie,
- SISO Simulink (nieliowy) – na schemacie,

KALKULATOR KOSZTÓW OGRZEWANIA

<https://www.a-pic.pl/kalkulator>

Jak określić zapotrzebowanie na ciepło? Jak wyliczyć moc kotła?

http://mowimyjak.se.pl/dom-i-ogrod/budowa-i-remont/jak-wyliczyc-moc-kota,10_38349.html