

Elektrotechnika a informatika - magisterské studium FM TUL

(dvouleté)

Studijní předmět

Název: Řídicí systémy v mechatronice
Zkratka: RSM
Typ: povinně volitelný pro obor ME
Rozsah: 14 týdnů, týdně 2 hodiny přednášek + 2 hodiny seminárních cvičení
Kredity: 5
Způsob ukončení: zkouška

Katedra: katedra řídicí techniky FM TUL
Přednášející: Doc. Ing. Osvald Modrlák, CSc.

Stručná anotace předmětu:

Cílem předmětu je získání znalostí a praktických návyků z analýzy, syntézy a identifikace mechatronických systémů. Předmět je zaměřen na principy experimentální identifikace, na metody návrhu parametrů a struktury PID regulátoru, na frekvenční metody syntézy regulačního obvodu. Zahnuje i problematiku rozvětvených regulačních obvodů a základy stavové regulace. Teoretická i praktická výuka využívá softwarové podpory Matlabu.

Získané kompetence:

Studenti se seznámí se základy navrhování a realizací experimentálních měření na zvolené softwarové a hardwarové platformě, jejímž výsledkem je model procesu ve tvaru obrazového přenosu zvolené struktury. Seznámí se se základy počítačově podporované analýzy v časové i frekvenční oblasti, s návrhem jednoduchých i rozvětvených regulačních obvodů s regulátory typu PID a se základy počítačově podporované syntézy stavových regulátorů.

Témata přednášek:

Mechatronický systém, jeho charakteristika a funkce, struktura a úrovně řízení a zpracování signálů, základní filozofie návrhu, vývoj a trendy. Matematické modely mechatronických systémů a jejich statické a dynamické charakteristiky. Metody tvorby modelů a jejich verifikace.

Základy identifikace spojitých systémů, model, signály a jejich charakteristiky, parametrická a neparametrická identifikace, metoda nejmenších čtverců. Parametrizace spojitého modelu na základě volby jeho struktury, zvoleného kritéria, optimalizační metody a realizovaného měření.

Analýza mechatronických systémů nebo jejich částí v časové oblasti, klasifikace, obrazový přenos, dynamické charakteristiky systémů druhého a vyšších řádů, komplexní kořeny charakteristické rovnice. Systémy s dopravním zpožděním. Základy blokové algebry. Geometrické místo kořenů.

Analýza dynamických systémů ve frekvenční oblasti, frekvenční charakteristika, Nyquistův a Bodeho graf, soustavy s dopravním zpožděním, systémy fázově minimální a neminimální. Zjednodušené Nyquistovo kritérium stability, fázová a amplitudová bezpečnost. Citlivost a robustnost zpětnovazebních regulačních obvodů.

Syntéza jednoduchých regulačních obvodů, struktura regulačního obvodu s měřeními i neměřenými poruchami, dopředný a zpětnovazební regulátor. Regulátory typu PID, realizace D-členu, beznárazové přepínání ručního a automatického provozu. Vliv struktury regulátoru na ustálenou hodnotu regulační odchylky. Číslicové regulátory typu PID, odvození diferenční rovnice číslicového regulátoru.

Principy seřízení parametrů PID regulátoru: ruční, Ziegler-Nicholse, metoda optimálního modulu. Seřízení regulátoru metodou inverze dynamiky. Metoda geometrického místa kořenů. Určení parametrů PID regulátoru numerickou iterační optimalizací podle zvoleného kritéria.

Frekvenční metody syntézy, seřizování PID regulátoru a parametrů filtrů s fázovým předstihem a zpožděním. Návrh regulátoru s ohledem na robustnost regulačních obvodů.

Rozvětvené regulační obvody: invariantnost obvodu vůči poruchám, regulační obvod s pomocnou akční a regulovanou veličinou, složitější struktury regulačních obvodů (kaskádní a vlečná regulace).

Základy analýzy a syntézy spojitého regulačního obvodu ve stavovém prostoru, vztah k obrazovému přenosu, charakteristická rovnice, stavový model poruch, estimace stavu. Stavový regulátor, návrh stavového regulátoru metodou „Poles Placement“, stavový regulátor pro vyrovnání trvalých poruch.

Náplň cvičení:

Měření na reálných soustavách v laboratořích pomocí Real Time Toolboxu.

Parametrická identifikace.

Parametrizace obrazového přenosu zvolené struktury z měření na reálných soustavách.

Odezvy lineárního dynamický systému, vliv pólů na dynamiku soustavy. Bloková algebra.

Metoda geometrického místa kořenů.

Frekvenční analýza, frekvenční charakteristiky v komplexní rovině a logaritmické amplitudové a fázové charakteristiky. Zjednodušené Nyquistovo kritérium stability.

Uzavřený regulační obvod a jeho struktura, ruční seřízení PID regulátoru. (Vlastnosti uzavřeného obvodu pro zadané seřízení se ověřují v Real Time režimu na reálných soustavách v laboratoři).

Realizace uzavřeného obvodu s číslicovým PID regulátorem.

Seřízení PID regulátoru podle Ziegler – Nicholse, optimálního modulu.

Optimální seřízení PID regulátoru podle kvadratického kritéria.

Seřízení PID regulátoru metodou geometrického místa kořenů.

Seřízení PID regulátorů pomocí frekvenčních metod.

Rozvětvené obvody.

Stavová regulace.

Literatura:

Isermann, R.: Mechatronics Systems. Fundamentals. Springer, London, 2003. ISBN 1852336935.

Kuo, B.C.: Automatic control systems. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1995.

Shinskey, F. G.: Process Control Systems. Application, Design, and Tuning. Mc Graw Hill, 4th ed. ISBN 0-07-057101-5.

Noskovič, P.: Modelování a identifikace systémů. MONTANEX a.s., 1999, Ostrava.

Grace, A. - Laub, J. A. - Little, J. N. - Thompson, C. M.: Control System Toolbox. For Use with MATLAB. User's Guide. The Math Works, Inc. 1995.

Modrlák, O.: Analýza dynamických systémů. Studijní materiály [online]. Liberec: TU, 2004.

Dostupné na www: http://www.fm.vslib.cz/~krtsb/fm/modrlak/pdf/tar1_ads.pdf

Modrlák, O.: Syntéza regulačních obvodů. Studijní materiály [online]. Liberec: TU, 2004.

Dostupné na www: http://www.fm.vslib.cz/~krtsb/fm/modrlak/pdf/tar1_syn.pdf

Modrlák, O.: Syntéza ve frekvenční oblasti a citlivost a robustnost regulačních obvodů. Studijní materiály [online]. Liberec: TU, 2004.

Dostupné na www: http://www.fm.vslib.cz/~krtsb/fm/modrlak/pdf/tar1_ads.pdf

Prerekvizity: -

Navazující: -

Datum poslední změny: 23.8.2005