E – Charakteristika studijního předmětu

Název studijního předmětu	Prostředky automatického řízení				
Typ předmětu	povinný			**dopor. ročník / semestr**	3/ZS
Rozsah studijního předmětu	3+2	**hod. za týden**	5	**kreditů**	5
Jiný způsob vyjádření rozsahu	není				
Způsob zakončení	zkouška			**Forma výuky**	Př., cv.
Další požadavky na studenta	nejsou				

Vyučující

Doc. Dr. Mgr. Ing. Jaroslav Hlava.

Stručná anotace předmětu

Předmět navazuje na teoretické znalosti získané v předmětu Základy spojitého řízení a dále je rozšiřuje s důrazem na realizační a aplikační aspekty návrhu regulačních obvodů. Probíraná témata zahrnují průmyslové analogové a číslicové PID regulátory a jejich konstrukční uspořádání, varianty a modifikace PID algoritmu (prakticky použitelný regulátor versus učebnicová rovnice), experimentální metody nastavování PID regulátorů, principy a implementace samonastavujících se a adaptivních PID regulátorů, dvou a třípolohové regulátory jejich realizace a regulační vlastnosti. Dále jsou pojednány složitější regulační struktury (kaskádní řízení, kompenzace dopravního zpoždění apod.) a je probrána otázka volby struktury regulátoru pro běžné regulační úlohy (regulace teploty, tlaku, průtoku apod.). Pozornost je věnována akčním členům (zejména ventilům a elektrickým pohonům a jejich regulačním vlastnostem). Dále jsou probrány vizualizační HMI/SCADA systémy a jejich programování a v základním nástinu je zmíněna problematika komunikace v řídicích systémech**.**

Témata přednášek:

- Analogové PID regulátory, jejich realizace a varianty, regulátory s interakcí a bez interakce, beznárazové přepínání mezi ručním a automatickým provozem. Nespojité dvou- a třípolohové regulátory, polohové PD, PI, PID a DPID regulátory. Analogová a číslicová realizace těchto regulátorů, příklady průmyslových provedení.
- Struktura a konstrukční uspořádání průmyslových číslicových PID regulátorů, způsob ovládání a konfigurace regulátoru, rozdíl mezi PID regulátorem jako přístrojem a učebnicovým PID algoritmem.
- Varianty užívaných PID algoritmů (paralelní a sériový tvar), specifické problémy číslicové regulace (aliasing, wind-up), vliv konečné délky slova. Běžné strukturní modifikace PID regulátorů, vážení žádané hodnoty, PID regulátory se dvěma stupni volnosti. Možnosti poskytované průmyslovými PID regulátory pro řízení nelineárních soustav a pro rozšíření regulačního rozsahu akčních členů (programované zesílení a řízení s rozděleným rozsahem).
- Praktické metody nastavování parametrů PID regulátorů nevyžadující znalost přesného matematického modelu řízené soustavy. Přehled metod (ZN pravidla a jejich modifikace; Cohen-Coon; Chien, Hrones a Reswick; pravidlo souhrnné časové konstanty, Latzelova metoda; IMC; lambda tuning atd.) jejich vlastností a aplikačních oblastí.
- Samočinně se nastavující a adaptivní PID regulátory. Nejběžnější algoritmy používané v komerčně dostupných průmyslových PID regulátorech a PLC blocích (reléová zpětná vazba a její různé komerční implementace v regulátorech firem ABB Automation, Fisher Rosemount a Honeywell; Foxboro EXACT; Honeywell Accutune; blok PID Self-Tuner pro Simatic S7 atd.), jejich principy, možnosti a omezení.
- Volba parametrů a struktury regulátoru pro nejběžnější typy regulačních obvodů (průtok, hladina, tlak, teplota).
- Použití složitějších regulačních struktur při řízení technologických procesů: kaskádní regulace, dopředné řízení, poměrové řízení, kompenzace dopravního zpoždění (Smithův regulátor).
- Pohony a akční členy. Regulační ventily, jejich vlastnosti a charakteristiky, elektrické a pneumatické ovládání ventilů, výpočty základních obvodů s ventily, solenoidové ventily. Regulační vlastnosti elektrických pohonů a jejich vliv na celkové chování regulačního obvodu.
- Vizualizace technologických procesů, systémy HMI/SCADA. Základní úvod do problematiky komunikace v řídicích systémech, průmyslová komunikační rozhraní a systémy.
- Konstrukční provedení automatizačních přístrojů, přístroje pro práci v prostředím s nebezpečím výbuchu, jiskrová bezpečnost.

Náplň cvičení:

- Implementační aspekty číslicových PID regulátorů, nastavení regulátoru optimální z hlediska potlačení poruch a sledování změn žádané hodnoty, srovnání kvality regulace dosažené s různými typy dynamiky regulovaných soustav při použití jednotlivých popsaných přístupů k nastavování PID regulátorů, řízení nelineárních soustav

pomocí PID regulátor, jednoduché přístupy k samočinnému nastavování parametrů PID regulátorů (zejména metoda reléové zpětné vazby a její modifikace). Uvedené pokusy s PID regulátory jsou prováděny částečně na laboratorních modelech a částečně s využitím simulace a případových studií typických regulačních systémů některých v praxi významných typů regulovaných soustav. Zde je výchozím bodem především soubor studií publikovaný v (Levine, 2000).

- Práce s průmyslovými regulátory, konfigurace regulátoru z čelního panelu a pomocí konfiguračního prostředí běžícího na osobním počítači. Programovatelné regulátory a nastavení jimi realizované regulační struktury pomocí grafických programovacích prostředků. Návrh a výpočty základních obvodů s regulačními ventily.
- Základy práce s vizualizačním software Control Web, předpokládá se nejprve základní seznámení formou naprogramování několika jednodušších úloh vysloveně školní povahy a v návaznosti na to vytvoření o něco komplexnějšího programu umožňujícího vizualizaci a řízení laboratorního modelu reálné soustavy, případně též naprogramování komunikace mezi software Control Web a regulátory KS 90 pomocí rozhraní MODBUS.

Informace ke kombinované nebo distanční formě

Rozsah konzultací (soustředění)	28	**hodin za semestr**

Rozsah a obsahové zaměření individuálních prací studentů a způsob kontroly

V průběhu semestru posluchač absolvuje 16 hodin přednášek, které v základním přehledu pokrývají výše uvedená témata. Pro další detailnější studium jsou k dispozici skripta, která jsou ke stažení v elektronické podobě, a řada dalších volně přístupných učebních textů uvedených níže v seznamu literatury.
Cvičení budou probíhat v laboratoři a bude v nich kladen důraz na seznámení se s průmyslovými regulačními a HMI/SCADA systémy. Přitom bude využíváno toho, že k používaným regulátorům lze volně stáhnout simulátory a demonstrační verze obslužného a nastavovacího software. Velmi dobře funkční demonstrační verze existuje i k používanému SCADA systému Control Web. Studenti se tedy budou moci doma připravit a v laboratoři tak pouze odzkoušet a doladit předem připravené úlohy.
Cvičení, která jsou věnována základním vlastnostem PID regulátorů a jejich modifikací a která u studentů prezenční formy studia využívají simulace v komerčním systému Matlab/Simulink budou nahrazena domácími úlohami využívajícími volně šiřitelného prostředí Scilab/Scicos.

Studijní literatura a studijní pomůcky

[1.] Hlava, J. (2000), Prostředky automatického řízení II: Analogové a číslicové regulátory, elektrické pohony, průmyslové komunikační systémy, Praha: Vydavatelství ČVUT, skriptum je v elektronické podobě dostupné na http://www.mti.tul.cz/files/par/Skripta_PAR.pdf
[2.] Hlava J., prezentace používané při přednáškách dostupné na http://www.mti.tul.cz/cs/par-mater
[3.] Leva A. , Ch. Cox, A. Ruano (2003), Hands-on PID autotuning: A guide to better utilisation, monografie vydaná v řadě IFAC Professional Briefs, volně dostupné elektronicky na http://www.ifac-control.org/publications/list-of-professional-briefs
[4.] Bílý, R., Cagaš, P., Cagaš, R., Hladůvka, D., Kolařík, M., Sobotík, J., Zálešák, M., & Zgarba (1999), Control Web 2000, Praha: Computer Press, podrobný popis aktuální verze systému Control Web lze stáhnout spolu s demonstrační verzí Control Webu na http://www.mii.cz/
[5.] Corripio A. B. (2001), Tuning of Industrial Control Systems (2nd edition), ISA Press
[6.] Kissell E. T. (1999), Industrial Electronics: Applications for Programmable Controllers, Instrumentation & Process Control, and Electrical Machines & Motor Controls, Prentice Hall
[7.] Levine, W., S. (Ed.), (2000), Control System Applications, CRC Press LLC
[8.] Techmation Applications Manual, obsahuje velmi podrobný popis průmyslových PID regulátorů a jejich modifikací, volně ke stažení z http://www.protuner.com/manuals.htm
[9.] Manuály, obslužné programy a simulátory regulátorů PMA http://www.pma-online.de/
[10.] Sborník přednášek Regulační armatury 2006, ačkoliv se jedná o firemní materiál je koncipován velmi obecně a dobře pokrývá řadu témat týkajících se návrhu regulačních ventilů, sborník je volně ke stažení na http://www.ldm.cz
[11.] Fisher Control Valve Handbook, velmi rozsáhlý a podrobný text týkající se problematiky regulačních ventilů, volně ke stažení z http://www.documentation.frco.com/groups/public/documents/book/cvh99.pd
[12.] Výpočetnmí a simulační prostředí Scilab/Scicos, volně dostupné na http://www.scilab.org/