

Studenti specializace **Mechatronika** mají u státnic vedle společného státnicového předmětu celého AVSI následující dva státnicové předměty (Simulace a řízení mechatronických systémů, Elektrotechnika a elektronika pro mechatroniku). V tomto seznamu je pro přehlednost uvedeno ze kterého dílčího předmětu daný okruh v rámci každého ze dvou státnicových předmětů pochází.

Simulace a řízení mechatronických systémů

Řízené mechanické systémy I

- Stavový popis a linearizace. Převod diferenciální rovnice na stavový popis, metoda snižování řádu derivace, metoda postupné integrace. Laplaceova transformace. Přenosový popis.
- Základní vlastnosti systémů: Řiditelnost, pozorovatelnost a stabilita lineárních systémů.
- Tradiční způsoby řízení lineárních systémů. PID regulátor. Kaskádní regulace. Bodeho diagram. Geometrické místo kořenů.
- Tradiční moderní způsoby řízení lineárních systémů. Změna polohy pólů. Výstupní zpětná vazba. Pozorovatel systému.
- Optimální řízení. LQR. Ricattiho rovnice, Kalmanovo zesílení. Prediktivní řízení.
- Návrh diskrétního řízení, emulace, přímý návrh. Shannon-Kotelnikov vzorkovací teorém, aliasing. Volba vzorkování, okénka. Filtrace. Z-transformace. Stabilita diskrétního systému.

Řízené mechanické systémy II

- Stabilita nelineárních systémů. Ljapunovova funkce a její návrh, Ljapunovovy věty o stabilitě a nestabilitě. Ljapunovovo řízení.
- Optimální řízení, Pontrjaginův princip maxima, Bellmanův princip optimality. Kritéria optimálního řízení.
- Přesná vstupně výstupní linearizace. Řízení systémů s nedostatkem pohonů. Nelineární řízení NQR. Řízení harmonickými funkcemi.
- Klouzavé řízení. Klouzající plocha, podmínka atraktivity. Robustnost klouzavého řízení. Robustní řízení Hinf.

Řízené aktivní struktury

- Modelování poddajných struktur a redukce jejich modelů pro syntézu řízení. Modální a balancovaný tvar stavového popisu soustavy, varianty redukce soustavy a zohlednění vypuštěných stavů soustavy pomocí reziduí.
- Typy senzorů, aktivních a poloaktivních aktuátorů používaných v mechatronických systémech, hlavní vlastnosti, důsledky pro použití. Optimalizace pohování senzorů a aktuátorů, využití Grammiánů řiditelnosti a pozorovatelnosti. Kolokovanost aktuátorů a senzorů.

- Koncepty použité na aktivních strukturách, možné způsoby řízení a vlastnosti. Aktivní vibroizolace. Aktivní dynamické hltiče. Mechatronická tuhost. Aktivní tlumení. Poloaktivní tlumení.
- Snižování vibrací versus řízení pohybu/pohy (low-authority versus high-authority control). Princip, příklady. Redundance pohonů, hierarchické struktury mechanismů.

Simulace mechatronických systémů

- Sestavování rovnic hydraulických mechanismů. Sestavování rovnic elektrických obvodů. Fyzikální principy, modely základních prvků, možné způsoby sestavování rovnic.
- Mnohopólové modelování. Zobecněné principy pro systémy různé fyzikální povahy, analogie systémů (mechanické, elektrické, hydraulické). Fyzikální podstata analogie. Porovnání s jinými koncepty modelování (např. Simulink).
- Spojování modelů různých subsystémů. Ko-simulace a její různé varianty, motivace a nevýhody. Netradiční případy simulací (HiL, SiL, MiL). Příklad „washing“ algoritmu v simulátorech.

Syntéza a optimalizace mechanických systémů

- Základní pojmy a metody optimalizace, formulace úloh, vlastnosti a kontext použití metod. Lokální optimalizační metody (simplexová, Rosenbrockova, gradientní metody). Globální optimalizační metody (genetické algoritmy, simulované žíhání, dynamika hejna ptáků).
- Kinematická syntéza mechanismů. Použití optimalizačních metod versus „ad hoc“ postupy. Vodící a převodové mechanismy. Mechanické systémy s více stupni volnosti, manipulovatelnost, pracovní prostor.
- Optimalizace dynamických vlastností systémů. Globální dynamická úloha. Syntéza řízení s poloaktivními aktuátory pomocí optimalizace.
- Kinematická kalibrace mechanismů. Formulace, základní algoritmus, kalibrovatelnost. Formulace pro případ neměřených souřadnic. Kalibrace mechanismu se zohledněním modelu chyb senzorů. Kalibrace prostorového sériového robotu.

Elektrotechnika a elektronika pro mechatroniku

Elektrotechnika pro mechatroniku

- Procesor
 - a. blokové schéma, základní bloky a jejich funkce
 - b. přerušovací systém
 - c. instrukční soubor, assembler
- Mikropočítač

- a. blokové schéma, paměti, sběrnice
 - b. číslicový vstupní/výstupní subsystém, výkonové přizpůsobení
 - c. čítače, časovače, watchdog
- D/A a A/D převod
 - a. Principy číslicového zpracování analogového signálu, diskretizace v čase, úrovni, filtrace signálu, aliasing, Shannonův teorém
 - b. D/A převodníky přímé a s pomocnou veličinou (PWM)
 - c. A/D převodníky (přímé, komparační, integrační, sigma-delta)
- Elektrické měření mechanických veličin
 - a. poloha, rychlost, zrychlení
 - b. tlak, síla
 - c. průtok
- Základní vlastnosti magnetických obvodů
 - a. základní vztahy v mg. obvodech
 - b. hysterezní smyčka, ztráty ve feromagnetiku
 - c. obvody magnetované stejnosměrným a střídavým proudem
- Elektromagnetický akční člen
 - a. elektrické náhradní schéma
 - b. mechanické uspořádání a odvození přitažné síly
 - c. statické charakteristiky pro různé druhy magnetování ($F=f(x)$)
- Stejnosměrný stroj
 - a. elektrické náhradní schéma
 - b. statické charakteristiky pro různé uspořádání vinutí
 - c. model stejnosměrného stroje
- Točivé magnetické pole
 - a. matematický popis
 - b. Clarkova transformace
 - c. Parkova transformace
- Indukční (asynchronní) stroj
 - a. elektrické náhradní schéma
 - b. model indukčního stroje
 - c. statické charakteristiky
 - d. metody řízení otáček, momentu
- Synchronní stroj
 - a. elektrické náhradní schéma
 - b. Synchronní stroj s permanentními magnety (PMSM)
 - c. statické charakteristiky
 - d. metody řízení otáček, momentu
- Speciální pohony
 - a. krokový motor
 - b. piezoelektrický pohon
 - c. reluktanční motor
- Frekvenční měnič, blokové schéma

- a. skalární řízení
- b. vektorové řízení
- c. řízený usměrňovač

Systémy a procesory reálného času

- Reálný čas. Signálový procesor a postupy urychlení zpracování signálů. Principy operačních systémů reálného času.
- Paralelní zpracování signálů. Nedeterminismus. Uzamknutí. Metody řešení problémů paralelismu – semaforey, procesy, monitory, setkání.
- Petriho síť. Postupy modelování. Vlastnosti - bezpečná, živá, konzervativní. Užití pro řízení systémů.