

# Řízení mechatronických systémů

**Studijní program:** N0714A270011 Řízení strojů a procesů

**Akademický rok:** 2022/2023

1. Modelování mechatronických systémů (kinematika a dynamika mechanismů a jejich simulace). Využití v technologii Hardware in the Loop Simulation.
2. Softwarová podpora simulace a řízení mechatronického systému (CAD, simulační programy, ověřování řídicích algoritmů).
3. Řídicí systémy pro mechatroniku a jejich začlenění do hierarchických systémů řízení. Spolehlivost a bezpečnost řídicích systémů. Intenzita poruch a střední doba mezi poruchami. Typy závislosti intenzity poruch na době provozu. Vanová křivka.
4. A/D a D/A převodníky, kvantovací šum, odstup signálu od šumu. Frekvenční rozsah měření, Shannon-Kotelnikovův vzorkovací teorém a aliasing ve spektrech. Nyquistova frekvence. Antialiasingový filtr. Princip převodníků s dvojitou integrací, postupnou aproximací, sigma-delta převodníků a flash převodníků.
5. Analogové a číslicové frekvenční filtry. Typ a parametry filtrů, propustné a nepropustné pásmo, přechodové pásmo, zvlnění (ripple) v propustném a nepropustném pásmu. Jaký je rozdíl mezi filtry typu FIR a IIR? Jaký význam má lineární závislost fáze přenosu filtru na frekvenci.
6. Mikroprocesory, jednodeskové počítače, jednočipové procesory a signálové procesory. Architektura, vlastnosti, programování. Řídicí počítače IPC a PLC. Aplikační oblasti.
7. Průmyslové sběrnice pro přenos číslicových dat mezi senzory, akčními členy a řídicími systémy (CAN, Profibus)
8. Základní obvodové prvky pro výkonovou elektroniku (výkonové diody, tyristory, triaky) a jejich volt-ampérová charakteristika. Řízené usměrňovače a frekvenční měniče. Tranzistor ve spínacím režimu.
9. Akční členy elektrické, základní rozdělení elektrických motorů na střídavé, stejnosměrné, krokové, lineární a piezoaktuátory. Funkce harmonické převodovky a kuličkového šroubu. Regulační obvod pro polohové řízení.
10. Stejnosměrné motory, typy buzení, význam komutátoru. Charakteristiky (závislost krouticího momentu na otáčkách), způsob řízení otáček a oblast použití.
11. Střídavé elektromotory – synchronní a asynchronní (kroužkové a s kotvou nakrátko). Charakteristiky (závislost krouticího momentu na otáčkách), způsob řízení otáček s použitím frekvenčních měničů a oblast použití.
12. Krokové motory. Princip činnosti. Provedení rotoru. Způsob řízení otáčení a oblast použití.
13. Akční členy hydraulické. Základní struktura hydraulického obvodu – hydrogenerátory, rozváděče a hydromotory.
14. Vlastnosti a řízení hydraulických pohonů, typy obvodů. Rozváděče, řídicí ventily pro spojitě řízení průtoku, proporcionální ventily a servoventily. Servomechanizmy. Řízení polohy, rychlosti, tlaku a síly.
15. Řízení pneumatických pohonů, rozváděče, ventilové terminály, spojitě řízení pneumatického pohonu. Akční členy pneumatické. Základní struktura pneumatického obvodu – kompresory, rozváděče a pneumatické motory. Popište princip tryska, klapka.

16. Fourierova transformace (FT) přímá a inverzní, vlastnosti transformace (symetrie složek vzhledem k Nyquistově frekvenci). Stupeň urychlení výpočtu FT metodou FFT. Použití FFT k filtraci ve frekvenční oblasti (výpočet spektra, jeho následná úprava a výpočet inverzní FFT). Stupnice spekter (lineární, logaritmická a dB, RMS, PSD a PWR). Vzájemný přepočtení mezi efektivní hodnotou (RMS), výkonem (PWR) a výkonovou spektrální hustotou (PSD) u frekvenčního spektra.
17. Analytický signál (Hilbertova transformace (HT)), modulace a demodulace signálu (obálka, fáze a algoritmus jejího rozbalování). Jak mění HT fázi harmonického signálu. Výpočet HT použitím FFT a číslicového filtru. Aplikace pro výpočet obálky a fáze (měření úhlových kmitů).
18. Průměrování spekter a časových záznamů. Optimální překrývání bloků při výpočtu průměrovaných spekter. Význam časových oken a jejich typy (Rectangular, Hanning a Flat Top). Které časové okno se použije ke kalibraci střídavým signálem?
19. Měření frekvenčních charakteristik mechanických systémů pomocí FFT a hodnocení jejich přesnosti s využitím koherenční funkce. Náhodné buzení vibrátory a impulsní buzení kladívkem pro modální analýzu. Použití provozních tvarů kmitů a modální analýzy k diagnostice a ke zjišťování dynamických vlastností strojů.
20. Řádová analýza vibrací a hluku točivých strojů. Měření základního impulsního signálu (tachosignálu) pro výpočet otáček stroje. Řízení vzorkovací frekvence, která je přímo úměrná otáčkám. Převzorkování signálu na konstantní počet vzorků na otáčku. Projev nevývahy a ustavení strojů podle výskytu složek spektra s nízkými násobky frekvence otáček stroje. Aplikace v diagnostice strojů.
21. Statické a dynamické vyvažování rotorů. Kdy se vyvažuje v jedné a kdy ve dvou rovinách. Specifická nevyváženost a její závislost na otáčkách. Kritéria vyvážení (Grade). Postup vyvažování v jedné rovině. Diagnostika převodovek s ozubenými koly. Výpočet záběrové frekvence, harmonické a postranní složky ve frekvenčním spektru.
22. Speciální čidla pro měření dynamické síly, krouticího momentu, vibrací (posunutí, rychlost a zrychlení), rychlost stáčení (elektronické gyroskopy) a hluku (akustický tlak a intenzita hluku). Co je to akustická emise. Nábojové zesilovače, snímače s připojením prostřednictvím CCLD (IEPE) pro napájení předzesilovačů snímačů. Měření otáček pro diagnostiku, vyhodnocení tachosignálu.
23. Decibely pro hluk a vibrace. CPB analyzátoři s pásmovými filtry. Vztah střední frekvence a šířky 1/n-oktávového frekvenčního pásma. Použití 1/1 a 1/3-oktávového analyzátoru v oblasti vlivu vibrací na lidský organismus. Vyhodnocení efektivní hodnoty (RMS) signálů z naměřených dat. Jak se počítá RMS ze sinusového signálu?
24. Kontrola kvality valivých ložisek ve výrobě a diagnostika valivých ložisek v provozu strojů. Výhody metody obálky signálu. Diagnostika kluzných ložisek velkých rotorových soustav (orbity), sondy přiblížení. Jak se měří pohyby hřídele v kluzném ložisku? Úplné a jednostranné frekvenční spektrum. Samobuzené kmity rotorů (whirle a whipe), kritické otáčky rotorů.
25. Testování výrobků na odolnost proti mechanickému namáhání. Rezonanční a náhodné zatěžování pro testy životnosti výrobků. Vačkové, elektrodynamické a elektrohydraulické zatěžovací stroje. Zatěžovací spektra. Stupeň poškození.