

Štátnicové otázky pre ŠP Aplikovaná mechatronika a elektromobilita 2017/18

Oblasť 1: Aplikovaná mechanika a mechatronika

Metóda konečných prvkov

1. MKP statickej úlohy pružnosti a jej riešenie, príklad riešenia úlohy čistého ťahu s MKP.
2. Všeobecný postup riešenia úlohy s MKP, základné typy konečných prvkov.
3. Prvková rovnica prúťového konečného prvku v lokálnom a globálnom súradnicovom systéme.
4. Telesové konečné prvky pre riešenie rovinného úlohy, stupne voľnosti trojuzlového rovinného konečného prvku.
5. Výpočet vlastných frekvencií a vlastných tvarov kmitania pomocou MKP.
6. Rovnice MKP dynamickej rovnováhy telesa – pohybové rovnice MKP.

CAE mechatronických systémov

1. Kinematika bodu a telesa: druhy pohybov, súradnicové systémy, vzťahy medzi kinematickými veličinami.
2. Dynamika posuvného a rotačného pohybu telesa, Newtonove pohybové zákony, fyzikálne veličiny používané v dynamike, pasívne odpory.
3. Dynamika sústav viazaných telies: metóda uvoľňovania, metóda redukcie
4. Analytická dynamika: Lagrangeove rovnice II. druhu.
5. Voľné kmitanie: bez tlmenia, s tlmením, s jedným, dvoma a viac stupňami voľnosti, pohybové rovnice.
6. Vynútené kmitanie: bez tlmenia, s tlmením, s jedným a dvoma stupňami voľnosti, pohybové rovnice, rezonancia, AF a FF charakteristiky.

Multifyzikálne procesy v mechatronike

1. Stacionárna a nestacionárna rovnica vedenia tepla, konštitutívne rovnice, okrajové a počiatočné podmienky pre problém prenosu tepla.
2. Základné MKP rovnice pre ustálený a prechodový dej prenosu tepla, stanovenie parametrov konvekcie.
3. Základné rovnice elektrickej prúdovej analýzy, previazania elektrickej a tepelnej analýzy cez Jouleovo teplo.
4. Termoelektricitá, Seebeckov, Peltierov a Thomsonov jav, konštitutívne rovnice, základné rovnice deja.
5. Previazanie tepelného a mechanického poľa cez teplotnú rozťažnosť, konštitutívne rovnice, výsledné MKP rovnice.
6. Piezoelektrická analýza, konštitutívne rovnice, výsledné MKP rovnice piezoelektrickej analýzy.

Oblasť 2: Informačné a riadiace systémy

Optimalizácia procesov v mechatronike

1. Sformulujte základnú úlohu statickej optimalizácie, charakterizujte typy optimalizačných úloh, uveďte príklady.
2. Vysvetlite princíp riešenia úloh na voľný extrém funkcie viac premenných pomocou gradientných metód, výhody a nevýhody; vysvetlite rozdiel medzi metódami typu jedna a dva.
3. Vysvetlite rozdiel medzi komparatívnymi metódami hľadania voľného extrému a metódami využívajúcimi deriváciu (gradient) funkcie. Uveďte možnosť ich využitia (kedy akú možnosť zvoliť).
4. Vysvetlite princíp riešenia úloh na viazaný extrém pomocou Lagrangeovej funkcie.
5. Vysvetlite podmienky optimality pre riešenie úlohy na voľný extrém a na viazaný extrém (uvažujte formuláciu úlohy pomocou spojitých diferencovateľných funkcií).
6. Charakterizujte úlohu lineárneho programovania, jej špecifiká oproti nelineárnym úlohám a možnosti riešenia (rámcovo).

Metódy číslicového riadenia

1. Mechatronika – definícia, súčasti, súčasné trendy, embedded systémy, aplikácie riadenia v automobiloch – príklady.
2. Modely dynamických systémov v spojitej a diskretnej oblasti – diferenciálna/diferenčná rovnica, prenosová funkcia, stavový model, vzájomný prepočet. Modely systémov s dopravným oneskorením.
3. Spojitý PID regulátor – prenosová funkcia, akčný zásah, modifikácie. Klasifikácia a princípy metód návrhu PID. Diskrétné formy PID regulátorov – prenosová funkcia, akčný zásah, spôsoby implementácie. Podmienky ekvivalencie, voľba periódy vzorkovania.
4. Základné štruktúry regulácie – otvorený obvod, uzavretý obvod, kaskádne riadenie, dopredné riadenie, R-S-T štruktúra.
5. Diskrétne regulačné obvody. Z-transformácia. Voľba periódy vzorkovania. Metódy prepočtu spojitých častí regulačného obvodu na diskretnú prenosovú funkciu. Návrh diskretných regulátorov z diskretnej prenosovej funkcie spojitého procesu.
6. Vyšetrovanie stability lineárnych dynamických systémov z polohy pólov v „s“ a „z“ oblasti, vplyv polohy pólov na kvalitu odozvy. Frekvenčné kritériá stability.

Pokročilé metódy riadenia mechatronických systémov

1. Charakteristika súčasného stavu metód a algoritmov automatického riadenia. Konvenčno-moderné metódy návrhu PID regulátora (priama syntéza, riadenie s vnútorným modelom - princíp).
2. PID regulátor s filtráciou derivačnej zložky. Obmedzenie akčného zásahu, antiwindup štruktúra. Kompenzácia dopravného oneskorenia, Smithov prediktor
3. Stavové riadenie - princíp, bloková schéma, podmienky použitia. Metóda rozmiestňovania pólov, odporúčania pre výber pólov. Kompenzácia trvalej regulačnej odchýlky.
4. Optimálne stavové riadenie. Kvadraticky optimálny regulátor stavu (LQR, návrh pre nekonečný časový horizont). Formulácia problému, princíp riešenia. Kvadraticky optimálne sledovanie, stavový PI regulátor ako špeciálny prípad.
5. Rekonštruktor stavu. Deterministický (Luenbergerov) rekonštruktor stavu. Bloková schéma, princíp riešenia. Stochastický rekonštruktor (Kalmanov filter).
6. Dynamický kompenzátor / LQG regulátor (len pre nekonečný časový horizont). Vysvetlenie pojmov, postup návrhu, princíp separácie.

Oblasť 3: Elektronika a mikropočítače

CAD systémy a projektovanie mechatronických systémov

1. Prehľad - generácie SW nástrojov pre projektovanie a tvorbu elektronickej dokumentácie. Podrobne 3. generácia ECAE, systém EPLAN, jeho súčasti, vlastnosti a možnosti.
2. Projekt merania a regulácie, pravidiel pre označovanie podľa STN ISO 3511 - tvorba schém MaR. Nakresliť časť technologickej schémy pre MaR (P&ID) - v nej inštrumenty a funkcie MaR.
3. Prehľad komunikačných systémov používaných v jednotlivých aplikačných oblastiach priemyslu (pre IMČ -PA, IS, FA, SIL, priemyselný ethernet, wireless,..) , v automobiloch a pre budovy.
4. Vertikálna komunikácia vo výrobnom podniku, „podniková pyramída“, úlohy jednotlivých vrstiev. Interoperabilita s OPC a OPC UA. Integračné nástroje v prevádzke EDD a FDT-DTM.
5. Iskrová bezpečnosť v prostredíach s nebezpečenstvom výbuchu (SNV). IS priemyselných zberníc Profibus PA, Profibus DP-IS. FISCO a ďalšie možnosti navrhovania IS komunikácie. ATEX.
6. Úrovne integrity bezpečnosti –SIL- základné pojmy a filozofia riešenia bezpečnosti: Safety PLC, safety IO. Profisafe – spôsob zaistenia bezpečnosti (chyby a ochrany) pre Profibus a Profinet.

Vývojové programové prostredia pre mechatronické systémy

1. Základné rozdiely medzi von Neumannovou a harvardskou architektúrou. Zjednodušená architektúra procesora MSP430, typ architektúry jadra MSP430. Základné operácie v rámci inicializácie po systémovom resete.
2. Vysvetlite pojem pretečenia a podtečenia pri režime MACS. Akým spôsobom mu predchádzame. Uvedte primárnu funkciu časovača watchdog-u, jeho základné vlastnosti .
3. Uvedte čo zabezpečuje radič DMA procesora MSP430. Uvedte čo zabezpečuje radič pamäte FLASH a z akých častí pozostáva. Akým spôsobom je rozdelená pamäť FLASH procesora MSP430 ?
4. Opíšte režim počítania smerom hore, režim kontinuálneho počítania a režim počítania smerom hore/dolu a uvedte príklad, kedy môžeme tieto režimy činnosti časovača použiť.
5. Základné vlastnosti sériového rozhrania USART mikroradiča MSP430F169, mikroradiča MSP430F169. Protokol prenosu dát na zbernici SPI. Opíšte dva používané typy adresovania na zbernici I2C.
6. Základné vlastnosti interného prevodníka ADC12, z akých základných častí sa tento modul skladá a aký je vzťah medzi vstupným napätím prevodníka, úrovňou referenčných hodnôt a číslivým výsledkom prevodu.

MEMS - inteligentné senzory a aktuátory

1. Základné statické a dynamické metrologické charakteristiky senzorov
2. Optické snímače (fotodiódy, proximítne, polohové, CCD a CMOS kamery, farba)
3. Indukčné a indukčnosťné snímače (poloha, vzdialenosť, rýchlosť)
4. Akustické snímače (vysielač, prijímač, ultrazvuk, poloha, vzdialenosť)
5. Odporové snímače (teplota, tlak, tenzometrické makro a MEMS, vyhodnotenie signálov)
6. Snímače polohy (indukčné, optické, kapacitné, MEMS)

Oblasť 4: E-mobilita, automatizácia a pohony

Pohonné systémy a zdroje v elektromobiloch

1. Analýza dynamických režimov prevádzky elektromobilov.
2. Analýza koncepcií, aplikácie a implementácie trakčných systémov elektromobilov.
3. Rozdelenie a riadenie trakčných elektromotorov a elektromotor/generátorov pre aplikáciu v elektromobiloch.
4. Analýza koncepcií, aplikácie a implementácie reverzibilných energetických systémov elektromobilov. (Zotrvačníky, KERS, akumulátory, superkondenzátory)
5. Systémy kontroly a riadenia energetických systémov elektromobilov. (BMS, SMS)
6. Nabíjacie systémy a ich bezpečnosť pre nabíjanie reverzibilných energetických systémov.

Nekonvenčné pohony automobilov a elektromobilov

1. Objasnite význam alternatívnych palív pre udržanie mobility, uveďte druhy perspektívnych alternatívnych palív pre motorové vozidlá a ich hlavné charakteristiky.
2. Vysvetlite princíp činnosti Wankelovho motora a vozidlovej spaľovacej turbíny určených pre pohon generátora elektrickej energie, uveďte výhody ich využitia.
3. Vysvetlite princíp činnosti PEM palivových článkov pre motorové vozidlá, uveďte základné vlastnosti a prevádzkové charakteristiky PEM palivových článkov.
4. Vysvetlite účel a možnosti interakcie kombinovaných zdrojov elektrickej energie pre elektromobily, objasnite rekuperáciu mechanickej energie na elektrickú pri decelerácii.
5. Vysvetlite princíp činnosti hybridných pohonov pre motorové vozidlá, uveďte rozdelenie hybridných pohonov a režimy práce u kombinovaného usporiadania hybridného pohonu.
6. Vysvetlite princíp činnosti elektrických pohonov pre elektromobily, uveďte rozdelenie elektrických pohonov a objasnite prevádzkový režim s rekuperáciou energií.

Modelovanie a riadenie nelineárnych mechatronických systémov

1. Linearizácia v pevnom bode.
2. Exaktná linearizácia.
3. Ljapunovova teória stability.
4. Generovanie Ljapunovových funkcií.
5. Systémy s obmedzeniami.
6. Metóda fázovej roviny.

Automatizované systémy riadenia automobilových výrob

1. Charakteristika Industry 4.0, CIM - Počítačová podpora modelovania a simulácie podnikových procesov, PLM - Product Lifecycle Management (výhody, hlavná myšlienka, hlavné atribúty).
2. Vizualizácia výrobných procesov SCADA/HMI, návrh obrazoviek HMI (ergonomické hľadisko, rozdelenie, základné kroky vývoja), komunikačné protokoly, technologická schéma podľa ISO 3511.
3. Projektovanie digitálnych výrob použitím moderných SW (Tecnomatics – Process Simulate, Plant Simulation, Process Designer). Využitie, výhody/nevýhody simulácie. Klasifikácia procesov.
4. Technologické a predmetné usporiadanie pracoviska – výhody, nevýhody, rozdiely. PUSH-PULL systém vo výrobe (hlavný princíp). Just In Time – princíp, ciele.
5. Moderné koncepcie plánovania a riadenia výroby – MRP, MRP II, JIT, KANBAN, DBR, Lean production (hlavný princíp).
6. Plytvanie vo výrobe, Štíhla výroba, Metódy štíhlej výroby - Kaizen, 5S, TPM – totálna produktívna údržba, Bunková výroba, Just in time / Kanban, Six Sigma (hlavný princíp).