

Studijní program

**N0714A270001**

# **Automatizační a přístrojová technika**

Tématické okruhy ke státním závěrečným zkouškám  
pro specializaci

**API**

## **Automatizace a průmyslová informatika**

vydal

Ústav přístrojové a řídicí techniky

Fakulta strojní

České vysoké učení technické v Praze

## Technické prostředky automatického řízení

1. Vestavěné systémy, mikrořadič, procesor, paměti, sběrnice (UART, USART, SPI, I2C).
2. V/V subsystém, číslicové a analogové vstupy/výstupy, přizpůsobení úrovní, galvanické oddělení, čítače, časovače.
3. Obsluha asynchronních událostí, 'polling', přerušení, 'watchdog'.
4. Metody programování vestavěných systémů (textové a grafické programovací jazyky, 'rapid prototyping').
5. Nástroje analýzy a popisu úlohy řízení pomocí programovatelného automatu, krokový diagram, stavový diagram, sekvenční funkční diagram. Stavby průmyslových řídicích systémů a jejich specifika.
6. Programovatelné automaty. Princip fungování, cyklus PLC, hardware, typy PLC, mezinárodní standard ČSN EN 61131, základní pojmy a struktury. Otevřené PLC platformy.
7. Jazyky pro programování PLC dle ČSN EN 61131-3, společné základy a pojmy - datové typy, proměnné, POU, základy jazyků 'Instruction List', 'Structured Text', 'Ladder Diagram' a 'Function Block Diagram'. Algoritmy pro systematické programování sekvenčních a časových úloh.
8. Algoritmy a architektury pro řídicí systémy. Distribuované řídicí systémy. Digitální dvojčte. Principy Průmysl 4.0. Systémová integrace, hierarchické uspořádání řídicích systémů.
9. Zdroje záření, rozdělení a přehled typů, spektrální a směrové charakteristiky, obecné a speciální vlastnosti jednotlivých typů.
10. Záření dokonale černého tělesa. Záření nečerného tělesa. Fotometrické a radiometrické výpočty.
11. Optická vlákna, typy, materiály. Vedení signálu vláknem, módy. Jevy ovlivňující vedení světla vláknem. Aplikace (osvětlovací, komunikační, měřicí).
12. Detektory záření, rozdělení a přehled typů. Obecné a speciální vlastnosti jednotlivých typů. Aplikace (zobrazovací, měřicí).
13. Snímače neelektrických veličin – teplota, síla, poloha, tlak, vlhkost, průtok, výška hladiny.
14. P&ID diagramy – principy, příklady a jejich použití.
15. Algoritmy fúze signálů ze senzorů - potlačení šumu použitím více senzorů, 'hlasování' z více senzorů, odstranění náhlého výpadku nebo změny signálu, komplementární filtr.
16. Algoritmy validace signálu ze senzorů, samo-validující se senzory – detekční a korekční metody, časově frekvenční analýza, analýza hlavních komponent.
17. Mechanické vlastnosti elektrického pohonu - pohybová rovnice, mechanické charakteristiky zátěže a motoru.
18. Pohony se stejnosměrnými motory - matematický model stejnosměrného motoru, způsoby řízení, zpětnovazební regulace.
19. Pohony s asynchronními motory - matematický model asynchronního motoru, řízení bez zpětné vazby a se zpětnou vazbou.
20. Pohony se synchronními motory s permanentními magnety - matematický model synchronního motoru, zpětnovazební regulace.
21. Pneumatické obvody, pneumatické motory, ventily, snímače koncové polohy, zdroje stlačeného vzduchu (třída kvality, jednotky pro úpravu). Dimenzování, spotřeba vzduchu a jeho úspora.
22. Dynamika pneumatického systému, dosažitelné rychlosti a zrychlení. Synchronizace více pohonů.
23. Hydrostatické mechanismy. Charakteristiky hydraulických pohonů. Konstrukce přímočarých pohonů a schématická znázornění.
24. Struktura hydraulického obvodu pro dvojčinný pohon, systém pro úsporu energie pomocí dvou čerpadel.

# Teorie a modely automatického řízení

1. Stabilita lineárních systémů a regulačních obvodů (definice a význam, kritéria stability podle kořenů charakteristické rovnice, Hurwitzovo a Nyquistovo kritérium).
2. Laplaceova a Z transformace v analýze a řešení lineárních diferenciálních a diferenčních rovnic systémů (definice, vlastnosti, zpětné transformace).
3. Vlastnosti lineárních systémů ve stavové formulaci (dekompozice na homogenní a relaxované řešení, význam matice přechodu, konvoluční integrál, módy systému).
4. Analýza dynamických vlastností nelineárních systémů (body rovnováhy, mezní cyklus, lokální a globální stabilita).
5. Numerické metody pro simulaci dynamických systémů (explicitní a implicitní metody, adaptace délky kroku, parametrizace 'solverů' v programu Matlab-Simulink).
6. PID regulátor, algoritmus a jeho praktická implementace, omezení integrace, anti wind-up, ošetření derivační složky, beznárazové přepínání, regulátor se dvěma stupni volnosti.
7. Rozvětvené struktury regulačních obvodů, řešené problémy, přínosy (obvody s pomocnými veličinami, vnitřním modelem, kaskádní, s více ovlivňující se veličinami).
8. Využití metod stavového popisu při návrhu pokročilých způsobů řízení – říditelnost, pozorovatelnost, stavový regulátor, pozorovatel stavu.
9. Frekvenční a spektrální návrh regulátorů - bezpečnosti v zesílení a ve fázi, metoda root-locus.
10. Robustní návrh regulátoru, definice normy H-nekonečno a citlivostních funkcí, robustní syntéza H-nekonečno regulátoru pomocí smíšené citlivostní funkce.
11. Experimentální určení a parametrizace charakteristik lineárních dynamických systémů (přechodová, impulsní a frekvenční charakteristika).
12. Popis náhodných veličin a stochastických procesů (pravděpodobnostní charakteristiky, korelace, stacionarita, ergodičnost, bílý šum, výkonové spektrum).
13. Parametrické modely stochastických signálů a systémů.
14. Experimentální identifikace pomocí lineární regrese a využitím korelačních metod.
15. Odhad stavu systému pomocí stochastického pozorovatele (Kalmanův filtr).
16. Gradientové optimalizační metody (metoda gradient descentu, Gauss-Newtonova metoda, Levenberg-Marquardtova metoda), optimální krok a konvergence iterační metody.
17. Úlohy lineárního a kvadratického programování, přípustná množina řešení, optimum, extrém účelové funkce, standardní (rovniceový) tvar, duální úloha LP a QP problému.
18. Dynamické programování, Bellmanův princip optimality, problém optimálního řízení (rozdělení na základě volby kritéria funkce), nutné podmínky principu optimality.
19. Lineárně-kvadraticky (LQ) optimální regulátor, algebraická (maticová) Riccatiho rovnice, optimální řízení s omezeními vyjádřenými lineárními maticovými nerovnostmi (LMI).
20. Metoda MPC (Model Predictive Control), řízení v klouzavém horizontu (RHC – Receding Horizon Control), horizont predikce a korekce, redukce stupňů volnosti řídicí veličiny.

# Inženýrská informatika

1. Teorie informace a informační systém, definice a kvantifikace informace, entropie, redundance.
2. Signál a jeho přenos, fyzická vrstva komunikace, modulace, kódování, detekce chyb přenosu, šum, kanál a jeho kapacita, průmyslové sběrnice a jejich vlastnosti - CAN, MODBUS.
3. Počítačové sítě (včetně průmyslových), vlastnosti, topologie. Referenční model ISO/OSI, komunikační protokoly jednotlivých vrstev. IP, TCP, UDP, SSL. Zapouzdření aplikačních dat na vrstvách TCP/IP.
4. Objektově orientované programování: třída, objekt, vlastnost, metoda. Motivace pro objektově orientované programování. Práce s pamětí a typová kontrola. Reference, 'garbage collector', modifikátory přístupu.
5. Dědičnost v objektově orientované programování. Vícenásobná dědičnost, abstraktní třída, meta třída. Přetížení a přeřazení metody. Příklady implementace objektově orientovaného programování v programovacím jazyce.
6. Řadicí algoritmy. Příklady (bubble sort, quick sort, merge sort, bucket sort), jejich vlastnosti (asymptotická složitost, paměťová náročnost, stabilita).
7. Návrh SCADA/HMI. Struktura SCADA systémů. Historie vizualizace průmyslových procesů. Pozice SCADA v řídicí hierarchii. Svobodné SCADA systémy.
8. Komunikace SCADA/HMI s vyšší a nižší úrovní automatizace. Komunikační architektura. Standard OPC (klasik) a OPC UA. Průmyslové komunikační standardy a jejich pozice v ISO/OSI modelu.
9. Kognitivně vědní přístup k návrhu vizualizace průmyslového procesu. Inženýrsko-psychologické aspekty interakce člověk-stroj. Využití biologických signálů a trasování očních pohybů.
10. Databázové systémy. Klasické množinové operace v relačních databázích a jejich implementace. Cizí a vlastní klíč, indexy, referenční integrita, transakce. Jazyk SQL. Příkazy SELECT, INSERT a UPDATE.
11. Kompoziční pravidlo, fuzzy inference, v diagnostice technického systému. Formulace diagnostického problému (symptomy, poruchy) při znalosti pozorovací fuzzy množiny. Aplikace v diagnostice poruch při plné (resp. omezené) pozorovací fuzzy množině.
12. Metody vytěžování znalostí z databází - klasifikace, syntéza pravidel, aproximace dat. Metody – Support Vector Machine (SVM) - klasifikace dat, konceptuální svazy - syntéza pravidel, aproximace dat pomocí hrubých množin.
13. Fuzzy regulátory v řízení dynamických systémů. Typy regulátorů a etapy návrhu. Modelování a simulace funkce navrženého fuzzy regulátoru. Kritéria úspěšnosti řízení – stabilita a přesnost procesu řízení.
14. Genetické algoritmy. Formování populace, genetické operace, fitness funkce, cyklus GA, konvergence, ukončovací podmínky. Aplikace GA - optimalizace funkcí a parametrů systémů, nastavování vah neuronových sítí.
15. Základní pojmy z oblasti neuronových sítí. Umělý neuron, perceptron, vícevrstvá perceptronová síť, backpropagation. Životní cyklus NS: trénování (konvergence), testování, validace, provoz. Formování a množiny trénovacích dat.
16. Analýza obrazu. Nutnost interpretace. Objekt(y) a jejich detekce/segmentace z obrazu. Pořízení obrazu. Předzpracování obrazu bez interpretace. Popis objektů, získání příznaků pro statistickou klasifikaci.
17. 3D počítačové vidění. Geometrie jedné kamery a její kalibrace. Dvě kamery, epipolární omezení neformálně a algebraicky. Úloha korespondence. Hlubkové mapy a jejich pořízení. Algoritmus 'Iterative Closest Points'. Převod hlubkových map na povrch.
18. Strojové vnímání jako zpětná vazba. Vizuální servo (z kamery), zdroje hlubkových map. Silově poddajné roboty, řízená mechanická impedance. Roboty s taktilní zpětnou vazbou.
19. Počítačová podpora SW inženýrství, CASE, programování ve velkém, životní cyklus SW díla. Modely návrhu. Generování kódu. Sémantické modelování, počítačové ontologie
20. Objektově orientované metodologie analýzy. OMT, lexikální analýza zadání. UML, jednotlivé

diagramy UML – jejich význam, použití a syntax. Využití UML k analýze a návrhu.