

**Vysoké učení technické v Brně**

**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií**

**Ústav automatizace a měřicí techniky**

**STÁTNÍ ZÁVĚREČNÉ ZKOUŠKY  
TEMATICKÉ OKRUHY PŘEDMĚTŮ**

BPC-AMT - Automatizační a měřicí technika

**2024/25**

## Řízení a regulace 1

BPC-RR1

1. Definice ovládání, řízení a regulace (řízení bez a se zpětnou vazbou), výhody a nevýhody. Základní veličiny a přenosy. Rozdělení řízení podle různých kritérií. PID regulátory, základní složky a vlastnosti. Statická analýza zpětnovazebních obvodů. Standardní přenosy ve zpětnovazebním řízení, charakteristický polynom. Věta o počáteční a konečné hodnotě, požadavky na ustálené hodnoty.
2. Standardní struktury regulačních obvodů. Stabilita obvodů se zpětnou vazbou. Frekvenční charakteristiky v komplexní rovině, Nyquistovo kritérium stability, jeho zjednodušená verze a řešení v logaritmických souřadnicích, použití algebraických kritérií.
3. Analýza dynamických vlastností zpětnovazebních obvodů. Metoda geometrického místa kořenů. Zásoba stability v amplitudě, ve fázi a v modulu. Integrovaná kritéria kvality regulace, praktická kritéria.
4. Návrh PID regulátorů různými metodami (metoda standardních tvarů frekvenčních charakteristik, metoda optimálního modulu, metoda Zieglera-Nicholse, metoda standardních tvarů charakteristického polynomu, metoda požadovaného rozložení pólů uzavřeného obvodu).
5. PSD regulátory, základní složky a vlastnosti. Aproximace vzorkovače s tvarovačem, diskretizace PID regulátoru. Rozvětvené regulační obvody. Obvod s pomocnou regulovanou veličinou, s pomocnou akční veličinou, s měřením poruchy, s modelem regulované soustavy (kompenzace dopravního zpoždění). Vícerozměrové řídicí systémy.

## Řízení a regulace 2

BPC-RR2

6. Základní nelinearity a popis nelineárních systémů (popis statických a dynamických nelineárních systémů, vliv parazitních nelinearit na průběh regulačního děje).
7. Ustálené chování nelineárních dynamických systémů (rovnovážné stavy, mezní cyklus, metoda harmonické rovnováhy, stabilita mezního cyklu).
8. Stabilita nelineárních systémů (definice, metody vyšetření, věty o nestabilitě, stabilita uzavřené regulační smyčky).
9. Reléová regulace (on-off regulátory, řízení v klouzavém režimu).
10. Linearizace nelineárních dynamických systémů (rozvoj do Taylorovy řady, exaktní zpětnovazební linearizace).

## Snímače

BPC-SNI

11. Měření polohy - principy odporové, indukčností, kapacitní
12. Měření polohy - principy optické, magnetické, ultrazvukové
13. Měření vibrací, rychlosti, zrychlení, akcelerometry, snímače úhlové rychlosti
14. Tenzometry, snímače síly, hmotnosti, momentu a tlaku
15. Měření průtoku, základní principy objemových, rychlostních a hmotnostních průtokoměrů
16. Kontaktní snímače teploty (dilatační, odporové, termoelektrické)
17. Měření záření (tepelné a kvantové snímače IR záření, snímače ionizujícího záření)
18. Chemické snímače

## Umělá inteligence

BPC-UIIN

19. Umělá inteligence (UI) - definice: úzká UI, obecná UI, superinteligence, strojové učení.
20. Umělé neuronové sítě - paradigma: perceptron, algoritmus učení Backpropagation, Kohonenova samoorganizační mapa, konvoluční neuronová síť.
21. Expertní systémy (ES) - definice, architektura, teoretické zdroje pro realizaci ES, tvorba a ladění báze znalostí, průběh konzultace.
22. Strojové vidění - předzpracování obrazu, segmentace obrazu, popis a klasifikace obrazu.

## Zpracování vícerozměrných signálů

BPC-ZVS

23. Diskrétní obraz, jeho vlastnosti a reprezentace (model kamery, projekce, digitalizace, metriky), binární, šedotónový a barevný obraz - barevné formáty, souborové formáty.
24. Konvoluční integrál, korelace obrazových signálů, okolí bodu, lineární a nelineární filtry (masky - detekce hran a rohů, filtrace šumu), typy šumu.
25. Jasové transformace (histogram, kumulovaný histogram - ekvalizace, jasové korekce), geometrické transformace (aproximace, bilineární a afinní transformace, homogenní souřadnice, interpolace souřadnic, korekce zkreslení, rotace / měřítko).
26. Morfologické operace a integrovaná transformace (využití FT pro zpracování vícerozměrných signálů - vzorce, vlastnosti, výhody a nevýhody, typy a tvorba filtrů, korelace a autokorelace).

## Seznam předmětů:

|          |                                   |
|----------|-----------------------------------|
| BPC-RR2  | Řízení a regulace 2               |
| BPC-SNI  | Snímače                           |
| BPC-UIIN | Umělá inteligence                 |
| BPC-ZVS  | Zpracování vícerozměrných signálů |

## Měření v elektrotechnice

BPC-MVE

1. Chyby měření (rozdělení, výpočet, chyby metody, chyby měřicích přístrojů). Nejistoty měření - typy, výpočet nejistoty A, B, kombinovaná a rozšířená nejistota. Nejistoty nepřímých měření.
2. Analogově-číslicové převodníky pro měřicí techniku – rozdělení, princip základní typů AD převodníků, vlastnosti, použití.
3. Měření napětí a proudu. Změna rozsahů voltmetrů a ampérmetrů. Rušení u měřicích přístrojů.
4. Měření výkonu v jednofázové a třífázové soustavě. Wattmetry – princip, typy, vlastnosti.
5. Číslicové osciloskopy – princip, vlastnosti, jejich příslušenství.
6. Měření frekvence, časového intervalu a fáze. Univerzální čítač – princip, vlastnosti.
7. Měření pasivních el. veličin (R,L,C,Z) – metody s přímým údajem, principy mostových metod.
8. Měření magnetických veličin. Snímače magnetických veličin (princip základních magnetických převodníků – měřicí cívka, Hallova sonda). Měření parametrů feromagnetik (hysterezní smyčka, ztráty) pomocí osciloskopu.

## Logické obvody a systémy

BPC-LOS

9. Logická funkce, její vyjádření pomocí tabulky, algebraického výrazu a map. Úplný součtový a součinnový tvar algebraického vyjádření logické funkce. Metody a principy minimalizace logických funkcí. Úprava logické funkce pro realizaci pomocí členů NAND a NOR.
10. Kombinační logické obvody: binární dekodér, multiplexor, demultiplexor, kodér, prioritní kodér, číslicový komparátor, binární sčítačka a odčítačka. Druhý doplněk. Logické obvody s třístavovým výstupem a s otevřeným kolektorem. Připojování zařízení na sběrnici.
11. Přechodné děje v kombinačních logických obvodech, hazardní stavy (souběhový, dynamický a statický hazard), metody detekce a řešení statického hazardu ve dvoustupňové struktuře NAND-NAND, konsensus, řešení hazardu pomocí sekvenčních obvodů.
12. Rozdíl mezi kombinačním a sekvenčním logickým obvodem. Klopné obvody: RS, D, JK, T, hladinové, hranové a master-slave, pravdivostní tabulka, pojem metastabilita v sekvenčních logických obvodech.
13. Sekvenční logické obvody: posuvný registr, posuvné registry se zpětnou vazbou (kruhový čítač, Johnsonův čítač, lineární čítač - LFSR), asynchronní a synchronní čítače, popis jejich funkce pomocí jazyka HDL. Vysvětlíte pojmy HDL jazyka: souběžný a sekvenční příkaz, okamžité a odložené přiřazení.
14. Konečné stavové automaty: Obecný (Huffmanův) model sekvenčního logického obvodu, přechodová funkce, výstupní funkce, budicí funkce. Mealyho, Mooreho a autonomní automat. Popis konečného automatu pomocí stavového diagramu, tabulky přechodů a tabulky výstupů. Návrhová tabulka (budicí funkce KO).

## Vestavné systémy a mikroprocesory

BPC-MIC

15. Von Neumannovy principy, blokové schéma Von Neumannova počítače. Rozdíl mezi Von Neumannovou, harvardskou a modifikovanou harvardskou architekturou. Procesory CISC a RISC. Rozdíl mezi obvodovým a mikroprogramovým řadičem. Řetězové zpracování instrukcí (pipelining), skokový a datový konflikt. Jak se liší a pro jaké typy úloh je určen mikroprocesor pro všeobecné použití, mikrokontrolér, signálový procesor a signálový kontrolér (DSC), SoC (System on a Chip), ASIC.
16. Rozdíl mezi izolovanými a paměťově mapovanými periferiemi. Způsoby obsluhy V/V: aktivní čekání, přerušení, DMA. Přerušení: řadič přerušení, činnost procesoru při zahájení obsluhy přerušení a návratu z přerušení, tabulka vektorů přerušení. Asynchronní a synchronní přerušení. Maskovatelné, nemaskovatelné a pseudomaskovatelné přerušení. Vnořené přerušení. RESET, činnost procesoru po RESETu.
17. Princip a vlastnosti pamětí SRAM, SDRAM, EEPROM a FLASH. Rozdíl mezi pamětmi NOR FLASH a NAND FLASH. Princip pamětí MRAM a FeRAM.
18. Připojování paralelních pamětí SRAM a FLASH ke sběrnici mikroprocesoru. Adresový dekodér. Hierarchie paměti, paměti cache, specializované paměti cache.
19. Zdroje hodinových impulsů pro mikrokontroléry, jejich parametry. Fázový závěs (blokové schéma, funkce, důvody použití). Princip a použití watch dog. Komunikační rozhraní UART, SPI, QSPI a IIC.

20. Úrovně řízení výroby a jejich funkce. Zařazení komponent do jednotlivých vrstev a možnosti jejich propojení. Způsoby řízení výroby (centralizované a distribuované). Toky dat (informací) v systému a jejich popis. Vlastnosti a možnosti nadřazených výrobních systémů (MES, ERP).

21. Standardní rozhraní průmyslových signálů - typy, obvodové provedení, vlastnosti a použití. Logika digitálních signálů. Zpracování analogové veličiny. Standardizace a destandardizace. Senzory - popis, typy a jejich použití. Možnosti zapojení snímačů do systému.

22. Průmyslové pohony (elektrické, pneumatické) - typy, vlastnosti a způsoby řízení. Zapojení průmyslových pohonů do systému.

23. Řídicí členy (PLC, DCS, průmyslová PC, průmyslové regulátory, vestavné systémy, HMI aj.) – vlastnosti a použití. Typy provedení komponentů. Možnosti jejich programování (parametrizace, reprezentace veličin, struktura projektu, struktura programu, stavový automat). Postup programování technologických procesů.

24. Průmyslové komunikační sítě (sběrnice a protokoly) – dělení, vlastnosti a použití. Referenční model ISO/OSI. Způsoby komunikace. Průmyslový Ethernet. Bezdrátový přenos dat v průmyslovém prostředí.

25. Spolehlivost a bezpečnost průmyslových zařízení a systémů. Metody vyhodnocení spolehlivosti. Komponenty a metody zajišťující funkční bezpečnost průmyslových strojů a zařízení. Aspekty kybernetické bezpečnosti. Kybernetické útoky a metody jejich zmírnění.

26. Systémy reálného času – vlastnosti a použití v průmyslové automatizaci. Pojmy determinismus, včasnost a jitter. Metody zajištění determinismu.

### **Seznam předmětů:**

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| BPC-MVE | Měření v elektrotechnice           |
| BPC-LOS | Logické obvody a systémy           |
| BPC-MIC | Vestavné systémy a mikroprocesory  |
| BPC-PPA | Prostředky průmyslové automatizace |