SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

**TÍMOVÝ PROJEKT**

**Systém na podporu pedagogiky**

Vedúci projektu: prof. Ing. Ján Murgaš, PhD.

**Bratislava 2019 Bc. Martin Dodek**

**Bc. Martin Irha**

**Bc. Jakub Hažík**

**Bc. Dominik Dano**

**Bc. Marek Štipčák**

**Bc. Denis Piovár**

**TÍMOVÝ Projekt**

ZADANIE

**Študijný program: Robotika a kybernetika**

**Študijný odbor: 9.2.7 Kybernetika**

**Vedúci projektu: prof. Ing. Ján Murgaš, PhD.**

**Konzultant: Ing. Marián Tárník, PhD.**

**Miesto vypracovania projektu: Ústav robotiky a kybernetiky**

**Riešitelia:**

**Názov projektu: Systém na podporu pedagogiky**

**Špecifikácia zadania:**

Vytvorte systém na podporu pedagogiky v predmete Úvod do kybernetiky pre jednotlivé témy podľa harmonogramu predmetu. Aktualizované témy budú prílohou zadania.

Úlohy:

1. Vytvorte organizačný rámec pre riešenie TP podľa pravidiel tímových projektov.
2. Analyzujte rozsah prác na jednotlivých témach projektu.
3. Vytvorte zadanie úloh pre členov riešiteľského kolektívu.
4. Vypracujte požadovanú dokumentáciu.
5. Napíšte recenziu konkurenčného projektu.
6. Odprezentuje tímový projekt.

***Termín odovzdania projektu: 13.5.2019***

Obsah

[Úvod 4](#_Toc11383366)

[1 Rozdelenie úloh – bloky prednášok 5](#_Toc11383367)

[2 Pravidlá Tímového Projektu 7](#_Toc11383368)

[3 Zápisnice zo stretnutí 9](#_Toc11383369)

[4 Výsledky práce 10](#_Toc11383370)

[4.1 Blok 0 10](#_Toc11383371)

[4.1.1 Matlab a Simulink pre dynamické systémy 10](#_Toc11383372)

[4.1.2 Užívateľské prostredie MATLABu 10](#_Toc11383373)

[4.1.3 Dátové štruktúry 10](#_Toc11383374)

[4.1.4 Komplexné čísla 11](#_Toc11383375)

[4.1.5 Funkcie 11](#_Toc11383376)

[4.1.6 Polynóm 11](#_Toc11383377)

[4.1.7 Grafy 11](#_Toc11383378)

[4.1.8 Simulink 12](#_Toc11383379)

[4.2 Blok 1 12](#_Toc11383380)

[4.3 Blok 2 13](#_Toc11383381)

[4.4 Blok 3 14](#_Toc11383382)

[4.5 Blok 4 15](#_Toc11383383)

[4.6 Blok 5 15](#_Toc11383384)

[4.7 Výsledok 16](#_Toc11383385)

[5 Hodnotenie členov tímu 17](#_Toc11383386)

[6 Hodnotenie konkurenčného tímu 18](#_Toc11383387)

[Prílohy 19](#_Toc11383388)

Úvod

Anotácia: Tímový projekt je príprava študentov na prácu v tíme a rozvíjanie schopností, ako komunikovať v tíme, spolupracovať pri vytváraní spoločného výsledku projektu, plánovať relatívne rozsiahly projekt, účinne riadiť projekt (podieľať sa na riadení) a efektívne využiť (moderovať) diskusie v rámci tímu a aj s vedúcim projektu a prípadne zákazníkom, prezentovať výsledky projektu. Súčasťou tímového projektu je vypracovanie dokumentácie.

Dokumentácia k projektu: Dokumentácia obsahuje okrem odborných častí aj časť Riadenie projektu. Táto časť obsahuje minimálne: predstavenie riešiteľského kolektívu, plán projektu (v jednotlivých kontrolných bodoch sa môže meniť), dohodnuté metódy práce, komunikácie a koordinácie projektu, podrobné záznamy zo stretnutí (vrátane rozhodnutí tímu a kontroly rozhodnutí). Každý tím na záver písomne vypracuje posudok na konkurenčný projekt. Posudok je súčasťou dokumentácie. Dokumentácia obsahuje aj termín obhajoby projektu. Odporúča sa, aby študenti v rámci projektu vytvorili a v priebehu projektovania udržiavali prezentáciu projektu a výsledkov projektu na webe.

Výsledky projektu študenti prezentujú písomne a ústne pred komisiou.

Harmonogram

1. týždeň semestra: zostavenie tímu, výber témy, vypracovanie ponuky

2. týždeň semestra: potvrdenie témy, rozdelenie tímových rolí, organizačné záležitosti (webstránka, dokumentačné úložisko, termíny stretávania...)

V druhom týždni treba zverejniť stránku tímu.

3. - 12. týždeň: práca na projekte priebežne dokumentovaná zápisnicami

skúškové obdobie: spoločná verejná obhajoba a oponentúra projektov

Posudok

Každý tím vypracuje posudok na riešenie iného tímu. Je potrebné zhodnotiť prínosy aj nedostatky projektu.

# Rozdelenie úloh – bloky prednášok

Oficiálny aktuálny harmonogram predmetu Úvod do kybernetiky:

1. Kybernetika a jej význam. Základné nástroje pre predmet.
2. Procesy a ich matematický opis. Statické a dynamické vlastnosti procesov. Ustálené a prechodné stavy. Riešenie „dynamiky“ pomocou diferenciálnych rovníc.
3. Laplaceova transformácia a jej využitie pri riešení diferenciálnych rovníc.
4. Kybernetický model procesu. Prenosová funkcia. Vlastnosti prenosových funkcií. Póly, nuly. Prechodové charakteristiky.
5. Stavové modely procesov. Stabilita systémov. Algebrické kritérium. Frekvenčné kritérium.
6. Skúška A 20b
7. Riadenie procesov – základný princíp kybernetiky. Stabilita regulačných obvodov. Základná štruktúra regulátorov PID štruktúra. Výber vhodnej štruktúry PID regulátora pre typické riadené systémy.
8. Návrh optimálnych parametrov PID regulátorov.
9. Praktické problémy použitia PID regulátorov.
10. Korekčné členy s fázovým predstihom.
11. Korekčné členy s fázovým zaostávaním. Kombinované korekčné členy
12. Skúška B 40b

Na základe obsahu pôvodných prednášok, aktuálneho harmonogramu a vlastných úprav som definoval hlavné bloky, ktorým sa budeme venovať:

* BLOK 0 Matlab a Simulink
* BLOK 1.Dynamika,modelovanie,dif.rovnice,LPT,obrazy funkcii, parciálne zlomky, ILPT, veta o počiatočnej a konečnej hodnote, algebra prenosových funkcii, úprava blokových schém
* BLOK 2.Prenosové funkcie (typy - nuly, póly, astatizmus), charakteristiky (prechodová, impulzná, frekvenčné, prevodová char.),odozvy typických systémov, char. polynóm, korene (rozloženie koreňov a vplyv na dynamiku)
* BLOK 3.stabilita - kritéria(frekvenčné, algebrické), stavový opis systému, kanonická forma riaditeľnosti, vlastné čísla matice
* BLOK 4.Riadenie, regulátory, URO, ORO, , PID regulátor, kvalita riadenia, trvalá regulačná odchýlka, riadenie jednoduchých sústav PID regulátorom, Návrh optimálnych parametrov PID regulátorov
* BLOK 5. Návrh korekčných členov- Frekvenčné kritéria stability

Tieto kapitoly obsahovo reflektujú sylabus predmetu a zároveň ponúkajú rámcové rozdelenie medzi členov tímu. Aj napriek tomu, že sa jedná o tímový projekt, bude každý z jeho členov pracovať viacmenej nezávisle na svojej pridelenej časti.

Tieto bloky by mali byť náročnosťou a obsahom vyvážené a zároveň by malo ostať zachované základné členenie predmetu a jeho harmonogram.

Aktuálne a konečné rozdelenieblokov medzi členov tímu je nasledovné:

**BLOK 0 Dominik Dano**

**BLOK 1 Martin Dodek**

**BLOK 2 Jakub Hažík**

**BLOK 3 Matin Irha**

**BLOK 4 Marek Štipčák**

**BLOK 5 Denis Piovár**

# Pravidlá Tímového Projektu

*Anotácia:*

Tímový projekt je príprava študentov na prácu v tíme a rozvíjanie schopností, ako komunikovať v tíme, spolupracovať pri vytváraní spoločného výsledku projektu, plánovať relatívne rozsiahly projekt, účinne riadiť projekt (podieľať sa na riadení) a efektívne využiť (moderovať) diskusie v rámci tímu a aj s vedúcim projektu a prípadne zákazníkom, prezentovať výsledky projektu. Súčasťou tímového projektu je vypracovanie dokumentácie.

*Dokumentácia k projektu:*

Dokumentácia obsahuje okrem odborných častí aj časť Riadenie projektu. Táto časť obsahuje minimálne: predstavenie riešiteľského kolektívu, plán projektu (v jednotlivých kontrolných bodoch sa môže meniť), dohodnuté metódy práce, komunikácie a koordinácie projektu, podrobné záznamy zo stretnutí (vrátane rozhodnutí tímu a kontroly rozhodnutí). Každý tím na záver písomne vypracuje posudok na konkurenčný projekt. Posudok je súčasťou dokumentácie. Dokumentácia obsahuje aj termín obhajoby projektu. Odporúča sa, aby študenti v rámci projektu vytvorili a v priebehu projektovania udržiavali prezentáciu projektu a výsledkov projektu na webe. Výsledky projektu študenti prezentujú písomne a ústne pred komisiou.

*Výsledky vzdelávania:*

Príprava študentov pre tímovú prácu na projektoch väčšieho rozsahu. Študenti budú vedieť pracovať v tíme, preukážu schopnosti dorozumieť sa, rozdeliť si úlohy, vytvoriť produkt (jeho časť) zrozumiteľnú a modifikovateľnú pre ostatných. Preukázaním týchto schopností je vytvorenie integrovaného produktu - výsledku riešenia projektu, ktorý spĺňa požiadavky zadania v predmetoch Tímový projekt 1 a Tímový projekt 2.

*Stručná osnova predmetu:*

1. Ponuka: vytvorenie a nahlásenie tímov, zverejnenie tém a požiadaviek na vypracovanie ponuky, spracovanie ponuky, odovzdanie ponúk, vyhodnotenie ponúk.
2. Rozdelenie úloh, vytvorenie plánu projektu na celú dobu riešenia a na semester, analýza problému (špecifikácia požiadaviek, štúdium problematiky).
3. Analýza problému, hrubý návrh riešenia.

# Zápisnice zo stretnutí

Prvé stretnutie:

* Získanie základných znalostí, ktoré od nás prednášateľ predmetu požaduje
* Najväčší dôraz je kladený na dokumentáciu
* Oboznámenie sa s pravidlami Tímového Projektu

Druhé stretnutie:

* Určenie vedúceho Tímového projektu
* Vytvorenie Github repozitára na dokumentáciu a zdielanie informácií
* Zistenie, ktoré predmety nadväzujú na UKYB
* Rozhodnutie o pridávaní väčšieho počtu obrázkov, príkladov do prednášok a lepšie vysvetlenie princípov, vďaka čomu sa to lepšie študentom vysvetlí a to by malo zvýšiť úspešnosť predmetu
* Zamyslieť sa nad vecami, ktorým rozumieme a ktoré by mali byť lepšie vysvetlené v prednáškach

Tretie stretnutie:

* Rozdelenie prezentácií do blokov
* Priradenie blokov jednotlivým členom tímu
* Priradenie obsahu úloh, čo by mali jednotlivé bloky obsahovať

Štvrté stretnutie:

* Prvé ukážky prezentácií prednášateľovi
* Dolaďovanie detailov, ktoré sa týkajú harmonogramu predmetu

# Výsledky práce

## Blok 0

### Matlab a Simulink pre dynamické systémy

Cieľom tohto bloku je oboznámiť študentov so základmi práce v prostredí MATLAB a Simulink. V prostredí MATLAB sú vysvetlené základné príkazy, ktoré študenti budú potrebovať pri práci na zadaniach počas celého štúdia na fakulte a tiež sa tu nachádzajú aj krátke demonštračné príklady, na ktorých sú vysvetlené princípy. V prostredí Simulink sa zameriavame na vytváranie schém pre dynamické systémy, ako nastaviť pevnú periódu vzorkovania a ako si vymieňať informácie medzi MATLABom a Simulinkom.

### Užívateľské prostredie MATLABu

Na začiatok sme študentom ukázali ako vyzerá užívateľské prostredie MATLAB a z akých pracovných rozhraní sa skladá. Medzi tieto základné pracovné rozhrania patria: Command Window, Editor, Current Folder a Workaspace. Command Window je rozhranie, do ktorého priamo zadávame príkazy, ktoré sa hneď vykonávajú. Editor slúži na editáciu skriptu alebo kódu. Current Folder nám zobrazuje súbory v pracovnom priečinku. Akýkoľvek súbor, s ktorým chceme pracovať, tak sa musí nutne nachádzať v Current Folder. Vo Workspace môžeme vidieť zoznam použitých premenných s ktorými pracujeme. Je dôležité aj poukázať nato, akými spôsobmi sa dajú premenné vymazať, ak s nimi následne už nechceme pracovať.

### Dátové štruktúry

Po vysvetlení, ako vyzerá užívateľské prostredie MATLABu a načo jednotlivé rozhrania slúžia je dôležité vysvetliť s akými dátovými štruktúrami môžeme v MATLABe pracovať. Keďže skratka MATLAB vyplýva z názvu Matrix Laboratory, čo v preklade znamená maticové laboratórium, tak kľúčovou dátovou štruktúrou je matica. Okrem matíc tu môžeme pracovať aj s vektormi a skalármi. V tejto časti sa nachádzajú demonštračné príklady na vysvetlenie matice, vektora a skalára. V demonštračných príkladoch je vysvetlené akými spôsobmi sa môže matica vytvoriť a tiež aj to, ako sa nahrádzajú jednotlivé prvky v matici. Následne je tu vysvetlené aj to, akými spôsobmi sa môže vytvoriť vektor, ako vyzerá riadkový vektor a ako vyzerá stĺpcový vektor a aj ako sa z riadkového vektoru vytvorí stĺpcový a naopak Keďže základným prvkom v MATLABe je matica, tak je potrebné ukázať študentom ako sa matice využívajú pri riešení systému lineárnych rovníc. Nachádza sa tu demonštračný príklad, v ktorom je zápis troch rovníc a následne je tu vysvetlený postup zápisu daných prvkov do matíc a aj to, aký operátor sa následne použije, aby sme získali výsledok.

### Komplexné čísla

Ďalšiu dôležitú časť tvoria komplexné čísla. Ako sa v MATLABe pracuje s komplexnými číslami je vysvetlené na jednoduchom príklade, kde je vysvetlené ako získame z komplexného reálnu časť, imaginárnu časť, akým príkazom vytvoríme komplexne združené číslo k zadanému komplexnému číslu, ako zistíme veľkosť komplexného čísla a ako zistíme uhol.

### Funkcie

Funkcie sú m-súbory, ktoré môžu prijímať vstupné argumenty a vracať výstupné argumenty. Meno m-súboru sa musí zhodovať s menom funkcie. Funkcia môže mať jeden alebo viacero výstupných parametrov. Zoznam výstupných parametrov je písaný pred menom funkcie v hranatých zátvorkách.

### Polynóm

Študenti pri práci na rôznych zadaniach budú musieť pracovať s polynómami, preto je dôležité vysvetliť základné princípy práce s polynómami. Polynóm je reprezentovaný svojimi koeficientami. V MATLABe je polynóm uložený ako vektor, ktorého prvý prvok je koeficient pri najvyššej mocnine a posledný prvok je absolútny člen. V tejto časti bolo vytvorených viacero demonštračných príkladov na prácu s polynómami ako je napríklad zápis polynómu, výpočet koreňov polynómu, zistenie akej hodnote sa polynóm rovná pri dosadení čísla za neznámu premennú, vznik polynómu z vopred známych koreňov, sčítanie a odčítanie polynómov, násobenie, delenie, delenie so zvyškom, rozdelenie polynómu na parciálne zlomky, derivácia a integrácia polynómu.

### Grafy

Grafika je silnou stránkou prostredia MATLAB. Je to nástroj, ktorý sa používa na prehľadné zobrazovanie výsledkov, ktoré nie sú na prvý pohľad jasné. V tejto časti sa nachádzajú demonštračné príklady na prácu s grafmi. Je tu zobrazený postup, akým príkazom sa vytvorí graf, označenie x-ovej a y-ovej osi, vytvorenie názvu grafu ale aj vytvorenie legendy, ak sa v grafe nachádza viacero priebehov, aby bolo jasné, ktorá čiara patrí k danému priebehu. Tiež je tu vysvetlené použitie príkazov na nastavenie rozsahu x-ovej a y-ovej osi, zapnutie a vypnutie mriežky, nastavenie hrúbky čiary, nastavenie farby čiary. Tiež je tu zobrazený aj postup ako sa exportuje obrázok z MATLABu do Wordu.

### Simulink

Prostredie Simulink sa používa na modelovanie a simuláciu dynamických systémov. Obsahuje algoritmy pre numerické riešenie diferenciálnych rovníc. Je to vlastne grafické programovanie na základe blokových schém. Schéma v Simulinku je tvorená na základe bloku, do ktorého vstupuje vstupný (riadiaci) signál a na výstupe je výstupný (riadený) signál. Následne tu je vysvetlené čo sú bloky a signály v Simulinku. Bloky sú funkčné stavebné prvky. Signály sú tok dát, ktorý je používaný na komunikáciu medzi jednotlivými blokmi. Je tu vysvetlené aj to, že čo je algebraická slučka. Ďalej je tu uvedený postup ako sa nastavuje pevná perióda vzorkovania, ako sa pridávajú bloky do schémy, ako sa vytvárajú signály, ako sa vytvárajú schémy, práca s blokmi ako je označenie jedného, viacerých alebo všetkých blokov, ako sa vetví signál, ako sa pracuje so subsystémami, komunikácia a výmena dát medzi MATLABom a Simulinkom. Na záver je vytvorený demonštračný príklad so zadanou prenosovou funkciou a úlohou je zistiť prevodovú charakteristiku. Je tu uvedený postup ako sa vytvára prevodová charakteristika- máme zadané vstupy a zisťujeme prechodovú charakteristiku a následne zoberieme ustálenú hodnotu výstupu, ktorá zodpovedá danému vstupu a zapíšeme túto hodnotu do tabuľky. Zo získaných dát následne vykreslíme prevodovú charakteristiku.

## Blok 1

Prvá prednáška je úvodom do predmetu a problematiky automatického riadenia vôbec. Na začiatok sme vysvetlili pojem kybernetika v širšom zmysle, rovnako sme sa na príkladoch snažili naznačiť význam dynamiky systémov okolo nás. Ďalej sme zaviedli pojem diferenciálnych rovníc a ich význam v kybernetike a rovnako  rozdiel medzi lineárnymi a nelineárnymi systémami vo všeobecnosti. Rovnako sme ukázali na prítomnosť dynamiky v elektrických obvodoch a odvodenie diferenciálnych rovníc.

Zaviedli sme Laplaceovu transformáciu ako základnú transformáciu v kybernetike. Ukázali sme význam definičného integrálu a odvodenie obrazov niektorých funkcii – dôležitých signálov ako Dirackov impulz a jednotkový skok.

Rovnako sme definovali vzťah Laplaceovej transformácie derivácie a integrálu. Tým pádom sme ukázali princíp vytvárania blokových schém z diferenciálnych rovníc – ako základný prístup pri modelovaní systémov. Zaviedli sme pojem prenosovej funkcie ako základného dynamického objektu. Ukázali sme základné štruktúry blokových schém a princípy ich úprav a zjednodušovania. Kapitola obsahuje veľké množstvo príkladov s riešeniami. Obsah prednášky je z veľkej časti vlastný.

## Blok 2

Obsahom prednášok druhého bloku sú nasledujúce témy: dynamika, diferenciálne rovnice, Laplaceova transformácia, prenosová funkcia a modelovanie. Prezentácia začína najprv vysvetlením slova „Kybernetika“, aby študenti vedeli čo toto slovo symbolizuje. Ďalej nasleduje vysvetlenie pojmu dynamika. Je potrebné vedieť, že dynamika systémov je jedna z najdôležitejších vecí v kybernetika. Čas pri dynamika vystupuje ako nezávislá premenná, základom dynamiky je derivácia funkcie podľa času. Ako príklad dynamiky sme uviedli nasledujúce technické procesy: otáčky jednosmerného motora, teplota pece, napätie na kondenzítore, výška hladiny zásobníka kvapaliny a kmitanie bremena žeriavu.

Študenti sa budú počas celého štúdia stretávať s diferenciálnymi rovnicami, tak je dôležité vysvetliť, čo diferenciálna rovnica je. Diferenciálna rovnica je matematická rovnica, v ktorej ako premenné vystupujú derivácie funkcií. Podľa stupňa derivácie rozlišujeme rád diferenciálnej rovnice. Diferenciálna rovnica môže byť lineárna alebo nelineárna. Riešenie diferenciálnych rovníc môže byť analytické alebo numerické. V prezentácii sú tiež uvedené rozdiely medzi lineárnymi a nelineárnymi diferenciálnymi rovnicami a tiež sú tu následne uvedené príklady pre lineárne a nelineárne systémy. V prezentácii sa tiež nachádzajú jednoduché príklady na modely pasívnych filtrov, z ktorých je potrebné určiť diferenciálnu rovnicu.

Laplaceova transformácia je tiež veľmi dôležitá kapitola. Laplacova transformácia nám zjednodušuje prácu s časovými deriváciami signálov. Pomocou nej vieme riešiť lineárne diferenciálne rovnice a abstrahovať vlastnosti systémov do prenosových funkcií. Prenosová funkcia je pomer Laplaceovho obrazu výstupu systému k Laplaceovmu obrazu vstupu pri nulových počiatočných podmienkach. Prenosová funkcia nezávisí od konkrétneho signálu, ale od signálu, ktorý na vstup privedieme. Prenosová funkcia opisuje dynamické vlastnosti systému. Dôležitými vlastnosťami prenosovej funkcie sú: charakteristický polynóm, rád charakteristického polynómu prenosovej funkcie, rád čitateľa, póly, nuly a stupeň astatizmu. Následne tu je vysvetlená algebra prenosových funkcií, čiže sériové zapojenie, paralelné zapojenie a spätná väzba. Sú tu aj uvedené jednoduché príklady na ukážku.

Na konci bloku sú realizované príklady na vytvorenie z diferenciálnych rovníc. V prvom príklade je uvedená diferenciálna rovnica pre opis matematického kyvadla a následne je tu podrobne vysvetlená realizácia v Simulinku- vytvorenie modelu. Ako druhý príklad bol zvolený budený harmonický oscilátor a vytvorenie jeho modelu z diferenciálnej rovnice.

## Blok 3

V tejto časti sú hlavnými témami kritériá- frekvenčné, algebraické, stavový opis systému, kanonická forma riaditelnosti a vlastné čísla matice.

Na začiatok sú evedené definície pre vonkajší model- diferenciálna rovnica, prenosová funkcia a definícia pre vnútorný model, čiže stavový model systému. Pri stavovom modeli je dôležité vysvetliť, čo je stav systému- je to súhrn všetkých veličín systému(okrem vstupných), ktoré vieme do opisu zahrnúť. Stavový opis je prepis diferenciálnej rovnice n-tého rádu na n diferenciálnych rovníc prvého rádu. Potom nasleduje jednoduchý príklad na vysvetlenie stavového opisu systému a tiež aj príklad, pri ktorom je zadaná diferenciálna rovnica, z ktorej následne získame stavový opis. Príklady sú tu detailne vysvetlené, aby študenti pochopili ich podstatu. Tiež je dôležité spomenúť aj to, že zo stavového opisu vieme následne dosiahnuť prenosovú funkciu.

Ďaľšou dôležitou časťou je vysvetlenie stability systému. Keď máme systém zapísaný v stavovom priestore, tak na určenie stability systému potrebujeme získať vlastné čísla matice A. Sú tu uvedené príkazy v MATLABe, ktoré sú potrebné na získanie koreňom systému a príkaz na zistenie vlastných čísel matice.

Potom nasleduje vysvetlenie vyšetrovania stability systému. Na vyšetrenie stability sa používajú frekvenčné a algebraické kritériá stability. Medzi frekvenčné kritériá stability patria Nyquistovo kritérium a Bodeho ktirérium. Nyquistovo kritérium vychádza z frekvenčných charakteristík ORO v komplexnej rovine a Bodeho kritérium vychádza z logaritmických frekvenčných charakteristík ORO. Algebraické kritériá stability vychádzajú z charakteristickej rovnice uzavretého regulačného obvodu. Tieto kritériá vyšetrujú rozloženie pólov systému v komplexnej rovine. Medzi najznámejšie algebraické kritéria stability patrí Routhovo kritérium stability. Následne sú tu uvedené príklady ako sa vyšetruje stabilita pomocou Nyquistovho, Bodeho a Routhovho kritéria, ktoré sú detailne vysvetlené.

## Blok 4

Tento blok je zameraný na riadenie, regulátory, uzavretý regulačný obvod, otvorený regulačný obvod, PID regulátor, kvalita riadenia, trvalá regulačná odchýlka, vysvetlenie riadenia na sústavách pomocou PID regulátora a návrh optimálnych parametrov PID regulátorov.

Na začiatok je uvedená schéma ako vyzerá regulačný obvod. Dôležité vedieť, akými veličinami je tvorený obvod. Vstupnou veličinou do obvodu je žiadaná veličina. Výstupnou veličinou je regulovaná veličina. Regulačná odchýlka je rozdiel medzi výstupnou veličinou a vstupnou veličinou. Regulačná odchýlka vstupuje do regulátora. Regulátorom sa nasledne generuje akčný zásah, ktorú vstupuje do riadeného systému.

Regulátory môžu byť definované buď interakčným tvarom alebo zložkovým tvarom. Medzi základné typ regulátorov patria P regulátor, I regulátor, PI regulátor, PD regulátor a PID regulátor. Následne je tu vysvetlený príklad na reguláciu statickej sústavy prvého rádu s použitým PI regulátorom. Je tu vysvetlené, ako treba postupovať pri riešení: výpočet ORO, výpočet URO, vyšetrenie podmienky stability, vyšetrenie aká môže byť kvalita regulácie.

## Blok 5

V tomto bloku sú vysvetlené frekvenčné kritériá stability- návrh korekčných členov. Korekčný člen je člen, ktorý je zaradený do obvodu za účelom korigovania jeho dynamických vlastností. Korekčné členy sa zapájajú do obvodu sériovo. Princíp je nasledovný: k pôvodnému prenosovu riadeného systému pridáme prenos korekčného člena. Medzi základné princípy korekčných členov patria korekčný člen s fázovým predstihom a korekčný člen s fázovým zaostávaním. Korekčný člen s fázovým predstihom skracuje čas nábehz a dobu regulácie, vylepšuje rezervu stavility vo fáze regulačného obvodu. Korekčný člen s fázovým zaostávaním predlžuje čas nábehu a dobu reulácie systému. Následne sú tu uvedené realizácie obidvoch typov korekčných členov a tiež výsledky simulácií a porovnenia priebehov s použitím korekčných členov a bez korekčných členov.

## Výsledok

Vo výsledku sa nám podarilo naplniť vlastné očakávania a predsavzatia o kvalite výsledného produktu.

Z organizačných a iných dôvodov sme však boli schopní plnohodnotne realizovať a naplniť iba bloky 0 až 3. Hoci tieto považujem práve za tie najdôležitejšie. Vznikol tak súbor ucelených komplexných prednášok k základom teórie riadenia ako prvotný kontakt študentov s pojmami ako systém alebo Laplaceova transformácie. Čo sa týka kvality, tak miera sebareflexie v tíme bola pri vytváraní obsahu prednášok nastavená dostatočne vysoko. Rovnako aj sila spätnej väzby od (nás bývalých) študentov predmetu úvod do kybernetiky. Snažili sme sa o podanie problematiky z našej perspektívy, tak ako sme to vnímali vtedy, čomu sme nerozumeli, čo nás viac zaujímalo a čo sme napokon v ďalšom štúdiu zužitkovali pri práci na zadaniach alebo na nadväzujúcich predmetoch. Jednotlivé kapitoly sme hĺbkovo analyzovali a rekonštruovali spôsob ako ich efektívne podať študentovi.

Chceli sme tak nielen splniť našu študentskú povinnosť, spraviť predmet, a získať kredity ale hlavne vytvoriť spoločnými silami niečo komplexné a kvalitné.

Preto veríme, že výsledky našej práce budú mať reálne uplatnenie a použijete tieto prednášky pri výuke budúci semester.

# Hodnotenie členov tímu

Percentuálne rozdelenie bodov študentom podľa vedúceho tímu (spolu 100 percent) a to nasledovne:

* **Dominik Dano - 22%** - jediný pracoval priebežne celý semester, reagoval priebežne na moje požiadavky a korekcie, nemal podklady k svojej časti prezentácie, podstatná časť jeho práce bola vlastným prínosom a bola novinkou v rámci UDK, vypracoval dokumentáciu k svojej časti
* **Martin Dodek - 22%** - vedúci tímu - vytvoril rámce úloh a priradenie členom tímu, supervízor tímového projektu, snažil sa pracovať priebežne, stratil motiváciu už počas semestra, korigoval a pripomienkoval práce svojich spolužiakov, kompletná revízia všetkých prednášok, výstupná kontrola, vlastnú časť vypracovával až cez skúškové obdobie v závere práce na TP, snažil som sa o intenzívne a hĺbkové vysvetlenie problematiky s maximom vlastných postrehov a úvah
* **Jakub Hažík - 22%** - na začiatku vytvoril novú šablónu prednášok, pracoval až v závere skúškového (do posledného dňa), jeho kapitola bola obsahovo asi najobsiahlejšou, moje požiadavky a korekcie pripomienok realizoval s výborným výsledkom a v primeranom čase, jeho vlastný prínos oproti pôvodným prednáškam bol výrazný
* **Matin Irha - 22%** pracoval až v závere skúškového, moje požiadavky a korekcie pripomienok realizoval s výborným výsledkom a v primeranom čase,jeho vlastný prínos oproti pôvodným prednáškam bol výrazný
* **Marek Štipčák -5%** pracoval až v závere skúškového, svoju látku v porovnaní s pôvodnými prednáškami prehĺbil len minimálne, chýba výrazný vlastný prínos, v podstate skopírovaný obsah a forma pôvodných prednášok
* **Denis Piovár - 7%** pracoval až v závere skúškového, svoju látku v porovnaní s pôvodnými prednáškami prehĺbil avšak chýba intenzívnejšia grafická úprava a vlastný pohľad na problematiku, realizoval viacero simulačných príkladov

# Hodnotenie konkurenčného tímu

* Prednášky konkurenčného tímu nadobudli novú šablónu s atraktívnejšou vizuálnou stránkou oproti pôvodným prednáškam.
* Avšak v niektorých prípadoch je toto na úkor prehľadnosti a čitateľnosti textu, rovníc a grafov.
* Čo sa týka grafov a obrázkov, tak všetky sú rastrové, čo zhoršuje čitateľnosť detailov oproti nami použitými vektorovými obrázkami.
* Konkurenčný tím spracoval iba niektoré vybrané prednášky – konkrétne prvých sedem prednášok
* Chýbajú prednášky o návrhu parametrov PID regulátora, kapitola o korekčných členoch a ich návrhu
* Rovnako však uznávame, že naše dve prednášky práve zmienené kapitoly o návrhu parametrov PID regulátora a kapitola o korekčných členoch a ich návrhu (Blok 4, Blok 5) sú oproti našim ostatným prednáškam kvalitatívne pozadu.
* Konkurenčný tím viac-menej prevzal väčšinu obsahu z pôvodných prednášok ... dovolím si tvrdiť, že pôvodného textu je nad 90 percent.
* Vlastný prínos – obsahový, grafický, formálny ... alebo akýkoľvek iný je minimálny
* Žiadna z rovníc nebola upravená alebo pozmenená, rovnako všetky príklady sú pôvodné.
* Blokové schémy a grafy priebehov simulácii sú rovnako prevzaté z pôvodných prednášok. Nevznikol tak žiadny pridaný obsah.
* Nevidím žiadnu hlbšiu analýzu tém,  vlastné postrehy a nápady k zlepšeniu obsahu alebo formy prednášok.

Prílohy

Ukážky prezentácii jednotlivých prednášok:















