

Podrobná náplň prednášok z predmetu MEMS v ZS 2021/22

0 ÚVOD DO PREDMETU MEMS

Náplň a obsah predmetu.

Všeobecné pokyny a informácie. Prednášky. Cvičenia. Študijné materiály.

Používaná symbolika. Laplaceova transformácia (LT). Referát (vzhľad).

1 DYNAMICKÉ VLASTNOSTI SYSTÉMOV

1.1 Dynamická sústava I. rádu

P a PD sústava I. rádu dif. rovnica, prenos, prechodová charakteristika, Nyquist a Bode frekvenčné charakteristiky, vplyv konštánt obvodu na dynamické vlastnosti, stavový popis, príklad RC sériového obvodu

1.2 Dynamická sústava II. rádu

- Nekmitavá sústava: prenos, póly, PrCh a LFCh
- Kmitavá sústava: dif. Rovnica, prenos, korene, PrCh, LFCh, štandardný prenos, vplyv d a ω_0 na dynamické vlastnosti systému, príklad RLC obvodu. Priebeh PrCh v závislosti od zmeny polohy pólov sústavy (zmena paralelne s Re osou, paralelne s Im osou, s konštantným tlmením).

1.3 PD sústava: prenos, PrCh a LFCh pre rôzne hodnoty derivačnej zložky.

Vplyv kladnej nuly prenosu na priebeh PrCh

1.4 Dynamické sústavy vyšších rádov (proporcionálne) – vplyv polohy pólov

1.5 Frekvenčné charakteristiky zložitejších dynamických sústav

2 LOGARITMICKÉ FREKVENČNÉ CHARAKTERISTIKY

2.1 Asymptotické LFCh lineárnych sústav: Nyquist – Bode FCh a súvis medzi nimi Vlastnosti a hodnoty vybraných logaritmov (pre 1, 2, 5, 8)

2.2 Všeobecná charakteristika priebehov ALFCh a FLFCh – priebehy charakteristík rôznych typov

2.3 LFCh základných dynamických členov: P, D, I, D2, I2, P a PD sústava I. rádu, sústava II. rádu

2.4 ALFCh zložitých prenosov (zostavenie ALFCh zo zadaného prenosu)

3 PRENOSOVÉ FUNKCIE ELEKTRICKÉHO OBVODU

3.1 Využitie deliča napätia pre výpočet prenosovej funkcie obvodu

3.2 Prepočet impedancií v zapojení hviezda – trojuholník a naopak Princíp riešenia získaných lineárnych rovníc pomocou symbolického MATLABu

3.3 Metóda slučkových prúdov (odvodenie pre zostavenie matice systému) Analytický výpočet inverznej matice rozmeru 2×2 Postup pri riešení TF obvodov pomocou inštrukcií symbolického MATLABu (význam jednotlivých inštrukcií)

3.4 Metóda uzlových napätí (odvodenie pre zostavenie matice systému)

4 MODELOVANIE PASÍVNYCH ELEKTRICKÝCH RLC OBVODOV

- 4.1 Modelovanie obvodu metódou slučkových prúdov (MSP)
El. impedancie prvkov R, L, C. Princíp MSP, odvodenie MSP pre jednoslučkový RLC obvod a zostavenie prenosovej funkcie (TF) s výstupom na jednotlivých prvkoch obvodu.
- 4.2 Získanie TF viacslučkového el. obvodu: odvodenie TF pre viacslučkový obvod. Princíp riešenia odvodenej maticovej rovnice pomocou symbolického MATLABu.
- 4.3 Delič napätia
- 4.4 Prepočet zapojenia hviezda – trojuholník
- 4.5 Výpočet TF pomocou metódy uzlových napätí (MUN)

5 MODELOVANIE A SIMULÁCIA R-L-C OBVODOV

- 5.1 Elektrické sériové a paralelné RC a RL obvody ako sústava I. rádu: prenos, PrCh a LFCh pre každý z týchto obvodov
- 5.2 Sériový RLC obvod: prenosy s výstupom na prvky R, L, C. Odvodenie simulačného modelu, časové odozvy.
RLC obvod napájaný striedavým napätím. Fázový posun na jednotlivých a výsledný fázový posun medzi napätím a prúdom. Činiteľ kvality sériového RLC obvodu, hraničná frekvencia. Šírka prenášaného pásma.
Dolno- a hornopriepustný filter na príklade RLC sériového obvodu, filter typu pásmová zádrž.
- 5.3 Paralelný RLC obvod: prenos. Fázový posun na jednotlivých prvkoch a výsledný fázový posun medzi prúdom a napätím.
- 5.4 Simulačný model paralelného RLC obvodu
- 5.5 Paralelný rezonančný obvod: admitancia, rezonancia, činiteľ kvality
- 5.6 Simulačné modely elektrických obvodov – princíp zostavenia

6 MODELOVANIE DYNAMICKÝCH SYSTÉMOV V STAVOVOM PRIESTORE

- 6.1 Stavový opis systému – úvod, prehľad, metódy získania stavových rovníc
Zostavenie stavového modelu z prenosu systému (P-sústava, PD sústava)
Stavová schéma v blokovom vyjadrení a v zložkovom tvare (napr. pre systém 2x2)
Kanonické tvary stavového popisu, odvodené pre DR s pravou stranou (kanonický tvar pozorovania)
- 6.2 Zostavenie TF zo stavového popisu (SS) systému
- 6.3 Analytické odvodenie SS systému na príklade RLC sériového obvodu
(zovšeobecnený stavový popis elektrických obvodov na základe určenia stavových veličín v obvode na základe vzťahov medzi napätím a prúdom na indukčnosti a kondenzátore)
- 6.4 Priama metóda zostavenia SS popisu (s vyznačením stavových veličín a šípok napätí na prvkoch priamo v obvode a s aplikáciou 1.KZ a 2.KZ (Kirchoffov zákon).
- 6.5 Zostavenie stavového popisu z blokovej schémy. Riešenie sústavy diferenciálnych rovníc, ak v jednej rovnici sa nachádza viac prvých derivácií veličín.

7 Translačný viachmotnostný mechanický systém – výpočet TF

- 7.1 TF translačného mechanického systému s jedným stupňom voľnosti (1DOF): mechanické impedancie (pružina, tlmič, teleso) a jednoduchý mech. obvod.
- 7.2 TF mechanického systému s nDOF. Rozklad síl – metóda postupného uvoľňovania. Odvodenie na príklade 2DOF mechanického systému a zovšeobecnenie poznatkov pre zostavenie maticovej rovnice mechanických impedancií
- 7.3 Sériové a paralelné zapojenie tlmičov a pružín
- 7.4 Príklady na riešenie translačných mechanických obvodov. Priame sériové zapojenie tlmiča a pružiny

8 TF rotačného mechanického systému

- 8.1 Moment zotrvačnosti telesa
- 8.2 Rotačný mechanický systém bez prevodovky. Rotačné mech. impedancie. Odvodenie TF jednohmotnostného rotačného systému
- 8.3 TF rotačného mechanického systému s nDOF. Rozklad momentov) Prepočet translačného systému na rotačný a naopak
- 8.4 TF rotačného systému s prevodovkou. Prepočet uhla natočenia, uhlovej rýchlosti a momentu pri prevodovke. Odvodenie vzťahov pre prepočet koeficienta tlmenia a tuhosti z jedného hriadeľa na druhý. Prepočty pri viacstupňovej prevodovke

9 Modelovanie mechanických systémov v stavovom priestore

- 9.1 Analytické zostavenie stavového modelu translačného mechanického systému s 1DOF
- 9.2 Stavový model translačného systému s 2DOF
- 9.3 Analytické zostavenie stavového modelu rotačného mechanického systému
- 9.4 Zostavenie stavového modelu dynamického systému z blokovej schémy

10 Simulačné modely mechanických systémov s pružnými členmi

- 10.1 Translačné mechanické obvody s pružnými členmi. Dvojhmotnostný translačný systém: bloková schéma, frekvencia kmitov pri nulovom tlmení
- 10.2 Rotačné mechanické systémy s pružnými členmi. Dvojhmotnostné rotačné pružné spojenie, zovšeobecnenie poznatkov pre systémy s nDOF
- 10.3 Kombinované (rotačno-translačné) pružné členy: zdvíhacie zariadenie s pružným lanom: kinematická schéma a základné rovnice, bloková schéma, stavový model
- 10.4 Riešenie výťahu s kabínou a protizávažím
- 10.5 Modelovanie jednosmerného motora s pružným členom

11 Elektro-mechanická analógia

- 11.1 Vzájomný prepočet elektrických a odpovedajúcich mechanických veličín
- 11.2 Sériová analógia (m-L). Princíp. Ekvivalentné veličiny m-L analógie
Postup pri prevode elektrického obvodu na ekvivalentný mechanický obvod pomocou m-L analógie zostavením rovníc

11.3 Paralelná analógia (m-C). Princíp. Ekvivalentné veličiny m-L analógie

- Postup pri konverzii elektrického obvodu na ekvivalentný mechanický obvod zostavením rovníc.
- Postup pri konverzii elektrického obvodu na ekvivalentný mechanický obvod pomocou m-C analógie priamo zo schémy obvodu
- Postup pri konverzii mechanického obvodu (m-C) na ekvivalentný elektrický obvod

12 Modely častí kontinuálnych liniek s pohybujúcim sa pružným pásom

12.1 Popis častí kontinuálnej linky. Transportné valce

12.2 Pohyb pružného pásu v linke. Statický model pásu: ťahové pomery v oblasti dotyku pásu s valcom

12.3 Dynamický model pohybujúceho sa pružného pásu

12.4 Model linky s tromi valcami a opásaním

V Košiciach, 17.12.2021

garant predmetu a prednášateľ: doc. Ing. Viliam Fedák, PhD.

Študijná literatúra sa nachádza na:

<http://kem.fei.tuke.sk/sk/predmety/modelovanie-elektromechanickych-sustav/>

Pozn.: prípadné chýbajúce zdroje sa vo veľkom množstve nachádzajú na internete.