

## Harmonogram prednášok Elektrické obvody 3

- 1. Elektrické obvody s periodickými neharmonickými veličinami:** Príčiny vzniku periodických neharmonických obvodových veličín; tri tvary Fourierovho radu a vzájomné vzťahy medzi ich koeficientmi; vzťahy pre výpočet koeficientov  $A_n$  a  $B_n$  v základnom tvare Fourierovho radu; analytická metóda harmonickej analýzy periodických signálov, definícia amplitúdového a fázového spektra periodickej neharmonickej veličiny; porovnaním amplitúdových a fázových spektier obvodových veličín. **Charakteristické hodnoty periodických neharmonických veličín:** definícia efektívnej hodnoty periodickej veličiny; odvodenie vzťahu pre výpočet efektívnej hodnoty periodickej veličiny pomocou parametrov harmonických zložiek; vzťah pre výpočet strednej hodnoty (jednosmernej zložky) periodickej neharmonickej veličiny; vzťahy pre koeficient skreslenia, koeficient tvaru a koeficient výkyvu pre periodické veličiny a význam jednotlivých veličín v definičných vzťahoch;
- 2. Výkony periodických neharmonických veličín:** vzťahy pre výpočet činného, jalového, zdanlivého a deformačného výkonu neharmonických veličín, význam jednotlivých veličín vo vzťahoch; jednotky jednotlivých výkonov; vzťah, ktorý platí medzi všetkými výkonmi a jeho znázornenie graficky pomocou výkonového diagramu. **Náhrada neharmonických veličín ekvivalentnými harmonickými veličinami:** kedy sa používa náhrada neharmonických veličín veličinami harmonickými, ako sa definujú náhradné harmonické veličiny; aké dve základné podmienky musia byť splnené, aby bola náhrada neharmonických veličín harmonickými veličinami ekvivalentná, použitie v praxi
- 3. Analýza obvodov s periodickým neharmonickým napájaním:** vzťahy medzi obvodovými veličinami vo vetve s rezistorom pripojenej na zdroj periodického neharmonického napätia; charakterizujte súvislosť medzi časovým priebehom napätia a časovým priebehom prúdu na vetve s rezistorom; vzťahy obvodových veličín vo vetve s induktorom pripojenej na zdroj periodického neharmonického napätia; charakterizujte skreslenie priebehu prúdu voči priebehu napätia; uveďte vzťahy obvodových veličín vo vetve s kapacitorom pripojenej na zdroj periodického neharmonického napätia; charakterizujte skreslenie priebehu prúdu voči priebehu napätia. Postup riešenia obvodových veličín v prípade zložitejších dvojpólov s periodickým neharmonickým napájaním s využitím princípu superpozície; definícia pojmov „lineárne a nelineárne skreslenie“;
- 4. Elektrické obvody ako dvojbrány:** pojmy  $n$ - pól a  $n$ - brána; definícia dvojbrány, základné obvodové veličiny dvojbrány a základné typy dvojbrán; šesť základných možností vyjadrenia vzťahov vstupných a výstupných veličín dvojbrány, definícia príslušných matíc parametrov a príslušné rovnice; vysvetlite spôsob prevodu prvkov jednej matice na prvky inej – odvodenie vzťahov pre vyjadrenie prvkov kaskádovej A- matice pomocou prvkov impedančnej Z- matice. **Fyzikálny význam a meranie prvkov matíc dvojbrán:** fyzikálny význam prvkov kaskádovej (A) matice dvojbrány; odvodenie vzťahov pre parametre A- matice pre jednoduchú dvojbránu typu T- článku a  $\Pi$ -článku; spôsob určenia parametrov jednotlivých matíc dvojbrány meraním. **Náhradné obvody dvojbrány:** náhradná schéma pasívnej dvojbrány v tvare T- článku a odvodenie vzťahov pre výpočet parametrov náhradného T- článku pomocou postupných kaskádových parametrov; náhradná schéma pasívnej dvojbrány v tvare  $\Pi$ - článku a odvodenie vzťahov pre výpočet parametrov náhradného  $\Pi$ - článku pomocou postupných kaskádových parametrov;

- 5. Obvodové funkcie dvojbrány:** definujte všetky imitančné funkcie dvojbrány, napíšte vzťahy pre ich výpočet a jednotky, v akých sa uvádzajú; odvodte vzťah pre vstupnú a výstupnú impedanciu dvojbrány s použitím parametrov kaskádovej  $A$  - matice; definujte prenosové funkcie a ich logaritmické miery pre napätie a prúd; vyjadrite miery fázového posunu; vyjadrite miery tlmenia v jednotkách  $N_p$  a  $dB$  dvojbrány s použitím parametrov kaskádovej  $A$  - matice. Definujte charakteristické prenosy a ich logaritmické miery. **Základné spôsoby spojovania dvojbrán:** nakreslite kaskádové spojenie dvoch dvojbrán a odvodte kaskádovú maticu výsledného zapojenia, uveďte spätné kaskádové spojenie a jeho výslednú maticu; nakreslite sériové spojenie dvoch dvojbrán a odvodte výslednú maticu zapojenia; nakreslite paralelné spojenie dvoch dvojbrán a odvodte výslednú maticu zapojenia; nakreslite hybridné (sériovo-paralelné) spojenie dvoch dvojbrán a spätné hybridné (paralelno-sériové) spojenie dvoch dvojbrán a odvodte výsledné matice oboch zapojení.
- 6. Súmerná dvojbrána:** definujte pojem súmernej dvojbrány; uveďte vzťahy medzi prvkami jednotlivých matic v prípade súmernej dvojbrány; vyjadrite prenosové funkcie a ich logaritmické miery pre súmernú dvojbránu; vyjadrite mieru fázového posunu; vyjadrite mieru tlmenia v jednotkách  $N_p$  a  $dB$ ; odvodte vlnové rovnice súmernej dvojbrány s použitím kaskádových rovníc; definujte a vyjadrite charakteristickú impedanciu a charakteristickú mieru prenosu súmernej dvojbrány. definujte **frekvenčné filtre** a uveďte frekvenčné charakteristiky všetkých štyroch základných typov filtrov.
- 7. Elektrické obvody s rozloženými prvkami:** definujte obvody s rozloženými prvkami a uveďte, ako sa líšia od obvodov so sústrednými prvkami, definujte elektricky dlhé vedenia; primárne parametre dlhého vedenia, homogénne vedenie; odvodenie diferenciálnych (telegrafných) rovníc dlhého vedenia pomocou Kirchhoffových zákonov pre elementárny úsek dvojjodičového vedenia. **Prenosové rovnice dlhého vedenia:** vyriešte telegrafné rovnice homogénneho dlhého vedenia pre harmonický ustálený režim použitím symbolicko-komplexnej metódy; počas riešenia rovníc definujte pojmy: pozdĺžna merná impedancia, priečna merná admitancia, merná miera prenosu, vlnová (charakteristická) impedancia; uveďte príslušné vzťahy; uveďte prenosové rovnice homogénneho dlhého vedenia pre ustálený harmonický režim v exponenciálnom tvare i v tvare s použitím hyperbolických funkcií. **Fyzikálny význam prenosových rovníc vedenia:** prenosové rovnice dlhého vedenia v exponenciálnom tvare, vysvetlite fyzikálny význam prvej zložky oboch rovníc; definujte impedančne prispôsobené vedenie; fyzikálny význam reálnej  $\beta$  a imaginárnej  $\alpha$  zložky komplexnej mernej miery prenosu  $\gamma$ ; definujte priamu a odrazenú (spätnú) vlnu v prenosových rovniciach, aký je smer šírenia obidvoch vln.
- 8. Sekundárne parametre dlhého vedenia:** slovná definícia vlnovej impedancie dlhého vedenia, uveďte vzťahy pre výpočet absolútnej hodnoty a fázy vlnovej impedancie  $Z_0$  pomocou primárnych parametrov; nakreslite frekvenčnú charakteristiku veľkosti (modulu) vlnovej impedancie  $Z_0(\omega)$  a jej fázy  $\varphi_0(\omega)$  s vyznačením charakteristických hodnôt na oboch osiach charakteristík; vyjadrenie komplexnej mernej miery prenosu pomocou primárnych parametrov, stanovenie jej reálnej a imaginárnej zložky a jednotiek, v ktorých sa všetky veličiny uvádzajú. **Komplexný koeficient odrazu:** definícia koeficientu odrazu na konci vedenia pre fázor napätia a pre fázor prúdu, odvodenie vzťahov pre výpočet oboch koeficientov; stanovenie pomeru  $r(x')$  fázorov odrazenej a priamej vlny v ľubovoľnom mieste vedenia pomocou koeficientu odrazu  $r_2$  na konci vedenia; stanovenie koeficientov

odrazu napätia a prúdu pre vedenie nakrátko, pre vedenie naprázdno a pre impedančne prispôbené vedenie. **Zvláštne druhy vedení** : uveďte základné vlastnosti jednosmerného vedenia, jeho primárne a sekundárne parametre a rovnice vedenia; uveďte základné vlastnosti (ideálneho) vysokofrekvenčného vedenia, jeho primárne a sekundárne parametre a fázovú rýchlosť šírenia signálu pozdĺž vedenia; uveďte podmienku a základné vlastnosti telefónneho vedenia, primárne a sekundárne parametre; opíšte spôsoby zväčšovania mernej indukčnosti vedenia.

- 9. Prechodné javy v lineárnych elektrických obvodoch:** vysvetlite pojem prechodný jav; uveďte základné príčiny vzniku prechodných javov v elektrických obvodoch; definujte stavové veličiny v elektrických obvodoch a matematicky vyjadrite ich zmenu pri prechodnom jave; definujte zotrvačné a nezotrvačné prvky obvodu a opíšte ich vlastnosti, charakterizujte prvky obvodu z hľadiska energie. **Analýza vlastností jednoduchých obvodov pri prechodnom jave:** opíšte všeobecný postup pri zostavení matematického modelu prechodného javu; opíšte klasickú metódu riešenia matematického modelu v tvare diferenciálnej rovnice; uveďte spôsob určenia prechodnej a ustálenej zložky riešenia; definujte fyzikálne počiatkové podmienky a ich význam pri riešení prechodného javu
- 10. Pripojenie sériového dvojpólu R-L na zdroj konštantného napätia:** zostavenie matematického modelu obvodu pre stavovú veličinu a určenie počiatkovej podmienky; vyriešenie a nakreslenie časového priebehu stavovej veličiny, všeobecná slovná definícia časovej konštanty, určenie časovej konštanty pre daný obvod; vyriešenie a nakreslenie časových priebehov všetkých ostatných (nestavových) veličín obvodu. **Pripojenie sériového dvojpólu R-C na zdroj konštantného napätia:** zostavenie matematického modelu obvodu pre stavovú veličinu a určenie počiatkovej podmienky; vyriešenie a nakreslenie časového priebehu stavovej veličiny, všeobecná slovná definícia časovej konštanty, ako i vyriešenie časovej konštanty pre daný obvod; vyriešenie a nakreslenie časových priebehov všetkých ostatných (nestavových) veličín obvodu.
- 11. Pripojenie paralelného dvojpólu R-L a paralelného dvojpólu R-C na zdroj konštantného prúdu:** zostavenie matematického modelu prechodného javu v obvode R-L a vyriešenie a nakreslenie časových priebehov stavovej veličiny a ostatných veličín v obvode; zostavenie matematického modelu prechodného javu v obvode R-C a vyriešenie a nakreslenie časových priebehov stavovej veličiny a ostatných veličín obvodu. **Odpojenie sériového dvojpólu R-L od zdroja konštantného napätia a jeho skratovanie:** zostavenie matematického modelu obvodu pre stavovú veličinu a určenie počiatkovej podmienky; prečo je potrebné dvojpól po odpojení zdroja skratovať; vyriešenie a nakreslenie časového priebehu stavovej veličiny, všeobecná definícia časovej konštanty, ako i určenie časovej konštanty pre daný obvod; vyriešenie a nakreslenie časových priebehov všetkých ostatných (nestavových) veličín obvodu.
- 12. Odpojenie sériového dvojpólu R-C od zdroja jednosmerného napätia a skratovanie:** zostavenie matematického modelu obvodu pre stavovú veličinu a určenie počiatkovej podmienky; vyriešenie a nakreslenie časového priebehu stavovej veličiny, všeobecná definícia časovej konštanty, ako i určenie časovej konštanty pre daný obvod; vyriešenie a nakreslenie časových priebehov všetkých ostatných (nestavových) veličín obvodu. **Analýza prechodných javov pomocou integrálnych transformácií:** uveďte základné vzťahy pre Laplaceovu a Carsonovu transformáciu; napíšte operátorové vyjadrenie

obvodových zákonov pre obe transformácie na príklade sériového obvodu R-L-C; uveďte postup pri analýze prechodného javu v sériovom obvode R-L pomocou vety o rozklade.

- 13. Jednosmerné nelineárne elektrické obvody:** pojednajte o analytickom riešení nelineárnych jednosmerných obvodov; opíšte metódu linearizácie charakteristiky, uveďte príklad na náhradu nelineárneho rezistora lineárnym reálnym napäťovým zdrojom; vysvetlite postup pri náhrade nelineárnej charakteristiky rezistora kvadratickou funkciou pomocou metódy vybraných bodov; pojednajte o grafických metódach riešenia nelineárnych obvodov; uveďte grafickú analýzu jednoduchého obvodu s nelineárnym rezistorom a s reálnym napäťovým zdrojom. **Nelineárne obvody s harmonickým napájaním:** uveďte základné aplikácie nelineárnych prvkov a nelineárnych obvodov; vysvetlite, čo znamená pojem „presun energie v spektre“; vysvetlite princíp násobiča a zmiešavača frekvencie s využitím nelineárneho rezistora; vysvetlite princíp zdroja napäťových impulzov s použitím ideálneho nelineárneho induktora