Slovenská technická univerzita

Fakulta elektrotechniky a informatiky

Katedra telekomunikácií

Zadanie č. 1

###### MERANIE NA VIDLICIACH

Digitálne prenosové systémy a siete

DPRSS Tomáš Čambal

Akademický rok 2009/2010 Meracia skupina č.1 Letný semester

Zadanie

Úloha č. 1: Na predložených typoch transformátorovej a odporovej vidlice zmerajte vstupné impedancie *Z2* a *Z4* na bránach 2-2 (vstup zosilňovača) a 4-4 (výstup zosilňovača). Meranie vykonanie pri frekvenciách f = 0.1, 0.3, 1, 2, 3, 5,10 kHz. Oba typy vidlíc majú určenú vstupnú impedanciu vedenia *ZL*=600Ω.

Úloha č. 2: Na základe merania z úlohy č.1 vypočítajte prevodový pomer p12 pre transformátorovú vidlicu.

Úloha č. 3: Zmerajte prevádzkové tlmenie v smere vysielacom (ap1-2), prijímacom(ap4-1) a oddeľovacom (ap4-2) na predloženom type transformátorovej vidlice porovnávacou metódou. Platí: ap = ao+k.

Teoretický úvod

Diferenciálny transformátor (vidlica) je jeden z najdôležitejších prvkov v technike dvojdrôtových zosilňovačov, štvordrôtových vedení. Tento transformátor premieňa (“rozvidľuje”) diaľkové dvojdrôtové vedenie na dva samostatné dvojdrôtové priebehy a naopak.



 Obr.1 Vidlica

Podľa konštrukcie rozdeľujeme vidlice na:

* Transformátorové
* Odporové

Transformátorové vidlice sa ďalej delia na:

-vidlice s jedným transformátorom

-dvojtransformátorové vidlice.

Oba druhy ešte môžu byť symetrické alebo nesymetrické.

Odporové vidlice delíme na:

-jednoduché

-zložené.

Schéma jednotransformátorovej vidlice :

 

Obr. 2 Schéma jednotransformátorovej vidlice

Od vidlice požadujeme, aby prevádzkové tlmenie v prenosových smeroch 1-2 a 4-1 bolo minimálne a v oddeľovacom smere 4-2 bolo maximálne.

Predpokladáme, že transformátory sú ideálne, bez rozptylu a bez strát, že ich vinutia majú nekonečnú indukčnosť, že impedancia ZN  je totožná s impedanciou vedenia ZL v celom frekvenčnom pásme.

Pri meraní na vidlici vyšetrujeme:

 a) impedanciu, ktorú zapojíme na svorky 2-2 a 4-4, tak aby celá sústava po zapojení vyvažovača na svorky 3-3 mala na 1-1 impedanciu rovnú impedancii vedenia *ZL*.

 b) - prevádzkové tlmenie v prichádzajúcom smere ap41

 - prevádzkové tlmenie v odchádzajúcom smere ap12

 - prevádzkové tlmenie v oddeľovacom smere ap42

Výpočet impedancií:

Pri výpočtoch impedancií *Z2* a *Z4* predpokladáme ideálne transformátory ( nulové straty, nekonečná indukčnosť, impedancia vyvažovača *ZN* sa zhoduje s impedanciou vedenia *ZL*).

Na určenie impedancie *Z2*, svorky 1-1 a 3-3 zakončíme impedanciou vedenia *ZN*= *ZL* a na svorky 2-2 pripojíme merač impedancií. Svorky 4-4 necháme zapojené raz naprázdno a raz na krátko.



Na určenie impedancie *Z4*, svorky 1-1 a 3-3 zakončíme impedanciou vedenia *ZN*= *ZL* a na svorky 4-4 pripojíme merač impedancií. Svorky 2-2 necháme zapojené raz naprázdno a raz na krátko.



Nech prevod transformátora je: .

Vypočítame impedanciu *Z1* pri svorkách 4-4 naprázdno a nakrátko s tým, že impedanciu *Z2* pretransformujeme na primárnu stranu. Potom:

 

 

Charakteristická impedancia dvojbrány:

 

Pričom: 

Po vyjadrení:



Úpravou dostaneme: Podobne vypočítame impedanciu:

 

Prevodový pomer p1-2 je prevod transformátora

  ,

pričom n1 a n2 sú počty závitov transformátora, čiže p by mal byť konštantný.

Pre vstupnú impedanciu *Z2* platí vzťah: z čoho potom pomer:

 , 

tento prevodový pomer v sebe zahŕňa aj straty v transformátore.

Výpočet prevádzkového tlmenia:

Od vidlice vyžadujeme, aby prevádzkové tlmenie v prenosových smeroch bolo čo najmenšie a v oddeľovacom smere čo najväčšie. Pri výpočte vychádzame z porovnávacieho zapojenia:



Obr. 4 Porovnávacie zapojenie

ap - prevádzkové tlmenie

P0 - výkon dodávaný do meraného objektu

P - výkon dodávaný meraným objektom do záťaže

  kde:  

potom: 

Schéma zapojenia

 

Obr. 5 Bloková schéma pre meranie vstupnej impedancie

G - generátor striedavého signálu

MI - merač impedancie (el. voltmeter)

V - vidlica



Obr. 6 Bloková schéma pre meranie tlmenia porovnávacou metódou

G- generátor striedavého signálu

EV - elektronický voltmeter

V - vidlica

T - útlmový článok

ZV - vstupná impedancia

Zk - výstupná impedancia

Z - vstupná a výstupná impedancia útlmového článku

Použité prístroje

- RC oscilátor Tesla BM344

- transistorový měřič impedancií 12 XN 045A

- transformátorová a odporová vidlica

- ovládací panel 12 XP 226

- variable reference circuits 1716/s

Postup pri meraní

1. Svorky 3-3 sú zakončené charakteristickou impedanciou vedenia *ZN*=600Ω, svorky 4-4 sú rozpojené pri meraní *Z2(40)* a skratované pri meraní *Z2(4K)*. Na generátore sa nastavuje zadaná frekvencia a meračom impedancií meriame hodnotu impedancie *Z2(40)*, resp. *Z2(4K)*. Hodnotu impedancie *Z2* určíme zo vzťahu:

 

Podobným spôsobom zmeriame aj impedanciu *Z4*. (svorky 2-2 sú rozpojené pri meraní *Z4(20)* a skratované pri meraní *Z4(2K).*

2. Pre vstupnú impedanciu *Z2* platí vzťah: , z čoho potom pomer: 

3. Na generátore sa nastavuje frekvencia, indikátor sa prepneme na vidlicu a odčíta sa výchylka. Indikátor sa prepne na útlmový článok a zmenou útlmu na útlmovej dekáde sa nastaví taká istá výchylka indikátora. Na útlmovej dekáde odčítame tlmenie a0.

Korekčné členy vypočítame podľa vzťahu: 

Potom prevádzkové tlmenie je: 

Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt

Transformátorová vidlica:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f [kHz] | 0,1 | 0,3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 |
| *Z2(40)* [Ω] | 585 | 645 | 650 | 668 | 691 | 757 | 1010 |
| *Z2(4k)* [Ω] | 587 | 645 | 650 | 668 | 690 | 758 | 1009 |
| *Z4(20)* [Ω] | 305 | 306 | 306 | 305 | 307 | 307 | 305 |
| *Z4(2k)* [Ω] | 305 | 305 | 306 | 306 | 307 | 307 | 307 |
| *Z2* [Ω] | 586 | 645 | 650 | 668 | 690,5 | 757,5 | 1009,5 |
| *Z4* [Ω] | 305 | 305,5 | 306 | 305,5 | 307 | 307 | 306 |
|  p12 | 1,43 | 1,36 | 1,36 | 1,34 | 1,32 | 1,26 | 1,09 |

Výpočty: (f=0,1kHz) 

 (f=0,1kHz) 

 (f=0,1kHz) 

Odporová vidlica:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f [kHz] | 0,1 | 0,3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 |
| *Z2(40)* [Ω] | 595 | 596 | 596 | 595 | 598 | 597 | 597 |
| *Z2(4k)* [Ω] | 596 | 595 | 596 | 595 | 598 | 597 | 595 |
| *Z4(20)* [Ω] | 597 | 595 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 |
| *Z4(2k)* [Ω] | 599 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 |
| *Z2* [Ω] | 595,5 | 595,5 | 596 | 595 | 598 | 597 | 596 |
| *Z4* [Ω] | 598 | 596 | 597 | 597 | 597 | 597 | 597 |

Výpočty: (f=0,1kHz) 

 (f=0,1kHz) 

Prevádzkové tlmenie - Transformátorová vidlica:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | f [kHz] | 0,1 | 0,3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 10 |
| odchádzajúcismer (1-2) | *Z2* [Ω] | 586 | 645 | 650 | 668 | 690,5 | 757,5 | 1009,5 |
| *Z1* [Ω] | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| a0 [Np] | 9,6 | 9,5 | 8,15 | 7,65 | 7,25 | 6,75 | 5,99 |
|  K | -0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,12 | 0,26 |
| ap12 [Np] | 9,59 | 9,54 | 8,19 | 7,70 | 7,32 | 6,87 | 6,25 |
| prichádzajúcismer (4-1) | *Z1* [Ω] | 586 | 645 | 650 | 668 | 690,5 | 757,5 | 1009,5 |
| *Z4* [Ω] | 305 | 305,5 | 306 | 305,5 | 307 | 307 | 306 |
| a0 [Np] | 0,32 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,41 | 0,46 | 0,62 |
|  K | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,41 | 0,45 | 0,60 |
| ap41 [Np] | 0,65 | 0,75 | 0,77 | 0,79 | 0,82 | 0,91 | 1,22 |
| oddeľovacísmer (4-2) | *Z2* [Ω] | 586 | 645 | 650 | 668 | 690,5 | 757,5 | 1009,5 |
| *Z4* [Ω] | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| a0 [Np] | 3,12 | 1,82 | 1,81 | 2,22 | 2,21 | 2,22 | 2,25 |
|  K | 0,33 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,42 | 0,46 | 0,60 |
| ap42 [Np] | 3,45 | 2,20 | 2,20 | 2,62 | 2,63 | 2,68 | 2,86 |

Vypočty:

 (f=0,1kHz) 

 (f=0,1kHz) 

(f=0,1kHz) 

 (f=0,1kHz)

Záver:

V prvej úlohe sme merali impedancie *Z2* a *Z4* na transformátorovej a odporovej vidlici pri frekvenčnom rozsahu 0,1 – 10 kHz a impedanciách *ZL* = *ZN* = 600 Ω. Impedancie sme merali tak, že sme svorky ukončili raz naprázdno, raz na krátko a výslednú impedanciu sme vypočítali geometrickým priemerom z nameraných hodnôt. Z nameraných hodnôt vidíme, že *Z2* je pri transformátorovej vidlici frekvenčne závislá a nadobúda hodnoty od 586Ω do 1009,5Ω. *Z4* je na transformátorovej vidlici frekvenčne nezávislá aj keď s nárastom frekvencie sa vyskytuje malý rozdiel v nameraných hodnotách, ktoré sú z rozsahu 305 – 307 Ω. Na odporovej vidlici sme namerali hodnoty *Z4* v rozsahu 596 – 598 Ω. Hodnoty *Z2* sme zmerali v rozsahu 595 - 598Ω. Pri odporovej vidlici by mali byť a sú impedancie frekvenčne nezávislé

Z nameraných hodnôt v prvej úlohe sme vypočítali prevodový pomer transformátorovej vidlice p12 pre každú meranú frekvenciu. Keďže odpor *Z2* transformátorovej vidlice sa ukázal ako frekvenčne závislí, aj vypočítané hodnoty sa menia v závislosti od frekvencie. S rastúcou frekvenciou hodnota prevodového pomeru klesá od 1,43 do 1,09.

V tretej úlohe sme merali porovnávacou metódou prevádzkové tlmenie v smere vysielacom, prijímacom aj oddeľovacom. V prvom meraní sme ako Z4 použili odporovú dekádu nastavenú na 300 Ω. Z nameraných hodnôt sme vypočítali konštanty k a následne prevádzkové tlmenie ap. Norma vyžaduje, aby bola hodnota prevádzkového tlmenia vo vysielacom a prijímacom smere menšia, ako 0,5 Np. To nie je splnené v smere prichádzajúcom smere (4-1) kde je rozsah 0,65 – 1,22 Np a ani dochádzajúcom smere (1-2)kde je rozsah 6,25 – 9,59 Np. Pre oddeľovací smer je potrebné tlmenie aspoň 7 Np. Táto podmienka tiež nie je splnená, keď hodnoty tlmenia sú z rozsahu iba 2,20 –3,45 Np. Z hodnôt sa zdá, ako by sa nám oddeľovací smer (4-2) vymenil s odchádzajúcim smerom (1-2), ale ani za týchto predpokladov transformátorová vidlica nespĺňa kritéria pre žiaden smer. Pravdepodobne sme sa dopustili nejakej hrubej chyby pri postupe merania, alebo vidlica naozaj nespĺňa kritéria.