SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Katedra Telekomunikácií

**Meranie na vidliciach**

Martina Repová Ročník: 3.

5.3. 2008 Krúžok: TLK4

***Zadanie:***

Úlohy:

1. Na predložených typoch transformátorovej a odporovej vidlice zmerajte zmerajte menovité vstupné impedancie Z2 a Z4 na bránach 2–2 (vstup zosilňovača) a 4–4 (výstup zosilňovača). Meranie vykonajte pri frekvenciách f = 0,1; 0,3; 1; 2; 3; 5; 10 kHz. Oba typy vidlíc majú určenú vstupnú impedanciu vedenia ZL= 600 Ω.

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

3. Zmerajte prevádzkové tlmenie v smere vysielacom ap1-2 , smere prijímacom ap4-1 , v smere oddeľovacom ap4-2 na predloženom type transformátorovej vidlice porovnávacou metódou

***Teroretický úvod:***

Diferenciálny transformátor je jeden z najdôležitejších prvkov v technike dvojdrôtových zosilňovačov, štvordrôtových vedení, zariadení pre vf spoje a meracích zariadení. V prenosovej technike sa tiež nazýva vidlicou, kvôli jeho častejšiemu použitiu, keď premieňa („rozvidľuje“) diaľkové dvojdrôtové vedenie na dva samostatné dvojdrôtové priebehy a naopak.



Obr. 1

Bloková schéma použitia diferenciálneho transformátora

v dvojdrôtových vedeniach

Podľa konštrukcie vidlice rozdeľujeme na jednotransformátorové a dvojtransformátorové vidlice. Na dvojdrôtový a štvordrôtový prenos sa najčastejšie používa jednotransformátorová vidlica.



obr. 2

Schéma jednotransformátorovej vidlice

Pri vidliciach predpokladáme, že transformátory sú ideálne, bez rozptylu a bez strát a že ich vinutia majú nekonečnú indukčnosť a impedancia vyvažovača ZN sa stotožňuje s impedanciou vedenia ZL v celom frekvenčnom rozsahu.

##### Výpočet impedancií na diferenciálnom transformátore

Svorky 3-3 a 2-2 sme zakončili svojimi obrazovými impedanciami. Impedanciu Z1(40), teda vstupnú impedanciu zo svoriek 1-1 pri rozpojených svorkách 4-4, vypočítame potom podľa vzťahu

Z1(40) = ZN + p122. Z2

pričom p12 je pomer závitov primárneho a sekundárneho vinutia

Impedanciu Z1(4k), vstupnú impedanciu 1-1, keď sú svorky 4-4 zapojené nakrátko, vypočítame podľa vzťahu

Charakteristická impedancia dvojbrány zo svoriek 1-1 je

Impedancia Z1 musí byť rovná impedancii vedenia ZL , . Z definície vyvažovača platí

ZNZL potom úpravami dostaneme pre Z2 vzťah :

Podobne by sa vypočítal aj vzťah pre Z4:

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:



ap - prevádzkové tlmenie

P0-výkon dodávaný do meraného objektu

P -výkon dodávaný meraným objektom do záťaže

 kde:  

potom: 

Súpis prístrojov:

**Úloha číslo 1:**

* Tesla RC oscilátor BM 344
* Tesla tranzistorový merač impedancií
* Odporová a tranzistorová vidlica
* odporová dekáda

**Úloha číslo 3:**

* útlmový článok,
* generátor
* tranzistorový merač úrovne 12 XN 045A
* ovládací panel 12 XP 226
* transformátorová vidlica
* odporové dekády

***Schémy zapojenia:***

**Úloha č.1:**

###  I

G - generátor striedavého signálu

MI - merač impedancie

V – vidlica

**Úloha č.3:**

 

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

***Postup merania:***

**Úloha číslo 1:**

Zapojili sme prístroje podľa schémy zapojenia. Svorky 3-3 sme zakončili ZN=600 Ω. Najprv sme merali hodnoty Z4k a Z4p, t.j. svorky 4-4 boli rozpojené pri meraní Z4p a skratované pri meraní Z4k .Tie sme merali pre všetky zadané frekvencie od 0,1 kHz až po 10kHz. Pre každú frekvenciu sme zmerali modul aj fázu imedancií Z4k a Z4p. Ďalej sme sme z nich geometrickým priemerom vypočítali impedanciu Zvst2: Zvst2 = . Potom sme merali impedancie Z2p a Z2k, tak že sme spajali a rozpájali svorky 2-2. Taktiež pre všetky dané frekvencie a následne z hodnôt ich modulov pomocou geometrického priemeru sme vzrátali Zvst4. Tento postup merania sme použili pre transformátorovú aj odporovú vidlicu.

**Úloha číslo 2:**

V tejto úlohe sme vypočítali prevodový pomer pre transformátorovú vidlicu. Opäť sme počítali pre každú frekvenciu ako v predošlej úlohe, lebo hodnota prevodového pomeru p12 priamo závisí od hodnoty Zvst2 , pre ktorú platí vzťah: z čoho potom prevod. pomer: 

**Úloha číslo 3:**

Merač úrovne sme najskôr prepli na meraný objekt, teda vidlicu. Nastavili sme na generátore úroveň napätia tak aby sme si mohli ľahko zapamätať polohu ručičky na merači úrovne. Potom sme prepli merač úrovne na útlmový článok. Na ňom sme potenciometrami nastavili taký útlm, aby merač úrovne ukazoval rovnakú hodnotu ako na vidlici. Z dekády sme potom odčítali tlmenie a0. Museli sme ešte vypočítať korekčný člen, ktorý sme potom pripočítali k nameranému tlmeniu, aby sme získali prevádzkové tlmenie. Korekčné členy vypočítame podľa vzťahu:  . Potom prevádzkové tlmenie je: 

###### **Tabuľky nameraných a vypočítaných hodnôt:**

**Úloha č.1 a 2:**

**Transformátorová vidlica**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **f [kHz]** | **Z4k [Ω;°]** | **Z4p [Ω,°]** | **Zvst2 [Ω,°]** | **Z2k [Ω,°]** | **Z2p [Ω,°]** | **Zvst4 [Ω,°]** | **p12** |
| **0,1** | 585 ; 22 | 585 ; 22 | **585 ; 22** | 305 ; 0 | 305 ; 0 | **305 ; 0** | **1,432** |
| **0,3** | 630 ; 8 | 630 ; 8 | **630 ; 8** | 305 ; 0 | 305 ; 0 | **305 ; 0** | **1,380** |
| **1,0** | 635 ; 6 | 635 ; 6 | **635 ; 6** | 305 ; 0 | 305 ; 0 | **305 ; 0** | **1,375** |
| **2,0** | 650 ; 12 | 650 ; 12 | **650 ; 12** | 305 ; 0 | 305 ; 0 | **305 ; 0** | **1,358** |
| **3,0** | 680 ; 20 | 680 ; 20 | **680 ; 20** | 304 ; 0 | 304 ; 0 | **304 ; 0** | **1,328** |
| **5,0** | 745 ; 31 | 745 ; 31 | **745 ; 31** | 305 ; 0 | 305 ; 0 | **305 ; 0** | **1,269** |
| **10,0** | 1000 ; 49 | 1000 ; 49 | **1000 ; 49** | 305 ; 0 | 305 ; 0 | **305 ; 0** | **1,095** |

**Odporová vidlica**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **f [kHz]** | **Z4k [Ω;°]** | **Z4p [Ω,°]** | **Zvst2 [Ω,°]** | **Z2k [Ω,°]** | **Z2p [Ω,°]** | **Zvst4 [Ω,°]** |
| **0,1** | 600 ; 0 | 600 ; 0 | **600 ; 0** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** |
| **0,3** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** | 600 ; 0 | 600 ; 0 | **600 ; 0** |
| **1,0** | 600 ; 0 | 600 ; 0 | **600 ; 0** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** |
| **2,0** | 600 ; 0 | 600 ; 0 | **600 ; 0** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** |
| **3,0** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** |
| **5,0** | 600 ; 0 | 600 ; 0 | **600 ; 0** | 590 ; 0 | 590 ; 0 | **590 ; 0** |
| **10,0** | 610 ; 0 | 610 ; 0 | **610 ; 0** | 600 ; .0 | 600 ; .0 | **600 ; 0** |

***Vzorový výpočet:***

**Úloha č.1:**

Výpočet pre transformátorovú vidlicu pre f=1 kHz:

výpočet pre odporovú vidlicu pre f=1 kHz:

**Úloha č.2:**

Výpočet pre f=1 kHz:

Aritmetický priemer vypočítaný z hodnôt posledného stĺpca tabuľky pre transformátorovú vidlicu p12=1,320.

**Úloha č.3:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Odchádzajúci smer 1 – 2** | **Prichádzajúci smer 4 – 1** | **Oddeľovací smer 4 – 2** |
| **f [kHz]** | **ao [Np]** | **k** | **ap12 [Np]** | **ao [Np]** | **k** | **ap41 [Np]** | **ao [Np]** | **k** | **ap42 [Np]** |
| **0,1** | 0,38 | -0,0126 | **0,3674** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | 3,9 | 0,333 | **4,233** |
| **0,3** | 0,35 | 0,0243 | **0,3743** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | 3,86 | 0,370 | **4,230** |
| **1** | 0,46 | 0,0283 | **0,4883** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | 3,98 | 0,374 | **4,354** |
| **2** | 0,7 | 0,04 | **0,74** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | 4,25 | 0,386 | **4,636** |
| **3** | 0,94 | 0,062 | **1,002** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | 4,5 | 0,409 | **4,909** |
| **5** | 1,26 | 0,108 | **1,368** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | 5,17 | 0,454 | **5,624** |
| **10** | 1,63 | 0,2554 | **1,885** | 0,00 | 0,346 | **0,346** | > 8,1 | 0,601 | **> 8,701** |

***Vzorový výpočet:***

**Úloha č.3:**

Vzťah na výpočet ap :

Vzorový výpočet pre f=1 kHz:

Smer 1-2 (ZK=Z2 ZV=600Ω)

Smer 4-1 (ZK=600Ω ZV=Z4)

Smer 4-2 (ZV=Z4 ZK=Z2)

***Záver:***

V prvej úlohe sme merali vstupné impedancie Z2 aZ4 na svorkách 2-2 a 4-4 na transformátorovej aj odporovej vidlici. Meranie sme uskutočnili pri rôznych frekvenciách. Z merania sme zistili, že impedanica Z2 pre transformátorovú vidlicu je frekvenčne závislá. Jej hodnoty sú v rozsahu 585 Ω až 1000 Ω. Impedancia Z4 je frekvenčne nezávislá, a jej hodnoty sú 305 Ω, okrem frekvencie 3 kHz pri ktorej sme namerali 304 Ω. Tento fakt vyplýva z toho, že vlastnosti cievky, ktorá je použitá v transformátore sú frekvenčne nezávislé. Pri meraní na odporovej vidlici boli obe impedancie Z2 a Z4 frekvenčne nezávislé. Odporová vidlica sa skladá z odporov, ktoré sú frekvenčne nezávislé prvky. Hodnoty Z2 sa pohybujú okolo 590-610 Ω a podobne hodnoty Z4 sú okolo 590-600 Ω.

V úlohe číslo 2 sme vypočítali prevodový pomer p12 transformátorovej vidlice pre všetky frekvencie a jeho hodnoty sú zapísane v tabuľke pre transformátorovú vidlicu. Prevodový pomer má klesajúci charakter vzhľadom na zvyšujúcu sa frekvenciu. Jeho hodnota pri 0,1 kHz je 1,432 a pri najvyššej meranej frekvencii 10 kHz je jeho hodnota 1,095.

V poslednej, tretej úlohe sme merali prevádzkové tlmenie v troch smeroch. V odchádzajúcom smere ap12 , prichádzajúcom ap41 a v smere oddeľovacomap4-2. Prevádzkové tlmenie v odchádzajúcom a prichádzajúcom smere by malo byť menšie ako 0,5 Np co bolo pri odchádzajúcom smere 1-2 splnené len od 0,1 kHz po 1kHz tam nadobúdalo tlmenie hodnoty 0,3674 Np až 0,4883 Np a vo vyšších frekvenciách (do 10 kHz) až do 1,885 Np. V oddeľovacom smere by malo byť prevádzkové tlmenie väčšie ako 7 Np, čo nebolo splnené. Nami namerané hodnoty sa pohybovali od 4,233 Np až do 5,624 Np pre frekvenciu 5 kHz, výnimkou bola posledná frekvencia 10 kHz kde tlmenie bolo viac ako 8,701 Np. Z nameraných a vypočítaných hodnôt sme zistili, že daná transformátorová vidlica nie je vhodná na prevádzku