|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM**  Ústav fyziky  FEKT VUT BRNO | | Jméno a příjmení  **David Kolečkář** | | | | ID  **170610** |
| Ročník  **1** | Předmět  **IFY** | Kroužek  **19** | | Lab. skup.  **A** |
| Spolupracoval  **Tomáš Kocman, Jan Kotráš** | | Měřeno dne  **3.3.2015** | | Odevzdáno dne  **17.3.2015** | | |
| Příprava | Opravy | Učitel | | Hodnocení | | |
| Název úlohy  **Charakteristiky optoelektronických součástek** | | | | | Číslo úlohy  **28** | |

2015

ÚKOL MĚŘENÍ  
Změřte voltampérovou, luxampérovou a směrovou vyzařovací charakteristiku luminiscenční diody, přenosovou charakteristiku optronu. Z grafu V-A charakteristiky určete součinitel n a z přenosové charakteristiky určete kmitočtový rozsah optronu.

Teoretický úvod:  
Obecně optoelektroniku chápeme jako vědní obor zabývající se zpracováním informace způsoby, které vyžadují spolupráci optických a elektronických systémů.

Luminiscenční dioda   
Luminiscenční dioda LED (Light Emitting Diode) je zdrojem elektromagnetického záření v oblasti viditelného světla a v blízké infračervené oblasti. Základním materiálem pro výrobu luminiscenčních diod jsou polovodičové sloučeniny typu AIIIBV, jako například GaAs, GaP, GaAsP.

Luminiscenční dioda je tedy polovodičová dioda a ta je tvořena přechodem PN. V provozu je přechod polarizován v propustném směru. Nosiče proudu, které jsou vnějším napětím vtaženy do oblasti přechodu rekombinují. To znamená, že elektron s větší energií se spojí s dírou, jejíž energie je menší. Rozdíl jejich energií je emitován (vyzářen) jakožto foton, který má energii rovnou tomuto rozdílu.

Frekvence vyzářeného fotonu splňuje podmínku:

Přičemž elementární náboj , Planckova konstanta\*s

A e \* U je rozdíl Fermiho Kvazienergií oblastí N a P.

Detekce dopadajícího e.m. záření (fotodioda):   
K detekci dopadajícího elektromagnetického záření se používá buď běžná fotodioda, případně fotodioda PIN. Záření dopadající na přechod je pohlceno. V oblasti PN se objeví dva nosiče elektron-díra, které jsou od sebe odděleny přítomným vnitřním magnetickým polem. Tímto se zvýší počet minoritních nosičů, následkem čehož se posunou energetické hladiny hranic pásů a na PN přechodu se objeví napětí.

Voltampérová charakteristika:

Popisuje vztah mezi protékajícím proudem a napětím na diodě. U reálné diody se dá voltampérová charakteristika popsat rovnicí:

Přičemž je numerický součinitel závislý na mechanismu transportu, pro nějž platí 1 < n <2,  
 je nasycený závěrný proud a *k* je Boltzmanova konstanta .

Luxampérová charakteristika:

Je závislost zářivého toku , který je diodou vyzařován, na proudu , který přitom protéká diodou.

Na fotodiodě snímající zařízení diody luminiscenční vzniká napětí přímo úměrné dopadajícímu světelnému toku a tedy I zářivému toku, který je LED diodou emitován.

Platí tedy vztah:

Tvar charakteristiky se tedy nezmění, nahradíme-li zářivý tok snadněji měřitelným napětím a jako luxampérovou charakteristiku budeme chápat závislost:

Směrová vyzařovací charakteristika:

Přináší informaci o nerovnoměrnosti, s níž luminiscenční dioda září do jednotlivých směrů v prostoru. Závislost , která tento děj popisuje, můžeme vzhledem k

i v tomto případě nahradit závislostí:

Kde úhel charakterizuje odklon dopadajícího světelného paprsku od horizontální roviny.

Optron:

Jedná se o optoelektrickou součástku, která vznikla spojením fotodiody a diody. Častěji se ovšem používá optron, jenž je tvořen fototranzistorem a luminiscenční diodou. Pomocí optronu se od sebe kvalitně galvanicky separovat dva obvody a přitom nepozbýt možnosti přenosu signálu mezi nimi. Procházející proud LED diodou se moduluje variabilním signálem. Na výstupní straně se snímá složka napětí na fototranzistoru nebo fotodiodě.

Přenosová charakteristika optronu:

je střídavá složka napětí na výstupu optronu a je kmitočet harmonické složky přičítané k proudu . Přenosová charakteristika informuje o šířce frekvenčního pásma, tedy o kmitočtech, jenž je oproti optronu schopný přenosu, a o zkreslení, které vzniká při tomto přenosu.

Postup při měření:

U této úlohy je měření ve velké míře zautomatizované. Všechna nastavení jsou prováděna na počítači v programu nazvaném „Optoelektrické součástky 28“. Po jeho spuštění je třeba zadat jméno studenta, který provádí úlohu. Vložené jméno slouží jako záznam o absolvování dané úlohy.

Program je členěn do 4 záložek, přičemž není nutné provádět jednotlivé úlohy postupně a je možné se vracet zpátky. Je ovšem nutné dodržet minimální limity naměřených hodnot, jinak nám program nedovolí přejít k dalšímu měření.

Po naměření všech požadovaných hodnot je možné si získaná data vytisknout na tiskárně.

Požité přístroje:

* RC generátor
* Optron
* Multimetr s AD převodníkem
* Počítač se sběrnicí IMS-2

Naměřené hodnoty voltampérové a luxampérové charakteristiky:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Iled [A] | Uled [V] | Udet [V] |
| 9,925E-07 | 1,469E+00 | 4,988E-05 |
| 9,996E-04 | 1,790E+00 | 2,989E-02 |
| 1,999E-03 | 1,818E+00 | 5,866E-02 |
| 2,998E-03 | 1,837E+00 | 8,216E-02 |
| 3,998E-03 | 1,851E+00 | 1,008E-01 |
| 4,997E-03 | 1,862E+00 | 1,161E-01 |
| 5,997E-03 | 1,871E+00 | 1,290E-01 |
| 6,996E-03 | 1,878E+00 | 1,396E-01 |
| 7,996E-03 | 1,886E+00 | 1,492E-01 |
| 8,995E-03 | 1,892E+00 | 1,577E-01 |
| 9,995E-03 | 1,898E+00 | 1,652E-01 |
| 1,099E-02 | 1,904E+00 | 1,719E-01 |
| 1,199E-02 | 1,909E+00 | 1,781E-01 |
| 1,299E-02 | 1,914E+00 | 1,837E-01 |
| 1,399E-02 | 1,918E+00 | 1,889E-01 |
| 1,499E-02 | 1,923E+00 | 1,938E-01 |
| 1,599E-02 | 1,927E+00 | 1,982E-01 |
| 1,699E-02 | 1,930E+00 | 2,024E-01 |
| 1,800E-02 | 1,934E+00 | 2,062E-01 |
| 1,900E-02 | 1,937E+00 | 2,098E-01 |
| 2,000E-02 | 1,940E+00 | 2,132E-01 |

Naměřené hodnoty vyzařovací charakteristiky LED (při proudu LED: 4,86 mA):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Natočení det. | Natočení LED 0 ° | Natočení LED 30 ° | Natočení LED 60 ° | Natočení LED 90 ° |
| 0 ° | 5,528E-02 | 5,598E-02 | 5,534E-02 | 5,448E-02 |
| 10 ° | 5,367E-02 | 5,435E-02 | 5,430E-02 | 5,404E-02 |
| 20 ° | 5,112E-02 | 5,208E-02 | 5,290E-02 | 5,308E-02 |
| 30 ° | 5,330E-02 | 5,585E-02 | 5,798E-02 | 5,687E-02 |
| 40 ° | 7,037E-02 | 7,243E-02 | 7,170E-02 | 6,761E-02 |
| 50 ° | 8,727E-02 | 8,771E-02 | 8,530E-02 | 8,079E-02 |
| 60 ° | 1,015E-01 | 1,010E-01 | 9,808E-02 | 9,299E-02 |
| 70 ° | 1,138E-01 | 1,127E-01 | 1,085E-01 | 1,037E-01 |
| 80 ° | 1,178E-01 | 1,156E-01 | 1,110E-01 | 1,065E-01 |
| 90 ° | 1,112E-01 | 1,081E-01 | 1,040E-01 | 1,004E-01 |
| 100 ° | 9,836E-02 | 9,584E-02 | 9,125E-02 | 8,779E-02 |
| 110 ° | 8,428E-02 | 8,139E-02 | 7,655E-02 | 7,295E-02 |
| 120 ° | 6,520E-02 | 6,166E-02 | 5,661E-02 | 5,358E-02 |
| 130 ° | 4,390E-02 | 4,085E-02 | 3,554E-02 | 3,366E-02 |
| 140 ° | 4,451E-02 | 4,216E-02 | 3,750E-02 | 3,507E-02 |
| 150 ° | 4,665E-02 | 4,435E-02 | 3,993E-02 | 3,824E-02 |
| 160 ° | 4,584E-02 | 4,366E-02 | 3,964E-02 | 3,826E-02 |
| 170 ° | 4,350E-02 | 4,174E-02 | 3,798E-02 | 3,690E-02 |
| 180 ° | 3,878E-02 | 3,732E-02 | 3,403E-02 | 3,364E-02 |

Naměřené hodnoty přenosové charakteristiky optronu (při proudu LED: 5,59 mA):

|  |  |
| --- | --- |
| f [Hz] | Udet [V] |
| 9,994E+00 | 9,494E-02 |
| 5,000E+01 | 9,586E-02 |
| 1,500E+02 | 9,570E-02 |
| 5,000E+02 | 9,550E-02 |
| 1,000E+03 | 9,415E-02 |
| 2,000E+03 | 9,068E-02 |
| 3,000E+03 | 8,711E-02 |
| 5,000E+03 | 7,980E-02 |
| 1,000E+04 | 6,430E-02 |
| 3,000E+04 | 3,291E-02 |
| 6,000E+04 | 1,779E-02 |
| 9,000E+04 | 1,189E-02 |
| 1,200E+05 | 8,755E-03 |
| 1,500E+05 | 6,754E-03 |
| 1,800E+05 | 5,539E-03 |
| 2,100E+05 | 4,567E-03 |
| 2,300E+05 | 4,153E-03 |
| 2,500E+05 | 3,754E-03 |
| 2,750E+05 | 3,273E-03 |
| 3,000E+05 | 2,936E-03 |

VÝPOČET KMITOČTU fk:

Výpočet součinitele n:

Přičemž b je směrnice regresivní přímky z logaritmického grafu, T je teplota v místnosti, k je Boltzmanová konstanta a e je elementární náboj.

ZÁVĚR:

Z naměřených hodnot jsme sestrojili grafy, které by se měli shodovat s grafy v měřícím programu. Dále jsem vypočítal koeficient n, který není v intervalu 1 < n < 2 a tedy můžeme zhodnotit chyby při měření. Chyby mohlo způsobit například zaokrouhlování hodnot nebo špatně zvolené hodnoty při měření. Z grafu přenosové charakteristiky optronu jsem určil přibližnou hodnotu mezního kmitočtu .