Mérési Jegyzőkönyv

|  |  |
| --- | --- |
| A mérés tárgya: | Aktív elektronikus eszközök vizsgálata (8. mérés) |
| **A mérés időpontja:** | <év>. <hónap>. <nap>. |
| **A mérést végzik:** | <hallgató neve><hallgató neve> |
| **Mérőcsoport:** | <kurzus>, <csoport száma> |
| **A mérést vezeti:** | <mérésvezető neve> |

Felhasznált eszközök

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tesztpanel (BME-VIK 2005) | 8. TEST PANEL |  |
| Függvénygenerátor | Agilent 33220A | MY4< > vagy leltári szám |
| Digitális multiméter (6 1/2 digit) | Agilent 33401A | MY4< > vagy leltári szám |
| Tápegység | Agilent E3631A | MY4< > vagy leltári szám |
| Oszcilloszkóp | Agilent 54622A | MY4< > vagy leltári szám |
| Digitális multiméter (3 1/2 digit) | Metex ME22T | MY4< > vagy leltári szám |
| Karakterisztikarajzoló | Hameg HM6042 | MY4< > vagy leltári szám |
| egyéb: | ... | ... |

Mérési feladatok

1. Félvezető diódák statikus karakterisztikájának mérése

A mérőpanelen négy dióda közül választhat:

 D1 = gyors kapcsolású Si dióda (1N4148)

 D2 = nagyáramú Si dióda (BY133)

 D3 = Schottky dióda (BAT82)

 D4 = piros LED (...)

A mérendő dióda a velük sorba kapcsolt jumperek rövidre zárásával választható ki. A függvénygenerátor jele az Rs = 10 Ω soros ellenálláson keresztül kapcsolódik a mérendő diódára.

A tesztpanel oldalán lévő billenőkaros kapcsoló kétféle bekötést tesz lehetővé:



1. ábra: *A tesztpanel bekötése diódák statikus vizsgálatához a kapcsoló “I(U)” állásában*



2. ábra: *A tesztpanel bekötése diódák dinamikus vizsgálatához a kapcsoló “ts” vagy “U(t)” állásában*

1.1 A függvénygenerátoron állítson be egy szinuszos jelalakot a következő kezdeti paraméterekkel: f=100 Hz, Ug = 3 Veff, UOFFSET= 0 V (a paraméterek kezdeti értékek, a mérési eredmények alapján finomítandók). Az oszcilloszkóp képer­nyőjén jelenítse meg és dokumentálja a négy dióda áram-feszültség karakterisztikáját! Ne feledkezzen meg az áramjel esetén az invertálás és a skálázás beállításáról (adott csatorna Probe menüje). A kurzorok segítségével olvassa le az egyes diódákon az 1 mA, 10 mA és 50 mA-es (nyitóirányú) áramokhoz tartozó Ud nyitófeszültségeket!

*Megjegyzés: érdemes a nyitófeszültség értékeit egy adott áramértéknél minden egyes diódára lemérni, aztán váltani más áramértékre. Ezzel a módszerrel csak ritkán kell a műszereket átállítani.*

Elvégzett műszerbeállítások:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Id | 1 mA | **10 mA** | 50 mA | Ud |
| D1 | 1N914 |  |  |  | V |
| D2 | BY133 |  |  |  |
| D3 | BAT82 |  |  |  |
| D4 | LED |  |  |  |

1. táblázat: *A vizsgált diódák üresjárási feszültségei*

A négy dióda I-U karakterisztikája (Id = 10 mA munkapontban):

Az eredmények szöveges kiértékelése:

2. Félvezető diódák dinamikus karakterisztikájának mérése (kiegészítő feladat)

2.1 Válassza ki a BY133 típusú diódát és térjen vissza az 1.1-es feladat beállításaihoz. Növelje a mérőjel frekvenciáját 5-10 kHz-ig, közben figyelje az oszcilloszkópon az I(U) görbe alakulását! Rögzítse a mérési eredményt és írja le tapasztalatait és a jelenség okát!

Ábra:

A jelenség oka:

3. Diódák kapcsolási idejének vizsgálata

A következő feladatokban a BY133 típusú dióda kapcsolási idejét vizsgáljuk. Állítsa össze a **2. ábrán** látható elrendezést. A **3. ábra** definiálja a mérendő időket: a töltéstárolási időt (***storage time, ts***), az esési időt (***fall time, tf***), valamint az összegüket, a záró irányú feléledési időt (***reverse recovery time, trr***). Mivel a tárolási és az esési idő határának meghatározása sok esetben nem egyértelmű, ezért az IR 90 %-tól 10 %-ig javasoljuk tf értékének mérését.



3. ábra: *Dióda kapcsolási ideje a feszültség- és áram-idődiagramon*

3.1 A függvénygenerátoron állítson be szimmetrikus négyszögjelet *Pulse* üzemmódban az alábbi paraméterekkel: f = 30 kHz, UH= +3 V, UL= -3 V, Duty Cycle =50 %, te= 100 ns (edge time)! A mérőpanel váltókapcsolóját állítsa át **ts** állásba. Ellenőrizze a jelalakokat!

Elvégzett műszerbeállítások:

A mért időfüggvények:

3.2 A függvénygenerátor UH és UL feszültségszintjének változtatásával a nyitó- (IF) és a záró irányú (IR) áram értékét beállítva a különböző áramarányok mellett rögzítse a jelalakok alakulását és mérje meg a ts, tf és trr időket! Készítsen három oszcilloszkóp ábrát az Ug(t) és Id(t) időfüggvényekről és töltse ki a **2. táblázat**ot!

Elvégzett műszerbeállítások:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IF | IR | UH | UL | (IF / IR) | ts | tf | trr |
| [mA] | [V] | [ns] |
| 20 | 40 |  |  | (1 : 2) |  |  |  |
| 20 | 20 |  |  | (1 : 1) |  |  |  |
| 40 | 20 |  |  | (2 : 1) |  |  |  |

2. táblázat: *BY133 dióda kapcsolási idői*

A 2. táblázat három eredménysorához tartozó Ug és Id időfüggvények az oszcilloszkóp képernyőjén, rendre:

Az eredmények szöveges kiértékelése:

4. Bipoláris tranzisztor munkapont-beállításának és telítésbe vezérlésének mérése

A mérési összeállítást a **4. ábra** mutatja. A mérendő tranzisztor a **BC639** típusú, bázisellenállásnak (RB) az 1 k értékűt válassza. Az UT = +5 V tápfeszültséget a külső tápegységgel biztosítjuk! Mielőtt a tesztpanelhez köti, feszültségmérővel ellenőrizze! Az Ic munkaponti áramot **digitális árammérővel** mérje! Figyelem: az áramkör INPUT bemenetén 50 -os lezárás található!

DC-OUT

AC-OUT

IC

UT

Ug(t)

RB

1 kΩ

RC

50 Ω

UCE

Rg

50 Ω

UOFFSET

Rin

50 Ω

50 Ω

B/G (out)

INPUT

IB

+UT

4. ábra: *Bipoláris tranzisztor mérési összeállítása*

4.1 Egy bipoláris tranzisztor **áramerősítés**ének méréséhez bemeneti egyenáramra van szükség. Jelen laborkörülmények között ezt úgy tudjuk megtenni, hogy egy pozitív egyenkomponenssel és egy elhanyagolhatóan (a legkisebb beállítható) kis amplitúdójú váltókomponenssel rendelkező jelet kapcsolunk a tesztpanel INPUT bemenetére: UDC = +1,2 V, Ug,AC=0 V! Mérje meg multiméterrel az Ic kollektoráram értékét! Számítsa ki a bemeneti bázisáramot az (1) egyenlet alapján. Az UBE bázis–emitter feszültséget tekintse 0,7 V-nak, de a B/G jelű csatlakozón pontosan megmérhető.

 $I\_{B}=\frac{U\_{DC}-U\_{BE}}{R\_{B}}$ (1)

Elvégzett műszerbeállítások:

Az IB bázisáram számított értéke:

Az IC munkaponti kollektoráram multiméterrel mért értéke:

Az áramerősítési tényező $B=\frac{I\_{C}}{I\_{B}}$ értéke:

4.2 A **transzfer-karakterisztika** méréséhez kapcsoljon a tesztpanel INPUT bemenetére 100 Hz frekvenciájú, UPP = 3 V feszültségértékű, 50 %-os kitöltési tényezőjű háromszög jelet, UOFFSET = +1,5 V egyenfeszültséggel!
Az oszcilloszkóp egyik csatornáján a tesztpanel bemeneti (INPUT) feszültségét, a másik csatornáján a tranzisztor UCE kollektor–emitter (DC-OUT) feszültségét jelenítse meg és ábrázolja! Kurzor használatával vizsgálja meg, hogy mekkora bemeneti feszültség (Uopen,bemenet) esetén kezd kinyitni a tranzisztor (azaz kezd változni a kollektor–emitter feszültség)!

Oszcilloszkóp ábra, jelölve rajta Uopen,bemenet nyitási feszültségérték:

4.3 A telítésbe vezérlés méréséhez az előző pont beállításai használhatóak.
Számítsa ki, majd oszcilloszkópon figyelje meg, egyrészt hogy legfeljebb mekkora lehet a maximális kollektoráram (IC\_limit,számított), másrészt hogy mekkora bemeneti (INPUT) kapocsfeszültség (UGlim,számított) esetén kerül telítésbe a tranzisztor!

 $I\_{C\\_limit,számított}=\frac{U\_{T}-U\_{BE}}{R\_{C}}$ (2)

 $U\_{Glim,számított}=U\_{BE}+I\_{B\\_limit}⋅R\_{B}=U\_{BE}+\frac{I\_{C\\_limit}}{B}⋅R\_{B}=U\_{BE}+\frac{U\_{T}-U\_{BE}}{R\_{C}}⋅\frac{1}{B}⋅R\_{B}$ (3)

IC\_limit,számított =

UGlim,számított =

UGlim,mért =

Oszcilloszkóp ábra:

Mérje meg telítéses állapotban a kollektor–emitter szaturációs (telítési) feszültséget!

UCEsat =

Oszcilloszkóp ábra:

5. Bipoláris tranzisztor kapcsolási folyamatának vizsgálata (kiegészítő feladat)

A tranzisztort az **5. ábra** szerinti elvi mérési összeállításban vizsgáljuk (a mérési elrendezés lényegében változatlan).



5. ábra: *Bipoláris tranzisztor kapcsolási időinek mérési összeállítása*



6. ábra: *Tranzisztor kapcsolási idődiagramja*

Beállítások:

* Tranzisztor: BC639, RB = 1 kΩ
* Tápfeszültség: 5 V
* Jelgenerátor: Ulow= 0 V, Uhigh= 4 V, f = 100 kHz, négyszögjel (Pulse módban), Edge Time: 20 ns

Érdemes a bemenő jelre triggerelni. Mérés közben az oszcilloszkóp időalapját ne változtassa az összehasonlíthatóság érdekében.

Vizsgálja meg a jelalakokat adott beállítás mellett az alábbi változtatásokkal:

* alapelrendezés,
* D6 Schottky-dióda beiktatásával,
* C1 gyorsító kondenzátor beiktatásával (D6 kiiktatva),
* –1 V alacsony feszültségszint a jelgenerátoron (C1, D6 kiiktatva),
* 5 V magas feszültségszint a jelgenerátoron (C1, D6 kiiktatva, Ulow=0 V).

Minden elrendezésben rögzítse a jelalakokat, és írja le, hogyan változik a kapcsolási tranziens ezen változtatások hatására (kiemelten **koncentrálva a tárolási időre**). Melyik időzítési érték a domináns, melyik változik szembetűnően?

A fenti beállításoknak megfelelő jelalakok az oszcilloszkóp képernyőjén, rendre:

Mérési eredmények kiértékelése:

Tippek: a fel- és lefutási időket mérheti Quick measure opció segítségével. Az egyes módosítások hatását érdemes úgy megfigyelni, hogy az oszcilloszkópon egy adott jelparaméterre koncentrálva figyelünk (pl. tárolási idő), és közben végrehajtjuk az áramkörön a változtatásokat.

Idő hiányában érdemes mind az öt elrendezés esetén egy-egy ábrát készíteni és kvalitatív tapasztalatokat levonni az eredményekből.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | td | tf | ts | tr |
| [ns] |
| alapelrendezés |  |  |  |  |
| Schottky-dióda |  |  |  |  |
| gyorsító kondenzátor |  |  |  |  |
| 5 V magas szint |  |  |  |  |
| –1 V alacsony szint |  |  |  |  |

3. táblázat: *Az öt beállításhoz tartozó mért kapcsolási idők*

Mérési eredmények kiértékelése: