

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang 1989/90

Mac/April 1990

EEE 103 - Peranti Elektronik

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 7 muka surat bercetak dan ENAM (6) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA (5) soalan.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Guna data yang diberikan dalam kertas peperiksaan. Jikalau perlu, buat andaian untuk data tambahan.

Lukis rajah-rajah yang boleh memberi gambaran di mana-mana perlu.

Jawab kesemua soalan dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

Data Fizikal

Cas satu elektron = 1.6×10^{-19} C.
Jisim satu elektron = 9.1×10^{-31} kgram.
Pemalar Boltzman = 1.38×10^{-23} JOK⁻¹
Pemalar Planck = 6.626×10^{-34} J.S
Kebertelusan ruang bebas = 8.85×10^{-12} F.m⁻¹
(Permittivity of free space)

Data lain

Keboleherakan elektron untuk silikon = $1300 \text{ sm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ S}^{-1}$
Keboleherakan lubang untuk silikon = $500 \text{ sm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ S}^{-1}$
Ketumpatan hakiki untuk silikon = $1.5 \times 10^{10} \text{ sm}^{-3}$
Berat atom silikon = 28.1
Ketumpatan silikon = $2.33 \text{ gram sm}^{-3}$
Pemalar kekisi silikon = $5.43 \times 10^{-8} \text{ cm}$
(Lattice constant of silikon)

...3/-

1. (a) Pertimbangkan satu hablur tunggal silikon yang mengandungi kedua-dua bendasing penderma dan penerima. Namakan atom-atom bendasing yang tipikal bagi setiap jenis. Pada 300°K , lukiskan satu gambarajah skema yang menunjukkan semua cas-cas elektrik dan punca-punca mereka dalam hablur itu. Tunjukkan bahawa hablur tunggal itu adalah neutral secara elektrik.

(50%)

- (b) Satu bendasing jenis-penderma ditambahkan ke silikon, setakat satu atom per 10^8 atom-atom silikon. Carikan keberintangannya pada 300°K . Terangkan semua langkah-langkah dan penghampiran/anggaran yang digunakan oleh anda, jikalau ada. Gunakan data-data yang telah diberikan secara berasingan di hadapan, di lain-lain tempat.

(50%)

2. (a) Terangkan statistik Fermi-Dirac secara ringkas. Lakarkan kebarangkalian elektron sebagai satu fungsi tenaga. Apakah kebarangkalian satu lubang pada suatu tenaga yang diberikan E ?

(30%)

- (b) Tunjukkan bahawa kebarangkalian satu aras tenaga, berada pada ΔE di atas aras Fermi E_F , yang berisi elektron adalah sama dengan kebarangkalian satu aras tenaga, berada pada ΔE di bawah aras Fermi E_F , yang kosong.

(20%)

- (c) Ketumpatan-ketumpatan berkesan bagi keadaan-keadaan dan pergantungan E_g kepada suhu untuk G_e di sekitar 300°K adalah diberikan seperti di bawah:

$$N_c = 1.04 \times 10^{19} \text{ sm}^{-3}$$

$$N_v = 6 \times 10^{18} \text{ sm}^{-3} \quad \text{dan}$$

$$E_g = 0.67 - 3.7 \times 10^{-4} (T - 300) \text{ (ev)}$$

Kirakan suhu pengendalian maksimum yang mungkin apabila pengedopan penerima adalah (i) 10^{14} sm^{-3} dan (ii) 10^{18} sm^{-3} . Bolehkah anda mengendalikan peranti-peranti pada suhu-suhu ini. Terbitkan perhubungan teori yang digunakan.

(50%)

3. (a) Terangkan model lurus sesecebis (piecewise linear model) suatu diod. Lukiskan ciri-ciri I-V terlelurus (linearized I-V characteristics)

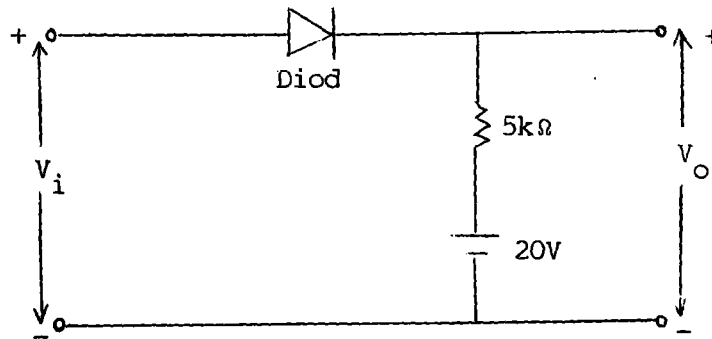
(20%)

- (b) Dengan menggunakan dua diod zener secara siri tetapi berlawanan di antara satu sama lain, lukiskan satu litar pengetip diod zener. Terangkan cara bagaimana litar ini berjalan dan dengan itu lakarkan garis lengkung pindah (transfer curve) V_o lawan V_i . Nyatakan andaian-andaian kamu dengan jelas, sekiranya ada.

(40%)

...5/-

- (c) Untuk litar yang ditunjukkan di bawah, lukiskan ciri-ciri pindah (V_o lawan V_i). Tunjukkan semua sifat-sifat penting dan terangkan dengan jelas pengendalian litar ini. Andaikan bahawa diod ini adalah unggul, kecuali rintangan ke depan (forward resistance), R_f , adalah 20 ohm.



(40%)

4. (a) Lukiskan gambarajah litar suatu penerus setengah-gelombang. Terangkan bentuk gelombang masukan dan keluaran. Apakah yang akan berlaku jikalau voltan-masukan-puncak (PIV) diod dilebihi? Andaikan diod adalah unggul.

(40%)

...6/-

- (b) Suatu diod unggul mempunyai rintangan dalam 20ohm. Ia digunakan dalam suatu penerus setengah-gelombang untuk membekalkan kuasa kepada suatu beban 1.0 kilo-ohm dari satu pembekal 110V (punca-min-kuasa dua atau rms).

Kirakan yang berikut:

- (i) Arus beban puncak,
- (ii) Arus beban AT,
- (iii) Arus beban AU (rms),
- (iv) Voltan diod AT,
- (v) Jumlah kuasa masukan,
- (vi) Peratusan pengaturan dari tanpa beban ke beban yang diberikan.

Anda boleh gunakan formula secara terus tanpa menerbitkan mereka.

(60%)

5. (a) Terangkan pembikinan suatu transistor p-n-p. dengan menggunakan rajah-rajah yang boleh memberikan gambaran. Namakan bahagian-bahagian yang berlainan dalam gambarajah, tandakan dimensi-dimensi yang penting dan lakarkan pelbagai susuk pengedopan (various doping profiles). Terangkan mengapa pengedopan dan ketebalan-ketebalan yang agak berbeza digunakan dalam tiga bahagian peranti ini.

(50%)

...7/-

- (b) Tuliskan (tidak perlu diterbitkan) persamaan-persamaan Ebers-Moll untuk satu transistor p-n-p. Terangkan tatatanda dengan cermat. Dengan itu atau dengan kaedah lain, untuk suatu tatarajah transistor tapak sepunya, lukiskan model litar. Di bawah kendalian frekuensi tinggi, apakah perubahan-perubahan yang akan diperkenalkan dalam model di atas?

(50%)

6. Jawab mana-mana dua dari berikut:

- (a) Pertimbangkan gabungan semula penjanaan terma (thermal generation-recombination) wujudkan persamaan-persamaan keselantaran (continuity equations) untuk suatu semikonduktor. Dengan itu, terangkan panjang resapan pembawa-pembawa minoriti.

(50%)

- (b) Dalam satu diod simpang p-n pincang balikan, terangkan pecah runtuh (Avalanche Breakdown)

(50%)

- (c) Tunjukkan bahawa, untuk kedua-dua litar penerus setengah-gelombang dan gelombang penuh, pengaturan voltan diberikan oleh $R_f/R_L \times 100$ peratus. Di sini R_f dan R_L masing-masing melambangkan rintangan diod dalam arah ke depan dan rintangan beban.

(50%)