

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Peperiksaan Semester Pertama
Sidang 1987/88

EEE 309 Teknologi Semikonduktor I

Tarikh: 30 Oktober 1987

Masa: 9.00 pagi - 12.00 tengahari
(3 Jam)

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 11 muka surat 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.

Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Tuliskan penerangan ringkas mengenai perbandingan kasar di antara transistor dwikutub dan MOS dari segi struktur kendalian, ciri-ciri dan fabrikasi. Berikan gambarajah di mana perlu.

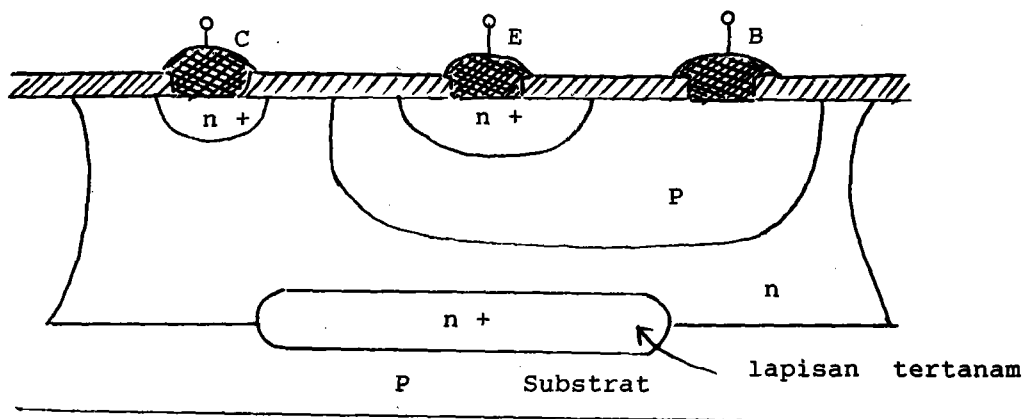
(40%)

- (b) Tulis satu nota pendek mengenai teknologi-teknologi berikut dengan memberikan ciri-ciri kelajuan, saiz, lesapan kuasa dan teknik fabrikasi:-

- (i) TTL
- (ii) ECL
- (iii) I^2L
- (iv) PMOS
- (v) CMOS

(60%)

2. (a)



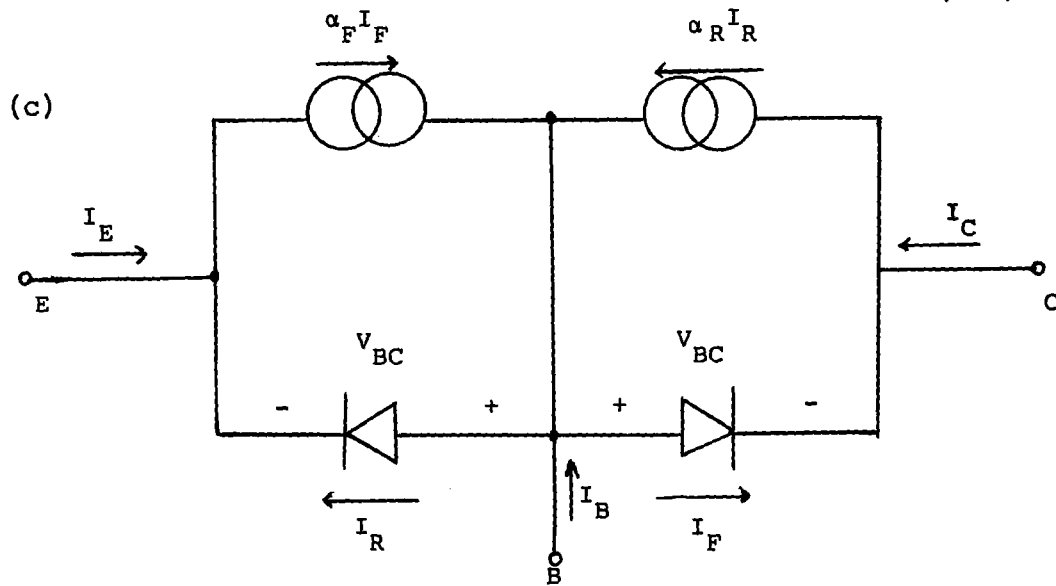
Rajah 1: Transistor Bersepadu npn

2. (a) Terangkan mekanisma bagi transistor bersepadu (Seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 1) bagi kendalian biasa dan pincang terbalik dengan menerangkan arus-arus yang dihasilkan dan voltan-voltan yang dikenakan.

(30%)

- (b) Berikan takrifan bagi kecekapan pemancar, γ , dan faktor angkut tapak, δ , bagi suatu transistor dwikutub npn.

(10%)



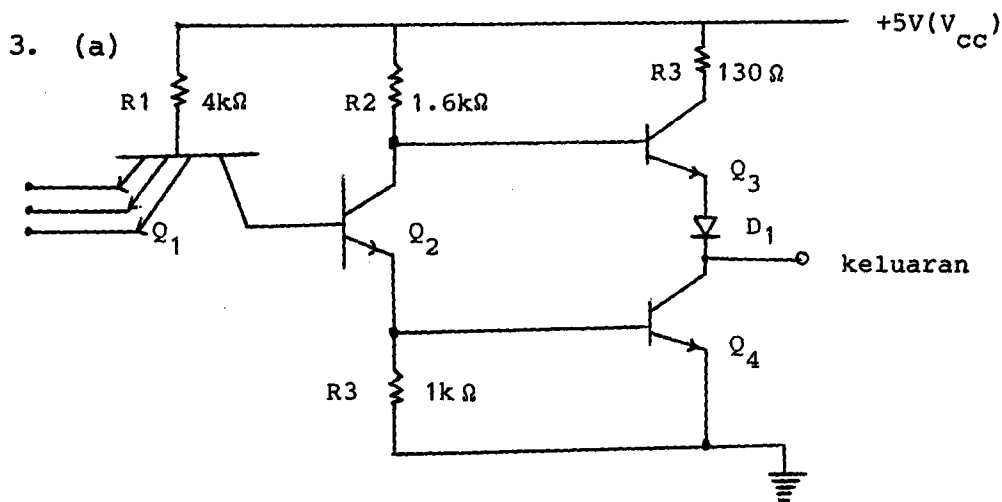
Rajah 2: Model Asas Ebers-Moll

Rajah 2 diatas menunjukkan model asas Ebers-Moll yang terdiri dari dua diod dan dua sumber arus.

...4/-

Bermula dari model ini, binakan model EM2, EM3 dan GP dengan menerangkan kesan-kesan apakah yang diwakili oleh parameter-parameter atau komponen-komponen tambahan berkenaan.

(60%)



Rajah 3: Suatu Litar Logik Ujian

Tuliskan satu aturcara masukan SPICE bagi menyelakukan litar logik seperti yang ditunjukkan di atas. Parameter-parameter model bagi transistor-transistor dan diod diberikan di bawah ini:-

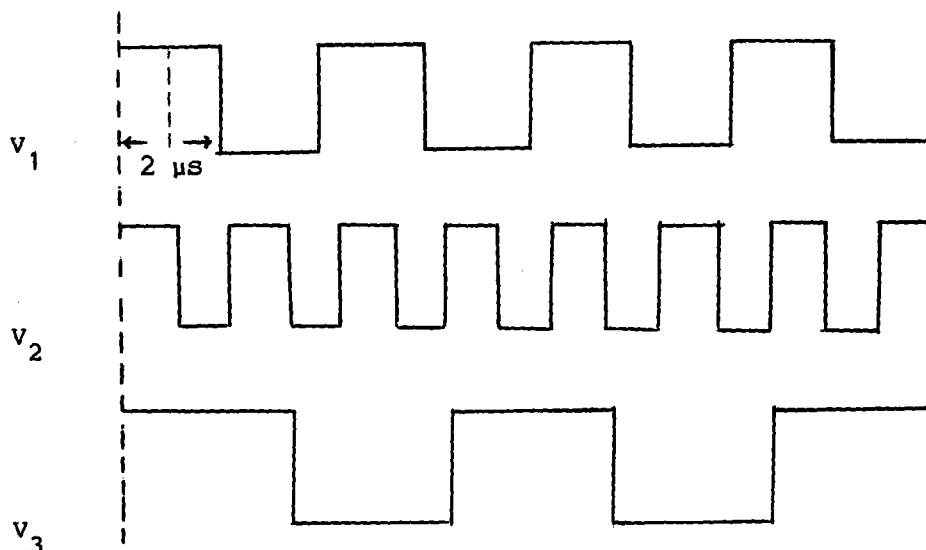
$$Q_1, Q_2, Q_3 \text{ \& } Q_4 : \beta_F = 100, \beta_R = 3, I_S = 2 \times 10^{-16} \text{ A},$$

$$R_B = 250\Omega, C_{jc} = 0.14\text{pF}, C_{je} = 0.08\text{pF},$$

$$\tau_F = 0.1\text{ns}, \tau_R = 5\text{ns}.$$

$$D1 : I_S = 10^{-14} \text{ A}, C_{j0} = 0.1 \text{ pF}, \phi = 0.7 \text{ V}, \tau = 0.1\text{ns}$$

Sekiranya masukkan bagi litar di atas adalah seperti berikut:-



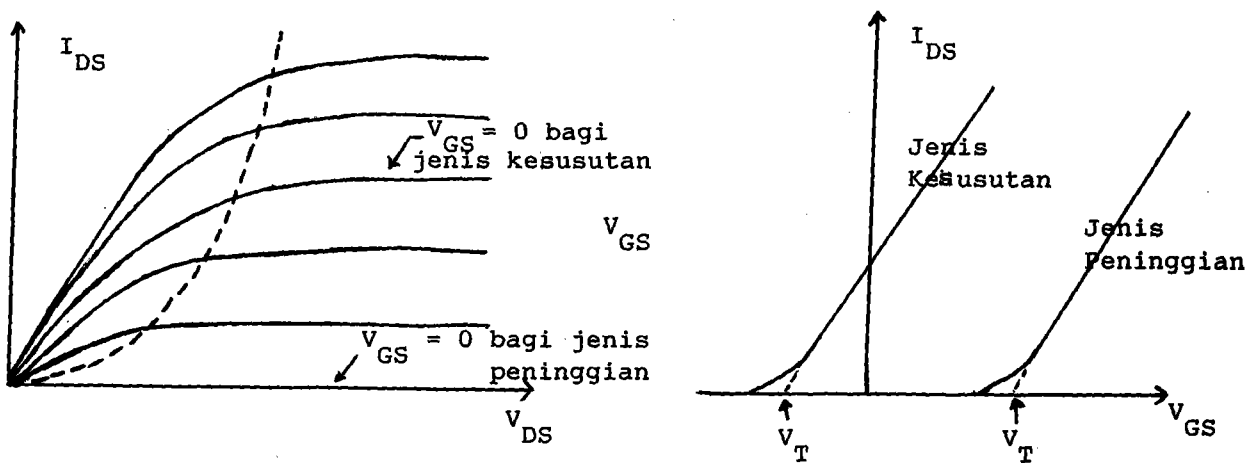
Lakarkan bentuk keluaran yang anda rasa akan dihasilkan.

(60%)

(b) Tuliskan secara ringkas proses fabrikasi litar bersepadu bermula dari jongkong silikon.

(40%)

4. (a) Rajah di bawah ini menunjukkan dua ciri penting at bagi suatu transistor NMOS.



Rajah 4: Ciri a.t Transistor NMOS

Berdasarkan gambarajah di atas, terangkan kendalian transistor tersebut dalam kawasan potong, tak tepuan dan tepuan.

(40%)

- (b) Terangkan takrifan bagi perkara-perkara berikut bersangkutan dengan transistor MOS:-

- (i) Faktor pengaliran, K'
- (ii) Voltan ambang, V_T
- (iii) Nisbah aspek.

(30%)

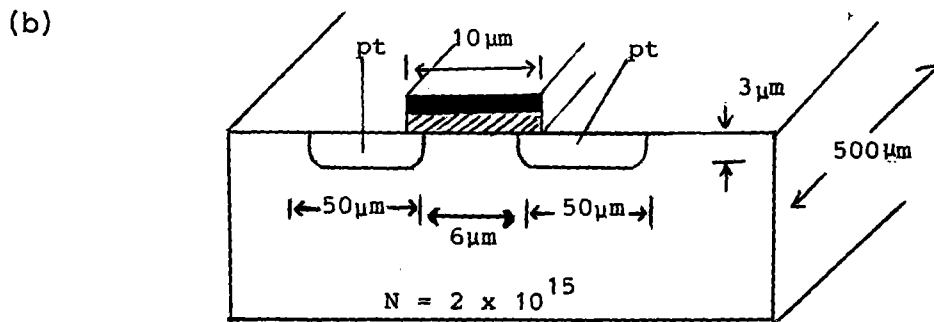
...7/-

- (c) Bandingkan dari segi struktur dan prestasi di antara CMOS dengan NMOS. Jenis yang manakah yang lebih diminati. Mengapa?

(30%)

5. (a) Apakah kesan-kesan terhadap ciri-ciri salir bagi transistor-transistor MOS salur-P dan N jika:
- (i) SiO_2 ditukar oleh silikon nitride yang mempunyai pemalar dwielektrik yang lebih tinggi.
 - (ii) t_{ox} ditambah.
 - (iii) pendopan substrat ditambah.

(40%)



Rajah 5

Keratan lintang bagi transistor MOS ditunjukkan di atas. Transistor adalah bersimetri. Data lain yang diberikan adalah:-

...8/-

$$W = 500 \mu\text{m} \text{ (lebar salur)}$$

$$\bar{\mu}_h = 250 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$$

$$V_T = -2.5 \text{ V}$$

$$t_{\text{ox}} = 90\text{nm} \text{ (ketebalan oksida get)}$$

$$\epsilon_{\text{ox}} = 3.85$$

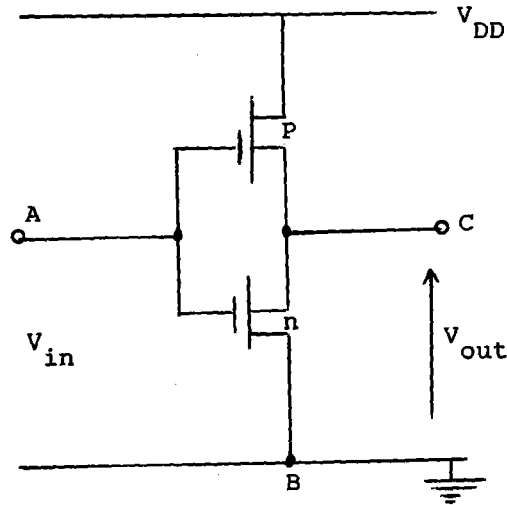
Tentukan:-

- (a) V_{GS} yang diperlukan untuk mengendalikan transistor pada titik kneeisen $I_{\text{DS}} = 2\text{mA}$ dalam kawasan arus tepuan sementara V_{DS} adalah minimum.
- (b) Parameter-parameter model bagi transistor isyarat-kecil.

(60%)

...9/-

6. (a)



Rajah 6: Penyongsang CMOS

"Penyongsang CMOS seperti di atas menghasilkan apa yang dipanggil penyongsang 'tanpa-nisbah' (ratio-less)".

Apakah maksud kenyataan di atas?

Apakah faedahnya jika dibandingkan dengan penyongsang bernisbah?

(40%)

...10/-

- (b) Daripada aturcara SPICE bagi suatu litar MOS di bawah ini, binakan balik litar tersebut. Apakah fungsi litar tersebut.

TAJUK

```
M1 4 1 3 3 PMOS L = 3U W = 3U
M2 4 2 3 3 PMOS L = 3U W = 3U
M3 4 1 5 0 NMOS L = 3U W = 3U
M4 5 2 0 0 NMOS L = 3U W = 3U
VDD 3 0 5V
VI1 1 0 PULSE ( 0 5 0 5N 5N 25N 50N)
VI2 2 0 PULSE ( 0 5 0 5N 5N 25N 50N)
. RAN 2N 100N
. PLOT TRAN V(1) V(2) (-2, 6) V(4) (-2, 6)
. WIDTH IN = 80 OUT = 80
. MODEL NMOS NMOS LEVEL=1 VTO = +0.9V KP = 40U
. MODEL PMOS PMOS LEVEL=1 VTO = -0.9V KP = 15U
. END
```

Lakarkan bentuk isyarat masukan dari aturcara di atas.
Apakah bentuk isyarat keluaran bagi litar di atas.

(60%)

...11/-

7. (a) Kelebihan pada teknologi MOS adalah pada saiznya yang kecil. Bagaimanapun apabila dimensi-dimensi mendekati submikron beberapa kesan geometri berlaku. Terangkan satu per satu kesan yang dimaksudkan itu.

(50%)

- (b) Teknologi MOS telah membuka jalan di dalam perkembangan VLSI. Tulis satu nota pendek yang menyeluruh mengenai perkembangan dibidang VLSI meliputi aspek-aspek teknologi yang digunakan, prestasi yang dihasilkan, bahan-bahan semikonduktor yang digunakan dan kegunaan-kegunaan utama litar-litar VLSI masa kini.

(50%)

-ooo0ooo-