
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2008/2009

April - Mei 2009

EEE 322 – KEJURUTERAAN GELOMBANG MIKRO & RF

Masa: 2 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat dan TIGA muka surat LAMPIRAN yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.

Jawab **EMPAT** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan dalam bahasa Malaysia atau bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

1. (a) Dalam beberapa cara, teori talian penghantaran mendekati jarak antara analisa gelombang dan teori litar asas dan ini amat penting dalam analisa rangkaian mikro-gelombang. Lukiskan **DUA** contoh berlainan jenis talian penghantaran yang planar dan tidak-planar.

*In many ways, transmission line theory bridges the gap between field analysis and basic circuit theory, and so is of significant importance in microwave network analysis. Draw **TWO** examples of different types of transmission line in planar and non-planar form.*

(10%)-

- (b) Sebuah talian penghantaran mempunyai maklumat berikut:

A transmission line has the following information:

$$L = 0.2 \mu\text{H/m}$$

$$C = 300 \text{ pF/m}$$

$$R = 5 \Omega/\text{m}$$

$$G = 0.01 \text{ S/m}$$

$$\text{Frequency} = 500 \text{ MHz}$$

Hitung informasi yang diperlukan

Calculate the required information

- (i) Pemalar perambatan.
Propagation Constant.
- (ii) Galangan rintangan.
Characteristic Impedance.

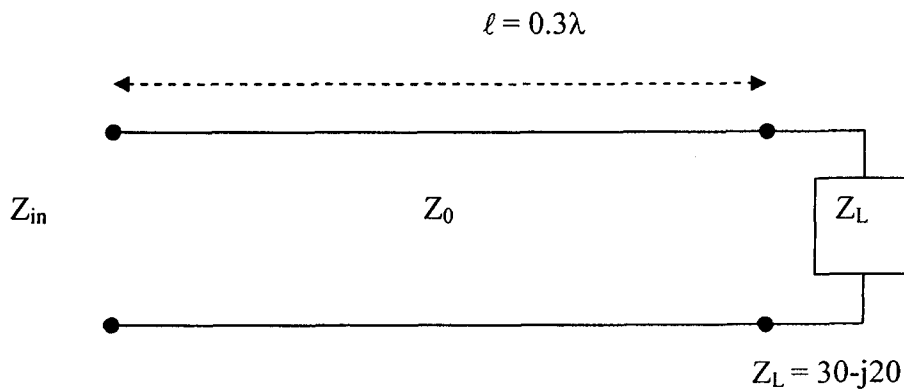
(40%)

...3/-

- (c) Dengan menggunakan Rajah 1, sebuah beban rintangan $(40+j70)\Omega$ mengakhiri 100Ω talian penghantaran 0.3λ panjang. Dengan menggunakan Carta Smith, cari informasi yang berkenaan dengan melukis dan menunjukkan informasi yang relevan di bawah:

Using Figure 1, a load impedance of $(40+j70)\Omega$ terminates a 100Ω transmission line what is 0.3λ long. Using the Smith Chart given, find the following information by drawing and pointing the relevant information given below:

- (i) Beban rintangan yang dinormalkan.
Normalised load impedance on Smith Chart.
- (ii) Koefisien pantulan di beban .
Reflection coefficient at the load.
- (iii) Nisbah Gelombang Pegun.
Standing Wave Ratio.
- (iv) Rintangan pada talian MASUKAN (dinormalkan).
Impedance at the INPUT of the line (normalised).



Rajah 1 Talian Penghantaran
Figure 1 Transmission Line

(50%)

2. (a) Matrik perintang $[Z]$ bagi rangkaian mikrogelombang boleh dihubungkan dengan voltan dan arus. Tunjukkan perwakilan rintangan Z untuk rangkaian 2 liang.

The impedance matrix $[Z]$ of the microwave network can be related to voltages and current. Present the Z impedance of a 2-Port network representation.

(10%)

- (b) Dengan menggunakan contoh pada Rajah 2, voltan dan arus masukan ditanda sebagai V_1 dan I_1 , voltan dan arus keluaran sebagai V_2 dan I_2 . Terdapat tiga perintang dilabel sebagai Z_A , Z_B dan Z_C .

Using the example shown in Figure 2, the input voltage and current is given as V_1 and I_1 , the output voltage and current is given as V_2 and I_2 . There are three impedance connected label Z_A , Z_B and Z_C .

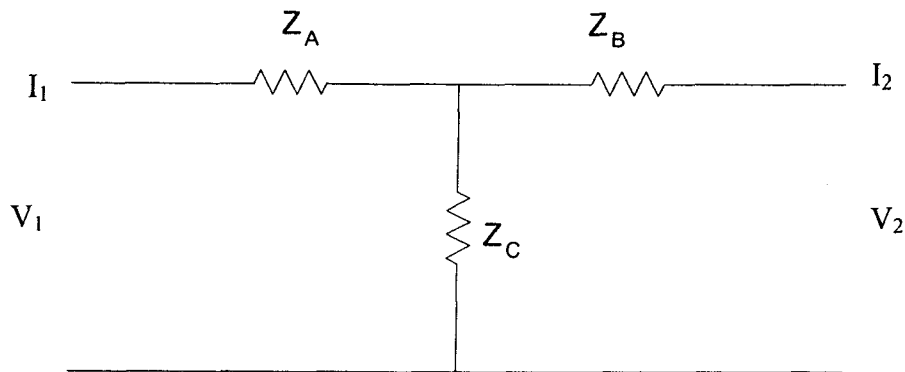
- (i) Cari parameter Z untuk rangkaian dua liang yang ditunjukkan di bawah:

Find the Z -parameter of the two port T Network shown below:

- (ii) Nyatakan samada rangkaian adalah bersalingan dan berikan justifikasi.

State whether the network is reciprocal and justify your answer.

(40%)



Rajah 2 Rangkaian Dua Liang
Figure 2 Two Port T-Network

- (c) Parameter-S adalah kaedah yang lain dalam analisis rangkaian. Ia mendefinisikan perhubungan antara pertembungan dan pantulan gelombang voltan. Parameter-S boleh dinyatakan dalam Persamaan 1.

S-parameter is another method in analyzing network. It defines the relation to incident and reflected voltage wave. S-parameter is represented by Equation 1.

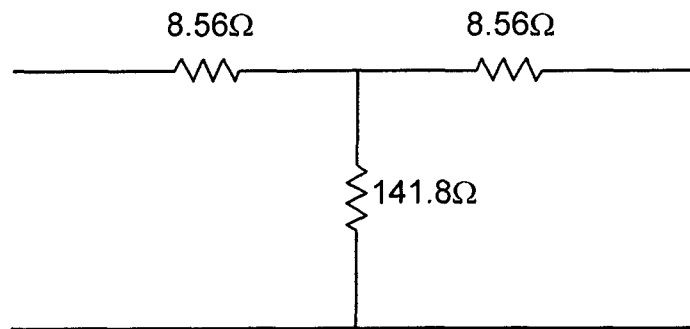
$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Persamaan 1} \\ \text{Equation 1} \end{array}$$

- (i) Rajah 3 di bawah merupakan Pelemah Pemadan. Cari parameter-S untuk litar tersebut. Tunjukkan jawapan seperti Persamaan 1.

Below in Figure 3 is a matched attenuator. Find the S-parameter of the circuit. Show the result as presented in Equation 1.

- (ii) Berikan alasan kukuh bahawa litar tersebut adalah Pelemah 3dB.

Justify that the circuit is a 3dB attenuator.



Rajah 3
3-dB Pelemah
Figure 3
3-dB Attenuator

(50%)

3. (a) Rekabentuk satu rangkaian pemadan seksyen-L untuk memadan satu siri beban RC dengan impedan $Z_L = (200 - j 100)\Omega$, pada talian 100Ω untuk frekuensi 500 MHz.

Design an L-section matching network to match a series RC load with an impedance $Z_L = (200 - j 100)\Omega$, to a 100Ω line, at a frequency of 500 MHz.

(50%)

- (b) Padankan impedan beban untuk $Z_L = (100 + j80)\Omega$ pada 50Ω menggunakan stub litar terbuka. Beban itu dipadankan pada 2 GHz dan mengandungi komponen perintang dan induktor disambung bersiri, lukiskan pekali pemantulan dari 1 GHz hingga 3 GHz.

Match a load impedance of $Z_L = 100 + j80 \Omega$ to a 50Ω line using a single series open-circuit stub. Assuming that the load is matched at 2 GHz, and that the load consists of a resistor and inductor in series, plot the reflection coefficient magnitude from 1 GHz to 3 GHz.

(50%)

4. (a) Satu sumber kuasa 2 W disambung kepada masukan pengganding dengan $C = 20$ dB, $D = 25$ dB, dan kehilangan sisipan 0.7 dB. Cari kuasa keluaran (dBm) pada port through, ganding dan sisihan. Semua liang dipadankan.

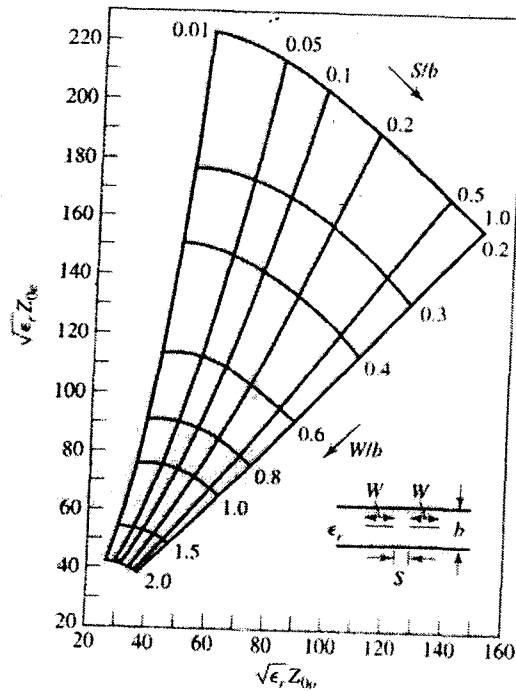
A 2 W power source is connected to the input of a directional coupler with $C = 20$ dB, $D = 25$ dB, and an insertion loss of 0.7 dB. Find the output powers (in dBm) at the through, coupled and isolated ports. Assume all ports are matched.

(40%)

- (b) Rekabentuk pengganding satu seksyen dengan nilai gandingan 19.1 dB, satu sistem impedan pada 60Ω dan frekuensi tengah 8 GHz. Jika pengganding dibuat dengan talian jalur $\epsilon_r = 2.2$ dan $b = 0.32$ cm, cari lebar strip dan jaraknya. Rujuk pada Rajah 4 untuk kiraan.

Design a single-section coupled line coupler with a coupling of 19.1 dB, a system impedance of 60Ω and a center frequency of 8 GHz. If the coupler is lobe made in strip line (edge-coupled), with $\epsilon_r = 2.2$ and $b = 0.32$ cm, find the necessary strip widths and separation. Refer to Figure 4 for calculations.

(60%)



Rajah 4
Figure 4

5. (a) Transistor NE 34018 mempunyai parameter-S seperti di Jadual 2. Parameter-S tersebut diukur menggunakan sistem 50Ω pada $V_{DS} = 3V$ dan $I_{DS} = 20\text{ mA}$.

A transistor NE 34018 has the S-parameters as tabulated in Table 2. The S-parameter was measured on 50Ω systems at $V_{DS} = 3V$ and $I_{DS} = 20\text{ mA}$.

Jadual 2: Parameter S Transistor NE 34018 diukur pada 3 GHz.
 Table 2: NE 34018 Transistor S parameters measured at 3 GHz.

S ₁₁		S ₂₁		S ₁₂		S ₂₂	
Mag	Ang	Mag	Ang	Mag	Ang	Mag	Ang
0.6	-110.1	3.81	82.3	0.074	57.3	0.52	-47.2

- (b) Galangan masukan adalah $Z_S = 40\Omega$ dan galangan beban adalah $Z_L = 45\Omega$. Hitung:

The source impedance is $Z_S = 40\Omega$ and the load impedance is $Z_L = 45\Omega$. Calculate:

- (i) Kuasa Gandaan
Power Gain. (20%)
- (ii) Gandaan Terada
Available Gain. (20%)
- (iii) Kuasa Gandaan Transducer
Transducer power gain. (20%)
- (iv) Dapatkan kestabilan transistor
Determine the transistor stability. (40%)

... 10/-

6. (a) Terangkan konsep pengayun suapbalik. Apakah kriteria penting untuk pengayun berayun?

Explain the concept of a feedback oscillator. What are the important criteria for the oscillator to oscillate?

(40%)

- (b) Merujuk kepada Rajah 5, terangkan operasi pengayun rintangan negatif.

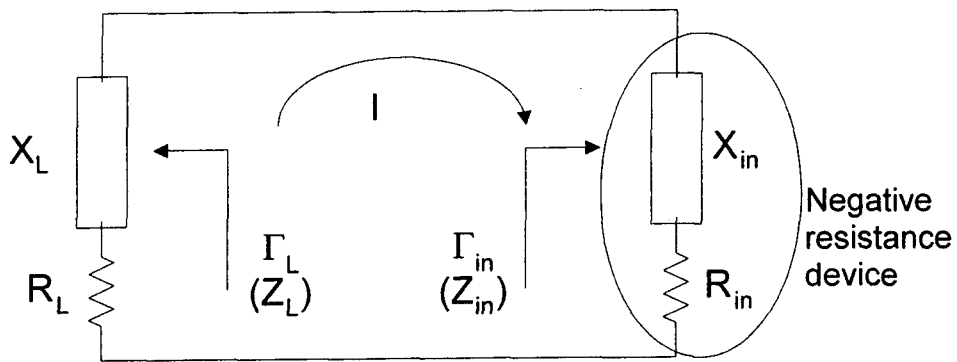
Referring to Figure 5, explain the operation of a negative resistance oscillator.

(40%)

- (c) Terangkan apakah hingar fasa bagi sebuah pengayun.

Explain what is the phase noise of the oscillator.

(20%)

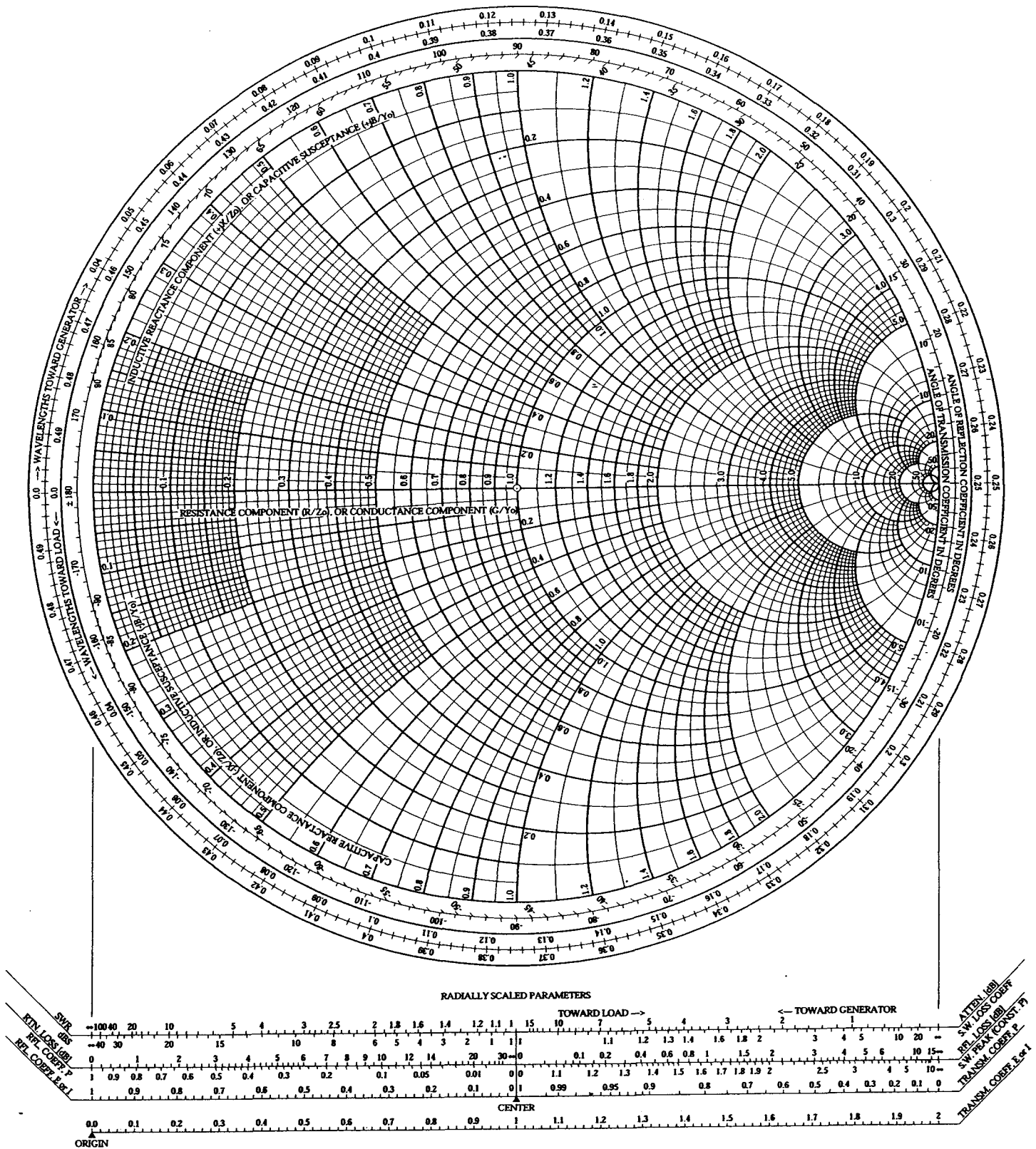


Rajah 5
Figure 5

ooooOoooo

The Complete Smith Chart

Black Magic Design



$$\Gamma_S = \left(\frac{Z_S - Z_O}{Z_S + Z_O} \right)$$

$$\Gamma_L = \left(\frac{Z_L - Z_O}{Z_L + Z_O} \right)$$

$$\Gamma_{in} = \left(S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} \right)$$

$$\Gamma_{out} = \left(S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_S}{1 - S_{11}\Gamma_S} \right)$$

Stability:

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |D|^2}{2|S_{12}S_{21}|}$$

$$D = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$$

Power gain:

$$G = \left(\frac{|S_{21}|^2(1 - |\Gamma_L|^2)}{(1 - |\Gamma_{in}|^2)|1 - S_{22}\Gamma_L|^2} \right)$$

Available Power gain:

$$G_A = \frac{P_{avn}}{P_{avs}} = \frac{|S_{21}|^2(1 - |\Gamma_S|^2)}{(1 - |\Gamma_{OUT}|^2)|1 - S_{11}\Gamma_S|^2}$$

Transducer Power Gain:

$$G_T = \frac{P_L}{P_{avs}} = \frac{|S_{21}|^2 (1 - |\Gamma_S|^2) (1 - |\Gamma_L|^2)}{|1 - \Gamma_S \Gamma_{in}|^2 |1 - S_{22} \Gamma_L|^2}$$

$$G_T = G_S G_o G_L$$

$$G_S = \frac{1 - |\Gamma_S|^2}{|1 - \Gamma_{in} \Gamma_S|^2}$$

$$G_L = \frac{1 - |\Gamma_L|^2}{|1 - \Gamma_{22} \Gamma_L|^2}$$

$$G_o = |S_{21}|^2$$