
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

EEE 322 – KEJURUTERAAN GELOMBANG MIKRO & RF

Masa : 2 Jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat beserta Lampiran DUA muka surat 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.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

"In the event of any discrepancies, the English version shall be used".

1. (a) Nyatakan DUA (2) faktor penting dalam pemilihan rangkaian padanan untuk padanan galangan.

State TWO (2) factors that are important in selecting matching network for impedance matching.

[10 markah/marks]

- (b) Sebuah padanan diperlukan untuk memadankan sesebuah litar.
A matching is required to match onto a circuit.

- (i) Dengan menggunakan elemen padanan rangkaian L dan Carta Smith, lukiskan konfigurasi bersesuaian untuk memadankan $Z_L = 100 + j80$ dengan padangan galangan bernilai 75Ω . Terangkan sebab pemilihan konfigurasi yang dinyatakan.

Using two elements for L matching network and Smith Chart, draw the configuration suitable to match $Z_L = 100 + j80$ with characteristic impedance at 75Ω . Explain the reason for choosing the mentioned configuration.

- (ii) Sebuah galangan beban bernilai $Z_L = 100 + 80j$ diperlukan untuk padanan kepada 75Ω dengan menggunakan puntung-pirau tunggal berlaras. Cari dua penyelesaian dengan menggunakan puntung-litar terbuka.

A load impedance of $Z_L = 100 + 80j$ is to be matched to a 75Ω using a single shunt-stub tuner. Find two solutions using open circuited stubs.

[70 markah/marks]

- (c) Sebuah litar telah diuji pada f_0 dan parameter-S memberi nilai seperti yang ditunjukkan di Gambarajah 1.

A circuit was tested at f_0 and the S-parameter reading gives the value shown in Figure 1.

- (i) Lihat dan bincangkan bacaan tersebut jika litar tersebut telah dipadankan.

Observe and discuss the readings given that the circuit is matched.

- (ii) Berikan rumusan bacaan tersebut.
Conclude the reading.

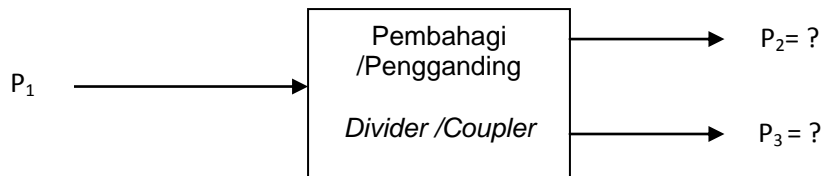
$$|S|_{dB} = \begin{bmatrix} 0 & -15 \\ -15 & 0 \end{bmatrix}$$

Gambarajah 1 : Bacaan parameter-S
Figure 1 : S-parameter reading

[20 markah/marks]

- 2. (a) Umumnya, sebuah pembahagi kuasa membahagikan kuasa masukan P_1 dan menghasilkan kuasa keluaran P_2 dan P_3 yang lebih rendah bagi pembahagi 3-liang. Dengan menggunakan blok pembahagi mudah di Gambarajah 2, gambarkan Proses Pembahagian Kuasa dari masukan P_1 dan gunakan n sebagai nisbah kuasa yang didarabkan dengan P_1 untuk menggambarkan keluaran di P_2 dan P_3 .

In general, a power divider divides an input power P_1 and produces output power P_2 and P_3 for a 3 port divider with lesser power. Using Figure 2, a simple block diagram, illustrate the Power division process from input P_1 and using n as the power ratio multiplying with P_1 to illustrate the output of P_2 and P_3 .



Rajah 2 : Pembahagian Kuasa
Figure 2 : Power Division

[10 markah/marks]

(b) Berpandukan Gambarajah 3 di bawah:

With reference to Figure 3 below:

(i) Buktikan ungkapan tersebut dengan menggunakan analisis genap dan ganjil.

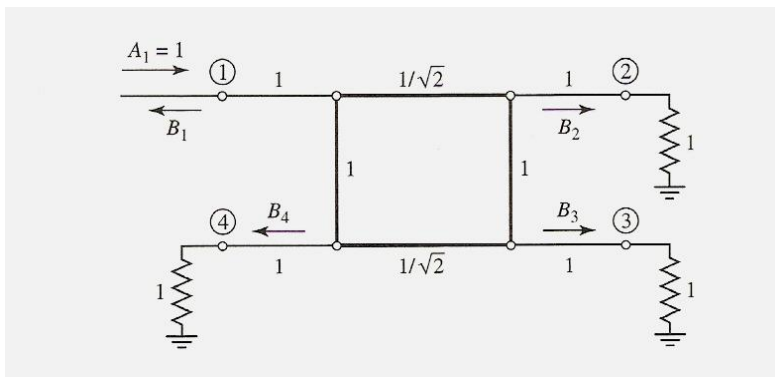
Proof the following expression using even and odd analysis.

$$B_1 = \frac{1}{2}\Gamma_e + \frac{1}{2}\Gamma_o$$

$$B_2 = \frac{1}{2}\Gamma_e + \frac{1}{2}\Gamma_o$$

$$B_3 = \frac{1}{2}\Gamma_e - \frac{1}{2}\Gamma_o$$

$$B_4 = \frac{1}{2}\Gamma_e - \frac{1}{2}\Gamma_o$$



Gambarajah 3 : Pengganding baris bercabang

Figure 3 : Branch line coupler

(ii) Jika nilai kehilangan balikan dan kehilangan hantaran diberikan (lihat di bawah), hitung nilai amplitud **B** yang terhasil.

*If the values for reflection loss and transmission loss are given (see below), calculate the value for emerging amplitude **B**.*

$$\Gamma_e = 0$$

$$\Gamma_o = -\frac{1}{\sqrt{2}}(1 + j)$$

$$\Gamma_e = 0$$

$$\Gamma_o = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - j)$$

...5/-

- (iii) Bincangkan hasil prestasi amplitud yang terhasil (B) dalam terma padanan, kuasa keluaran dan perubahan fasa.

Discuss the following result from amplitude of emerging amplitude (B) in terms of matching, power output and phase change.

[90 markah/marks]

3. (a) Dengan bantuan gambarajah berangkai, tunjukkan proses penurasan dengan menggunakan Kaedah Kehilangan Sisipan.

With an aid of a flow diagram, show the process of filter design by Insertion Loss Method.

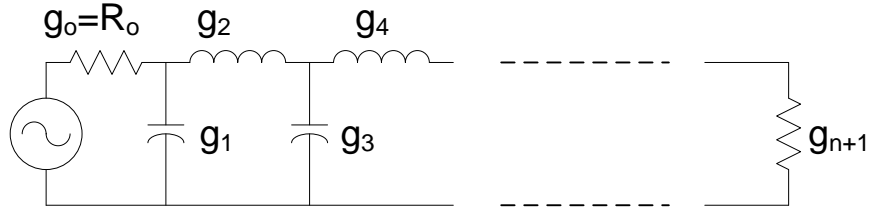
[10 markah/marks]

- (b) Sebuah penuras aliran-rendah dapat dihasilkan dengan elemen puntung lata dan dilaksanakan secara fizikal melalui litar mikrostrip. Dengan informasi yang diberikan di Gambarajah 4, ikut arahan dalam soalan dan reka sebuah penuras aliran-rendah litar mikrostrip di bawah.

Rekabentuk sebuah penuras aliran-rendah mikrostrip dengan frekuensi potongan 2 GHz, pelemahan 30 dB pada frekuensi 3.5 GHz untuk Pelemahan Chebyshev sambutan beriak 0.2 dB. Gunakan substrat alumina 0.63 mm tebal dan $\epsilon_r = 9.9$, $n = 5$.

A low-pass filter can be realized using shunt cascaded elements and physically realized using microstrip line. Using the information given in Figure 4, follow the instructions in the question and design a low-pass filter microstrip line below.

Design a microstrip low-pass filter with cut-off frequency 2 GHz, 30 dB attenuation at frequency 3.5 GHz for Chebyshev attenuation response with 0.2 dB ripple. Use alumina substrate thickness of 0.63 mm and $\epsilon_r = 9.9$, $n = 5$.



Gambarajah 4 : Prototaip seksyen- π berlata penuras aliran rendah
 Figure 4 : π -section Cascaded low-pass filter prototype

Jadual 1: Nilai g_k untuk penuras Chebyshev dengan riak 0.2 dB
 Table 1: Values of g_k for Chebyshev filter with 0.2 dB ripple

		0.2 dB ripple						
		n						
		1	2	3	4	5	6	7
1		0.4342	1.0378	1.2275	1.3028	1.3394	1.3598	1.3722
2		1.0000	0.6745	1.1525	1.2844	1.3370	1.3632	1.3781
3			1.5386	1.2275	2.9761	2.1660	2.2934	2.2756
4				1.0000	0.8468	1.3370	1.4555	1.5001
5					1.5386	1.3394	2.0974	2.2765
6						1.0000	0.8838	1.3761
7							1.5386	1.3722

- (i) Dapatkan nilai elemen-elemen prototaip, g dari Jadual 1.
 Determine the prototype elements, g from Table 1.
- (ii) Hitung nilai elemen tergumpal yang dikehendaki untuk seksyen- π berlata dengan penamat 50Ω .

Calculate the desired lumped elements value for cascaded π -section with 50Ω termination.

- (iii) Lukiskan penuras seksyen- π dengan masukan dan keluaran ciri galangan. Masukkan generator voltan dan beban ke dalam lukisan tersebut.

Draw the π -section filter with input and output characteristic impedance. Include in the drawing the voltage generator and load.

- (iv) Hitung nilai fizikal untuk garis mikrostrip dengan panjang dan lebar bagi padanan kapasitor dan inductor. Gunakan $Z_{oL} = 100$ dan $Z_{oC} = 20$.

Calculate the required physical value for microstrip lines with length and width for corresponding capacitor and inductor. Use $Z_{oL} = 100$ and $Z_{oC} = 20$.

- (v) Lukiskan penuras aliran-rendah mikrostrip yang muktamad dan labelkan padanan panjang dan lebar untuk L, C dan Z_0 . (tidak berskala).

Draw the final low-pass microstrip line filter and label the corresponding length and width for L, C and Z_0 . (not to scale).

[90 markah/marks]

Persamaan yang digunakan:

Useful Equations:

$$L_k = \frac{Z_o g_k}{\omega_c} \quad C_k = \frac{g_k}{Z_o \omega_c}$$

$$\lambda_d = \frac{c}{f_c \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$Z_o = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r} \left(\frac{w}{h} - 1 \right)}$$

*Change Z_o to Z_{oL} or Z_{oC} respectively

$$d_{oL} = \frac{\lambda_d}{2\pi} \sin^{-1} \left(\frac{\omega L}{Z_{oL}} \right)$$

$$d_{oC} = \frac{\lambda_d}{2\pi} \sin^{-1} (\omega C Z_{oC})$$

...8/-

4. Transistor ATF 36077 mempunyai parameter S seperti di Jadual 2. Parameter S tersebut diukur menggunakan sistem 50Ω pada $V_{DS} = 3 \text{ V}$ dan $I_{DS} = 10 \text{ mA}$.

A transistor ATF 36077 has the S parameters as tabulated in Table 2. The S parameter was measured on 50Ω system at $V_{DS} = 3 \text{ V}$ and $I_{DS} = 10 \text{ mA}$.

Jadual 2 : Parameter S Transistor ATF 36077 diukur pada 4 GHz

Table 2 : ATF 36077 Transistor S parameters measured at 4 GHz

S_{11}		S_{21}		S_{12}		S_{22}	
Mag	Ang	Mag	Ang	Mag	Ang	Mag	Ang
0.60	145.61	2.53	12.43	0.157	-41.00	0.31	-138.01

Galangan masukan adalah $Z_S = 30 \Omega$ dan galangan beban adalah $Z_L = 47 \Omega$.

Hitung:

The source impedance is $Z_S = 30 \Omega$ and the load impedance is $Z_L = 47 \Omega$.

Calculate:

- (a) Kuasa Gandaan
Power Gain. [25 markah/marks]
- (b) Gandaan Terada
Available Gain. [25 markah/marks]
- (c) Kuasa Gandaan Transducer
Transducer power gain. [25 markah/marks]
- (d) Dapatkan kestabilan transistor
Determine the transistor stability. [25 markah/marks]

5. PHEMT ATF 36077 mempunyai parameter-s dan parameter hingar pada frekuensi 5.0 GHz seperti berikut:

PHEMT ATF 36077 have the s-parameter and noise parameter at the frequency of 5 GHz as follows:

Jadual 1 : Parameter-s untuk ATF 36077

Table 1 : S-parameter for ATF 36077

Punca sama, $Z_o = 50 \Omega$, $V_{DS} = 1.5 \text{ V}$, $I_d = 10 \text{ mA}$ Common Source, $Z_o = 50 \Omega$, $V_{DS} = 1.5 \text{ V}$, $I_d = 10 \text{ mA}$							
S_{11}		S_{21}		S_{12}		S_{22}	
Mag	Ang	Mag	Ang	Mag	Ang	Mag	Ang
0.78	-107	3.981	75	0.074	16	0.48	-89

Jadual 2 : Parameter hingar untuk ATF 36077

Table 2 : Noise parameter of ATF 36077

$F_{min} \text{ (dB)}$	Γ_{opt}		R_n/Z_o
	Mag	Ang	
0.3	0.73	76	0.13

Rekabentuk penguat rendah hingar yang beroperasi pada frekuensi 5 GHz. Gunakan Γ_{in} pada titik C_i yang anda telah kira. Ambil F_r pada 0.4 dB. PCB mempunyai ketebalan 0.78 mm dengan $\epsilon_r = 2.5$

Design a low noise amplifier operating at 5 GHz. Use Γ_{in} at the point of your calculated C_i . Assume F_r at 0.4 dB. The PCB having the thickness of 0.78 mm with $\epsilon_r = 2.5$

[100 markah/marks]

...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?

[20 markah/marks]

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

Explain what is the phase noise of the oscillator.

[20 markah/marks]

- (c) Rekabentuk pencampur diod gelombang mikro menggunakan pengganding larian tikus beroperasi pada 4 GHz menggunakan Duroid 4003 dengan ketebalan 0.38 mm dan $\epsilon_r = 3.8$

Design a microwave mixer using rat race coupler operating at 4GHz using a Duroid 4003 having a thickness of 0.38mm with $\epsilon_r = 3.8$

[40 markah/marks]

- (d) Terangkan konsep stesen pengulang gelombang mikro jenis IF.

Explain the concept of IF microwave repeater station.

[20 markah/marks]

APPENDIX

$$\Gamma_s = \left(\frac{Z_s - Z_o}{Z_s + Z_o} \right)$$

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

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

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

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:

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

APPENDIX

Transducer Power Gain:

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

$$G_T = G_S G_o G_L$$

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

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

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

$$C_i = \frac{\Gamma_{opt}}{(1 + N_i)}$$

$$Z_o \approx \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{W}{h} + 2 \right)$$

$$R_i = \frac{1}{1 + N_i} \sqrt{N_i^2 + N_i (1 - |\Gamma_{opt}|^2)}$$

$$N_i = \frac{\left[(Fr - F \min) |1 + \Gamma_{opt}|^2 \right]}{4 \frac{R_n}{Z_o}}$$

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