

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2013/2014 Academic Session

June 2014

## EEE 322 – RF & MICROWAVE ENGINEERING

*[KEJURUTERAAN GELOMBANG MIKRO & RF]*

Duration 2 hours  
Masa : 2 jam

---

Please check that this examination paper consists of **NINE (9)** pages and Appendix **FOUR (4)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **SEMBILAN (9)** muka surat dan Lampiran **EMPAT (4)** muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini]*

**Instructions:** This question paper consists **FOUR (4)** questions. Answer **ALL** questions. All questions carry the same marks.

**Arahan:** Kertas soalan ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan. Jawab **SEMUA** soalan. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama]

Use separate answer booklets for **Part A** and **Part B**  
*[Gunakan dua buku jawapan yang berasingan bagi **Bahagian A** dan **Bahagian B**]*

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru]*

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

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

**PART A**  
**BAHAGIAN A**

1. Case A and Case B in Figure 1 shows connection between two types of transmission line discontinuity across a-a'. In case A, characteristic impedance line of  $Z_0$  is connected to another transmission line with characteristic impedance of  $Z_A$ . For case B, the situation is reversed where characteristic line of  $Z_A$  is connected to transmission line with characteristic impedance of  $Z_0$ . Examine both cases carefully. Assuming that both cases are lossless, **discuss** (with inclusion of known theoretical concepts with explanation) whether  $|\Gamma_1|/\angle\theta_1 = |\Gamma_2|/\angle\theta_2$  or otherwise. Refer to Figure 1 for  $\Gamma_1$  and  $\Gamma_2$  position. For both situations,  $Z_A < Z_0$ , you are permitted to use and state the arbitrary  $Z_0$  and  $Z_A$  values suitable for discussion.

*Kes A dan Kes B dalam Rajah 1 menunjukkan sambungan antara dua jenis talian penghubung ketidaksinambungan di a-a'. Dalam kes A, talian galangan ciri  $Z_0$  disambung ke talian penghubung lain yang mempunyai galangan ciri  $Z_A$ . Untuk kes B, situasi adalah terbalik dan bersabitkan ciri talian  $Z_A$  disambung ke talian penghubung bergalangan ciri  $Z_0$ . Periksa dengan teliti kedua-dua kes. Andaikan kedua-dua kes adalah tanpa kehilangan, **bincangkan** (dengan dimasukkan konsep teori yang diketahui dan penerangannya) sama ada  $|\Gamma_1|/\angle\theta_1 = |\Gamma_2|/\angle\theta_2$  atau sebaliknya. Rujuk Rajah 1 untuk posisi  $\Gamma_1$  dan  $\Gamma_2$ . Untuk kedua-dua situasi,  $Z_A < Z_0$ , anda dibenarkan untuk menggunakan dan menyatakan nilai  $Z_0$  dan  $Z_A$  bersesuaian dengan perbincangan.*

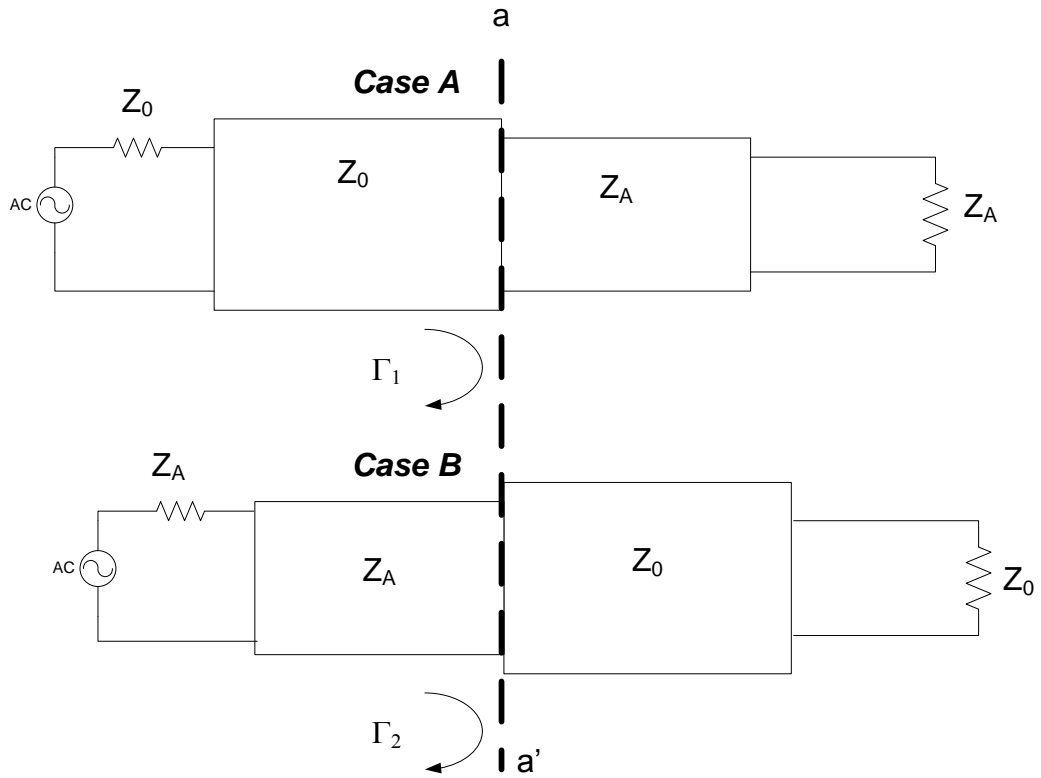


Figure 1  
Rajah 1

(100 marks/markah)

2. In Figure 2, three (3) transmission lines with impedance of  $Z_a$  and terminating impedance of  $Z_0$  and  $Z_L$ , are connected in series.  $Z_a$  is required to match  $Z_0$  to  $Z_L$ . The design requirement states that  $Z_a$  should be designed to have a length  $l_a$  to match  $Z_L$  to  $Z_a$ . The value of  $Z_L$  is  $75\Omega$  and  $Z_0$  is  $50\Omega$ . Design a suitable matching transmission line for Figure 2.

*Pada Rajah 2, terdapat tiga(3) talian penghubung dengan impedan  $Z_a$  dan impedan penamat  $Z_0$  dan  $Z_L$ , disambung bersiri.  $Z_a$  diperlu untuk memadankan  $Z_0$  ke  $Z_L$ . Ciri rekabentuk memerlukan  $Z_a$  mempunyai jarak  $l_a$  untuk memadankan  $Z_L$  ke  $Z_a$ . Nilai galangan ciri  $Z_L$  adalah  $75\Omega$  dan  $Z_0$  adalah  $50\Omega$ . **Reka bentuk** sebuah talian penghubung padanan yang sesuai untuk Rajah 2.*

- (a) **Prove with analysis** that at point a-a',  $|I|$  is almost zero and VSWR is low.  
***Buktikan secara analisis** bahawa di pusat a-a',  $|I|$  adalah hampir sifar dan VSWR adalah rendah.*

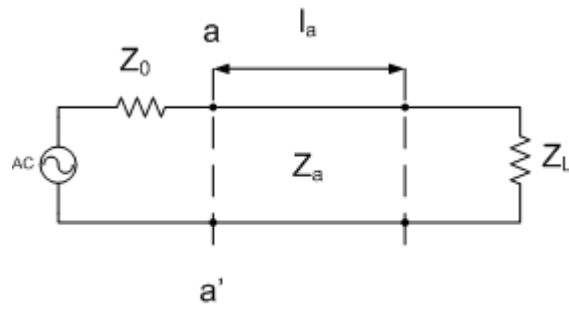
(60 marks/markah)

- (b) Calculate all the S-parameter values in dB. Operating frequency is 1GHz.  
*Hitung semua nilai S-parameter dalam bentuk dB. Frekuensi operasi adalah 1 GHz.*

(40 marks/markah)

State any assumption and constants used.

*Nyatakan sebarang andaian dan pemalar yang digunakan.*



Matching Circuit

*Litar Padanan*

Figure 2

*Rajah 2*

**PART B**  
**BAHAGIAN B**

3. (a) Explain the operation of IF type microwave link. Give your example of the microwave link by the help of block diagram.

*Terangkan operasi rangkaian gelombang mikro jenis IF. Berikan contoh rangkaian gelombang mikro tersebut dengan bantuan rajah blok.*

(20 marks/markah)

- (b) Briefly discuss the fundamental concept of feedback type microwave oscillator and what are the criteria to ensure the oscillation to occur.

*Secara ringkas bincangkan konsep asas pengayun gelombang mikro jenis suap balik dan apakah criteria untuk memastikan ayunan berlaku.*

(20 marks/markah)

- (c) Explain the concept of diode mixer and design the 6 GHz microwave mixer using branch line coupler topology on Duroid 4003C with the thickness of 0.813mm and  $\epsilon_r$  of 3.38.

*Terangkan konsep pencampur diod dan rekabentuk pencampur gelombang mikro menggunakan topologi pengganding talian cabang pada Duroid 4003C dengan ketebalan 0.813mm dan  $\epsilon_r$ , 3.38.*

(30 marks/markah)

- (d) The microwave radio link in Figure 3 is operating at 5 GHz for a distance of 2 km. If the received power at the receiver is -90 dBm, calculate the transmitter power of that microwave radio link.

*Rangkaian radio gelombang mikro dalam Rajah 3 beroperasi pada frekuensi 5 GHz untuk jarak 2 km. Jika kuasa yang diterima pada penerima adalah -90 dBm, hitung kuasa pemancar untuk rangkaian radio gelombang mikro tersebut.*

(30 marks/markah)

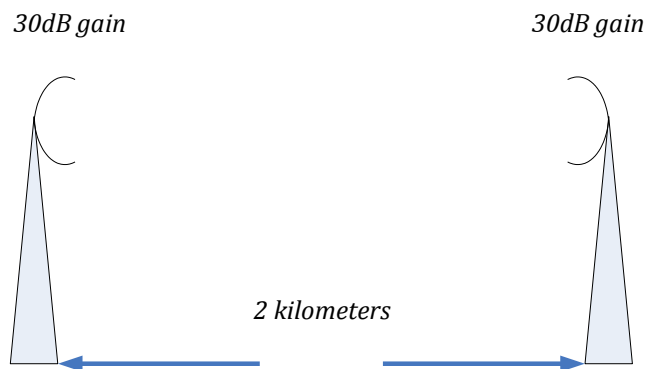


Figure 3 : Microwave Radio Link  
Rajah 3 : Rangkaian Radio Gelombang Mikro

4. PHEMT ATF 35143 has the S-parameters and noise parameters at 5.0 GHz as follows:  
*PHEMT ATF 35143 mempunyai Parameter-S dan Parameter hingar pada 5.0 GHz seperti berikut:*

Table 1 : S-parameters for ATF 35143  
*Jadual 1 : Parameter-S untuk ATF 35143*

Table 2 : Noise parameters for ATF 35143  
*Jadual 1 : Parameter hingar untuk ATF 35143*

Design an LNA operating at 5 GHz. Choose  $\Gamma_{in}$  at  $C_i$  and using  $F_r$  at 0.5 dB. Microwave dielectric laminate has the thickness of 0.78 mm with  $\epsilon_r$  of 2.5 should be used. The following important formulas may be useful.

*Rekabentuk LNA beroperasi pada 5 GHz. Pilih  $\Gamma_{in}$  pada  $C_i$  dan menggunakan  $F_r$  pada 0.5 dB. Laminat gelombang mikro mempunyai ketebalan 0.78 mm dengan  $\epsilon_r$ , 2.5 perlu digunakan. Formula berikut mungkin berguna.*



- (a) Design the input matching of the LNA.  
*Rekabentuk padanan masukan bagi LNA.* (40 marks/markah)
- (b) Design the output matching of the LNA.  
*Rekabentuk padanan keluaran bagi LNA.* (40 marks/markah)
- (c) Draw a complete LNA layout including the dimension of the microstrip line in mm.  
*Lakarkan bentongan lengkap LNA termasuk dimensi talian mikrostrip dalam mm.* (20 marks/markah)

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

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

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

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

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