PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination: Semester 1 **Academic Year: 2014**

Date: 17 December 2014 **Time: 09:00-12:00**

Subject: 212-451 Microwave Engineering **Room: A401**

---

1. ข้อสอบมีทั้งหมด **9** ข้อ ในกระดาษคำถาม **2** หน้า 100 คะแนน
2. ห้ามการหยิบยืมสิ่งใด ๆ ทั้งสิ้น จากผู้อื่น ๆ เว้นแต่ผู้คุมสอบจะหยิบยืมให้
3. ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อสอบออกจากห้องสอบ
4. ผู้ที่ประสงค์จะออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ **แต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที** ให้ยกมือขออนุญาตจากผู้คุมสอบก่อนจะลุกจากที่นั่ง
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ผู้เข้าสอบต้องหยุดการเขียนใด ๆ ทั้งสิ้น
6. ผู้ที่ปฏิบัติเข้าข่ายทุจริตในการสอบ ตามประกาศคณะวิศวกรรมศาสตร์ **มีโทษ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**
7. ให้นักศึกษาสามารถนำสิ่งต่อไปนี้เข้าห้องสอบได้

   ☐ ตำรา ☐ หนังสือ

   ☑ เครื่องคิดเลข ☐ กระดาษ A4 ...1... แผ่น

   ☐ พจนานุกรม

   ☐ อื่น ๆ .....
8. ให้ทำข้อสอบโดยใช้

   ☑ ดินสอ ☑ ปากกา

ผู้ออกข้อสอบ มณเทพ เกียรติวีระสกุล

1. Design a stripline transmission line for a 70 Ω characteristic impedance. The ground plane separation is 0.316 cm, and the dielectric constant of the filling material is 2.20. What is the guide wavelength on this transmission line if the frequency is 3.0 GHz?

(10 points)

2. A four-port network has the scattering matrix show below.

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.178\angle 90^\circ & 0.6\angle 45^\circ & 0.4\angle 45^\circ & 0 \\ 0.6\angle 45^\circ & 0 & 0 & 0.3\angle -45^\circ \\ 0.4\angle 45^\circ & 0 & 0 & 0.5\angle -45^\circ \\ 0 & 0.3\angle -45^\circ & 0.5\angle -45^\circ & 0 \end{bmatrix}$$

a. Is this network lossless?

b. Is this network reciprocal?

c. What is the return loss at port 1 when all other ports are terminated with matched loads?

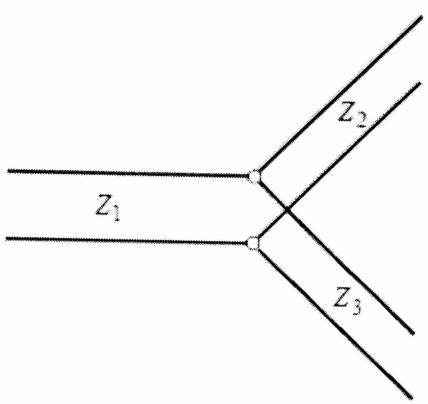
d. What is the insertion loss and phase delay between ports 2 and 4, when all other ports are terminated with matched loads?

e. What is the reflection coefficient seen at port 1 if a short circuit is placed at the terminal plane of port 3, and all other ports are terminated with matched loads?

(20 points)

3. Consider the T-junction of three lines with characteristic impedance Z_1, Z_2, and Z_3, as shown below. Demonstrate that it is impossible for all three lines to be matched, when looking toward the junction.

(10 points)



4. Design a single-section quarter-wave matching transformer to match a 350 Ω load to a 100 Ω line. If the design frequency is 4 GHz, sketch the layout of a microstrip circuit, including dimensions, to implement this matching transformer. Assume the substrate is 0.159 cm thick, with a dielectric constant of 2.2. (20 points)
5. Explain how to construct rectangular waveguides as resonators (4 points)
6. For the *RLC* circuit, the input impedance is $Z_{in} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C\right)^{-1}$ (10 points)

   Derive expressions for the:

   a. P_{in}
   b. P_{loss}
   c. W_e
   d. W_m
   e. ω_o
   f. Q and its definition
   g. BW
7. Dielectric resonators: (6 points)
   a. What are the important properties of material used for dielectric resonators?
   b. What are the advantages of dielectric resonator over an equivalent metallic cavity?
8. Design a Wilkinson power divider with a power division ratio of $P_3/P_2 = 1/3$, and a source impedance of 50 Ω. (10 points)
9. A directional coupler has the scattering matrix given below. Find the directivity, coupling, isolation, and return loss at the input port when the other ports are terminated in matched loads. (10points)

$$\begin{bmatrix} 0.05\angle 30 & 0.96\angle 0 & 0.1\angle 90 & 0.05\angle 90 \\ 0.96\angle 0 & 0.05\angle 30 & 0.05\angle 90 & 0.1\angle 90 \\ 0.1\angle 90 & 0.05\angle 90 & 0.04\angle 30 & 0.96\angle 0 \\ 0.05\angle 90 & 0.1\angle 90 & 0.96\angle 0 & 0.05\angle 30 \end{bmatrix}$$

M. Kiatweerasakul

December 2014

Some useful expressions:

$$\frac{W}{b} = \begin{cases} x & \text{for } \sqrt{\epsilon_r} Z_0 < 120\ \Omega \\ 0.85 - \sqrt{0.6 - x} & \text{for } \sqrt{\epsilon_r} Z_0 > 120\ \Omega. \end{cases}$$

where

$$x = \frac{30\pi}{\sqrt{\epsilon_r} Z_0} - 0.441.$$

$$\frac{W}{d} = \begin{cases} \dfrac{8e^A}{e^{2A} - 2} & \text{for } W/d < 2 \\ \dfrac{2}{\pi}\left[B - 1 - \ln(2B - 1) + \dfrac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r}\left\{\ln(B - 1) + 0.39 - \dfrac{0.61}{\epsilon_r}\right\}\right] & \text{for } W/d > 2. \end{cases}$$

where

$$A = \frac{Z_0}{60}\sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1}\left(0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r}\right)$$

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}}.$$