



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554

วิชา ENE 428 Microwave Engineering

ภาควิชา วศ.อิเล็กทรอนิกส์ ปีที่ 4 สองภาษา

สอบ วันพฤหัสบดีที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2554

เวลา 13.00-16.00 น.

คำเตือน

1. ข้อสอบวิชานี้มี 5 ข้อ 11 หน้า (รวมใบปะหน้า)
2. ให้ทำทุกข้อลงในข้อสอบ
3. ห้ามนำเอกสารประกอบการเรียนเข้าห้องสอบ
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณได้
5. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และเลขประจำตัวลงในข้อสอบทุกหน้า

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ

เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ชื่อ-สกุล.....รหัสประจำตัว.....

อาจารย์ราชวดี ศิลาพันธ์

ผู้ออกข้อสอบ

โทร. 0-2470-9062

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการประจำภาควิชาแล้ว

(รศ.ดร.วุฒิชัย อัสวินชัยโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

Formula sheet

1. Assuming a uniform plane wave travels in \hat{a}_z and the electric field travels in \hat{a}_x :

Instantaneous form of forward electric field $\vec{E}(z,t) = E_0 \cos(\omega t - \beta z) \hat{a}_x$

Phasor form of forward electric field $\vec{E}(z) = E_0 e^{-j\beta z} \hat{a}_x$

2. loss tangent $\tan \delta = \frac{\sigma}{\omega \epsilon}$

3. phase velocity $v_p = \frac{\omega}{\beta}$ m/s

4. wavelength $\lambda = \frac{2\pi}{\beta}$ m

parameters	Lossless media	Low-loss dielectrics	Good conductors
Attenuation constant α (Np/m)	0	$\cong \frac{\sigma}{2} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\sqrt{\pi f \mu \sigma}$
Propagation constant β (rad/m)	$\omega \sqrt{\mu \epsilon}$	$\cong \omega \sqrt{\mu \epsilon}$	$\sqrt{\pi f \mu \sigma}$
Intrinsic impedance η (Ω)	$\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\cong \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$	$\sqrt{\frac{\omega \mu}{\sigma}} e^{j45^\circ}$

5. Skin depth $\delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$ m

6. The relationship between \vec{E} (V/m) and \vec{H} (A/m), $\vec{H} = \frac{1}{\eta} \hat{a}_p \times \vec{E}$; \hat{a}_p = wave direction

7. Average power density $\vec{P}_{avg} = \frac{1}{2} \text{Re}(\vec{E} \times \vec{H}^*)$ W/m²

8. Snell's law

8.1 Reflection $\sin \theta_i = \sin \theta_r$

8.2 Refraction $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_t$

where θ_i is the angle of incidence with respect to the normal to the interface

θ_r is the angle of reflection with respect to the normal to the interface

θ_t is the angle of transmission with respect to the normal to the interface

n_1 is the refractive index in medium 1 = $\sqrt{\epsilon_{r1}}$

n_2 is the refractive index in medium 2 = $\sqrt{\epsilon_{r2}}$

9. Transmission lines

9.1 Load reflection coefficient $\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$

9.2 Input impedance $Z_m = Z_0 \frac{Z_L \cos \beta l + j Z_0 \sin \beta l}{Z_0 \cos \beta l + j Z_L \sin \beta l} \Omega$

1. Uniform plane wave: 1 MHz UPW travels in the z direction through a medium. It is found that the intrinsic impedance of the medium is $\eta = 28.1 \angle 45^\circ \Omega$ and the skin depth $\delta = 5$ m, find (20 pts)

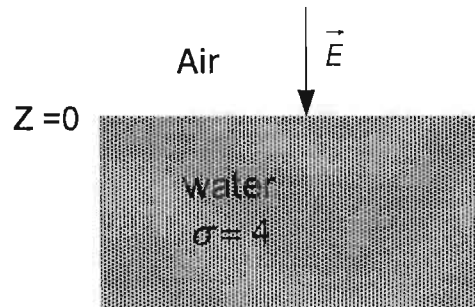
a) the medium conductivity (σ) (5 pts)

b) the wavelength (λ) and the phase velocity (10 pts)

ชื่อ _____ รหัสประจำตัว _____ เลขที่นั่งสอบ _____

c) Let the electric field intensity \vec{E} with the amplitude of 10 V/m travel in the x direction, determine the magnetic field intensity \vec{H} in the instantaneous form. (5 pts)

2. Power density: The electric field $\vec{E}(z) = 10e^{-9.2z} e^{-j9.2z} \hat{a}_x$ V/m travels from air to water, given that the position $z = 0$ is the water surface and the water conductivity $\sigma = 4$ (treat water as a low loss material), find (20 pts)



a) the average power density \vec{P}_{avg} (10 pts)

b) the power attenuation rate in the distance z (5 pts)

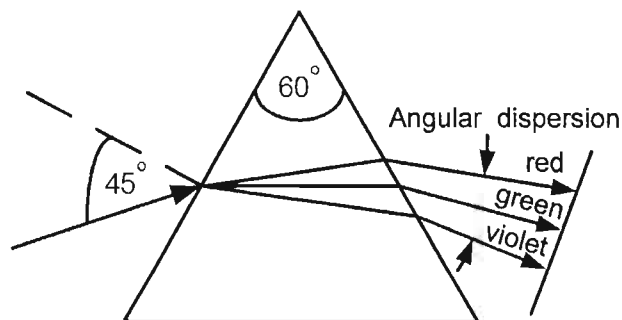
ชื่อ _____ รหัสประจำตัว _____ เลขที่นั่งสอบ _____

c) the depth that the average power density is reduced by 40 dB (5 pts)

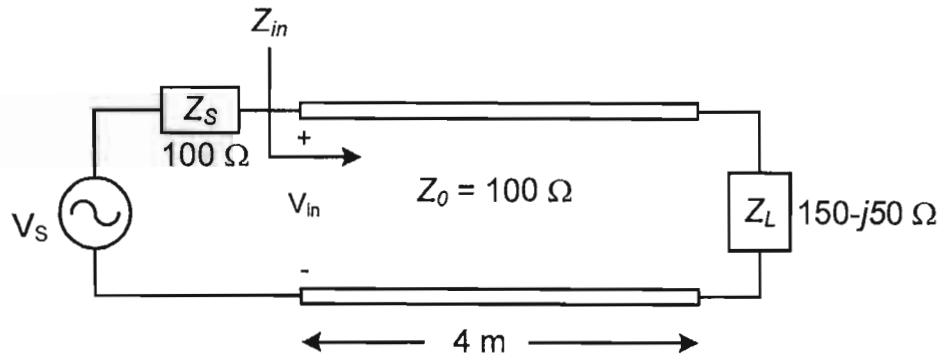
3. Oblique incidence: Some types of glass has their refractive index (n) varied with the wavelength. A prism with the equilateral shape made of a material with

$$n = 1.6 - \frac{2}{15} \lambda_0,$$

where λ_0 is the wavelength (in μm) in vacuum, is used to disperse the white light with the incident angle of 45° , the wavelength λ_0 of red light is $0.7 \mu\text{m}$ and that of violet light is $0.4 \mu\text{m}$, determine the angular dispersion in degrees. (20 pts)



4. Transmission lines: A $100\ \Omega$ lossless transmission line (TL) with the length of 4 m is connected to the load with $Z_L = 150 - j50\ \Omega$ as shown in the picture. If the TL is made of the insulator with the dielectric constant $\epsilon_r = 2.25$ and the source voltage is $V_s(z,t) = 5\cos(4\pi \times 10^7 t - 30^\circ)$ V, determine (25 pts)



a) the wavelength (5 pts)

b) the reflection coefficient (Γ_L) (5 pts)

ชื่อ _____ รหัสประจำตัว _____ เลขที่นั่งสอบ _____

c) the input impedance (Z_{in}) (5 pts)

d) the amplitude of input voltage (V_{in}) (5 pts)

Hint: Draw the equivalent circuit with the Z_{in} load and apply the voltage's division.

e) the power at the load (P_L) (5 pts)

5. Smith chart: A $50\ \Omega$ lossless transmission line is terminated in short-circuited load, use the Smith chart to find (15 คะแนน)

a) the input impedance at the distance 2.3λ m from load. (5 pts)

b) the length of the TL that provides the input admittance of $Y_{in} = -j0.04\ \text{S}$. (5 pts)

c) the distance from load to the first maximum voltage V_{\max} . (5 pts)

The Complete Smith Chart

