KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI

BAHAGIAN PEPERIKSAAN DAN PENILAIAN
JABATAN PENDIDIKAN POLITEKNIK DAN KOLEJ KOMUNITI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

PEPERIKSAAN AKHIR

SESI I : 2026/2027

DEP50113 : MICROWAVE ENGINEERING

TARIKH : 22 OKTOBER 2026
MASA : 2.30 PETANG – 4.30 PETANG (2 JAM)

Kertas soalan ini mengandungi **LAPAN (8)** halaman bercetak.

Bahagian A : Subjektif (3 soalan)
Bahagian B : Esei (2 soalan)

Dokumen sokongan yang disertakan : Formula dan Smith Chart

JANGAN BUKA KERTAS SOALAN INI SEHINGGA DIARAHKAN

(CLO yang tertera hanya sebagai rujukan)

TERBUKA

SECTION A: 60 MARKS
BAHAGIAN A: 60 MARKAH

INSTRUCTION:
This section consists of **THREE (3)** subjective questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:
*Bahagian ini mengandungi **TIGA (3)** soalan subjektif. Jawab **SEMUA** soalan.*

QUESTION 1
SOALAN 1

CLO1 (a) A rectangular waveguide is a hollow metallic tube that guides electromagnetic waves. Explain the main characteristics of a rectangular waveguide.
Pandu gelombang segi empat tepat ialah tiub logam berongga yang merambat gelombang electromagnet. Terangkan ciri-ciri utama pandu gelombang segi empat.

[6 marks]
[6 *markah*]

CLO1 (b) Electromagnetic wave propagation is classified into modes based on whether the electric *(E)* and magnetic *(H)* fields have components parallel (longitudinal) or perpendicular (transverse) to the direction of wave travel. Visualize Transverse Electric (TE) and Transverse Magnetic (TM) using a vector diagram.
Gelombang elektromagnet merambat dalam beberapa mod berdasarkan sama ada medan elektrik (E) dan medan magnet (H) mempunyai komponen yang selari (longitudinal) atau berserenjang (melintang) dengan arah perambatan gelombang. Visualisasikan Mod Transverse Electric (TE) dan Mod Transverse Magnetic (TM) menggunakan gambar rajah vektor.

TERBUKA

[6 marks]
[6 *markah*]

CLO1 (c) A transmission line has a characteristic impedance of 50 Ω and is terminated with a load impedance of (60 + j40) Ω. Calculate the reflection coefficient and voltage standing wave ratio in decibels for the transmission line.

Satu talian penghantaran mempunyai galangan ciri 50 Ω dan ditamatkan pada galangan beban (60 + j40) Ω. Kirakan pekali pantulan dan nisbah voltan gelombang pegun dalam desibel bagi talian penghantaran tersebut.

[8 marks]

[8 *markah*]

QUESTION 2

SOALAN 2

CLO1 (a) A radiation pattern defines the radiation of the power emitted by an antenna as a function of the direction away from the antenna. By using a suitable diagram, explain the major lobe and side lobes of an antenna radiation pattern.

Corak sinaran mentakrifkan taburan kuasa yang dipancarkan oleh antena sebagai fungsi arah dari antena. Dengan menggunakan rajah yang sesuai, terangkan maksud lobus utama dan lobus sisi dalam corak sinaran antena.

[6 marks]

[6 *markah*]

CLO1 (b) The most well-known reflector antenna is the parabolic reflector antenna, commonly known as a satellite dish antenna. If the dish antenna with a diameter of 20 m operates at a frequency of 2.4 GHz (assuming uniform illumination), calculate the beamwidth.

Antena pemantul yang paling terkenal ialah antena pemantul parabola, yang biasanya dikenali sebagai antena piring satelit. Jika antena piring tersebut mempunyai diameter 20 m dan beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz (andaikan pencahayaan seragam), kira lebar alur tersebut.

TERBUKA

[7 marks]

[7 *markah*]

CLO1 (c) A horn antenna or microwave horn is an antenna that consists of a flaring metal waveguide shaped like a horn to direct radio waves in a beam. A technician experimented with a horn antenna, 0.8 m × 0.5 m, used to transmit a microwave signal at 10 GHz. If the aperture efficiency is 0.582, calculate the gain and gain in decibels.

Antena hon atau hon gelombang mikro ialah sejenis antena yang terdiri daripada pandu gelombang logam yang mengembang seperti bentuk tanduk untuk mengarahkan gelombang radio dalam satu alur pancaran. Seorang juruteknik telah menjalankan satu eksperimen menggunakan antena hon yang mempunyai dimensi bukaan 0.8 m × 0.5 m untuk menghantar isyarat gelombang mikro pada frekuensi 10 GHz. Jika kecekapan bukaan antena ialah 0.582, kirakan gandaan dan gandaan dalam unit desibel.

TERBUKA

[7 marks]

[7 *markah*]

QUESTION 3

SOALAN 3

CLO1 (a) Radar (Radio Detection and Ranging) is an object-detection system that uses electromagnetic waves to determine the range, altitude, direction, and speed of objects. Explain the application of the radar system in the communications industry.

Radar (Pengesanan dan Julat Radio) ialah satu sistem pengesanan objek yang menggunakan gelombang elektromagnet untuk menentukan jarak, altitud, arah atau halaju sesuatu objek. Terangkan aplikasi sistem radar dalam industri komunikasi.

[6 marks]

[6 *markah*]

CLO1 (b) Diagram A3 shows a rectangular microstrip patch antenna that operates at a frequency of 5 GHz. The antenna uses a substrate with a relative permittivity value, ε_r, of 4.4 and substrate thickness, h, of 1.6 mm. Calculate the width of the patch antenna and the effective dielectric constant.

Rajah A3 menunjukkan antena tampalan mikrojalur berbentuk segi empat tepat yang beroperasi pada frekuensi 5 GHz. Antena tersebut menggunakan substrat yang mempunyai nilai ketelusan relatif, ε_r adalah 4.4 dan nilai ketebalan substrat, h, adalah 1.6 mm. Kirakan lebar antena tampalan dan pemalar dielektrik berkesan.

[7 marks]

[7 *markah*]

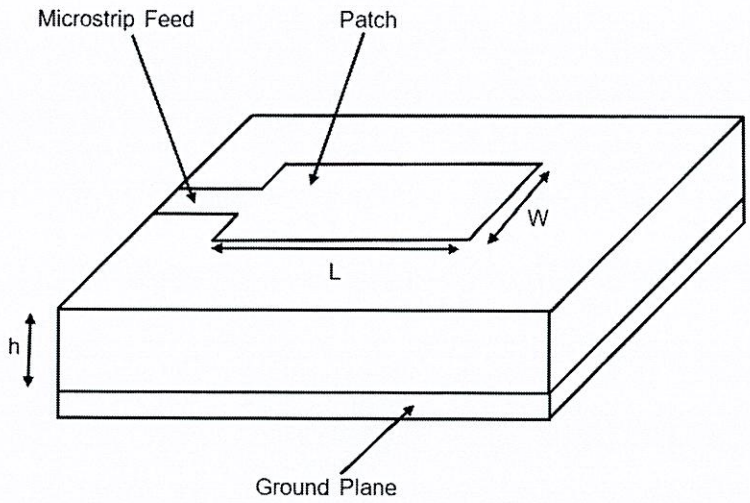


Diagram A3(b) / *Rajah A3(b)*

CLO1 (c) The radar system of Borneo Company was operated in a pulse radar system with 100μs period. Calculate the target range for this system. If the company has a second radar with Pulse Repetition Frequency (PRF) of 2500 pps, calculate the maximum target range that can be achieved by the second radar.

Sistem radar Borneo Company beroperasi menggunakan sistem radar denyut dengan tempoh 100 μs. Kirakan jarak sasaran bagi sistem ini. Jika syarikat tersebut mempunyai radar kedua dengan Frekuensi Ulangan Denyut (PRF) sebanyak 2500 pps, kirakan jarak sasaran maksimum yang boleh dicapai oleh radar kedua itu.

TERBUKA

[7 marks]

[7 *markah*]

SECTION B: 40 MARKS

BAHAGIAN B: 40 MARKAH

INSTRUCTION:

This section consists of **TWO (2)** essay questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

*Bahagian ini mengandungi **DUA (2)** soalan esei. Jawab **SEMUA** soalan.*

CLO1

QUESTION 1

SOALAN 1

Pulse Radar transmitters are switched on and off to provide timing range with each pulse. The amount of energy in this waveform is important because maximum range is directly related to the transmitter output power. With the aid of a suitable diagram, sketch the relationship between Peak Power and Average Power. Compute the required Pulse Width, Pulse Repetition Frequency, and Duty Cycle for an airborne pulsed radar if the Average Transmitted Power is 1 kW, Peak Power is 15 kW, and the Pulse Repetition Time is 150 μs.

Pemancar Radar Berdenyut dihidupkan dan dimatikan secara berselang-seli untuk menyediakan penentuan masa jarak bagi setiap denyutan. Jumlah tenaga dalam bentuk gelombang ini adalah penting kerana jarak maksimum berkait secara langsung dengan kuasa keluaran pemancar. Dengan bantuan gambar rajah yang sesuai, lakarkan hubungan antara Kuasa Puncak dan Kuasa Purata. Kirakan Lebar Denyutan, Frekuensi Ulangan Denyutan dan Kitaran Tugas yang diperlukan untuk radar berdenyut udara jika Kuasa Pancaran Purata ialah 1 kW, Kuasa Puncak ialah 15 kW dan Masa Ulangan Denyutan yang digunakan ialah 150 μs.

TERBUKA

[20 marks]

[20 *markah*]

CLO1

QUESTION 2

SOALAN 2

A parallel single stub, as shown in Diagram B2, is an impedance-matching technique used in RF and microwave engineering. It uses a short section of an open- or short-circuited transmission line connected in parallel with the main feedline at a specific distance from a mismatched load. A task has been given to the technician for matching a 50 Ω transmission line connected to a load Z_L of (100 + j100) Ω by placing a parallel single open circuited stub. Assume that the stub line has the same characteristic impedance as the main line. With the aid of a Smith chart, help the technician to decide the location of the stub, d and the length of the stub, l. If the transmission line operates with the frequency of 3 GHz, verify the actual position, d, and length, l, of the stub in meters.

Stub tunggal selari seperti yang ditunjukkan dalam Rajah B2 ialah teknik pemadanan galangan yang digunakan dalam kejuruteraan RF dan gelombang mikro. Ia menggunakan satu bahagian pendek talian penghantaran sama ada litar terbuka atau litar pintas, yang disambungkan secara selari dengan talian suapan utama pada jarak tertentu dari beban yang tidak sepadan. Seorang juruteknik telah ditugaskan untuk memadankan talian penghantaran 50 Ω yang disambungkan kepada beban Z_L (100 + j100) Ω dengan meletakkan stub tunggal selari jenis litar terbuka. Andaikan bahawa talian stub tersebut mempunyai galangan ciri yang sama dengan talian utama. Dengan bantuan carta Smith, bantu juruteknik tersebut menentukan lokasi stub, d, dan panjang stub, l. Jika talian penghantaran beroperasi pada frekuensi 3 GHz, tentukan kedudukan sebenar, d, dan panjang, l, stub tersebut dalam unit meter.

TERBUKA

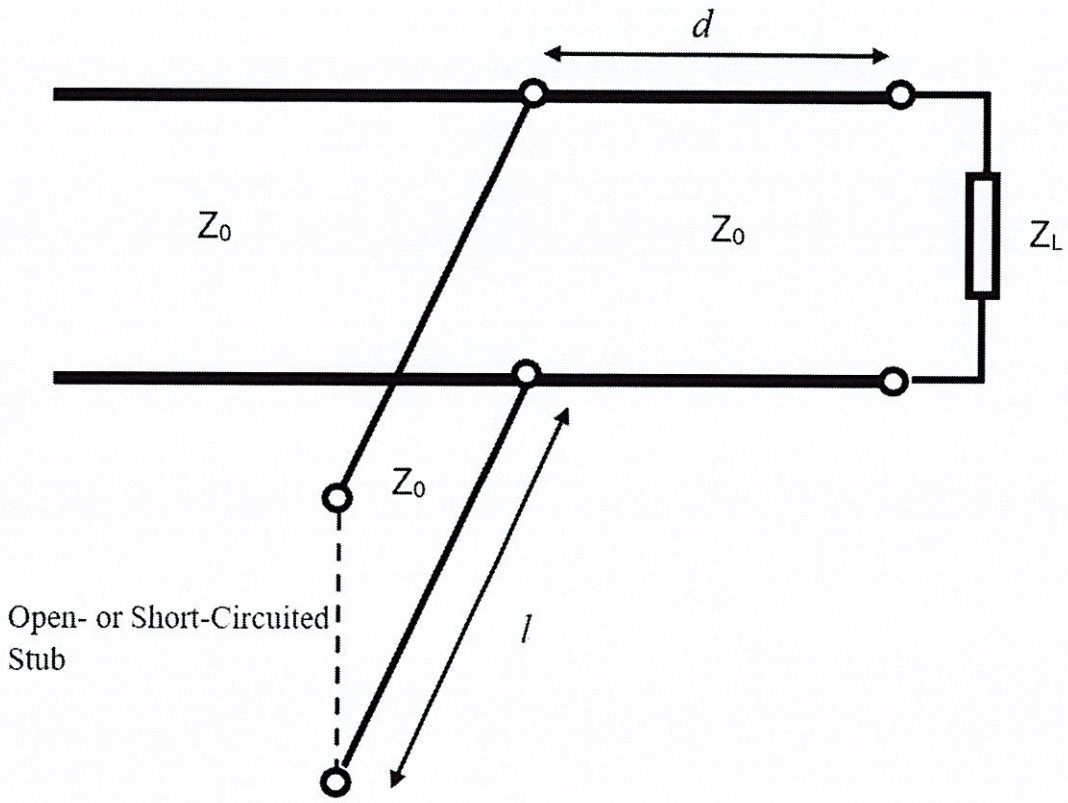


Diagram B2 / *Rajah B2*

TERBUKA

[20 marks]
[20 *markah*]

SOALAN TAMAT

APPENDIX: FORMULA TABLE

$c = f\lambda = 3 \times 10^8$ m/s or $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_o \varepsilon_o}}$ m/s

$\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m

$\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m

$\mu = \mu_o \mu_r$ and $\varepsilon = \varepsilon_o \varepsilon_r$

$$v_c = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}}$$

$$f_c = \frac{c}{2\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}$$

$$\lambda_c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}} \quad \text{or} \quad \lambda_c = \frac{v_c}{f_c}$$

$$\lambda_g = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \times \frac{1}{f_0 \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}} \quad \text{or}$$

$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \times \frac{\lambda_o}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$$

$$v_g = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2} \quad \text{or}$$

$$v_g = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}$$

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}} \quad \text{or}$$

$$v_p = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$$

$$Z_{O(TE)} = \frac{377\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2}} \quad \text{or}$$

$$Z_{O(TE)} = \frac{377\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_C}\right)^2}}$$

$$Z_{O(TM)} = 377\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2} \quad \text{or}$$

$$Z_{O(TM)} = 377\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}} \times \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_o}{\lambda_C}\right)^2}$$

$A_{dB} = 20 \log_{10} e^{-\alpha z}$ or $A_{dB} = \frac{54.5z}{\lambda_c}$

$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$ and $|\Gamma| = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$

$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}}$ or $VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$

$$Z_L{}' = \frac{Z_L}{Z_0}$$

$\theta = \frac{80\lambda}{W}$ or $\theta = \frac{70\lambda}{d}$

$A_e = kA$

$A = \frac{\pi d^2}{4}$ or $A = \pi r^2$ or $A = W \times H$

$G = \frac{4\pi kA}{\lambda^2}$ or $G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$

$G(dB) = 10 \log \frac{4\pi kA}{\lambda^2}$ or

$G(dB) = 10 \log \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$

P_T (dB) = 10 log P_T

P_R (dB) = 10 log P_R

$P_T = P_R G$

$G_P = \eta G_D$ which $G_D = \left(\frac{\pi d}{\lambda}\right)^2$

$$Height, h = \frac{0.3c}{2\pi f_0 \sqrt{\varepsilon_r}}$$

$$Width, W = \frac{c}{2f_o \sqrt{\frac{(\varepsilon_r + 1)}{2}}}$$

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\frac{\varepsilon_r - 1}{2}}{\sqrt{1 + 12\frac{h}{W}}}$$

$$V_p = \frac{v_c}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}}$$

$PRF = \frac{1}{PRT}$ or $PRF = \frac{P_{avg}}{P_{pk} \times PW}$

$DC = \tau \times PRF$

$PW = \frac{P_{avg}}{P_{pk}} \times PRT$ and $P_{avg} = P_{pk} \times DC$

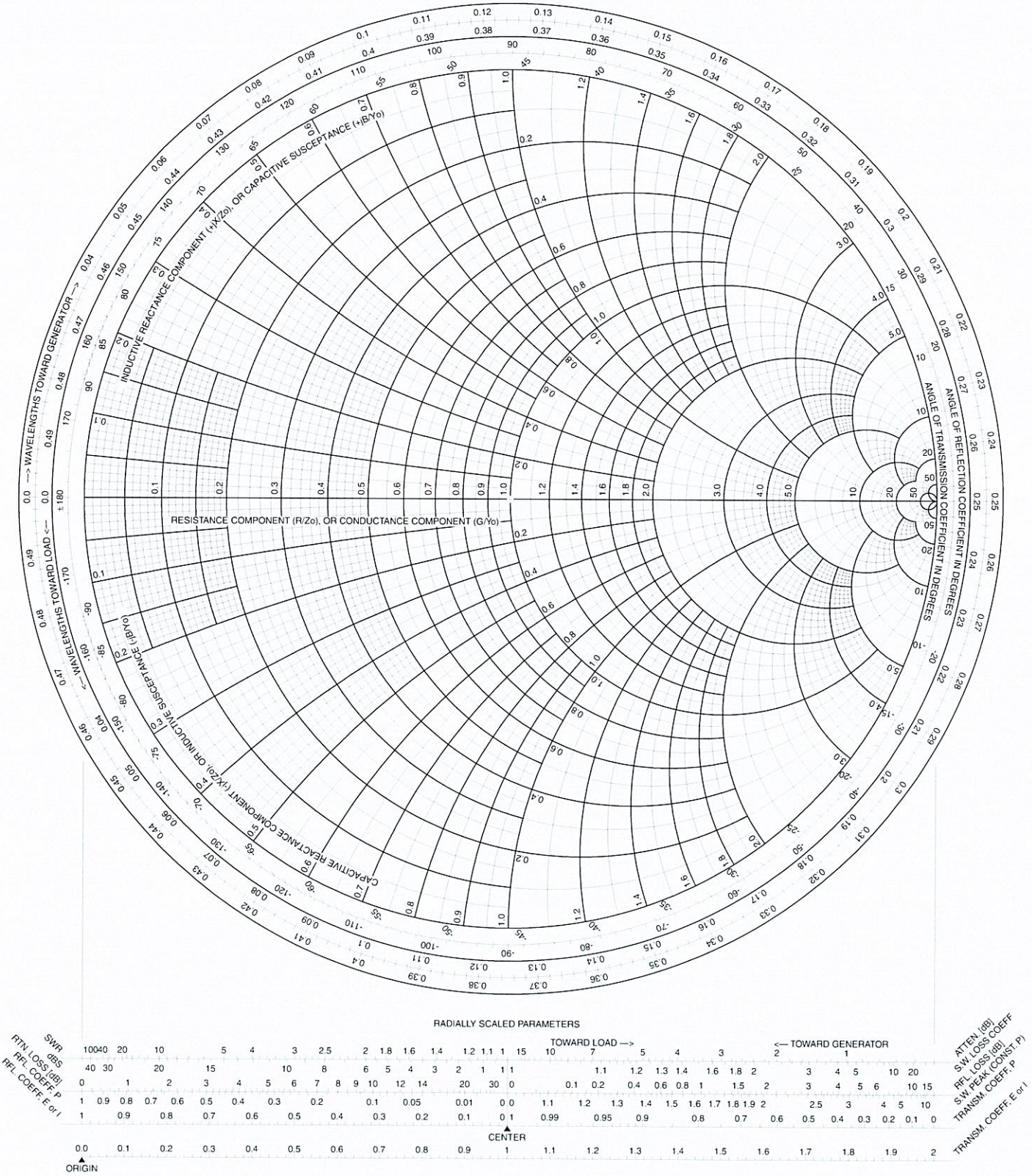
$R_{max} = \frac{c}{2 \times PRF}$ or $R_{max} = \frac{c \times PRT}{2}$

$$R = \frac{c \times T}{2}$$

$$v = \frac{f_d \times \lambda}{2}$$

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4}$$

Smith Chart


RESISTANCE COMPONENT (R/Zo), OR CONDUCTANCE COMPONENT (G/Yo)
INDUCTIVE REACTANCE COMPONENT (+jX/Zo), OR CAPACITIVE SUSCEPTANCE (+jB/Yo)
CAPACITIVE REACTANCE COMPONENT (-jX/Zo), OR INDUCTIVE SUSCEPTANCE (-jB/Yo)
ANGLE OF TRANSMISSION COEFFICIENT IN DEGREES
ANGLE OF REFLECTION COEFFICIENT IN DEGREES
0.0 —> WAVELENGTHS TOWARD GENERATOR —>
<— WAVELENGTHS TOWARD LOAD <— 0.0
RADIALLY SCALED PARAMETERS
SWR
dBS
RTN. LOSS (dB)
RFL. COEFF. P
RFL. COEFF. E or I
TOWARD LOAD —>
<— TOWARD GENERATOR
ATTEN. (dB)
S.W. LOSS COEFF
RFL. LOSS (dB)
S.W. PEAK (CONST. P)
TRANSM. COEFF. P
TRANSM. COEFF. E or I
CENTER
ORIGIN