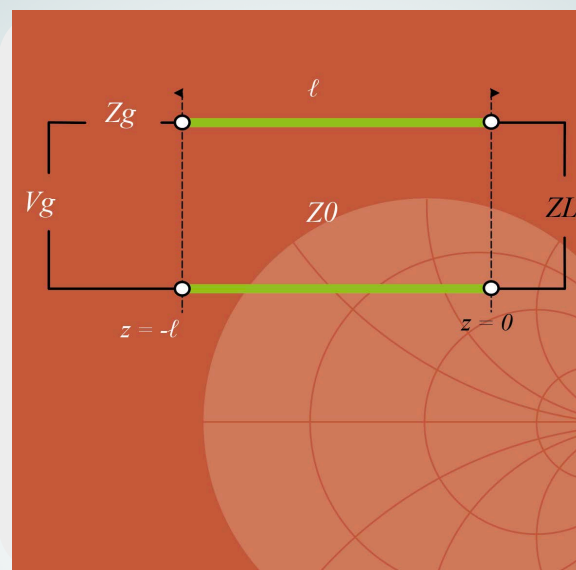


# Medios de Transmisión Guiados

## Ejercicios Tema 2.

### Líneas de Transmisión Terminadas



**Juan Luis Cano de Diego**  
**Óscar Fernández Fernández**  
**José Antonio Pereda Fernández**

Departamento de Ingeniería de Comunicaciones

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

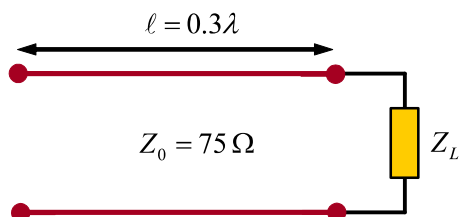


# Ejercicios de Medios de Transmisión Guiados

## Tema 2: Líneas de Transmisión Terminadas

### Reflexión

- En una línea de transmisión sin pérdidas de impedancia característica  $50 \Omega$  y terminada en una carga de impedancia  $Z_L$ , el coeficiente de reflexión medido a una distancia de  $0,25\lambda$  de la carga vale  $\Gamma = -0,4 - j0,2$ . Calcular el coeficiente de reflexión en los terminales de la carga y el valor de la impedancia de carga.
- Una línea de transmisión sin pérdidas e impedancia característica  $50 \Omega$  está terminada en una carga de impedancia  $Z_L = (100 + j50) \Omega$ . ¿Cuál es el tanto por ciento de potencia incidente que se refleja en dicha carga?. ¿Cuánto vale la potencia reflejada si la amplitud de la tensión incidente vale  $1 \text{ V}$ ?
- Una línea de transmisión sin pérdidas de longitud eléctrica  $\ell = 0,3\lambda$  está terminada en una impedancia de carga compleja  $Z_L = (30 - j20) \Omega$ , tal como muestra la figura. Determinar el coeficiente de reflexión en los terminales de entrada de la línea.



- Una línea de transmisión sin pérdidas está terminada en una impedancia de carga de  $100 \Omega$ . Sabiendo que la razón de onda estacionaria en la línea vale  $1,5$ , encontrar los dos posibles valores de la impedancia característica de la línea.
- Demostrar que en un línea de transmisión sin pérdidas y cargada con una impedancia reactiva pura, el módulo del coeficiente de reflexión vale la unidad.

### Ondas estacionarias

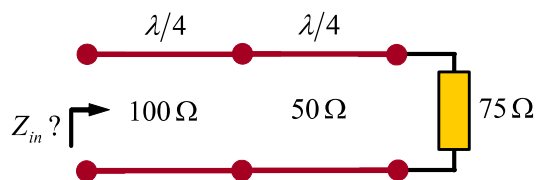
- Una línea de transmisión sin pérdidas y de impedancia característica  $50 \Omega$  esta terminada en una impedancia de carga  $Z_L = (30 - j50) \Omega$ . Sabiendo que la longitud de onda vale  $8 \text{ cm}$ , calcular:
  - El coeficiente de reflexión en la carga
  - La razón de onda estacionaria

- La posición del máximo de tensión más cercano a la carga
- La posición del máximo de corriente más cercano a la carga

- En una línea de transmisión sin pérdidas, de impedancia característica  $150 \Omega$  y cargada con una impedancia  $Z_L$ , se conocen los siguientes datos: la distancia de la carga al primer mínimo de tensión es  $\ell_{\text{mín}} = 3 \text{ cm}$ ; la distancia de la carga al primer máximo de tensión es  $\ell_{\text{máx}} = 9 \text{ cm}$  y  $\text{ROE} = 3$ . ¿Cuánto vale la carga  $Z_L$ ?

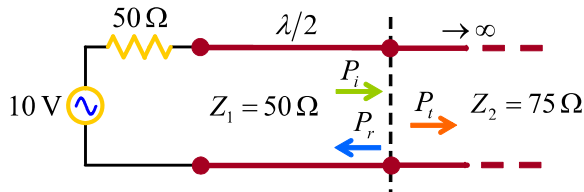
### Impedancia de entrada

- Calcular la impedancia de entrada en los terminales de entrada de la línea de transmisión del ejercicio 3.
- Sean  $Z_{sc}$  y  $Z_{oc}$  las impedancias de entrada de una cierta longitud de línea de transmisión sin pérdidas terminada en cortocircuito y en circuito abierto, respectivamente. Encontrar expresiones matemáticas para evaluar la impedancia característica  $Z_0$  y la constante de fase  $\beta$  de la línea en función de  $Z_{sc}$  y  $Z_{oc}$ .
- Una fuente de tensión de voltaje  $v_g(t) = 5 \cos(2\pi \times 10^9 t)$  V e impedancia interna  $Z_g = 50 \Omega$  está conectada a una línea de transmisión en aire, sin pérdidas y de impedancia característica  $50 \Omega$ . La longitud de la línea es  $\ell = 5 \text{ cm}$  y está terminada en una impedancia  $Z_L = (100 - j100) \Omega$ . Calcular:
  - La impedancia de carga vista desde los terminales de entrada de la línea
  - Los fasores tensión  $V_i$  y corriente  $I_i$  en los terminales de entrada de la línea.
- Calcular la impedancia de entrada del circuito de la figura.



12. Una línea de transmisión tiene impedancia característica  $100 \Omega$ , constante dieléctrica efectiva 1,65 y está terminada en circuito abierto. Determinar la longitud más corta de línea que produce una impedancia de entrada igual a la de un condensador de  $5 \text{ pF}$  a la frecuencia de  $2,5 \text{ GHz}$ . Repetir el ejercicio para una autoinducción de  $5 \text{ nH}$ .

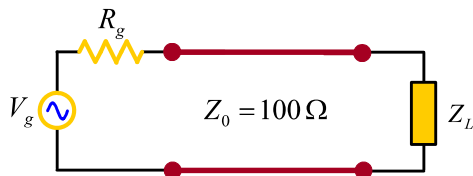
13. Calcular, en el circuito de la figura, las potencias incidente, reflejada y transmitida en la línea de  $75 \Omega$ . Mostrar que se cumple el principio de conservación de la potencia.



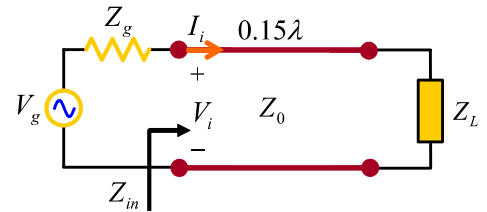
**Desadaptación en la carga y en el generador**

14. Un transmisor de impedancia interna  $50 \Omega$  se conecta a una antena de impedancia de entrada  $(80 + j40) \Omega$  mediante un cable coaxial de  $50 \Omega$ . Calcular la potencia entregada a la antena sabiendo que cuando el transmisor se conecta directamente a una carga de  $50 \Omega$  entrega  $30 \text{ W}$ .

15. El circuito de la figura muestra un generador conectado a una impedancia de carga  $Z_L = (50 + j100) \Omega$  a través de una línea de transmisión de impedancia característica  $Z_0 = 100 \Omega$ . La tensión de pico medida en la carga vale  $|V_L| = 12 \text{ V}$ . Calcular: a) La potencia media disipada en la carga. b) La potencia media que incide por la línea y c) La potencia media reflejada por la carga.



16. Un generador de tensión  $V_g = 300 \text{ V}$  e impedancia interna  $Z_g = 50 \Omega$  está conectado a una carga de impedancia  $Z_L = 75 \Omega$  a través de una línea de transmisión de impedancia característica  $Z_0 = 50 \Omega$  y longitud  $\ell = 0,15\lambda$ . Calcular: a) La impedancia de entrada en los terminales de la fuente,  $Z_{in}$ ; b) La corriente  $I_i$  y la tensión  $V_i$ ; c) la corriente  $I_L$  y la tensión  $V_L$  en los terminales de la carga; d) la potencia disipada en la carga y e) la potencia suministrada por el generador.



**Respuesta transitoria**

17. Dibujar el diagrama espacio-tiempo para la tensión en una línea de transmisión de  $1 \text{ m}$  de longitud, impedancia característica  $50 \Omega$  y velocidad  $v_p = 2c/3$  (siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío). La línea está terminada en una impedancia de carga  $R_L = 25 \Omega$  y alimentada por un fuente de tensión de tipo escalón que en  $t = 0$  establece una tensión  $V_g = 60 \text{ V}$  y tiene una resistencia interna  $R_g = 100 \Omega$ . Dibujar  $v(t)$  en el punto medio de la línea para  $0 \leq t \leq 25 \text{ ns}$ .

18. Una línea de transmisión de impedancia característica  $Z_0 = 75 \Omega$ , velocidad  $v_p = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$  y longitud  $L = 200 \text{ m}$  está terminada en una carga de  $R_L = 125 \Omega$ . La línea está conectada a un generador de tensión  $V_g = 200 \text{ V}$  y resistencia interna  $R_g = 25 \Omega$  que produce un pulso rectangular de duración  $\tau = 0,4 \mu\text{s}$ .

- a) Expresar el pulso como la suma de 2 funciones escalón.
- b) Dibujar el diagrama espacio-tiempo correspondiente a cada escalón
- c) Dibujar la tensión, en función del tiempo, en los terminales de entrada de la línea ( $z = 0$ )

Soluciones:

...

1.  $\Gamma_L = 0,4 + j0,2$ ;  $Z_L = (100 + j50) \Omega$
2. 20 %, 2 mW
3.  $\Gamma = 0,46e^{j359^\circ}$
4.  $Z_{01} = 66,7 \Omega$ ,  $Z_{02} = 150 \Omega$
5. ...
6. (a)  $\Gamma = 0,57e^{-j79,8^\circ}$   
(b)  $S = 3,65$   
(c)  $\ell_{\text{máx}} = 3,11 \text{ cm}$   
(d)  $\ell_{\text{mín}} = 1,11 \text{ cm}$ .
7.  $Z_L = (90 - j120) \Omega$
8.  $Z_{in} = (203 - j5,2) \Omega$
9.  $Z_0 = \sqrt{Z_{sc}Z_{oc}}$
10. (a)  $Z_{in} = (12,5 - j12,7) \Omega$   
(b)  $V_i = 1,4e^{-j34^\circ} \text{ V}$ ;  $I_i = 78,4e^{+j11,5^\circ} \text{ mA}$
11.  $Z_{in} = 300 \Omega$
12.  $\ell_C = 2,147 \text{ cm}$ ;  $\ell_L = 3,324 \text{ cm}$
13.  $P_i = 0,250 \text{ W}$ ,  $P_r = 0,010 \text{ W}$ ,  $P_t = 0,240 \text{ W}$
14.  $P_t = 25,9 \text{ W}$
15. (a)  $P_L = 0,29 \text{ W}$   
(b)  $P_i = 0,47 \text{ W}$   
(c)  $P_r = 0,18 \text{ W}$
16. a)  $Z_{in} = 41,25 - j16,35) \Omega$ ;  
b)  $I_i = 3,24e^{j10,16^\circ} \text{ A}$ ;  $V_i = 143,6e^{-j11,46^\circ} \text{ V}$ ;  
c)  $I_L = 2,4e^{-j54^\circ} \text{ A}$ ;  $V_L = 180e^{-j54^\circ} \text{ V}$ ;  
d)  $P_{in} = 216 \text{ W}$ ;  $P_L = 216 \text{ W}$ ;  
e)  $P_g = 478,4 \text{ W}$