

### Problema PTC0004-01

Cierto cable de comunicaciones tiene una inductancia unitaria de  $0,5 \mu\text{H/m}$  y una capacitancia unitaria de  $70 \text{ pF/m}$ . Calcular:

- La impedancia característica del cable
- La velocidad de propagación de una señal a su través
- El cable sufre una rotura que se trata de localizar. Para ello se inyecta un pulso por uno de sus extremos, apareciendo un eco  $1 \mu\text{s}$  después. Localizar el punto de la avería.

### Solución PTC0004-01

Apartado a)

El cable se comporta con características de circuito de parámetros distribuidos en el cual sabemos que la impedancia característica se calcula, en función de la inductancia y capacitancia unitarias, mediante la expresión

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}}{70 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}}} = 84,5 \Omega$$

Apartado b)

La velocidad de propagación se calcula mediante la expresión

$$v = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{\sqrt{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ H/m} \cdot 70 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}}} = 1,69 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 169.000 \text{ Km/s}$$

Esta velocidad es muy elevada por lo que, habitualmente se expresa como una fracción de la velocidad de la luz, siendo en este caso

$$v = \frac{169.000 \text{ Km/s}}{c} c = \frac{169.000 \text{ Km/s}}{300.000 \text{ Km/s}} c = 0,56 c$$

Apartado c)

Los cables de comunicaciones están, en condiciones normales de operación, adecuadamente terminados, es decir, que la impedancia de carga es igual a la impedancia característica del cable, haciendo con ello que el coeficiente de reflexión sea nulo. Sin embargo, al producirse una rotura, el cable queda bruscamente terminado en ese punto con una impedancia de carga infinita (circuito abierto). En ese caso el coeficiente de reflexión es uno y la señal incidente se refleja en ese punto y vuelve al origen. Si el punto de ruptura está a una distancia  $d$  del origen del cable, el trayecto que recorre un pulso inyectado en dicho origen antes de volver reflejado es precisamente  $2d$ . Conociendo el tiempo en el que se produce el eco y la velocidad de propagación podemos escribir

$$v = \frac{2d}{t}$$
$$d = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{169.000 \text{ Km/s} \cdot 1 \mu\text{s}}{2} = \frac{1,69 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot 10^{-6} \text{ s}}{2} = 84,5 \text{ m}$$

Es decir, la avería se encuentra a  $84,5$  metros del origen del cable.