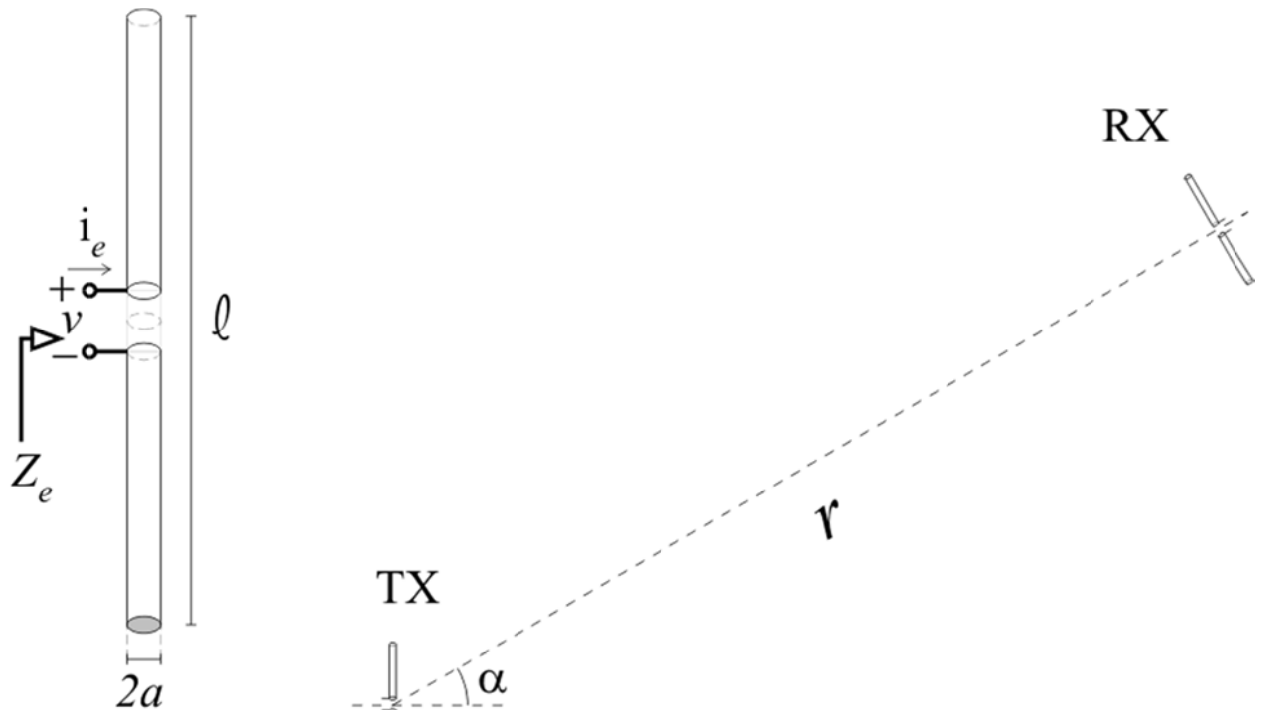


Seja um enlace *wireless* que utiliza duas antenas dipolo conforme a Figura 1(b) abaixo.



(a) Geometria do dipolo usado no enlace mostrado em (b).

(b) Enlace com dipolos idênticos ao mostrado em (a).

Figura 1: Enlace com duas antenas dipolos, operando em $f = 94.1$ MHz em um ambiente que se aproxima das condições de propagação no espaço livre. Ambas as antenas possuem perdas ôhmicas e dielétricas desprezíveis e estão localizadas à mesma altura do plano do solo (plano da página), distando entre si $r = 250$ m, sendo $\alpha = 30^\circ$.

O tamanho do dipolo TX é $\ell = 32$ cm e o valor da componente horizontal do campo elétrico gerado pela antena TX medido nas vizinhanças da antena RX é $E_\theta = 410$ mV/m.

- Determine o campo magnético H_ϕ nas vizinhanças do dipolo RX.
- Determine o Vetor de Poynting nas vizinhanças do dipolo RX.
- Determine a potência útil que é entregue ao dipolo TX.

Solução:

$$f := 94.1 \cdot \text{MHz} \quad \rightarrow \text{freqüência de operação}$$

$$E\theta := 410 \cdot \frac{\text{mV}}{\text{m}} \quad \rightarrow \text{campo elétrico medido nas vizinhanças do dipolo RX}$$

$$l := 32 \cdot \text{cm} \quad \rightarrow \text{comprimento do dipolo TX}$$

$$\eta := 120 \cdot \pi \cdot \Omega \quad \rightarrow \text{impedância do espaço livre}$$

$$\lambda := \frac{c}{f} \quad \lambda = 3.186 \text{ m} \quad \rightarrow \text{comprimento de onda da onda eletromagnética}$$

$$\frac{l}{\lambda} = 0.1 \quad \rightarrow \text{logo o dipolo TX, é um dipolo elementar}$$

$$\beta := \frac{2 \cdot \pi}{\lambda} \quad \beta = 1.972 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}} \quad \rightarrow \text{constante de propagação da onda eletromagnética}$$

$$\omega := 2 \cdot \pi \cdot f \quad \omega = 5.912 \times 10^8 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad \rightarrow \text{velocidade angular da onda eletromagnética}$$

$$r := 250 \cdot \text{m} \quad \rightarrow \text{distância da origem do sistema cartesiano ao dipolo RX}$$

$$\theta := 60 \cdot \text{deg} \quad \rightarrow \theta = 90 - \alpha$$

$$\text{a) } H\phi := \frac{E\theta}{\eta} \quad H\phi = 1.088 \times 10^{-3} \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$\text{b) } S := \frac{1}{2} \cdot E\theta \cdot \overline{H\phi} \quad S = 2.229 \times 10^{-4} \cdot \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

c)

Uma vez que o dipolo elementar é a própria antena (vide Figura 11 Cap II apostila), a distribuição de corrente ao longo do dipolo será triangular (portanto, não constante), e será necessário aplicar o conceito de comprimento equivalente l_e , isto é:

$$l_e := \frac{l}{2} \quad l_e = 0.16 \text{ m}$$

$$E\theta = 0.5 \cdot \eta \cdot I_0 \cdot \left(\frac{l_e}{r \cdot \lambda} \right) \cdot e^{-j \cdot \left(\beta \cdot r - \frac{\pi}{2} \right)} \cdot \sin(\theta) \quad \rightarrow \text{Eq. (52) Cap. II da apostila}$$

Visto que o problema solicita a determinação de uma potência, e como potência não depende do ângulo de fase, podemos eliminar a exponencial complexa na equação acima e trabalhar apenas com o módulo de $E\theta$:

$$E\theta = 0.5 \cdot \eta \cdot I_0 \cdot \left(\frac{l_e}{r \cdot \lambda} \right) \cdot \sin(\theta)$$

Resolvendo a equação acima para I_0 :

$$I_0 := 2 \cdot E\theta \cdot r \cdot \frac{\lambda}{\eta \cdot l_e \cdot \sin(\theta)} \quad I_0 = 12.503 \text{ A}$$

A resistência de radiação (= resistência de entrada p/ o dipolo elementar) é dada pela equação (62) do Cap II da apostila:

$$R_r := 80 \cdot \pi^2 \cdot \left(\frac{l_e}{\lambda} \right)^2 \cdot \Omega \quad R_r = 1.991 \Omega$$

Daí, a potência entregue ao dipolo TX pelo transmissor é obtida através de:

$$P := \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}} \right)^2 \cdot R_r \quad P = 155.648 \cdot \text{W}$$