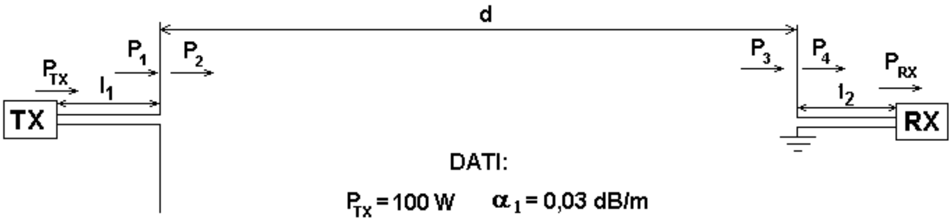
CALCOLO TRASMISSIONE VIA ETERE FRA DUE ANTENNE

Si vuole determinare la potenza all'ingresso del ricevitore RX , conoscendo la potenza erogata dal trasmettitore TX , secondo lo schema indicato in figura, supponendo antenne, cavi, trasmettitore e ricevitore adattati fra loro ed il rendimento di ognuna delle due antenne del 96%.



DATI:

$P_{TX} = 100$ W $\alpha_1 = 0{,}03$ dB/m

f = 27 MHz $\alpha_2 = 0{,}08$ dB/m

$l_1 = 15$ m d = 32 Km

$l_2 = 54$ m

Si determinino inoltre le lunghezze della antenna trasmittente, di tipo hertziano, e della ricevente, di tipo marconiano.

SOLUZIONE

Calcoliamo innanzitutto la lunghezza d'onda λ:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{27 \cdot 10^6} = 11{,}1 \ m$$

La potenza P_{TX} , erogata dal generatore, viene attenuata dal cavo l_1 che ha un'attenuazione totale in dB:

$$\alpha_{1tot} = \alpha_1 \cdot l_1 = 0{,}03 \cdot 15 = 0{,}45 \ dB$$

e si riduce al valore di P_1 che si può ricavare dalla definizione di attenuazione in decibel:

$$\alpha_{1TOT} = 10 \log_{10} \frac{P_{TX}}{P_1}$$

Sostituendo i valori noti o calcolati, si ricava:

$$0{,}45 = 10 \log_{10} \frac{100}{P_1}$$

Dividendo il primo ed il secondo membro per 10 si ha:

$$0{,}045 = \log_{10} \frac{100}{P_1}$$

Da quest'espressione, passando dai logaritmi ai numeri, si ottiene:

$$10^{0{,}045} = \frac{100}{P_1}$$

da cui facendo la formula inversa, si ottiene:

$$P_1 = \frac{100}{10^{0{,}045}} = 90{,}2 \ W$$

Questa potenza viene immessa in antenna che ne perde il 4% per effetto Joule e ne trasmette il 96% , cioè:

$$P_{j1} = 0{,}04 \cdot 90{,}2 = 3{,}61 \ W$$

$$P_2 = 0{,}96 \cdot 90{,}2 = 86{,}6 \ W$$

A questo punto si deve tenere conto del guadagno della antenna marconiana, del guadagno di quella hertziana, e dell'attenuazione dello spazio libero, secondo quanto indicato dalla formula fondamentale della trasmissione:

$$P_3 = \frac{P_2 \cdot G_{TX} \cdot G_{RX}}{A_{SL}}$$

Ricordiamo i valori dei due guadagni e la formula dell'attenuazione dello spazio libero:

$$G_{TX}=1{,}65 \qquad G_{RX}=3{,}3 \qquad A_{SL}=\left(\frac{4\cdot\pi\cdot d}{\lambda}\right)^2=\left(\frac{4\cdot\pi\cdot 32.000}{11{,}1}\right)^2=1{,}31\cdot 10^9$$

è adesso possibile calcolare la potenza P_2 in arrivo all'antenna ricevente, con la formula fondamentale della trasmissione:

$$P_3=\frac{P_2\cdot G_{TX}\cdot G_{RX}}{A_{SL}}=\frac{86{,}6\cdot 1{,}65\cdot 3{,}3}{1{,}31\cdot 10^9}=359\cdot 10^{-9}W=359\ nW$$

Anche qui, una parte del segnale si trasforma in calore sull'antenna, ed un parte entra nel cavo l_2:

$$P_{j2}=0{,}04\cdot 359\cdot 10^{-9}=14{,}4\cdot 10^{-9}W=14{,}4\ nW$$

$$P_4=0{,}96\cdot 359\cdot 10^{-9}=345\cdot 10^{-9}W=345\ nW$$

A questo punto il segnale viene attenuato dal cavo di ricezione che ha un'attenuazione totale:

$$\alpha_{2TOT}=\alpha_2\cdot l_2=0{,}08\cdot 54=4{,}32\ dB$$

Per calcolare la potenza T_{RX} che arriva al ricevitore scriviamo la formula dell'attenuazione in decibel:

$$\alpha_{2TOT}=10\log_{10}\frac{P_4}{P_{RX}}$$

Sostituendo i valori noti o calcolati, si ricava:

$$4{,}32=10\log_{10}\frac{345\cdot 10^{-9}}{P_{RX}}$$

Dividendo il primo ed il secondo membro per 10 si ha:

$$0{,}432=\log_{10}\frac{345\cdot 10^{-9}}{P_{RX}}$$

Da quest'espressione, passando dai logaritmi ai numeri, si ottiene:

$$10^{0{,}432}=\frac{345\cdot 10^{-9}}{P_{RX}}$$

da cui facendo la formula inversa, si ottiene:

$$P_{RX}=\frac{345\cdot 10^{-9}}{10^{0{,}432}}=128\cdot 10^{-9}W=128\ nW$$

Le lunghezze delle due antenne, in prima approssimazione, sono date dalle formule:

$$l_1=\frac{\lambda}{2}=\frac{11{,}1}{2}=5{,}55\ m$$

$$l_2=\frac{\lambda}{4}=\frac{11{,}1}{4}=2{,}78\ m$$

Se viceversa, si vuole tenere conto dell'effetto dei bordi e della minore velocità del segnale sull'antenna rispetto allo spazio libero, allora si può calcolare la formula più precisa:

$$l_1'=0{,}95\frac{\lambda}{2}=0{,}95\frac{11{,}1}{2}=5{,}27\ m$$

$$l_2'=0{,}95\frac{\lambda}{4}=0{,}95\frac{11{,}1}{4}=2{,}64\ m$$
