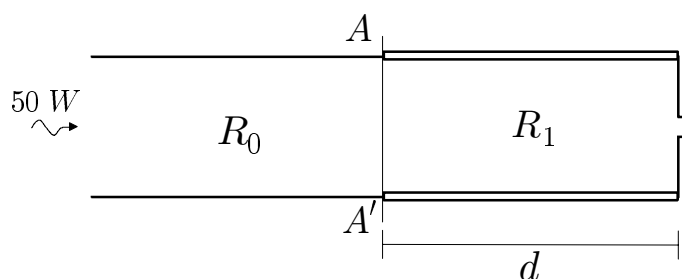
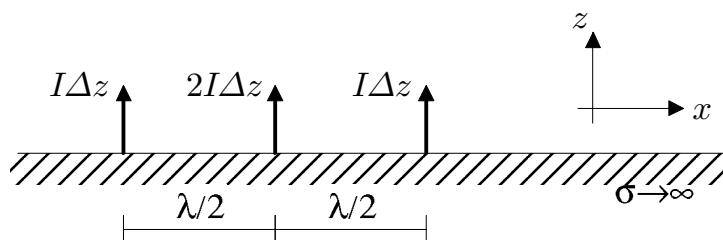


## Compito di Campi Elettromagnetici del 10 Aprile 2001

- Un'onda piana monocromatica a frequenza  $f = 9\text{ GHz}$ , proveniente da un mezzo con costante dielettrica  $\varepsilon_r = 4$ , incide con un angolo di  $45^\circ$  su un piano conduttore magnetico perfetto. Il campo elettrico e' polarizzato parallelamente al piano di incidenza. Determinare (1) la piu' piccola distanza dal piano magnetico per cui si ha polarizzazione circolare del campo elettrico; (2) la polarizzazione del campo magnetico alla medesima distanza.
- Un'antenna a mezz'onda, risonante, avente resistenza di perdita  $R_p = 2\ \Omega$ , e' alimentata da un generatore, operante alla frequenza  $f = 150\text{ MHz}$ . Il generatore eroga una potenza pari a  $50\text{ W}$  tramite una linea di trasmissione, avente impedenza caratteristica  $R_0 = 75\ \Omega$ , ed un tratto di cavo coassiale ( $\varepsilon_r = 9$ ,  $d = 166\text{ mm}$ ) di impedenza caratteristica  $R_1 = 150\ \Omega$ , cosi' come schematizzato in figura. Si determini (1) la potenza media trasmessa dall'antenna nello spazio circostante e (2) si adatti l'antenna a sinistra della sezione  $AA'$  con uno stub in parallelo costruito con uno spezzone del cavo coassiale di impedenza caratteristica  $R_1$  chiuso in corto circuito.

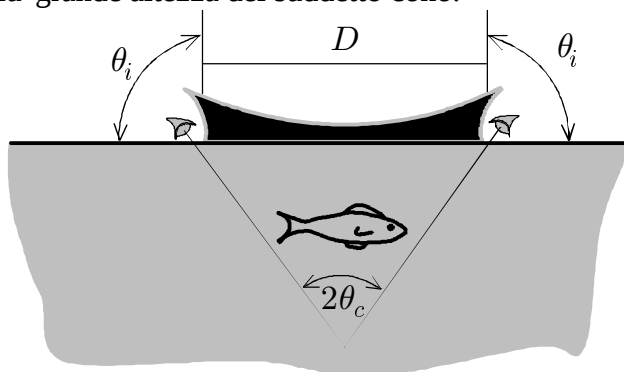


- Per la configurazione di dipoli elettrici elementari schematizzata in figura si determini: (1) l'espressione analitica del diagramma di radiazione sul piano  $z = 0$ ; (2) le direzioni in cui il campo si annulla; (3) la direttivita' massima del sistema.

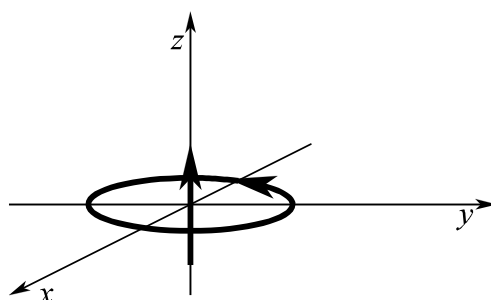


## Compito di Campi Elettromagnetici del 23 Febbraio 2001

1. Un pesce sta nuotando al di sotto di una barca circolare di diametro  $D$ , come schematizzato in figura. Si valuti sia (1) il più piccolo angolo  $2\theta_c$  di un immaginario cono entro cui il pesce può nuotare senza essere visto da un osservatore posto sulla superficie dell'acqua ( $\varepsilon_r = 81$ ) sia (2) la più grande altezza del suddetto cono.



2. Un'antenna che presenta una impedenza  $Z_u = 100 + j100 \Omega$  è collegata al trasmettitore ( $V_g = 40 V$ ,  $Z_g = 50 \Omega$ ) mediante un cavo coassiale con resistenza caratteristica  $R_0 = 50 \Omega$  e lunghezza  $\ell = 3\lambda/2$ . Si vuol realizzare l'adattamento mediante due stub, entrambi disposti in parallelo rispetto alla linea principale, di cui il primo inserito direttamente sulla sezione del carico ed il secondo ad una distanza  $d = \lambda/8$ . I due stub sono realizzati mediante un cavo coassiale con impedenza caratteristica  $R_s = 75 \Omega$ , quello inserito direttamente sul carico è chiuso in corto circuito mentre l'altro è chiuso su un carico puramente reattivo  $Z_2 = j50 \Omega$ . Si determinino (1) le lunghezze degli stub che realizzano l'adattamento, scegliendo tra le possibili soluzioni quella che minimizza la lunghezza dello stub chiuso in corto circuito; (2) la potenza attiva assorbita dal carico sia in assenza degli stub e sia nella condizione di adattamento; (3) il modulo delle correnti sulle sezioni terminali degli stub nella condizione di adattamento.
3. Un dipolo elettrico elementare di altezza  $\Delta z$  e una spira elementare di raggio  $R$ , disposti come schematizzato in figura, sono alimentati rispettivamente da una corrente  $I_d$  e  $I_s$ . Si individui (1) la relazione che deve intercorrere fra le correnti e le dimensioni dei dipoli affinché il campo elettrico irradiato a grande distanza sia polarizzato circolarmente in ogni direzione di osservazione. Per la configurazione così determinata si valuti quindi (2) sia il diagramma di radiazione che la direttività massima. Inoltre, facendo uso delle dimensioni  $\Delta z$  ed  $R$  valutate al punto (1), si determinino (3) le correnti che consentono di avere polarizzazione lineare in tutto lo spazio.

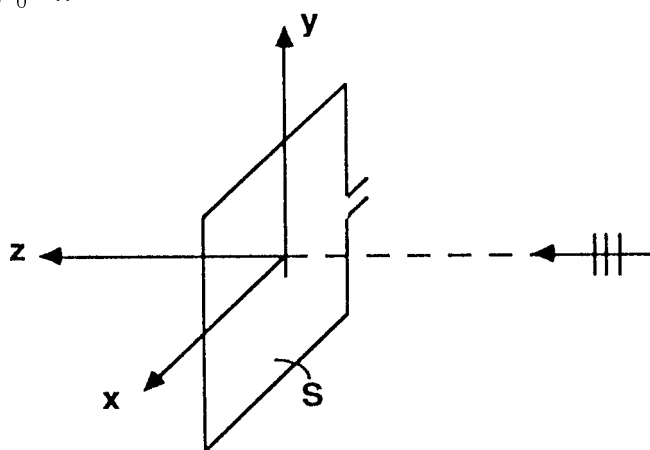


## Compito di Campi Elettromagnetici del 2 Febbraio 2001

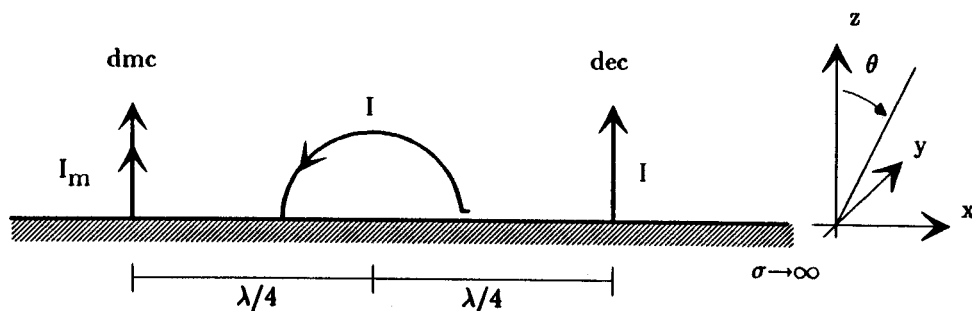
1. Si consideri una spira quadrata, avente area  $S$ , rotante con velocità angolare costante  $\Omega$  intorno all'asse  $x$  ed illuminata da un'onda piana avente versore di propagazione  $\hat{z}$ . Si determini la forza elettromotrice indotta ai capi della spira qualora il campo elettrico dell'onda piana risulti

$$\vec{e}(t) = \frac{5\zeta_0}{2\pi}(\hat{x} + \hat{y})\cos(\omega t - z\beta_0),$$

nell'ipotesi che  $\sqrt{S\beta_0^2} \ll 1$ .

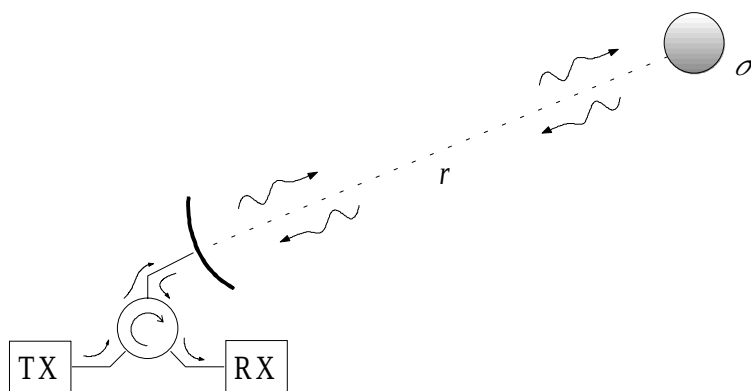


2. Un'antenna filare a mezz'onda risonante, avente resistenza di perdita  $R_p = 2\Omega$ , e' alimentata da una linea di trasmissione con impedenza caratteristica  $R_0 = 50\Omega$ . Si determini (1) il rapporto d'onda stazionaria nella linea e (2) la densita' di potenza media irradiata in direzione di massima radiazione a una distanza di  $100\text{ Km}$  nel caso in cui la linea sia alimentata al suo ingresso con una potenza  $P_i = 10\text{ W}$ . Si progetti quindi (3) un circuito di adattamento che fa uso di uno stub parallelo costituito da una linea in circuito aperto di impedenza caratteristica  $R_s = 2R_0$  e (4) si determini l'aumento in decibel della densita' di potenza media irradiata rispetto alle condizioni del punto (2).
3. Per la configurazione di figura si determini il campo nei punti  $P$  e  $Q$  aventi rispettivamente coordinate sferiche  $P(100\lambda, 0, 0)$  e  $Q(100\lambda, \pi/2, 0)$  qualora l'altezza dei dipoli sia  $\Delta z$  mentre il raggio della spira  $R = \sqrt{\Delta z / (\pi k_0)}$  dove  $k_0 = \omega\sqrt{\epsilon\mu}$  e  $I = 1\text{ A}$ ,  $I_m = 1\text{ V}$ .



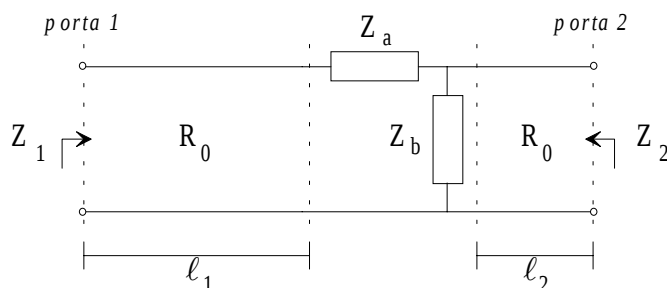
## Compito di Campi Elettromagnetici del 15 Dicembre 2000

1. Un'onda piana di ampiezza  $E_+ = 1 \text{ V/m}$  proveniente dallo spazio vuoto incide ortogonalmente su uno specchio di mare calmo ( $\epsilon_r = 81$ ,  $\sigma = 5 \Omega^{-1}/m$ ). Si determini il modulo del campo elettrico ad una distanza  $d = 1.3 \text{ m}$  sotto il livello del mare per una frequenza di lavoro  $f = 30 \text{ KHz}$ .
2. Una guida d'onda rettangolare in aria ( $a = 2 \text{ cm}$ ,  $b = 1 \text{ cm}$ ) è utilizzata alla frequenza  $f = 10 \text{ GHz}$ . Dopo aver verificato l'unimodalità della propagazione, si supponga di chiudere la guida su un carico avente impedenza equivalente per il modo  $TE_{10}$  pari a  $Z_u = 200 + j150 \Omega$ . Per tale configurazione si determini: (1) il rapporto d'onda stazionaria lungo la guida; (2) la distanza tra due minimi del campo elettrico; (3) la costante dielettrica relativa e lo spessore di uno slab dielettrico da inserire nella guida al fine di avere adattamento.
3. Si consideri un sistema radar operante alla frequenza di  $3 \text{ GHz}$  che irradia una potenza di  $50 \text{ kW}$ . Per la trasmissione e la ricezione è impiegata la stessa antenna caratterizzata da una area efficace  $A_e = 4 \text{ m}^2$  ed una efficienza  $\eta = 0.9$ . Il più piccolo segnale rilevabile dal sistema di ricezione è pari a  $1.5 \text{ pW}$  e all'ingresso della catena di ricezione si misura un coefficiente di riflessione  $|\Gamma| = 0.2237$ . Si determini sia (1) la distanza massima a cui è rilevabile un bersaglio avente area equivalente pari a  $\sigma = 1 \text{ m}^2$  (il bersaglio si comporta come una antenna che irradia isotropicamente una potenza  $P_{T_b} = \sigma S_r$ , dove con  $S_r$  si indica la densità di potenza media incidente sul bersaglio e con  $\sigma$  l'area equivalente del bersaglio) sia (2) il guadagno che dovrebbe avere l'antenna per rilevare lo stesso bersaglio a una distanza  $r = 50 \text{ km}$ .

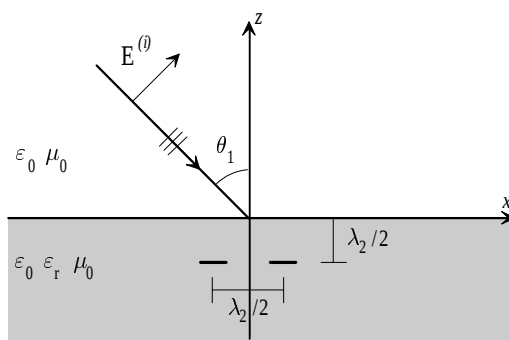


## Compito di Campi Elettromagnetici del 29 Settembre 2000

1. In un cavo coassiale, caratterizzato da una impedenza caratteristica  $R_0 = 50 \Omega$  e una costante dielettrica relativa  $\epsilon_r = 4$ , sono inserite due impedenze concentrate  $Z_a = 25 \Omega$  e  $Z_b = 75 \Omega$  a distanza  $\ell_1 = 75 \text{ mm}$  dalla porta 1 e  $\ell_2 = 37.5 \text{ mm}$  dalla porta 2, come schematizzato in figura. Per una frequenza di lavoro  $f_1 = 500 \text{ MHz}$  si determini (1) prima il valore della impedenza  $Z_1$  che si presenta alla porta 1 qualora la porta 2 sia chiusa su un circuito aperto, quindi (2) il valore della impedenza  $Z_2$  che si presenta alla porta 2 qualora la sia la porta 1 a essere chiusa su un circuito aperto. Si ripeta (3) il calcolo per una frequenza di lavoro  $f_2 = 5 \text{ MHz}$ .



2. Un'onda piana, con polarizzazione parallela ed ampiezza  $E_0 = 1 \text{ V/m}$ , incide con un angolo  $\theta_1 = 45^\circ$  su un semispazio dielettrico privo di perdite ( $\epsilon_r = 2$ ) come mostrato in figura. Nel dielettrico, a profondita'  $\lambda_2/2$ , sono posti due dipoli elettrici corti di altezza  $\Delta z = 10 \text{ cm}$  il cui asse risulta parallelo all'asse  $x$  e i cui centri distano  $\lambda_2/2$ . Supponendo i due dipoli non interferenti, si determini (1) sia il modulo della tensione indotta a vuoto ai morsetti dei singoli dipoli, che (2) il modulo della tensione indotta qualora i morsetti dei dipoli siano posti in serie.



3. La densita' di potenza per unita' di angolo solido di una antenna trasmittente operante alla frequenza di  $50 \text{ MHz}$  risulta:

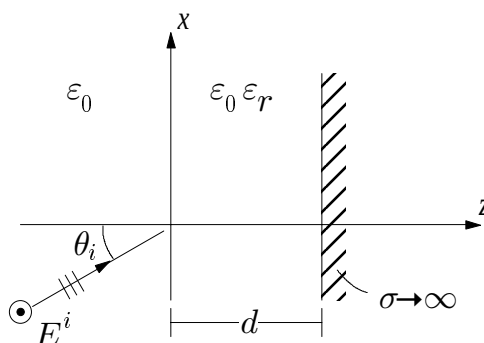
$$U(\theta, \phi) = \begin{cases} 50 (\sin\theta)^2 \cos\phi & 0 \leq \theta \leq \pi, -\pi/2 \leq \phi \leq \pi/2 \\ 0 & \text{altrove.} \end{cases}$$

Si determini (1) la direttivita' dell'antenna e (2) la sua resistenza di radiazione nel caso in cui le perdite siano trascurabili e l'ampiezza della corrente ai morsetti sia  $I_0 = 2 \text{ A}$ .

Si valuti quindi (3) la corrente circolante in una spira elementare di raggio  $R = 15 \text{ cm}$  chiusa su un condensatore che ne compensa la reattanza induttiva d'ingresso nel caso quest'ultima sia posta a distanza  $r = 1.2 \text{ Km}$  nella direzione di massima radiazione dell'antenna trasmittente e si misuri un fattore di depolarizzazione pari a  $\sqrt{2}/2$ .

## Compito di Campi Elettromagnetici del 8 Settembre 2000

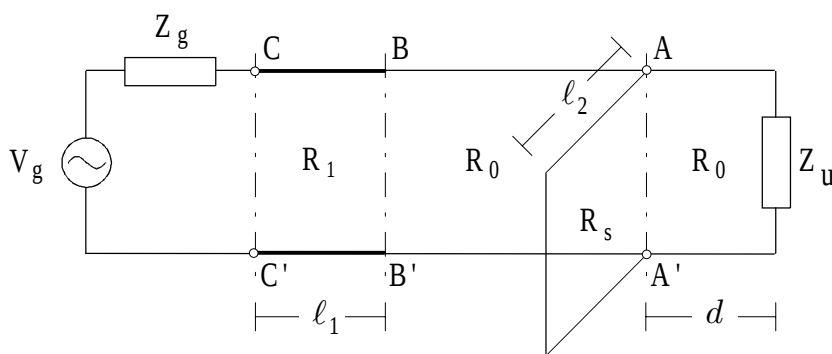
1. Si valuti (1) l'espressione del vettore di Poynting istantaneo a distanza  $R \gg \lambda$  da un dipolo elettrico corto  $I\Delta\ell$ , posto nell'origine di un sistema di coordinate sferico con asse parallelo all'asse  $z$ , e (2) la potenza attiva media fluente attraverso la superficie sferica  $80^\circ \leq \theta \leq 100^\circ$ ,  $0^\circ \leq \phi \leq 20^\circ$  nel caso in cui  $I = 5 \text{ A}$  e  $\Delta\ell = \lambda/20$ .
2. Si consideri un'onda piana polarizzata linearmente con densità di potenza di  $2 \text{ W/m}^2$  che incide sulla struttura stratificata di figura. Supponendo che il campo incidente abbia fase nulla nell'origine si valuti (1) il campo elettrico riflesso nel mezzo di provenienza dell'onda piana, (2) il massimo modulo del campo elettrico nel mezzo dielettrico e la sezione in cui tale valore è raggiunto ( $f = 15 \text{ GHz}$ ,  $\varepsilon_r = 4$ ,  $d = 1 \text{ cm}$ ,  $\theta_i = 30^\circ$ ).



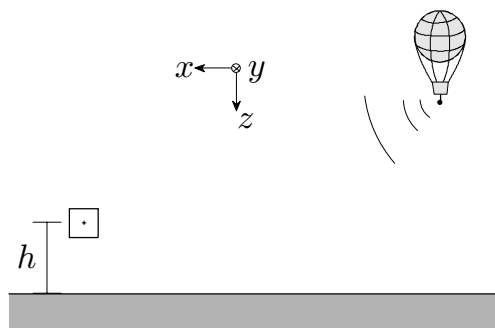
3. Su una spira di raggio  $R = 4 \text{ cm}$  incide un'onda piana avente densità di potenza  $S^i = 4 \text{ mW/m}^2$  e frequenza  $f = 20 \text{ MHz}$ . La direzione di incidenza dell'onda forma un angolo di  $30^\circ$  con l'asse della spira. Si determini l'ampiezza della tensione indotta a vuoto ai morsetti della spira nei seguenti casi:
  - (1) si opera in condizione di adattamento di polarizzazione;
  - (2) l'onda piana incidente ha una polarizzazione circolare destrorsa;
  - (3) l'onda piana incidente è polarizzata linearmente ed il campo magnetico associato risulta perpendicolare all'asse della spira;
  - (4) l'onda piana incidente è polarizzata linearmente ed il campo elettrico associato risulta perpendicolare all'asse della spira.

## Compito di Campi Elettromagnetici del 7 Luglio 2000

- Un'onda piana proveniente dallo spazio vuoto, avente polarizzazione circolare destrorsa ed ampiezza del campo elettrico pari a  $1 \text{ V/m}$ , incide ortogonalmente su un semispazio costituito da un buon conduttore ( $\sigma \gg \omega\epsilon$ ). Si determini (1) il vettore di Poynting sia nello spazio vuoto che nel mezzo conduttore a distanza  $d$  dall'interfaccia tra i mezzi e (2) la polarizzazione dell'onda riflessa.
- Per il circuito di figura, operante alla frequenza di  $300 \text{ MHz}$ , in cui tutte le linee sono in aria, risultano incogniti sia il carico  $Z_u$  che l'impedenza caratteristica della linea principale  $R_0$  mentre l'impedenza caratteristica del tratto di lunghezza  $\ell_1$  risulta  $R_1 = 212 \Omega$ . Si valuti (1) il valore dell'impedenza caratteristica  $R_0$  e (2) del carico  $Z_u$  che attuano il massimo trasferimento di potenza tra il generatore ed il carico ( $Z_g = R_0/2$ ,  $R_s = 2R_0$ ,  $\ell_1 = 25 \text{ cm}$ ,  $d = 7.4 \text{ cm}$ ,  $\ell_2 = 45 \text{ cm}$ ).

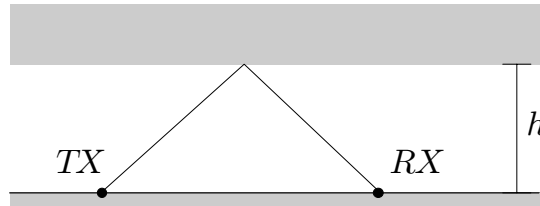


- A bordo di un pallone aerostatico e' installato un trasmettitore operante alla frequenza di  $300 \text{ MHz}$  che fa uso di un'antenna caratterizzata da un guadagno  $G(\theta) = (1 + \cos(\theta))/2$ . Il pallone viaggia ad un'altezza di  $20 \text{ Km}$  dal livello del suolo dove e' posta una spira quadrata di lato  $\ell = 3 \text{ cm}$  disposta ad una altezza  $h = \lambda/4$  dal terreno come in figura. Nell'approssimazione di terra piatta e nel caso si verifichi adattamento di polarizzazione si valutino (1) le posizioni del pallone per cui non e' possibile il collegamento e (2) la potenza ricevuta nel caso in cui la spira risulti chiusa su un carico uguale alla propria resistenza di radiazione.

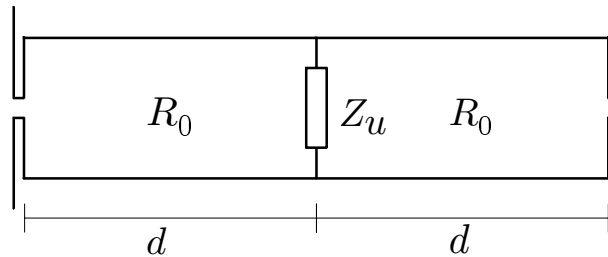


## Compito di Campi Elettromagnetici del 23 Giugno 2000

1. Per il collegamento ionosferico schematizzato in figura ( $f_0 = 10 \text{ MHz}$ ,  $N = 10^{+12} \text{ m}^{-3}$ ,  $h = 100 \text{ Km}$ ,  $P_{TX} = 10 \text{ KW}$ ) si valutino (1) i raggi della corona circolare all'interno della quale e' possibile il collegamento tra le due stazioni  $TX$  e  $RX$  nel caso in cui la sensibilita' del sistema di ricezione sia tale da rilevare un segnale incidente caratterizzato da una densita' di potenza minima pari a  $4 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$ .



2. Sulle due antenne a mezz'onda di figura, risonanti e caratterizzate da una resistenza di perdita  $R_p = 2 \Omega$ , si induce una tensione a vuoto pari rispettivamente a  $V_0$  e a  $jV_0$ . Dopo aver (1) adattato ciascuna antenna alla linea ( $R_0 = 50 \Omega$ ,  $d = \lambda$ ) tramite uno stub parallelo costituito da un tratto di linea in corto circuito avente impedenza caratteristica  $R_s = 2R_0$ , (2) si valuti la potenza dissipata sul carico  $Z_u = R_0$ . Si adatti quindi (3) il carico alle linee tramite uno o piu' trasformatori in quarto d'onda.



3. Per la configurazione di figura ( $d = \lambda/(4\sqrt{2})$ ) si determinino le correnti di alimentazione di ciascun dipolo elettrico elementare in modo da ottenere una polarizzazione circolare (1) in direzione ( $\theta = \pi/2$ ,  $\phi = \pi/2$ ) e (2) in direzione ( $\theta = \pi/2$ ,  $\phi = \pi/4$ ). Si determini inoltre (3), per l'alimentazione trovata al punto (1), la tensione indotta a vuoto su un dipolo elettrico elementare allineato al versore  $\hat{i}_d = (\hat{x} + \hat{y})/\sqrt{2}$  e disposto sull'asse  $y$  a distanza  $r = 100\lambda$ .

