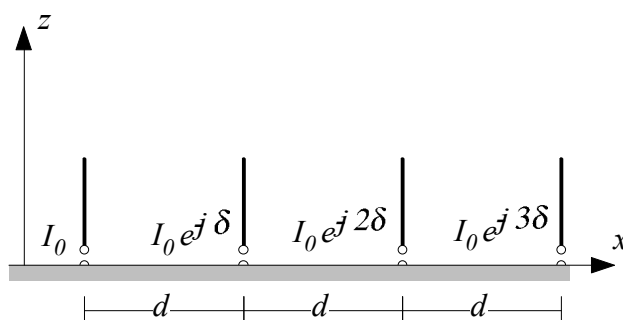


Compito di Campi Elettromagnetici del 12 Febbraio 2002

1. Un'onda piana con polarizzazione lineare si propaga in un mezzo caratterizzato da $\varepsilon_r = 71$, $\mu_r = 1$, $\sigma = 4 \Omega^{-1}/m$, parallelamente all'asse z di un sistema di riferimento cartesiano. Sapendo che in $z = 0$ l'intensita' del campo elettrico risulta $\vec{E} = 100 \cos(10^7 \pi t) \hat{x} [V/m]$ si determini: (1) la velocita' di fase e la lunghezza dell'onda nel mezzo, (2) l'impedenza caratteristica del mezzo, (3) la coordinata z a cui l'ampiezza dell'onda risulta pari al 1% di quella in $z = 0$, (4) l'espressione del campo elettrico $\vec{E}(z, t)$ e magnetico $\vec{H}(z, t)$ in funzione del tempo t per $z = 0.8 m$.

2. Una guida d'onda rettangolare ($a = 2 cm$, $b = 1 cm$) e' stata tagliata alla sezione AA' ($z = 0$) e irradia nello spazio libero. In tali condizioni operative alla sezione BB' ($z = 5 mm$) si misura, a meno di una costante incognita η , un massimo del campo elettrico ($|E_{BB'}| = 10.930 \eta V$), mentre alla sezione CC' ($z = 12.5 mm$) un minimo del campo elettrico ($|E_{CC'}| = 7.436 \eta V$). Dopo (1) aver calcolato la frequenza di lavoro, (2) si dimensioni opportunamente uno slab dielettrico che inserito nella guida permetta di non avere onda riflessa verso il generatore.

3. Con riferimento alla configurazione descritta in figura si valuti (1) lo sfasamento δ da assegnare alla corrente di alimentazione delle antenne marconiane a $\lambda/4$ per ottenere un massimo di radiazione nella direzione $\theta = \pi/3$, $\phi = 0$. In tali condizioni di alimentazione si valuti quindi (2) la tensione indotta a vuoto su un dipolo elettrico corto di altezza Δz posto a una quota $z = 8000 m$ verticalmente sul terreno. ($f_0 = 300 MHz$, $d = 25 cm$, $I_0 = 1 A$)



Compito di Campi Elettromagnetici del 1 Febbraio 2002

1. Un'onda piana proveniente dallo spazio libero, avente polarizzazione perpendicolare, ampiezza $E_+ = 1 \text{ V/m}$ e frequenza 3 MHz , incide con un angolo di 45° su un semispazio dielettrico caratterizzato da $\varepsilon_r = 81$, $\sigma = 5 \Omega^{-1}/m$. Si determini (1) l'angolo con cui l'onda si propaga nel mezzo dielettrico ed (2) il rapporto tra le componenti di campo elettrico e magnetico tangenziali alla superficie di separazione sia nel mezzo dielettrico che nel mezzo vuoto.
2. Un carico di impedenza $Z_u = 35 + j20 \Omega$ e' adattato ad una linea con impedenza caratteristica $R_0 = 50 \Omega$ tramite uno stub in corto circuito di impedenza caratteristica $R_s = 100 \Omega$. Lo stub e' collegato in serie rispetto alla linea principale in modo tale che la sua posizione d_s lungo la linea possa variare tra $z = \lambda/4$ e $z = 3\lambda/4$ mentre la sua lunghezza tra $\ell_s = 0$ e $\ell_s = \lambda_s/8$. Si determini (1) la lunghezza ℓ_s dello stub e la sua distanza d_s dal carico necessarie per ottenere l'adattamento, (2) la potenza reattiva sul carico quando l'ampiezza della tensione sulla linea adattata vale $V_0 = 20 \text{ V}$. Si determini inoltre (3) l'intervallo delle impedenze dei carichi che possono essere adattati con tale circuito.
3. Un'antenna radio e' posta ad altezza $h_1 = 300 \text{ m}$ dal terreno ed opera ad una frequenza di 100 MHz . Considerando la direttivita' di tale antenna $D_{TX} = 1$ si valuti il rapporto tra la potenza radiata da tale antenna e quella ricevuta da un'antenna isotropica, posta a un'altezza $h_2 = 100 \text{ m}$ ed una distanza sul terreno dalla prima antenna pari a $d = 4.99 \text{ Km}$, nel caso in cui entrambe le antenne operino in (1) polarizzazione verticale, (2) polarizzazione orizzontale, (3) polarizzazione circolare (si consideri il terreno assimilabile ad un conduttore elettrico perfetto).

Compito di Campi Elettromagnetici del 16 Novembre 2001

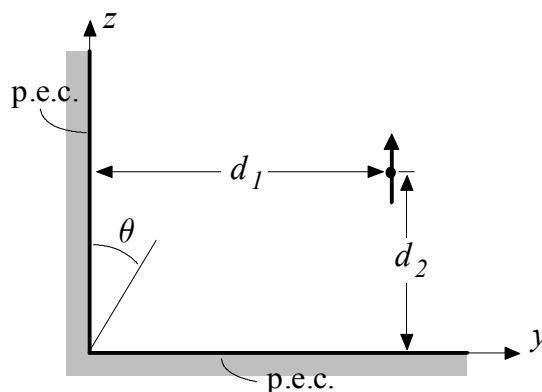
1. Un'onda piana uniforme proveniente dallo spazio vuoto incide ortogonalmente su un semispazio dielettrico ($\mu \simeq \mu_0$) e in esso genera una ulteriore onda piana evente campo elettrico

$$\vec{E} = 8.4 \exp(-0.0432z) \cos(4\pi 10^6 t - 0.1829z) \hat{x} \quad [V/m].$$

Dopo aver determinato (1) la costante dielettrica relativa e la conducibilita' del semispazio dielettrico si valuti (2) l'ampiezza dell'onda piana incidente.

2. Un cavo coassiale di impedenza caratteristica $R_0 = 50 \Omega$, riempito con un dielettrico privo di perdite ($\varepsilon_r = 4$), e' chiuso su un carico Z_u incognito. Operando alla frequenza di 150 MHz a distanza $\ell = 22.44 \text{ cm}$ dal carico si misura il primo minimo di tensione $V_1 = 0.0588 + j0.3628 \text{ V}$ mentre la tensione sul carico risulta $V_u = 1.6 - j0.2 \text{ V}$. Dopo aver determinato (1) l'impedenza del carico (2) si adatti il carico alla linea tramite uno stub parallelo avente impedenza caratteristica $R_s = 3R_0$.

3. Un dipolo elettrico elementare e' posto in un corner reflector come schematizzato in figura. Si determini (1) l'espressione del diagramma di radiazione nel piano yz in funzione dell'angolo θ e delle distanze d_1 e d_2 . Per $d_1 = d_2 = \lambda/4$ si determini inoltre (2) la direzione di massima radiazione e la tensione indotta a vuoto su un'antenna marconiana posta nel piano yz ortogonalmente a tale direzione.

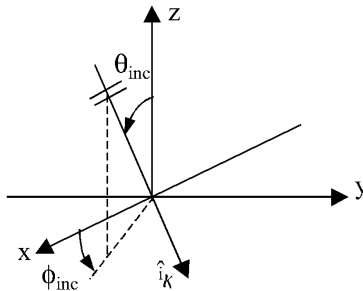


Compito di Campi Elettromagnetici del 28 Settembre 2001

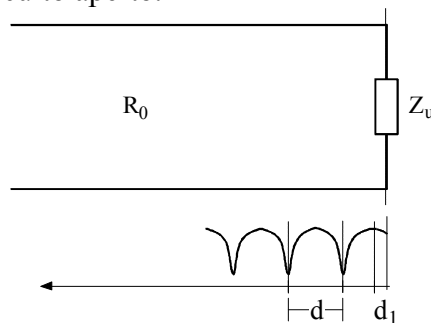
1. Ad un'onda piana omogenea che si propaga nel vuoto e' associato un campo magnetico descritto dal fasore

$$\vec{H} = H_0 \{ (6 - j3)\hat{x} + (1 + j2)\hat{y} + 4(2 - j)\hat{z} \} \exp[-jk_0(4x - 3z)/5].$$

Si determini il versore di propagazione $\hat{i}_k$ dell'onda piana e gli angoli (sferici) θ_{inc} , ϕ_{inc} mostrati in figura, che identificano la direzione da cui proviene l'onda.

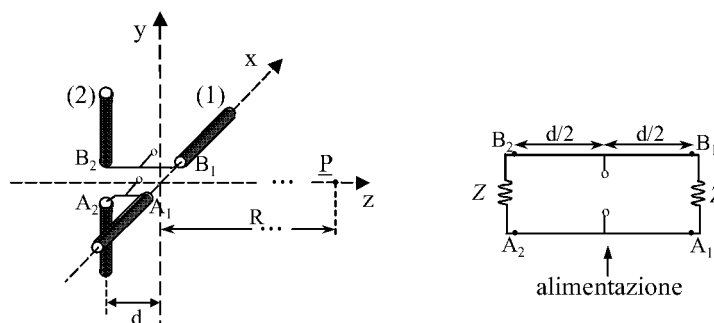


2. Un carico Z_u e' collegato ad una linea di trasmissione con impedenza caratteristica $R_0 = 100 \Omega$. Operando alcune misure si scopre che nella linea e' presente un $ROS = 2.5$, che la distanza tra due successivi minimi di tensione e' pari a $d = 3 \text{ cm}$ e che la distanza tra il primo massimo di tensione ed il carico e' pari a $d_1 = 0.492 \text{ cm}$. Si calcoli l'impedenza del carico Z_u e si adatti quindi il carico alla linea tramite uno stub parallelo costituito da un tratto dello stesso cavo in circuito aperto.



3. Nell'antenna in figura, i due dipoli a $\lambda/2$ sono tra loro ortogonali, alimentati come mostrato, ad ugual distanza $d/2$ dal punto di alimentazione ed adattati alla linea che li collega.

Si valuti l'espressione del campo elettrico $\vec{E}_1$ irradiato nel punto P posto lungo $\hat{r} = \hat{z}$ alla distanza R (in campo lontano) dal dipolo superiore (dipolo 1) e quindi l'espressione del campo elettrico totale $\vec{E}_{tot}$ nel punto P . Si determini inoltre la distanza d/λ tra i dipoli per la quale si ha polarizzazione circolare lungo $\hat{z}$.

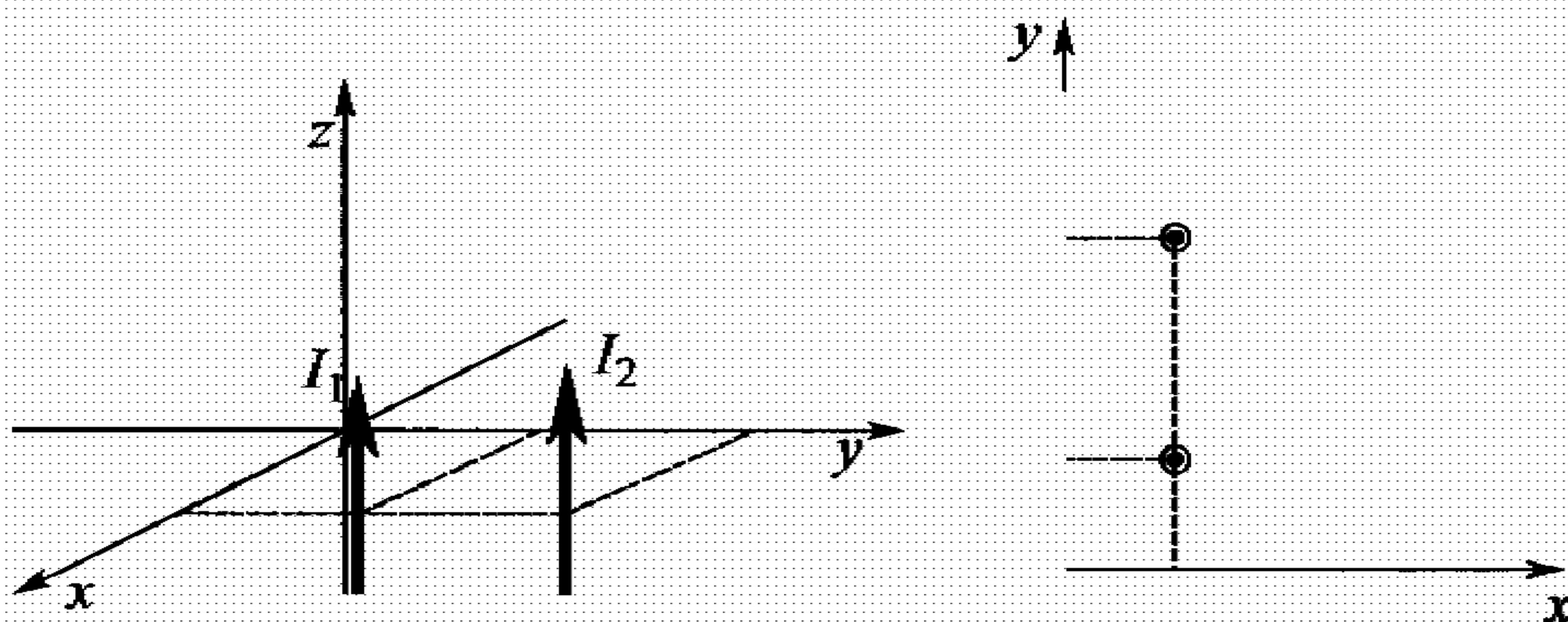


1. Un'onda piana a frequenza $f = 500 MHz$ si propaga in direzione z in un mezzo anisotropo di caratteristiche

$$[\epsilon] = \epsilon_0 \begin{bmatrix} 9 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad [\mu] = \mu_0$$

sapendo che il campo sul piano $z = 0$ ha espressione $\mathbf{E} = E_0(\mathbf{i}_x + \mathbf{i}_y)$ si determini:
 (1) La polarizzazione dell'onda in $z = 0$. (2) L'espressione del campo ad una quota z generica. (3) Il valore della velocità di fase e di gruppo dell'onda. (4) la quota z , se esiste, alla quale l'onda risulta polarizzata circolarmente.

2. Un generatore a frequenza $f_0 = 15 GHz$ è adattato ad una guida rettangolare ribassata $a = 4b$ unimodale riempita d'aria e collegata ad un carico. Il generatore fornisce una potenza pari ad $P_0 = 1W$ al modo fondamentale. Tale modo presenta una velocità di gruppo pari a metà della velocità della luce nel vuoto. Si determini (1) le dimensioni della guida; (2) il massimo modulo di campo elettrico in caso di carico perfettamente adattato.
3. Si considerino due dipoli elettrici posti in un sistema di riferimento cartesiano nei punti $(\sqrt{2}\lambda/4, \sqrt{2}\lambda/4, 0)$ e $(\sqrt{2}\lambda/4, 3\sqrt{2}\lambda/4, 0)$ percorsi da corrente I_1 e $I_2 = I_1 e^{j\alpha}$ rispettivamente. Siano i piani $x = 0$ ed $y = 0$ costituiti da conduttore elettrico perfetto. Si determini (1) il valore di α per il quale il sistema ha un massimo di radiazione in direzione $\theta = 90^\circ$, $\phi = 45^\circ$. Si disegni (2), per la configurazione così determinata il diagramma di radiazione nel piano $\theta = 90^\circ$ e se ne individuino (3) gli zeri di radiazione.



Compito di Campi Elettromagnetici del 13 Luglio 2001

1. Un dipolo elettrico corto e' immerso in un semispazio dielettrico ($\epsilon_r = 4$) a distanza $d = \lambda/4$ dalla superficie di separazione con un semispazio vuoto ($z < 0$) e posto ortogonalmente ad essa. Sapendo che su tale superficie di separazione incide, con un angolo $\theta_i = 45^\circ$ rispetto alla normale, un'onda piana di ampiezza $E_+ = 1 \text{ V/m}$ avente polarizzazione parallela e proveniente dal semispazio dielettrico ($z > 0$), si determini la tensione indotta a vuoto sul dipolo.

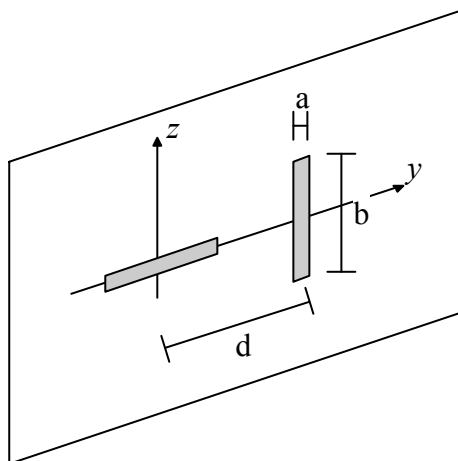
Si ricorda che

$$\Gamma_{\perp} = \frac{\vec{E}_r \cdot \hat{x}}{\vec{E}_i \cdot \hat{x}} = \frac{\zeta_2 \cos \theta_1 - \zeta_1 \cos \theta_2}{\zeta_2 \cos \theta_1 + \zeta_1 \cos \theta_2}, \quad \Gamma_{\parallel} = \frac{\vec{E}_r \cdot \hat{y}}{\vec{E}_i \cdot \hat{y}} = \frac{\zeta_2 \cos \theta_2 - \zeta_1 \cos \theta_1}{\zeta_2 \cos \theta_2 + \zeta_1 \cos \theta_1},$$

dove con $\hat{z}$ si e' indicata la normale alla superficie di separazione dei due mezzi, con $\hat{x}$ la normale al piano di incidenza e con il pedice 1 il mezzo di provenienza dell'onda piana.

2. Un carico $Z_u = 50 + j50 \Omega$ e' connesso alla linea principale di impedenza caratteristica $R_0 = 50 \Omega$ tramite uno spezzone di cavo coassiale ($\epsilon_r = 4$) di impedenza caratteristica $R_1 = 100 \Omega$ e lunghezza $\ell = 7 \text{ m}$. Tramite una misura, effettuata alla frequenza di lavoro di $f = 150 \text{ MHz}$, si scopre che un tratto di 50 cm del precedente cavo coassiale, una volta che questo sia stato chiuso in corto circuito, presenta al suo ingresso una impedenza di 1Ω . Si calcoli (1) il modulo del coefficiente di riflessione nel tratto di linea principale, e (2) si adatti l'insieme carico-spezzone di cavo coassiale alla linea principale tramite uno stub in circuito aperto avente impedenza caratteristica $R_s = 2R_0$.

3. Su un piano conduttore elettrico perfetto sono state praticate due fessure di dimensioni $a = 1 \text{ cm}$, $b = 30 \text{ cm}$, poste a distanza $d = 45 \text{ cm}$ tra di loro, come schematizzato in figura. Alla frequenza di lavoro di $f = 500 \text{ MHz}$ sull'apertura parallela all'asse y si misura un campo elettrico $\vec{E}(y,z) = \cos(\pi y/b) \hat{z} \text{ V/m}$ mentre su quella parallela all'asse z un campo elettrico $\vec{E}(y,z) = \cos(\pi z/b) \hat{y} \text{ V/m}$. Si determini la direttivita' massima ed il diagramma di radiazione di un tale sistema di antenne.



Compito di Campi Elettromagnetici del 22 Giugno 2001

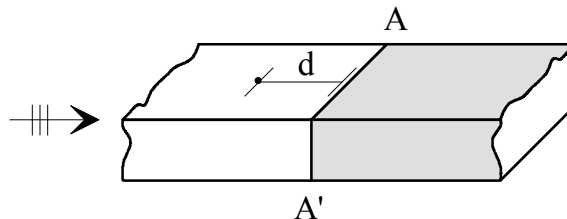
1. Un'onda piana con polarizzazione lineare, proveniente dallo spazio vuoto, incide su un semispazio dielettrico ($\epsilon_r = 3$) con un angolo di incidenza $\theta^i = \pi/3$. Nel semispazio vuoto si misura un'onda riflessa avente densità di potenza $S_r = 2/377 \text{ W/m}^2$ mentre nel semispazio dielettrico un'onda trasmessa avente densità di potenza $S_t = 4\sqrt{3}/377 \text{ W/m}^2$. Si determini (1) l'ampiezza e la direzione del campo elettrico incidente.

Si ricorda che

$$\Gamma_{\perp} = \frac{\vec{E}_r \cdot \hat{x}}{\vec{E}_i \cdot \hat{x}} = \frac{\zeta_2 \cos \theta_1 - \zeta_1 \cos \theta_2}{\zeta_2 \cos \theta_1 + \zeta_1 \cos \theta_2}, \quad \Gamma_{\parallel} = \frac{\vec{E}_r \cdot \hat{y}}{\vec{E}_i \cdot \hat{y}} = \frac{\zeta_2 \cos \theta_2 - \zeta_1 \cos \theta_1}{\zeta_2 \cos \theta_2 + \zeta_1 \cos \theta_1},$$

dove con $\hat{x}$ si è indicata la normale alla superficie di separazione dei due mezzi, con $\hat{y}$ la normale al piano di incidenza e con il pedice 1 il mezzo di provenienza dell'onda piana.

2. Si consideri una guida d'onda rettangolare indefinita, avente dimensioni $a = 2.286 \text{ cm}$ e $b = 0.762 \text{ cm}$, in parte in aria ed in parte riempita con un dielettrico avente costante dielettrica incognita. A distanza $d = 6.15 \text{ cm}$ dall'interfaccia dielettrico/aria (sez. AA'), al centro della guida in aria, si misura un campo elettrico $E(d) = -0.454 \text{ V/m}$. Sapendo che la frequenza di lavoro è $f_0 = 7.0 \text{ GHz}$ e che l'ampiezza del campo incidente al centro della guida è $E_+ = 1 \text{ V/m}$, si determini sia (1) la costante dielettrica del mezzo con cui è riempita la guida, sia (2) il valore massimo del campo elettrico in tale tratto. Si determini inoltre (3) lo spessore e la costante dielettrica di un setto dielettrico da inserire nella sezione AA' in modo tale che non sia presente onda riflessa nel tratto in aria.



3. Relativamente alla configurazione schematizzata in figura, in cui le antenne risultano identiche, tramite una serie di misure si ricava che la potenza attiva fluente attraverso la sezione AA' è $P_{AA'} = 100 \text{ W}$, il coefficiente di riflessione di tensione alla sezione BB' è $\Gamma_{BB'} = (1 + j2)/5$ mentre la potenza dissipata sul carico $Z_{DD'} = R_0$ è $P_{DD'} = 4.5 \text{ mW}$. Sapendo che la frequenza di lavoro è $f = 300 \text{ MHz}$, la distanza tra le antenne $r = 100 \text{ m}$ e le linee impiegate, entrambe di impedenza caratteristica $R_0 = 50 \Omega$, possono essere considerate prive di perdite, si valuti (1) l'impedenza d'ingresso ed (2) il guadagno di ciascuna antenna.

