27 AGOSTO 2018

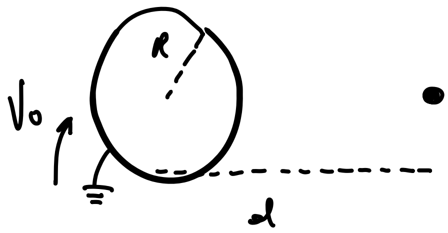
ESERCIZIO 2

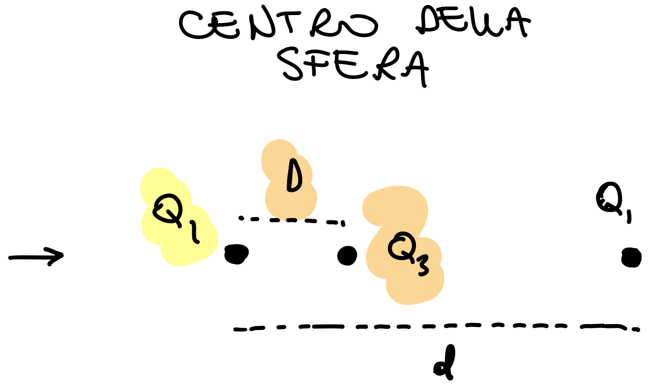
$R = 10$ cm

$V_0 = +100$ V

$Q = -1$ nC

$d = 20$ cm $= 0,2$ m





SIAMO NEL CASO IN CUI LA SFERA HA UN POTENZIALE V_0 FISSO. AVREMO ALLORA BISOGNO DI 2 Q:

- UNA CHE ANNULLI LA Q_1 (Q_3)
- UNA CHE ANNULLI IL V_0 (Q_2)

$$Q_2 = 4\pi\varepsilon_0 R V_0 = \qquad \left(\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} = V_0 \right)$$

$$= 4 \cdot \pi \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 0,1 \cdot 100 =$$

$$= 1.11 \text{ nC}$$

$$\Delta = \frac{R^2}{d} = 0,05 \text{ m}$$

$$Q_3 = -\frac{R}{d} \cdot Q = -\frac{0.1}{0.2} \cdot Q = -\frac{1}{2} Q = +0.5 \text{ nC}$$

$$F_{TOT\,Q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \left(\frac{Q_1 Q_1}{(R)^2} + \frac{Q_1 Q_3}{(d-D)^2} \right) = 0.913 \, \mu N$$

ESERCIZIO 3

TEM POLARIZZAZIONE CIRCOLARE DESTRA

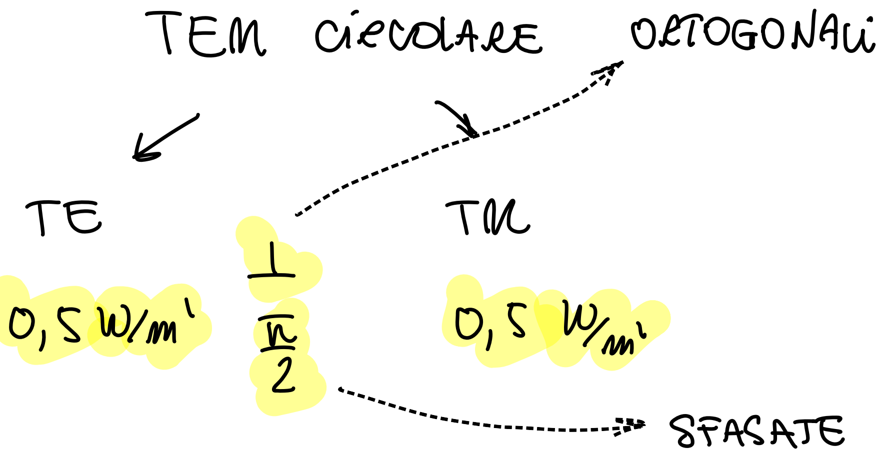
VETTORE D'ONDA SUL PIANO xy

$\theta = 45°$

$\varepsilon_{r_1} = 3$

$\varepsilon_{r_2} = 5$

$S = 1\, W/m^2$



INCIDENZA TE

$$\eta_m^{TE} = \frac{\eta_m}{\cos\theta_m}$$

$$\eta_1^{TE} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r_1}}\,\cos\theta_i} =$$

$$= \frac{377}{\sqrt{3}\cdot\cos 45°} = 307.8$$

$$\sqrt{\varepsilon_{r_1}}\,\sin\theta_i = \sqrt{\varepsilon_{r_2}}\,\sin\theta_T$$

$$\theta_T = \arcsin\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_{r_1}}{\varepsilon_{r_2}}}\,\sin\theta_i\right) =$$

$$= \arcsin\left(\sqrt{\frac{3}{5}}\,\sin 45\right) =$$

$$= 33.21°$$

$$\eta_2^{TE} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{e2}}\cos\theta_T} = \frac{377}{\sqrt{5}\cos 33.21} = 201.5$$

$$\Gamma = \frac{\eta_2^{TE} - \eta_1^{TE}}{\eta_2^{TE} + \eta_1^{TE}} = \frac{201.5 - 307.8}{201.5 + 301.8} = -0.209$$

$$E = |E|\cdot(1+\Gamma) = 0.3955$$??

VEDERE COME FARLO SENZA MODULO SU E

INCIDENZA TM

$\theta_i = 45^\circ$ $\theta_T = 33.21^\circ$ $\eta_m^{TM} = \eta_m \cdot \cos\theta_m$

$$\eta_1^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{e1}}}\cos\theta_i = \frac{377}{\sqrt{3}}\cos 45' = 153.9$$

$$\eta_2^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{e1}}}\cos\theta_T = \frac{377}{\sqrt{5}}\cos 33.21 = 141.06$$

$$\Gamma = -\frac{\eta_2^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = 0.0435$$

$$E = |E|\cdot(1+\Gamma) = 0.502$$

ESERCIZIO 4

$\ell = 3$ cm

$Z_G = 75\ \Omega$ $\quad Z_T = 150\ \Omega$ $\quad Z_C = 150\ \Omega$

$\ell_A = 60$ cm

$\ell_B = 82.5$ cm

$f = 1$ GHz

$V_G = 50$ V

$\varepsilon_r = 4$

$\theta_1 = 0 \quad \theta_L = 90°$

$$f = 1\ \text{GHz} \rightarrow \lambda = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r} \cdot f} = 15\ \text{cm}$$

(ALL'INTERNO DEL COASSIALE)

$$\bar{\ell}_A = \frac{\ell_A}{\lambda} = 4\lambda$$

$\rightarrow 1.5\lambda$

$$\bar{\ell}_B = \frac{\ell_B}{\lambda} = 5.5\lambda$$

di differenza

NON HO VARIAZIONI DI Z IN QUANTO SONO MULTIPLO DI $\frac{\lambda}{2}$

HO 0.5λ DI SFASA LA CORRENTE DI $\frac{\pi}{2}$

$\downarrow$

↓

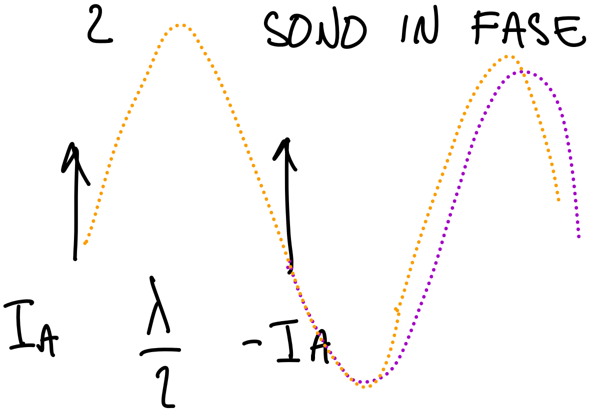
i CARICHI SONO ADATTATI

$I_A = -I_B$

- $I_A = -I_B$
- $d = \frac{\lambda}{2}$

SUI 90° SONO IN FASE

- A GRANDI DISTANZE SU $\theta = 0$, LA DISTANZA NON MI VARIA MOLTO, MA LA CORRENTE OPPOSTA FA SI CHE SI ANNULLINO TRA LORO



↓

$\theta = 90°$ DIREZIONE DI MASSIMA RADIAZIONE

↓

$\theta = 0$ È DIREZIONE DI MINIMA RADIAZIONE

$d = 1000$ m $\quad \theta = 90°$

$$|E_r| = |2E_A| = 2 \cdot \frac{j\omega\mu I \cdot l}{4\pi R} \cdot e^{-j\beta R} = 2 \cdot \frac{j2\pi f \cdot \cancel{4\pi} \cdot 10^{-7} I \cdot l}{\cancel{4}\pi R} e^{-j\beta R}$$

$$= 4j\pi I \cdot \frac{10^2 \cdot 0,03}{1000} \cdot e^{-j\frac{2\pi}{\lambda} \cdot 1000} =$$

$$= j4\pi \cdot \underset{\sim}{I_A} \cdot 0,03 \cdot 10^{-1} \cdot e^{-j\frac{2\pi}{0.15} \cdot 1000} = 0,28 \ \frac{mV}{m}$$

. .

↙

LA CORRENTE LA TROVO TRAMITE IL CALCOLO DELLA POTENZA DISPONIBILE (P_D), CHE ANDRÀ A DIVIDERSI A METÀ IN QUANTO i CARICHI SONO UGUALI E ADATTATI:

$$P_0 = \frac{|V_0|^2}{8\cdot \underbrace{R_G}_{Z_G}} = \frac{50^2}{8\cdot 75} = 4.17W \rightarrow I_A = \sqrt{\frac{P_d}{Re\{Z_L\}}} = 0.167 \, A$$

↙

NON USO i 4 P_d IN QUANTO VA DIVISA TRA i DUE DIPOLI (IN MODO UGUALE IN QUANTO SONO UGUALI IN QUESTO CASO).

21 GENNAIO 2019

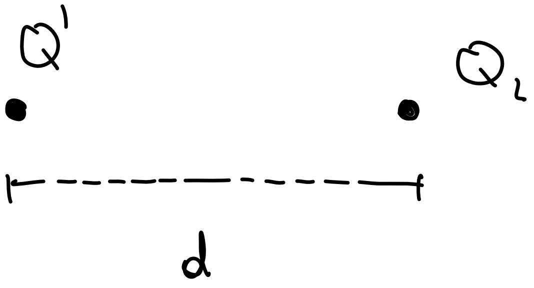
ESERCIZIO 1

$R = 5$ cm

$Q_1 = 2$ mC

$d = 20$ cm

$Q_2 = -1$ MC



$$V_0 = \frac{Q_1 - Q'}{4\pi \varepsilon R}$$??

$$Q' = 4\pi \varepsilon R V_0 \rightarrow V_0 = \frac{Q'}{4\pi \varepsilon R}$$

ESERCIZIO 2

$Z_L = 30 - j30 \ \Omega$

$Z_c = 60 \ \Omega$

$f = 500 \ MHz$ $\qquad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^6} = 0.6$

$P_D = 1 \ W$

$Z_x = j\omega L = j2\pi f L$ → SEMPRE > 0

↓

CONDENSATORE INVECE AGGIUNGE SOLO NEGATIVO

$\bar{z}_L = \frac{Z_L}{Z_c} = \frac{30 - j30}{60} = 0.5 - j0.5$

* CARTA DI SMITH *

$0,5 - j0,5 \Rightarrow$ RUOTO IN SENSO ORARIO FINO A INCONTRARE $1 - jx$ (x POSITIVO NON LO POSSO ANNULLARE CON LA L)

↓

$1 - j1 \qquad d = 0.426 \lambda$

L DEVE ANNULLARE QUESTO

$\bar{z}_x = j1 = j2\pi f L \rightarrow L = \frac{1}{2\pi f} = \frac{1}{2\pi \cdot 500 \cdot 10^6}$

$= 3.18 \cdot 10^{-10} \ H$

$Z_x = \bar{Z}_x \cdot Z_c = 3.18 \cdot 10^{-10} \cdot 60 = 19\ mH$

ESERCIZIO 3

$f = 1\ GHz$ TEM V.O. xy

$E_1^+(0,0,0) = -3a_x + 2a_y\ (V/m)$

$\varepsilon_{r1} = 1$

$\varepsilon_{r2} = 2$

ESSENDO SUL PIANO xy È INCIDENZA TM

$|E| = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{3^2 + 2^2} = \sqrt{13}$

$|H| = \frac{|E|}{\eta_0} = \frac{\sqrt{13}}{377} = 9.56 \cdot 10^{-3}$

VERIFICO L'ANGOLO DI INCIDENZA:

$\sqrt{\varepsilon_{r1}} \sin\theta_i = \sqrt{\varepsilon_{r2}} \sin\theta_T$

$\underset{\sim}{\sin\theta_i} = \sqrt{2} \sin\theta_T \rightarrow \theta_T = \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{2}} \sin\theta_i\right) =$

$= 36.04$

$\arctan\left(-\frac{3}{2}\right) = 56.31$

$\eta_1^{TM} = \eta_1 \cos(\theta_i) = 209.12$

$\eta_2^{TM} = \eta_2 \cdot \cos(\theta_T) = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}} \cdot \cos(\theta_T) = 215.56$

$$\Gamma' = -\frac{\eta_2^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = -0.015$$

$$H(0,0,0) = |H| \cdot (1 + \Gamma') = 9.56 \cdot 10^{-3} (1 - 0.015) =$$
$$= 9.417 \cdot 10^{-3} \text{ A/m}$$

$$S_{inc} = \frac{1}{2} \cdot |H|^2 \cdot \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_r}} = 0.0118$$

$$S_{TRA} = S_{inc} \cdot (1 - |\Gamma'|^2) = 11.8 \cdot 10^{-3}$$

ESERCIZIO 4

$A(0,0)$ $B(6,0)$

$f = 1$ GHz $\rightarrow$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^9} = 0,3$ m

$\ell = \frac{\lambda}{10}$

$C(3,0)$

$r = 1$ cm $= 0,01$ m

$C_x = 2$ pF (CAPACITÀ DI RISONANZA)

$I_A = 1$ A $I_B = -1$ A

$R_p = 0.9\ \Omega$

I DUE DIPOLI SI TROVANO A DISTANZA 3 m DALLA SPIRA, MULTIPLO ESATTO DELLA LORO λ

$\overline{AC} = 10\lambda$ $\overline{BC} = 10\lambda$

LA DISTANZA NON INTRODUCE NESSUNO SFASAMENTO. ESSENDO ANCORA LE CORRENTI SFASATE DI $\frac{\pi}{2}$, NEL PUNTO C, I DUE CAMPI MAGNETICI SARANNO IN FASE E SI POTRANNO SOMMARE

$$H_C = H_A + H_B = 2 H_A = 2 H_B$$

$$H_{INC} = H_A = H_B = \frac{j \cdot \omega \cdot \mu \cdot I \cdot l}{4 \pi r \eta} \cdot e^{-j\beta r} \cdot \underbrace{\sin \theta}_{\theta = 90 \Rightarrow 1}$$

$$H_{TOT} = 2 \cdot \frac{j \cdot 2\pi \overset{\cancel{10^{8}}}{f} \cdot \cancel{4\pi} \cdot \cancel{10^{-7}} \cdot 1A \cdot \frac{\cancel{\lambda}}{1\cancel{0}}}{\cancel{4\pi} \cdot \cancel{3m} \cdot 377} \cdot e^{-j\frac{2\pi}{0,3m} \cdot 3m} =$$

$$= j \cdot \frac{1}{377} \cdot 4\pi \cdot e^{-j\frac{2\pi}{0,3} \cdot 3} = -1,06 \cdot 10^{-3} + 0,033$$

$$|H_{TOT}| = 0,033 \frac{A}{m}$$

$$|V_0| = j \omega \mu \underbrace{\frac{|E_{INC}|}{\eta_0}}_{H_{INC} \rightarrow H_{TOT}} \cdot \underset{}{S} \rightsquigarrow \pi r^2 =$$

$$= j \cdot 2\pi \cdot f \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot |H_{TOT}| \cdot \pi r^2 =$$

$$= j \cdot 2\pi \cdot 10^{8} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,033 \cdot \pi \cdot 0,01^2 =$$

$$= 0,0817 V$$

$$R_{TOT} = \underset{\sim}{R_R} + R_P = 0,378\,\Omega + 0,8\,\Omega = 1,18\,\Omega$$

$$\eta_0 \frac{8\pi^3}{3} \left(\frac{S}{\lambda^2} \right)^2 = 0,378\,\Omega$$

$$|I| = \frac{|V_0|}{R_{TOT}} = 0,064\,A = 65\,mA$$

14 GIUGNO 2019

ESERCIZIO 1

$Z_L = 30 - j30$

$Z_c = 50\ \Omega$

$Z_G = 50\ \Omega$

$P_d = 1\ W$

ADATTARE CON STUB PARALLELO A CIRCUITO APERTO

SONO IN PARALLELO → UTILIZZO LE AMMETTENZE

$$\overline{Y_L} = \frac{Z_c}{Z_L} = \frac{50}{30-j30} = 0,83 + j0,83$$

$$\overline{Y_G} = 1$$

* CARTA DI SMITH *

$0,83 + j\,0,83$ → RUOTO FINO A INCONTRARE LA CIRCONFERENZA REALE 1 → TROVO $d_s = 0,017\lambda$

↓

TRAMITE LO STUB ELIMINO LA PARTE IMMAGINARIA (RUOTO IN SENSO ANTIORARIO ALLO ZERO) → TROVO $l_s = 0,379\,\lambda$ ← $1 + j\,0,95$

LA TENSIONE SUI CAPI BB LA SI TROVA TRAMITE LA POTENZA DISPONIBILE E IL FATTO

CHE IL CARICO SIA STATO ADATTATO:

$$P_d = \frac{(V_G)^2}{8 R_G} \rightarrow V_G = \sqrt{8 P_u \cdot R_G} = \sqrt{8 \cdot 1 \cdot 50} =$$

$$= \sqrt{400} = 20$$

V_G DEVE ESSERE RIPARTITO TRA LA Z_G E IL CARICO:

$$V_{BB} = \frac{V_G}{2} = 10 V$$

$$V_{AA} = \sqrt{\frac{2 P_u}{\text{Re}\{Y_L\}}} = 10,94 V$$

$$Y_L = \frac{1}{Z_L} = 0,0167 + j\, 0,0167$$

$$|V_{BB}| = |V_{CC}|\,|\cos(\beta \ell_s)| \rightarrow |V_{CC}| = \frac{|V_{BB}|}{|\cos(\beta \ell_s)|} =$$

$$= \frac{10}{\left|\cos\left(\frac{2\pi}{\cancel{\lambda}} \cdot 0,378\cancel{\lambda}\right)\right|} = \frac{10}{|\cos(2\pi \cdot 0,378)|} =$$

$$= \frac{10}{|\cos(360 \cdot 0,378)|} = 13,7887 = 13,8 V$$

STO USANDO $\frac{1}{4}$ DELLA CAPACITÀ DELLA SFERA

ESERCIZIO 2

$a = 0{,}4$ cm

$b = 0{,}8$ cm

$c = 1{,}2$ cm

$\varepsilon_{r1} = 2$

$\varepsilon_{r2} = 3$

↑

VEDO COME 2 CAPACITÀ IN SERIE TRA LORO

$$C = \frac{\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r}{2 \ln\left(\frac{R}{r}\right)} \nearrow C_1 = \frac{\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r}{2 \ln\left(\frac{b}{a}\right)} = 4{,}01 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$\searrow C_2 = \frac{\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r}{2 \ln\left(\frac{c}{b}\right)} = 1{,}03 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

$$C_{TOT} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 2{,}88 \cdot 10^{-11} \text{ F} = 28{,}8 \text{ pF}$$

$$Z_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon_0 \varepsilon_{r1}}} \ln\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 2}} \cdot \ln\left(\frac{0{,}8}{0{,}4}\right) =$$

$$= 29{,}4 \ \Omega$$

$$Z_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon_0 \varepsilon_{r2}}} \ln\left(\frac{c}{b}\right) = 14{,}04 \ \Omega$$

↘ SONO LE IMPEDENZE DEI DUE COASSIALI INTERI

IL QUARTO DI CIRCONFERENZA ← MI DA UNA IMPEDENZA 4 VOLTE MAGGIORE. ESSENDO LE IMPEDENZE IN SERIE AVRÒ:

$$Z_T = 4Z_1 + 4Z_2 = 174 \ \Omega$$

$P^+ = 10 W$

$Z_l = 2 Z_c = 348\ \Omega$

$$|\Gamma| = \left|\frac{Z_l - Z_c}{Z_l + Z_c}\right| = \left|\frac{2Z_c - Z_c}{2Z_c + Z_c}\right| = \left|\frac{1}{3}\right| = 0,333$$

$$P_{MAX} = P^+(1 - |\Gamma|^2) = 10(1 - 0,1108) = 8,89 W$$

$$P_l = \frac{1}{2}|V|^2 \text{Re}\{Y_l\} \rightarrow |V_m| = \sqrt{\frac{2P_l}{\text{Re}\{Y_l\}}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot 8,89}{\frac{1}{348}}} = 78.8 V$$

LA TENSIONE VA A DIVIDERSI SUI DUE CONDENSATORI ATTRAVERSO IL PARTITORE DI TENSIONE SULLE LORO IMPEDENZE

$Z_1 = 117.16\ \Omega \qquad Z_2 = 56,16\ \Omega$

$$V_1 = V_m \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} = 53,26 V$$

E_{MAX} LO TROVO ATTRAVERSO: $E_{MAX} = \dfrac{2V_{MAX}}{\varepsilon_{r_1} a \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right)} =$

$$= \frac{2 \cdot 53,26}{0,004 \cdot \ln(2) \cdot 2} = 19,2 \ \frac{kV}{m}$$

ESERCIZIO 3

$f = 3GHz$ POLARIZZAZIONE TE

$\varepsilon_{r1} = 5$

$\varepsilon_{r2} = 1$

$S_{inc} = 1 \ \frac{W}{m^2}$

ANGOLO PER CUI HO RIFLESSIONE TOTALE LO HO CON INCIDENZA UGUALE O OLTRE ANGOLO CRITICO

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r2}}}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right) =$$

$$= 26,57°$$

B) $|E|^2 = 2S \frac{\eta}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}} \rightarrow |E| = \sqrt{2S \frac{\eta}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}} =$

$$= \sqrt{2 \cdot 1 \cdot \frac{377}{\sqrt{5}}} =$$

$$= 18,36 V$$

SE HO RIFLESSIONE TOTALE ALLORA $\Gamma = 1$ E $T = 2$

$$|E_B| = |E| \cdot T = 18,36 \cdot 2 = 37,73 \ V/m$$

A) $\alpha_{2x} = \underbrace{\frac{2\pi}{\lambda_1}} \cdot j \cdot \underbrace{\sqrt{1-(\sin\theta_T)^2}} = 2,61$

~~SOLUZIONE CON +~~

$$\lambda_1 = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}\, f} = \frac{3\cdot 10^8}{\sqrt{5}\cdot 3\cdot 10^8} = 0,045\ m$$

$$\sqrt{\varepsilon_{r1}}\ \sin\theta_1 = \sqrt{\varepsilon_{r2}}\ \sin\theta_T \rightarrow \sin\theta_T = \frac{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}}\cdot \sin\theta_i =$$

$$= \sqrt{5}\cdot \sin 26,57$$

$$E_A = E(0,0)\cdot e^{-\alpha x\cdot x}\cdot e^{-j\beta y\cdot y} =$$

$$= 36,7\cdot e^{-2,61\cdot 0,1}\cdot e^{-j\cdot\frac{2\pi}{\frac{c}{f}}\cdot 0,2} =$$

NON C'È IN QUANTO INCIDE CON ANGOLO ?? CRITICO ESATTO

$\beta_{2x} = 0$ (ANGOLO CRITICO)

$$\beta_{2y} = \frac{2\pi}{\lambda_2} = \frac{6,2875}{0,1} = 62,875$$

$$E_A = E(0,0)\cdot e^{-j\cdot\beta_{2y}\cdot y} = 36,7\cdot e^{-j62,875\cdot 0,2} =$$

$$= 36,7 - j0,36\ \frac{V}{m}$$

ESERCIZIO 4

$A(0,-1)$ $I_A = 2A$

$B(0,1)$ $I_B = +j1A$

$l = \frac{\lambda}{10}$

$f = 1\,GHz$

$C(2000,0)$ $G_R = 7\,dBi$

ASSUMENDO LA PARABOLA MOLTO LONTANA POSSIAMO CONSIDERARE $\theta \sim 90°$ E CONSIDERARE LA DISTANZA SOLO NELLO SFASAMENTO

↓

SONO ALLA STESSA DISTANZA, QUINDI NON HO SFASAMENTO DOVUTO AI PERCORSI MA SOLO DOVUTO ALLA CORRENTE

↓

$$E_T = \frac{j\mu\omega l}{4\pi r} e^{-j\beta r} (I_A + I_B) \cdot \underbrace{\sin\theta}_{} \overset{\theta \sim 90}{\xrightarrow{\quad}} 1 =$$

$$= j \frac{\cancel{4\pi} \cdot \cancel{10}^{-7} \cdot 2\pi \cdot 10^{\cancel{8}} \cdot \frac{\lambda}{\cancel{10}}}{\cancel{4\pi} \cdot 2000} \cdot e^{-j\frac{2\pi}{0,3}} (2+j) =$$

$\cdot 2\pi$

$$= j \, \frac{2\pi \cdot 10 \cdot 0,3}{2000} \cdot e^{-j \frac{}{0,3}} (2+j) =$$

$$= 0,021 - j\,(1,038 \cdot 10^{-3}) \ \frac{V}{m}$$

$$|E_T| = 0,021 \ \frac{V}{m} = 21 \ \frac{mV}{m}$$

L'AREA EFFICACE LA TROVO COME:

$$\frac{G_N}{A_E} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \rightarrow A_E = \frac{G_N \lambda^2}{4\pi} = 0,036$$

$$G_N = 10^{\frac{G}{10}} = 10^{0,7}$$

$$|S_{inc}| = \frac{1}{2} \frac{|E_i|^2}{\eta_0} = 5,85 \cdot 10^{-7} \ \frac{mW}{m^2}$$

$$P_R = A_E \cdot |S_{inc}| \cdot f(\theta, \varphi) = 2,1 \cdot 10^{-8} = 21,1 \ mW$$

SOLO SE DATA
"DIRETTIVITÀ"

22 LUGLIO 2018
ESERCIZIO 1

$L = 5 m$
$a = 0,5$
$d = 21 mm$

$R_L = 50 \, \Omega$
$T = 10^{-8} s$ (IMPULSO)
$t = 2 \cdot 10^{-8} s$ $\quad A = 1V$

CERCO L'IMPEDENZA DELLA LINEA BIFILARE

$$Z = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \cdot \frac{1}{\pi} \ln\left(\frac{d}{a}\right) = \sqrt{\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{8,85 \cdot 10^{-12}}} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \ln\left(\frac{21}{0,5}\right) =$$

$$= 448,4 \, \Omega$$

NON SONO ADATTATI

$$\Gamma = \frac{R_L - Z_C}{R_L + Z_C} = \frac{50 - 448,4}{50 + 448,4} = -0,799 = -0,8$$

CONTROFASE $\nearrow$

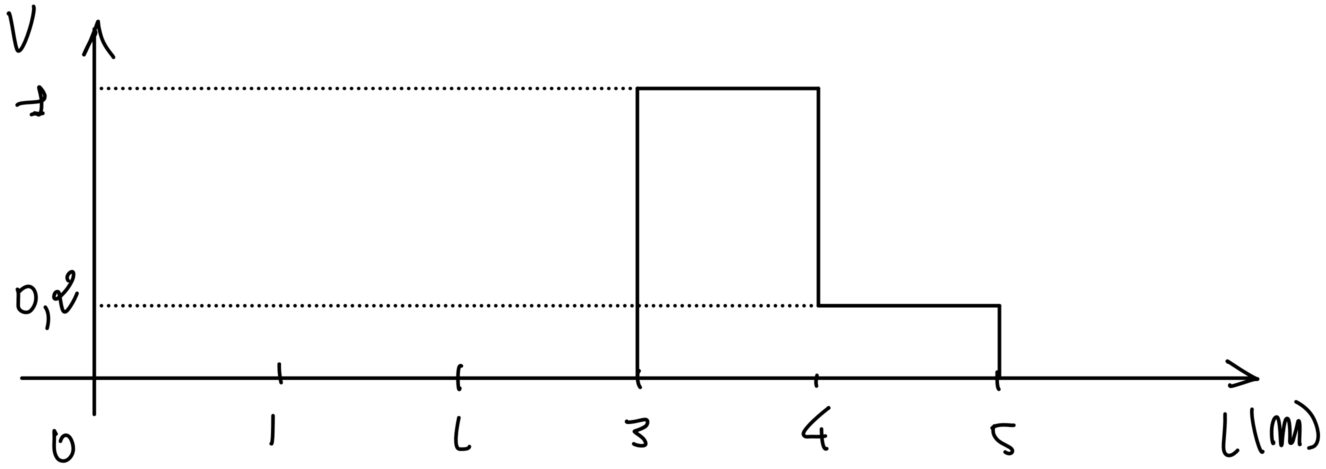
$$E_R = E_{INC} \cdot \Gamma = E_{INC} \cdot -0,8 = -80\% \, E_{INC}$$

L'IMPULSO SI MUOVE A VELOCITÀ LUCE $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$
LA SUA LUNGHEZZA D'ONDA È $\lambda = c \cdot T =$

$$= 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8} = 3 m$$

IN $t = 2 \cdot 10^{-8}$ HO UN CAPO A 3 m E UNO A 6 m

ESSENDO LA LINEA LUNGA $l = 5$ m, L'ULTIMO METRO IN PARTE VIENE RIFLESSO. AVRÒ



ESERCIZIO 2

$D = 0,5$ m
$\rho = 0,15$ m
$I_A = 1$ A
$I_B = -1$ A

$C(10, 0)$ $\rho = 0,15$ m

PER AVERE LA TENSIONE NULLA AI MORSETTI DI C, DEVO AVERE CAMPO NULLO IN C, OVVERO INTERFERENZA DISTRUTTIVA.

↓

ESSENDO LE I OPPOSTE, DEVO PRESENTARMI A B

CON IL CAMPO OPPOSTO AI SUOI, COME SE FOSSE APPENA "USCITO" DA A.

$$\downarrow$$

$$\lambda = D = 0{,}5\,m \nearrow f = \frac{c}{\lambda} = 600\,MHz$$

$$E = j\frac{\omega\mu I\cdot l}{4\pi\cdot R}\,e^{-j\beta R}\cdot\underbrace{\sin\theta}_{\theta=90^\circ \Rightarrow 1}$$

$$\nearrow E_A = 1.35 + j\,0{,}023$$

$$\searrow E_B = 0{,}023 - j\,1{,}41$$

$$E_c = E_A + E_B = 1{,}373 - 1{,}387$$

$$|E_c| = 1{,}95$$

$$S_{inc} = \frac{1}{2}\frac{|E|^2}{\eta_0} = 5{,}04\cdot10^{-3} \rightarrow P_R = S_{inc}\cdot\underbrace{A_E}_{\frac{3}{8}\frac{\lambda^2}{\pi} = 0{,}478} = 2{,}40\cdot10^{-3}\,W$$

ESERCIZIO 3

$$Z_L = 45 - j\,73\ \Omega$$

$$Z_0 = 50\ \Omega$$

$$\bar{y}_L = \frac{Z_c}{Z_L} = \frac{50}{45-j\,73} = \underbrace{0{,}306 + j\,0{,}496}$$

CON l_1 E l_2 DEVO FAR SI CHE LA PARTE IMMAGINARIA SI ANNULLI E ALLO STESSO MOMENTO CHE

$(Y_{L_1} + Y_{L_2})_{cc} \Rightarrow 50\ \Omega$

$$\bar{Y}_0 = \frac{Z_c}{Z_0} = \frac{Z_0}{Z_0} = 1$$

$$\mathbb{R}e\{\bar{Y}_{L_1}\} = \mathbb{R}e\{\bar{Y}_{l_l}\} = 0,5$$

* CARTA DI SMITH * → PORTO I DUE CARICHI SU $\mathbb{R}e = 0,5$, MA RUOTO IN MODO DA AVERE PARTI IMMAGINARIE OPPOSTE

$\bar{Y}_{cc_1} = 0,5 + j \quad \bar{Y}_{cc_2} = 0,5 - j$

$l_1 = 0,057\lambda \quad l_2 = 0,287\lambda$

A QUESTO PUNTO SU CC MI TROVO LA SOMMA DI $\bar{Y}_{l_1}$ E $\bar{Y}_{l_2}$

$$\bar{Y}_{cc} = \bar{Y}_{l_1} + \bar{Y}_{l_l} = 0,5 + j + 0,5 - j = 1 \quad \text{(ADATTATO)}$$

$$Y_l = \frac{1}{Z_l} =$$

$$P_d = 1\ W \rightarrow V_G = \sqrt{8 Z_0 \cdot P_d} = 20\ V$$

$$V_{cc} = \frac{V_G}{2} = 10 V$$

$$\Gamma_{AA} = \frac{Z_l - Z_0}{Z_l + Z_0} = 0,338 - j\,0,508$$

$$V_{CC} = V_{AA}^{+}\left(e^{j\beta l_1} + \Gamma_{AA} e^{-j\beta l_1}\right) \rightarrow V_{AA}^{+}$$

$$V_{AA}^{+} = \frac{V_{CC}}{e^{j\beta l_1} + \Gamma_{AA} e^{-j\beta l_1}} = 8,84 + j2,01$$

$\beta l_1 = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 0,057\lambda$ (NON MI SERVE LA f)

$$V_{AA} = V_{AA}^{+}\left(1 + \Gamma_{AA}\right) = 12,86 - j1,81 \text{ V}$$

ESERCIZIO 4

$f = 1$ GHz → $\lambda = 0,3$ m

POLARIZZATA TM

$\varepsilon_{r1} = 2$

$\varepsilon_{r2} = 4$

$\theta_i = 40$

$S_{inc} = 0,1 \frac{W}{m^2}$

DA S_{inc} CERCO IL MODULO DEL CAMPO ELETTRICO

$$S_{inc} = \frac{1}{2}\frac{|E|^2}{\eta} = \frac{1}{2}\cdot\frac{|E|^2}{\eta_0}\cdot\sqrt{\varepsilon_{r1}} \rightarrow |E| = \sqrt{2 S_{inc}\cdot\eta_0\cdot\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}} =$$

$$= 7.3 \frac{V}{m}$$

$|E_x| = |E| \cdot \sin\theta = 4,7 \frac{V}{m}$

$|E_y| = |E| \cdot \cos\theta = 5,6 \frac{V}{m}$

(IL PROFESSORE METTE E_x NEGATIVO)

i 2 β_x E β_y LI DEVO RICAVARE DALL'ANGOLO DI INCIDENZA E DALLA FREQUENZA DELL'ONDA.

$$f = \frac{\beta c}{2\pi} \rightarrow \frac{\beta c}{2\pi\sqrt{\varepsilon_{r1}}}$$

$$\beta = \sqrt{\beta_x^2 + \beta_y^2}$$

$$f = \frac{\beta c}{2\pi\sqrt{\varepsilon_r}} \rightarrow \beta = \frac{2\pi f\sqrt{\varepsilon_r}}{c} = 29{,}619$$

$$\beta_x = \beta \cdot \cos\theta_1 = 22{,}7$$

$$\beta_y = \sqrt{\beta^2 - \beta_x^2} = 19{,}0$$

IL FASORE SARÀ:

$$E_1^+(x,y) = -4{,}7\left(e^{-j22{,}7x} \cdot e^{-j19{,}0y}\right)\underline{u}_x +$$

$$+ 5{,}6\left(e^{-j22{,}7x} \cdot e^{-j19{,}0y}\right)\underline{u}_y =$$

$$= -4{,}7\left(e^{-j(22{,}7x+19y)}\right)\underline{u}_x +$$

$$+ 5{,}6\left(e^{-j(22{,}7x+19y)}\right)\underline{u}_y$$

$$a = 0{,}5\ cm = 0{,}005\ m \rightarrow A = \pi a^2 = 7{,}85 \cdot 10^{-5}\ m^2$$

SULLA SPIRA PRENDO SOLO IL CAMPO VERTICALE E_y, CHE RESTA INVARIATO NELLA RIFLESSIONE

$$|V_0| = \left| i\omega\mu \frac{|E_y|}{\eta_0} \cdot \sqrt{\varepsilon_{r_1}} \cdot A \right| = 0{,}0185\,V = 18{,}5\,mV$$

13 SETTEMBRE 2018

ESERCIZIO 1

$a = 6$ cm

$b = 4$ cm

$f = 6$ GHz → TROVARE i TE_{mn}

$$\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 < \omega^2\mu\varepsilon$$

$$\frac{m^2\cancel{\pi^2}}{a^2} + \frac{n^2\cancel{\pi^2}}{b^2} < (2\pi f)^2 \cdot 4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 8,85\cdot 10^{-12}$$

$$\cancel{4\pi^2}\cdot f^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-19}\cdot 8,85$$

$$\pi\cdot 16\cdot 8,85\cdot 36\cdot 10^{18}\cdot 10^{-19} = 1601,46$$

$m = 1$	$n = 0$	277,8	TE_{10}	OK
$m = 2$	$n = 0$	1111,1	TE_{20}	OK
$m = 3$	$n = 0$	2500	NO	
$m = 2$	$n = 1$	1736	NO	
$m = 0$	$n = 1$	625	TE_{01}	OK
$m = 0$	$n = 2$	2500	NO	
$m = 1$	$n = 1$	902.8	TE_{11}	OK

modi
ENTRO
6 GHz

NEL MODO TE_{10}

$P_{inc} = 0,5 \ \frac{W}{m^2}$

$\Gamma(0) = 0.5 + i\,0.5$

$$\eta_{TE_{10}} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_r}\cdot\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f_1}\right)^2}} = \qquad f_c = \frac{c}{2a} = 2,5 \text{ GHz}$$

$$= 414,7\ \Omega$$

$$P_{inc} = \frac{|E_0|^2\cdot a\cdot b}{4Z} \rightarrow |E_0| = \sqrt{\frac{P_{inc}\cdot 4Z}{a\cdot b}} = 587,8\ \frac{V}{m}$$

$$|E_r| = |E_0\cdot\Gamma(0)| = 415,68\ \frac{V}{m}$$

IL MASSIMO SARÀ LA SOMMA DEI DUE MODULI

$$|E_M| = |E_0| + |E_r| = 1003,54\ V/m$$

MANCA TROVARE LA POSIZIONE DEL MASSIMO

ESERCIZIO 2

$Z_L = 14 - j46$

$Z_G = 50$

$f = 1 \text{ GHz}$

$Z_C = 100$

$P_d = 1 \text{ W}$

$$\overline{Y}_L = \frac{Z_C}{Z_L} = \frac{100}{14 - j46} = 0,606 + j1,98 \sim 0,6 + j2$$

$$\overline{Y}_G = \frac{Z_C}{Z_G} = \frac{100}{50} = 2$$

* CARTA DI SMITH * → RAPPRESENTO $\overline{Y}_L$

↓

RUOTO FINO A TROVARE IL CERCHIO CON $\mathrm{Re} = 2$ → $L = 0,036\lambda$

$\overline{Y}_{BB} = 2 + j3,6$

↓

ELIMINO Im CON STUB RUOTANDO A IN SENSO ANTIORARIO

$- j3,6$

↓

0 → SONO SU C.A. $Z = \infty \rightarrow Y = 0$

↓

$P_s = 0,234\lambda$

$$P_d = \frac{|V_G|^2}{8 R_G} \rightarrow |V_G| = \sqrt{8 P_d R_G} = 20 V \nearrow \begin{matrix} V_{R_G} = 10V \\ V_{BB} = 10V \end{matrix}$$

$$\Gamma_{AA} = \frac{Z_L - Z_c}{Z_L + Z_c} = \frac{19 - j46 - 100}{14 + j46 + 100} = -0{,}51 - j0{,}01$$

$$V_{BB} = V_{AA}^{+} \left(e^{j\beta l} + \Gamma_{AA} e^{-j\beta l} \right)$$

$$V_{AA}^{+} = \frac{V_{BB}}{e^{j\beta l} + \Gamma_{AA} e^{-j\beta l}}$$

$$\rightsquigarrow \quad j \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 0{,}036\lambda$$

$$V_{AA}^{+} = \frac{10}{e^{j2\pi \cdot 0{,}076} + \Gamma_{AA} \cdot e^{-j2\pi 0{,}076}} = 18{,}8 + j14$$

$$V_{AA} = V_{AA}^{+} \left(1 + \Gamma_{AA} \right) = 17{,}7 - j4{,}0 \text{ V}$$

ESERCIZIO 3

ONDA TEM PIANO xy

$$H_i^{+}(x, y) = -3 e^{-j(18x - 10y)} \underline{u}_z$$

$$\varepsilon_{r1} = 1 \qquad \varepsilon_{r2} = 4$$

$$a = 0{,}5 \text{ cm} \qquad P(-0.1, 0.1)$$

INCIDENZA TM

$$\vartheta_i = \arctan\left(\frac{\beta_y}{\beta_x} \right) = 29{,}05°$$

$$\sqrt{\varepsilon_{R1}}\,\mathrm{sim}(\theta_i) = \sqrt{\varepsilon_{R2}}\,\mathrm{sim}(\theta_T)$$

$$\rightarrow \theta_T = \mathrm{arcsim}\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{R1}}}{\sqrt{\varepsilon_{R2}}}\,\mathrm{sim}(\theta_i)\right) = 14{,}05°$$

$$\eta_1^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{R1}}}\cdot\cos(\theta_i) = 328.57\ \Omega$$

$$\eta_2^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{R2}}}\cdot\cos(\theta_T) = 182.86\ \Omega$$

$$\Gamma(0) = -\frac{\eta_2^{TM}-\eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM}+\eta_1^{TM}} \underset{?}{=} -\frac{182{,}86-328{,}57}{182{,}86+328{,}57} = -0{,}286$$

NELLA SUA SOLUZIONE NON C'È

$$|H_{RIF}| = |H|\cdot\Gamma(0) = 0{,}87$$

$$|H_{INC}| = |H|\cdot \mathrm{sim}\,\theta_1 = 1{,}45$$

$$|H_{TOT}| = |H_{RIF}| + |H_{INC}| = 2.31$$

$$|V_0| = \left|i\cdot w\cdot\mu\cdot\frac{E_{INC}}{\eta_0}\cdot A\right| = 2\pi\cdot \underset{\sim}{f}\cdot 4\pi\cdot 10^{-7}\cdot \overset{2{,}24\,\frac{A}{m}\ \nearrow}{|H_{RIF}|}\cdot\pi\cdot a^2 =$$

$$f = \frac{\sqrt{\beta_x^2+\beta_y^2}\cdot c}{2\pi} = 983\ \mathrm{MHz}$$

$$= 1{,}3656 \sim 1{,}4\ V$$

ESERCIZIO 4

$a = 1$ mm

$I = 1$ A

$f = 1$ MHz

$\sigma = 5\cdot10^{7}$ S/m

$$R_s = \frac{1}{\delta\sigma_c} = 2{,}8\cdot10^{-4}\ \Omega$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f\mu_0\sigma_c}} = \sqrt{\frac{1}{\pi\cdot10^{6}\cdot4\pi\cdot10^{-7}\cdot5\cdot10^{7}}} = 7{,}11\cdot10^{-5}$$

$$R = \frac{R_s}{2\pi a} = 0{,}045\ \Omega/m$$

(NON USO $2R_s$ IN QUANTO NON HO DUE FACCE, E COME W USO $2\pi a$)

$$P = \frac{1}{2}I^2\cdot R = 22{,}4\ \text{mW/m}$$

$b = 1$ cm

$d = 3$ cm

h · CAMPO SU LARGHEZZA

↑

$$H(r) = \frac{I}{2\pi r} \rightarrow \Phi(r) = b\int_{d}^{d+b}\frac{I}{2\pi r}\,dr =$$

$$= \frac{Ib}{2\pi}\ln\left(\frac{d+b}{d}\right) = 4{,}58\cdot10^{-4}\ \frac{A}{m}$$

$$|V_0| = |i\cdot\omega\cdot\mu\cdot H(r)\cdot A| =$$

$$b^2$$

$$\left| i \cdot 2\pi \cdot 10^6 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4{,}58 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}01^2 \right|$$

17 GENNAIO 2020

ESERCIZIO 1

$Z_L = 300\ \Omega$

$Z_G = 30\ \Omega$

$f = 1\ GHz$

$l = \frac{\lambda}{4}$

$V_G = 1\ V$

$$P_L = 75\% \rightarrow P_L = P_{imc}\left(1 - |\Gamma_{AA}|\right)^2 \rightarrow$$

$$\rightarrow |\Gamma_{AA}|^2 = \frac{P_{imc} - P_L}{P_{imc}} = 0,25$$

$$\Gamma_{AA} = \sqrt{0,25} = 0,5$$

$$\Gamma_{AA} = \frac{Z_{AA} - Z_L}{Z_{AA} + Z_L} \rightarrow Z_{AA}\Gamma_{AA} + Z_L \Gamma_{AA} = Z_{AA} - Z_L$$

$$Z_{AA} = \frac{Z_G(1 + \Gamma_{AA})}{1 - \Gamma_{AA}} = 90\ \Omega$$

USO Z_{AA} COME IMPEDENZA VISTA DAL GENERATORE DOPO L $\frac{\lambda}{4}$

$$Z_x = \sqrt{Z_{AA} \cdot Z_L} = \sqrt{300 \cdot 90} = 164,3\ \Omega$$

$$\bar{Y}_L = \frac{Z_x}{Z_l} = 0,548 \sim 0,55 \rightarrow \text{RUOTO } \frac{\lambda}{8}$$

$$P_d = \frac{1}{2}\frac{|V_G|}{(R_G+Z_{AA})} = 4,17\cdot 10^{-3}$$

$$P_L = P_d \cdot 0,75 = 3,125 \text{ mW}$$

$$V_{BB} = \sqrt{\frac{2P_d}{\mathbb{R}e\{Y_{BB}\}}} = 1,118 \cong 1,2V$$

$$\check{\bar{Y}}_{BB} = 0,85 + j0,55$$

$$Y_{BB} = \frac{\bar{Y}_{BB}}{Z_x} =$$

$$= 5\cdot 10^{-3} + j\,3,4\cdot 10^{-3}$$

ESERCIZIO 2

$A(0;-1)$ $\quad I_A = 1,41$ A

$B(0,1)$ $\quad I_B = (1+i)$ A

$$\ell = \frac{\lambda}{10}$$

$f = 3$ GHz $\qquad \lambda = 0,1$ m

$r = 2000$ m

$G_r = 10$ dBi

RICORDARSI IN $\frac{\lambda}{10}$ DI SOSTITUIRE ANCHE λ

$$E_{inc} = i\frac{\omega\mu\ell}{4\pi r} e^{-i\beta r}(I_A + I_B) =$$

$$= i\cdot\frac{2\pi\cdot 3\cdot \cancel{10}^{\cancel{9}}\cdot\cancel{4\pi}\cdot 10^{\cancel{-7}}\cdot\frac{\cancel{\lambda}=0,1}{\cancel{10}}}{\cancel{4\pi}\cdot 2000}\cdot e^{-i\frac{2\pi}{0,1}\cdot 2000}\cdot(I_A+I_B)$$

$$= i\,\frac{6\pi}{2000}\cdot e^{-i\,40000\pi}(2,41+i) =$$

$$= -0,0094 + 0,022i$$

$|E_{inc}| = 0,02458\,V \sim 0,025\,V$

$$A_E = \frac{G\lambda^2}{4\pi} = \frac{10^{\frac{6}{10}} \cdot \lambda^2}{4\pi} = 7,96 \cdot 10^{-3}\ m^2$$

$$S_{inc} = \frac{1}{2}\frac{|E^2|}{\eta_0} = 8,28 \cdot 10^{-7}\ W$$

$$P_e = S_{inc} \cdot A_E = 6,37 \cdot 10^{-8}\ W$$

ESERCIZIO 3

$$H_i^+(x,y) = 4e^{-j(3x+3y)}\ \underline{u}_z$$

$\varepsilon_{r_1} = 5 \qquad \varepsilon_{r_2} = 1$

$A(0,4;0;0)$

ANGOLO CRITICO: $\vartheta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) =$

$= \arcsin\left(\frac{\sqrt{1}}{\sqrt{5}}\right) = 26,56°$

ANGOLO DI INCIDENZA: $\vartheta_i = \arctan\left(\frac{k_y}{k_x}\right) =$

$= \arctan\left(\frac{3}{3}\right) = 45°$

$\vartheta_i > \vartheta_c$ RIFLESSIONE TOTALE + TRASMESSA EVANESCENTE

$n_1 \sin\vartheta_i = n_2 \sin\vartheta_T$

$\sin\vartheta_T = \sqrt{5}\,\sin\vartheta_i$

INCIDENZA TM $\rightarrow \eta_m^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{rm}}}\cdot\sin\vartheta_m$

$\eta_1^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{5}}\cdot\cos\vartheta_i = 118,2\,\Omega$

$\eta_2^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{1}}\cdot\sqrt{1-\sin^2\vartheta_T} = -j461,7 \nearrow$ DAL ± DEVA RAM'CE PREN DO SOLO n -

$\Gamma = -\frac{\eta_2^{TM}-\eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM}+\eta_1^{TM}} = -\frac{-j461,7-118,2}{-j461,7+118,2} = -0,87+j0,48$

$T = 1+\Gamma = 0,13+j0,48$

$\alpha_{2x} = \frac{2\pi}{\underbrace{\lambda_1}} \cdot j\cdot\sqrt{1-\sin^2\vartheta_T} \longrightarrow$ SOLUZIONE CON n + AL ±

$\downarrow$

$$f = \frac{\sqrt{\beta_x^2+\beta_y^2}\cdot c}{2\pi\sqrt{\varepsilon_{r1}}} = 80,6\ \text{MHz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = 3,31\,\text{m}$$

$$\alpha_{2x} = j\frac{2\pi}{3,31}\cdot\underbrace{\sqrt{1-\sin^2\vartheta_T}}_{S} = 2,32\ \text{m}^{-1}$$

$$\overline{z}$$

$$H(x,y) = H(0,0) \cdot e^{-\alpha_{zx} \cdot x} \cdot \underbrace{e^{-j\beta_y \cdot y}}_{=0}$$

ESSENDO y
$A(0,4;0) = 0$

$$H(0,0) = H \cdot T =$$

$$= 4 \cdot (0,13 - 0,48j) = 0,52 + j\,1,92$$

$$H(x,y) = (0,52 + j\,1,92) \cdot e^{-\alpha_{zx} \cdot x} = 0,21 + j\,0,76 \ \frac{A}{m} \ \underline{u_z}$$

ESERCIZIO 4

$$\sigma = 7 \cdot 10^{7} \ \frac{S}{m}$$

$a = 2$ mm $\quad b = 5$ mm

$$\varepsilon_r = 2,2 - j\,0,01$$

$f = 2$ GHz $\rightsquigarrow$ NON LO CONSIDERO NEL CALCOLO DELLE CAPACITÀ

$$C_0 = \frac{\pi \varepsilon_0}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)} = \frac{\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}}{\ln\left(\frac{5}{2}\right)} = 3,03 \cdot 10^{-11} \ F$$

$$\pi \varepsilon_r \varepsilon_0 \qquad 6,67 \cdot 10^{-11} \ F$$

$$C_r = \frac{[illegible]}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)} = C_0 \cdot \varepsilon_r = 2,24 \cdot 10$$

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right) = 1,83 \cdot 10^{-7}\ H$$

$$C_T = C_0 \parallel C_r = C_0 + C_r = 8,71 \cdot 10^{-11}\ F$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} = 43,4\ \Omega$$

$$v_f = \frac{c}{\underbrace{\sqrt{\varepsilon_m}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{1,6}} = 2,37 \cdot 10^8\ \frac{m}{s}$$

$$\varepsilon_m = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} = 1,6$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi \cdot f \cdot \mu_0 \cdot \sigma_c}} = 1,35 \cdot 10^{-6}$$

$$R_s = \frac{1}{\delta \sigma_c} = 0,0106$$

$$R = R_s \cdot \underbrace{\left(\frac{1}{2\pi a} + \frac{1}{2\pi b}\right)}_{\text{LE DUE SUPERFICI DEL CAVO}} = 1,18$$

$$\alpha_c = \frac{R}{2Z_c} = 0,0136 \text{ Np/m}$$

$$\varepsilon_r = \underbrace{2,2}_{\varepsilon_r'} - \underbrace{j0,01}_{j\varepsilon_r''}$$

$$G = \underbrace{C_e}_{} \cdot \frac{\omega \cdot \varepsilon_e''}{\varepsilon_e'} = C_e \cdot \frac{2\pi f \cdot (-0,01)}{2,2} = 3,81 \cdot 10^{-3}$$

SOLO LA

METÀ CON ε_e

$6,67 \cdot 10^{-11}$ F

$$\alpha_D = \frac{G \cdot Z_c}{2} = \frac{3,81 \cdot 10^{-3} \cdot 43,4}{2} = 0,083$$

$$\alpha = \alpha_C + \alpha_D = 0,083 + 0,0136 = 0,0966 \frac{\text{Np}}{\text{m}}$$

$$\downarrow$$

$$\alpha\left[\frac{\text{dB}}{\text{m}}\right] = \alpha \cdot 8,686$$

$$= 0,839 \sim 0,84 \frac{\text{dB}}{\text{m}}$$

$E_M = 4$ KV/mm

$E_{Me} = 50$ KV/mm

$$|V_{max}| = E_e \cdot \underbrace{R}_{} \cdot \ln\left(\frac{a}{b}\right) \begin{matrix} \nearrow 7330 \text{ V} \\ \rightarrow 81,6 \text{ KV} \end{matrix} \quad \searrow$$

↖

IL RAGGIO
PRENDO IL MINORE,
DOVE IL CAMPO È
PIÙ FITTO

PRENDO
IL MINORE
DEI DUE

$$|V^+_{MAX}| = \frac{|V_{MAX}|}{2} = 3665\ V$$

$$|P_{MAX}| = \frac{|V^+_{MAX}|^2}{2 Z_c} = 155\ KW$$

7 FEBBRAIO 2020

ESERCIZIO 1

$\varepsilon_r = 2$

$Z_c = 30\,\Omega$

$f = 8\,GHz \rightarrow$ SOLO TEM

$$h = \frac{\lambda_c}{2} = \frac{c}{2\cdot\sqrt{\varepsilon_r}\cdot f} = 0{,}0133\,m \qquad 13{,}3\,mm$$

$$\lambda_c = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}\cdot f} = 26{,}5\,mm = 0{,}0265\,m$$

$$W = \frac{h}{Z_c}\cdot\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0\cdot\varepsilon_r}} = 0{,}1177 \sim 0{,}118\,m = 118\,mm$$

$$\nearrow$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}\cdot\frac{h}{W}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0\cdot\varepsilon_r$$

$$\sigma_c = 10^7\,\frac{S}{m}$$

$$\tan\delta = 0{,}05 \Rightarrow \tan\delta = \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} \rightarrow \varepsilon'' = 0{,}05\,\varepsilon'$$

$$\varepsilon_r = 2 + j\,0{,}1$$

$$R_s = \frac{1}{\delta\sigma_c} = 0{,}056$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu_0 \sigma_c}} = 1,78 \cdot 10^{-6}$$

$$R = \frac{2R_s}{W} = 0,95$$

$$\alpha_c = \frac{R}{2Z_c} = 0,0158 \ Np/m$$

$$G = C_e \cdot \frac{\omega \cdot \varepsilon''_e}{\varepsilon'_e} = C_e \cdot \omega \cdot 0,05 =$$

$$= \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_e \cdot \frac{W}{h} \cdot 2\pi f \cdot 0,05 =$$

$$= 0,3845$$

$$\alpha_d = \frac{G \cdot Z_c}{2} = 5,92 \ Np/m$$

ESERCIZIO 2

$Z_c = 50 \ \Omega$

$Z_L = (7 - j23) \ \Omega$

$Z_G = 25 \ \Omega$

$V_0 = 100 \ V$

$f = 100 \ MHz$

NORMALIZZO TUTTI I CARICHI + ESSENDO STUB PARALLELO, TRASFORMO IN Y

$$\bar{Y}_L = \frac{Z_c}{Z_L} = \frac{50}{7-j23} = 0,606+j1,99 \sim 0,6+j2$$

$$\bar{Y}_G = \frac{Z_c}{Z_G} = \frac{50}{25} = 2$$

PROCEDIMENTO:

- SEGNO I DUE PUNTI SULLA CARTA
- IL PUNTO DI ARRIVO È 2, E SOLO ℓ_1 MI CI PUÒ PORTARE
- LO STUB DOVRÀ ALLORA PORTARMI SULLA "FASE" DI 2, IN MODO CHE, RUOTANDO LA POI CON ℓ_1 RAGGIUNGO 2 REALE.

* CARTA SMITH *

L'UNICO PUNTO DELLA "FASE" DI 2 REALE CHE INCONTRA LA CIRCONFERENZA DI 0,6 REALE È 0,6+j 0,38. IL MIO STUB DEVE QUINDI FARMI FARE IL SALTO DA j2 A j0,38 → $-j1,62$ → $\ell_2 = 0,088\lambda$

TROVATA COSÌ $\bar{Y}_{BB}$, PROCEDO A RUOTARE

FINO ALL' ADATTAMENTO → $\ell_1 = 0,172\,\lambda$

$$P_0 = \frac{|V_G|^2}{8R_G} = 50\ W$$

$$|V_{BB}| = \sqrt{\frac{2P_0}{\underset{\sim}{\mathrm{Re}\{Y_{BB}\}}}} = \sqrt{\frac{2\cdot 50}{0,012}} = 91,287\,V = 91,3\,V$$

$$Y_{BB} = \frac{\bar{Y}_{BB}}{Z_c} = 0,012 + j\,7,6\cdot 10^{-3}$$

ESERCIZIO 3

$f = 1\ GHz$

$\varepsilon_{r_1} = 1$

$\varepsilon_{r_2} = 4$

$\varepsilon_{r_3} = 6 - j$ $\qquad \varepsilon' = 6 \qquad \varepsilon'' = -1$

$\rho = 7,5\ cm$

$S_{inc} = 1\ W/m^2$

$z = 0\ cm \qquad z = 10\ cm$

$$\lambda_n = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_{r_n}}\cdot f} \begin{array}{l} \nearrow \lambda_1 = 0,3\ m \\ \rightarrow \lambda_2 = 0,15\ m \\ \searrow \lambda_3 = 0,1224\ m\ (?) \end{array}$$

ℓ, LA LUNGHEZZA DI ε_{r2}, È UN $\frac{\lambda}{2}$.

$$\eta_m = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{rm}}} = \begin{cases} \nearrow \ \eta_1 = 377\ \Omega \\ \rightarrow \ \eta_2 = 188,5\ \Omega \\ \searrow \ \eta_3 = 152 + j\,12,6\ \Omega \end{cases}$$

ESSENDO ε_{r2} LUNGO $\frac{\lambda}{2}$, NON DI MODIFICA L'IMPEDENZA DI ε_{r3}, FACENDO COSÌ IN MODO CHE $Z_{AA} = \eta_3$

$|\Gamma_{AA}| = 0,426$

$$\Gamma_{AA} = \frac{\eta_3 - \eta_0}{\eta_3 + \eta_0} = \frac{152 + j12,6 - 377}{152 + j12,6 + 377} = -0,42 + j0,034$$

$$S_{tra} = S_{inc}\left(1 - |\Gamma_{AA}|^2\right) = 0,8186 \sim 0,82\ W/m^2$$

$$|E(0)| = \underbrace{|E_{inc}|}_{} \cdot \left(1 - |\Gamma|\right) = 15,76\,V$$

$$|E_{inc}| = \sqrt{2 S \eta_0} = 27,46\ V$$

$$S = \frac{1}{2}\frac{|E|^2}{\eta_0}$$

$|E(0)|$ ARRIVA ANCHE A $B \rightarrow |E(\ell)| = |E(0)|$

ATTENUAZIONE DOVUTA A ε_{r3} IMMAGINARIO:

$$\alpha_z = \frac{\frac{\pi}{\lambda}}{\underbrace{\sqrt{\varepsilon_{r_z}}}_{}} \cdot \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = \frac{\pi}{\lambda_z} \cdot \frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = 4,27 \sim 4,3 \ \frac{Np}{m}$$

SOLO LA PARTE
REALE

$$|E(10)| = |E(\ell)| \cdot e^{-\alpha z} = |E(\ell)| \cdot e^{-\alpha \cdot (10-7,5) \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 15,7 \cdot e^{-4,3 \cdot 0,065} =$$

$$= 14,08 \sim 14,1 \ V$$

ESERCIZIO 4

$a = 8 \ cm$

$|I_A| = 1 \ A$

$f = 200 \ MHz \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = 1,5 \ m$

$R = 10 \ m$

$\ell = 15 \ cm$

$r_A = 10 \ cm$

$$E = \frac{i\omega\mu I \cdot S}{4\pi} \left(\frac{i\beta}{R} \right) \cdot \sin\theta \cdot \underbrace{e^{-i\beta R}}_{} =$$

CERCO IL MODULO
QUINDI LA FASE
NON MI INTERESSA

NON MI INTERESSA

$$= \frac{j\cdot 2\pi f\cdot \cancel{4\pi}\cdot 10^{-7}\cdot I_A\cdot \pi\cdot a^2}{\cancel{4\pi}}\cdot\left(\frac{j\cdot 2\pi}{\lambda\cdot R}\right) =$$

$$= \frac{j\cdot 2\pi\cdot 200\cdot 10^{6}\cdot 10^{-7}\cdot 1\cdot \pi\cdot 0{,}08^2}{1{,}5\cdot 10}\cdot 2\cdot\pi =$$

$$= 1{,}0567\ \frac{V}{m} \sim 1{,}06\ \frac{V}{m}$$

$$V_0 = E_{inc}\cdot \ell = 1{,}06\cdot 0{,}15 = 0{,}158\ V \sim 0{,}16\ V$$

$$R_R = \frac{2}{3}\pi\eta_0\left(\frac{\ell}{\lambda}\right)^2 = \frac{2}{3}\pi\cdot 377\cdot\left(\frac{0{,}15}{1{,}5}\right)^2 = 7.88\ \Omega$$

$$C_c = \varepsilon_0\cdot\frac{A}{\ell_1} = \varepsilon_0\cdot\frac{\pi r_A^2}{\ell_1} = 8{,}85\cdot 10^{-12}\cdot\frac{\pi\cdot 0{,}1^2}{0{,}15} =$$

$$= 1{,}85\cdot 10^{-12}\ F$$

$$Z_{in} = R_R + \frac{1}{j\omega C_c} =$$

$$= R_R - \frac{j}{2\pi f\cdot C_c} = 7.88 - j\cdot\frac{1}{2\pi\cdot 200\cdot 10^{6}\cdot 1{,}85\cdot 10^{-12}}$$

$$= 7{,}88 - j430\ \Omega$$

$$|I| = \left|\frac{V_0}{Z_{in}}\right| = \left|\frac{0{,}158}{7{,}88 - j430}\right| = 3{,}7\cdot 10^{-4}\ A$$

$$P = \frac{\pi}{3}\eta \cdot |I|^2 \cdot \left(\frac{l}{\lambda}\right)^2 = \frac{\pi}{3} \cdot 377 \cdot \left(3{,}7 \cdot 10^{-4}\right)^2 \left(\frac{0{,}15}{1{,}5}\right)^2 =$$

$$= 5{,}4 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{W}$$

7 GIUGNO 2020

ESERCIZIO 1

$Z_L = 11 - j34 \ \Omega$

$Z_G = 75 \ \Omega$

$f = 1 \ GHz$

$Z_c = 75 \ \Omega$

$P_d = 1 \ W$

$$\bar{Y}_L = \frac{Z_c}{Z_L} = \frac{75}{11 - j34} = 0,65 + j2$$

$$\bar{Y}_G = \frac{Z_c}{Z_G} = \frac{75}{75} = 1$$

CARTA DI SMITH

$$0,65 + j2 \rightarrow l = 0,015\lambda \rightarrow \underbrace{1 + j2,5}_{\ell_s = 0,311\lambda}$$

$$P_d = \frac{|V_G|^2}{8R_G} \rightarrow |V_G| = \sqrt{8P_d \cdot R_G} = 24,49 \ V$$

$$|V_{BB}| = \frac{|V_G|}{2} = 12,247 \ V$$

$$|V_{BB}| = |V_{cc}| \cdot |\cos(\beta \cdot \ell_s)|$$

$$|V_{cc}| = \frac{|V_{B1}|}{|\underbrace{\cos(\beta l_s)}|} = -32,75\ V = -33\ V$$

$$\frac{2\pi}{\cancel{\lambda}} \cdot 0,311\ \cancel{\lambda}$$

$$\underbrace{2\pi \cdot 0,311}$$

2π ANGOLO ESPRESSO IN RADIANTI

$= 2 \cdot 180°$ NEI CALCOLI

ESERCIZIO 2

$$H_i^+(x,y) = 5\,e^{-i(2x-2y)}\ k_z \quad \left(\frac{A}{m}\right)$$

$$\varepsilon_{r_1} = 6 \qquad \varepsilon_{r_2} = 1$$

$$f = \frac{\sqrt{\beta_x^2+\beta_y^2}\cdot c}{\sqrt{\varepsilon_r}\cdot 2\pi} = 55,2\ MHz$$

$$\vartheta_1 = \arctan\left(\frac{\beta_y}{\beta_x}\right) = 45°$$

$$\vartheta_c = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r2}}}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}\right) = 24,1°$$

→ INCIDENZA OLTRE ANGOLO CRITICO

$$S_T = \frac{1}{2}|H^+|^2 \cdot \eta = \frac{1}{2}\cdot|H^+|^2\cdot\frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}} = 1923\ \frac{W}{m^2}$$

INCIDENZA TM

$$\eta_1^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}} \cdot \cos\theta_i = 109$$

$$\sqrt{\varepsilon_{r1}} \sin\theta_1 = \sqrt{\varepsilon_{r2}} \sin\theta_T \rightarrow \sin\theta_T = \frac{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}} \cdot \sin\theta_1 =$$

$$= \sqrt{6} \sin 45 =$$

$$= \sqrt{3} = 1{,}7321$$

$$\eta_2^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}} \cdot \underbrace{\sqrt{1-(\sin\theta_T)^2}}_{1-3} = -533j$$

$$\Gamma = -\frac{\eta_2^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = -\frac{-533j - 109}{-533j + 109} = -0{,}92 + 0{,}384j$$

$$H_T(0) = H^+ \cdot (1 - \Gamma) = 0{,}4 + 1{,}96j \quad \frac{A}{m}$$

$$|H_T(0)| = 2$$

$$\alpha_{2x} = \frac{2\pi}{\lambda_1} \cdot \sqrt{1 - \sin\theta_T^2} = 1{,}63 \ m^{-1}$$

$$\beta_{2y} = \beta_{1y} = -2$$

$$^{+} \qquad ^{-\alpha_{2x} \cdot x} \quad ^{-j\beta_{y} y}$$

$$H_2(0,4\,;\,0,2) = H_T(0)\cdot e \qquad \cdot e \quad =$$

$$= -0,21 + j\,1,02\ \frac{A}{m}$$

ESERCIZIO 3

$f = 2\ \text{GHz} \qquad \lambda = \frac{c}{f} = 0,15\ m$

$\rho = \frac{\lambda}{10}$

$I_A = I_B = I_C$

I TRE CONTRIBUTI DEVONO ARRIVARE SFASATI DI 120° L'UNO DALL'ALTRO

$$\cos(\beta D \cdot \sin\theta) = -\frac{1}{2}$$

$$\frac{\cancel{2\pi}}{\lambda}\cdot D\cdot \sin 45 = \frac{\cancel{2\pi}}{3}$$

$$D = \frac{\lambda}{3\sin\theta} = 0,0707\ m$$

$$S = \frac{P_T D}{4\pi}\underbrace{\sin^2\theta}_{=1}\cdot\underbrace{\left(\frac{1}{(x+D)^2}+\frac{1}{x^2}+\frac{1}{(x-D)^2}\right)}$$

$$x^4 - \cancel{2x^2}D + \cancel{x^2D^2} + x^4 - 2\cancel{x^2}D^2 + D^4 + x^4 + \cancel{2x^2D} + x^2\cancel{D^2}$$

$$\frac{3x^4 + D^4 \nearrow \quad = 0}{x^6 - 2x^4 D^2 + x^2 D^4}$$

21 GIUGNO 2020

ESERCIZIO 1

$a = 8$ cm

$b = 3$ cm

TE_{10} $\lambda_c = 2a$ $f_c = \frac{c}{2a} = 1{,}875$ GHz

TE_{01} $\lambda_c = 2b$ $f_c = \frac{c}{2b} = 5{,}0$ GHz

TE_{20} $\lambda_c = a$ $f_c = \frac{c}{a} = 3{,}75$ GHz

1,875 → 3,75 GHz MONOMODALE

$\Gamma(0) = (0{,}3 - j\,0{,}6)$

$f = 2$ GHz

$P_{inc} = 1$ W

$$Z = \frac{\eta_0}{\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f_2}\right)^2}} = \frac{377}{\sqrt{1-\left(\frac{1{,}875}{2}\right)^2}} = 1083\ \Omega$$

$$P = \frac{|E_{inc}|^2\,ab}{4Z} \rightarrow |E_{inc}| = \sqrt{\frac{4PZ}{ab}} = 1344\ \frac{V}{m}$$

IL MASSIMO SARÀ DATO DAL CAMPO ELETTRICO

INCIDENTE SOMMATO A QUELLO RIFLESSO

$$|E_r| = |E_{inc}| \cdot |\Gamma| = 1344 \cdot 0,671 = 901.8 \sim 902 \frac{V}{m}$$

$$|E_{MAX}| = |E_{inc}| + |E_r| = 2246 \frac{V}{m}$$

$$\lambda_G = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_l}\right)^2}} = \frac{0,15}{\sqrt{1 - \left(\frac{1,875}{2}\right)^2}} = 0,431 m$$

RAPPRESENTO $\Gamma(0)$ SULLA CARTA DI SMITH E LO RUOTO FINO A RENDERLO REALE :

$0,3 - j\,0,6 \rightarrow 0,09 \rightarrow$ RUOTO FINO LO $z = 0$

$0,25 + 0,25 - 0,09 =$

$= 0,41 \lambda_g$

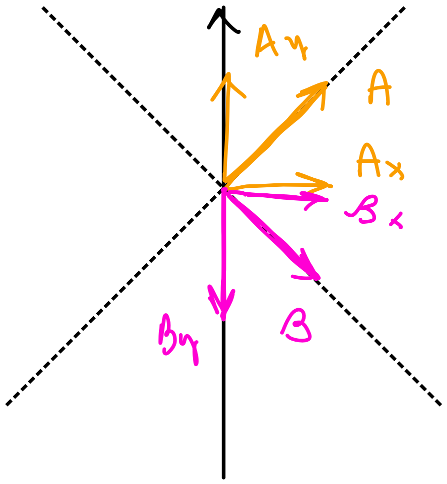
ESERCIZIO 2

$f = 2$ GHz

$d = \frac{\lambda}{10}$

$I_A = I_B = 1 A$

$D = 8$ m



LE COMPONENTI VERTICALI SI ANNULLANO A VICENDA, MENTRE LE ORIZZONTALI SI SOMMANO TRA LORO. PER SFRUTTARE AL MEGLIO LE COMPONENTI ORIZZONTALI DOVRÒ DISPORRE IL DIPOLO ORIZZONTALMENTE, CON $\varphi = 90°$

$C(0;4)$

IL CAMPO ELETTRICO SARÀ UGUALE IN MODULO, MOLTIPLICHERÒ IL CAMPO ORIZZONTALE x 2

$$|E| = \frac{i\omega\mu I \cdot \ell}{4\pi r} \cdot e^{-i\beta r} \cdot \sin\theta$$

$$|E_x| = |E| \cdot \cos\theta$$

$$|E_x^T| = 2|E_x| = 2|E| \cos\theta$$

$$|E| = \frac{i \cdot \cancel{2}\pi \cdot \cancel{2} \cdot 10^{8} \cdot \cancel{4\pi} \cdot \cancel{10}^{-7} \cdot \frac{0,15}{\cancel{10}}}{\cancel{4\pi} \cdot \cancel{4} \cdot \sqrt{2}} \cdot e^{-i \frac{2\pi}{0,15} \cdot 4 \cdot \sqrt{2}} \cdot \sin 45°$$

$$= \frac{i\pi \cdot 70 \cdot 0,15}{\cancel{\sqrt{2}}} \cdot e^{-i \frac{2\pi}{0,15} \cdot 4 \cdot \sqrt{2}} \cdot \frac{\cancel{\sqrt{2}}}{2} =$$

$$= 2,335 \, \frac{V}{m}$$

$$|E_x| = 2,335 \cdot \frac{\sqrt{2}}{1} = 7,665 \, \frac{V}{m}$$

$$|E_x^T| = |E_x| \cdot 2 = 3,33 \ \frac{V}{m}$$

$$|V_0| = |E| \cdot \ell = 0,0499 \ \frac{V}{m} \sim 50 \ mV$$

$$R_e = \frac{2}{3} \pi \eta_0 \left(\frac{\ell}{\lambda} \right)^2 = 7.89 \ \Omega$$

$$P_{TOT} = \frac{|V_0|^2}{8 R_G} = 39 \ \mu W$$

ESERCIZIO 3

$Z_G = 50 \ \Omega$

$V_0 = 10 V$

$f = 900 \ MHz$

$Z_L = (125 - j 125) \ \Omega$

$Z_c = 50 \ \Omega$

$$\bar{y}_L = \frac{Z_c}{Z_L} = \frac{50}{125 - j125} = 0,2 + j0,2$$

$$\bar{y}_G = \frac{Z_c}{Z_G} = \frac{50}{50} = 1$$

CARTA SMITH

$$\ell_{SL} = 0,25 + 0,031 = 0,281 \ \lambda$$

$l_{s1} = 0,324 - 0,25 = 0,074\,\lambda$

$\bar{Y}_{s1} = \bar{Y}_A - \bar{Y}_L = 0,2 + j0,4 - 0,2 - j0,2 = j0,2$

$\bar{Y}_{s1} = -\mathrm{Im}(B) = -j2$

RAPPRESENTO E RUOTO A ∞

$\bar{Y}_{BB} = \bar{Y}_L + \bar{Y}_{SL} = 0,2 + j0,2 + j0,2 = 0,2 - j0,4$

$V_{AA} = \frac{V_0}{2} = 5V$

$Y_{BB} = \frac{\bar{Y}_{BB}}{Z_c} = (4 + j8) \cdot 10^{-3}\,\Omega^{-1} \rightarrow Z_{BB} = 50 - j100\,\Omega$

$P_d = \frac{|V_0|^2}{8Z_G} = 0,25\,W$

$V_{BB} = \sqrt{\frac{2P_d}{\mathrm{Re}\{Y_{BB}\}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,25}{0,004}} = 11,18 \sim 11,2V$

29 AGOSTO 2020

$V_0 = 5V$

$Z_G = 100\ \Omega$

$Z_1 = Z_2 = 300\ \Omega$

$Z_c = 100\ \Omega$

$$\bar{Y}_G = \frac{Z_c}{Z_G} = 1$$

$$\bar{Y}_1 = \frac{Z_c}{Z_1} = \frac{100}{300} = 0{,}33\ \Omega$$

$$\Re\{\bar{Y}_{B1}\} = 1 \rightarrow 0{,}33 + \underbrace{0{,}67}_{Z_1 + \underbrace{l}_{0{,}135\lambda}}$$

OTTENGO DA Z_2 + ROTAZIONE DI FASE

$0{,}67\lambda + j0{,}87$

$$\bar{Y}_{BB} = 0{,}33 + j0{,}87 + 0{,}67 = \underbrace{1 + j0{,}87}_{-j0{,}87}$$

$\downarrow$

$Y = \infty \rightarrow$

$\rightarrow l_s = 0{,}135\lambda$

$$P = \frac{|V_0|^2}{8 Z_G} = \frac{25}{8 \cdot 100} = 31,25 \text{ mW}$$

ESERCIZIO 2

$\varepsilon_r' = 2,5$

$Z_c = 40\ \Omega$

$f = 4$ GHz

$$h = \frac{\lambda_c}{2} \quad \rightarrow \quad \lambda_c = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r} \cdot f} = 0,047 \text{ m}$$

$$= 0,0237 \text{ m}$$

$$W = \frac{h}{Z_c} \cdot \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r'}} = 0,141 \text{ m}$$

$\sigma_c = 10^7 \ \frac{S}{m}$

$\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = 0,05$

$f = 3\ GHz$

$P = 100\ W$

α_c :

$$R_s = \frac{1}{\delta \sigma_c} = 0{,}034$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu_0 \sigma_c}} = 2{,}81 \cdot 10^{-6}$$

$$R = \frac{2 R_s}{W} = 0{,}488$$

$$\alpha_c = \frac{R}{2 Z_c} = 6{,}1 \cdot 10^{-3}$$

α_D :

$$G = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot \frac{W}{h} \cdot \frac{\overset{2\pi f}{\widetilde{\omega}} \cdot \varepsilon_r''}{\varepsilon_r'} = 0{,}124$$

$$\alpha_D = \frac{G \cdot Z_c}{2} = 2{,}4799$$

$$\alpha = \alpha_D + \alpha_C = 2{,}49\ Np/m$$

$$\frac{dP}{} = P(0) e^{-2\alpha l} \cdot (-2\alpha) \Rightarrow \left| \frac{dP}{} \right. = P(0) \cdot e^{-2\alpha l}$$

$P(z) = 0,6874$

$P_d(z) = P(0) - P(z) = 99,3$ W

ESERCIZIO 3

$f = 1$ GHz INCIDENZA TM

$\varepsilon_{r_1} = 1$

$\varepsilon_{r_2} = 3$

$\vartheta = 35°$

$S_{inc} = 0,5 \ \frac{W}{m^2}$

$$\sqrt{\varepsilon_{r_1}} \sin\vartheta_i = \sqrt{\varepsilon_{r_2}} \sin\vartheta_T \rightarrow \vartheta_T = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r_1}}}{\sqrt{\varepsilon_{r_2}}} \sin\vartheta_i\right) = 19,34°$$

$$\eta_m^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_m}} \cdot \cos\vartheta_m \quad \begin{matrix} \nearrow 309 \\ \searrow 205 \end{matrix}$$

$$\Gamma = -\frac{\eta_2^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = -\frac{205 - 309}{205 + 309} = +0,2$$

IL PRIMO MINIMO DELL'ONDA RIFLESSA SARÀ IN $d = 0$, MENTRE IL SECONDO SARÀ:

$$\underset{\sim}{\beta_{1x}} \cdot d = \pi$$

$$\beta_{1x} = \beta \cdot \cos\theta_1 = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \cos\theta_1 = 17{,}1\ m^{-1}$$

$$d = \frac{\pi}{\beta_{1x}} = 0{,}183\ m$$

$$\ell = \frac{\lambda}{20}$$

$$S_{inc} = \frac{1}{2}\frac{|E|^2}{\eta_0} \rightarrow |E| = \sqrt{2 \cdot |S_{inc}| \cdot \eta_0} = 19{,}4$$

$$E_y = |E| \cdot \cos 35^\circ = 15{,}9$$

$$E_{y_r} = |E_y| \cdot \Gamma = 3{,}18$$

$$E_{y\,min} = E_y - E_{y_r} = 12{,}72\ \frac{V}{m}$$

$$P_R = S_{inc} \cdot A_E = \frac{1}{2}\frac{|E_{y\,min}|^2}{\eta_0} \cdot A_E = 2{,}31\ mW$$

$$A_E = \frac{3}{8} \cdot \frac{\lambda^2}{\pi} = 0{,}01075$$

18 GENNAIO 2021

ESERCIZIO 1

$Z_L = 20 + j20$

$Z_C = 100\ \Omega$

$\alpha = 0,7\ dB/m$

$l = 4\ m$

$Z_G = 50\ \Omega$

$P_d = 1\ W$

$f = 300\ MHz$

$$\alpha\,[Np] = \frac{\alpha_{dB}}{8,686} = 0,0806\ Np/m$$

$$\Gamma_{AA} = \frac{Z_L - Z_C}{Z_L + Z_C} = \frac{20+j20-100}{20-j20+100} = -0,62+j0,27$$

$$0,68$$

$$\overline{Z}_L = \frac{Z_L}{Z_C} = \frac{20+j20}{100} = 0,2+j0,2$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = 1\ m$$

ANTIORARIA

$\frac{l}{\lambda} = 4$ NUMERO INTERO, NON HO ROTAZIONE $^{\vee}$

$$|\Gamma_{BB}| = |\Gamma_{AA}| \cdot e^{-2\alpha_{Np} \cdot l} = 0,3557 \sim 0,36$$

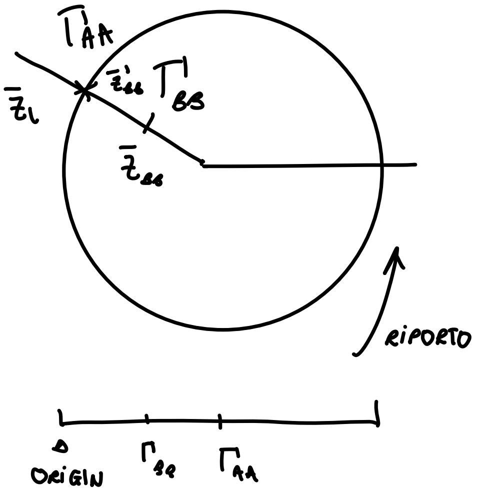
CARTA SMITH → RAPPRESENTO $\overline{Z}_L$ → RUOTO $\frac{l}{\lambda}$

$\bar{z}_{BB} = 0,48 + j0,16 \rightarrow$ TROVO $\bar{z}'_{BB} \rightarrow$

$z_{BB} = 48 + j16 \quad \underset{\sim}{50\Omega}$

$$|\Gamma'_{BB}|_{R_G} = \left|\frac{z_{BB} - R_G}{z_{BB} + R_G}\right| = 0,16$$

$$P_T = P_G \cdot \left(1 - |\Gamma'_{BB}|^2_{R_G}\right) = 0,874 \text{ W}$$



ESERCIZIO 4

$f = 1$ GHz   INCIDENZA TE

$\varepsilon_{r1} = 4$

$\varepsilon_{r2} = 1$

$\vartheta = 30°$

$S_{inc} = 0,5 \ \frac{W}{m^2}$

$$\vartheta_c = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r2}}}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}\right) = \arcsin\left(\frac{1}{2}\right) = 30°$$

$\vartheta_i = \vartheta_c \rightarrow$ RIFLESSIONE TOTALE

NEL SECONDO MEZZO NON VIENE MANDATA DENSITÀ DI POTENZA

$\beta_{1y} = \beta_{2y}$ $\underset{\sim}{\alpha_{2x} = 0}$ NON HO ATTENUAZIONE

$$E_z(0,3;0;0) = E_z(0;0;0)$$

$\downarrow$

E^+ ...

E_{inc}

$\downarrow$

$E_{inc}(1+\Gamma)$

NEL CASO DELL'ANGOLO CRITICO, $\Gamma = 1$

$E^+_{inc} = 2E_{inc} = 27,5 \frac{V}{m}$

$E_{inc} = \sqrt{2 \cdot |S_{inc}| \cdot \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}} = 13,73 \frac{V}{m}$

ESERCIZIO 3

$A(0,0)$ $B(6,0)$ $C(3+\Delta x, 0)$

$d = \frac{\lambda}{10}$ $r = 0,25\ cm = 0,0025\ m$

$I_A = I_B = 1A$ $C_x = 3pF$

$f = 1\ GHz$

$\lambda = \frac{c}{f} = 0,3\ m$

SE $\Delta x = 0$, C SI TROVA ESATTAMENTE A λ DAI DIPOLI, CHE SONO PUNTI DI NULLO.

ALL'AUMENTARE DI Δx A RITARDA E B ANTICIPA. I DUE CAMMINI SARANNO PERFETTAMENTE IN FASE.

MENTE IN FASE.

$$\Delta x = \frac{\lambda}{4} = 0,075\,m = 7,5\,cm$$

E MI
TROVO
SULLA SOMMA
DI DUE
MASSIMI

$$|H_T| = 2|H_A| = 2|H_B| = 2\,\frac{j\omega\mu I\ell}{4\pi R\eta}\cdot \sin\theta \cdot e^{-j\beta R}$$

$$= 2\,\frac{j\cdot 2\pi f\cdot 4\pi\cdot 10^{-7}\cdot \frac{\lambda}{10}}{4\pi\cdot R\cdot \eta}\cdot e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}\cdot R} =$$

$$= 2\,\frac{j\cdot 2\pi\cdot \cancel{10^{8}}\cdot \cancel{4\pi}\cdot 10^{\cancel{-8}}\cdot \cancel{0,3}}{\cancel{4\pi}\cdot \cancel{3}\cdot 377}\cdot e^{-j\frac{2\pi}{0,3}\cdot 3} =$$

$$= 0,033\ \frac{A}{m}$$

$$R_e = \eta_0\cdot \frac{8\pi^3}{3}\cdot\left(\frac{S}{\lambda^2}\right) = \eta_0\cdot \frac{8\pi^3}{3}\left(\frac{r^2\cdot\pi}{\lambda^2}\right) = 7,48\cdot 10^{-3}$$

$$|V_0| = j\omega\mu H_{inc}\cdot S = j\cdot 2\pi f\cdot 4\pi\cdot 10^{-7}\cdot H_{inc}\cdot \pi r^2 =$$

$$= j\cdot 2\pi\cdot 10^{8}\cdot 4\pi\cdot 10^{-7}\cdot 0,033\cdot \pi\cdot 0,0025^2 =$$

$$= 5,12\cdot 10^{-3}\,V$$

$$|I| = \frac{|V_0|}{\eta} = 3,44\,A$$

Ke

L'INDUTTANZA L È COMPENSATA DA C_x, IL CIRCUITO È RISONANTE

$$|V_{Cx}| = |Z_{Cx}| \cdot |\bar{I}| = \frac{1}{\omega C_x} \cdot |\bar{I}| = 53.1 \cdot 3{,}46 =$$

$$= 184\ V$$

4 FEBBRAIO 2021

ESERCIZIO 1

$Z_L = 20 - j\,15$

$Z_G = 75\,\Omega$

$f = 1\,GHz$

$Z_c = 50\,\Omega$

$P_d = 1\,W$

$$\bar{y}_L = \frac{Z_c}{Z_L} = 1{,}6 + j\,1{,}2$$

$$\bar{y}_G = \frac{Z_c}{Z_G} = \frac{50}{75} = 0{,}67$$

$$1{,}6 + j\,1{,}2 \rightarrow \underset{\sim}{l} \rightarrow 0{,}67 - j\,0{,}8 \rightarrow \underset{\sim}{l_s} \rightarrow 0{,}67$$

$0{,}177\,\lambda$ $\quad$ $0{,}358\,\lambda$

$0{,}0531\,m$ $\quad$ $0{,}1074\,m$

$f = 0{,}8\,GHz$

$\lambda = 0{,}375\,m$

$l = 0{,}142\,\lambda \qquad l_s = 0{,}286\,\lambda$

$$\overline{z}_L = \frac{z_L}{z_c} = \frac{20-j15}{50} = 0,4-j0,3 \xrightarrow{l} 1,6+j7,2$$

$$\downarrow$$

$$\overline{Y}_{BR} = 0,4-j0,3$$

LO STUB MI DA SOLO $+j0,23$

$$\overline{Y}'_{BB} = 0,4-j0,07 \rightarrow z'_{BB} = \frac{z_c}{\overline{Y}_{BR}} = 121+j21$$

$$|\Gamma'_{BB}| = \left|\frac{z'_{BB} - z_G}{z'_{BB} + z_G}\right| =$$

$$P_L = P_{INC} \cdot (1-|\Gamma'_{BB}|^2) = 0,73W$$

$$\frac{50}{20-j15} = 1,6+1,2j$$

$$Y_{Br} = 0,8-j2,08$$

ESERCIZIO 2

$f = 7$ GHz POLARIZZAZIONE TM

$\varepsilon_{r_1} = 2 \quad \varepsilon_{r_2} = 7$

$\theta = 30^\circ$

$S_{inc} = 0,5 \frac{W}{m^2}$

$$\sqrt{\varepsilon_{r1}} \sin\theta_1 = \sqrt{\varepsilon_{r2}} \sin\theta_T$$

$$\theta_T = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}} \cdot \sin\theta_i\right) = 45^\circ$$

$$\eta_m^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r_m}}} \cdot \cos\theta_m \begin{array}{l} \nearrow 237 \\ \searrow 267 \end{array}$$

$$\Gamma_{AA} = - \frac{\eta_2^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = -0,072 \qquad |\Gamma| = 0,072$$

$$|H_1^+| = \sqrt{\frac{2S_{inc}}{\eta_1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,5}{267}} = 0,061 \ \frac{A}{m}$$

$$\sim$$

$$\frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r1}}} = 267$$

$$|H_2^t| = |H_1^+| \cdot (1 + \Gamma) = 0,057 \ \frac{A}{m}$$

$$S_{T2} = \frac{1}{2} |H_2^+|^2 \cdot \eta_2 = \frac{1}{2} \cdot 0,057^2 \cdot 377 = 0,61$$

ESERCIZIO 3

$\varepsilon_r' = 3$

$Z_c = 75\,\Omega$

$f_c = 15$ GHz

$$\lambda_c = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}\cdot f_c} = 0{,}01155 \text{ m}$$

$$h = \frac{\lambda_c}{2} = 5{,}77\cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$W = \frac{h}{Z_c}\cdot\sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0\cdot\varepsilon_r}} = 0{,}0167 \text{ m}$$

$\sigma_c = 10^7 \frac{S}{m}$

$\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} = 0{,}01$

$f = 1$ GHz

α_c:

$$R_s = \frac{1}{\delta\sigma_c} = 0{,}0199$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi\cdot f\cdot\mu_0\cdot\sigma_c}} = 5{,}035\cdot 10^{-6}$$

$$R = \frac{2R_s}{\quad} = 2{,}378$$

w

$$\alpha_c = \frac{R}{2Z_c} = 0{,}0158 \ Np/m$$

α_D :

$$G = C_e \cdot \frac{\omega \cdot \varepsilon''}{\varepsilon'} = \varepsilon_r' \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{W}{h} \cdot \frac{2\pi f \cdot \varepsilon''}{\varepsilon'} =$$

$$= 4{,}826 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha_D = \frac{G \cdot Z_c}{2} = 0{,}181 \ Np/m$$

24 GIUGNO 2021

ESERCIZIO 1

$W = 2$ cm

$h = 0,5$ cm

$\varepsilon_{r1} = 2$

$\varepsilon_{r2} = 4$

$$C_0 = \varepsilon_0 \cdot \frac{\frac{W}{2}}{h} = 1,77 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$C_1 = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r1} \cdot \frac{\frac{W}{2}}{\frac{h}{2}} = 7,08 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$C_2 = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r2} \cdot \frac{\frac{W}{2}}{\frac{h}{2}} = 14,16 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$C_R = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 4,72 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$C_T = C_0 + C_R = 6,49 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$C_0' = \varepsilon_0 \cdot \frac{W}{h} = 2C_0 = 3,54 \cdot 10^{-11} \text{ F}$$

$$L = \frac{\mu_0 \varepsilon_0}{} = 3,14 \cdot 10^{-7} \text{ H}$$

$$\frac{\quad}{C_0} =$$

$$Z_c = \sqrt{\frac{L_0}{C_T}} = 68,6\ \Omega$$

$P^+ = 10\ W$

$f = 100\ MHz$

$$Z = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_R} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}} = \begin{cases} \rightarrow 377.03 \\ \rightarrow 266,6 \\ \rightarrow 188,5 \end{cases}$$

$$f_c = \frac{c}{2W} = 7,5\ GHz$$

$$P^+ = \frac{1}{2} \frac{|V|^2}{Z} \rightarrow |V|^2 = \sqrt{2 Z P^+} = 37,3\ V$$

$$E_0 = \frac{V}{h} = 7,46\ KV/m$$

PARTITORE DI TENSIONE TRA C_1 E C_2

$C_1 \rightarrow V_1 = 24,867\ V$

$C_2 \rightarrow V_2 = 12,441\ V$

$$E_1 = \frac{V_1}{\frac{q}{2}} = 8,85 \text{ KV}$$

$$E_2 = \frac{V_2}{\frac{q}{2}} = 4,87 \text{ KV}$$

ESERCIZIO 2

$Z_1 = 100 + j100$

$Z_2 = 20 + j40$

$Z_c = Z_G = 50$

$P_d = 1 \text{ W}$

$f = 1 \text{ GHz}$

$$\bar{z}_1 = \frac{Z_1}{Z_c} = \frac{100 + j100}{50} = 2 + j2$$

$$\bar{z}_2 = \frac{Z_2}{Z_c} = \frac{20 + j40}{50} = 0,4 + j0,8$$

DEVO RUOTARE z_1 IN MODO DA ARRIVARE AL REALE DI z_2

$d = 0,385\lambda - 0,208\lambda = 0,177\lambda \quad (z_{BB} = 0,4 - j0,8)$

$$z_G = \frac{Z_G}{Z_c} = 1 \quad \rightarrow \quad y_G = 1$$

$$\bar{z}_L = \bar{z}_L + \bar{z}_{BB} = 0,4 + j0,8 + 0,4 - j0,8 = 0,8$$

$$\bar{y}_L = \frac{1}{\bar{z}_L} = 1,25$$

RUOTO FINO A REALE 1 → $1 - j0,23$

$d_s = 0,116\lambda$

ELIMINO ORA $-j0,23$ RAPPRESENTANDO $+j0,23$ E RUOTANDO ANTIORARIO FINO A $y = 0$ (C.A. $z = \infty$)

$\ell_s = 0,036\lambda$

$$Y_{DD} = \frac{1}{50} = 0,02 \qquad V_{DD} = \sqrt{\frac{2P_u}{\mathrm{Re}\{Y_{DD}\}}} = 10V$$

$$Y_{CC} = \frac{\bar{y}_{CC}}{50} = 0,025 \qquad V_{CC} = \sqrt{\frac{2P_u}{\mathrm{Re}\{Y_{CC}\}}} = 8,9V$$

$$Y_{BB} = \frac{1}{\bar{z}_{BB} \cdot Z_c} = \frac{1}{100} + i\,\frac{1}{50} \qquad V_{BB} = \sqrt{\frac{P_u}{\mathrm{Re}\{Y_{BB}\}}} = 10V$$

$$Y_{AA} = \frac{1}{100-j100} = 5\cdot 10^{-3} + j5\cdot 10^{-3}$$

$$V_{AA} = \sqrt{\frac{P_d}{|Re\{Y_{AA}\}|}} = 14,1\,V$$

DA CC LA
POTENZA SI
DIVIDE METÀ
SU Z_L E METÀ
AVANZA A Z_1

ESERCIZIO 3

$$H_1^+(x,y) = 2e^{-j(8x-5y)}\,\underline{u}_z \qquad \underline{\underline{TM}}$$

$\varepsilon_{r_1} = 1$ $\quad\varepsilon_{r_2} = 2$

$a = 1$ cm $\quad P(-0,2\,;\,0\,;\,0)$

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{\beta_y}{\beta_x}\right) = \arctan\left(\frac{5}{8}\right) = 28,05°$$

$$f = \frac{\beta c}{2\pi} = \frac{\sqrt{\beta_x^2+\beta_y^2}\cdot c}{2\pi} = 482\,MHz$$

$$\sqrt{\varepsilon_{r_1}}\sin\theta_1 = \sqrt{\varepsilon_{r_2}}\cdot\sin\theta_T \rightarrow \theta_T = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{R_1}}}{\sqrt{\varepsilon_{R_2}}}\cdot\sin\theta_i\right)$$

$$= \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\cdot\sin 28\right) =$$

$$= 20°$$

$$\eta_m^{TM} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r_m}}} \cos\theta \quad \begin{matrix} \nearrow 330 \\ \searrow 251 \end{matrix}$$

$$\Gamma = - \frac{\eta_L^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = 0,136$$

$$|H_\rho| = H^+ - (H^+ \cdot \cos 28 \cdot \Gamma(0)) = 2 - 2 \cdot 0,136 \cdot \cos 28 =$$

$$= 1,76 \frac{A}{m}$$

$$|V_0| = j\, \omega\mu |H_\rho| \cdot S = 2\pi f \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot |H_\rho| \cdot a^2 \cdot \pi =$$

$$= 2\pi \cdot 480 \cdot \cancel{10^6} \cdot 4\pi \cdot 10^{\cancel{-7}\,-1} \cdot 1,76 \cdot \pi \cdot$$

$$\cdot\, 0,01^2 =$$

$$= 2,1358 \sim 2,14\, V$$

ESERCIZIO 4

$A(0, H)$ $B(0,0)$ $C(0,-H)$

$f = 3\, GHz$

$L = \frac{\lambda}{10}$

$I_A = I_C = 1A$

I I

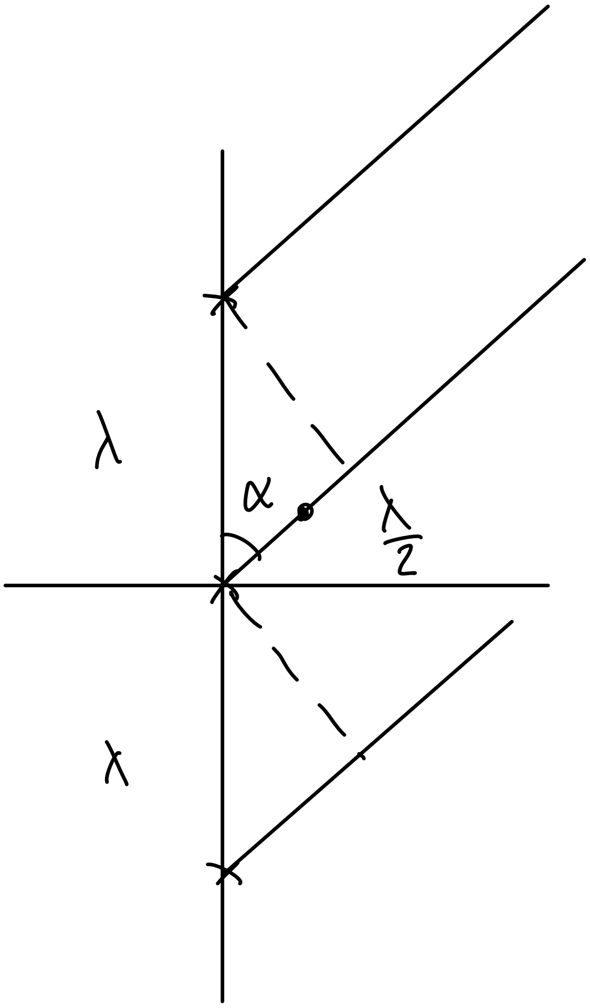
$I_B = I$

$\theta = \frac{\pi}{2}$ $\theta = 0$

$\lambda = \frac{c}{f} = 0,1\ m$

AFFINCHE SI ANNULLINO $I_B = -(I_A + I_C) = -2A$

SE SI DEVONO SOMMARE, DEVONO ESSERE A DISTANZA VERTICALE H PARI ALLA λ, IN MODO DA RISULTARE IN FASE A E C E CONTROFASE B



α TALE DA AVERE DIFFERENZA DI PERCORSO $\lambda/2$ IN MODO DA RITARDARE E ANTICIPARE LA FASE, OTTENENDO COSÌ $-I_A$ E $-I_C$

$\lambda \cos\alpha = \frac{\lambda}{2} \rightarrow \alpha = 60^\circ + K\pi$

$\pm 20^{\circ} + k\pi$

6 SETTEMBRE 2021

ESERCIZIO 1

$Z_L = 10 + j\,10 \ \Omega$

$Z_c = 75 \ \Omega$

$\alpha = 0{,}8 \ dB/m \rightarrow \alpha_{Np} = 0{,}092 \ Np/m$

$Z_g = 50 \ \Omega$

$P_d = 1 \ W$

$f = 100 \ MHz$

$l = 6 \ m$

$$\lambda = \frac{c}{f} = 3 \ m$$

$\frac{l}{\lambda} = 2$ → NESSUNA ROTAZIONE

$$\bar{z}_L = \frac{Z_L}{Z_c} = \frac{10 + j10}{75} = 0{,}13 + j\,0{,}13$$

$$|\Gamma_{BB}| = |\Gamma_{AA}| \cdot e^{-2\alpha l} = 0{,}255$$

$$|\Gamma_{AA}| = \left| \frac{Z_L - Z_c}{Z_L + Z_c} \right| = 0{,}768$$

$$\bar{z}_L = \frac{z_L}{z_c} = 0,13 + j\,0,13$$

$$\bar{z}_{BB} = 0,6 + j\,0,08 \rightarrow z_{BB} = 45 + j\,6$$

$$|\Gamma_{BB}^{eG}| = \left| \frac{z_{BB} - z_G}{z_{BB} + z_G} \right| = 0,0,082$$

$$P_T = P_d\,(1 - |\Gamma_{BB}|^2) = 0,993\ W$$ POTENZA IMMESSA

$$P_L = P_0^+ \cdot e^{-2\alpha L} \cdot (1 - |\Gamma_{AA}|^2) = 0,144\ W$$

$$P_0^+ = \frac{P_i}{1 - |\Gamma_{AA}|^2 e^{-4\alpha l}} = \frac{1}{1 - (0,768)^2 \cdot e^{-4 \cdot 0,082 \cdot 6}} =$$

$$= 1,06\ W$$

TRASFORMATORE $\frac{\lambda}{4}$ CON NEUTRALIZZATORE

$Z_{AA} = 50\ \Omega$

$z_L = 10 + j\,10 \rightarrow \bar{z}_L = 0,13 + j\,0,13$

ELIMINO TRAMITE NEUTRALIZZATORE n $j0,13$

$L = 0,$[illegible]8λ

$\bar{z}_L' = 7,5 \rightarrow z_L' = 562,5$

$Z_x = \sqrt{Z_{in} Z_L'} = 168 \, \Omega$

$Z_{AA} = 50 \, \Omega$

$|\Gamma'_{AA}| = \left| \frac{Z_{AA} - Z_c}{Z_{AA} + Z_c} \right| = \left| \frac{50-75}{50+75} \right| = 0,2$

$|\Gamma_{BB}| = |\Gamma_{AA}| \cdot e^{-2\alpha L} = 0,0663 \rightarrow Z_{BB} = 65,6$
$\sim 66 \, \Omega$

$|\Gamma_{BB}^{RG}| = \left| \frac{Z_{BB} - Z_G}{Z_{BB} + Z_G} \right| = 0,1378$

$P_T = P_d \left(1 - |\Gamma_{BB}^{RG}|^2 \right) = 0,981 W$

ESERCIZIO 2

$a = 3$ cm
$b = 1$ cm
$f = 1,2 \, f_c$ $\quad f_c \; TE_{10}$
$P = 1$ W
$r = \frac{\lambda_0}{40}$

$x_0 = 0,8 \, a \quad y_0 = 0,5 \, b$

$$\lambda_c = 2a = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$$

$$f_c = \frac{c}{\lambda_c} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,06} = 5 \text{ GHz}$$

$$f = 1,2 f_c = 6 \text{ GHz}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = 0,05 \text{ m}$$

$$Z = \frac{\eta_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_l}\right)^2}} = \frac{377}{\sqrt{1 - \left(\frac{5}{6}\right)^2}} = 682 \, \Omega$$

$$P = \frac{|E_0|^2 ab}{4Z} \rightarrow |E_0| = \sqrt{\frac{4PZ}{ab}} = 3015 \frac{V}{m}$$

$$\sim 3 \text{ kV/m}$$

$$H_z = \frac{iE_0}{\eta} \cdot \left(\frac{\lambda}{2a}\right) \cdot \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right) =$$

$$= i \cdot \frac{3015}{377} \cdot \left(\frac{0,05}{2 \cdot 0,03}\right) \cdot \cos(\pi \cdot 0,8) =$$

$$= 5,38 \frac{A}{m} \sim 5,4 \frac{A}{m}$$

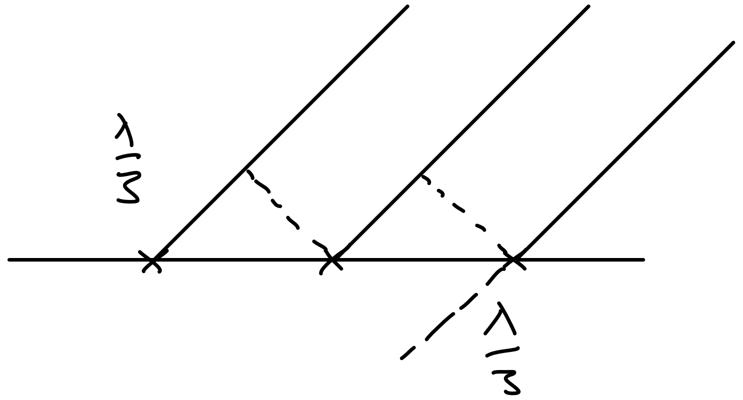
ESERCIZIO 4

$\ell = \frac{\lambda}{15}$

$I = 0,1\ A$

$f = 1\ GHz$

$\theta = 45°$



LE 3 COMPONENTI DEVONO ESSERE SFASATE DI 120° → LE DIFFERENZE DI PERCORSO DEVONO ESSERE PARI A $\frac{\lambda}{3}$

$d \cdot \cos 45 = \frac{\lambda}{3} \rightarrow d = \frac{\lambda}{3 \cos 45} = 0,14\ m$

$\lambda = \frac{c}{f} = 0,3\ m$

NELLA DIREZIONE DI MASSIMA RADIAZIONE (90°- 270°) AVRÒ:

$E_T = 3E$

$S_T = \frac{1}{2} \frac{|E_T|^2}{\eta} = 9P$ → D = 3 VOLTE DI PIÙ

$D = 3 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{2}$

DIRETTIVITÀ
SINGOLO DIPOLO
(G o D)

16 GIUGNO 2021
ESERCIZIO 1

$f = 200 \text{ MHz}$

$\varepsilon_r = 7 - i4$

$\sigma = 0,1 \text{ S/m}$

$E(x,y,z) = 4e^{-\gamma x}$

$$\eta = \sqrt{\frac{i\omega\mu_0}{\sigma + i\omega\varepsilon_0\varepsilon_r}} = 84 + i50$$

$$\gamma = \sqrt{-\omega^2\mu_0\varepsilon_0\varepsilon_r + i\omega\mu_0\sigma} = \sqrt{-123 + i70 + i158} =$$

$$= \sqrt{-123 + i228} = 8,25 + i13,8 \sim \underset{\alpha}{8,3} + i\underset{\beta}{13,8}$$

$$\underline{E}(x,y,z,t) = 4 \cdot e^{-\alpha x} \cdot (2\omega t - \beta x)\, \underline{u}_y$$

$$= 4 \cdot e^{-8,3x}(400\pi t \cdot 10^6 - 13,8x)\, \underline{u}_y$$

$$\overline{H} = \frac{\overline{E}}{\eta} = \left|\frac{4}{\eta}\right| \cdot e^{-8,3x}(400\pi t \cdot 10^6 - 13,8x - \varphi)$$

$$\psi = \frac{3{,}14}{\dfrac{180}{\tan\left(\frac{\text{Im}\,\eta}{\text{Re}\,\eta}\right)}} = 0{,}536 \sim 0{,}54$$

$$P(0) = S(0)\cdot A = \frac{1}{2}\,\frac{|E(0)|^2}{|\eta|}\cdot\cos\left(\arctan\left(\frac{\text{Im}\,\eta}{\text{Re}\,\eta}\right)\right)\cdot \underbrace{\ell^2}_{\text{UNA FACCIATA}}$$

$$= \frac{1}{2}\cdot\frac{4^2}{97{,}8}\cdot\cos\left(\arctan\left(\frac{50}{84}\right)\right)\cdot 0{,}05^2 =$$

$$= 1{,}76\cdot 10^{-4}\ W$$

$$P(\ell) = P(0)\cdot e^{-2\alpha\ell} = 1{,}76\cdot 10^{-4}\cdot e^{-2\cdot 8{,}3\cdot 0{,}05} =$$

$$= 7{,}67\cdot 10^{-5}\ W$$

$$P_{dis} = P(0) - P(\ell) = 0{,}1\ mW$$

ESERCIZIO 2

$a = 8$ cm

$b = 5$ cm

$f = 1,1 \, f_c$

$P = 50$ W

$\rho = \frac{\lambda}{20}$

$x_0 = (0,75\,a) \quad y_0 = (0,5\,b) \quad \alpha = 45°$

$\lambda_c = 2a = 0,16$ m $\quad f_c = \frac{c}{\lambda_c} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,16} = 1,875$ GHz

$f_1 = 1,1 \cdot f_c = 2,0625$ GHz

$$Z = \frac{\eta}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_1}\right)^2}} = \frac{377}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{1.1}\right)^2}} = 905 \; \Omega$$

$$P = \frac{|E_0|^2 \cdot a \cdot b}{4Z} \rightarrow |E_0| = \sqrt{\frac{4PZ}{ab}} = 6726 \; V/m$$

$$|E_x| = |E_0| \cdot \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) = 6726 \cdot \sin(180 \cdot 0,8) =$$

$= 4756 \ V/m$

$|E_{//}| = |E_x| \cdot \sin\alpha = 3362 \ V/m$

$|V_0| = |E_{//}| \cdot \ell = |E_{//}| \cdot \frac{\lambda}{20} = 24,38 \ V = 24,4 V$

ESERCIZIO 3

$Z_L = 40 + j40$

$Z_G = 75$

$Z_C = 50$

$\ell_1 = 20 \ cm$

$V_0 = 5V$

$f = 300 \ MHz$

$\bar{Z}_L = \frac{40 + j40}{50} = 0,8 + j0,8 \rightarrow \bar{Y}_L = 0,63 - j0,63$

$\lambda = \frac{c}{f} = 1 \ m$

$\ell_1 = 0,2 \lambda$

RUOTO → $\bar{Y}_{BB} = 0,53 + j0,47$

ELIMINO $j0,47$ CON UO STUB → RUOTO A ∞

$\ell_2 = 0,78\ \lambda$

$\overline{Y}'_{BB} = 0,53 \rightarrow Z'_{BB} = \left(\frac{\overline{Y}'_{BB}}{Z_C}\right)^{-1} = 84\ \Omega$

USO UN TRASFORMATORE $\frac{\lambda}{4}$ PER ADATTARE

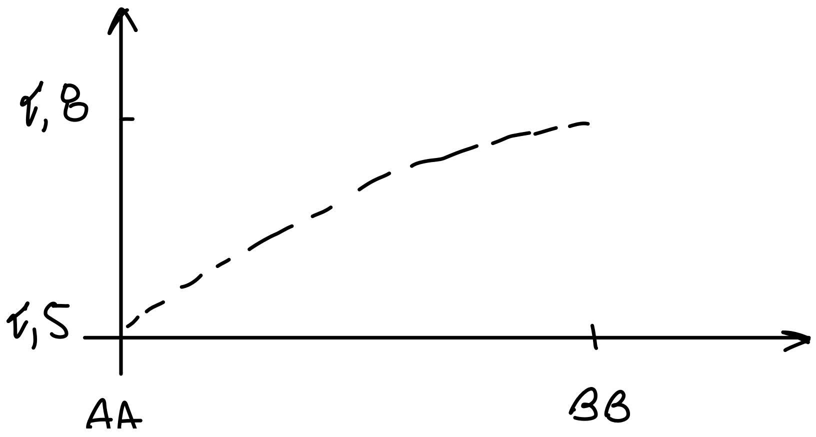
$Z_x = \sqrt{Z'_{BB} \cdot Z_G} = 84\ \Omega$

IL CARICO È ADATTATO E ASSORBE TUTTA LA POTENZA

$P_d = \frac{|V_0|}{8 \cdot Z_G} = 41,7\ mW$

$|V_{AA}| = \frac{V_0}{2} = 2,5\ V$

$|V_{BB}| = \sqrt{\frac{2 P_d}{|Re\{Y_{BB}\}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0417}{0,0106}} = 2,8\ V$



....

ESERCIZIO 4

$f = 5 \ GHz$

$\varepsilon_{r_1} = 1 \qquad \varepsilon_{r_2} = 9$

$\lambda = \frac{c}{f} = 0{,}06 \ m$

SE VOGLIO LO "STRATO INVISIBILE" DEVE ESSERE UN $\frac{\lambda}{2}$ (NEL DIELETTRICO)

$\lambda_2 = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_{r_2}} \cdot f} = 0{,}02 \ m$

$\frac{\lambda}{2} = 0{,}01 \ m = 1 \ cm$

$S_{inc} = 1 \ \frac{W}{m^2}$

$f(\theta) = \cos^2(\theta)$

$A_E = \frac{G \cdot \lambda^2}{4\pi} = \frac{D \cdot \lambda^2}{4\pi} = 8{,}6 \cdot 10^{-4} \ m^2$

$P_{ril} = S_{inc} \cdot A_E = 8{,}6 \cdot 10^{-4} \ \frac{W}{m^2}$

$f = 4,5$ GHz

NON HO PIÙ n $\frac{\lambda}{2}$

$$\eta_2 = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r_2}}} = 116$$

$$\eta_L = 377 \rightarrow \bar{\eta}_L = \frac{\eta_L}{\eta_2} = 3$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = 0,067 \qquad \lambda_2 = \frac{c}{f} \cdot \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_{R_2}}} = 0,022$$

$$\ell = 0,45\,\lambda_L$$

RUOTO SULLA CARTA DI SMITH 3 DI 0,45 λ

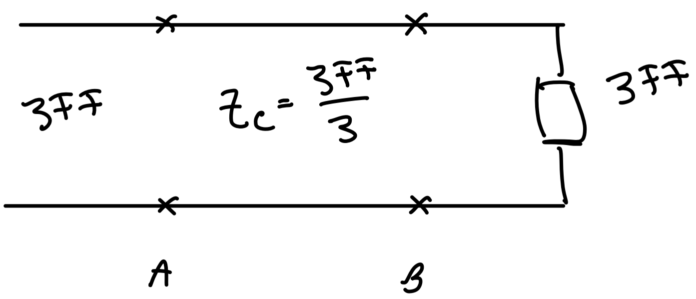
$$\bar{\eta}_A = 1,7 + j\,1,35$$

$$|\Gamma_{AA}| = \left| \frac{\eta_A - \eta_1}{\eta_A + \eta_1} \right| = 0,38$$

$$A_E = \frac{G \cdot \lambda^2}{4\pi} = 10,7 \cdot 10^{-4}$$

$$S_T = S_{inc}\left(1 - |\Gamma_{AA}|^2\right) = 0,8556$$

A B



$\Gamma = 0{,}38 \rightarrow$

0,8556

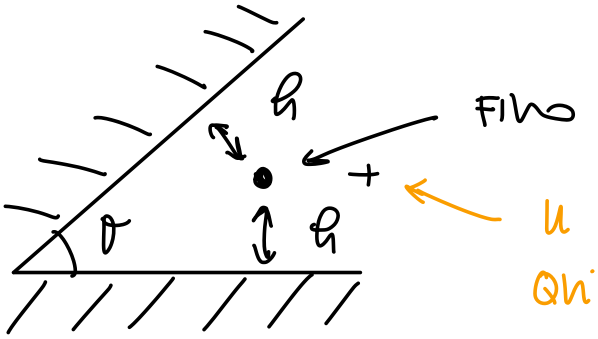
$\Gamma = 0{,}5$

$\rightarrow$

0,6417

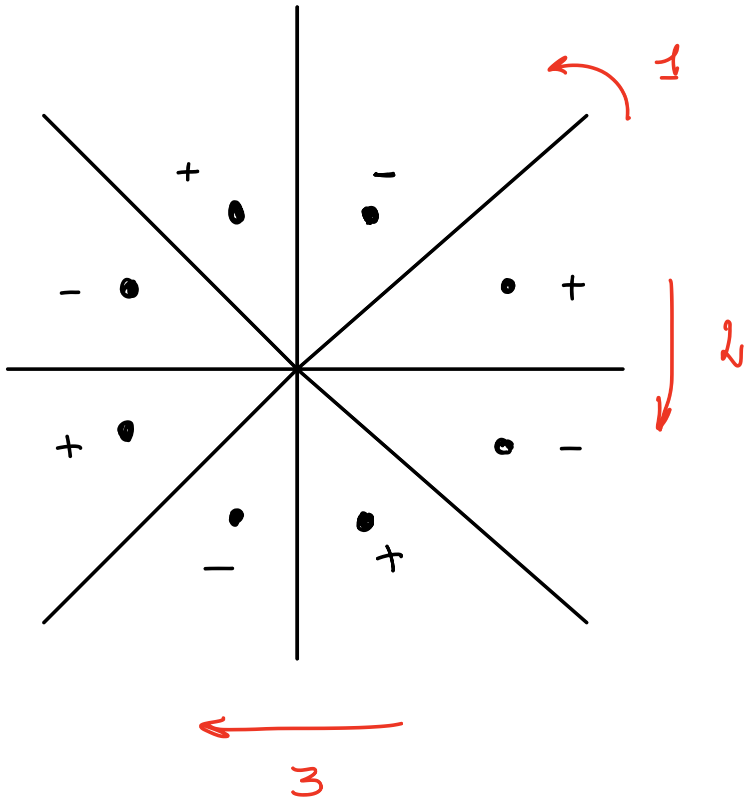
RIPASSO ESERCIZI PIÙ STRANI

30 LUGLIO 2013 - ESERCIZIO 4



IL SEGNO QUI LO SCELGO IO, BASTA POI ESSERE COERENTI

$r = 0{,}7$ mm $h = 5$ mm



OGNI VOLTA CHE RIBALTO DEVO CAMBIARE IL SEGNO DELLE CARICHE NEL PUNTO DI ARRIVO

4 LUGLIO 2014 - ESERCIZIO 1

$l = 10^{-8}\ H$ $\qquad \varepsilon_r = 2{,}2$

$f = 5\ GHz$

$a = 5\ mm \qquad b = 10\ mm$

$$Z_s = j\omega L = j \cdot 2\pi \cdot f \cdot L = j \cdot 2\pi \cdot 5 \cdot 10^{9} \cdot 10^{-8} =$$

$$= j\,314\ \Omega$$

DEVO TROVARE L'IMPEDENZA CARATTERISTICA Z_c DEL CAVO COASSIALE:

$$Z_c = \frac{1}{2\pi} \cdot \underbrace{\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}}_{\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2{,}2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}}} \cdot \ln\left(\frac{10}{5}\right) =$$

$= 28\ \Omega$

A QUESTO PUNTO TRAMITE LA FORMULA

$$Z_s = \frac{-jZ_c}{}$$

$\tan(\beta \cdot D)$

TROVO LA LUNGHEZZA D DEL CAVO COASSIALE

$$\tan(\beta D) = -\frac{iZ_c}{Z_s} \rightarrow \beta D = \arctan\left(-\frac{iZ_c}{Z_s}\right)$$

$$D = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \arctan\left(-\frac{iZ_c}{Z_s}\right) = 0,032\ m$$

$$\lambda = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r} \cdot f} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{2,2} \cdot 5 \cdot 10^9} = 0,04\ m$$

$V_0 = 10V$

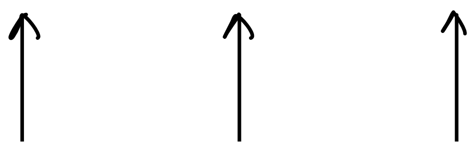
$$V_0 = |V_{MAX}| \cdot |\cos(\beta D)| \rightarrow |V_{MAX}| = \frac{|V_0|}{|\cos(\beta D)|} =$$

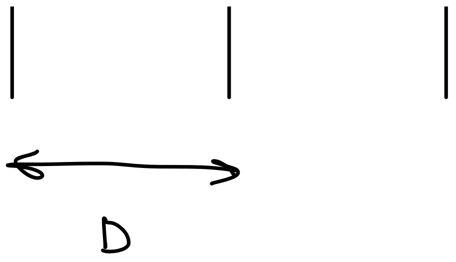
$$= 32,4V$$

n - ESERCIZIO 2

$\ell = \frac{\lambda}{10}$ $f = 1\ GHz$

$I_A = I_C = 1A$ $I_B = 2A$





D AFFINCHÉ CAMPO NULLO SULL'ASSE x

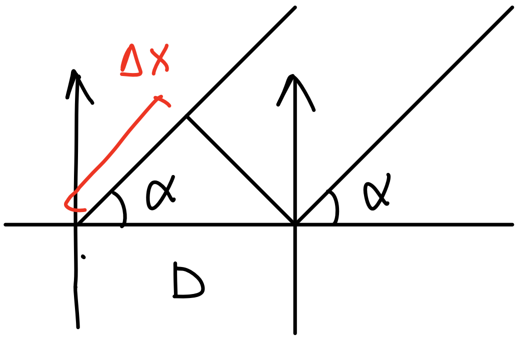
A E C SIANO IN CONTROFASE RISPETTO A B

$D = \frac{\lambda}{2} = 0,15\ m$

$\lambda = \frac{c}{f} = 0,3\ m$

E_{TOT} A $A(1000; 1000; 0)$ $\alpha = 45°$

LA DIFFERENZA DI PERCORSO, CHE MI PORTERÀ UNA DIFFERENZA DI FASE È



$\Delta x = D \cdot \cos\alpha = 0,15 \cdot \cos 45 = 0,106\ m$

$$|E_T| = \frac{i\omega\mu I\cdot \ell}{4\pi \underset{1000\sqrt{2}}{\underbrace{R}}}\cdot \sin\alpha\cdot\left(e^{-i\beta(R+\Delta x)} + e^{-i\beta(R-\Delta x)} + 2e^{-i\beta R}\right) =$$

$$= \frac{i\cdot 2\pi\cdot 10^{\cancel{9}}\cdot \cancel{4\pi}\cdot 10^{\cancel{-7}}\cdot \frac{0,3}{\cancel{10}}}{\cancel{4\pi}\cdot 1000\cdot\sqrt{2}}\cdot \sin 45\cdot\left(e^{-i\frac{2\pi}{0,3}\cdot}\dots\right)$$

$$= \frac{i\, 2\pi\cdot 3}{1000}\cdot \sin 45\cdot\left(e^{-i\frac{2\pi}{0,3}(\overset{\sqrt{2}}{1000}+0,106)} + \dots\right)$$

$$= 7,47\cdot 10^{-3}\ \frac{V}{m}$$

n - ESERCIZIO 3

$f = 10$ GHz   TM

$\varepsilon_{r_1} = 1$ $\varepsilon_{r_2} = 4$

$S_{inc} = 1\ \frac{W}{m^2}$

* RIFLESSIONE TOTALE - ANGOLO BREWSTER

$$\vartheta_B = \text{ARCSIN}\sqrt{\frac{\varepsilon_{r_2}}{\varepsilon_{r_1}+\varepsilon_{r_2}}} = \text{ARCSIN}\sqrt{\frac{4}{1+4}} = 63,4°$$

HO RIFRAZIONE TOTALE: $(\Gamma' = 1)$

$$|H_{TOT}| = |H_{inc}| = |H_R| = |H_T| \cdot \Gamma$$

$$S_{inc} = \frac{1}{2} \cdot |H|^2 \cdot \eta_0 \rightarrow |H| = \sqrt{\frac{2S}{\eta_0}} = 0,0728 \frac{A}{m}$$

n - ESERCIZIO 4

$Z_L = 30 + j20\ \Omega$

$Z_C = 75\ \Omega$

$P^+ = 1\ W$

$$\bar{Y}_L = \frac{Z_C}{Z_L} = 1,73 - j1,15\ \Omega^{-1}$$

$$\bar{Y}_G = \underbrace{\frac{Z_C}{Z_G}}_{Z_C} = 1\ \Omega^{-1}$$

CARTA DI SMITH → RUOTO FINO $\mathrm{Re} = 1$

→ ELIMINO Im CON STUB

$d_s = 0,038\lambda \rightarrow 1 - j\,1,03 \rightarrow \ell_s = 0,378\lambda$

(RUOTO A ∞)

$Y_L = \frac{1}{Z_L} = \frac{3}{130} - i\,\frac{1}{65}$

$P = 1\,W \rightarrow$ ARRIVA TUTTA SUL CARICO

$|V_{AA}| = \sqrt{\frac{2P_d}{\mathrm{Re}\{Y_L\}}} = 9,31\ V$

$|I_{AA}| = \sqrt{\frac{2P_d}{\mathrm{Re}\{Z_L\}}} = 0,258\ A$

$P^+ = \frac{V_G^2}{8R_G} = \frac{V_G^2}{8Z_c} \rightarrow V_G = \sqrt{8P^+Z_c} = 24,49\ \Omega$

$V_{BB} = \frac{V_G}{2} = 12,25\,V$

$|V_0| = |V_{MAX}|\cdot|\cos(\beta\cdot\ell_s)|$

$|V_{MAX}| = \frac{|V_0|}{|\cos(\beta\ell_s)|} = 17,0\,V \qquad |V_0| = |V_{BB}|$

$$\frac{2\pi}{\cancel{\lambda}}\cdot 0,378\cancel{\lambda}$$

LA SUA SOLUZIONE USA:

$$|V_{max}| = \frac{|V_0|}{\sin\left(2\pi\left(0,5 - \frac{\ell_1}{\lambda}\right)\right)|} = 17,7\ V$$

24 LUGLIO 2015 - ESERCIZIO 1

$a = 3$ cm $\quad b = 1,5$ cm

$\varepsilon_r = 3$

f_1 = CENTRO BANDA MONOMODALE

$P = 1$ W

SE VOGLIO TRASMISSIONE TOTALE SENZA ALCUNA RIFLESSIONE, IL SETTO DEVE RISULTARE $\frac{\lambda}{2}$ (CON λ NEL DIELETTRICO)

$\lambda_c = 2a \qquad f_c = \frac{c}{2a} = 5$ GHz

$\lambda_c = 2b \qquad f_c = \frac{c}{2b} = 10$ GHz

$f_1 = 7,5$ GHz $\qquad \lambda_0 = \frac{c}{f} = 0,04$ m

$$\lambda_G = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_r} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_1 \cdot \sqrt{\varepsilon_r}}\right)^2}} = 0,025$$

$$l = \frac{\lambda_G}{2} = 0,0125\ m$$

$$Z_1 = \frac{\eta_0}{\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f_1}\right)^2}} = 506\ \Omega$$

$$P = \frac{|E_0|^2 \cdot ab}{4 Z_c} \rightarrow |E_0| = \sqrt{\frac{4 P Z_c}{ab}} = 2120\ \frac{V}{m}$$

$$Z_2 = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_R}\cdot\sqrt{1-\left(\frac{f_c}{f_1\cdot\sqrt{\varepsilon_R}}\right)^2}} = 236\ \Omega$$

16 SETTEMBRE 2015 - ESERCIZIO 1

TEM PIANA

$f = 300\ MHz$

$\varepsilon_{r_1} = 1 \quad \varepsilon_{r_2} = 3$

$E_i^+(0,0,0) = 2\,\underline{u}_x + j\,3\,\underline{u}_y + 2\,\underline{u}_z$ TM + TE

TM (x, z) → DIREZIONE ONDA

TE (y)

$$\theta_i = \arctan\left(\frac{\overset{y}{2}}{\underset{x}{2}}\right) = 45^\circ$$ ANGOLO INCIDENZA
E RIFLESSIONE

$$\sqrt{\varepsilon_{r_1}}\ \sin\theta_1 = \sqrt{\varepsilon_{r_2}} \cdot \sin\theta_T \rightarrow \theta_T = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}{\sqrt{\varepsilon_{r_2}}} \cdot \sin\theta_i\right)$$

$$= 24,1$$

TE

$$\eta_m^{TE} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{rm}} \cdot \cos\theta_m} \begin{matrix} \nearrow 533 \\ \searrow 238 \end{matrix}$$

$$\Gamma_{TE} = \frac{\eta_2^{TE} - \eta_1^{TE}}{\eta_2^{TE} + \eta_1^{TE}} = -0,38$$

$$E^+_{TE}(0,0,0) = 3\,\underline{u}_y \rightarrow E_T^{TE} = E^+_{TE}\,(1 + \Gamma) = 1,85\,\frac{V}{m}$$

TM

$$\eta^{TM} = \eta_0 \cos\theta \nearrow 267$$

$$\eta_m = \frac{}{\sqrt{\varepsilon_{rm}}} \cdot \cos\theta_m \rightarrow 187$$

$$\Gamma_{TM} = -\frac{\eta_2^{TM} - \eta_1^{TM}}{\eta_2^{TM} + \eta_1^{TM}} = 0,15$$

$$E_r = |E_{TM}^+| \cdot (1 + \Gamma) =$$

$$|H_r| = \frac{|E_{TM}^+|}{\eta_0} (1 + \Gamma) = 8,63 \cdot 10^{-3}$$

$$|E_T^{TM}| = |H_T| \cdot \eta_2 = 1,88 \frac{V}{m}$$

$$|E_T^{TOT}| = \sqrt{|E_T^{TE}|^2 + |E_T^{TM}|^2}$$

4 LUGLIO 2018 - ESERCIZIO 2

$a = 6$ cm $\quad b = 2$ cm

$\Gamma(0) = +j0,5$

$\lambda_c = 2a \qquad f_c = \frac{c}{2a} = 2,5$ GHz

$\lambda_c = 2b \qquad f_c = \frac{c}{2b} = 7,5$ GHz

$\lambda_c = a \qquad f_c = \frac{c}{a} = 5{,}0 \text{ GHz}$

$$f_L = \frac{5 + 2{,}5}{2} = 3{,}75 \text{ GHz}$$

$$Z = \frac{\eta_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_L}\right)^2}} = \frac{377}{\sqrt{1 - \left(\frac{2{,}5}{3{,}75}\right)^2}} = 505{,}8\ \Omega \sim 506\ \Omega$$

$$\Gamma(0) = \frac{Z_L - Z}{Z_L + Z} \rightarrow Z_L\Gamma(0) + Z\Gamma(0) = Z_L - Z$$

$$Z_L = -\frac{Z(1 + \Gamma(0))}{\Gamma(0) - 1} =$$

$$= \frac{Z(1 + \Gamma(0))}{1 - \Gamma(0)} =$$

$$= 303{,}6 + j\,404{,}8$$

$\bar{z}_L = \frac{Z_L}{Z} = 0{,}6 + j\,0{,}8$ → CARTA DI SMITH
RUOTO FINO A
ELIMINARE Im

$d = 0{,}375\ \lambda_g \rightarrow (0{,}33\ \Omega)$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_L}\right)^2}} = 0{,}107 \rightarrow d = 4{,}02 \text{ cm}$$

$Z_d = 167\ \Omega$

$$Z_x = \sqrt{Z_{IM} \cdot Z_d} = 280,61 \sim 281$$

$$Z_x = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_R} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_1 \cdot \sqrt{\varepsilon_R}}\right)^2}} \rightarrow \varepsilon_R = \frac{Z_x^2 \left(\frac{f_c}{f_0}\right)^2 + \eta_0^2}{Z_x^2} = 2,12$$

$$L = \frac{\lambda_{gR}}{4} = 0,0154 = 1,54\ cm$$

$$\lambda_{gR} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_R} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f_1 \sqrt{\varepsilon_R}}\right)^2}} = 0,0618$$

SE SI USAVA
$d = 0,125\ \lambda_g$ USCIVA
$\varepsilon_R < 1$ CHE NON
VA BENE

n - ESERCIZIO 3

PROBABILE METODO RICONOSCIMENTO TE TM

VIENE DATO IL PIANO
SU CUI GIACE IL
VETTORE D'ONDA
(ESEMPIO xy)

$E(x,y) = \dots\dots \underline{u}_z$

TE

$E(x,y) = \dots \underline{u}_x + \dots \underline{u}_y$

$H(x,y) = \dots\dots \underline{u}_z$

TM

$E_i^+(x,y) = j\,2\,e^{-j(3x-y)}\ \underline{u}_z$ TE

$\varepsilon_{r1} = 1 \qquad \varepsilon_{r2} = 3$

$\vartheta_i = \arctan\left(\frac{1}{3}\right) = 18{,}4^\circ$

$\sqrt{\varepsilon_{r1}}\,\sin\vartheta_i = \sqrt{\varepsilon_{r2}}\cdot\sin\vartheta_T \rightarrow \vartheta_T = \arcsin\left(\frac{\sqrt{\varepsilon_{r1}}}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}}\sin\vartheta_1\right)$

$= 10{,}5^\circ$

$$\eta_m^{TE} = \frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{rm}}\cdot\cos\theta_m} \begin{array}{l} \nearrow 397 \\ \searrow 221 \end{array}$$

$$\Gamma(0)_{TE} = \frac{\eta_2^{TE} - \eta_1^{TE}}{\eta_2^{TE} + \eta_1^{TE}} = -0{,}285$$

$$|E_T^{TE}| = |E_i^{TE}|\cdot\left(1 + \Gamma(0)_{TE}\right) = 1{,}43\,\frac{V}{m}$$

$$S_T = \frac{1}{2} \frac{|E_T^{TE}|^2}{\underset{\sim}{\eta_2}} = 4,7 \cdot 10^{-3} \ \frac{W}{m^2}$$

$$\frac{\eta_0}{\sqrt{\varepsilon_{r2}}} = 218$$

$$E(0,0,0) = j\, 2\, e^{-j(3x-4)} \cdot \underline{u}_z \cdot (1 + \Gamma(0)_{TE}) =$$

$$= j\, 1,43 \cdot \underline{u}_z$$