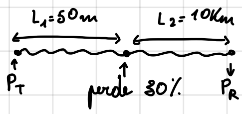
28/09/20

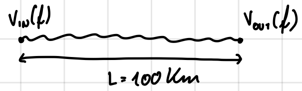
1) 

$\alpha_1 = 0,1 \; Np/m$
$\alpha_2 = 2 \; dB/Km$
$P_{R,MIN} = -65 \, dBm$

Qual è la minima P_T trasmessa se il ricevitore ha una sensibilità di $-65 \, dBm$

Cavo 1: $Loss = \alpha_1 L_1 = 5 \; N_P \rightarrow Loss_{DB} = Loss \cdot 8,686 = 43,4 \; dB$
Cavo 2: $Loss_{DB} = \alpha_2 L_2 = 20 \; dB$
Giunto: $Loss_{DB} = -10 \log(0,7) = 1,55 \; dB$
$Loss_{TOT} = 43,4 + 20 + 1,55 = 65 \; dB$

$P_{R,DB} = P_{T,DB} - Loss_{TOT} \rightarrow \cancel{-65} = P_{T,DB} \cancel{-65} = 0 \, dBm = 1 \, mW$

2) 

$H(f) = \frac{V_{OUT}(f)}{V_{IN}(f)} = e^{-\alpha L} e^{-j\beta L}$
$\alpha = 0,023 \; Np/Km$
$\beta = \frac{2\pi f}{c} n \; rad/m \quad (n = \sqrt{\varepsilon_r} \geq 1)$
↳ costante di fase
$n = 1,45$

1) Introduce una distorsione? → No!
2) Calcola l'attenuazione totale.
3) Calcola il ritardo di gruppo.

$P \propto |V|^2 \rightarrow P_{OUT} = P_{in} e^{-2\alpha L} \rightarrow \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = e^{-2\alpha L} = \dots \xrightarrow{dB} = 20 dB$
$\tau_g(f) = -\frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi(f)}{df} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2\pi n L}{c} = \frac{L}{c/n} = \dots = 0,5 \; ms$

3) $B_s = 1000 \; MHz$
$H(f) = A e^{-j2\pi f \tau_A} + B e^{-j2\pi f \tau_B}$ } mezzo con cammini multipli
$\tau_A = 1 \; ns \qquad A = B = 0,5$
$\tau_B = 1,5 \; ns$

Il mezzo di trasmissione introduce selettività in frequenza? Se sì, conviene trasmettere con portante 1 GHz o 2 GHz?
Dire se il mezzo introduce dispersione cromatica e calcolare il ritardo di gruppo

Calcoliamo $|H(f)| = \sqrt{H(f)\bar{H}(f)} = \sqrt{(Ae^{-j2\pi f\tau_A} + Be^{-j2\pi f \tau_B})(Ae^{j2\pi f \tau_A} + Be^{j2\pi f \tau_B})} = \dots = |\cos[\pi f(\tau_A - \tau_B)]| \Rightarrow |H(f)|$ non è costante, quindi vi è selettività!

$|H(1GHz)| = |\cos[2\pi \cdot 10^9 \cdot 0,5 \cdot 10^{-9}]| = |\cos[\pi]| = 0$
$|H(2GHz)| = |\cos[2\pi \cdot \cancel{2} \cdot 10^9 \cdot \cancel{0,5} \cdot 10^{-9}]| = |\cos[2\pi]| = 1$ → Meglio 2GHz

$H(f) = 0,5 e^{-j\phi_A} + 0,5 e^{-j\phi_B} = 0,5 e^{-j\frac{\phi_A+\phi_B}{2}} \underbrace{\left[e^{j\frac{\phi_A-\phi_B}{2}} + e^{-j\frac{\phi_A-\phi_B}{2}}\right]}_{2\cos\left(\frac{\phi_A-\phi_B}{2}\right)} \Rightarrow \angle H(f) = -\frac{\phi_A+\phi_B}{2} = -\frac{2\pi f \tau_A + 2\pi f \tau_B}{2} = -\pi f(\tau_A + \tau_B)$

↓

La fase è lineare quindi non c'è dispersione!

$\tau_g(f) = -\frac{1}{2\pi}\frac{d\varphi(f)}{df} = \frac{\cancel{\pi}(\tau_A+\tau_B)}{2\cancel{\pi}} = \frac{\tau_A+\tau_B}{2}$

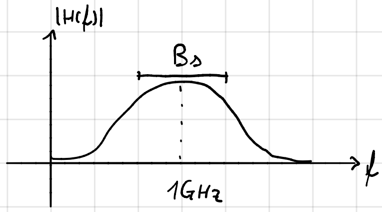
$0,5 \left[\cos\phi_A + \cos\phi_B + i(\sin\phi_A + \sin\phi_B)\right] = 0,5 \left[\cancel{2} \cos\frac{\phi_A+\phi_B}{2} \cos\frac{\phi_A-\phi_B}{2} + \cancel{2} i \sin\frac{\phi_A+\phi_B}{2} \cos\frac{\phi_A-\phi_B}{2}\right] =$
$\cos\frac{\phi_A-\phi_B}{2}\left[\cos\frac{\phi_A+\phi_B}{2} + i \sin\frac{\phi_A+\phi_B}{2}\right] = \underbrace{\cos\frac{\phi_A-\phi_B}{2}}_{|H(f)|} \cdot \underbrace{e^{-j\frac{\phi_A+\phi_B}{2}}}_{\angle H(f)}$

5/10/20

1) $H(f) = e^{-2\pi A(f-f_0)^2} e^{-j2\pi B(f-f_0)} e^{-j2\pi C(f-f_0)^2}$

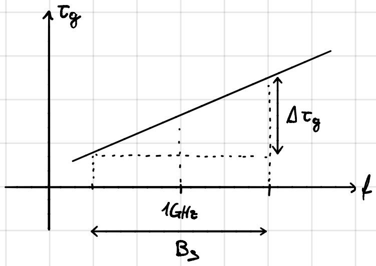
$f_0 = 1 \; GHz$
$A = 10^{-18} \; s^2$
$B_s = 10 \; MHz \rightarrow T = \frac{1}{B_s} = 1000 \; ns$ ($B_s = R$)
$B = 10^{-7} \; s$
$l = 100 \; m$
$C = 10^{-17} \; s^2$

$|H(f)| = e^{-2\pi A(f-f_0)^2} \Rightarrow$



⇒ Calcoliamo la variazione della selettività:
$\Delta|H(f)| = |H(f_0)| - |H(f_0 + 5MHz)| = \dots = 0,9998$
↳ Il segnale non vede selettività

$\Delta H(f) = -2\pi B(f-f_0) - 2\pi C(f-f_0)^2 \rightarrow \tau_g = -\frac{1}{2\pi}\frac{d\,\Delta H}{df} = B + 2C(f-f_0)$



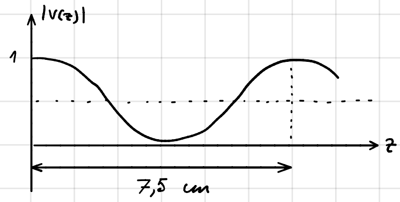
$\Rightarrow \quad \Delta\tau_g = \tau_{g\,max} - \tau_{g\,min} = 2C\underbrace{(f_{max} - f_{min})}_{B_s} = 2\cdot 10^{-17}\cdot 10^{7} = 2\cdot 10^{-10} = 0{,}2$ ns

↳ poiché $T \gg \Delta\tau_g$, il ritardo dovuto alla dispersione non è significativo

Il ritardo assoluto sarà $\frac{L}{c} = 333$ ns, rendendo il nostro ritardo di 0,2 ns fisicamente impossibile.

12/10/20

1) $V(z) = V_0^+ e^{-j\beta z} + V_0^- e^{j\beta z}$ $\qquad f = 1$GHz



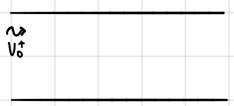
se $\Delta\phi = 2K\pi$ avremo un massimo in $|V(z)| \Rightarrow \Delta\phi = -2\beta z = 2K\pi$

↳ $\beta z = K\pi \rightarrow \frac{2}{\lambda}z = N \rightarrow z = N\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$ massimo ogni $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 15$ cm

$\beta = \frac{2\pi}{15\cdot 10^{-2}} = 41{,}88$ rad/m $\rightarrow v_f = \lambda f = 1{,}5\cdot 10^8$ m/s $= \frac{c}{2}$

14/10/20

1)



$\alpha = 0$ $\qquad f = 100$ MHz $\qquad V_0^+(0) = 1$ V $\qquad Z_0?\ \lambda?\ v(0,t)?\ v(1,t)?$

$R = G = 0$ $\qquad v_f = 2\cdot 10^8$ m/s

$C = 100$ pF/m $\qquad$ lunghezza infinita e $V_0^- = 0$

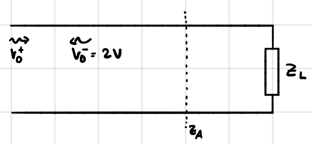
$\alpha = 0$: $v_f = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow L = \frac{1}{v_f^2 C} \Rightarrow Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{v_f C} = 50\,\Omega$

$\lambda = \frac{v_f}{f} = 2$ m

$V(z) = V_0^+ e^{-j\beta z} \xrightarrow{z=0} V(0) = V_0^+ \Rightarrow v(0,t) = \Re\{V_0^+ e^{j\omega t}\} = V_0^+\cos(\omega t) = \cos(\omega t)$ [V]

$\xrightarrow{z=1} V(0) = V_0^+ e^{-j\beta} = V_0^+ e^{-j\frac{2\pi}{\lambda}} = V_0^+ e^{-j\pi} \Rightarrow v(1,t) = \Re\{V_0^+ e^{j(\omega t - \pi)}\} = V_0^+\cos(\omega t - \pi) = -\cos(\omega t)$ [V]

2)



$\alpha = 0$ $\qquad V_0^+ = 3$ V $\qquad V_{max}?\ z_b: V(z_b) = V_{MAX}?\ Z_L?$

$R = G = 0$ $\qquad f = 250$ MHz

$L = 500$ nH/m $\qquad z_A = 15$ cm $\qquad$ Se $Z_L = \infty$, come varia la posizione dei massimi.

$C = 90$ pF/m $\qquad V(z_A)_{min} = 1$ V $\qquad$ Che carico devo attaccare per aver un minimo in $z=0$

$V_{max} = |V_0^+| + |V_0^-| = |V_0^+| + |V_0^+| - V_{min} = 5$ V $\Rightarrow |V_0^-| = 2$ V

La distanza tra min e max è $\frac{\lambda}{4}$; $\quad \lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{1}{f\sqrt{LC}} = 60$ cm. Poiché $z_A = \frac{\lambda}{4}$, abbiamo il massimo in $z_b = 0$ cm

$|\Gamma_L| = \left|\frac{V_0^-}{V_0^+}\right| = \frac{2}{3}$. Poiché sul carico siamo su un massimo, possiamo dire che $\angle\Gamma_L = 0 \Rightarrow \Gamma_L = |\Gamma_L| = \frac{2}{3}$. Da qui mi ricavo Z_L:

$\frac{2}{3} = \frac{Z_L + 74{,}5}{Z_L - 74{,}5} \rightarrow \dots \rightarrow Z_L = 372{,}5\,\Omega$

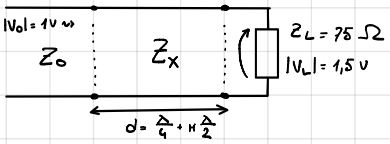
$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = 74{,}5\,\Omega$

Se mettiamo $Z_L = \infty$, i massimi non si spostano perché nel C.A. il massimo è in corrispondenza del C.A, come nel nostro vecchio carico

Tutti i carichi con $\Gamma_L = e^{j\pi}$ presentano un minimo al carico: $0 < Z_L < Z_0$

26/10/20

1)



Se l'adattamento è stato effettuato bene: $\frac{|V_0^+|^2}{2Z_0} = \frac{|V_L|^2}{2Z_L} \rightarrow |V_L| = |V_0^+| \sqrt{\frac{Z_L}{Z_0}}$
Se $\sqrt{\frac{Z_L}{Z_0}} > 1$ allora $|V_L| > |V_0^+| \Rightarrow$ la potenza si conserva, ma i voltaggi non per forza devono coincidere!

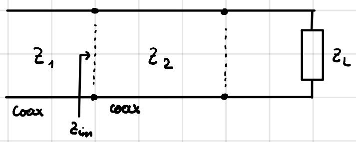
Se ipotizziamo $Z_0 = 33\ \Omega$, allora $Z_x = \sqrt{Z_0 Z_L} = 50\ \Omega$ e $|V_L| = |V_0| \sqrt{\frac{Z_L}{Z_0}} = 1{,}5\ V$ e tutto torna.

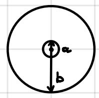
Calcoliamo i parametri dell'onda nel tratto Z_x: $\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_x}{Z_L + Z_x} = 0{,}2 \Rightarrow$ Sul carico $|V_{TOT,x}|$ sarà massimo. Questo significa che $V(0) = V_{MAX} = |V_x^+| + |V_x^-| = 1{,}5\ V$, però $|V_x^-| = |\Gamma_L||V_x^+| = 0{,}2\,|V_x^+| \Rightarrow V(0) = |V_x^+| + 0{,}2\,|V_x^+| = 1{,}5\,V \Rightarrow |V_x^+| = 1{,}25\ V$ e $|V_x^-| = 0{,}25\ V$
Abbiamo anche che $P_0^+ = P_L = P_x^+ - P_x^-$:

$$P_0^+ = \frac{1}{2}\frac{|V_0^+|^2}{Z_0} \cong 15\ mW$$
$$P_x^+ = \frac{1}{2}\frac{|V_x^+|^2}{Z_x} \cong 15{,}6\ mW$$
$$P_x^- = \frac{1}{2}\frac{|V_x^-|^2}{Z_x} \cong 0{,}6\ mW$$

2/11/20

1) $Z_1 = 50\ \Omega$ $\quad Z_2 \neq Z_1 \quad \alpha = 0$
$b = 7{,}2\ m \quad Z_2 = ? \quad ROS_1 = 1{,}77\ \forall f$
$a = 2\ m \quad Z_L = ?$





$ROS_1 = \frac{V_{1,max}}{V_{2,min}} = \frac{1 + |\Gamma_{in}|}{1 - |\Gamma_{in}|}$ e $\Gamma_{in} = \frac{Z_{in} - Z_1}{Z_{in} + Z_1} = \frac{V_1^+}{V_1^-}$ e $Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon_2}} \ln\left(\frac{b}{a}\right) = 50\ \Omega \rightarrow \varepsilon_2 = 2{,}36$

1) Se $Z_L \neq Z_2$, $\quad Z_{in} = Z_2 \frac{Z_L + j Z_2 \tan(\beta l)}{Z_2 + j Z_L \tan(\beta l)}$. Se $Z_{in}(f)$, allora anche $\Gamma_{in}(f)$ e $ROS_1(f)$. Per ipotesi, però, ciò non accade, quindi $Z_L = Z_2$
2) Se $l = \lambda/4$, andiamo contro la misura di ROS_1 ad ogni frequenza poiché sarà lungo $\lambda/4$ solo ad alcune frequenze. Quindi $l \neq \frac{\lambda}{4}$
3) Se $l = \lambda/2$, come in 2. Quindi $l \neq \frac{\lambda}{2}$
4) Supponiamo che nel secondo cavo ci sia una componente stazionaria. Questo non è possibile poiché in 1 abbiamo dimostrato che $Z_2 = Z_L$, quindi non ci sarà retroriflessione nel secondo cavo.
5) Se il cavo 1 fosse adattato, avremo $ROS_1 = 1$, ma questo è controipotesi
6) Possiamo ricavare $|\Gamma_{in}| = \frac{ROS_1 + 1}{ROS_1 - 1} \cong 0{,}28$. Possiamo scrivere $\Gamma_{in} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$; poiché $\alpha = 0$ $Z_2 \in \mathbb{R}$ e quindi $|\Gamma_{in}| = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = \pm 0{,}28$.
Separando i casi:
- $\Gamma_{in} \cong 0{,}28 \rightarrow Z_2 \cong 89\ \Omega \Rightarrow Z_2 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon_2}} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \Rightarrow \varepsilon_2 = 0{,}74 \rightarrow$ impossibile!
- $\Gamma_{in} \cong -0{,}28 \rightarrow Z_2 \cong 28\ \Omega \quad Z_2 = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon_2}} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \Rightarrow \varepsilon_2 = 7{,}53$

Se $\Gamma_{in} \cong -0{,}28$, allora la fase di Γ_{in} sarà π, indicandoci che in entrata al cavo 2 ci sarà un minimo.