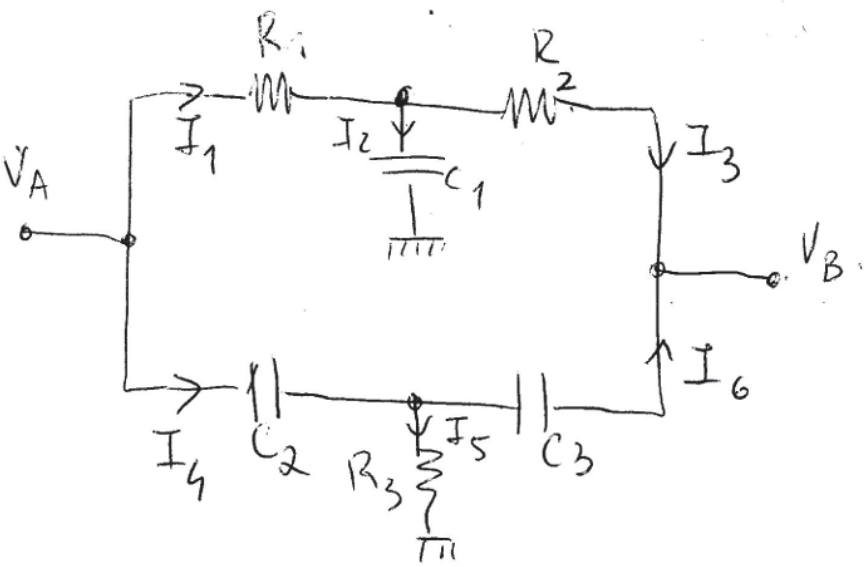


$$X_i = \frac{1}{j\omega C_i} \quad , \quad i = 1,2,3$$

$$\begin{cases} V_A - R_1 I_1 - X_1 I_2 = 0 \\ V_A - X_2 I_4 - R_3 I_5 = 0 \\ V_B + R_2 I_3 - X_1 I_2 = 0 \\ V_B + X_3 I_6 - R_3 I_5 = 0 \end{cases}$$

COM $\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ I_4 = I_5 + I_6 \\ I_6 = -I_3 \end{cases}$

AS 4 EQ^S ANTERIORES FICAM

$$\begin{cases} V_A = R_1 . (I_2 + I_3) + X_1 I_2 & \text{(EQ 1)} \\ V_A = X_2 . (I_5 - I_3) + R_3 I_5 & \text{(EQ 2)} \\ V_B = - R_2 I_3 + X_1 I_2 & \text{(EQ 3)} \\ V_B = X_3 I_3 + R_3 I_5 & \text{(EQ 4)} \end{cases}$$

SOMANDO (EQ1) COM (EQ3), SOMANDO (EQ2) COM (EQ4
IGUALANDO AS SOMAS: (EQ1) + (EQ3) = (EQ2) + (EQ4
FICA

$$R_1 I_2 + (R_1 - R_2) I_3 + 2 X_1 I_2 =$$

$$= X_2 I_5 + (X_3 - X_2) I_3 + 2 R_3 I_5$$

HABITUALMENTE SE TEM $\begin{cases} R_1 = R_2 \\ C_2 = C_3 \end{cases}$

$$R_1 I_2 + 2 X_1 I_2 = X_2 I_5 + 2 R_3 I_5$$

$$(R_1 + 2 X_1) I_2 = (X_2 + 2 R_3) I_5$$

PARA SIMPLIFICAR A ANÁLISE: $\begin{cases} R_1 = 2 R_3 \\ X_2 = 2 X_1 \end{cases}$ $(C_1 = 2 C_2)$

NESTAS CONDIÇÕES ($R_1 = R_2$, $C_1 = C_3$, $R_1 = 2R_3$ e $X_2 = 2X_1$)
TEM-SE SEMPRE:

$$I_2 = I_5$$

AS EQUAÇÕES 1 A 4 SIMPLIFICAM-SE

$$\begin{cases} V_A = R_1(I_2 + I_3) + X_1 I_2 & \text{(EQ 5)} \\ V_A = X_2(I_2 + I_3) + X_1 I_2 & \text{(EQ 6)} \\ V_B = -R_2 I_3 + X_1 I_2 & \text{(EQ 7)} \\ V_B = X_3 I_3 + R_3 I_2 & \text{(EQ 8)} \end{cases}$$

A IGUALDADE DAS EQUAÇÕES 7 e 8 IMPLICAM

$$-R_2 I_3 + X_1 I_2 = X_3 I_3 + R_3 I_2$$

OU

$$I_3 = \frac{I_2 (X_1 - R_3)}{X_3 + R_2} = \frac{X_1 - R_3}{X_3 + R_2} I_2$$

SUBSTITUINDO I_3 ANTERIOR NAS EQUAÇÕES 5 e 7 (OU 6 e 8) E TENDO EM CONTA AS SIMPLIFICAÇÕES

$$\begin{cases} R = R_1 = R_2 \\ R/2 = R_3 \\ X = X_1 \\ 2X = X_2 = X_3 \end{cases}$$

$$I_3 = \frac{X - \frac{R}{2}}{2X + R} I_2 = \frac{1}{2} \frac{(2X - R)}{(2X + R)} I_2$$

V_A:

$$V_A = R I_2 + \frac{R}{2} \frac{(2X - R)}{(2X + R)} I_2 + X I_2$$

$$V_A = \frac{2R(2X + R) + R(2X - R) + 2X(2X + R)}{2(2X + R)} I_2$$

$$V_A = \frac{4RX + 2R^2 + 2RX - R^2 + 4X^2 + 2RX}{2(2X + R)} I_2$$

$$V_A = \frac{R^2 + 8RX + 4X^2}{2(2X + R)} I_2$$

V_B:

$$V_B = -\frac{R}{2} \frac{(2X - R)}{(2X + R)} I_2 + X I_2$$

$$V_B = \frac{-R(2X - R) + 2X(2X + R)}{2(2X + R)} I_2$$

$$V_B = \frac{-2RX + R^2 + 4X^2 + 2RX}{2(2X + R)} I_2$$

$$V_B = \frac{R^2 + 4X^2}{2(2X + R)} I_2$$

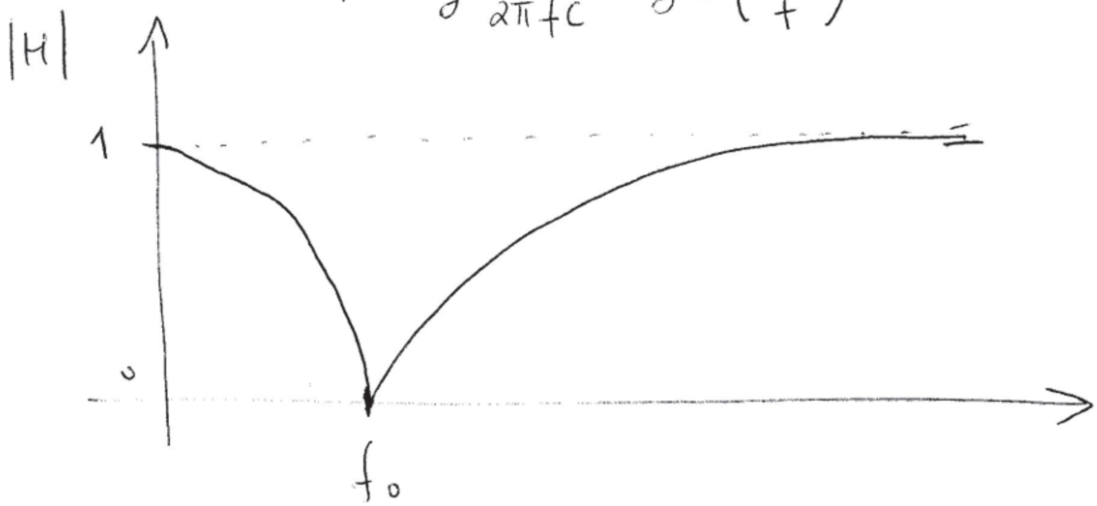
A FT É $H(jf) = V_B / V_A$ OU SEJA

$$H = \frac{V_B}{V_A} = \frac{R^2 + 4X^2}{R^2 + 8RX + 4X^2}$$

COMO $X = \frac{1}{j2\pi f C}$ ENTÃO $H(jf) = 0$ PARA $f = f_0$

COM $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

$$X = -j\frac{1}{2\pi f C} = -jR\left(\frac{f_0}{f}\right)$$



$$H(jf) = \frac{R^2 - 4R^2\left(\frac{f_0}{f}\right)^2}{R^2 - j8R^2\left(\frac{f_0}{f}\right) - 4R^2\left(\frac{f_0}{f}\right)^2} \times \frac{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}$$

$$H(jf) = \frac{1 - 4\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{1 - j8\left(\frac{f}{f_0}\right) - 4\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}$$