

Resolução do 2o Mini-teste de Análise de Circuitos

18/Nov/2004

1. Resolvemos este problema usando notação fasorial.

(a) Cálculo dos parâmetros ABCD

i. A figura 1 a) mostra o circuito equivalente para o cálculo de A_{11} . Este parâmetro é definido como se segue:

$$A_{11} = \left. \frac{V_1}{V_2} \right|_{I_2=0}$$

A tensão V_2 é dada por:

$$V_2 = G_m R_o V_\pi$$

Note que $V_1 = V_\pi$. O parâmetro A_{11} pode ser expresso da seguinte forma:

$$A_{11} = \frac{1}{G_m R_o}$$

ii. A figura 2 b) mostra o circuito equivalente para o cálculo de A_{12} dado por:

$$A_{12} = \left. \frac{V_1}{-I_2} \right|_{V_2=0}$$

A corrente $-I_2$ é dada por:

$$-I_2 = G_m V_\pi \quad (1)$$

A tensão $V_1 = V_\pi$. O parâmetro A_{12} pode ser expresso da seguinte forma:

$$A_{12} = \frac{1}{G_m}$$

iii. A figura 2 c) mostra o circuito equivalente para o cálculo de A_{21} que é definido de acordo com a fórmula seguinte:

$$A_{21} = \left. \frac{I_1}{V_2} \right|_{I_2=0}$$

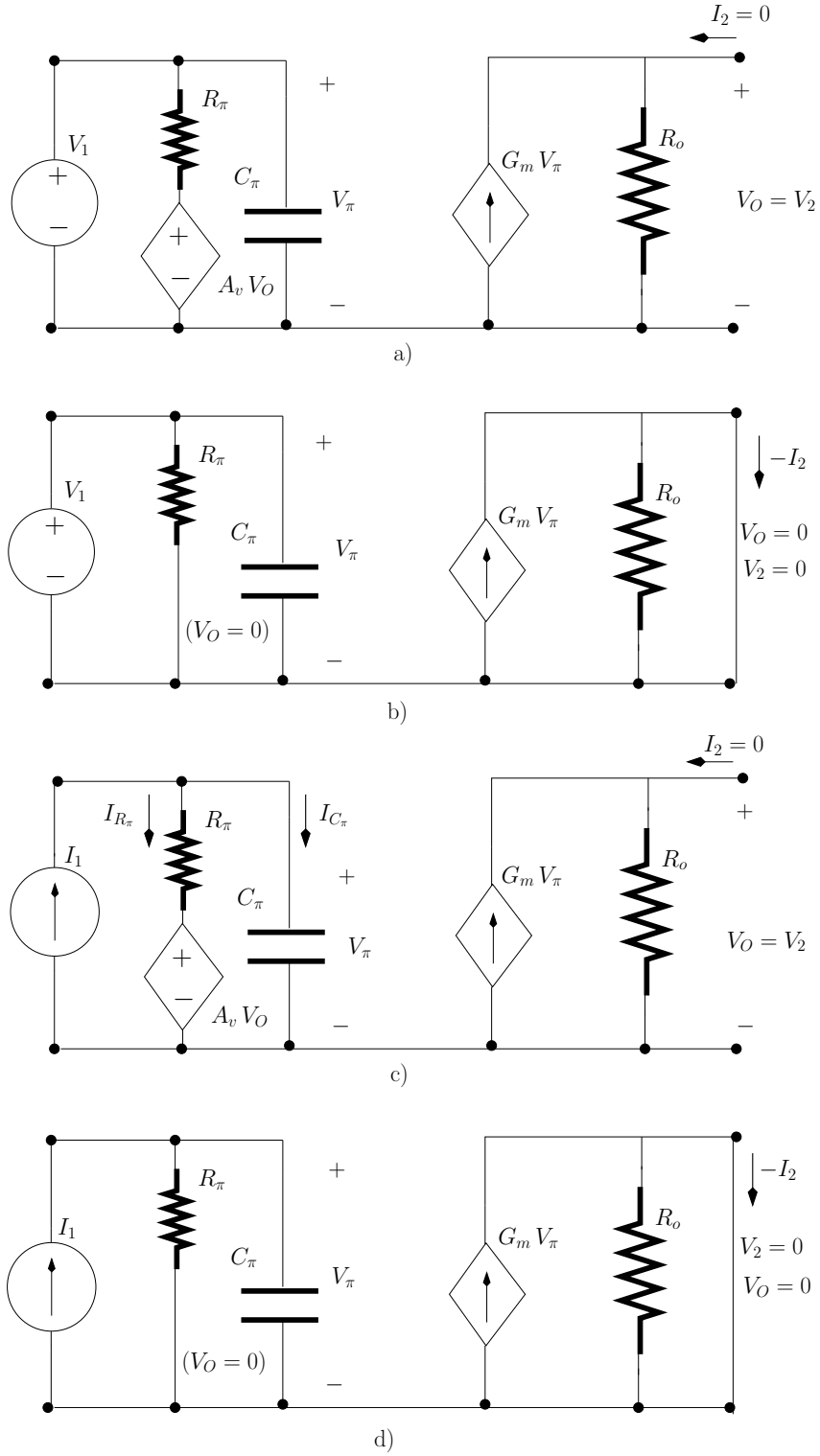


Figura 1: Circuito equivalente para o cálculo de: a) A_{11} ; b) A_{12} ; c) A_{21} ; d) A_{22} .

A tensão V_2 é dada por:

$$V_2 = G_m R_o V_\pi \quad (2)$$

A corrente I_1 pode ser escrita da seguinte maneira:

$$I_1 = I_{R_\pi} + I_{C_\pi}$$

ou seja:

$$I_1 = \frac{V_\pi - A_v V_2}{R_\pi} + j \omega C_\pi V_\pi$$

Onde $V_\pi - A_v V_2$ é a tensão ao terminais de R_π . Usando o resultado da eq. 2 podemos escrever a equação anterior da seguinte forma:

$$I_1 = V_\pi \frac{1 - A_v G_m R_o + j \omega C_\pi R_\pi}{R_\pi}$$

A_{21} pode ser expresso da seguinte forma:

$$A_{21} = \frac{1 - A_v G_m R_o + j \omega C_\pi R_\pi}{R_\pi G_m R_o}$$

iv. A figura 2 d) mostra o circuito equivalente para o cálculo de A_{22} :

$$A_{22} = \left. \frac{I_1}{-I_2} \right|_{V_2=0}$$

A corrente $-I_2$ é dada por:

$$-I_2 = G_m V_\pi$$

A corrente I_1 pode ser relacionada com V_π da seguinte forma:

$$I_1 = \frac{1 + j \omega C_\pi R_\pi}{R_\pi} V_\pi$$

e finalmente temos que

$$A_{22} = \frac{1 + j \omega C_\pi R_\pi}{G_m R_\pi}$$

- (b) O ganho de trans-impedância, $R_m(\omega)$, pode ser obtido calculando $1/A_{21}$ ou seja:

$$\begin{aligned} R_m(\omega) &= \frac{R_\pi G_m R_o}{1 - A_v G_m R_o + j \omega C_\pi R_\pi} \\ &= \frac{R_\pi G_m R_o}{1 - A_v G_m R_o} \times \frac{1}{1 + j \omega C_\pi \frac{R_\pi}{1 - A_v G_m R_o}} \end{aligned}$$

o ganho a baixas frequências ($\omega \rightarrow 0$) é dado por:

$$\begin{aligned} R_m(\omega \rightarrow 0) &= \frac{R_\pi G_m R_o}{1 - A_v G_m R_o} \\ &= 19.6 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

- (c) A frequência (angular) de corte, ω_c , pode ser calculada através da seguinte equação:

$$|R_m(\omega_c)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{R_\pi G_m R_o}{1 - A_v G_m R_o}$$

ou seja,

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\omega_c C_\pi \frac{R_\pi}{1 - A_v G_m R_o} \right)^2}} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \Leftrightarrow \omega_c &= \frac{1 - A_v G_m R_o}{C_\pi R_\pi} \\ \Leftrightarrow \omega_c &= 12.8 \text{ Mrad/s} \end{aligned}$$

2. Resolvemos este problema usando notação fasorial.

- *Contribuição de V_Y* : A figura 2 a) mostra o circuito equivalente para o cálculo da contribuição de V_Y para a corrente I_L . Deste circuito observamos que a indutância está em curto-circuito pelo que a corrente I_L é nula.
- *Contribuição de I_X* : A figura 2 b) mostra o circuito equivalente para o cálculo da contribuição de I_X para a corrente I_L . Para este circuito observamos que a tensão aplicada aos terminais de L é $V_2 A_v$. Assim podemos escrever:

$$I_L = \frac{V_2 A_v}{j \omega L}$$

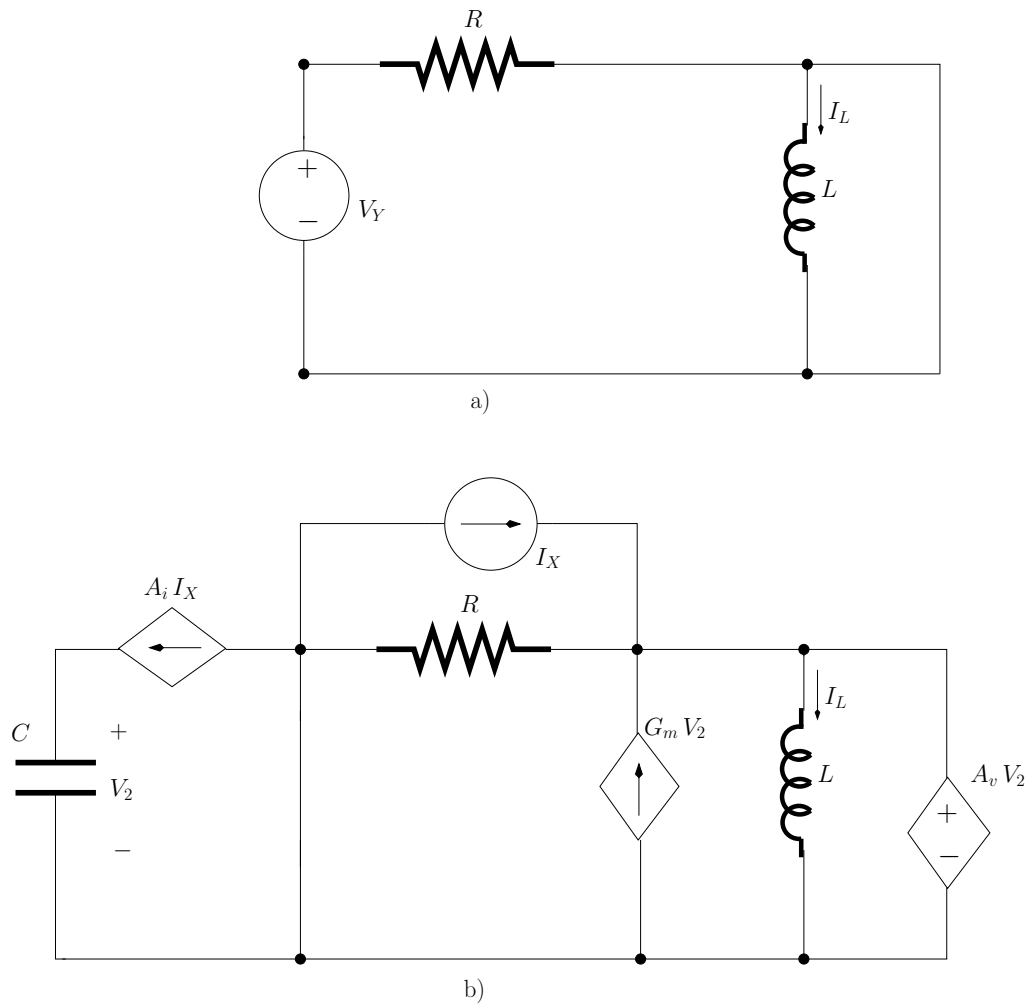


Figura 2: Circuito equivalente para o cálculo de: a) A_{11} ; b) A_{12} ; c) A_{21} ; d) A_{22} .

em que $\omega = 2\pi f_x$. A tensão V_2 é dada por:

$$V_2 = \frac{1}{j\omega C} A_i I_X$$

com $I_X = 4 \exp(-j\pi/2)$ mA. Ou seja:

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{A_v A_i I_X}{-\omega^2 L C} \\ &= 405 e^{j\pi/2} \text{ A} \end{aligned}$$

Note que $(-1) = \exp(\pm j\pi)$. A corrente $i_L(t)$ pode ser obtida, a partir da representação fasorial, da seguinte forma:

$$\begin{aligned} i_L(t) &= \text{Real} \left[405 e^{j2\pi f_x t + j\pi/2} \right] \\ &= 405 \cos(2\pi f_x t + \pi/2) \text{ A} \end{aligned}$$