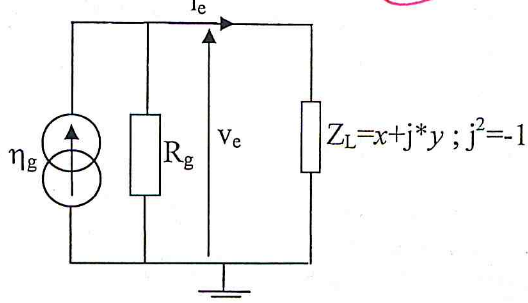
Université ZIANE Achour - Djelfa
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences des Matériaux
Niveau : L3 Physique des Matériaux **Matière : Electronique des Composants**

Examen du cinquième semestre – Date : 12/05/2016, Durée 1H30

Exercice 1 (10 points):

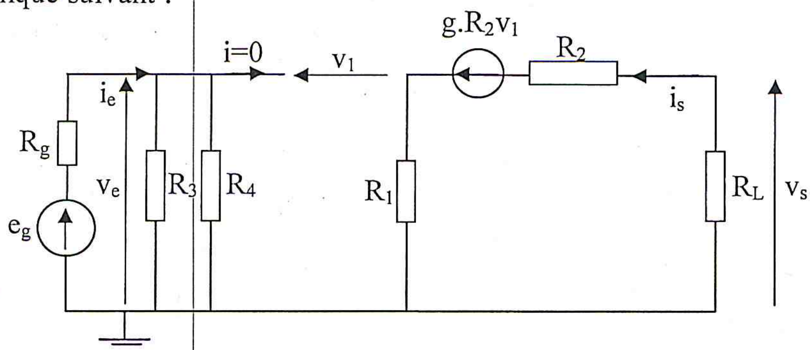
Soit la fonction f définie sur $\mathbb{R}^{*+}$ avec : $f(x)=\dfrac{\beta x}{(x+\alpha)^2}$ et α et β sont des réels positifs non nuls.

1) Monter que cette fonction possède un extremum pour $x=\alpha$. 2
2) Soit le schéma électronique ci-dessous:
   a) Montre que la puissance ($P=V_e\, i_e$) dissipée dans le cas où $Z_L=R_L=x$ ($y=0$) est : $P=f(x)$. Indiquer les valeurs de α et β. 2
   b) Quelle est la condition sur x pour que puissance **P** soit maximale (**Adaptation en puissance**). 2
   c) Dans ce cas calculer la puissance $P=P_{max}$. 2
3) Dans l'impédance le cas $Z_L=(jL\omega)//(1/jC\omega)$, $\omega=2\pi f$:
   a) Calculer x et y. 1
   b) Quelle est la condition d'adaptation. 1



Exercice 2 (10 points):

Soit le schéma électronique suivant :



1) Indiquer par un dessin les trois différentes parties de circuit. 1
2) Calculer la résistance d'entrée : $R_e=V_e/i_e$. 1
3) Calculer la résistance R_4 pour que la condition de l'adaptation en puissance soit satisfaite. 1
4) Calculer le gain à vide : $A_{v0}=V_{s0}/V_e$. 1
5) Calculer la tension (signal) de sortie à vide V_{s0}. Conclure. 1
6) Expliquer la procédure de calcul de la résistance de sortie, puis calculer cette résistance de sortie R_s. 1
7) Déduire le générateur de Thévenin (e_{Th}, R_{Th}) en sortie. 1

Tournez la page

8) Déduire le générateur de Norton (η_N, R_N) en sortie. 1

9) Dessiner les schémas équivalents simplifiés en sortie (Générateurs Thévenin et Norton). 1

10) Déduire : $A_v=V_s/V_e$ **(gain en charge)**, $A=V_s/e_g$ **(gain totale en charge).** 0,5

11) Remplaçant la résistance R_L par $Z_L=R_L+(jL\omega)//(1/jC\omega)$, $\omega=2\pi f$. Dans ce cas quelle est la condition d'adaptation en puissance en sortie. 0,5

Données : eg=10cos(ωt) (V), R_g=2KΩ, R_3=4KΩ, R_1=0.2KΩ, R_2=10KΩ, R_L=4.8KΩ, g=5mA/V.

R3=4KΩ

Bon courage

- Corrigé type -

Examen électronique des composants

Exo N°1

Soit f une fonction définie $f: \mathbb{R}^{*+} \longrightarrow \mathbb{R}$

$$x \longmapsto f(x) = \frac{\beta x}{(x+\alpha)^2}$$

avec $\alpha, \beta \in \mathbb{R}^{*+}$.

① Extremum de la fonction f :

$\cdot\ D_f = \mathbb{R}^{*+} =]0, +\infty[$.

$$f'(x) = \frac{\beta(x+\alpha)^2 - 2(x+\alpha)\beta x}{(x+\alpha)^4} = \frac{(x+\alpha)(\beta x + \alpha\beta - 2\beta x)}{(x+\alpha)^4}$$

$$= \frac{(x+\alpha)(-\beta x + \alpha\beta)}{(x+\alpha)^4} = \frac{-\beta x + \alpha\beta}{(x+\alpha)^3}.$$

1

$$\left.\begin{array}{l} f'(x) = 0 \Rightarrow -\beta x + \alpha\beta = 0 \Rightarrow x = \alpha \\ f'(x) > 0 \Rightarrow -x + \alpha > 0 \Rightarrow -x > -\alpha \Rightarrow x < \alpha \\ f'(x) < 0 \Rightarrow -x + \alpha < 0 \Rightarrow x > \alpha \end{array}\right\}$$

f' s'annule en $x = \alpha$ et elle change de signe

$\rightarrow x = \alpha$ est un extremum de la fonction.

$\rightarrow \lim_{x \to 0} f(x) = f(0^+) = 0$, $\lim_{x \to +\infty} f(x) = \lim_{x \to +\infty} \frac{\beta x}{x^2} = \lim_{x \to +\infty} \frac{\beta}{x} = 0^+$

table de variation :

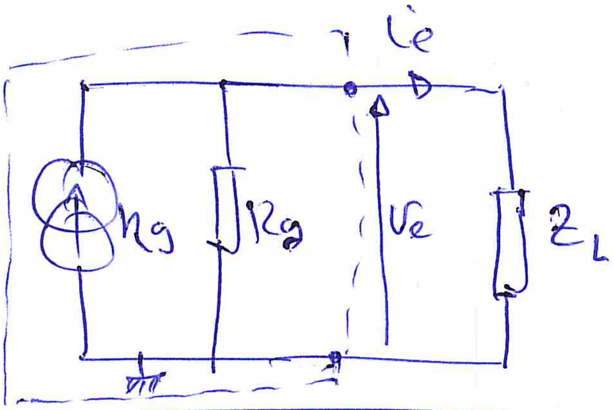
x	0		α		
$f'(x)$		$+$	0	$-$	
$f(x)$	0	$\nearrow$	$\frac{\beta}{4\alpha^3}$	$\searrow$	0

1

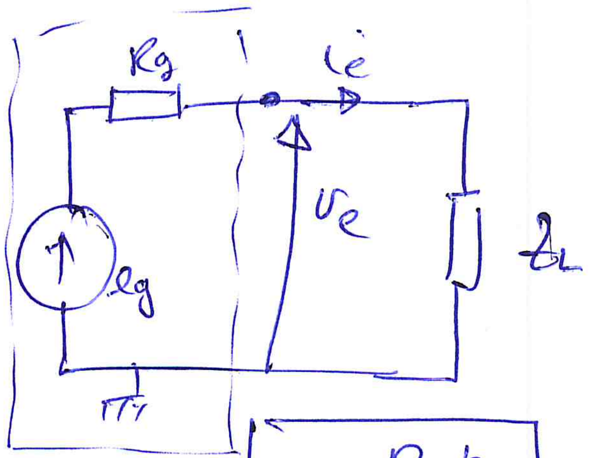
$$f(\alpha) = \frac{\beta\alpha}{(2\alpha)^2} = \frac{\beta\alpha}{4\alpha^2} = \frac{\beta}{4\alpha^3}$$

→ La fonction f possède un maximum au pt $\left(\alpha, \frac{\beta}{4\alpha^3}\right)$.

2) Soit le schéma électronique suivant



$$\boxed{Z_L = x + yj \; ; \; j^2 = -1}$$



avec $\boxed{e_g = R_g \, \eta_g}$

a) Montrons que la puissance $(P = V_e \, i_e)$ dissipée dans où $Z_L = R_L = x$ $(y = 0)$ est $P = f(x)$

$$\begin{cases} V_e = \dfrac{R_L}{R_L + R_g} e_g \text{ (diviseur de tension)} \\ -e_g + (R_g + R_L) i_e = 0 \text{ (loi des mailles)} \Rightarrow i_e = \dfrac{e_g}{R_g + R_L} \end{cases}$$

$$P = V_e \, i_e = \left(\frac{R_L}{R_L + R_g} e_g\right)\left(\frac{e_g}{R_L + R_g}\right) = \frac{R_L \, e_g^2}{(R_L + R_g)^2} \quad 1$$

→ dans la pratique on ne peut varier que la résistance R_L car R_g (Résistance interne du générateur (fixe)) →

$$\boxed{R_L = x, \quad e_g^2 = \beta \text{ et } \alpha = R_g} \quad 1$$

b) condition sur $(x = R_L)$ pour la puissance soit maximale (adaptation en puissance)

$P = f(x = R_L)$ est maximale en $(x = \alpha = R_g)$ voir (1).

1

$(R_L = R_g)$ 1

c) <u>Calcul de P_{max} :</u>

$$P_{max} = f(x=\alpha) = \frac{\beta}{4\alpha^3} = \frac{e_g^2}{4 R_g^3}$$ 2

3) Cas où $Z_L = (jL\omega) // \left(\frac{1}{jC\omega}\right)$; $\omega = 2\pi f$.

a) Calcul de x et y ($Z_L = x + jy$).

$$Z_L = \frac{(jL\omega)\left(\frac{1}{jC\omega}\right)}{jL\omega + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{\frac{L\omega}{C\omega}}{\frac{1-LC\omega^2}{jC\omega}} = \frac{L/C}{\frac{1-LC\omega^2}{jC\omega}}$$

$$= \frac{L}{C}\left(\frac{jC\omega}{1-LC\omega^2}\right) = \frac{jL\omega}{1-LC\omega^2}$$

$$Z_L = j\left(\frac{L\omega}{1-LC\omega^2}\right) = j\left(\frac{L}{1-LC\omega^2}\right)\cdot\omega.$$

$$Z_L = jL'.\omega \quad \text{avec} \quad \boxed{L' = L'(\omega) = \frac{L}{1-LC\omega^2}}$$

0,1

donc $\boxed{x = 0}$ et $(j^2 = -1)$; $\boxed{y = \frac{L\omega}{1-LC\omega^2}}$

0,1

b) <u>condition d'adaptation en puissance :</u>

$R_g = \overline{Z_L}$ (voir cours).

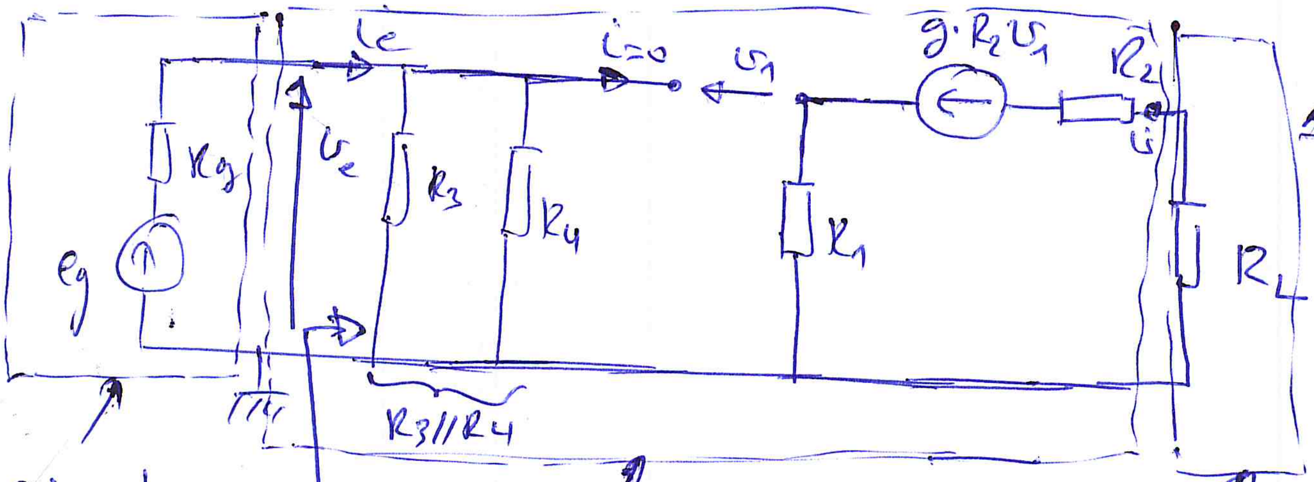
$R_g = -j\left(\frac{L\omega}{1-LC\omega^2}\right)$: condition irréalisable donc l'adaptation en puissance dans ce cas est irréalisable ($\nexists$).

→ Aucune puissance consommée par Z_L (purement Img).

1

Exo N°2 :

① Indication des trois parties du circuit :



1

② Calcul de la résistance d'entrée R_e (résistance vue de la l'entrée).

$$R_e = \frac{v_e}{i_e} \quad \text{(sans aucune condition).}$$

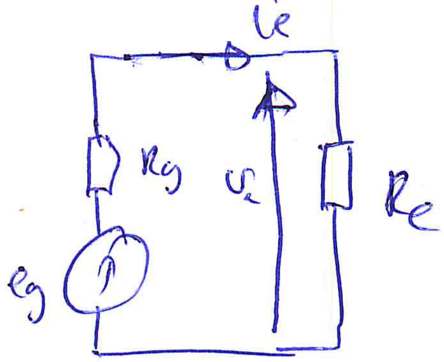
$$-v_e - (R_3 // R_4)\, i_e = 0 \Rightarrow \frac{v_e}{i_e} = R_3 // R_4$$

1

$$\Rightarrow \boxed{R_e = R_3 // R_4} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_4 + R_3}.$$

③ calcul de la résistance R_4 pour que la ~~loi~~ condition ~~d'ap~~ d'adaptation en puissance soit satisfaite en entrée

En entrée on a le schéma équivalent suivant :



→ donc la condition est $R_g = R_e$ (voir exo 1).

0,5

$$R_e = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_4 + R_3} = R_g \Rightarrow R_3 \cdot R_4 = R_4 \cdot R_g + R_3 \cdot R_g .$$

$$\Rightarrow (R_3 - R_g)\, R_4 = R_3 \cdot R_g$$

$$\Rightarrow \boxed{R_4 = \frac{R_3 \cdot R_g}{R_3 - R_g}} \quad 0{,}25$$

<u>A.N:</u> $R_4 = \frac{4 \cdot 2}{4-2} = \frac{8}{2} = 4\,k\Omega .$

$$\boxed{R_4 = 4\,k\Omega} \quad 0{,}25$$

④ <u>calcul du gain à vide:</u>

$A_{v_0} = \left.\frac{v_{s_0}}{v_e}\right)_{i=0}$ (c.à.d. R_L débranchée).

•) $-\cancel{R_1 i_1} + g R_2 v_1 + \cancel{R_2 i} + v_{s_0} = 0 \Rightarrow v_{s_0} = -g R_2 v_1$

••) $-v_e + v_1 + \cancel{R_1 i_1} = 0 \Rightarrow v_e = v_1 .$

donc $v_{s_0} = -g R_2 v_e \Rightarrow \frac{v_{s_0}}{v_e} = -g R_2 \Rightarrow$

$\boxed{A_{v_0} = -g R_2}$ 0,5 . A.N: $\boxed{A_{v_0} = -5 \times 10 = -50}$ 0,5

⑤ <u>Calcul de la tension à vide en sortie (v_{s_0}):</u>

$$\begin{cases} A_{v_0} = \frac{v_{s_0}}{v_e} \Rightarrow v_{s_0} = A_{v_0} \cdot v_e . \\ v_e = \frac{R_3 // R_4}{R_g + R_3 // R_4} \cdot e_g = \frac{R_g}{R_g + R_g} e_g = \frac{R_g}{2 R_g} e_g = \frac{1}{2} e_g . \end{cases}$$

$$v_{s_0} = A_{v_0} \cdot v_e = A_{v_0} \cdot \left(\frac{1}{2} e_g\right) = \frac{A_{v_0}}{2} \cdot e_g = -25 e_g \cdot$$

$$v_{s_0} = -25\left(10\cos(\omega t)\right) = -250\cos(\omega t)$$

$$\boxed{v_{s_0} = 250\cos(\omega t + \pi)} \text{ (V)}$$

0,5

<u>Conclusion</u> : le signal en sortie (v_{s_0}) est amplifié de 25 fois par rapport à (e_g) et est déphasé de π. (signal opposé).

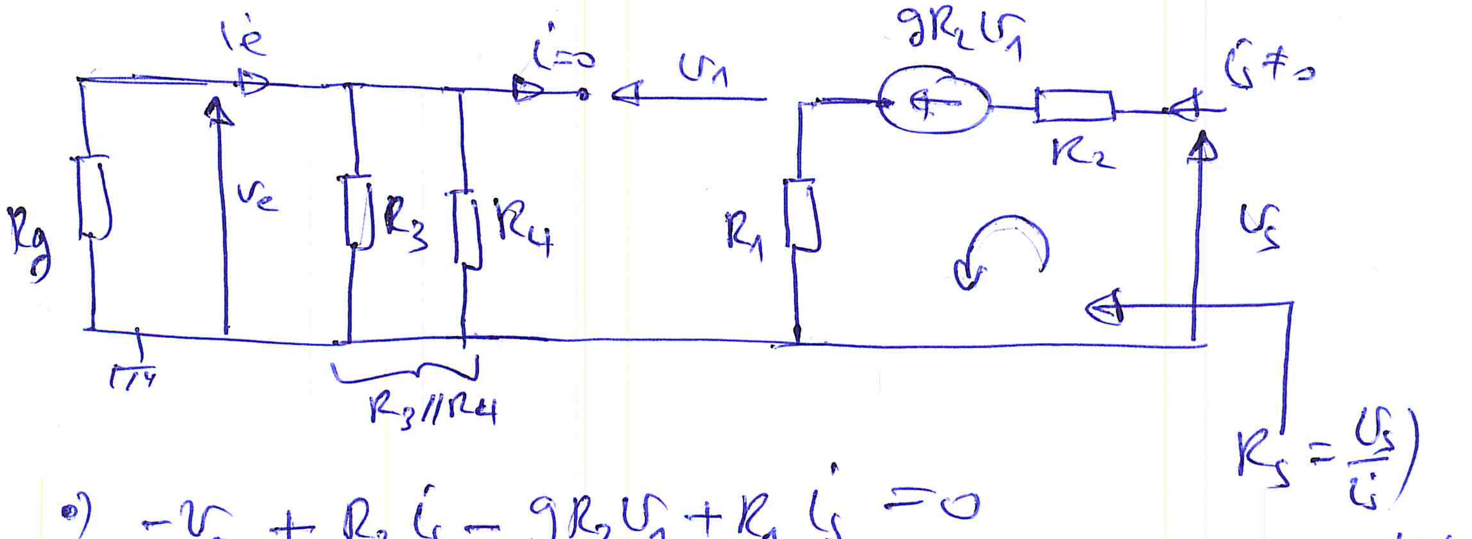
0,5

6) <u>Procédure et calcul de la résistance de sortie R_s</u>

a) Neutraliser tous les générateurs indépendants.

b) Calcul de $\frac{v_s}{i_s}$ sans charge R_L ($i_s \neq 0$)

0,5



•) $-v_s + R_2 i_s - gR_2 v_1 + R_1 i_s = 0$

$$-v_s - gR_2 v_1 = -(R_2 + R_1) i_s \quad \text{--- (•)}$$

••) $-R_1 i_s - v_1 - (R_g // R_3 // R_4)\overset{0}{\cancel{i}} = 0 \Rightarrow v_1 = -R_1 i_s$

(•) devient : $-v_s - gR_2(-R_1 i_s) = -(R_2 + R_1) i_s$

$$v_s = (R_1 + R_2 + gR_1R_2) i_s$$

$$\boxed{R_s = \frac{v_s}{i_s} = R_1+R_2+g\,R_1\cdot R_2}$$ · AN : $R_s = 0,2+10+5\cdot 0,2\cdot 10$
$= 10,2+10 = 20,2\,K$

$$\boxed{R_s = 20,2\ K\Omega}$$ 0,25 0,25

7) Générateur de thévenin en sortie (déduction)

$e_{th} = v_{s0} = 250\cos(\omega t+\pi)$ (V). 0,5

$R_{th} = R_s = 20,2\ K\Omega$ 0,5

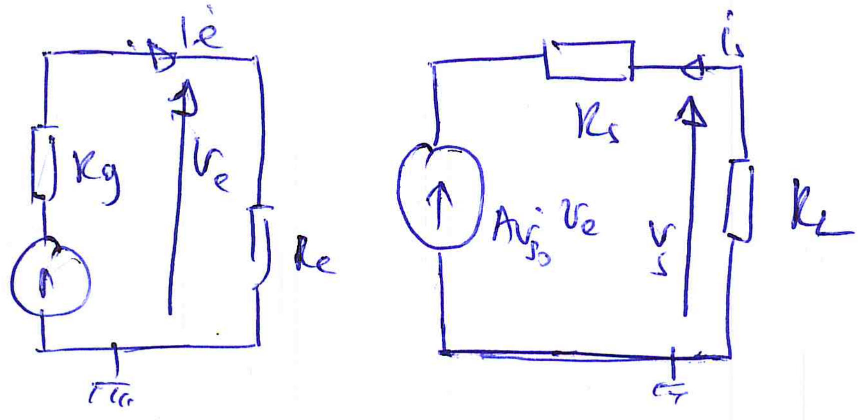
8) Générateur de Norton en sortie (déduction).

$i_N = \frac{e_{th}}{R_{th}} = 12,37\cos(\omega t+\pi)$ (mA). 0,5

$R_N = R_{th} = R_s = 20,2\,K\Omega$ 0,5

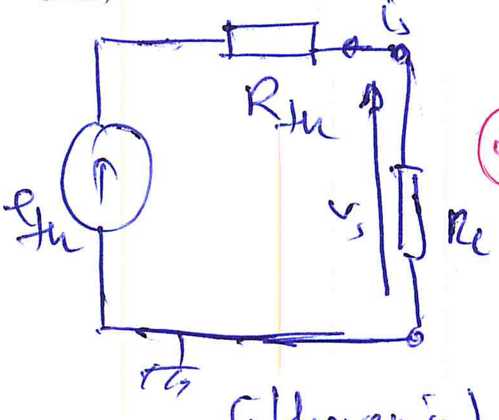
9) Dessin des schémas équivalents

a-1)



0,5

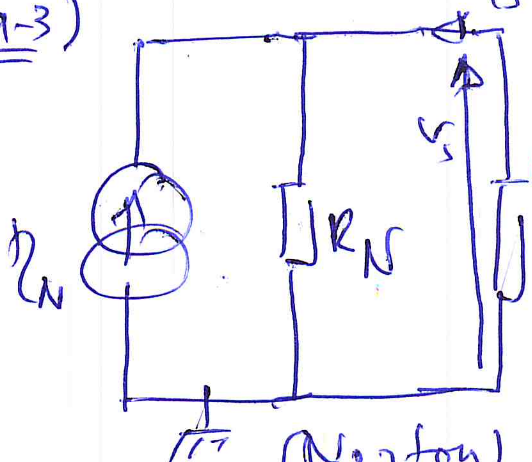
a-2)



0,25

(thevenin)

a-3)



0,25

(Norton)

(7)

10) a) Déduction du gain en charge $A_v = \frac{v_s}{v_e}$.

$$v_s = \frac{R_L}{R_s+R_L} \cdot A_{v_{s0}} \cdot v_e \Rightarrow \boxed{A_v = \frac{R_L}{R_s+R_L} \cdot A_{v_{s0}}}$$ 0,25

b) Déduction du gain total en charge : $A = \frac{v_s}{e_g}$.

en entrée on a vu que : $v_e = \frac{(R_3 // R_4)}{(R_3//R_4)+R_g} e_g = \frac{1}{2} e_g$.

$$A = \frac{v_s}{e_g} = \left(\frac{v_s}{v_e}\right) \cdot \left(\frac{v_e}{e_g}\right) = \left(\frac{R_L}{R_s+R_L} \cdot A_{v_{s0}}\right)\left(\frac{1}{2}\right).$$

$$\boxed{A = \frac{1}{2} \frac{R_L}{R_s+R_L} \cdot A_{v_{s0}}}$$ 0,25

11) Condition d'adaptation (en sortie) dans le cas où $Z_L = R_L + (jL\omega) // \left(\frac{1}{jC\omega}\right)$

$$Z_L = R_L + j\left(\frac{L\omega}{1-LC\omega^2}\right) \quad \text{(voir exo 1)}.$$

Condition : $R_s = \overline{Z_L} = R_L - j\left(\frac{L\omega}{1-LC\omega^2}\right)$: Impossible de vérifier cette condition. ($\nexists$)

0,5

fin.