

**CIRCUITS**

2 heures ; documents autorisés

**I- ADAPTATION D'IMPEDANCES**

On veut adapter les impédances entre un générateur, possédant une résistance interne de  $50\Omega$ , et une charge de  $300\Omega$ .

Le câblage à la sortie du générateur est équivalent à une inductance de  $10\text{ nH}$ , la charge est attaquée par une capacité de  $47\text{ pF}$  (figure 1).

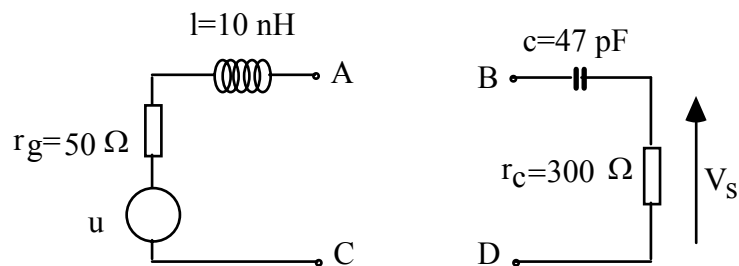


Figure 1

I-1. Déterminer un quadripôle ABCD permettant de réaliser cette adaptation à la fréquence de  $100\text{ MHz}$  (choisir une solution comportant une self comme élément de couplage).

I-2. Faire l'application numérique.

NB : Si des relations données en cours sont utilisées, aucune justification n'est demandée.

**II- ETUDE D'UN BIPORTE**

On considère le quadripôle ci-dessous pour lequel les accès C et D sont reliés (figure2).

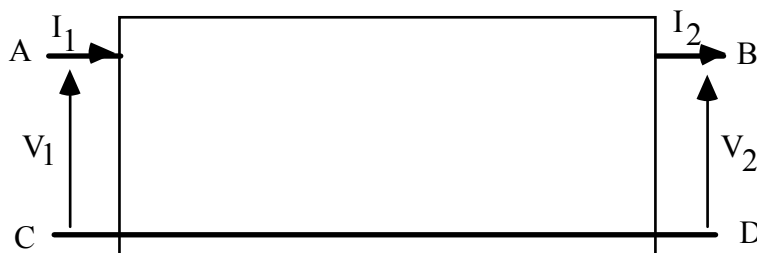


Figure 2

Les paramètres de la matrice admittance de ce bi porte ont été mesurés en fonction de la fréquence. La figure 3, donnée en annexe, représente les courbes de gain des paramètres  $y_{11}(j\omega)$  et  $y_{21}(j\omega)$ , tracées dans le plan de BODE.

II-1. En supposant que le système est à déphasage minimal, déterminer un modèle pour  $y_{11}(p) = \left[ \frac{I_1(p)}{V_1(p)} \right]_{V_2(p)=0}$

- déterminer le modèle littéral,
- déterminer numériquement les coefficients d'après la figure 3.

II-2. Même chose pour le paramètre  $y_{21}(p)$ .

II-3. Déterminer la transmittance  $\frac{I(p)}{V(p)}$  du circuit de la figure 4.

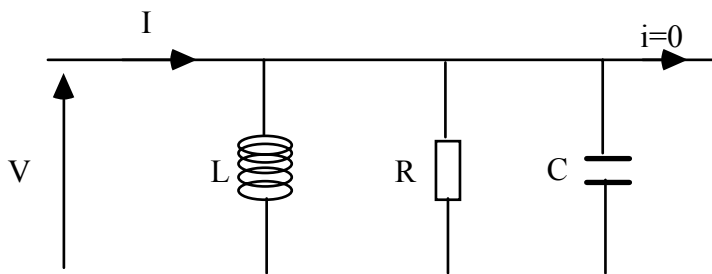


Figure 4

II-4. La courbe de gain du paramètre  $y_{22}$  du bi porte ABCD en fonction de la fréquence est identique à celle de son paramètre  $y_{11}$ .

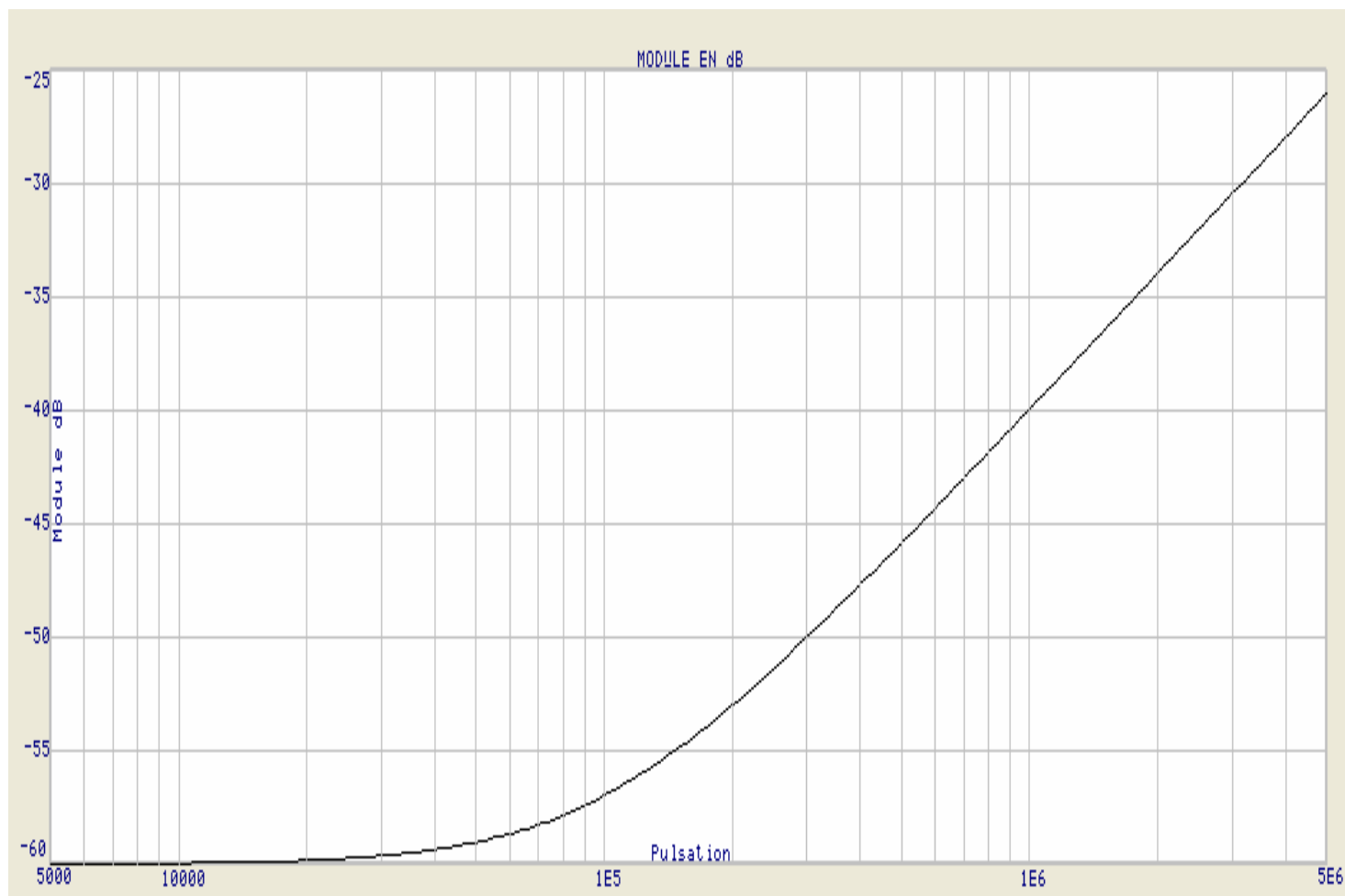
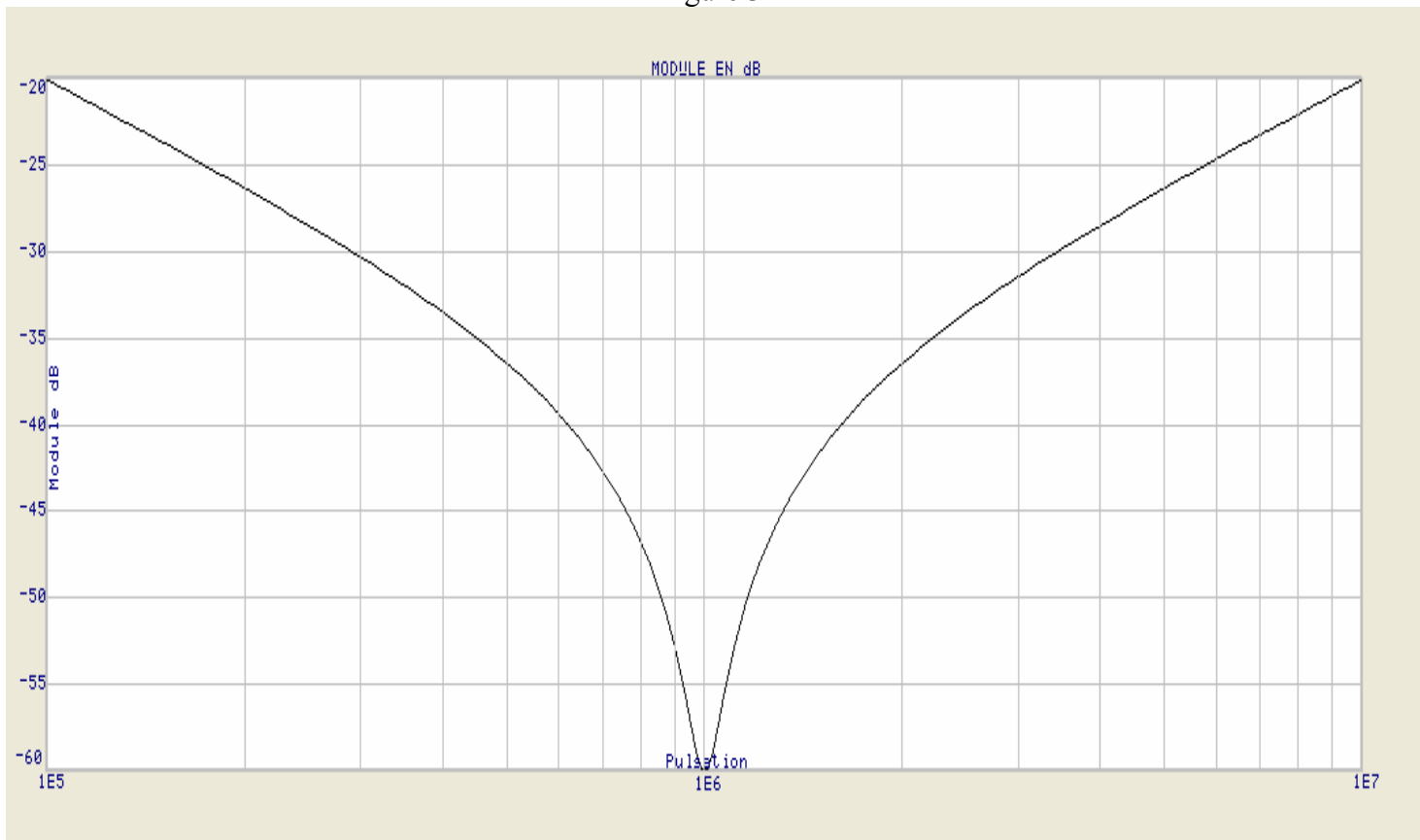
II-4.1. D'après ce qui précède, quelle peut être la structure du bi porte ABCD?

II-4.2. Calculer la valeur des composants.

---

Figure 3 : voir ci-après ; en haut,  $Y_{11}$ , en bas,  $Y_{21}$

Figure 3



SESSION de septembre 2007

## Circuits

### Corrigé

---

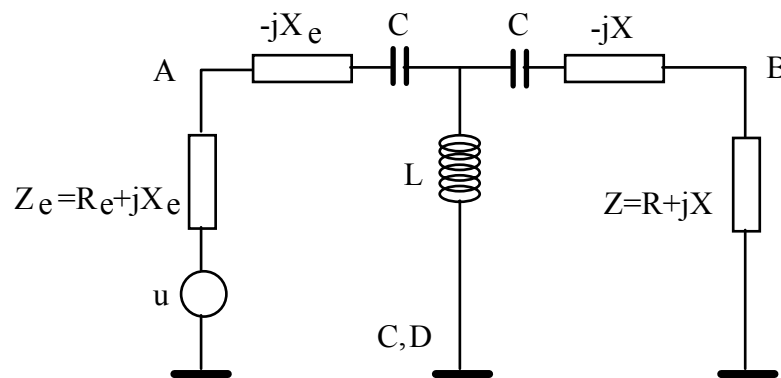
#### I- ADAPTATION D'IMPEDANCES (voir cours)

I-1. Détermination du quadripôle ABCD permettant de réaliser l'adaptation.

$$\text{Pour } \beta=0, \text{ on a : } \begin{cases} B = \pm\sqrt{R_e R} \\ X_1 = \mp\sqrt{R_e R} - X_e = -B - X_e \\ X_2 = \mp\sqrt{R_e R} - X = -B - X \end{cases}$$

$$\text{Pour } B = +\sqrt{R_e R}, \quad X_1 = -\sqrt{R_e R} - X_e \quad \text{et} \quad X_2 = -\sqrt{R_e R} - X$$

D'où l'adaptation :



$$C = \frac{1}{\omega\sqrt{R_e R}}$$

$$L = \frac{\sqrt{R_e R}}{\omega}$$

I-2. Application numérique :

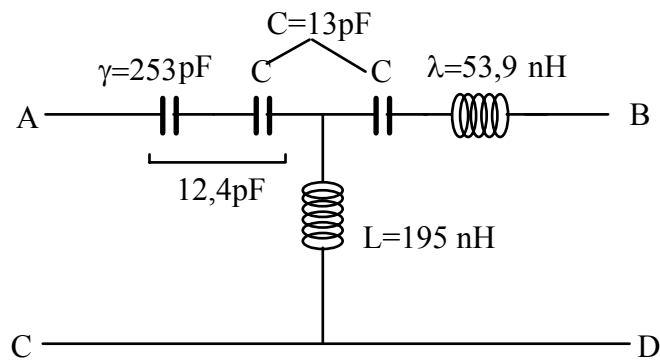
$$R_e = r_g = 50\Omega ; X_e = l\omega = 6,28\Omega ; R = 300\Omega ; X = -\frac{1}{c\omega} = -33,9\Omega$$

$$\text{d'où } C = \frac{1}{\omega\sqrt{R_e R}} = 13\text{pF} ; L = \frac{\sqrt{R_e R}}{\omega} = 195\text{nH}$$

$X_e$  est une capacité :  $\gamma = 253$  pF

$X = 33,9\Omega$  est une self :  $\lambda = 53,9$  nH

Quadripôle adaptateur :



## II- ETUDE D'UN BI PORTE

### II-1. Modèle correspondant à $Y_{11}(j\omega)$

L'examen du lieu de BODE de  $|Y_{11}(j\omega)|$  montre que l'on a une asymptote BF à  $-20$  dB/décade et une asymptote HF à  $+20$  dB/décade.

Le modèle littéral de la transmittance est donc :

$$Y_{11}(p) = \frac{K}{p} \left( 1 + \frac{2z}{\omega_n} p + \frac{p^2}{\omega_n^2} \right)$$

Détermination des coefficients :

- Détermination de  $z$

Le coefficient de surtension vaut  $Q=20$  dB (soit 10). Or  $Q = \frac{1}{2z\sqrt{1-z^2}}$

D'où  $z = 0,05$

- Détermination de  $\omega_n$

$$\omega_n = \frac{\omega_R}{\sqrt{1-2z^2}} = \frac{10^6}{\sqrt{1-2(5 \cdot 10^{-2})^2}} \cong 10^6 \text{ rd.s}^{-1}$$

Pour  $\omega=10^6$  on a  $\frac{K}{\omega} = -40\text{dB}$  ; d'où  $K=10^6 \cdot 10^{-2} = 10^4$

$$\text{Donc } Y_{11}(p) = \frac{1 + 10^{-7} p + 10^{-12} p^2}{10^{-4} p}$$

### II-1. Modèle correspondant à $Y_{21}(j\omega)$

L'examen du lieu de BODE de  $|Y_{21}(j\omega)|$  montre que l'on a une asymptote HF à  $+20$  dB/décade et une asymptote BF horizontale à  $-60$  dB, les deux se coupant à  $\omega = 10^5 \text{ rd.s}^{-1}$ .

Le modèle littéral de la transmittance est donc :

$$Y_{21} = K(1 + Tp) \text{ avec } K = 10^{-3} \text{ (-60 dB) et } T = 1/\omega = 10^{-5} \text{ s}$$

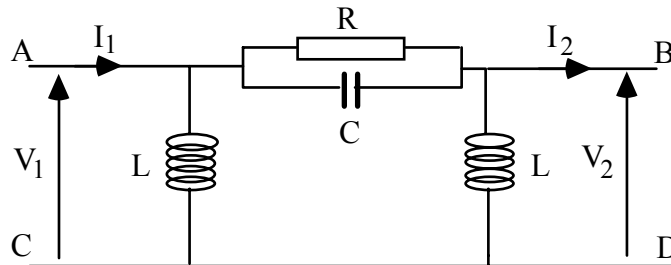
$$Y_{21}(p) = \frac{1 + 10^{-5} p}{10^3}$$

II-3. Détermination de  $\frac{I(p)}{V(p)}$  du dipôle de la figure 4

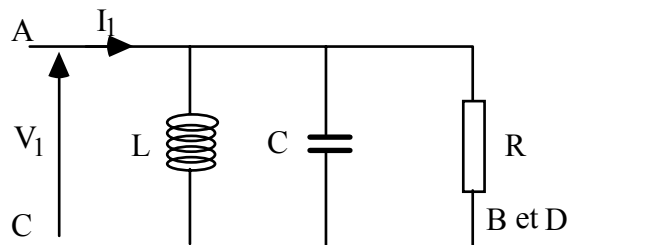
On trouve facilement : 
$$\frac{I(p)}{V(p)} = \frac{1 + \frac{L}{R}p + LCp^2}{Lp}$$

II-4. Du fait que  $Y_{11} = Y_{22}$ , on a affaire à un bi-porte symétrique.

II-4.1. Structure du bi porte ABCD

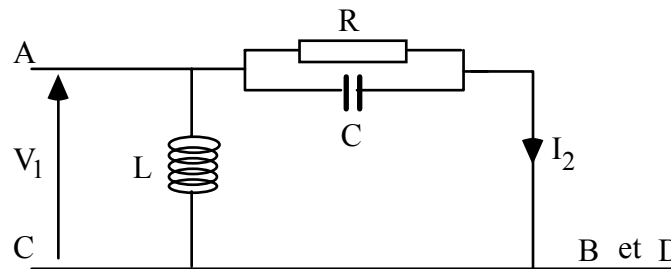


On a en effet  $\left[ \frac{I_1}{V_1} \right]_{V_2=0}$  qui est calculé par :



Soit  $\left[ \frac{I_1}{V_1} \right]_{V_2=0} = Y_{11} = \frac{1 + \frac{L}{R}p + LCp^2}{Lp}$ , forme  $\frac{1 + 10^{-7}p + 10^{-12}p^2}{10^{-4}p}$  (1)

De même  $\left[ \frac{I_2}{V_1} \right]_{V_2=0}$  qui est calculé par :



Soit  $\left[ \frac{I_2}{V_1} \right]_{V_2=0} = Y_{21} = \frac{1 + RCp}{R}$ , forme  $\frac{1 + 10^{-5}p}{10^3}$  (2)

De (1) et par identification on trouve  $L/R = 10^{-7}$  et  $LC = 10^{-12}$   
on en déduit **L = 10<sup>-4</sup> nH** et **C = 10 nF**

On a bien  $RC = 10^{-5}$  (équation 2)