

Projet Circuits Intégrés Radiofréquence

TP Adaptation en Puissance

Mohamed Hage Hassan

Clément Cheung

6 Décembre 2017

Table des matières

1	Introduction	2
2	Impédance et Admittance - Analyse sous Cadence	2
2.1	Étude théorique	2
2.2	Simulation sous Cadence	2
3	Adaptation à Z_0	3
3.1	Adaptation avec un transformateur d'impédance	3
3.1.1	Annulation de la partie imaginaire	3
3.1.2	Abaissement de l'impédance	3
3.1.3	Ajustement final de l'impédance	4
3.1.4	Calcul de la tension du circuit d'adaptation	5
3.2	Adaptation avec l'abaque de Smith	5
4	Impédance en entrée et sortie d'un transistor	5
5	Conclusion	5
	Références	6

1 Introduction

2 Impédance et Admittance - Analyse sous Cadence

2.1 Étude théorique

On essaye en premier temps de retrouver le circuit équivalent au celui RC en série : On a :

$$Z_C = \frac{1}{jC\omega} \quad X_S = -\frac{1}{C\omega}j \quad (1)$$

Sachant que :

$$Q = \frac{\|X_S\|}{R} = \frac{1}{R_S C\omega} = 0.159 < 3$$
$$X_S = \frac{1}{C_S\omega} = 159.15$$

On prend :

$$R_p = R_S(1 + Q^2)$$
$$X_p = X_S \frac{(1 + Q^2)}{Q^2} \quad (2)$$

Ce qui nous donne $R_p = 1025,28\Omega$, $X_p = 6.454 \times 10^3$

$$X_P = \frac{1}{C_P\omega} \Rightarrow C_P = \frac{1}{X_P\omega} = 24.7fF$$

2.2 Simulation sous Cadence

Que représente S_{11} ?

On effectue une simulation du circuit RC pour analyser les paramètres S_{11} , Z_{11} et Y_{11}

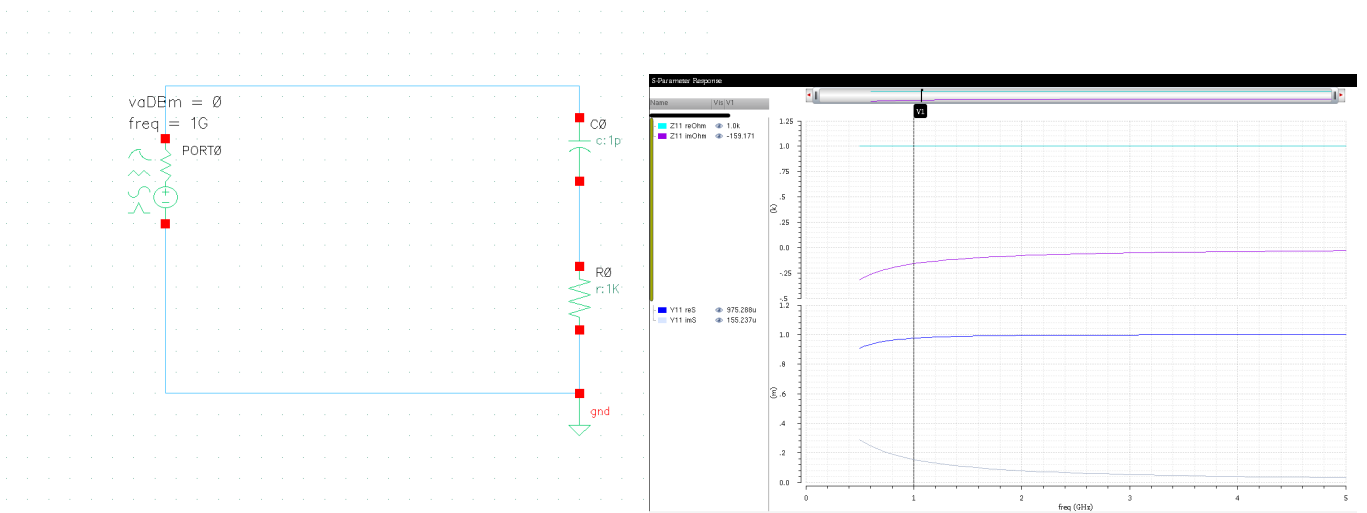


Figure 1: Schéma et Simulation du circuit

On retrouve :

$$\begin{aligned} S_{11} &= 0.906911 - j0.0141 \\ Z_d &= 20 - j3.19066 \\ Y_d &= 0.04859 + j0.00777 \end{aligned} \quad (3)$$

Sachant que $Y = G + jB$

$$\begin{aligned} G &= \frac{1}{R_P} \implies R_P = \frac{1}{G} = 1025\Omega \\ B &= \frac{1}{X_P} \implies X_P = \frac{1}{B} = 6.442 \times 10^3 \end{aligned}$$

3 Adaptation à Z_0

3.1 Adaptation avec un transformateur d'impédance

3.1.1 Annulation de la partie imaginaire

On ajoute une inductance en série au circuit RC, pour annuler la partie imaginaire X_S .

$$\begin{aligned} X_L &= \omega L = -X_S \implies X_L = 159.15 \\ L &= \frac{X_L}{\omega} = 25.33nH \end{aligned}$$

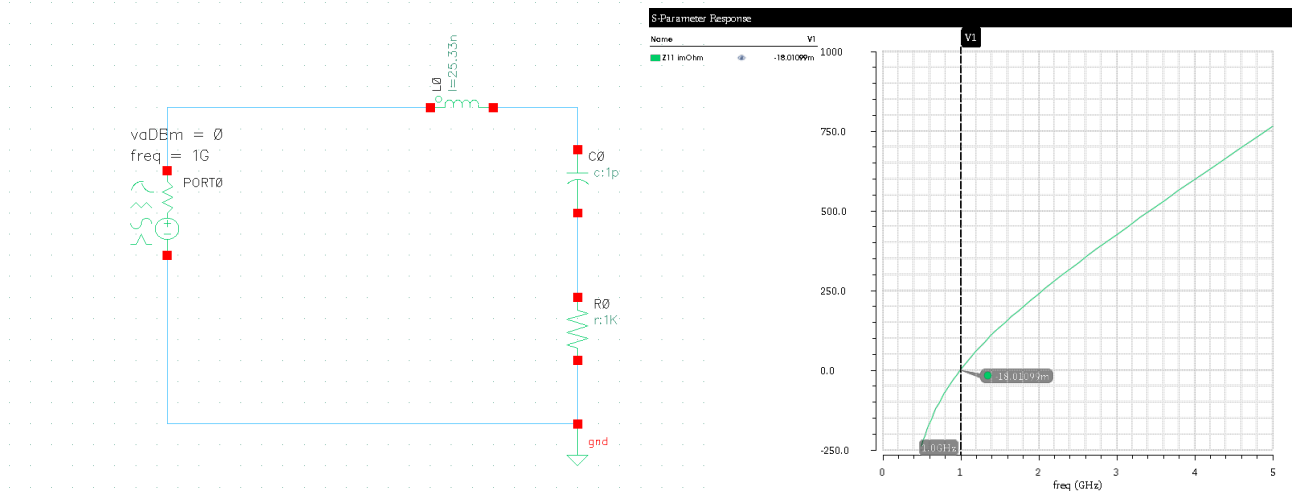


Figure 2: Schéma et Simulation du circuit

3.1.2 Abaissement de l'impédance

On ajoute une capacité en parallèle pour abaisser la tension :

$Re\{Z_{in}\} = 50\Omega$ et pour le circuit LRC, on a $Z_0 = R_0$ à la résonance.

$$\frac{1}{Z_{in}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_0} = jC_1\omega_0 + \frac{1}{R_0}$$

$$Z_{in} = \frac{1}{jC_1\omega_0 + \frac{1}{R_0}}$$

et

$$Re\{Z_{in}\} = 50\Omega = Re\left(\frac{R_0}{1 + jR_0C_1\omega_0}\right)$$

Pour Z_{in} :

$$Z_{in} = \frac{(1 - jR_0C_1\omega_0)R_0}{1 + (R_0C_1\omega_0)^2} = \frac{R_0}{1 + (R_0C_1\omega_0)^2} - j \frac{R_0^2C_1\omega_0}{1 + (R_0C_1\omega_0)^2}$$

$$\Rightarrow R_0C_1\omega_0 = \sqrt{\frac{R_0}{R_e\{Z_{in}\}} - 1}$$

$$C_1 = \frac{1}{R_0\omega_0} \sqrt{\frac{R_0}{R_e\{Z_{in}\}} - 1}$$

On retrouve $C_1 = 693.7fF$.

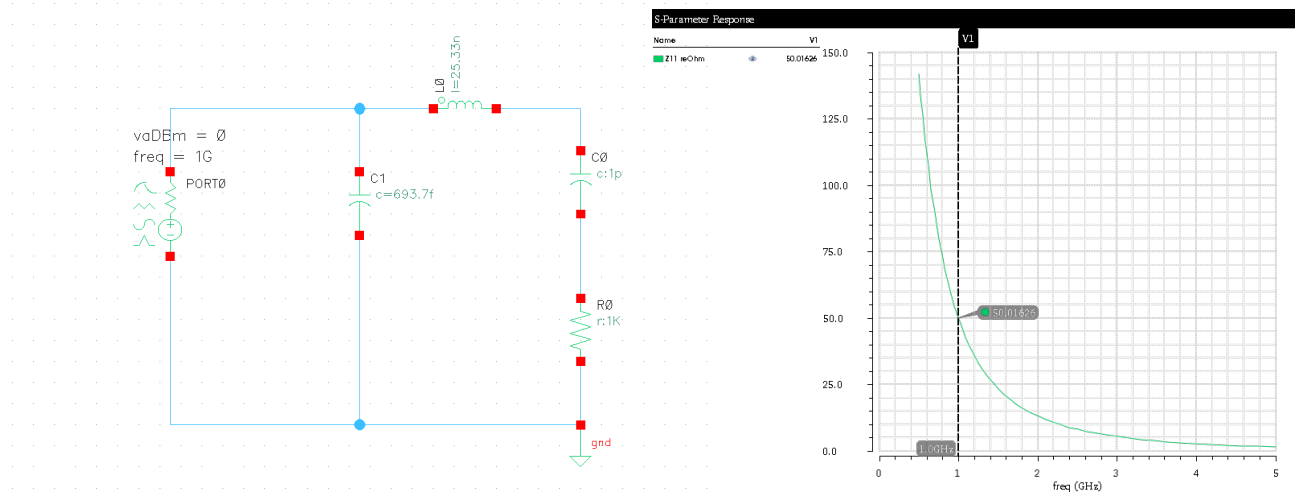


Figure 3: Schéma et Simulation du circuit

3.1.3 Ajustement final de l'impédance

On essaye d'annuler la partie imaginaire à l'entrée du circuit d'adaptation : On ajoute une impédance en série. Sachant que : $X_{L1} = \omega_0 L_1$

$$X_{L11} = -\text{Im}\{Z_{in}\} = \frac{R_0^2 C_1 \omega_0}{1 + (R_0 C_1 \omega_0)^2}$$

$$\Rightarrow L_1 = \frac{R_0^2 C_1}{1 + (R_0 C_1 \omega_0)^2} \Rightarrow L_1 = 34.6nH$$

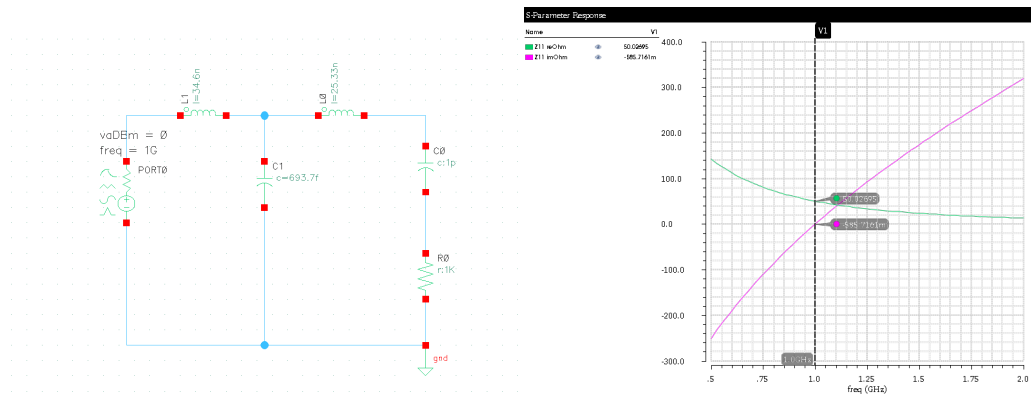


Figure 4: Schéma et Simulation du circuit

3.1.4 Calcul de la tension du circuit d'adaptation

On a :

$$P_e = 0 \text{ dB}_m = 1 \text{ mW} = \frac{V_1^2}{50} \Rightarrow \sqrt{P_0 \times 50} = 0.223 \text{ V}$$

Adaptation en puissance en 50Ω , $P_e = P_S = \frac{V_2^2}{R_0}$, sachant que C_0 est "transparente" à f_0 (résonance).

$$V_2 = V_3 = \sqrt{R_0 \times P_e} = 1 \text{ V}$$

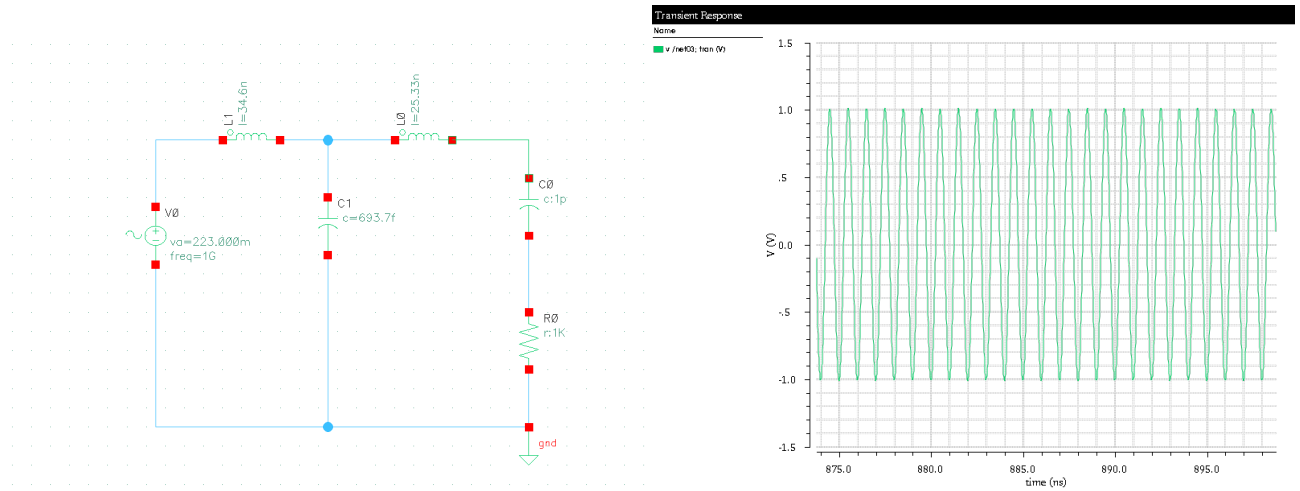


Figure 5: Schéma et Simulation du circuit

3.2 Adaptation avec l'abaque de Smith

4 Impédance en entrée et sortie d'un transistor

5 Conclusion

Références

- [1] *RF Microelectronics, 2nd edition*
Behzad Razavi, Prentice Hall