

**Lignes de transmission**

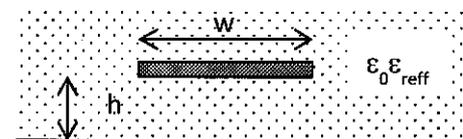
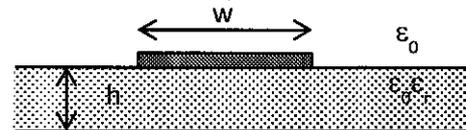
**Examen ETRS603 du 26 juin 2018**

Durée 1h30 – une feuille manuscrite de résumé autorisée

**1. Ligne planaire micro ruban en régime harmonique (9pts, <40mn)**

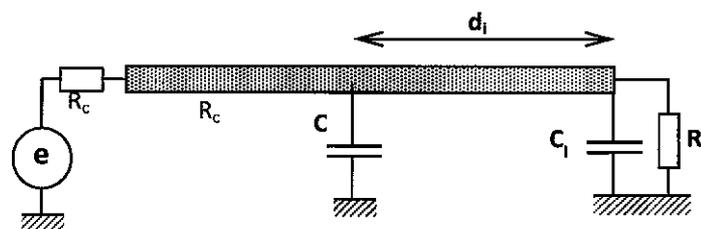
Un signal de fréquence  $f=1,5\text{GHz}$  est propagé sur une piste de circuit imprimé, que l'on considèrera comme une ligne de transmission de type micro-ruban. La permittivité relative du diélectrique est  $\epsilon_r=4,6$ , son épaisseur  $h$  vaut  $2,54\text{mm}$ .

En remarquant que dans cette structure, le diélectrique n'est pas homogène (air au-dessus, époxy au-dessous), on lui fait correspondre une structure équivalente homogène, dont la permittivité est intermédiaire entre celle de l'air et de l'époxy. On appelle cette permittivité équivalente, la permittivité effective, notée  $\epsilon_{\text{reff}}$ .



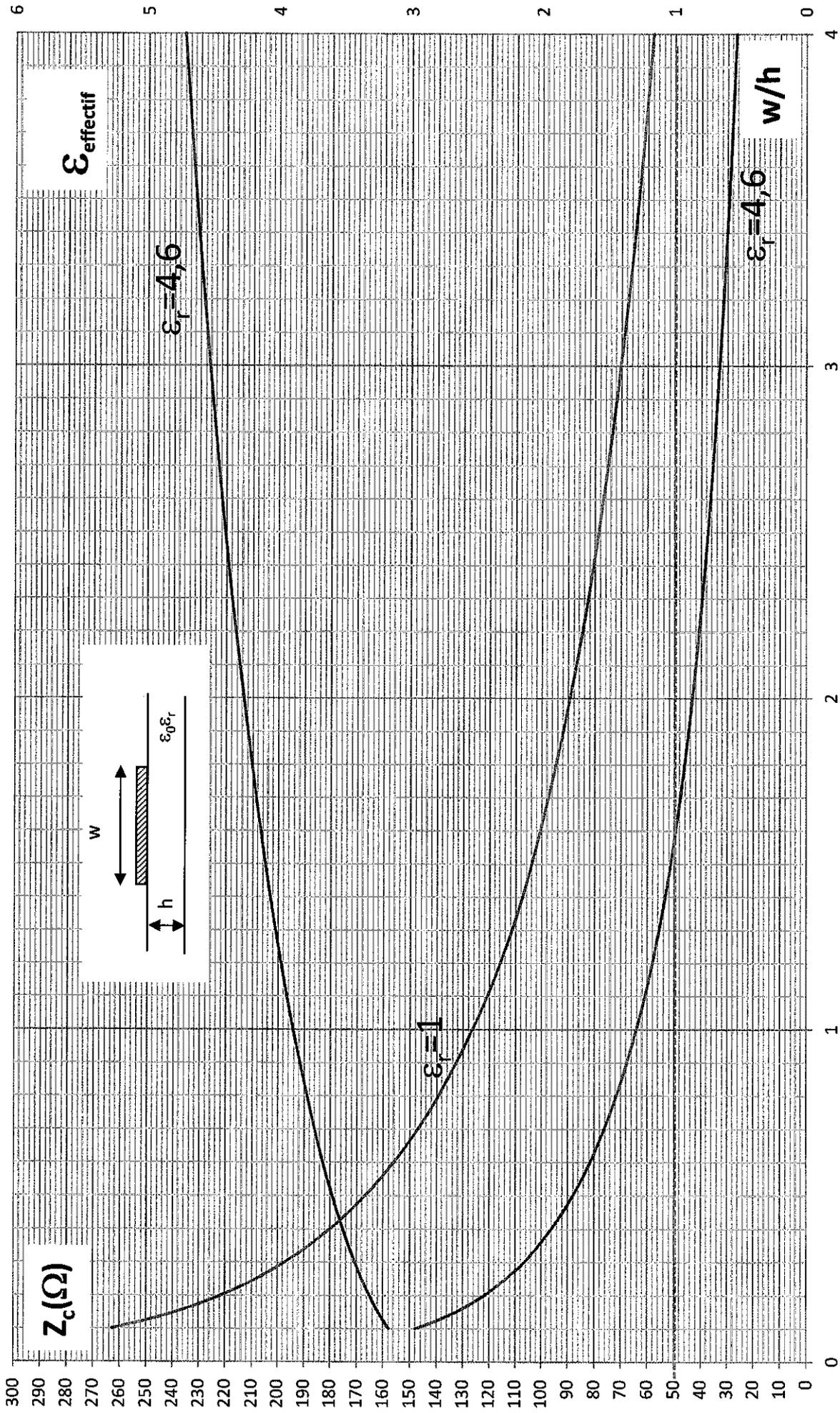
- 1.1 À l'aide de l'abaque joint, déterminez la largeur de la ligne micro ruban qui permettra d'obtenir une impédance caractéristique de  $50\Omega$  (utilisez l'échelle de gauche donnant  $Z_c$ ).
- 1.2 Utilisez l'abaque (échelle de droite, donnant  $\epsilon_{\text{reff}}$ ) pour déterminer la valeur de  $\epsilon_{\text{reff}}$  correspondant à la ligne étudiée.
- 1.3 Déduisez la vitesse de propagation  $v_g$  du signal, sa longueur d'onde  $\lambda$  et son temps caractéristique  $T_c$ .
- 1.4 À partir de ces valeurs calculez la self inductance linéique  $L$  et la capacité linéique  $C$  de la ligne. Précisez bien les unités.

La ligne  $50\Omega$  est chargée à son extrémité par une impédance  $Z_L$  type RC parallèle, avec  $R_L=100\Omega$  et  $C_L=1\text{pF}$ .



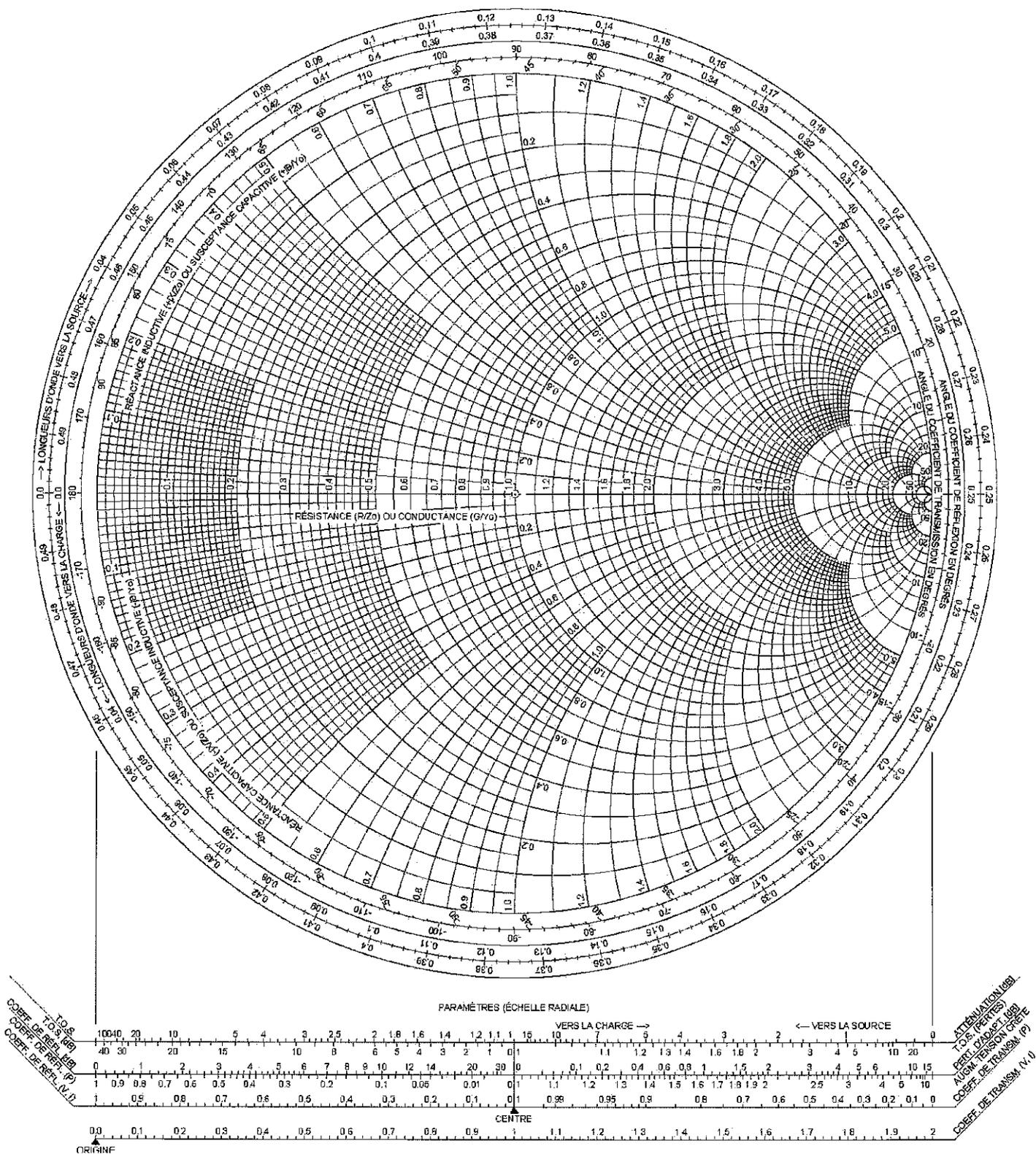
- 1.5 Déterminez l'admittance de charge  $Y_L$  puis l'admittance réduite  $y_L$  et placez le point correspondant sur l'abaque de Smith.
- 1.6 Placez ensuite sur l'abaque le point correspondant à l'impédance réduite  $z_L$ . Donnez sa valeur.
- 1.7 Déterminez la valeur du module du coefficient de réflexion  $\Gamma_1$  au niveau de la charge, ainsi que la valeur du ROS  $\rho_1$ .
- 1.8 En utilisant l'abaque de Smith, déterminez à quelles distances  $d_1$  et  $d_2$  de la charge, l'admittance ramenée sera de la forme  $y_{R1}=1+j$  et  $y_{R2}=1-j$ . Exprimez l'admittance dénormalisée  $Y_{R2}$ .
- 1.9 On place en  $d_2$  un condensateur  $C$  (voir figure). Exprimez alors l'admittance  $Y'_{R2}$  vue de la ligne, en ce point, lorsque l'on regarde vers la charge.
- 1.10 Calculez la valeur « optimale » du condensateur  $C$ . À quelle autre méthode, remplaçant  $C$  par un autre dispositif, s'apparente cette solution ? Quel est cet autre dispositif qui remplace  $C$  ?

Impédance et permittivité effective d'une ligne micro-ruban



# Abaque de Smith

## COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES



## 2. Réponse temporelle sur une ligne non adaptée par la méthode du tableau

On considère la liaison numérique ci-dessous.



Le circuit numérique 1 doit transmettre une information binaire au circuit numérique 2 par l'intermédiaire d'une ligne de transmission sans pertes, d'impédance caractéristique  $Z_c=75\Omega$ .

Le temps caractéristique sur la ligne est  $T_c=5\text{ ps/mm}$  et la longueur de ligne est  $l=10\text{ cm}$ .

Le circuit 1 se comporte comme un générateur de tension ; le signal délivré est un échelon de tension passant de  $E_{obs}=0V$  à  $E_{ohaut}=4V$ , à l'instant  $t=0$  (transition binaire 0 vers 1, niveau bas vers niveau haut).

L'impédance de sortie de ce générateur est  $Z_g=25\Omega$ .

Le circuit 2 se comporte comme une charge résistive d'impédance  $Z_l=300\Omega$ .

- 2.1 Représentez le circuit électrique à étudier (les 2 circuits et la ligne). Faites figurer les tensions  $V_A$  et  $V_B$ .
- 2.2 Déterminez  $V_{A0^-}$  et  $V_{B0^-}$  les tensions en A et B à  $t=0^-$  (juste avant le déclenchement de l'échelon).
- 2.3 Déterminez  $V_{A0^+}$  et  $V_{B0^+}$  les tensions en A et B à  $t=0^+$  (juste après le déclenchement de l'échelon).
- 2.4 Déterminez les tensions  $V_{A\infty}$  et  $V_{B\infty}$  en A et B après un temps infini (le signal étant redevenu stable).
- 2.5 Déterminez les coefficients de réflexion  $\Gamma_A$  et  $\Gamma_B$ , en A et B.
- 2.6 Remplissez le tableau des variations de tensions en A et B, à l'aide de la méthode du tableau.

t	$\Delta V_{A\text{normalisé}}$	$\Delta V_{B\text{normalisé}}$
0	①	
$1T_c$		○
$2T_c$	○	
$3T_c$		○
$4T_c$	○	
$5T_c$		○
$6T_c$	○	

**Feuille à rendre**  
**N° d'intercalaire :**

2.7 Donnez les valeurs de tension que l'on observe en A aux instants  $0$ ,  $2T_c$ ,  $4T_c$ ,  $6T_c$ .

	$0^-$	$0^+$	$2T_c$	$4T_c$	$6T_c$
$V_{A\text{normalisé}}$					
$V_A$					

2.8 Donnez les valeurs de tension que l'on observe en B aux instants  $T_c$ ,  $3T_c$ ,  $5T_c$ .

	$0$	$T_c$	$3T_c$	$5T_c$
$V_{B\text{normalisé}}$				
$V_B$				

2.9 Tracez l'évolution temporelle du signal en A et B jusqu'à  $t=3$  ns.

