

Examen d'Electromagnétisme I

Vendredi 27 janvier 2022

15h15 – 18h15

BCH 2201

Prof. R. Fleury

Instructions

Merci de déposer une pièce d'identité sur le coin de votre table.

Matériel autorisé dans la salle :

- Notes **manuscrites** strictement limitées à du texte, des formules et schémas écrit sur deux feuilles A4 recto-verso (total de 4 pages).
- Pas d'autre matériel imprimé (notes, photocopiés, livres).
- Crayons, stylos, feutres, règles, compas, feuilles blanches : pas de limitation.
- Calculatrice aux performances raisonnables (pas de PC, pas de dispositifs à connexion sans fil, pas de connexion internet).

Déroulement :

- Trois problèmes sont proposés, et l'étudiant doit répondre aux trois problèmes directement sur l'énoncé.
- L'examen est à rendre écrit avec un stylo bleu ou noir. Pas d'autres couleurs, pas d'écriture au crayon.
- L'heure officielle de finalisation de l'examen sera respectée de façon stricte.
- Des feuilles de brouillon blanches et des abaques de Smith supplémentaires seront mis à disposition.
- Débranchez vos téléphones portables.
- L'espace laissé pour répondre n'indique en rien la longueur ou la complexité de la réponse attendue.

Soyez très raisonnables avec boissons, nourriture et demandes de quitter la salle pendant l'examen.

L'intégralité de l'énoncé doit être rendu à la fin de l'épreuve.

Exercice 1)**Etape préliminaire : Génération de valeurs numériques**

Commençons par générer deux nombres x et y à partir de votre numéro Sciper à l'aide de la règle suivante.

Votre numéro Sciper étant un nombre à six chiffres de la forme $abcdef$, prenez $x = cd/100$ et $y = ab/10$.

Exemple : Si votre numéro Sciper est 312487, vous devez prendre $x = 0,24$ et $y = 3,1$.

Inscrivez ces deux nombres ci-dessous :

x=

y=

Enoncé de l'exercice 1

Une charge d'impédance Z_L est alimentée par une source sinusoïdale à 1GHz, via une ligne de transmission d'impédance $Z_0 = 100\Omega$. La vitesse de phase dans la ligne est égale à 3×10^8 m/s.

La distance au premier minimum de tension est mesurée, et vaut $x\lambda$. Le rapport d'onde stationnaire est également mesuré, et vaut $S = 1 + y$. Ici, x et y sont les valeurs numériques générées ci-dessus à partir de votre Sciper.

Le but de l'exercice va être de trouver des solutions pour adapter la charge en impédance.

QUESTIONS ASSOCIÉES A COCHER (1p par question):

1A) Le module du coefficient de réflexion de la charge est égal à

- ☐ $(1 - y)/(1 + y)$
- ☐ $(x - 1)/(x + 1)$
- ☐ $y/(2 + y)$

1B) La charge serait automatiquement adaptée en impédance si

- ☐ mon numéro sciper finissait par 00
- ☐ le premier minimum de tension se situait au niveau de la charge
- ☐ aucune des deux réponses précédentes

1C) La longueur d'onde λ dans la ligne vaut

- ☐ 3 cm
- ☐ 30 cm
- ☐ 3 m

QUESTIONS PRINCIPALES (5p):

1D) Trouver la valeur de Z_L , en Ohms.

1E) Trouver une solution pour adapter l'impédance de la charge en ajoutant une portion de ligne court-circuitée d'impédance Z_0 en parallèle avec la ligne principale. Bien préciser à quelle distance de la charge cette ligne doit être ajoutée, ainsi que la longueur de cette ligne court-circuitée.

The Complete Smith Chart

Black Magic Design

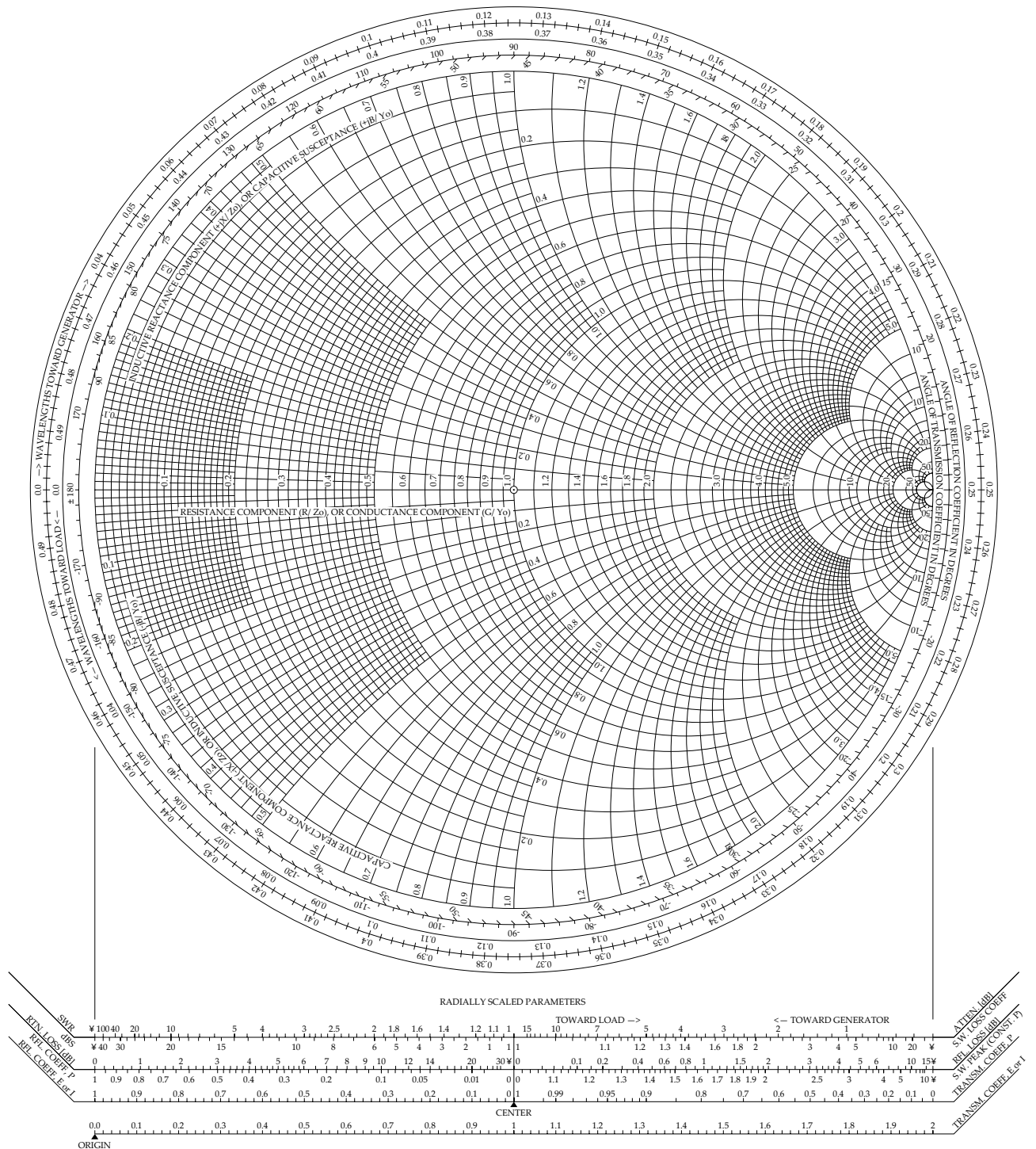
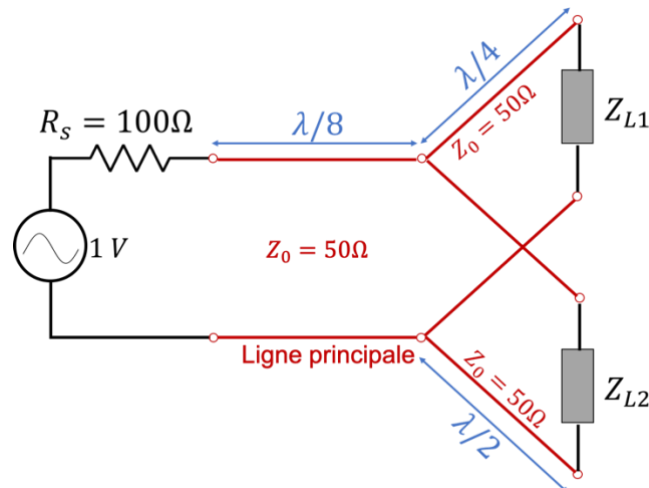


Figure 1: Abaque à disposition pour l'exercice 1 (utilisation facultative)

Exercice 2)

On considère deux antennes d'impédances respectives $Z_{L1} = 40 - j30\Omega$ et $Z_{L2} = 100 + j50\Omega$, alimentées par le système de ligne de transmission de la figure ci-dessous. La source de tension est sinusoïdale d'amplitude 1V.

**QUESTIONS ASSOCIEES A COCHER (1p par question):**

2A)

Les lignes menant aux deux antennes sont branchées

☐ en parallèle

☐ en série

2B)

Une portion de ligne d'impédance caractéristique Z_0 et de longueur $\lambda/2$ alimentant une charge d'impédance Z_L a pour impédance d'entrée

☐ $Z_{in} = 0$

☐ $Z_{in} = Z_L$

☐ $Z_{in} = Z_0^2/Z_L$

2C)

Une portion de ligne d'impédance caractéristique Z_0 et de longueur $\lambda/4$ alimentant une charge d'impédance Z_{eq} a pour impédance d'entrée

☐ $Z_{in} = \infty$

☐ $Z_{in} = Z_{eq}$

☐ $Z_{in} = Z_0^2/Z_{eq}$

Nom, Prénom :

Sciper :

(2F) Calculer la puissance moyenne totale P_{tot} dissipée dans Z_{eq} , en Watts.

[illegible]

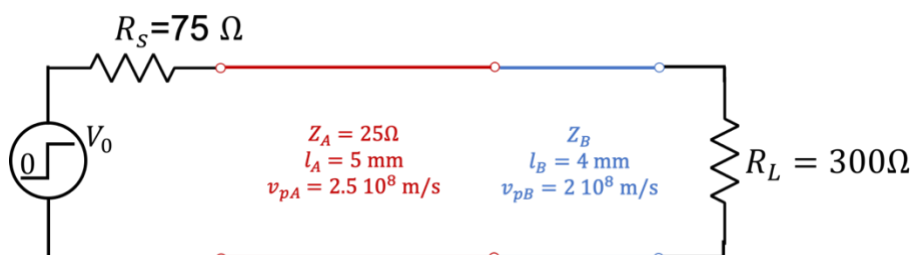
Exercice 3)

On considère le système de ligne de transmission ci-dessous. Une charge résistive $R_L = 300\Omega$ est alimentée par deux lignes A et B connectées en série, d'impédances caractéristiques $Z_A = 25\Omega$ et Z_B , dont la valeur dépend du cas considéré :

cas 1 : $Z_B = 300\Omega$

cas 2 : $Z_B = 100\Omega$

Les longueurs respectives des lignes A et B sont $l_A = 5\text{ mm}$ et $l_B = 4\text{ mm}$. On connaît également les vitesses de propagations, respectivement $v_{pA} = 2.5 \cdot 10^8\text{ m/s}$, et $v_{pB} = 2 \cdot 10^8\text{ m/s}$. La source, associée à une résistance interne notée R_s , délivre une tension qui passe subitement de 0 à V_0 volts à l'instant $t = 0$.

**QUESTIONS ASSOCIÉES A COCHER (1p par question):**

3A) Les temps de retard dans les lignes A et B sont :

- ☐ égaux
- ☐ différents
- ☐ il n'est pas possible de les comparer, l'énoncé ne donne pas assez d'informations

3B) Si l'on cherche à imposer qu'en régime permanent ($t \rightarrow +\infty$), la tension de charge V_L tende vers 1 volt, il faut

- ☐ que V_0 soit fixé à 1 volt
- ☐ que V_0 soit fixé à $1 + R_s/R_L$
- ☐ aucune des deux réponses précédentes

3C) Dans le cas 1, la charge est adaptée à la ligne B

- ☐ donc aucune onde ne peut revenir vers la source de tension
- ☐ donc aucune onde ne se propage dans la ligne B
- ☐ aucune des deux réponses précédentes

Nom, Prénom :

Sciper :

QUESTIONS PRINCIPALES (5p):

(3D) Calculer les valeurs numériques des quantités suivantes (préciser la formule utilisée). Si la réponse dépend du cas 1 ou 2, donner les deux valeurs.

Le coefficient de réflexion au niveau de la charge Γ_L :

Le coefficient de réflexion au niveau de la source Γ_S :

Le coefficient de réflexion, coté gauche, de la jonction Γ_{AB} :

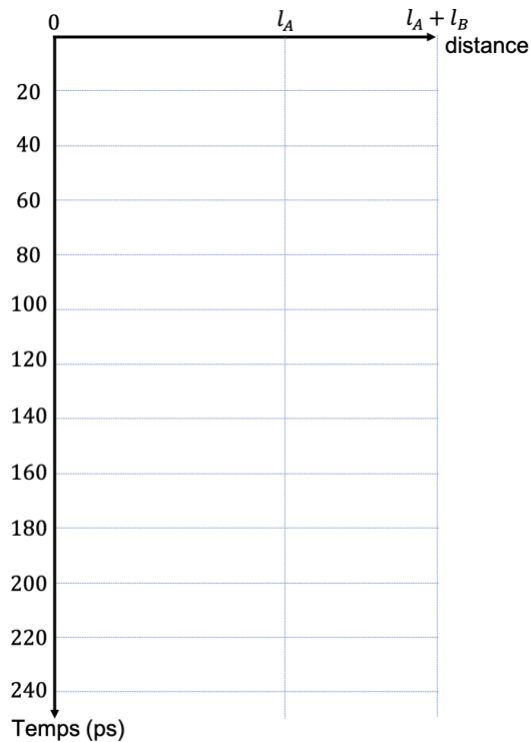
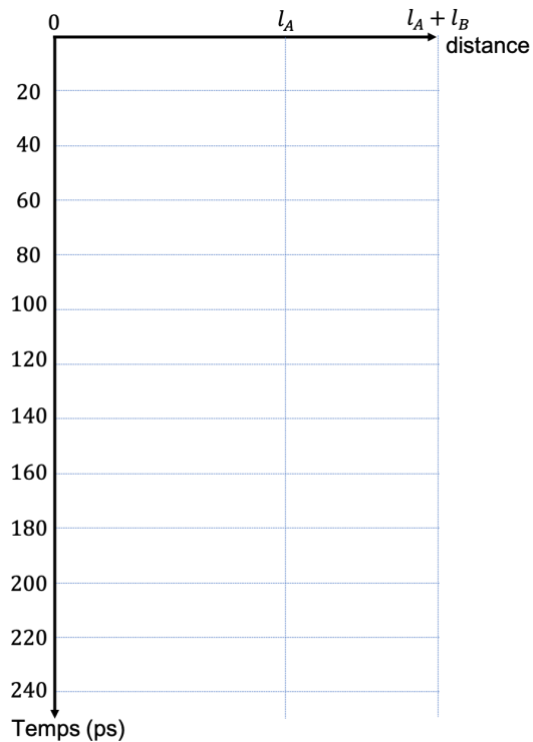
Le coefficient de réflexion, coté droit, de la jonction Γ_{BA} :

Le coefficient de transmission de la ligne A dans la ligne B, T_{AB} :

Le coefficient de transmission de la ligne B dans la ligne A, T_{BA} :

La valeur de la première perturbation de tension quittant la source à $t=0$, V_1^+/V_0 :

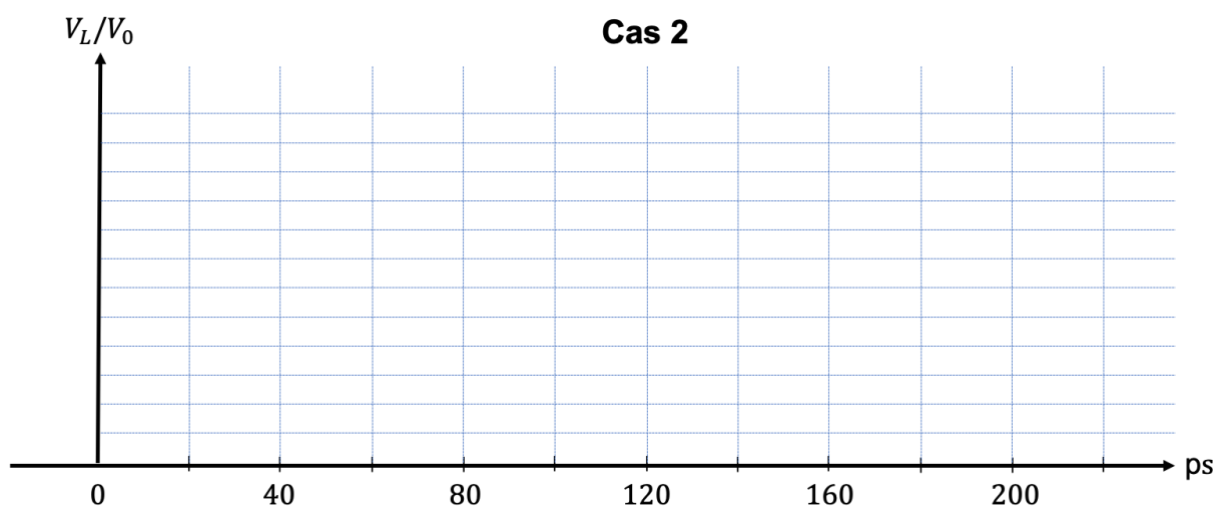
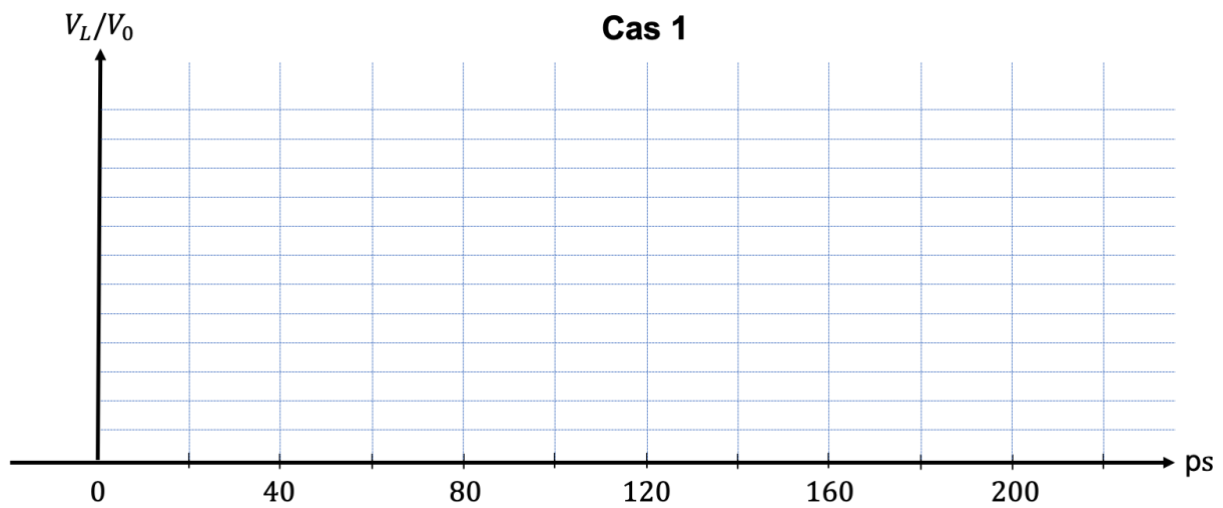
(3E) Tracer le diagramme des réflexions multiples du système dans les cas 1 et 2. On utilisera les diagrammes vierges ci-dessous. Bien indiquer les amplitudes des signaux V/V_0 (sans unités, normalisés par V_0).

**Cas 1****Cas 2**

(3F) Dédurre de la question (b) l'évolution temporelle de la tension aux bornes de la charge, $V_L(t)$. On la tracera ci-dessous dans les cas 1 et 2, en précisant l'échelle verticale.

Nom, Prénom :

Sciper :

[illegible]