

EXAMEN

Deuxième Session

document autorisé : livre ouvert

Exercice

Une ligne sans perte d'impédance caractéristique $Z_c = 100\Omega$ est fermée sur une charge d'impédance $Z_l = (50 + j40)\Omega$. On considère que la longueur d'onde λ caractérise le mode TEM se propageant au sein de la structure.

1. Calculer l'impédance réduite.
2. On tourne vers le générateur, déterminer la valeur de l'impédance ramenée si la longueur du circuit est égal à $0,23\lambda$
3. En déduire l'admittance réduite et l'admittance d'entrée de ce circuit.

(** Les résultats seront accompagnés de leurs représentations sur l'abaque de Smith.*)

Problème

Les robots-insectes volant comme des mouches ou des libellules font l'objet de toutes les attentions (figure 1).

Un exemple :

Ce sont en fait des micro-drones. Un micro-drone est un drone de taille réduite. Les micro-drones représentent la troisième génération de drones (MUAV - Miniature Unmanned Aerial Vehicle).

Outils du fantassin moderne ou d'observation au sens large du terme, ces objets - en phase de recherche et de développement- progressent en maturité compte tenu des efforts significatifs accomplis.

De nombreuses futures applications se concentrent sur la recherche et l'assistance de victimes, la surveillance par des forces militaires ou des forces du maintien de l'ordre ou encore de la détection d'agents chimiques ou biologiques... avec une vocation prioritaire pour la reconnaissance dans des espaces confinés.

Un micro-drone présente usuellement les caractéristiques suivantes :

- une masse inférieure à 0,5 kg
- une envergure inférieure à 0,5 m

On s'intéresse aux émetteurs-récepteurs micro-ondes qui permettent le dialogue avec les organes de vol.

On souhaite utiliser une fréquence élevée présentant l'avantage de permettre un échange d'informations à des débits plus importants qu'en basse fréquence. Les débits importants permettent l'implémentation de nouvelles fonctionnalités au sein du système de pilotage (cryptographie, mémoire plus importante, anti-collision...).

On vous demande dans l'urgence de déterminer l'impédance d'un circuit pour un émetteur-récepteur présentant une fréquence centrale de 9,2 GHz. Ce circuit est élaboré

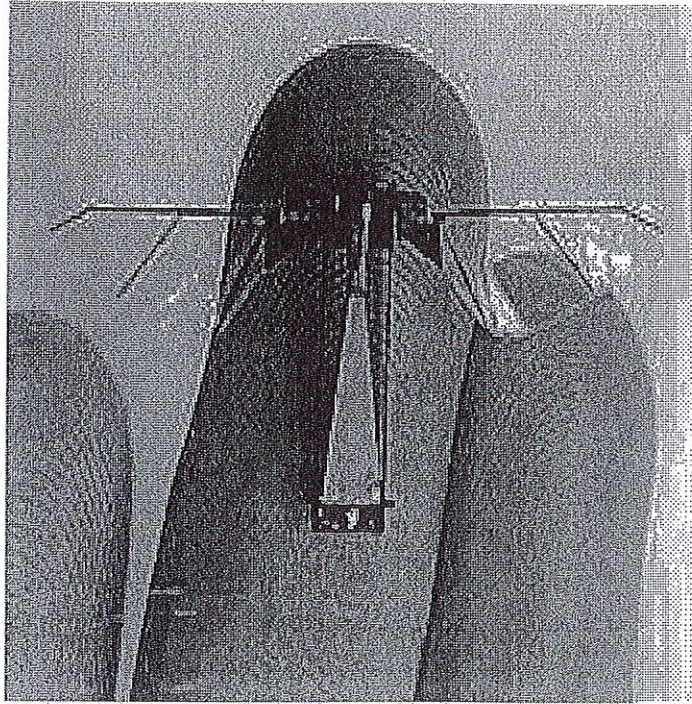


FIGURE 1 – Micro-drone-Université d'Harvard

à partir d'un matériau diélectrique imprimé double face. Vous gravez - en technologie microruban - les circuits. Après réalisation, vous obtenez la plaquette visualisée figure 2.

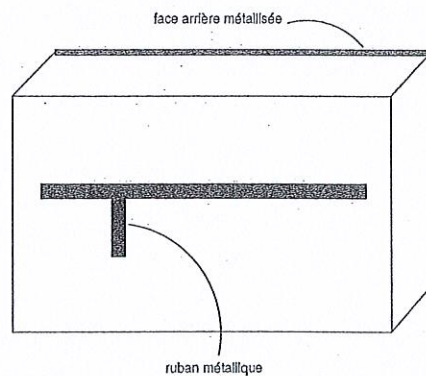


FIGURE 2 – circuit microruban.

Vous allez maintenant déterminer l'impédance ramenée par un dipôle à la fréquence centrale de 9,2 GHz.

1. Dans une première étape, on considère le circuit représenté figure 3.

Dans le plan d'entrée P1, on connecte une impédance Z_{ent} :

fréquence	$\Re(Z_{ent})$	$\Im(Z_{ent})$
9,2 GHz	73Ω	$+6\Omega$

avec $\Re(Z_{ent})$ et $\Im(Z_{ent})$ représentant respectivement la partie réelle et la partie imaginaire de l'impédance Z_{ent} .

Hypothèses pour l'ensemble du problème :

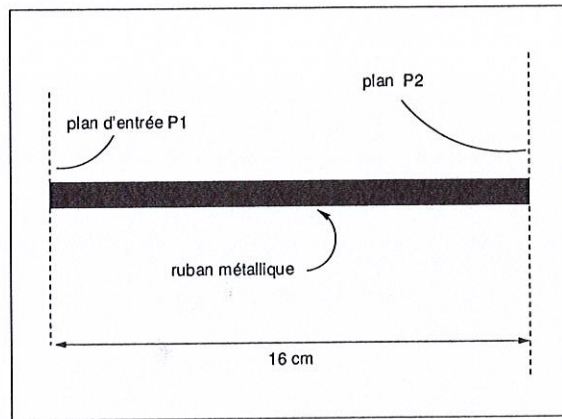


FIGURE 3 – circuit 1 en technologie microruban vu dessus

Dans toute la bande de fréquences d'observation, on considère que ces lignes microrubans propagent des modes quasi-TEM présentant une valeur de permittivité effective relative de 6,2 et que l'impédance caractéristique de la ligne gravée est proche de 50Ω . D'autre part, chaque arrêt brusque de la métallisation constitue dans cette bande de fréquences un circuit ouvert. Les longueurs effectives des lignes sont indiquées sur les figures (3) et (4).

En quoi l'hypothèse des modes quasi-TEM facilite les calculs ?

2. Quels sont les autres modes pouvant se propager dans ces structures microrubans ?
3. Calculer la longueur d'onde guidée λ_g dans le circuit.
4. Déterminer dans le plan P2, l'impédance ramenée par le dipôle d'impédance Z_{ent} à la fréquence considérée. Les résultats seront présentés dans les cases appropriées sur la feuille portant le numéro d'identification.

joindre impérativement les abaques de Smith correspondantes.

5. Deuxième étape, vous reprenez le circuit 2, figure (4), comme précédemment, calculer dans le plan P2, l'impédance ramenée par le dipôle d'impédance Z_{ent} pour cette fréquence en retenant la même méthode de présentation.

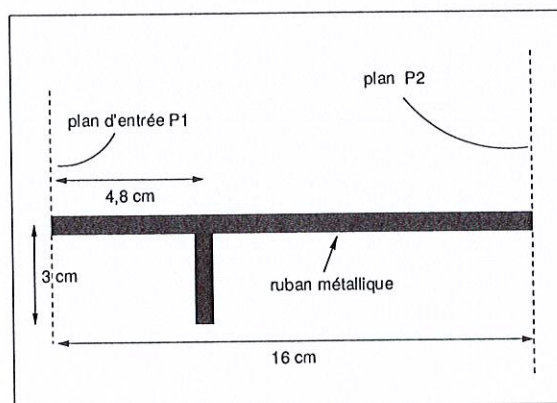


FIGURE 4 – circuit 2 en technologie microruban vu dessus

1. Impédance de l'antenne connectée au plan P1 ramenée $Z_{ramantP11}$ (section de 4,8 cm) dans le plan P11.
2. Admittance $Y_{ramantP11} = 1/Z_{ramantP11}$.
3. Admittance du stub de 3cm dans le plan P11 $Y_{stub3cmP11}$.
4. Impédance ramenée dans le plan P2.