

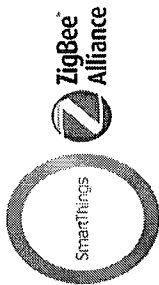
## EXAMEN

### Session de Janvier

document autorisé : livre ouvert

### Problème

Le Zigbee est un cousin du Bluetooth.



Alors que le bluetooth est avant tout destiné à un usage grand public ou un seul utilisateur pourra se connecter à un appareil (idéal pour un kit main libre, un casque audio, une télécommande...), le Zigbee permet de créer un réseau d'objets. Le Zigbee n'est pas conçu pour faire transiter beaucoup de données (250kbps maxi.), mais il le fait en consommant très peu et de manière fiable et sécurisée. C'est la raison pour laquelle le Zigbee est beaucoup plus utilisé dans le monde industriel. Les principales caractéristiques des modules XBee sont les suivantes :

1. Fréquence : 2,4GHz
  2. Portées en champ libre : XBee 1 et 2 : de 10 à 100m :XBee Pro : jusqu'à 1000m
  3. Débit : 250kbps
  4. Consommation : 3,3V @ 50mA
  5. Entrées/sorties : x6 10-bit ADC input pins, x8 digital IO pins
  6. Sécurité : chiffrement de 128-bits
  7. Communication : via le port série, commandes AT et API
  8. Réseau flexible : supporte les nœuds hors service, intégration facile d'un nouveau nœud
  9. Nombre de nœuds maximum : 65.000
  10. Topologies de réseaux possibles : maillé, point à point, point à multipoint
- Le Zigbee est donc très bien adapté aux applications domotiques.

On vous demande dans l'urgence de déterminer l'impédance d'un circuit pour une application ZigBee présentant une fréquence centrale de 2,4 GHz. Ce circuit est élaboré à partir d'un matériau diélectrique imprimé double face. Vous gravez - en technologie microruban - les circuits. Après réalisation, vous obtenez la plaquette visualisée figure 1.

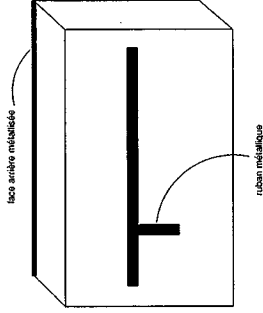


FIGURE 1 – circuit microruban.

Vous allez maintenant déterminer l'impédance ramenée par un dipôle à la fréquence centrale de 2,4 GHz.

1. Dans une première étape, on considère le circuit représenté figure 2.

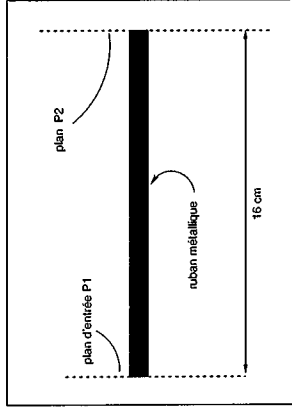


FIGURE 2 – circuit 1 en technologie microruban vu dessus

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

fréquence	$\Re(Z_{ent})$	$\Im(Z_{ent})$
2,4 GHz	$72\Omega$	$-10\Omega$

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 :*

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  $50\Omega$ . 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 (2) et (3).

Quelles sont les modes pouvant se propager dans de telles structures microrubans ?

2. En quoi l'hypothèse des modes quasi-tem facilite les calculs?
3. Placer sur l'abaque de Smith, le point indicé **A** représentatif de l'impédance  $Z_{ent}$ , le point indicé **B** représentatif de l'impédance de la charge adaptée égale à  $50\Omega$ , le point indicé **C** représentatif de l'impédance d'un court-circuit, le point indicé **D** représentatif de l'impédance d'un circuit ouvert, **joindre impérativement l'abaques de Smith correspondante-numérotée Abaques 1**  
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.
4. **joindre impérativement les autres abaques de Smith correspondantes.**  
Deuxième étape, vous retenez le circuit 2, figure (3), 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.

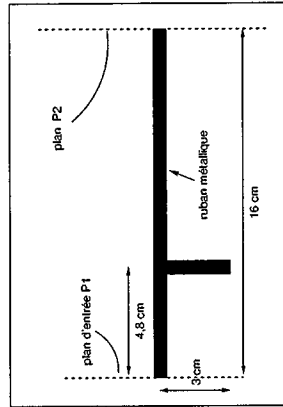


FIGURE 3 – circuit 2 en technologie microruban vu dessus