SUJET

**Option A Informatique et Réseaux**

Partie 2 Sciences Physiques

Durée 2 h – Coefficient 2

Le sujet est composé de 3 parties indépendantes.

Partie A : étude des paramètres influençant le rendement d’un panneau photovoltaïque.

Partie B : étude des paramètres permettant la sélection du canal Wi-Fi.

Partie C : caractérisation d’une liaison Wi-Fi.

La fondation Eraole effectue des tests sur les panneaux photovoltaïques installés sur les trains. Ces tests consistent à collecter des informations (température, vitesse du vent, taux d’humidité…) qui permettront d’améliorer la production électrique. Ces données sont transmises par une liaison Wi-Fi à un système de stockage se trouvant dans le train. Ceci est illustré sur la figure 1 de la présentation système (système de production et de supervision d’énergie photovoltaïque).

# Étude des paramètres influençant le rendement d’un panneau photovoltaïque

Dans le monde des transports, la surface des panneaux solaires est limitée. Seul le rendement permet d’augmenter la production électrique.

L’effet photovoltaïque, utilisé dans les cellules solaires du panneau permet de convertir l’énergie lumineuse des rayons solaires en énergie électrique, voir **figure 1**.

****

Énergie d’un photon E

**Figure 1**

**Influence du matériau sur le rendement des cellules solaires**

La lumière est modélisée par une onde électromagnétique de fréquence f, ou également par des photons qui transportent une énergie E.

L’énergie, exprimée en Joule (J), transportée par un photon est donnée par la loi de Planck :

|  |  |
| --- | --- |
|  | * constante de Planck h = 6,62·10-34 J·s
* fréquence f en Hertz
* célérité de la lumière dans le vide c = 3,00·108 m·s-1
* longueur d’onde λ en mètre
 |

Le rayonnement solaire est constitué d’[ondes électromagnétiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/Onde_%C3%A9lectromagn%C3%A9tique). Son spectre est représenté sur la **figure 2**.

Intensité lumineuse

λ en μm

Visible

Infrarouge A

Infrarouge B

0,3

0,5

0,7

0,9

1,1

2,5

1,3

1,5

1,7

1,9

2,1

2,3

**Figure 2 - Constitution du rayonnement solaire -**

1. Calculer l’énergie E, en joule, d’un photon correspondant à une onde de longueur d’onde 680 nm.
2. Montrer que l’énergie E de ce photon vaut 1,82 eV, sachant qu’un électronvolt (eV) correspond à 1,60·10-19 J.

Les panneaux solaires sont réalisés à l’aide de matériaux semi-conducteurs : silicium, germanium, ou arséniure de gallium. Pour que ces matériaux deviennent conducteurs d’un courant électrique, l’énergie apportée par un photon doit être supérieure à l’énergie Eg correspondant à la largeur de la bande interdite.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Énergie en eVBande de conductiongap : largeur de la bande interdite.EgBande interditeBande de valence |

|  |  |
| --- | --- |
| Nature du matériau | Énergie Eg en eV |
| Germanium | 0,66 eV |
| Silicium  | 1,12 eV |
| Arséniure de gallium | 1,43 eV |

 |

**Figure 3**

1. Justifier que l’énergie du photon égale à 1,82 eV, est suffisante pour permettre l’apparition d’un courant électrique dans le panneau photovoltaïque SunPower, en vous référant à la **documentation SP1** et à la **figure 3**.
2. Montrer que la longueur d’onde maximale λmax d’un photon qui permet la conduction d’un courant électrique dans le panneau photovoltaïque E20-327 vaut 1,11·10-6 m.
3. En déduire la nature des ondes électromagnétiques qui ne permettent pas de créer un courant électrique, en vous aidant de la **figure 2**.

**Influence de la température sur le rendement.**

Lors de l’exposition aux rayonnements solaires, la température des panneaux photovoltaïques augmente.

1. Donner la puissance nominale, du panneau solaire E20-327, en vous référant à la **documentation SP1**.
2. Donner le coefficient de température de puissance du panneau solaire E20-327, en vous référant à la **documentation SP1**.

En déduire le pourcentage de la perte de puissance lorsque la température du panneau photovoltaïque passe de 25°C à 80°C.

1. Montrer quele rendement du panneau diminue de 20,4% à 16,1% lorsque la perte de rendement est de 20,9%.

**Synthèse**

1. Proposer au moins un critère qui permet d‘améliorer la production d’énergie du panneau solaire, en vous aidant des parties précédentes.

# Étude des paramètres permettant la sélection du canal Wi-Fi

La technologie Wi-Fi européenne découpe sa bande de fréquences en 13 canaux. Ces derniers peuvent être utilisés par différents équipements (téléphone mobile, station météo…). Le contrôleur Cisco 2504 a pour rôle de choisir judicieusement les canaux pour chaque équipement afin d’éviter les interférences.

Ces perturbations peuvent entraîner une baisse de débit et des déconnexions temporaires.

Changement de canal de la communication Wi-Fi

*Le canal de communication est modélisé par un filtre passe bande de type Tchebychev dont sa représentation partielle est donnée ci-dessous :*

Te

yn

xn

Te

Te

Te

0,23

-0,72

-1

addition

multiplication

retard

yn

xn a⋅xn

Te

xn xn + yn

xn xn-1

a

Description des fonctions utilisées

1. Exprimer yn en fonction de xn,xn-1, xn-2, yn-1 et yn-2.
2. Justifier la nature de la récursivité du filtre.
3. Montrer que : .

La transmittance en z complète a permis d’obtenir par une simulation la réponse en gain du filtre passe bande numérique.

Cette réponse est tracée ci-dessous en fonction de la fréquence réduite x = f / fe.

1. Déterminer la valeur Δx correspondant à la bande passante BP à -3 dB ainsi que la valeur x0 associée à la fréquence centrale.

On montre que la bande passante théorique BPth et la fréquence centrale f0th sont données par les expressions suivantes :

BPth = 0,10·fe et la fréquence centrale f0th = 0,25·fe

1. Déterminer la fréquence d’échantillonnage fe pour un canal de bande passante de 22 MHz.

On souhaite utiliser le canal 7 de fréquence centrale fp égale à 2,442 GHz. Pour cela on transpose la fréquence centrale f0th versla fréquence fp à l’aide d’un signal de fréquence f1. La relation entre ces fréquences est fp = f0th + f1.

1. Déterminer la fréquence f1 permettant cette transposition vers le canal 7.
2. Indiquer le rôle des fréquences fe et f1 dans le paramétrage du canal de transmission.

# Caractérisation d’une liaison Wi-Fi

L’objectif de cette partie est de vérifier que le signal reçu correspond à la norme d’une liaison Wi-Fi.

Le relevé de la puissance du signal reçu d’une transmission Wi-Fi est donné ci-dessous :

****

1. Relever la fréquence centrale fp du signal reçu. En déduire le canal correspondant en vous référant à la **documentation SP2**.
2. Relever approximativement la bande passante BP du signal reçu. Justifier sa compatibilité avec la norme Wi-fi précisée dans la **documentation SP2**.
3. Donner une approximation de la valeur de la puissance de chacune des composantes du signal reçu dans la bande passante. Conclure, sachant que la puissance minimale pour établir la transmission vaut - 70 dBm.

**Mesure de l’atténuation due à l’environnement.**

Le technicien effectue un test de communication à une distance d. Il place l’analyseur de spectre à 50 m de l’émetteur et relève une puissance des composantes dans la bande passante de -60 dBm.

L’atténuation de propagation a deux origines :

 • la distance d  qui engendre une atténuation de champ libre Lp.

 • l’environnement qui engendre une atténuation A.

Puissance émise Pe

distance d

Antenne d’émission de gain Ge

Puissance reçue Pr

Antenne

de réception de gain Gr

L'équation de Friis suivante est utilisée pour effectuer un bilan de liaison radio :

Pr = PIRE + Gr - Lp – A

Avec : • Pr : puissance reçue en dBm

• Gr : gain d‘antenne de réception en dBi

• PIRE : puissance isotrope rayonnée équivalente en dBm

• Lp : atténuation de propagation en champ libre en dB

• A : atténuation de propagation due à l’environnement en dB

Lors du test, l’émetteur est réglé à une PIRE de 100 mW, puissance maximale autorisée en France, dans la bande des 2,4 GHz.

Rappel : La puissance exprimée en dBm a pour expression :

 avec P en watt

1. Montrer que la PIRE de l’antenne d’émission est de 20 dBm.

L’atténuation de propagation Lp en champ libre, exprimée en dB, dépend de la distance d et de la fréquence f utilisée pour la communication :

Lp = 20·log d + 20·log f – 147,5

Avec : • d : distance entre l’émetteur et le récepteur en m,

 • f : fréquence porteuse de la communication en Hz.

1. Calculer l’atténuation de propagation Lp en champ libre.

L’antenne réceptrice possède un gain Gr = 2,20 dBi.

1. Calculer la valeur A de l’atténuation de propagation due à l’environnement.