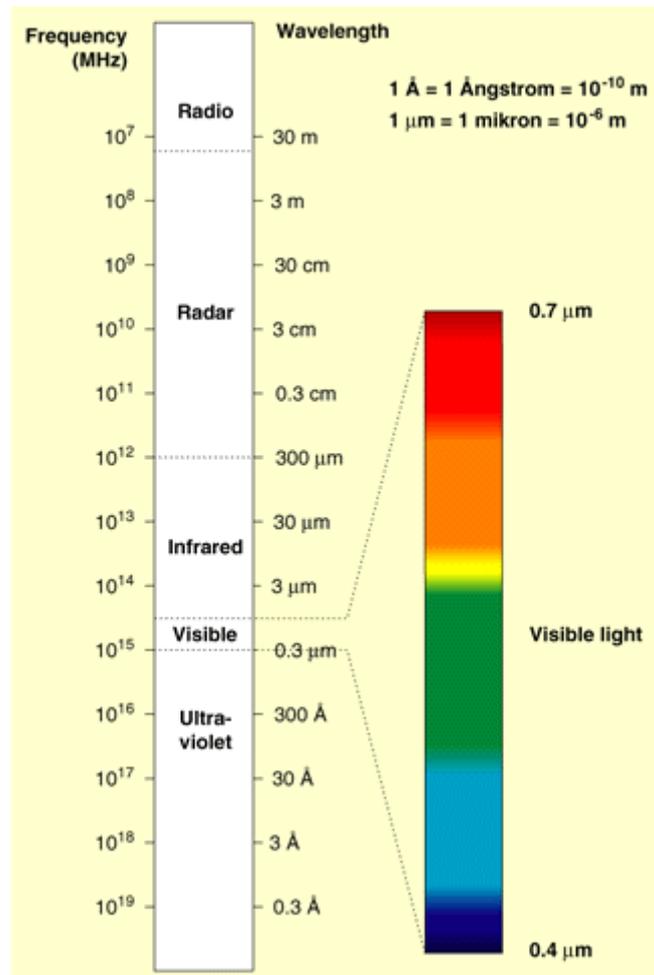


Etude et réalisation d'une barrière infrarouge



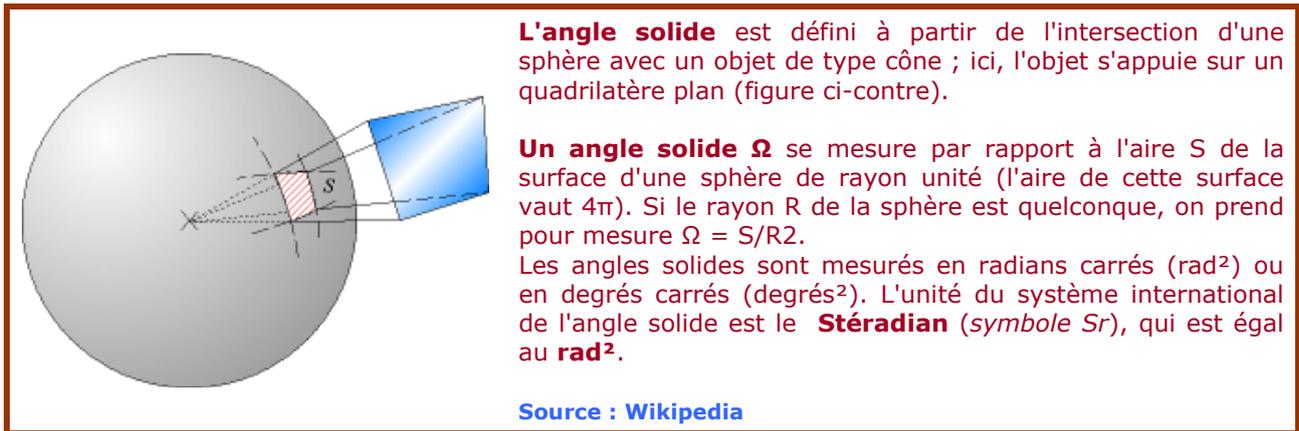
Introduction

Une barrière infrarouge est constituée d'un émetteur permettant d'obtenir un faisceau infrarouge et d'un récepteur permettant de contrôler la présence ou l'absence de ce faisceau. Lorsqu'il est interrompu, l'émetteur envoie un signal à un système (motorisation de portail, système d'alarme, carillon, éclairage automatique, ...).

Ces barrières photoélectriques sont utilisées de préférence pour la protection de biens, donc dans des installations d'alarme. C'est pourquoi on utilise la lumière infrarouge dans ce contexte, car elle est invisible à l'œil humain. De plus, il est naturellement préférable que le système soit insensible à la lumière visible.

Pour rendre le système encore plus fiable, il n'est guère recommandé de diffuser la lumière en mode continu, mais en la modulant par des impulsions. Cela rend le récepteur sensible uniquement aux fréquences modulantes.

Etant donné qu'il s'agit d'un faisceau lumineux qui se propage dans l'espace, on est amené à utiliser la notion de l'angle solide qui est défini ainsi :



Cahier des charges

- **Deux cartes électroniques distinctes**, émettrices et réceptrices à réaliser.
- Possibilité d'une alimentation allant de 9 à 15V (pile ou bloc secteur). L'étude et l'essai se font avec une tension d'alimentation de 12V.
- Le faisceau infrarouge émis par l'émetteur est modulé en tout ou rien par un signal impulsionnel de fréquence = 10KHz, d'amplitude de 12v et de rapport cyclique $\alpha = \frac{1}{4}$.
- Un relais 12v.
- Le système doit correctement fonctionner jusqu'à une portée de 4 m.

Première partie (l'émetteur)

Il utilise une photodiode infrarouge émettrice type [LD274-3](#)  qui produit de la lumière infrarouge d'une longueur d'onde λ de 950 nm typique. Le rayon émis est très directif, ce qui minimisera les pertes du signal sur une longue distance.

L'émetteur peut-être constitué d'un oscillateur et d'un amplificateur de courant. Ce dernier devra permettre de commander la diode émettrice en tout ou rien avec un courant direct crête de 200 mA (voir figure 1).



Figure 1 Schéma bloc du montage émetteur.

Etude théorique et bibliographique

- Documenter sur la photodiode LD274-3 [ici](#) . On examine surtout les grandeurs physiques de:
 - L'angle d'ouverture φ en degrés.
 - La tension du seuil de conduction V_F en volts.
 - Le courant direct maximum (I_F) admis par la diode en mA.
 - La puissance I_e émise dans l'axe d'émission en mW/Sr.
 - La largeur de la bande spectrale $\Delta\lambda$ de l'émission en nm.

Ces valeurs (ou une partie d'entre elles) vous seront utiles, dans la deuxième partie de ce projet, pour calculer les différents composants constituant le récepteur. Les noter.

- En examinant l'illustration de la figure 1, expliquer globalement le fonctionnement de l'émetteur.
- Proposer un schéma fonctionnel qui peut aboutir à la réalisation des fonctions: oscillateur et amplificateur.
- Calculer les valeurs de différents composants et faire une simulation sous ISIS. Faire contrôler par l'enseignant.
- Calculer la puissance moyenne dissipée dans la diode.

Réalisation

- A l'aide d'[ISIS](#)  et d'[ARES](#) , le typon sera réalisé sur une carte simple face. A ce stade, il ne faut pas oublier d'incérer, dans votre schéma de routage, un condensateur de découplage de l'alimentation. Il sert à supprimer les pics de tension éventuellement présents sur la tension d'alimentation. Estimer sa valeur.
- Souder les composants et faire vérifier le bon fonctionnement.
- Visualiser et relever à l'oscilloscope le courant passant dans la photodiode.

Deuxième partie (le récepteur)

Il fait appel à une photodiode réceptrice type [BP104](#)  qui doit évidemment être montée en inverse (alimentée dans le sens inverse). Ce choix est justifié du fait que ce photorécepteur reçoit les rayons infrarouges dans un angle large et est bien adapté à la gamme des LD274-3 grâce à sa large sensibilité spectrale. Le signal infrarouge rencontre la surface de la jonction de la photodiode sensible à la lumière. Les photons arrivant provoquent la libération d'électrons qui permettent alors la circulation de courant de la cathode à l'anode: c'est l'effet photoélectrique.

Précision(1)

Si on se place dans l'axe d'émission, la puissance I_e émise par la diode émettrice dépend du courant direct I_F qui la traverse et de la distance. I_e est constante pour un angle solide donné, donc la puissance (P_r) reçue par unité de surface est inversement proportionnelle au carré de la distance(d). Pour une surface de réception A on obtient :

$$P_r = I_e \frac{A}{d^2}$$

Dans l'axe de l'émetteur la diode réceptrice est caractérisée par sa sensibilité S_λ (A/W) et par sa surface active A . Le courant inverse I_d qui traverse la diode réceptrice est :

$$I_d = S_\lambda I_e \frac{A}{d^2} \quad (1)$$

Cette relation montre que la diode réceptrice se comporte comme un générateur de courant commandé à distance par le faisceau infrarouge. Elle reproduit une fraction du courant I_F qui traverse la diode émettrice. Malheureusement, pour $d = 4m$, ce courant I_d est très faible (q.q. dizaines de nano ampères). Mais je ne m'inquiète pas car je compte sur vous pour l'amplifier...

La figure 2 exprime un schéma synoptique du récepteur qui peut répondre à l'exigence du cahier des charges.



Figure 2 Schéma bloc du montage récepteur.

Il est constitué d'une diode réceptrice type [BP104](#)  couplée à un préamplificateur (convertisseur courant/tension), d'un filtre actif, d'une pompe à diodes qui permet de détecter l'amplitude des impulsions et d'un système de commande du relais et de la visualisation à LED.

Précisions (2)

L'amplification et le filtrage (passe-bande) doivent être sélectifs centrés sur la fréquence donnée pour l'oscillateur.

La détection sera réalisée à l'aide d'un circuit passif dit « pompe à diodes » dont le schéma fonctionnel est donné sur la figure 3. On vous laisse le soin (en cherchant dans vos cours, TD ou d'autre moyen), d'expliquer et de détailler par calcul son fonctionnement.

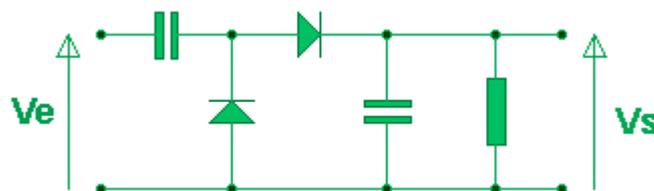


Figure 3 Schéma fonctionnel du montage pompe à diodes

La présence du faisceau sera visualisée par l'allumage d'une LED. Si le faisceau est détecté, la diode doit être allumée. Si le faisceau est coupé, la diode doit être éteinte.

Etude théorique et bibliographique

- Documenter sur la photodiode réceptrice [BP104](#) . On examine surtout les grandeurs physiques de:
 - La surface active A .
 - La sensibilité spectrale S_λ .
 - La longueur d'onde λ qu'elle peut capter.
 - Le courant d'obscurité I_R .
- De la relation (1) et pour une distance d de 4m calculer le courant I_d . En déduire le gain de la chaîne d'amplification qui aboutit à un fonctionnement normal (amplitude du signal égale 12V).
- En examinant l'illustration de la figure 2, expliquer globalement le fonctionnement de ce récepteur.
- Proposer un schéma fonctionnel qui peut aboutir à la réalisation de toutes les fonctions le concernant.
- Calculer les valeurs de différents composants et faire une simulation sous ISIS. Faire contrôler par l'enseignant.

Réalisation

- A l'aide d'[ISIS](#)  et d'[ARES](#) , le typon sera réalisé sur une carte double faces. La aussi, prévoir un condensateur de découplage d'alimentation.
- Souder les composants et faire vérifier le bon fonctionnement.
- Visualiser et relever à l'oscilloscope les différents signaux en commençant par la sortie du préamplificateur.

Télécharger les composants additionnels utiles pour la simulation et le routage sous ISIS

