

VOIE TECHNOLOGIQUE

Série STI2D : Sciences et technologies de l'industrie et du développement durable

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Physique-chimie et mathématiques

ENSEIGNEMENT
SPÉCIALITÉ

MINI PROJET STI2D LIAISON OPTIQUE INFRAROUGE ENTRE UNE DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE ET UNE PHOTODIODE

Document professeur d'accompagnement général

Situation déclenchante

La transmission de l'information par ondes électromagnétiques s'est fortement développée ces dernières années grâce au développement des diodes électroluminescentes (LED). Ces dernières ont la capacité d'être commutées plusieurs millions de fois par seconde. On peut ainsi transmettre des données numériques qui seront ensuite captées par un composant optoélectronique (par exemple une photodiode). Le signal reçu par la photodiode est ensuite traité puis transformé en fonction de l'application souhaitée : commande d'un appareil, transmission de son (voix, musique) d'images ou de vidéos. Les débits actuels ont permis le développement d'un nouveau mode de communication par internet : le Li-Fi ou Light Fidelity.

Vidéo déclenchante : rechercher dans un moteur de recherche les mots clés suivants :
Technologie Li-Fi - Explications - Comment ça marche.

Cadre

Ce mini projet s'associe au thème « Ondes et informations ». Les notions liées aux « Mesures et incertitudes » et au thème « énergie électrique » auront été traitées préalablement.

La ressource propose un document professeur et un document élève.

Organisation de la classe

- Ce mini projet est conçu pour une classe de 36 élèves répartis en 8 groupes de 4 à 5 élèves.
- Cinq ou six groupes rendent un compte rendu écrit comportant des schémas, des textes ou autres documents. Le rendu est laissé à l'appréciation du professeur et peut faire l'objet d'une évaluation.
- Deux ou trois groupes restituent leur projet à l'oral selon les modalités de leur choix.
- Au cours de l'année, le programme de 1^{ère} STI2D recommande l'organisation de mini projets à la fin des thèmes. Aussi, s'ils sont mis en place à la fin de trois ou quatre thèmes, chaque groupe passera une fois à l'oral dans l'année.
- Les groupes travaillent sur la même problématique.
- La problématique est découpée en deux parties : circuit de photoémission (partie 1) et circuit de photodétection (partie 2). Dans un même groupe, les élèves pourront former des sous-groupes pour traiter indépendamment ces deux parties.

Organisation du temps

Pour réaliser leur mini-projet, les élèves sont encadrés 4 heures en classe réparties sur 4 séances pendant un mois et complètent leurs travaux par du travail hors la classe.

Semaine 1 : 30 minutes

- La situation déclenchante est présentée aux élèves.
- Les élèves s'approprient la problématique et les documents.
- Les explications sur l'organisation sont données.
- Les groupes se forment.
- La consigne est donnée pour que, au sein de chaque groupe, les élèves se répartissent les tâches et les pistes de travail pour la semaine suivante.
- Le professeur accompagne pendant ce moment les élèves dans leur choix.

Semaine 2 : 1 h

- La séance est consacrée à l'avancement du projet avec l'aide du professeur pour la réponse à la problématique.
- Les groupes doivent fournir pour la semaine suivante la liste du matériel nécessaire aux expériences envisagées.
- A la fin de cette séance, au sein de chaque groupe, les élèves se partagent les tâches et les pistes de travail pour la semaine suivante.

Semaine 3 : 2 h

- Chaque groupe continue l'avancement du projet et en particulier, réalise les protocoles qu'il aura proposés la semaine précédente. Il est préférable que cette séance se fasse en laboratoire et en effectif réduit.
- Au sein de chaque groupe, les élèves s'organisent en se partageant les tâches pour préparer et finaliser la présentation orale prévue pour la semaine suivante.

Travail hors la classe : estimation 4 h par élève

Dans chaque groupe, les élèves doivent se partager les tâches. Le travail hors la classe s'articule autour de phases de concertation collectives et de phases individuelles. Chacun est amené à produire un travail équivalent à environ 4 h sur toute la durée du mini-projet. L'essentiel de ce travail hors la classe est mis à profit pour construire la restitution.

Semaine 4 : 30 à 45 minutes

Les élèves rendent les dossiers écrits et les trois groupes désignés passent à l'oral présenter leur projet (présentation orale accompagnée du support numérique de leur choix...), présentation des expériences menées.

Organisation du document professeur

La ressource propose un document professeur et un document élève. Le document professeur contient :

- la problématique globale en lien avec le programme déclinée en deux thèmes : l'émission et la réception ;
- des pistes de résolution pour la problématique développée ;
- une bibliographie professeur.

Retrouvez éducol sur



Organisation du document élève

Les documents élèves contiennent :

- la situation déclenchante (cf première page) ;
- la problématique globale en lien avec le programme déclinée en deux thèmes : l'émission et la réception ;
- des documents de travail : ressources documentaires ou apports disciplinaires qui restent essentiellement dans le cadre du programme.

Document professeur

Problématique développée

Le but de ce mini projet est de définir et mettre en œuvre une transmission sans fils de signaux dépendant du temps à l'aide de composants simples. Les composants envisagés sont une diode électroluminescente (DEL modèle TSAL6100) pour l'émission et une photodiode à choisir pour la réception. Le milieu de propagation entre l'émetteur et le récepteur est l'air.

L'étude que vous avez à mener comprend deux parties qui peuvent être traitées indépendamment ce qui permettra de répartir les tâches au sein du groupe.

Partie 1 : émission

Quel composant choisir et comment le connecter pour protéger la diode électroluminescente d'émission ? Comment mettre en œuvre de façon expérimentale le dispositif d'émission ?

Partie 2 : réception

Quelle photodiode choisir pour la réception ? Comment vérifier que le signal reçu correspond bien au signal émis ?

Pistes de recherche – références aux capacités exigibles du programme

Proposer un schéma électrique

- Utiliser les conventions d'orientation permettant d'algrébriser tensions et intensités électriques.
- Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles dans un circuit comportant trois mailles au plus.

Comparer les spectres d'émission et de réception

- Ordonner les domaines des ondes électromagnétiques en fonction de la longueur d'onde dans le vide.
- Citer quelques caractéristiques du rayonnement émis par différentes sources lumineuses d'usage courant.

Mettre en œuvre expérimentalement des circuits électriques et effectuer des mesures

- Visualiser, à l'aide d'un système d'acquisition, des représentations temporelles d'une tension électrique périodique dans un circuit et en analyser les caractéristiques (période, fréquence, composantes continue et alternative).
- Choisir le réglage des appareils pour mesurer une valeur moyenne ou une valeur efficace.
- Mesurer la valeur moyenne d'une tension électrique.
- Adopter un comportement responsable et respecter les règles de sécurité électriques lors des manipulations.

Retrouvez éducol sur



Vérifier expérimentalement que le signal reçu correspond bien au signal émis

- Mettre en œuvre un dispositif expérimental permettant d'observer les phénomènes de transmission, d'absorption et de réflexion d'une onde.

Bibliographie professeur

- Notices de deux photodiodes : [SG01S-18](#) et [SFH 206 K](#).
- Notice d'une DEL : [TSAL6100](#).
- Vidéo : rechercher les mots clés suivants « télécommande », « microcontrôleur », « infrarouge », « fonctionnement ».
- Pour aller plus loin : le document de l'institut d'optique intitulé « [Enseignement expérimental de traitement de l'information : électronique](#) ».

Document élève

Situation déclenchante

La transmission de l'information par ondes électromagnétiques s'est beaucoup développée ces dernières années grâce au développement des diodes électroluminescentes (LED). Ces dernières ont la capacité d'être commutées plusieurs millions de fois par seconde. On peut ainsi faire passer des données numériques qui seront ensuite captées par un composant optoélectronique (par exemple une photodiode). Le signal reçu par la photodiode est ensuite traité puis transformé en fonction de l'application souhaitée : commande d'un appareil, transmission de son (voix, musique) d'images ou de vidéos. Les débits actuels ont permis le développement d'un nouveau mode de communication par internet : **le Li-Fi ou Light Fidelity**.

Vidéo déclenchante : rechercher dans un moteur de recherche les mots clés suivants : Technologie Li-Fi - Explications - Comment ça marche.

Problématique

Le but de ce mini projet est de définir et mettre en œuvre une transmission sans fils de signaux dépendant du temps à l'aide de composants simples. Les composants envisagés sont une diode électroluminescente (DEL) pour l'émission et une photodiode à choisir pour la réception. Le milieu de propagation entre l'émetteur et le récepteur est l'air.

L'étude que vous avez à mener comprend deux parties qui peuvent être traitées indépendamment ce qui permettra de répartir les tâches au sein du groupe.

Partie 1 : émission

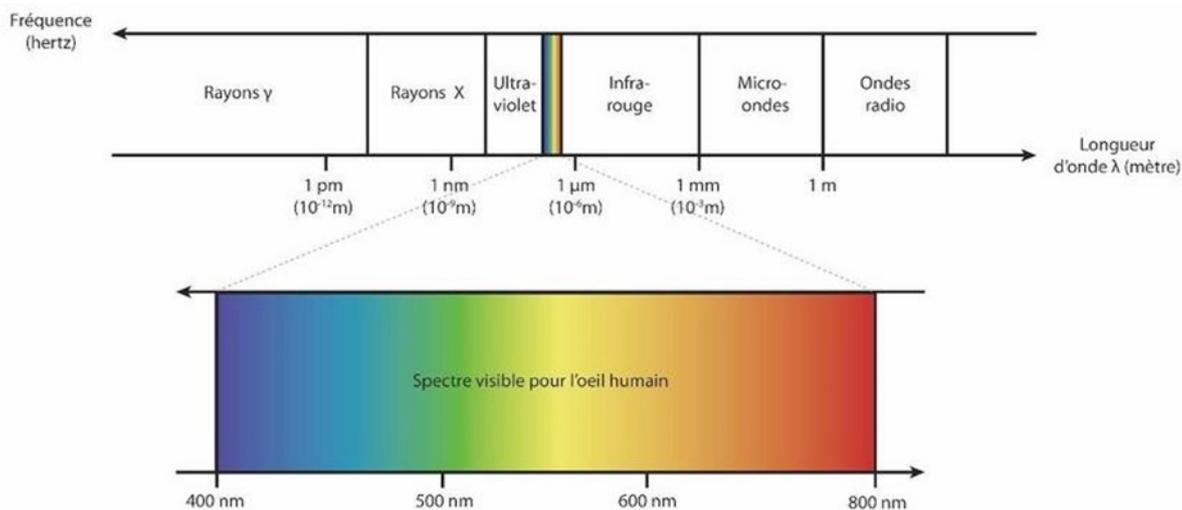
Quel composant choisir et comment le connecter pour protéger la diode électroluminescente d'émission ? Comment mettre en œuvre de façon expérimentale le dispositif d'émission ?

Partie 2 : réception

Quelle photodiode choisir pour la réception ? Comment vérifier que le signal reçu correspond bien au signal émis ?

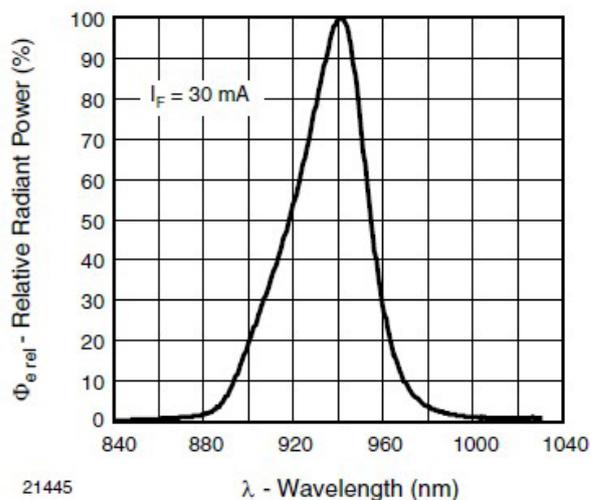
Documents de travail

Document 1 : Les domaines des ondes électromagnétiques



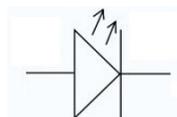
Document 2 : Données techniques d'une diode

Ci-dessous : pourcentage de l'énergie rayonnée par la diode (en %) en fonction de la longueur d'onde d'émission (wavelength) exprimée en nanomètres.

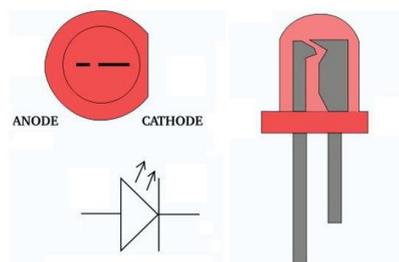


Courant maximum d'alimentation : 100 mA
Tension maximale entre la cathode et l'anode : 5 V

Schéma électrique d'une DEL :



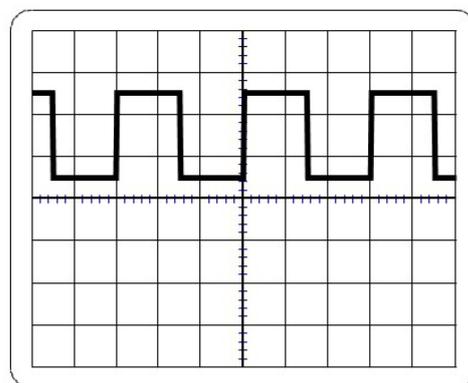
Anode et cathode d'une DEL



Document 3 : Signal d'alimentation du circuit contenant la diode d'émission

L'alimentation du circuit se fera par un signal carré de fréquence 50 Hz, de valeur moyenne 3 V et de tension crête à crête 2 V. **Le courant doit entrer par l'anode de la diode.**

Si la LED est alimentée directement en 5 V, elle éclaire mais, le courant qui la traverse est supérieur à 100 mA, elle finit par chauffer et griller. Il est donc nécessaire de la protéger en introduisant dans le circuit un composant qui permettra que la diode soit parcourue par un courant dont l'intensité vaut 50 % de la valeur maximale. Ce composant devra pouvoir dissiper par effet Joule une puissance $P = 0,25 \text{ W}$.



La tension aux bornes de la diode d'émission pourra être considérée comme négligeable devant la tension d'alimentation du circuit quand elle est parcourue par un courant électrique.

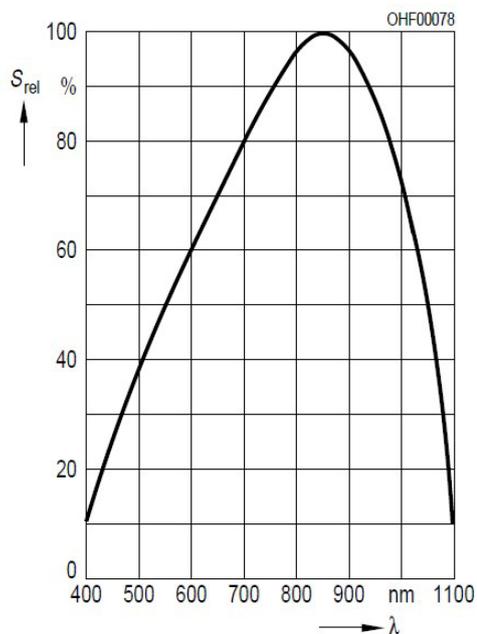
Retrouvez éduscol sur



Document 4 : Données techniques sur la photodiode 1

Ci-dessous : pourcentage de l'énergie reçue par la photodiode puis converti (en %) en fonction de la longueur d'onde du rayonnement reçu λ exprimée en nanomètres.

$$S_{rel} = f(\lambda)$$



Anode et cathode de la photodiode 1

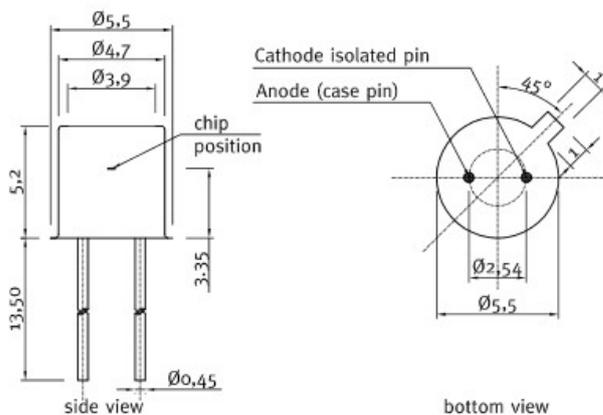
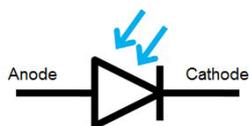
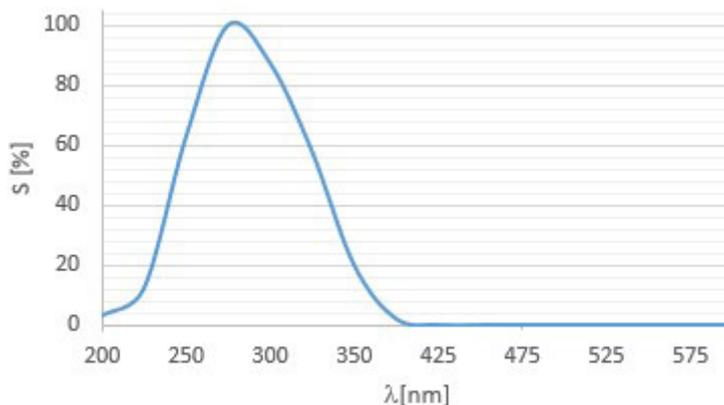


Schéma électrique de la photodiode 1



Document 5 : Données techniques sur la photodiode 2

Ci-dessous : pourcentage de l'énergie reçue par la photodiode puis converti (en %) en fonction de la longueur d'onde du rayonnement reçu λ exprimée en nanomètres.



Anode et cathode de la photodiode 2

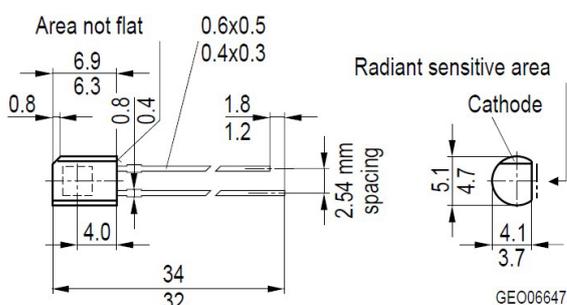
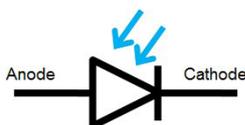


Schéma électrique de la photodiode 2



Document 6 : circuit de détection

Pour détecter le signal reçu par la photodiode de réception, on lui associe une résistance $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ et un générateur de tension continu délivrant une tension continue de 5,0 V. Le signal de réception est la tension mesurée aux bornes de la résistance. Le schéma du circuit de réception est le suivant :

