



# La barrière infrarouge

## Projet étude & réalisation

COURIVAUD Vincent  
AMIMAR Mohamed Amine  
Groupe Q1  
Promotion 2012 - 2014

Projet étude et réalisation  
M. LEQUEU Thierry  
M. GLIKSOHN Charles





*Illustration 1: Barrière infrarouge*

Source : <http://www.amazon.fr/Elro-SA75-Barriere-infrarouge/dp/B004Z09S18>

# La barrière infrarouge

## Projet étude & réalisation

COURIVAUD Vincent  
AMIMAR Mohamed Amine  
Groupe Q1  
Promotion 2012 - 2014

Projet étude et réalisation  
M. LEQUEU Thierry  
M. GLIKSOHN Charles

# Sommaire

Remerciements.....	5
Introduction.....	6
Cahier des charges.....	7
Planning prévisionnel.....	8
Schéma fonctionnel de niveau 2.....	9
Schémas structurels.....	10
1.La partie émettrice.....	11
1.1.Schéma global.....	11
1.2.Étude de l'émetteur.....	12
1.3.Tests et validation de la carte émettrice.....	17
2.La partie réceptrice.....	20
2.1.Schéma global.....	20
2.2.Étude du montage.....	20
3.La fonction affichage.....	27
3.1.Configuration de l'ATmega8535.....	27
3.2.Programmation de l'ATmega8535.....	29
Conclusion.....	30
Résumé.....	31
Nomenclature.....	32
Index des mots clés.....	33
Table des illustrations.....	34
Index des tables.....	35
Bibliographie.....	36
Annexes.....	37
Annexe 1 : image des cartes électroniques réalisées.....	37
Annexe 2 : programme de l'ATmega8535.....	37
Annexe 3 : typon des cartes émettrice et réceptrice.....	43
Annexe 4 : dossier veille technologique.....	43

## **Remerciements**

Tout d'abord, nous tenons à remercier notre professeur T. LEQUEU pour sa précieuse aide lors des séances d'étude et réalisation pour notre projet. De même, nous souhaitons remercier Alain, le magasinier de l'IUT, pour sa gentillesse et sa patience.

## Introduction

Dans le cadre du cours d'études et réalisations, nous avons eu pour mission de réaliser un projet technique et en rapport avec notre formation.

Notre choix s'est tourné vers une barrière à infrarouge qui est un système constitué de deux parties fondamentales, la partie émettrice et la partie réceptrice. Ce système est instauré dans plusieurs domaines, on peut le rencontrer dans les magasins, les systèmes d'alarme ou encore dans les bus. Il est utilisé dans ce cas comme détecteur de présence pour permettre la commande de l'ouverture ou la fermeture des portes à distance. Il est aussi utilisé dans les télécommandes. Ainsi nous pouvons nous demander : « Comment peut-on réaliser une barrière à infrarouge? »

La présentation de notre projet va se dérouler en trois temps.

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser à la partie émettrice. Dans cette partie, notre but est de générer un faisceau infrarouge afin de le transmettre vers la partie réceptrice.

Dans un second temps, nous allons nous intéresser à la partie réceptrice. Dans cette partie, notre but est de recevoir le faisceau infrarouge émis par la carte émettrice, afin de le convertir en un signal exploitable par notre système.

Dans un troisième temps, nous allons mettre en œuvre notre barrière infrarouge grâce à un afficheur LCD, qui permettra d'afficher un compteur qui s'incrémentera dès qu'un obstacle franchira la barrière.

## Cahier des charges

Il existe de nombreux moyens de communication sans fils à distance. Le premier d'entre eux fut les ultrasons. Puis, d'autres technologies sont apparues utilisant des supports immatériels comme l'infrarouge.

Il y a encore quelques dizaines d'années, il était difficile de trouver dans le commerce les composants électroniques permettant de créer un signal infrarouge, c'est à dire un élément capable d'émettre un signal infrarouge comme une LED infrarouge mais également un système capable de réceptionner ce signal et de l'exploiter comme une photodiode.

Pour nous familiariser avec ce type de transmission, nous avons décidé de mettre en œuvre un système basique permettant sa compréhension, la barrière infrarouge.

La barrière infrarouge est constituée de deux parties : la partie émettrice et la partie réceptrice.

La partie émettrice va générer le faisceau infrarouge, invisible à l'œil nu. Elle est principalement constituée d'un NE555, qui est l'horloge de notre système, et d'une LED infrarouge, qui va permettre d'émettre le faisceau.

Pour cette partie, nous voulons que la LED émette un faisceau suffisamment puissant pour avoir une portée suffisante, mais aussi de ne pas trop consommer de puissance.

La partie réceptrice va analyser le signal émis qui va nous permettre la détection d'obstacle. Elle est principalement composée du circuit intégré TL084 qui effectue toutes les opérations logiques requises ainsi que de la photodiode qui va détecter le faisceau infrarouge.

Afin de réaliser ce projet, nous devons prendre en compte la distance entre les cartes émettrices et réceptrices, qui doivent être assez éloignées afin de laisser passer des personnes. L'amplification du signal émis doit donc être suffisant afin d'être capté par la partie réceptrice.

De plus, les deux cartes doivent être placées face à face afin que l'angle d'émission de la LED infrarouge soit dans l'axe de détection de la photodiode.

## Planning prévisionnel

Sem	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	01	02	03	
ER		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X					45,5h
PT															X				X		7h
ET																				X	6h

Illustration 2: Planning des séances d'E&R

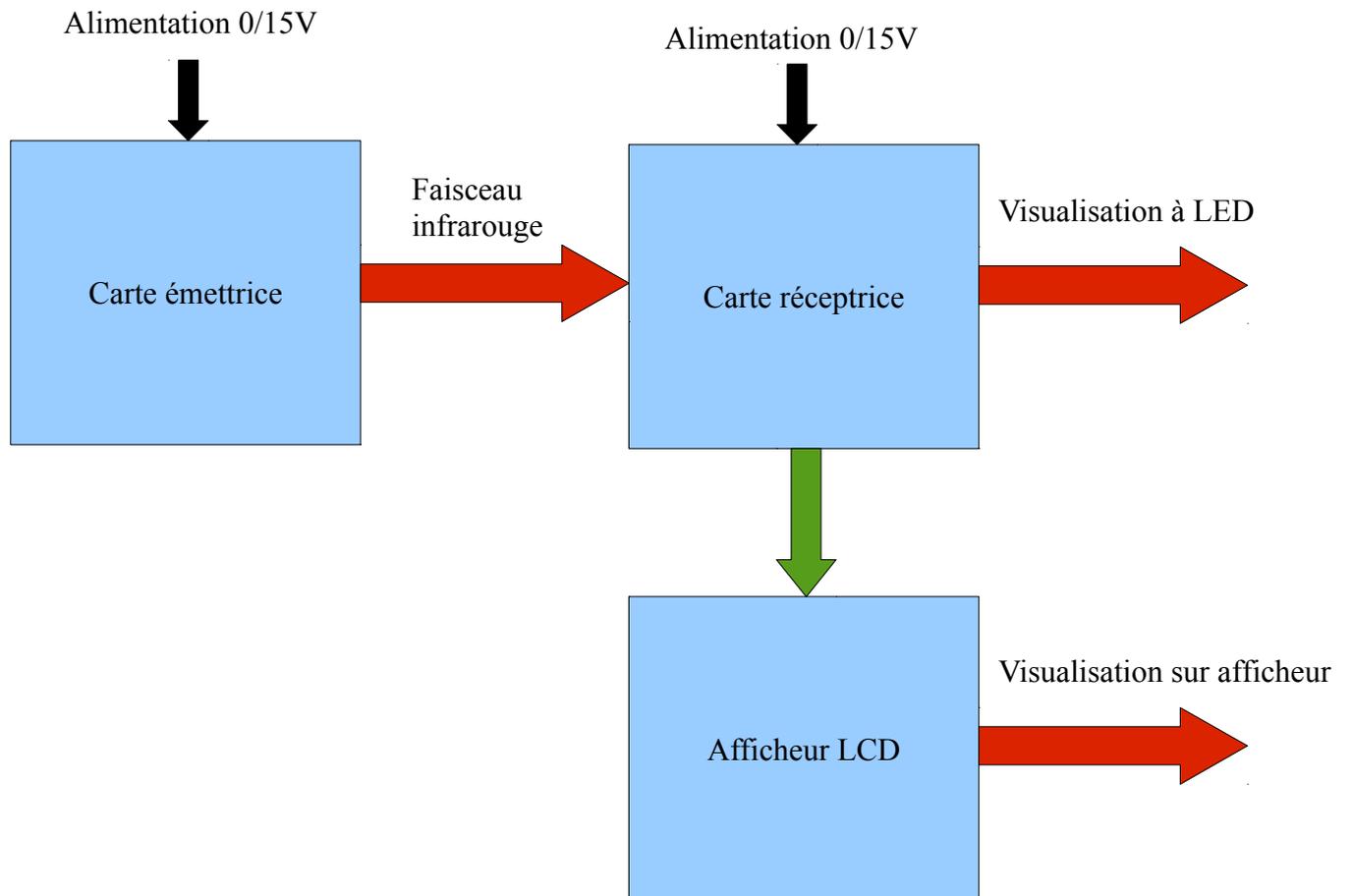
Ce planning présente les séances d'études et réalisations que nous avons eu pour mener à bien notre projet.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Semaine	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3
Choix et découverte du projet																				
Cahier des charges																				
Étude																				
Réalisation des cartes																				
Programmation																				
Tests																				
Rédaction du dossier																				
PT																				
ET																				
Vacances																				
Planning prévisionnel																				
Planning réel																				

Illustration 3: Planning prévisionnel et réel

Nous avons pris beaucoup de retard pour commencer la programmation de l'ATmega8535, car pour pouvoir faire fonctionner le programme et l'afficheur LCD, il fallait que les quatre cartes fonctionnent correctement, or seul une carte émettrice et une carte réceptrice fonctionnait, nous avons donc dû réparer les deux autres.

## Schéma fonctionnel de niveau 2



## Schémas structurels

Ces schémas[1] nous montrent les parties distinctes de notre projet.



*Illustration 4: Schéma structurel de la partie émettrice*



*Illustration 5: Schéma structurel de la partie réceptrice*

# 1. La partie émettrice

Dans cette partie, notre but est de générer un faisceau infrarouge afin de le transmettre vers la partie réceptrice. Pour cela, nous allons dans un premier temps étudier l'émetteur qui est principalement composé d'un oscillateur, d'un transistor NPN et d'une diode émettrice. Ensuite, nous allons détailler les différents calculs pour obtenir les bonnes caractéristiques de l'émetteur. Afin d'alimenter la diode émettrice, nous avons choisi de générer un signal de fréquence 4 kHz et d'un rapport cyclique de 1/8, pour que la consommation en puissance ne soit pas très élevée. Pour cela, nous avons choisi d'utiliser un très célèbre générateur de fréquence: le NE555.

## 1.1. Schéma global

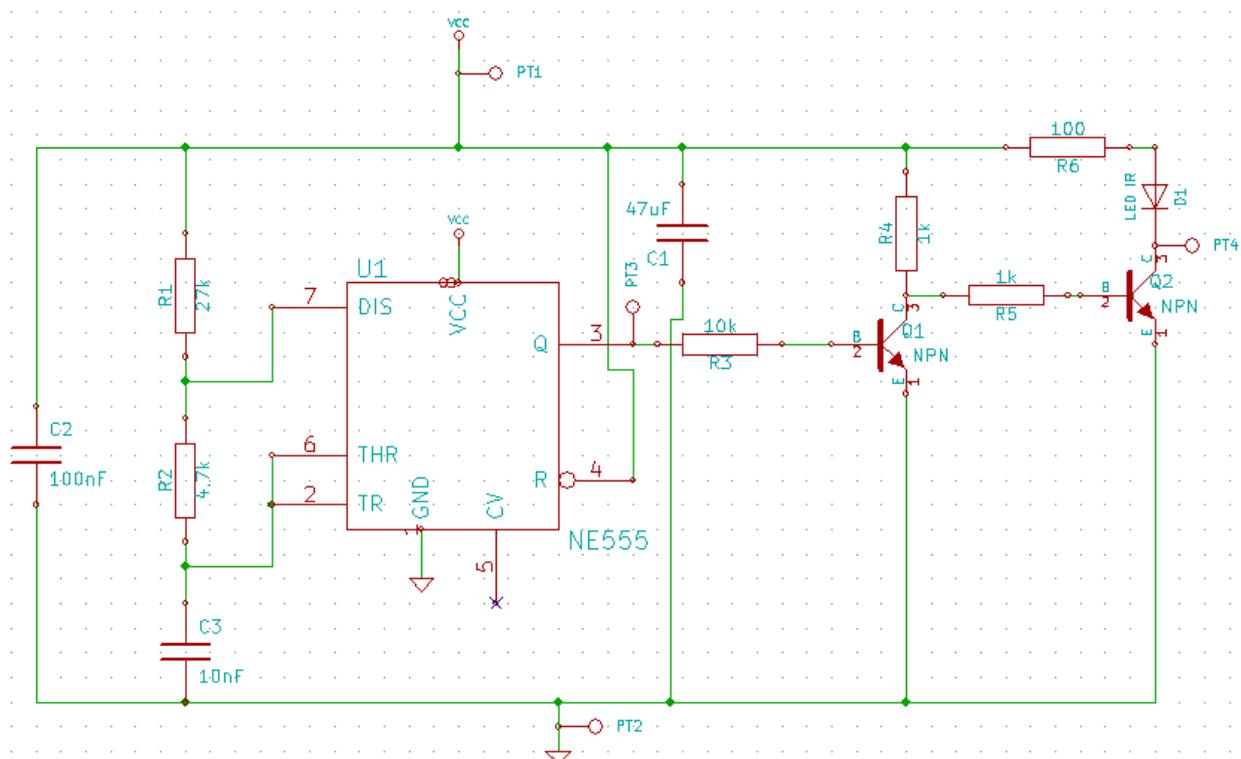


Illustration 6: Schéma global carte émettrice

Ce schéma est principalement constitué d'un oscillateur NE555, de deux transistors NPN et de la LED infrarouge. Ces composants sont les éléments importants pour la réalisation de l'émetteur.

## 1.2. Étude de l'émetteur

### 1.2.1. Présentation du NE555

Le NE555 a été créé en 1970 par Hans R. Camenzind et commercialisé en 1971 par Signetics<sup>1</sup>.

C'est un circuit intégré possédant 8 broches utilisé pour la temporisation. Il est facilement utilisable, stable et est de faible coût.

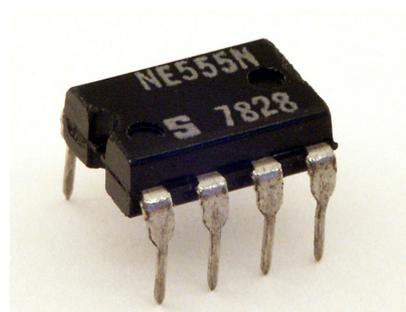


Illustration 7: NE555

Voici le schéma bloc du NE555 :

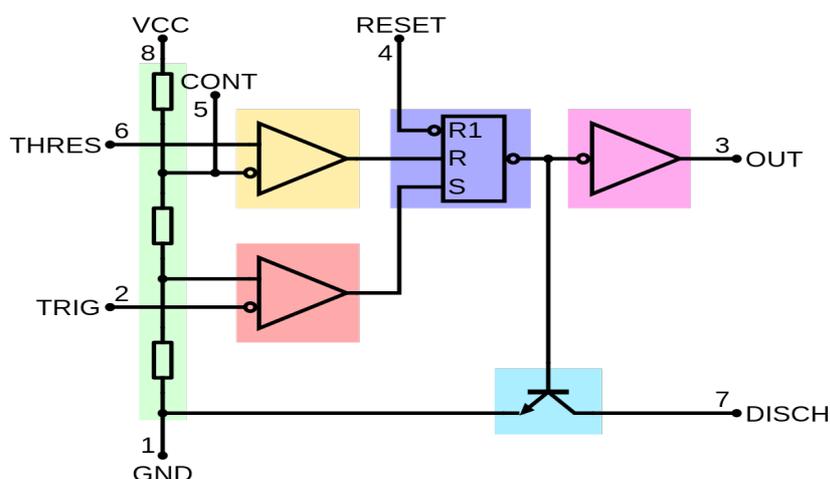


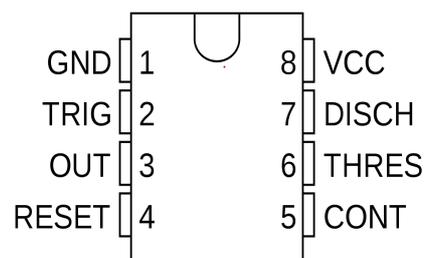
Illustration 8: Schéma bloc du NE555

A partir du schéma bloc, on peut voir que le NE555 est constitué de :

- 2 comparateurs (rose)
- 3 résistances configurées en diviseur de tension. Les deux tensions respectivement de  $1/3$  et  $2/3$  de VCC servent de références aux comparateurs (vert)
- 1 bascule Set-Reset contrôlée par les comparateurs (bleu)
- 1 amplificateur inverseur (jaune)
- 1 transistor pour décharger le condensateur de temporisation (bleu ciel)

<sup>1</sup> SIGNAL NETwork Integrated Circuits. Fabricant de circuits intégrés. Maintenant appelé NXP Semiconductors.

Comme nous l'avons vu dans le schéma bloc, chaque broche effectue des fonctions différentes, c'est pourquoi il est nécessaire de bien savoir les repérer.



*Illustration 9: Noms des broches NE555*

Numéro	Nom	Description
1	GND	Masse
2	TRIG	Amorce la temporisation. Détecte lorsque la tension est inférieur à 1/3 de VCC
3	OUT	Signal de sortie
4	RESET	Remise à zéro, interruption de la temporisation
5	CONT	Accès à la référence interne (2/3 de VCC)
6	THRES	Signale la fin de la temporisation lorsque la tension dépasse 2/3 de VCC
7	DISCH	Borne servant à décharger le condensateur de temporisation
8	VCC	Tension d'alimentation, 15V

*Tableau 1: Brochage*

Le NE555 suit la logique de fonctionnement du schéma bloc présenté précédemment, et peut prendre 4 états différents qui peuvent être résumé dans un tableau :

RESET	TRIG	THRES	OUT	DISCH
0	X	X	0	Actif
1	<1/3VCC	X	1	Inactif
1	>1/3VCC	>2/3VCC	0	Actif
1	>1/3VCC	<2/3VCC	Valeur précédente	

Tableau 2: Les différents états du NE555

Le NE555 est capable de fonctionner en monostable ou astable.

Pour notre projet, nous nous intéresserons seulement au fonctionnement astable, car il aura pour rôle de créer l'horloge du montage.

Nous verrons également par la suite, que grâce à ce mode de fonctionnement, nous pourrons régler le rapport cyclique du signal généré.

### 1.2.2. Dimensionnement du NE555

La configuration astable permet d'utiliser le NE555 comme oscillateur. Deux résistances et un condensateur permettent de modifier la fréquence d'oscillation ainsi que le rapport cyclique. Dans cette configuration, la bascule est réinitialisée automatiquement à chaque cycle générant un train d'impulsion continu.

Une oscillation complète est effectuée lorsque le condensateur se charge jusqu'à 2/3 de Vcc et se décharge à 1/3 de Vcc. Lors de la charge, les résistances Ra et Rb sont en série avec le condensateur, mais la décharge s'effectue à travers de Rb seulement. C'est de cette façon que le rapport cyclique peut être modifié. La fréquence d'oscillation  $f$  ainsi que le rapport cyclique  $\alpha$  sont exprimées par les relations suivantes :

$$f = \frac{1,44}{(Ra + 2Rb)C} \quad \alpha = \frac{Ra + Rb}{(Ra + 2Rb)}$$

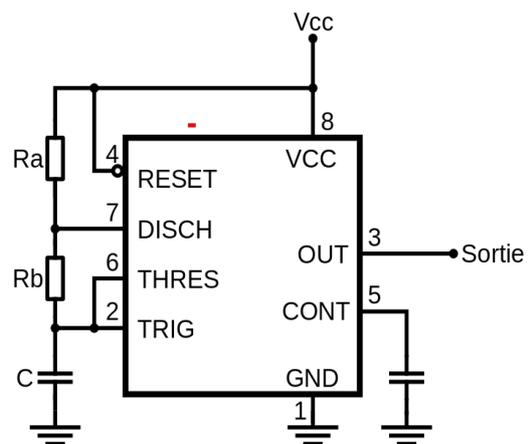


Illustration 10: NE555 en astable

Ayant déterminé le mode de fonctionnement du NE555, nous allons maintenant pouvoir étudier les caractéristiques du signal généré.

### 1.2.3. Étude de la fréquence et du rapport cyclique :

Le NE555 configuré en astable, permet de créer un oscillateur. A l'aide de deux résistances et d'un condensateur, on peut fixer la fréquence d'oscillation et le rapport cyclique. On peut voir sur le schéma ci-dessus la position des composants. Dans cette configuration, la bascule est réinitialisée automatiquement à chaque cycle générant un train d'impulsion perpétuel.

La fréquence d'oscillation  $f$  ainsi que le rapport cyclique  $\alpha$  suivent les relations suivantes :

$$\alpha = 1 - \frac{R_b}{(R_a + 2R_b)}$$

$$f = \frac{1,44}{(R_a + 2R_b) \times C}$$

On a donc :  $1 - \alpha = \frac{1}{8} = \frac{R_b}{(R_a + 2R_b)}$

$$8R_b = R_a + 2R_b$$

$$6R_b = R_a \quad \text{(1)}$$

De plus :  $f = 4\text{kHz} = \frac{1,44}{(R_a + 2R_b) \times C}$

$$(R_a + 2R_b) \times C = 3,6 \times 10^{-4}$$

On pose  $C = 10 \text{ nF}$ .

$$(R_a + 2R_b) \times 10^{-8} = 3,6 \times 10^{-4}$$

$$R_a + 2R_b = 36 \times 10^3 \quad \text{(2)}$$

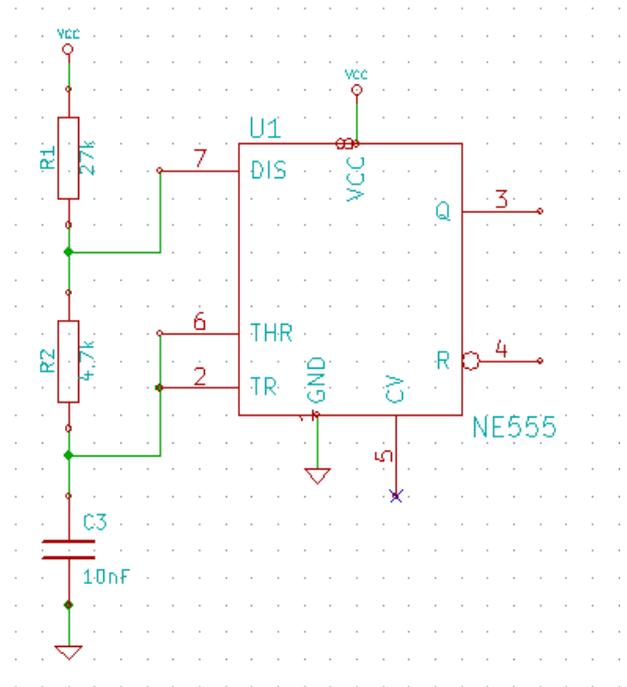


Illustration 11: Schéma de notre NE555

Avec les deux relations obtenues, on pose :

$$\begin{cases} 6R_b = R_a \\ R_a + 2R_b = 36 \times 10^3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6R_b = R_a \\ R_a + \frac{R_a}{3} = 36 \times 10^3 \end{cases}$$

Donc d'après les calculs  $R_a = 27 \text{ k}\Omega$  et  $R_b = 4,5 \text{ k}\Omega$

Nous utiliserons donc les valeurs normalisées suivantes :

$R_a = 27 \text{ k}\Omega$ ;  $R_b = 4,7 \text{ k}\Omega$  ;  $C = 10 \text{ nF}$ .

### 1.2.4. Calcul de la résistance R6

La tension d'alimentation est de 15V. D'après la documentation technique de la diode émettrice[2], la tension à ses bornes est de **1,3V** et la tension entre l'émetteur et le collecteur du transistor est de **0,2V**. Le courant traversant la branche est de **100 mA**.

D'après la loi des mailles :

$$R I = \frac{V_{CC} - V_{ce} - V_d}{I}$$

$$R I = \frac{15 - 0,2 - 1,3}{0,1}$$

$$R I = 135 \Omega$$

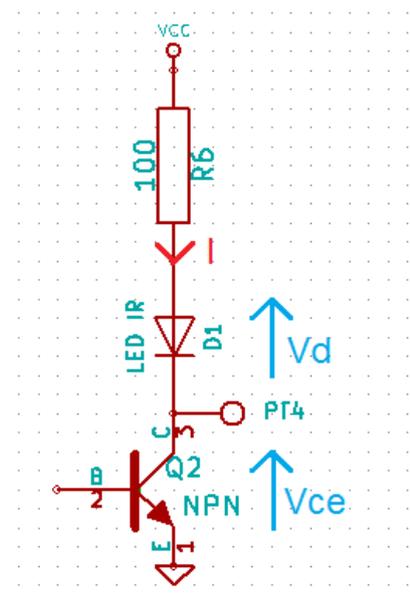


Illustration 12: Calcul de R6

Dans notre montage, nous utiliserons la valeur normalisée de **100  $\Omega$** .

### 1.2.5. Calcul de la résistance R5

En sortie du transistor du 2N2222A (Q1), on doit obtenir un signal de rapport cyclique de 1/8 qui permute entre 0V et 15V. La tension entre la base et l'émetteur est de 0,7V. Pour déterminer R5, il faut connaître le gain du transistor (on utilisera un 2N2222A), et faire en sorte que le gain multiplié par le courant de base du transistor soit supérieur au courant pouvant être fourni par le transistor.

Ainsi :  $G_{min} \cdot I' > 100 \text{ mA}$

D'après la documentation technique du 2N2222A, le gain varie entre **200** et **450**, nous avons donc :

$$200 \cdot I' > 0,1 \text{ A}$$

$$I' > 0,1/200$$

$$R5 < 1,13 \text{ k}\Omega$$

Nous prenons donc **R3=1 kΩ** afin de satisfaire la condition de saturation.

### 1.2.6. Puissance moyenne dissipée dans la diode émettrice

Nous avons pris un rapport cyclique 1/8 (état haut 8 fois plus petit que l'état bas) afin de diminuer la valeur moyenne du signal aux bornes de la diode émettrice. De ce fait, la puissance dissipée par la diode et la résistance R6 est minimale, paramètre que l'on voulait diminuer le plus possible.

Nous avons donc :

$$P = V_d \cdot I_d \cdot \alpha \quad \text{avec } V_d = 1,3 \text{ V}, I_d = 100 \text{ mA}, \alpha = \frac{1}{8}$$

$$P = 1,3 \cdot 0,1 \cdot \frac{1}{8}$$

$$P = 16,25 \text{ mW}$$

La puissance consommée est minimale et reste conforme à la diode.

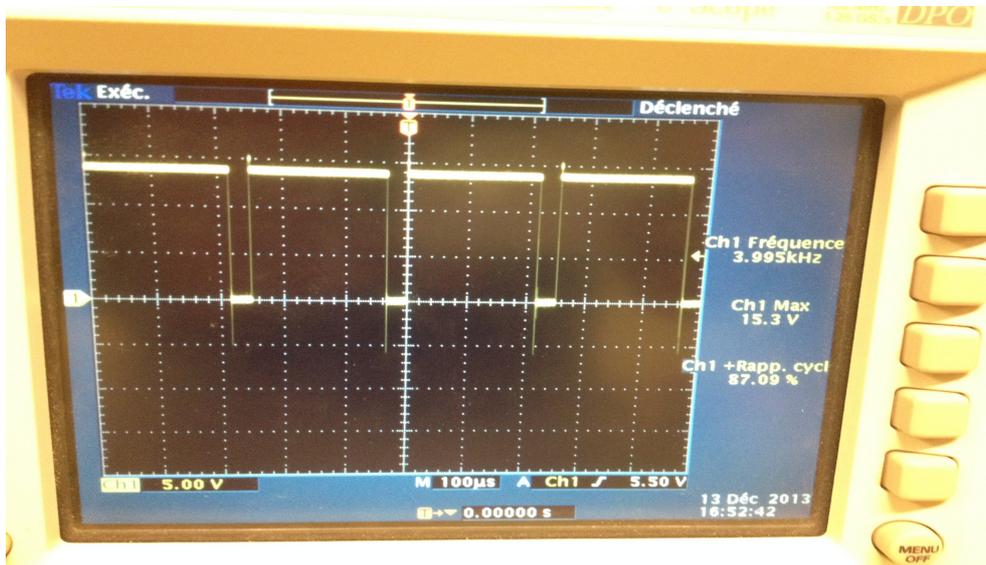
### 1.3. Tests et validation de la carte émettrice

Le typon (joint en annexe 2) à été réalisé sous le logiciel Kicad.

Nous allons réaliser les tests afin de vérifier le bon fonctionnement de notre carte émettrice.

La carte doit être alimentée en +15V.

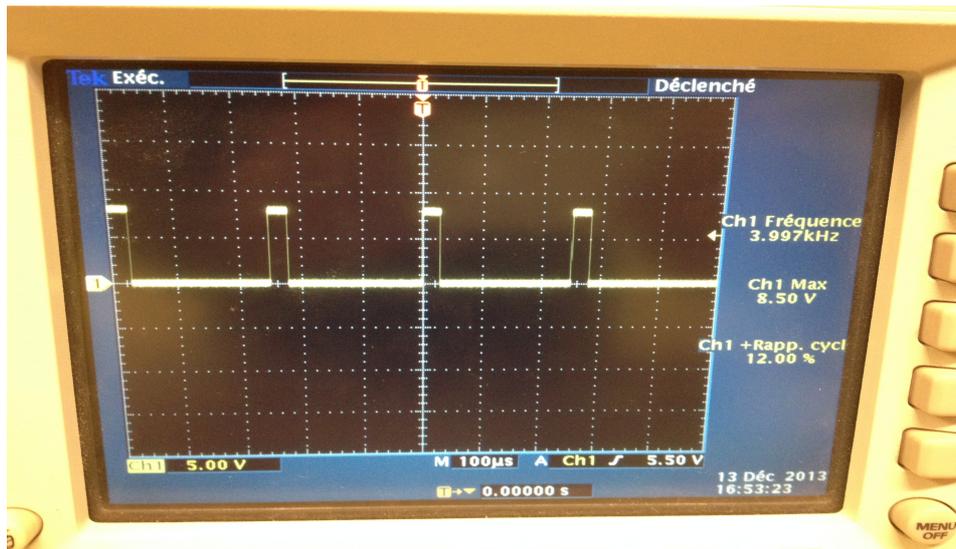
Tout d'abord, nous relevons la tension de sortie du NE555. Nous devons en théorie obtenir un signal carré 0-15V, d'une fréquence de 4kHz, et d'un rapport cyclique de  $\frac{7}{8}$  .



*Illustration 13: Signal de sortie du NE555*

Nous avons bien un signal carré, variant de 0 à 15,3V et avec une fréquence de 4 kHz. Le rapport cyclique est de 87 % (environ égal à  $\frac{7}{8}$  ).

Nous allons maintenant visualiser le signal de sortie du 2N2222A (Q1). Nous devons en théorie avoir un signal carré de fréquence 4 kHz, mais avec un rapport cyclique de  $\frac{1}{8}$  .



*Illustration 14: Signal de sortie du 2N2222A*

Nous obtenons bien un signal carré de fréquence 4 kHz variant de 0 à 8,5V.

On remarque que nous avons un rapport cyclique de 12 % (environ égal à  $\frac{1}{8}$ ) qui va nous permettre d'alimenter la diode émettrice avec un signal avec une faible valeur moyenne et donc une faible puissance dissipée.

Nous pouvons conclure que le fonctionnement de la carte émettrice est correct.

Elle correspond bien à l'attente du cahier des charges de la partie réceptrice, c'est-à-dire d'émettre un signal carré de fréquence 4 kHz, de rapport cyclique  $\frac{1}{8}$  et consommant une faible puissance.

## 2. La partie réceptrice

Dans cette partie, notre but est de capter le signal émis par la carte émettrice, et de l'exploiter électroniquement, afin d'allumer une LED rouge témoin, indiquant l'absence de communication infrarouge, c'est à dire la présence d'un obstacle.

### 2.1. Schéma global

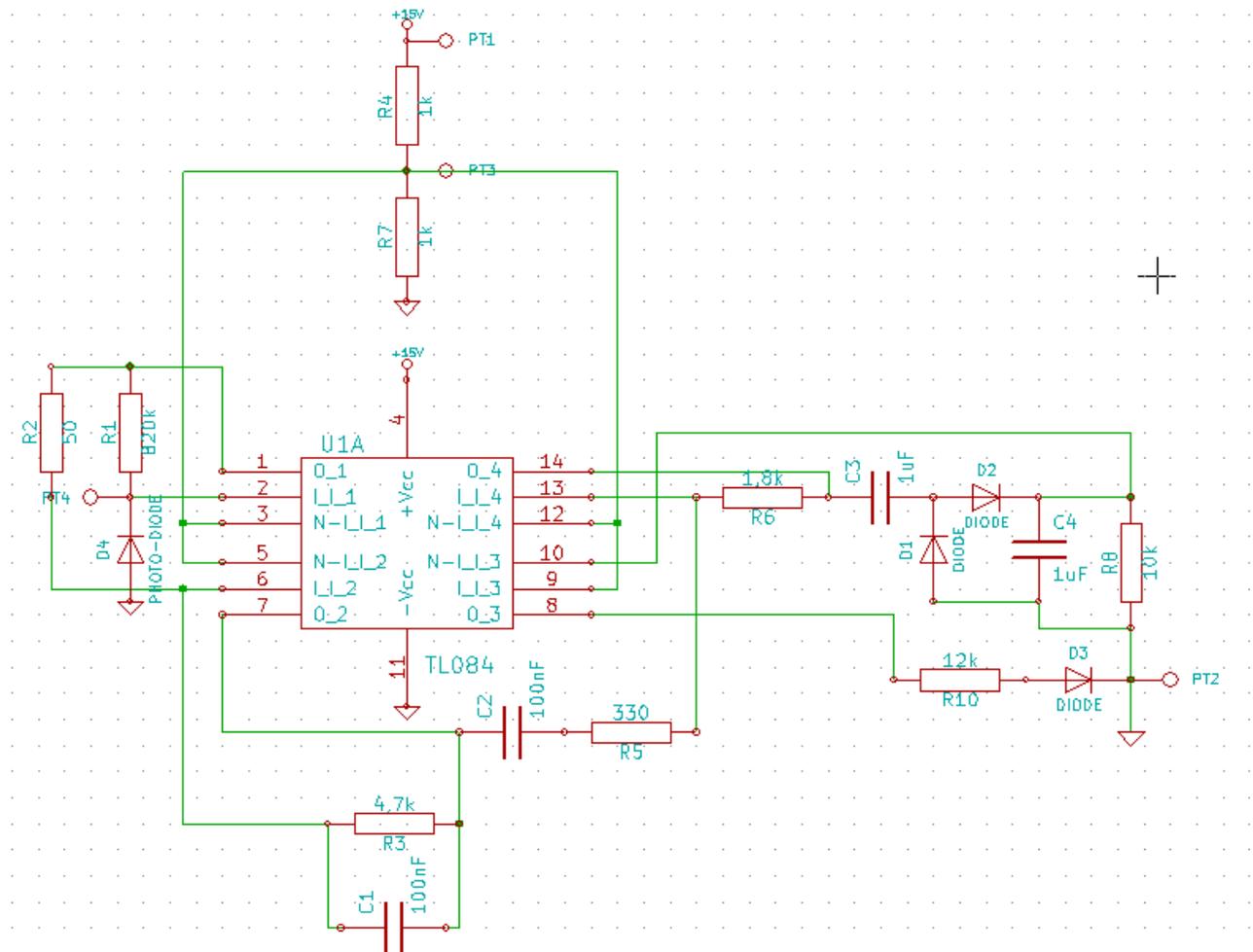


Illustration 15: Schéma global carte réceptrice

### 2.2. Étude du montage

Dans cette partie, nous allons étudier différents ensembles séparément.

### 2.2.1. La diode réceptrice

Afin de capter le signal émis, nous utilisons une photodiode BP 104[3] située sur la carte réceptrice.

Elle va nous permettre d'exploiter le signal infrarouge en le convertissant en un signal électrique pour faire fonctionner la carte réceptrice.

Autrement dit, elle va convertir un faisceau lumineux en un courant électrique.

Voici les caractéristiques de cette photodiode :

- angle de sensibilité moyenne : 65°
- longueur d'onde détectée : 870 nm à 1050 nm
- pic de sensibilité de longueur d'onde : 950 nm
- courant d'obscurité : 2nA

Grâce a la formule suivante, on peut calculer le courant produit par la photodiode :

$$I_d = S_\lambda \times I_e \times \frac{A}{d^2}$$

Ainsi, pour une distance de 4 mètres :

$$I_d = 37,5 \text{ nA}$$

### 2.2.2. Préamplificateur

Le préamplificateur courant/tension U1 sert à amplifier le courant produit par la diode émettrice afin d'avoir une plus grande portée.

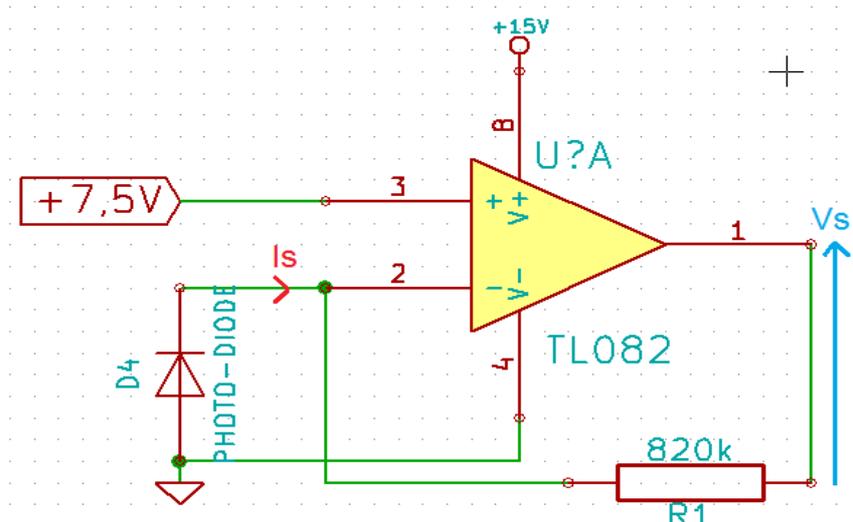


Illustration 16: Schéma bloc du préamplificateur

Notre AOP est en régime linéaire, car il y a une boucle de contre réaction de la sortie à l'entrée -, donc :

$$\varepsilon = 0 ; V^+ = V^- ; i^+ = i^- ;$$

D'après la loi des mailles :  $V_s = -R1 * I_s$

$I_s$  correspond à  $I_d$  calculé dans la partie diode réceptrice.

Afin d'avoir un gain maximal, on choisit  $R1$  très grand. Nous prenons  **$R1 = 820 \text{ k}\Omega$** .

$$\text{Donc : } V_s = -820\,000 * 37,5 * 10^{-9} = 30,75 \text{ mV}$$

Nous allons donc amplifier cette tension afin d'avoir la possibilité d'augmenter la distance entre l'émetteur et le récepteur. Il faut que la tension amplifiée soit supérieure à la tension d'alimentation, et permettra donc de saturer l'AOP en ayant  $+V_{cc}$ .

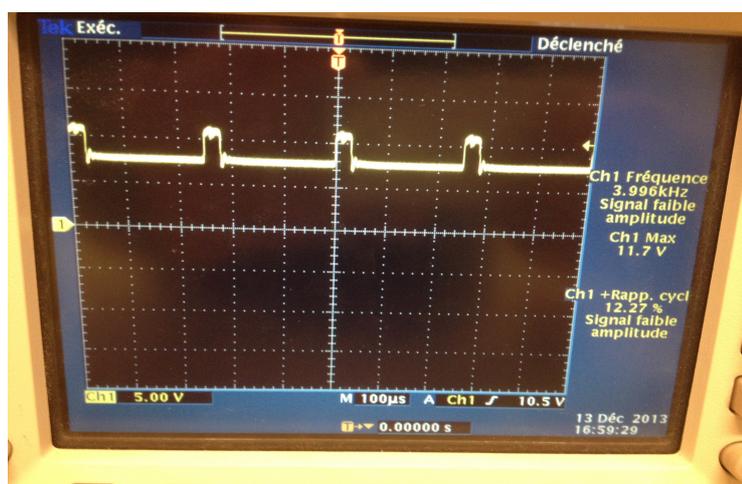


Illustration 17: Tension de sortie de l'amplificateur

Nous visualisons bien une tension amplifiée poussée vers le haut de la tension de seuil 7,5V. Le signal est bien de forme carrée, d'une fréquence de 4 kHz et d'une rapport cyclique de  $\frac{1}{8}$ .

### 2.2.3. Filtre passe-bande

Après avoir récupéré le faisceau lumineux, l'avoir converti en courant et l'avoir amplifié en tension, on observe que notre signal est perturbé par des bruits venant du secteur.

Pour supprimer ces parasites, nous allons filtrer le signal à l'aide d'un filtre passe bande.

Les amplificateurs sont en général alimentés en +15V/-15V, or nous disposons d'une alimentation 0/15V.

Nous avons donc ajouté un pont diviseur de tension sur l'entrée afin d'alimenter les amplificateurs en -7,5V/7,5V.

En effet, d'après le théorème diviseur de tension :

$$V = \left( \frac{R7}{R7 + R4} \right) V_{cc}$$

$$V = \left( \frac{1000}{1000 + 1000} \right) 15$$

$$V = 7,5V$$

Ainsi, nous relevons l'oscillogramme de la tension de sortie du pont diviseur, et constatons que nous obtenons une valeur assez éloignée de la valeur théorique : nous relevons 6,8V contre 7,5V pour la valeur théorique.

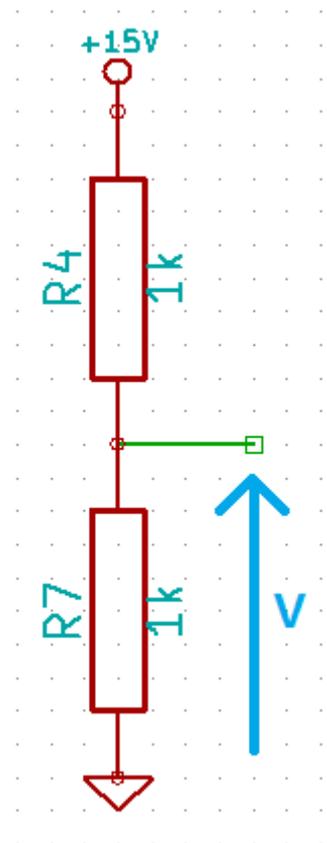


Illustration 18: Pont diviseur

## 2.2.4. Pompe à diode

Jusqu'ici, nous avons toujours un signal alternatif de fréquence 4 kHz, amplifié et filtré.

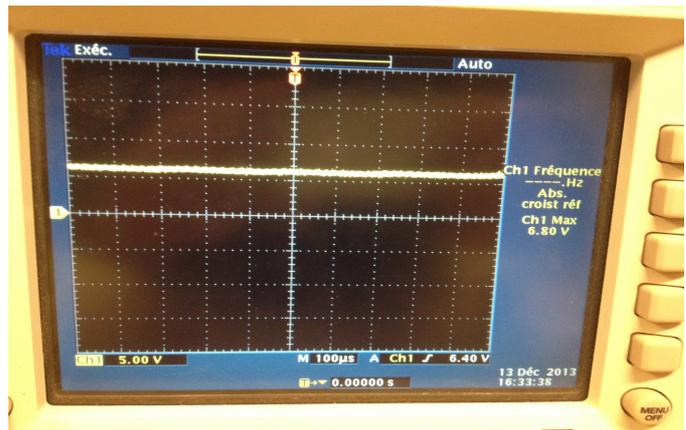


Illustration 19: Visualisation de la tension en sortie du pont diviseur

Afin de rendre le signal continu pour qu'il soit exploité par le bloc comparateur, nous avons mis en place une pompe à diode qui utilise la charge et la décharge des condensateurs à partir de la tension d'entrée.

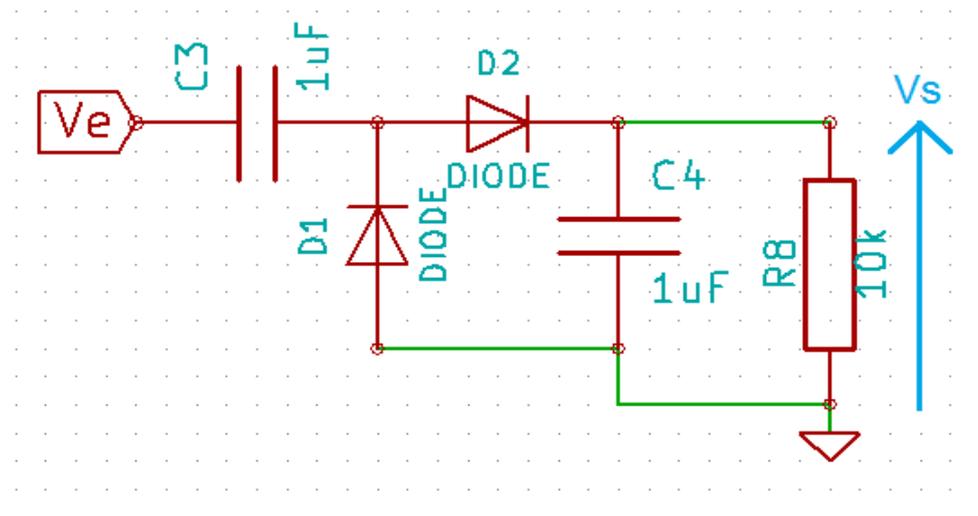


Illustration 20: Schéma de la pompe à diode

Lorsque  $V_e$  est présent, la diode  $D_2$  est passante, on a donc le schéma équivalent suivant :

On a  $Z_r \gg C_4$ , donc on peut dire que  $I_r = 0$  A.

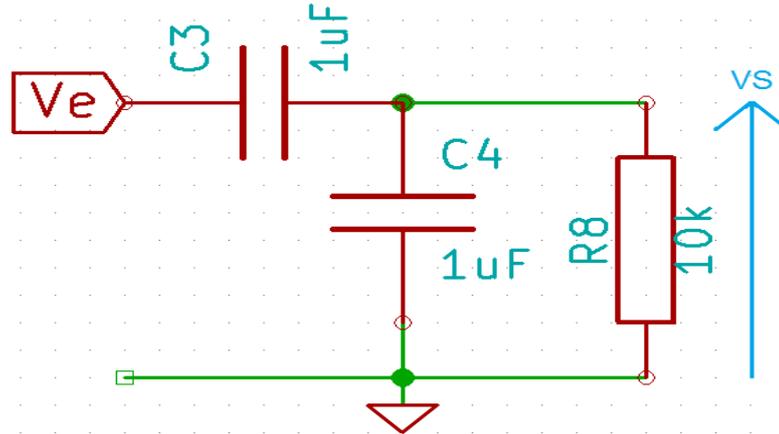


Illustration 21: Schéma équivalent de la pompe à diode

Donc, d'après le théorème diviseur de tension on a :

$$V_s = \frac{C_2}{C_2 + C_1} V_e$$

Lorsque  $V_e$  est éteint, le condensateur  $C_3$  se décharge donc  $V_s$  diminue.

Puis nous obtenons encore la phase où  $V_e$  est présent et ainsi de suite.

Il faut donc que lorsque  $V_e$  est éteint, le condensateur  $C_3$  se décharge le plus lentement possible pour que  $V_e$  soit considéré comme continu.

Nous avons donc pris ces valeurs :

$C_3 = 1 \mu\text{F}$  ;  $C_4 = 1 \mu\text{F}$  ;  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ .

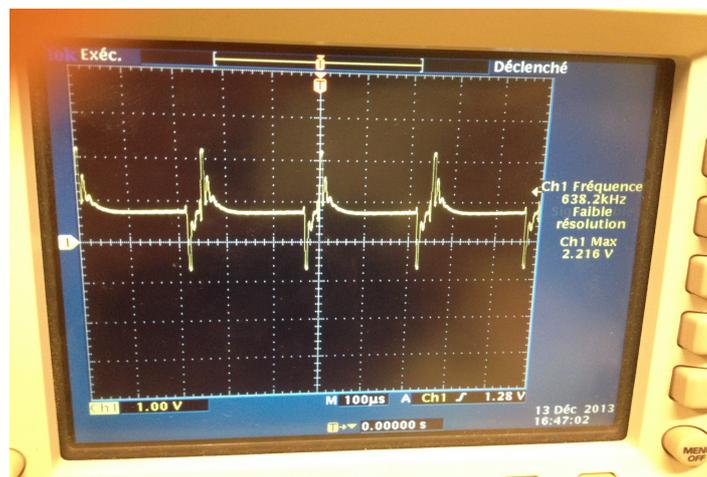


Illustration 22: Tension de sortie de la pompe à diode

Nous observons la charge presque instantanée du condensateur et sa décharge qui est plus longue. Nous voyons aussi que pendant la décharge du condensateur, nous obtenons une tension presque continue.

### 2.2.5. Comparateur

Nous avons à ce stade réussi à générer un signal continu qui va maintenant être comparé à une tension de seuil de 5V.

Pour régler cette tension de seuil à 5V, nous avons ajouté un pont diviseur de tension qui divise la tension d'alimentation de 15V par trois.

Le comparateur est alimenté en -7,5/+7,5V, ce qui signifie que le point de référence est le -7,5V et non pas la masse.

Nous voulons que la LED rouge témoin (D3) soit éteinte lorsque le faisceau infrarouge est capté par la carte réceptrice et qu'elle s'allume lorsque le faisceau est coupé par un obstacle.

Le fonctionnement d'un comparateur est simple :

- lorsque  $V_+ > V_-$  alors  $V_s = +V_{cc}$
- lorsque  $V_+ < V_-$  alors  $V_s = 0\text{ V}$

### 3. La fonction affichage

L'objectif final du projet est d'utiliser la barrière infrarouge pour compter le nombre de personnes qui la franchit.

Nous avons donc ajouté un afficheur LCD géré par un ATmega 8535.

L'ATmega8535 est un microcontrôleur 8 bits de la famille Atmel<sup>2</sup> et produit en masse depuis 2006. Il dispose d'une mémoire flash et d'une mémoire programmable électriquement.

Il dispose également d'un convertisseur analogique-numérique, mais nous n'utiliserons seulement pour notre projet le PORT D.

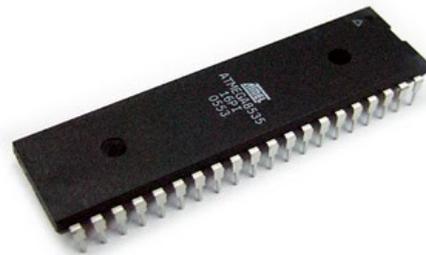


Illustration 23: ATmega8535

#### 3.1. Configuration de l'ATmega8535

Pour notre projet, nous n'avons eu qu'à configurer le PORT D, qui doit être défini en entrée, car nous allons appliquer à ses broches des tensions, grandeurs analogiques.. Pour définir un PORT en entrée, il suffit de mettre le registre à l'état logique 0 :

	PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0	Hexa
DDRD	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00
PORT D	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00

Tableau 3: Configuration du PORT D

Afin d'utiliser le PORT D, nous avons besoin de générer à ces entrées une tension 0/5V lui permettant de détecter des niveaux logiques.

Nous avons donc ajouté un pont diviseur de tension en parallèle de la LED rouge témoin et de la résistance R10. Dans cette branche, nous avons mesuré au voltmètre une tension  $V_e$  de 13,94 V lorsque la LED rouge était allumée et 1,27 V lorsqu'elle était éteinte.

<sup>2</sup> Atmel : fabricant mondial de composants à semi-conducteurs depuis 1984.

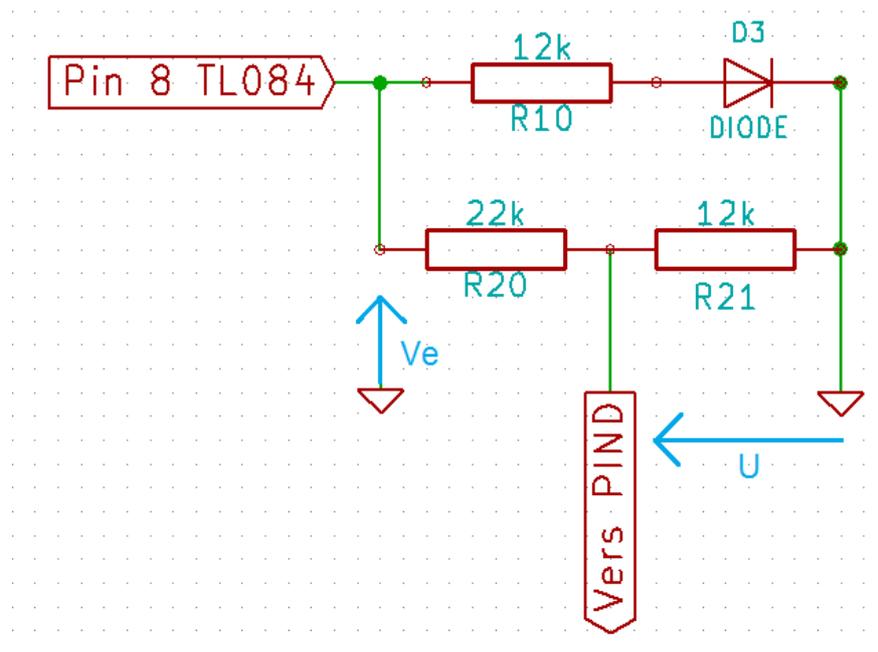


Illustration 24: Pont diviseur

Nous avons pris  $R20 = 22k\Omega$  et  $R21 = 12k\Omega$ .

Donc, d'après le théorème diviseur de tension :

– pour le niveau logique 1 :

$$U = V_e \frac{R21}{R20 + R21}$$

$$U = 13,94 \frac{12 \cdot 10^3}{22 \cdot 10^3 + 12 \cdot 10^3}$$

$$U = 4,92 V$$

Nous obtenons bien une tension proche de 5 V, qui va servir de niveau logique 1 pour l'ATmega8535.

– Pour le niveau logique 0 :

$$U = V_e \frac{R21}{R20 + R21}$$

$$U = 1,27 \frac{12 \cdot 10^3}{22 \cdot 10^3 + 12 \cdot 10^3}$$

$$U = 0,448 V$$

Nous trouvons ici une tension proche de 0 V, qui va servir de niveau logique 0 pour l'ATmega8535.

## 3.2. Programmation de l'ATmega8535

Comme nous l'avons vu précédemment, il faut définir le PORT D en entrée. Nous obtenons donc les lignes de code suivantes :

```
PORTD=0x00 ;
```

```
DDRD=0x00 ;
```

Pour le programme principal :

```
/* switch to writing in Display RAM */
lcd_putsf("Barriere"); //Affichage de : "Barriere"
lcd_gotoxy(0,1); //Placement du curseur dans le LCD
lcd_putsf("infrarouge"); //Affichage de : "infrarouge"
lcd_gotoxy(0,3); //Placement du curseur dans le LCD
lcd_putsf("Compteur :"); //Affichage de : "Compteur :"

i=0; //initialisation du compteur

while (1)
{
    if (PIND.7==1) //Test de l'état logique de la broche 7 du PORT D
    {
        i=i+1; //Incréméntation du compteur
        sprintf(tampon,"i=%4d D=%3d",i,PIND.7); //Affichage du compteur et de l'état logique de la broche 7 du PORT D
        lcd_gotoxy(0,2); //Placement du curseur dans le LCD
        lcd_puts(tampon); //Envoi de la variable tampon
        delay_ms(2000); //Delai de 2 secondes
    };

    if(PIND.6==1) //Test de l'état logique de la broche 6 du PORT D
    {
        i=i-1; //Décrémentatíon du compteur
        sprintf(tampon,"i=%4d D=%3d",i,PIND.7); //Affichage du compteur et de l'état logique de la broche 7 du PORT D
        lcd_gotoxy(0,2); //Placement du curseur dans le LCD
        lcd_puts(tampon); //Envoi de la variable tampon
        delay_ms(2000); //Delai de 2 secondes
    }
};
}
```

Illustration 25: Programme principal

Au niveau de l'affichage, nous avons mis la variable *i*, qui est le compteur et qui indique le nombre de personnes ayant franchi notre barrière.

Nous avons également ajouté la variable *D*, qui permet de voir l'état logique de la broche 7 du PORT D afin de vérifier son bon fonctionnement.

La totalité du programme se trouve en annexe.

## Conclusion

A travers ce projet, nous avons mis en œuvre des connaissances reçues lors des cours d'électronique et d'informatique industrielle, mais également découvert le système de communication par infrarouge.

La principale contrainte de notre projet a été le temps. Nous avons réalisé au total quatre cartes électroniques, deux cartes émettrices et deux cartes réceptrices afin de pouvoir compter et décompter le nombre de personnes franchissant la barrière selon leur sens de passage. Nous avons testé l'éloignement des cartes émettrices et réceptrices à 1,50 mètre. Aucun dysfonctionnement n'a été constaté.

De plus, pour pouvoir faire fonctionner le programme et l'afficheur LCD, il fallait que les quatre cartes fonctionnent correctement, or seul une carte émettrice et une carte réceptrice fonctionnait, nous avons donc dû réparer les deux autres.

Il reste actuellement des améliorations au projet à effectuer :

- tout d'abord, finaliser l'affichage de l'afficheur LCD, prévu pour des tests et non pour un produit fini ;
- après, améliorer le programme pour qu'il ne présente aucun défaut de comptage ;
- ensuite, faire un système étanche pour les cartes électronique afin de pouvoir placer la barrière infrarouge à l'extérieur si on le souhaite ;
- pour finir, intégrer la maquette de l'afficheur LCD et de l'ATmega8535 à la carte réceptrice pour une meilleure praticité.

## Résumé

A travers ce dossier, nous avons donc vu comment fabriquer une barrière infrarouge basique, grâce aux connaissances acquises à l'IUT.

Nous avons tout d'abord étudié la partie émettrice. Pour ce faire nous avons vu comment générer un signal grâce à un NE555 configuré en astable. Ce mode de fonctionnement nous a permis de régler la fréquence du signal à 4 kHz mais aussi le rapport cyclique à  $\frac{7}{8}$ . Puis, nous avons réduit la puissance consommée par la LED infrarouge en utilisant un transistor. Il a permis d'inverser le rapport cyclique, c'est à dire de le réduire à  $\frac{1}{8}$ .

Dans la deuxième partie, nous avons analysé le composant jouant le rôle de capteur, la photodiode. Ensuite, nous avons effectué l'étude théorique concernant l'amplification et le filtrage du signal reçu afin de pouvoir l'exploiter. Nous également découvert un montage générant une tension continue, la pompe à diode.

Et enfin, dans la dernière partie, nous avons étudié le microcontrôleur ATmega8535. Nous avons tout d'abord vu comment configurer les PORTS et registres utilisés mais aussi la tension à appliquer à ses bornes afin de le faire fonctionner correctement.

Pour finir, nous avons établi le programme permettant de mettre en œuvre notre barrière infrarouge en réalisant une fonction affichage grâce à un afficheur LCD.

209 Mots

## Nomenclature

Nom des composants	Valeur	Quantité
NE555		2
TL084		2
Photodiode BP104		2
LED infrarouge SFH 486		2
LED rouge		2
Transistor 2N2222A		4
Diode 1N4148		4
Résistance	50Ω	2
Résistance	100Ω	2
Résistance	330Ω	2
Résistance	1kΩ	8
Résistance	1,8kΩ	2
Résistance	4,7kΩ	4
Résistance	10kΩ	4
Résistance	12kΩ	4
Résistance	22kΩ	2
Résistance	27kΩ	2
Résistance	800kΩ	2
Condensateur	10nF	2
Condensateur	100nF	6
Condensateur	47μF/35V	2
Condensateur	1μF/50V	4

Tableau 4: Nomenclature

## **Index des mots clés**

**Barrière infrarouge** : le projet que nous allons réaliser.

**Sans fil** : les cartes électroniques communiquent par infrarouge, aucun fil n'est requis.

**Faisceau** : la LED infrarouge émet un faisceau capté par la carte réceptrice

**LED** : composant électronique qui émet une source lumineuse.

**Obstacle** : éléments qui va couper le faisceau infrarouge.

**Photodiode** : composant électronique qui va détecter la source lumineuse de la LED infrarouge, elle joue donc le rôle de capteur.

**Émetteur** : partie ayant pour rôle d'envoyer une grandeur vers une partie réceptrice.

**Récepteur** : partie ayant pour rôle d'exploiter la grandeur reçue à son entrée.

## Table des illustrations

Illustration 1: Barrière infrarouge.....	3
Illustration 2: Planning des séances d'E&R.....	6
Illustration 3: Planning prévisionnel et réel.....	6
Illustration 4: Schéma structurel de la partie émettrice.....	9
Illustration 5: Schéma structurel de la partie réceptrice.....	9
Illustration 6: Schéma global carte émettrice.....	10
Illustration 7: NE555.....	11
Illustration 8: Schéma bloc du NE555.....	11
Illustration 9: Noms des broches NE555.....	12
Illustration 10: NE555 en astable.....	13
Illustration 11: Schéma de notre NE555.....	14
Illustration 12: Calcul de R6.....	15
Illustration 13: Signal de sortie du NE555.....	17
Illustration 14: Signal de sortie du 2N2222A.....	18
Illustration 15: Schéma global carte réceptrice.....	19
Illustration 16: Schéma bloc du préamplificateur.....	21
Illustration 17: Tension de sortie de l'amplificateur.....	22
Illustration 18: Pont diviseur.....	22
Illustration 19: Visualisation de la tension en sortie du pont diviseur.....	23
Illustration 20: Schéma de la pompe à diode.....	23
Illustration 21: Schéma équivalent de la pompe à diode.....	24
Illustration 22: Tension de sortie de la pompe à diode.....	24
Illustration 23: ATmega8535.....	26
Illustration 24: Pont diviseur.....	27
Illustration 25: Programme principal.....	28

## Index des tables

Tableau 1: Brochage.....	12
Tableau 2: Les différents états du NE555.....	13
Tableau 3: Configuration du PORT D.....	26
Tableau 4: Nomenclature.....	31

## Bibliographie

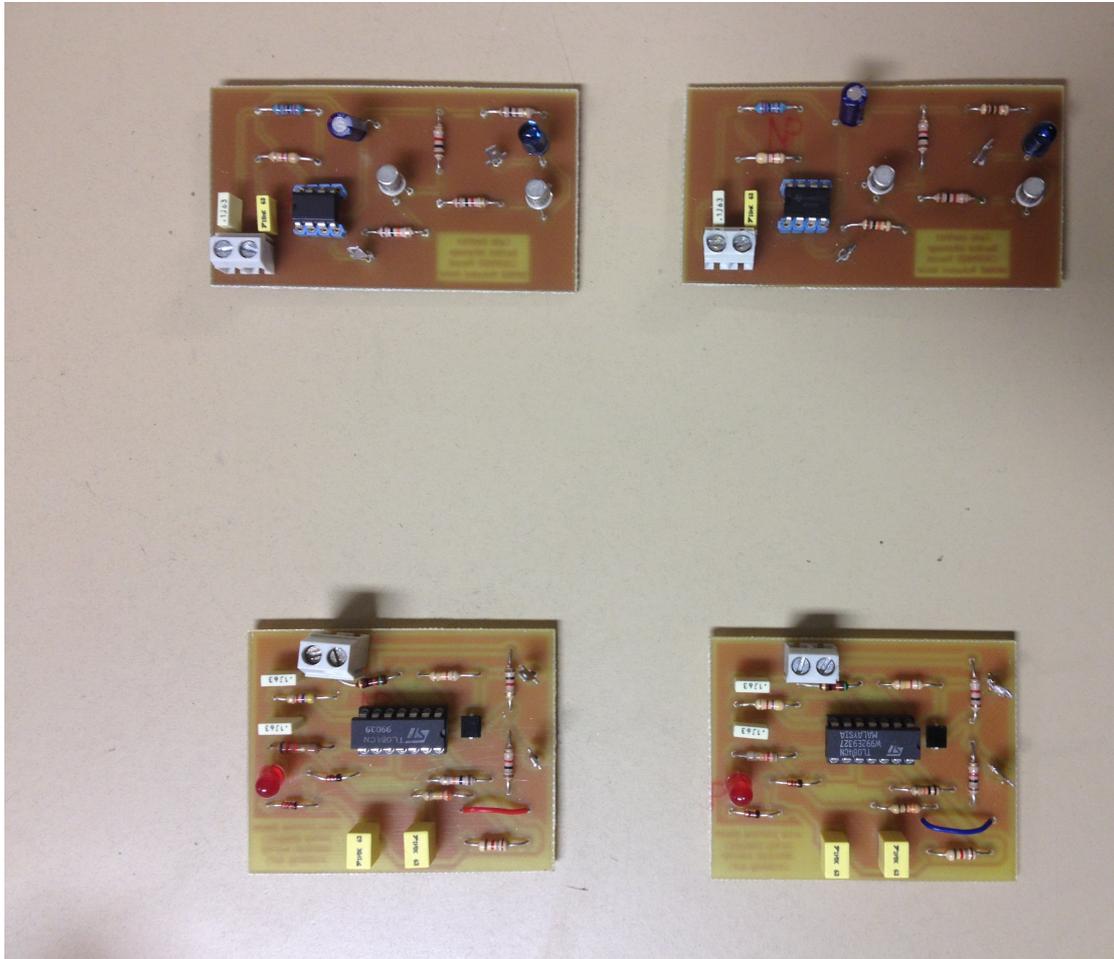
- 1: IUT GEII Bordeaux, Etude et réalisation d'une barrière infrarouge, 2009, [http://nalhossri.free.fr/Projets/Barriere\\_infrarouge\\_2008/barriere\\_infrarouge2.pdf?#zoom=81&statusbar=0&navpanes=0&messages=0](http://nalhossri.free.fr/Projets/Barriere_infrarouge_2008/barriere_infrarouge2.pdf?#zoom=81&statusbar=0&navpanes=0&messages=0)
- 2: OSRAM, SFH 486, 2005, <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/08ae/0900766b808aed9e.pdf>
- 3: VISHAY, BP 104, 2008, <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/0de9/0900766b80de9fc4.pdf>

Autre source :

- 4: <http://www.thierry-lequeu.fr/>
- 5: <http://www.schema-electronique.net/2010/01/une-barriere-infrarouges-simple-et.html>
- 6 : Et nos cours de première année.

## Annexes

### Annexe 1 : image des cartes électroniques réalisées



### Annexe 2 : programme de l'ATmega8535

```
/******
```

```
This program was produced by the
```

```
CodeWizardAVR V1.25.3 Evaluation
```

```
Automatic Program Generator
```

```
© Copyright 1998-2007 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.
```

```
http://www.hpinfotech.com
```

```
Project : Test-LCD
```

Version : 1  
Date : 15/02/2007  
Author : Freeware, for evaluation and non-commercial use only  
Company : Thierry  
Comments:  
Chip type : ATmega8535  
Program type : Application  
Clock frequency : 16,000000 MHz  
Memory model : Small  
External SRAM size : 0  
Data Stack size : 128

\*\*\*\*\*/

```
#include <mega8535.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
/* the LCD module is connected to PORTC */
#asm
    .equ __lcd_port=0x15
#endasm

/* now you can include the LCD Functions */
#include <lcd.h>

// Declare your global variables here
    unsigned char tampon[20];

void main(void)
{
// Declare your local variables here
    int i;

// Input/Output Ports initialization
```

```

// Port A initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;

// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;

// Port C initialization
// Func7=Out Func6=Out Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=Out
Func0=Out
// State7=0 State6=0 State5=0 State4=0 State3=0 State2=0 State1=0 State0=0
PORTC=0x00;
DDRC=0xFF;

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T State2=T State1=T State0=T
PORTD=0x00;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC0 output: Disconnected
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

```

```

OCR0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 1 Stopped
// Mode: Normal top=FFFFh
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer 1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x00;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 2 Stopped
// Mode: Normal top=FFh
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;

```

```

TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: Off
// INT1: Off
// INT2: Off
MCUCR=0x00;
MCUCSR=0x00;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x00;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

/* initialize the LCD for 2 lines & 16 columns */
lcd_init(16);

/* switch to writing in Display RAM */
lcd_putsf("Barriere");      //Affichage de : "Barriere"
lcd_gotoxy(0,1);           //Placement du curseur dans le LCD
lcd_putsf("infrarouge");   //Affichage de : "infrarouge"
lcd_gotoxy(0,3);           //Placement du curseur dans le LCD
lcd_putsf("Compteur :");   //Affichage de : "Compteur :"

i=0;    //initialisation du compteur
while (1)
    {

```

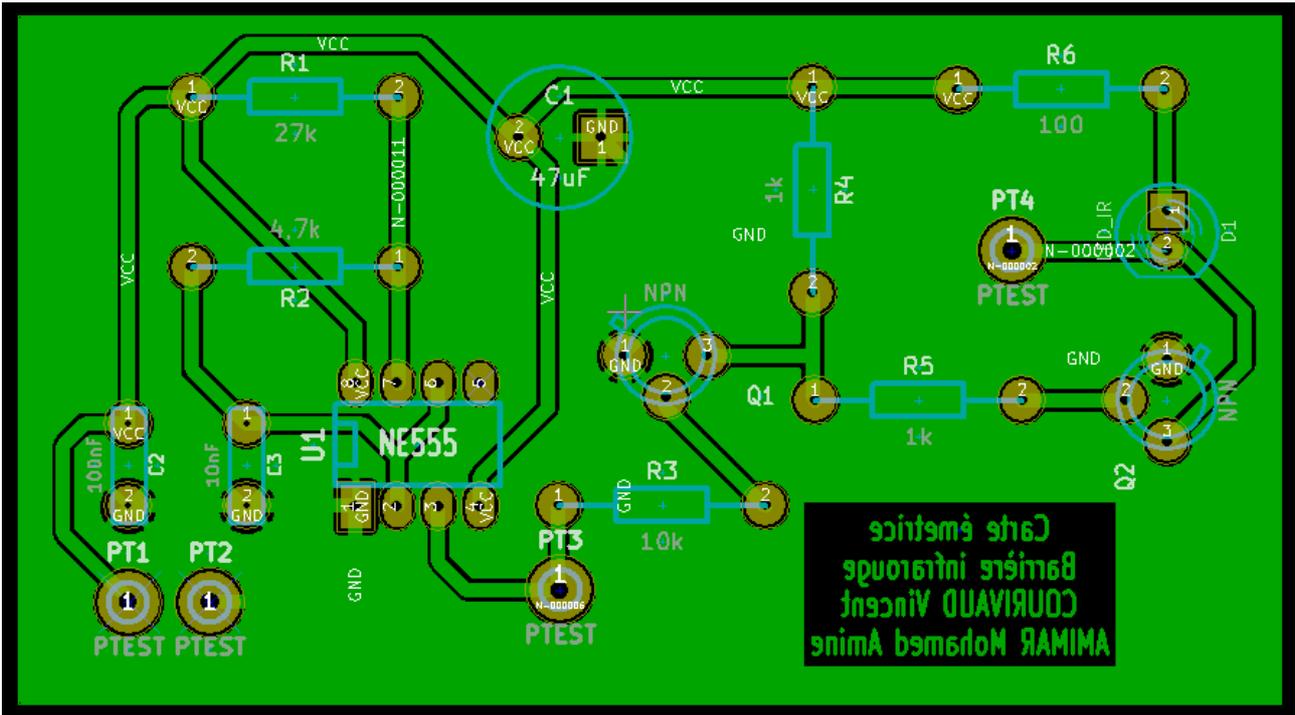
```

if (PIND.7==1)    //Test de l'état logique de la broche 7 du PORT D
{
    i=i+1;        //Incrémentation du compteur
    sprintf(tampon,"i=%4d D=%3d",i,PIND.7); //Affichage du compteur et
de l'état logique de la broche 7 du PORT D
        lcd_gotoxy(0,2); //Placement du curseur dans le LCD
        lcd_puts(tampon); //Envoi de la variable tampon
        delay_ms(2000); //Delai de 2 secondes
};

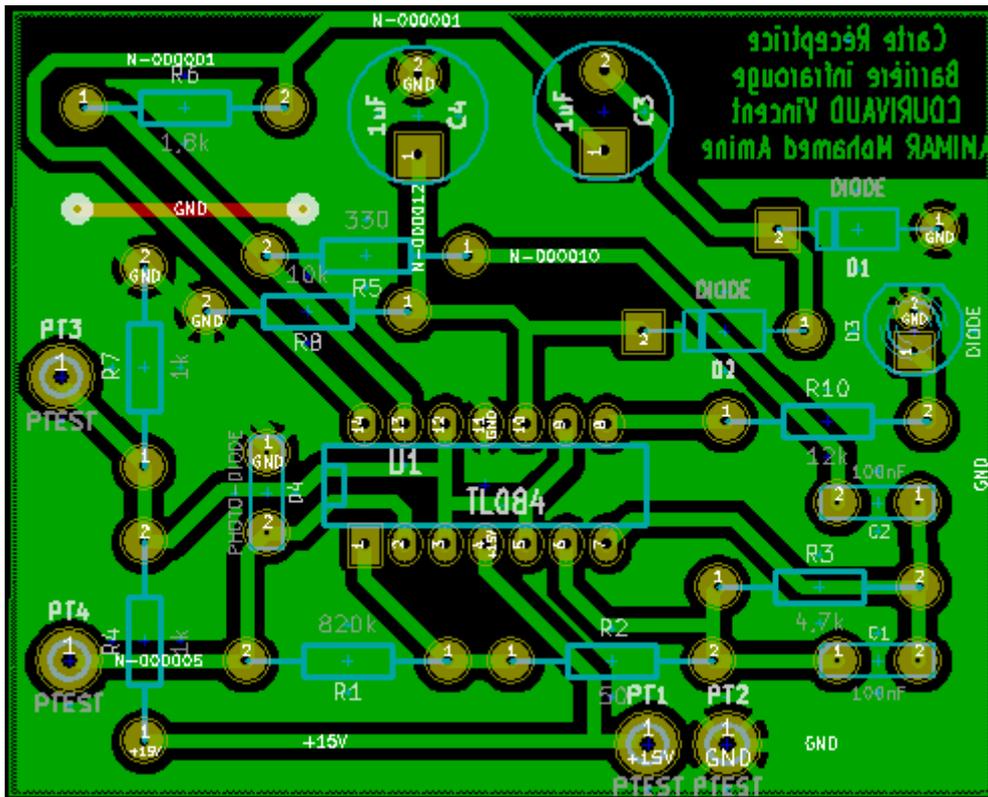
if(PIND.6==1)    //Test de l'état logique de la broche 6 du PORT D
{
    i=i-1;        //Décrémententation du compteur
    sprintf(tampon,"i=%4d D=%3d",i,PIND.7) //Affichage du compteur
et de l'état logique de la broche 7 du PORT D
        lcd_gotoxy(0,2); //Placement du curseur dans le LCD
        lcd_puts(tampon); //Envoi de la variable tampon
        delay_ms(2000); //Delai de 2 secondes
}
};
}

```

### Annexe 3 : typon des cartes émettrice et réceptrice



Carte émettrice.



Carte réceptrice.

### Annexe 4 : dossier veille technologique

## Introduction

Nous avons de nombreuses fois entendu parler des divers supports pour communiquer un signal utile. Il y a quelques années, le seul support immatériel utilisé était les ultrasons. A la suite des nombreuses technologies qui se sont développées, un grand nombre d'entre eux utilise un autre type de support immatériel : les infrarouges.

Il était encore difficile, il y a peu d'années, de se procurer chez les détaillants des couples infrarouges, c'est à dire non seulement une diode électroluminescente capable d'émettre dans ces fréquences, mais également un élément capable, à la réception, de convertir le faisceau émis en un signal exploitable sur un plan électronique.

Ce point semble maintenant résolu. Pour nous familiariser avec ce nouveau type de transmission, nous avons décidé d'étudier un système très connu mettant en œuvre les principes fondamentaux de l'infrarouge intitulé la barrière infrarouge.

Notre projet consistera à compter le nombre de personnes franchissant notre barrière infrarouge et de l'afficher sur un afficheur 7 segments.

L'infrarouge, système de communication sans fil, continuera-t-il d'être présent dans les systèmes électroniques ?

## Présentation des documents

### Document 1 :

· <http://www.sennheiser.fr/support/technologie-du-son/la-transmission-infrarouge>

Ce texte présente les grandes idées du fonctionnement de l'infrarouge avec le rôle de l'émetteur et du récepteur.

Il compare également la communication infrarouge à la communication haute fréquence, plus souvent utilisée et plus pratique, notamment pour la portée optique, mais qui est plus coûteuse.

### Document 2 :

· <http://www.energiesdouce.com/content/27-conseils-faq-tout-savoir-sur-les-leds>

Cette illustration présente les longueurs d'ondes générales des différentes couleurs, de l'ultraviolet et plus particulièrement de l'infrarouge. On constate qu'il existe 3 types d'infrarouge.

### Document 3 :

· [http://www.conrad.fr/ce/fr/category/SHOP\\_AREA\\_26428/](http://www.conrad.fr/ce/fr/category/SHOP_AREA_26428/)

Ce texte présente le fonctionnement des photodiodes, récepteur utilisant une information lumineuse pour fonctionner. Il est l'élément clé de notre projet

### Document 4 :

· <http://www.chauffage-design.com/impact-de-linfrarouge-sur-la-sante.html>

Ce document présente l'infrarouge lié à la santé. En effet, il relate les observations effectuées par des scientifiques concernant l'utilisation de l'infrarouge pour augmenter les bienfaits cicatrisants.

Il démontre également la place importante et l'avenir de l'infrarouge dans le domaine de la médecine.

## Conclusion

Ainsi, nous avons vu que l'infrarouge est un système de communication sans fil utilisé dans de nombreux domaines comme le domaine militaire, la médecine ou la sécurité.

Cependant il possède de nombreux inconvénients dans le domaine de l'électronique et de l'optoélectronique comme la portée optique qui a donc une utilité réduite.

L'infrarouge va cependant se développer dans le domaine de la médecine grâce à ses bienfaits cicatrisants mais aussi par l'augmentation de la demande de sauna infrarouge.