

Avant-Projet de la Réalisation d'un Dispositif Electronique pour la Détection d'une Personne Humaine par la Variation du Flux Lumineux

[Preliminary Project For The Development Of An Electronic Device To Detect A Human Presence Through Variations In Luminous Flux]

NDENGE IBAK' OBE Adrien¹; MPUTSHU BONYOMA Francis²; LOMEMBE OMOKOKO Marc³; LUBASEKO MINGIEDI Isaac¹; NKOTE MAKWALA Arnold¹; KIPALA ESANGO Nestor¹; SANGI NZALA Fiston³; DJONGA ALONGE Henri³; LUVUMBU NDANDAKASA Espérant⁵

¹ Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Kinshasa

² Institut Supérieur Pédagogique de Mbandaka

³ Université de Lodja

⁴ Institut Supérieur de Commerces de Boende

⁵ ISIPA

Correspondent author: MPUTSHU BONYOMA Francis, francismputshubonyoma@gmail.com



Résumé : La nécessité de protéger son domicile ne date pas d'aujourd'hui. Depuis plusieurs siècles, les populations du monde entier ont développé des systèmes permettant de détecter la présence humaine dans les habitations afin de prévenir les actes de banditisme. Dans une ville comme Kinshasa, la mise en place d'un dispositif électronique de détection de la présence humaine dans une habitation permettrait d'identifier les individus malveillants tentant de s'y introduire. Ce système se déclencherait automatiquement afin de signaler toute présence humaine suspecte.

Mots clés : Dispositif électronique, détection, présence humaine, flux lumineux.

Abstract: The need to protect one's home is not new. For centuries, populations around the world have developed systems to detect human presence in houses in order to prevent acts of banditry. In a city such as Kinshasa, the implementation of an electronic device for detecting human presence in a residence would help identify intruders attempting to enter. The system would automatically be triggered to signal any suspicious human presence.

Keywords: Electronic device, detection, human presence, luminous flux.

INTRODUCTION

Le taux de banditisme ne cesse d'augmenter dans la ville de Kinshasa. En effet, il ne se passe presque pas un jour sans que la population ne se plaigne de cas de vol de biens dans les habitations. Très souvent, les habitants de plusieurs quartiers sont surpris de voir des bandits s'introduire dans leurs maisons sans qu'ils soient détectés à l'avance.

Cette situation s'explique notamment par l'absence de systèmes efficaces de détection de la présence humaine dans les environnements domestiques. Dès lors, que peut-on proposer comme solution pour sécuriser une habitation ?

Dans ce contexte, nous proposons la réalisation d'un dispositif électronique permettant de détecter la présence humaine par la variation du flux lumineux.

I. Considérations générales sur la réalisation d'un dispositif électronique de détection de la présence humaine

I.1. Les relais

A. Rôle du relais

Le relais permet de commander un circuit de puissance (partie opérative) à partir d'un circuit de faible intensité, appelé circuit de commande (voir figure 1).



Figure 1 : Schéma bloc d'un relais

Le relais électromagnétique est un élément qui assure cette fonction de commutation. Il distribue de l'énergie électrique à un élément de puissance (moteur, résistance chauffante, lampe...)

Le relais est constitué d'un noyau en matériau magnétique autour duquel est enroulé un bobinage de cuivre (électro-aimant), d'un levier et d'un jeu de contacts. Quand le bobinage est mis sous tension, le levier en métal pivote et le contact est fermé.

B. Constitution du relais

Le relais se compose de cinq éléments essentiels :

- La palette (lame de métal) du circuit de puissance qui assure la fonction interruptrice.
- Un électro-aimant : Le bobinage du circuit de commande enroulé sur un noyau en fer Doux.
- Un petit ressort de rappel
- Les différentes bornes, ce sont les seules parties accessibles par l'utilisateur. En général, les bornes sont prévues pour être soudées sur un circuit imprimé.
- Le boîtier

I.2. Capteur de présence ou de proximité infrarouge

1. Description

Le capteur de proximité infrarouge (capteur photoélectrique) se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux. Le signal est amplifié pour être exploité par la partie de commande. Les récepteurs ont comme élément de base des dispositifs sensibles au rayonnement infrarouge, nous avons choisi la cellule photoconductrice pour expliquer le principe de fonctionnement de ces dispositifs.

2. La cellule photoconductrice

C'est un capteur résistif qui est caractérisé par l'influence du flux de rayonnement reçu sur la valeur de sa résistance. Associée à un conditionneur approprié, la cellule photoconductrice compte parmi les capteurs optiques les plus sensibles. Le phénomène physique qui est à la base de son emploi - la photoconduction - résulte d'un effet photoélectrique interne : libération dans le matériau de charges électriques sous l'influence de la lumière et donc augmentation de la conductance, figure 2.



Figure 2 : Im

oconductrice

3. Les spécifications techniques de la cellule photoconductrice

- Entrée : Courant continue de 4.5 à 20 V ;
- Sortie : High 3.3 V / Low 0 V (Détection ou non) ;
- Angle : $<100^\circ$;
- Dimension : 32 mm * 24 mm ;
- Délai : de 5 à 200 secondes (ajustable) ;
- Portée : de 3 à 7 mètres (ajustable) ;
- Au repos : 50 microampères.

La figure 3 : illustre le circuit équivalent d'une cellule photoconductrice.

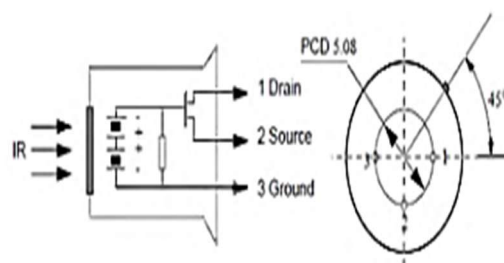


Figure 3 : Circuit équivalent d'une cellule photoconductrice

4. Intérêt

L'intérêt des cellules photoconductrices réside dans leurs sensibilités élevées et dans la simplicité de leurs montages d'utilisation.

5. Inconvénients

- Non-linéarité de la réponse en fonction du flux ;
- Temps de réponse en général élevé et bande passante limitée ;
- Instabilité (vieillesse) des caractéristiques ;
- Sensibilité thermique ;
- Nécessité d'un refroidissement pour certains types de cellules.

Nous donnons le schéma du montage de Darlington, figure 4

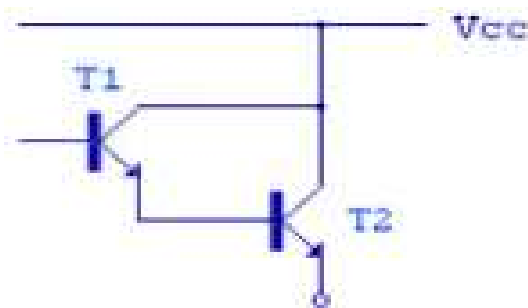


Figure 4 : Schéma du montage de Darlington

Le Transistor Darlington du nom de son inventeur, Sidney Darlington est un arrangement spécial de deux transistors standards NPN ou PNP bipolaires jonction (BJT) reliés entre eux. L'émetteur d'un transistor est connecté à la base de l'autre pour produire un transistor plus sensible avec un gain de courant beaucoup plus important étant utile dans des applications où l'amplification ou la commutation de courant requise.

En utilisant la paire Darlington NPN comme exemple, les collecteurs des deux transistors sont reliés entre eux, et dont l'émetteur de T1 commande la base T2. Cette configuration permet d'obtenir une multiplication $\times \beta$, parce que pour un courant i_B de base, le collecteur de courant est $\beta \cdot i_B$ où le gain en courant est >1 , ou à l'unité, ce qui est défini comme suit :

$$I_c = I_{c1} + I_{c2}$$

$$I_c = \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot I_{B2}$$

Mais le courant de base. I_{B2} est égal à un courant d'émetteur de transistor T1, soit I_{e1} comme émetteur de T1 est relié à la base du T2. Donc :

$$I_{B2} = I_{E1} = I_{C1} + I_B = \beta_1 \cdot I_B + I_B = (\beta_1 + 1) \cdot I_B$$

En cas de remplacement dans la première équation :

$$I_c = \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot (\beta_1 + 1) \cdot I_B$$

$$I_c = \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot \beta_1 \cdot I_B + \beta_2 \cdot I_B$$

$$I_c = (\beta_1 + (\beta_2 \cdot \beta_1) + \beta_2) \cdot I_B$$

β_1 et β_2 sont les gains des transistors individuels.

Cela signifie que le gain total en courant, β est donné par le gain du premier transistor multiplié par le gain du deuxième transistor en ajoutant la somme des deux gains en courant des deux transistors. En d'autres termes, une paire de transistors bipolaires combinés ensemble pour former une seule paire de transistors Darlington peut être considérée comme un seul transistor ayant une valeur très élevée de β et par conséquent une résistance d'entrée élevée.

I.3. Réalisation de circuit imprimé

Nous donnons la procédure comment réaliser le circuit imprimé en cas de la réalisation.

A. Définition d'un circuit imprimé

Nous considérons comme circuit imprimé les tracés métalliques cuivrées déposées sur un support isolant en bakélite, servant d'interconnexion entre les différents composants électroniques d'un montage considéré.

En d'autres termes, selon Perez-Mas et Fouchet, « pour interconnecter de manière rigide des divers composants d'un montage, on a recours à des plaquettes de bakélite ou de verre synthétique sur lesquelles on a collé une lame de cuivre, On enlève une partie de cuivre 'de manière à ne laisser subsister que des rubans qui serviront de connexion entre des divers composants.

B. Schéma de câblage

Pour réaliser le schéma de câblage, nous devons partir des schémas développés afin d'arriver aux plans de câblage sur lesquels les éléments qui entrent dans la composition des circuits seront représentés en vraie grandeur. Ce sont ces plans de câblage qui, après report sur cuivre, deviendront des circuits eux- mêmes.

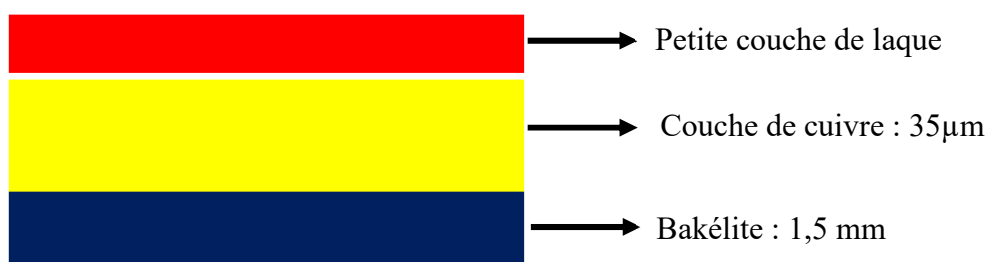
C. Implantation sur le papier quadrillé

L'utilisation des papiers quadrillés 2,50 mm ou une grille au pas de 2,54 mm (la norme internationale), en traçant sur ces papiers les dessins des circuits en vraie grandeur. Sur ces tracés, les points de perçage doivent être représentés à leur distance réelle. La technologie ayant évolué, nous pouvons utiliser l'ordinateur avec le logiciel Claris draw 4.0 aux tracés des circuits imprimés.

Avec ce logiciel, nous introduisons- des données en respectant chaque composant à la place voulue suivant les schémas d'implantation, qui après l'impression, nous les obtenons sur papiers. Ces derniers remplacent des typons qui pourront reproduire autant de circuits imprimés identiques que possible.

D. Passage direct sur la plaque pré sensibilisée

Pour nos montages, nous utilisons les plaques de cuivre pré-sensibilisées qui sont composées d'une plaque de stratifiée (bakélite) de 1,5 mm d'épaisseur sur laquelle est collée une couche de cuivre de 35 μm d'épaisseur et une petite couche de laque sensible aux rayons ultraviolets, figure 5.



a) Les typons sont placés au contact de cette surface sensible. Une lampe à rayons ultraviolets éclaire l'ensemble. Cette opération s'appelle l'insolation. Les parties des typons correspondant aux rubans empêchent les ultraviolets d'atteindre sa surface sensible.

b) Après cette opération d'insolation, les plaques sont plongées dans un liquide révélateur qui a la propriété de décaper la laque sensible aux seuls endroits atteints par les ultraviolets. Cette opération s'appelle développement qui dure plus ou moins six minutes. Pour cette opération, le cuivre n'est donc protégé par la laque qu'aux emplacements des rubans.

E. Attaque du cuivre

a. Attaque du cuivre avec perchlorure de fer

Nous possédons des plaques de stratifiés sur lesquelles certaines zones de cuivre sont protégées. Le revêtement doit protéger certaines parties de couches de cuivre, le bain d'attaque doit ronger le reste. Plusieurs produits d'attaque se trouvent sur le marché.

Nous utilisons le perchlorure de fer ou chlorure ferrique de formule chimique de 40°C . Pour accélérer l'attaque, il consiste à brasser la solution de ce produit chimique par un torrent de bulles d'air. La plaque à graver doit être placée de telle sorte que le torrent de bulles lèche bien toute la surface à graver.

b. Lavage après attaque

Lorsque les gravures sont terminées, nous l'avons les plaques cuivrées gravées avec l'eau à température normale (ambiante).

C. Traitement des plaques après attaque

Une fois l'attaque terminée, suivie d'un lavage très soigné, nous faisons disparaître le produit protecteur qui recouvre encore le cuivre aux endroits où ce dernier a subsisté.

L'enlèvement du produit peut se faire facilement : par l'encre stop out ou en utilisant l'alcool à brûler ou poudre abrasive. Nous avons utilisé l'alcool à brûler pour le faire. Puisque les rubans de cuivre sont destinés à être soudés, il est logique de commencer par les étonner partout. Pour cela, nous les protégeons ainsi contre l'oxydation et nous faciliterons énormément le soudage ultérieur.

D. Montage du circuit

Ce que nous désignons sous le même de montage de circuit est en fait l'ensemble d'opérations à effectuer à partir du moment où les plaquettes sont sorties du bain d'attaque ou de traitement électrolytique pour arriver à un circuit complètement terminé et prêt pour l'emploi.

1. Vérification du circuit

Cette opération de vérification de circuit peut précéder le découpage. En général, nous commençons par découper, car il peut y avoir une détérioration des connexions lors de la coupe.

Nous utilisons l'ohmmètre pour vérifier et contrôler la continuité de ruban de cuivre.

a. Découpage et perçage

1) Découpage

Nous coupons en général les plaquettes, à des dimensions un peu supérieures à celles du circuit final, pour ne pas conserver les marges en utilisant la scie à métaux. D'autres utilisent la cisaille pour couper les plaquettes.

2) Perçage

Toutes les opérations sont finies, il ne restera pour les plaquettes qu'à recevoir des composants électroniques. En cela, nous faisons des trous aux endroits prévus, en utilisant la petite foreuse électrique avec la mèche de 1 mm de diamètre et en utilisant aussi une mèche de 5 mm de diamètre pour les trous de fixation.

Pour la méthode industrielle, ils ont des machines capables de percer plusieurs trous en si peu de temps.

b. Mise en place des éléments et soudage

1. Mise en place des éléments

Les trous ayant été percés, nous introduisons tous les éléments de montage sur les plaquettes du côté non cuivré, en faisant passer leurs pins par les trous adéquats, en s'assurant que chaque élément est à sa place.

Ces éléments sont des transistors bipolaires, des diodes, des condensateurs, des résistances, des bobines (selfs) et des petits transformateurs de couplage (liaison). Pour des industries, ils font appel aux grandes machines automatiques qui placent elles-mêmes les éléments aux endroits voulus.

2. Soudage des éléments

Nous savons que le rôle de soudage n'est pas seulement de maintenir les pièces les unes par rapport aux autres, mais aussi d'assurer une continuité électrique entre les différentes pièces. Nous utilisons le soudage par points qui consiste à utiliser le fer à souder de 40 watts. Nous faisons fondre la soudure sur la queue de l'électrode de l'élément en faisant glisser le fer et la soudure pour amener le point chaud au contact du stratifié. Dans les industries, ils utilisent la méthode au trempé qui consiste à amener la face cuivrée du circuit au contact de la surface d'un bain d'étain fondu. Ainsi les pièces sont soudées.

Pour notre cas, nous allons utiliser une plaquette perforée de 4,5cm de largeur et 5,5cm de longueur pour implanter des composants. Des éléments seront mis du côté non cuivré avec le fer à souder de 220V/40w et l'étain de bonne qualité, nous allons souder des éléments du côté cuivré en respectant le schéma de principe.

I.4. Etude du schéma de commande de notre système

La figure 6 : illustre le schéma de circuit de commande de notre système.

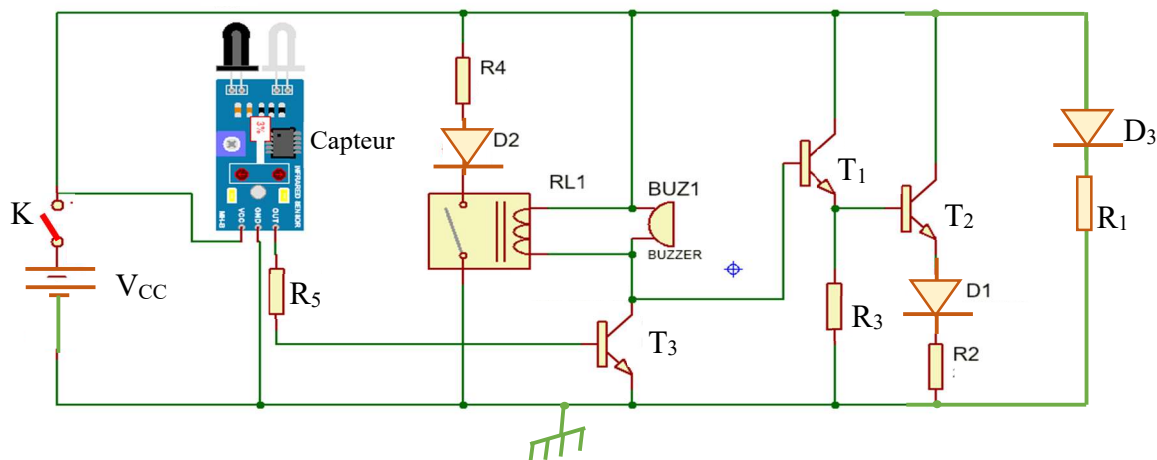


Figure 6 : Schéma de circuit de commande de notre système.

Le circuit de commande est constitué essentiellement de module de capteur HC-SR501, des transistors bipolaires des diodes LED des résistances, de relais, de buzzer, une source de tension continue et l'interrupteur K.

Si l'interrupteur est ouvert, le système ne fonctionne pas. Quand nous fermons l'interrupteur K, le circuit, le système ne fonctionne pas.

Quand nous fermons l'interrupteur K, le courant circule, le système est alimenté et la LED D3 couleur verte s'allume pour dire qu'il y a la présence du courant dans le circuit dès qu'il y a la présence d'une personne à proximité du capteur, la photoconductrice capte le signal qui sera amplifié par des éléments actifs (circuits intégré, transistors) du capteur. Ce signal amplifié sort et arrive à R5 jusqu'à la base de BT3 et sort à son collecteur jusqu'au Buzzer et à même temps le relais actionne et la

LED D2 couleur rouge s'allume et le Buzzer donne un hurlement pour dire qu'il y a la présence d'une personne et D3 reste aussi allumée.

Dès que la personne s'éloigne du camp de détecteur, les LED D2 et D3 s'éteignent et la LED D1 couleur jaune qui se trouve à l'émetteur suiveur de la connexion Darlington s'allume pour signifier qu'il n'y pas la détection.

I.5. Technologie des composants utilisés

Nous donnons ci-dessous la technologie des composants utilisés en cas de la réalisation.

T1, T2 et T3 : BTC547, Transistor bipolaires NPN.

D1 : LED jaune

D2 : LED rouge

D3 : LED verte

R1, R2 et R5 : résistance au carbone de 220Ω $\frac{1}{2}$ W, $\pm 10\%$

R3 : résistance au carbone de $1\text{ K}\Omega$ $\frac{1}{2}$ W, $\pm 10\%$

BUZ1 : Buzzer

RL1 : relais

HC-SR501 : Module de capteur, dedans nous avons le régulateur de tension +803, un circuit intégré, 4 condensateurs électrolytique, des résistances, une diode zener et cellule photoconductrice

I.6. Prix estimatif du montage en cas de la réalisation.

Le Tableau 1 : illustre le prix estimatif de la réalisation du système en cas de la réalisation

N°	Composants	PU(\$)	PT(\$)
1	3 Transistors	1	3
2	3LED	1	3
3	5 Résistances	0.5	2.5
4	1 Buzzer	2	2
5	1 relais	2.5	2.5
6	1 module de capteur	5	5
7	2 piles	1.2	2.4
8	1 interrupteur	1	1
9	1 carcasse	6	6
10	6 m d'étain	1	6
11	5 m de fils conducteurs	1	5
Total		Soit un total de 38.4 \$	

I.7. Matériels utilisés

- Multi tester : Sunma

YX-360 TR

20 K Ω /VDC

5 K Ω /VAC

- Fer à souder de 220 V~/40 watts

Résultats

L'avant-projet de la réalisation d'un dispositif électronique pour la détection d'une personne humaine par la variation du flux lumineux, en insistant sur le capteur de présence ou de proximité infrarouge, la réalisation de circuit imprimé, l'étude du schéma de commande de notre système et la technologie des composants utilisés.

Le schéma du circuit de commande de notre système en cas de la réalisation, en suivant le signal depuis son entrée à la cellule photoconductrice jusqu'à sa sortie au Buzzer pour faire fonctionner le relais et à même temps la LED verte (D3) s'allume.

Description du résultat

Si l'interrupteur est ouvert, le système ne fonctionne pas. Quand nous fermons l'interrupteur K, le circuit, le système ne fonctionne pas.

Quand nous fermons l'interrupteur K, le courant circule, le système est alimenté et la LED D3 couleur verte s'allume pour dire qu'il y a la présence du courant dans le circuit dès qu'il y a la présence d'une personne à proximité du capteur, la photoconductrice capte le signal qui sera amplifié par des éléments actifs (circuits intégré, transistors) du capteur. Ce signal amplifié sort et arrive à R5 jusqu'à la base de BT3 et sort à son collecteur jusqu'au Buzzer et à même temps le relais actionne et la LED D2 couleur rouge s'allume et le Buzzer donne un hurlement pour dire qu'il y a la présence d'une personne et D3 reste aussi allumée.

Dès que la personne s'éloigne du camp de détecteur, les LED D2 et D3 s'éteignent et la LED D1 couleur jaune qui se trouve à l'émetteur suiveur de la connexion Darlington s'allume pour signifier qu'il n'y pas la détection.

Discussion

L'avant-projet de la réalisation d'un dispositif électronique pour la détection d'une personne humaine par la variation du flux lumineux peut aider plusieurs familles dans la ville province de Kinshasa à détecter de loin les mouvements des inciviques afin de prendre les précautions pour éviter les dégâts.

Conclusion

L'avant-projet de la réalisation d'un dispositif électronique pour la détection de la présence humaine par la variation du flux lumineux, repose sur le schéma de commande de notre système, constitué essentiellement de module de capteur HC-SR 501, des transistors bipolaire NPN, des diodes LED, des résistances, des relais, de buzzer, d'une source de tension continue et de l'interrupteur. Avec tous ces éléments, on peut bien détecter la présence humaine dans un environnement domestique, permettant ainsi à appréhender les inciviques.

REFERENCES

- [1]. BERNARD BOITTIAUX, Cours d'électronique : les composants semi-conducteurs, 2e édition, Éditions Lavoisier – Technique et Documentation, Paris, 2005.
- [2]. GEORGE LOVEDAY, Dépannage des circuits électroniques, 5e édition, Éditions Eyrolles, Paris, 2009.
- [3]. J. SOELBERG et W. SOROKINE, Pratiquez l'électronique en 15 leçons, Éditions Radio, Paris, 2007.
- [4]. JEAN-JACQUES ROUSSEAU, Introduction à l'électronique, Éditions Ellipses, Paris, 1999.
- [5]. A. PEREZ et J. FOUCHET, Électronique pratique, Éditions Dunod, Paris, 1996.