



# DÉTECTEUR DE SENS DE PASSAGE

Grâce à la mise en œuvre d'une barrière infrarouge, ce montage ne se charge pas seulement de détecter une personne se déplaçant dans une zone donnée, mais surtout il ne réagit que pour un sens donné de déplacement. Une telle disposition peut se révéler particulièrement intéressante pour signaler les arrivées de personnes dans un local, magasin ou réception par une indication sonore tout en évitant celle-ci lorsque les personnes sortent.



## Le principe (figure 1)

Une source alimentée par le secteur émet en permanence un rayonnement infrarouge dont la portée est de plusieurs mètres. En face de cet émetteur, de l'autre côté de la zone contrôlée, un récepteur reçoit et intègre le rayonnement infrarouge. Ce récepteur comporte en fait deux points de détection séparés par une distance de quelques centimètres. Ainsi, lorsqu'une personne franchit la zone dans un sens donné, on observe d'abord l'occultation d'un premier point de détection suivie celle de l'autre, par la suite. Bien entendu, la durée séparant les deux phénomènes est de

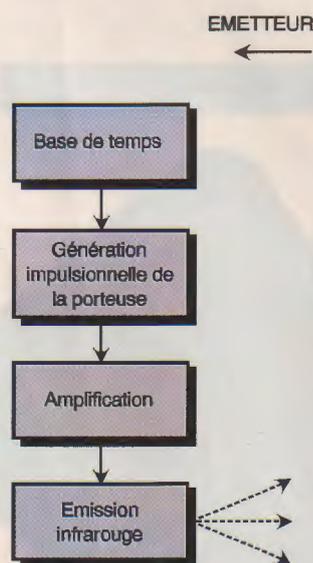
l'ordre de quelques ms. Mais cela est parfaitement pris en compte par le système. Lorsque le sens de déplacement de la personne est conforme à celui pour lequel le montage est prévu, ce dernier émet un signal sonore. Il reste muet si la personne se déplace en sens inverse.

## Le fonctionnement (figures 2 à 5)

### Émetteur

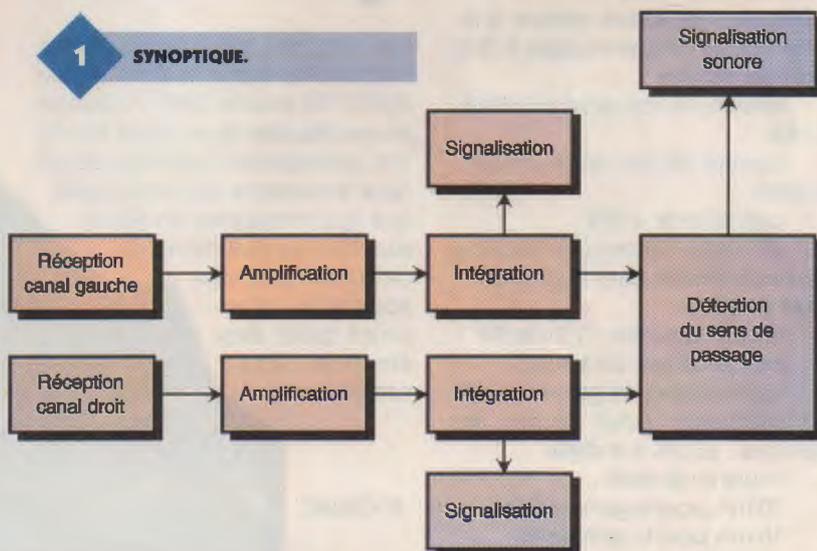
#### Alimentation

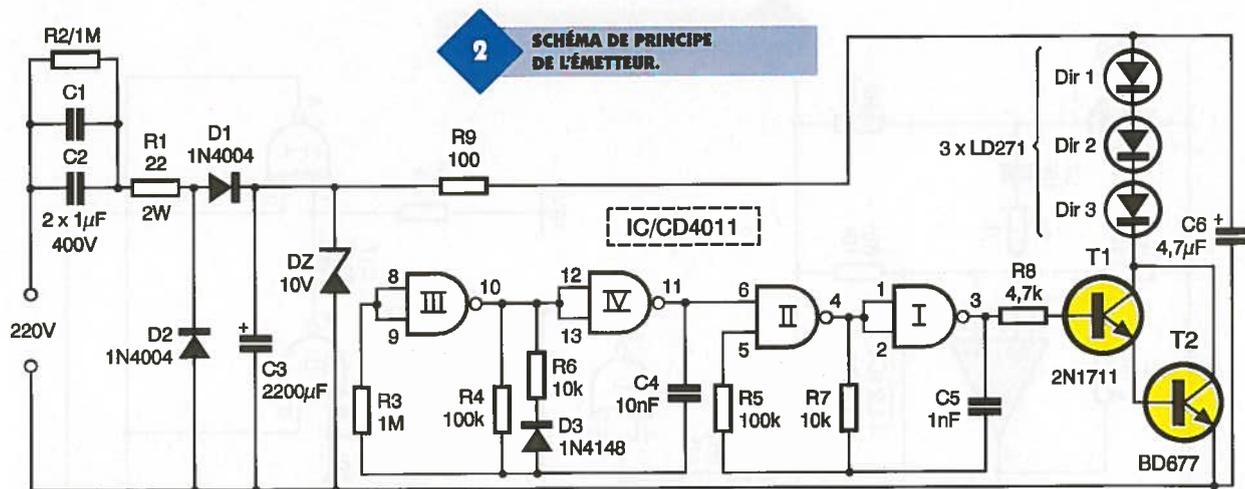
L'énergie est prélevée du secteur 220V par l'intermédiaire d'un couplage capacitif. Pour une alternance



RECEPTEUR →

## 1 SYNOPTIQUE.





de sens donné, le courant transite par les capacités  $C_1$  et  $C_2$ , la résistance de limitation  $R_1$  et la diode  $D_1$  pour charger la capacité  $C_3$ . Lors de l'alternance suivante, la diode  $D_2$  shunte la partie aval ( $D_1$ ,  $C_3$ ) ce qui permet la décharge des capacités  $C_1$  et  $C_2$  qui se trouvent ainsi prêtes pour l'alternance suivante. La diode zener  $DZ$  écrête les sommets de potentiel si bien que l'on relève sur l'armature positive de  $C_3$  une tension continue stabilisée à 10V. La résistance  $R_2$  décharge les capacités  $C_1$  et  $C_2$  lorsque l'on débranche le montage de la source 220V, ce qui évite à l'amateur imprudent de bien désagréables secousses s'il venait à toucher par inadvertance les armatures de ces capacités.

### Base de temps

Les portes NAND III et IV forment un oscillateur astable. Compte tenu des valeurs des composants périphériques, la période des crêteaux générés est de

l'ordre de 1,3 ms, ce qui représente une fréquence de 770 Hz. Ces crêteaux ne se caractérisent pas par une forme carrée étant donné le déséquilibre introduit par  $D_3$  qui accélère la charge de  $C_4$  lorsque la sortie de l'oscillateur astable présente un état haut. Il en résulte une succession d'états hauts d'une durée de l'ordre de 100  $\mu$ s à une périodicité de 1,3 ms.

### Génération de la porteuse

Les portes NAND I et II constituent également un oscillateur astable mais du type commandé. En effet, il entre seulement en oscillation si l'entrée 6 est soumise à un état haut. Si cette entrée est reliée à un état bas, l'oscillateur est bloqué et présente sur sa sortie un état bas permanent. Du fait qu'il est monté en cascade et en aval de l'oscillateur précédent, on relève sur sa sortie une succession de trains d'oscillations d'une période de 25  $\mu$ s ce qui correspond à une fréquence de 40 kHz. Ces trains d'oscillations se succèdent à une fréquence de 770 Hz.

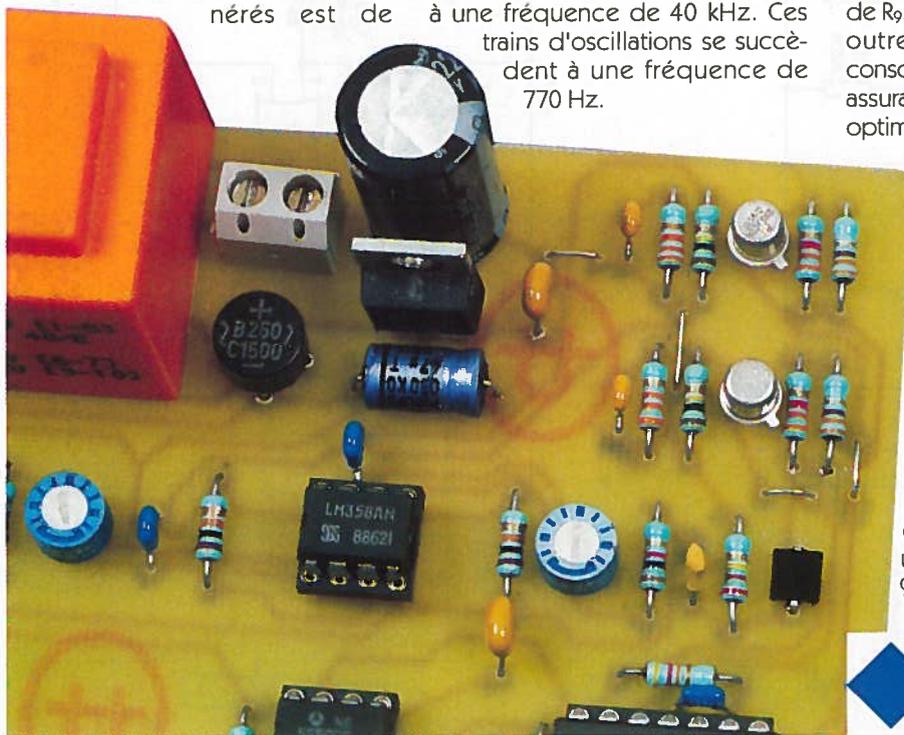
### Amplification

Les transistors  $T_1$  et  $T_2$  forment un Darlington de puissance, dont la caractéristique essentielle est de réaliser une forte amplification de courant. Dans le circuit des collecteurs de ces transistors, se trouvent montées trois diodes infrarouges. Ces dernières sont traversées par un courant très intense, proche de l'Ampère, mais pendant de très courtes durées ce qui évite leur destruction. Ce mode impulsif de fonctionnement permet l'obtention de grandes portées. Lors des phases actives, on observe environ 3 à 4 impulsions de 25  $\mu$ s de période. C'est surtout lors de la première que l'intensité dans les diodes infrarouges est maximale. En effet, la capacité  $C_6$  se décharge assez rapidement dans les diodes dès le début de l'émission du train impulsif délivré par l'oscillateur astable NAND I et II. Pendant les pauses séparant deux trains, la capacité  $C_6$  se charge par l'intermédiaire de  $R_9$ . Cette disposition présente en outre l'avantage de réguler la consommation du montage tout en assurant à ce dernier un rendement optimal.

### Récepteur

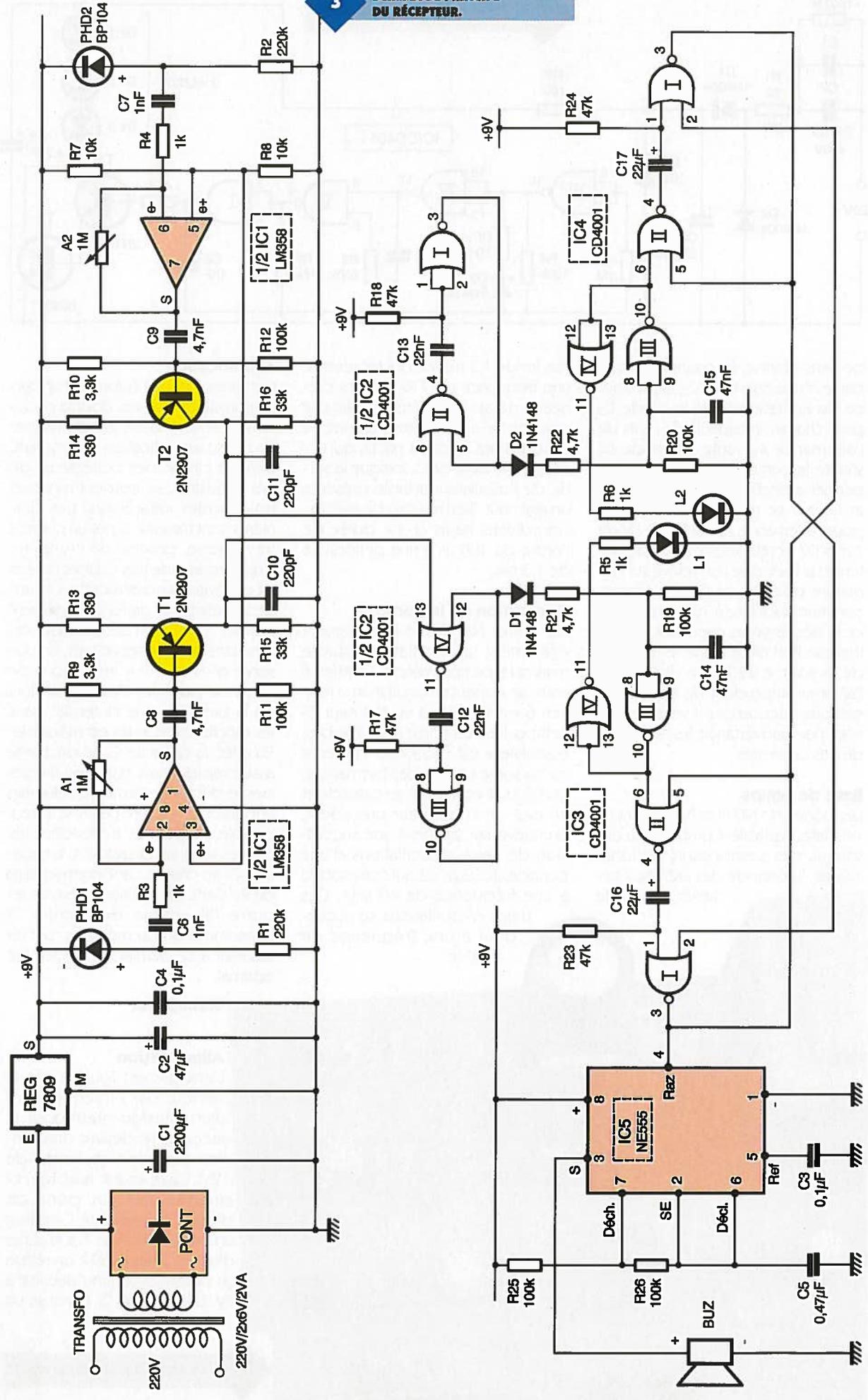
#### Alimentation

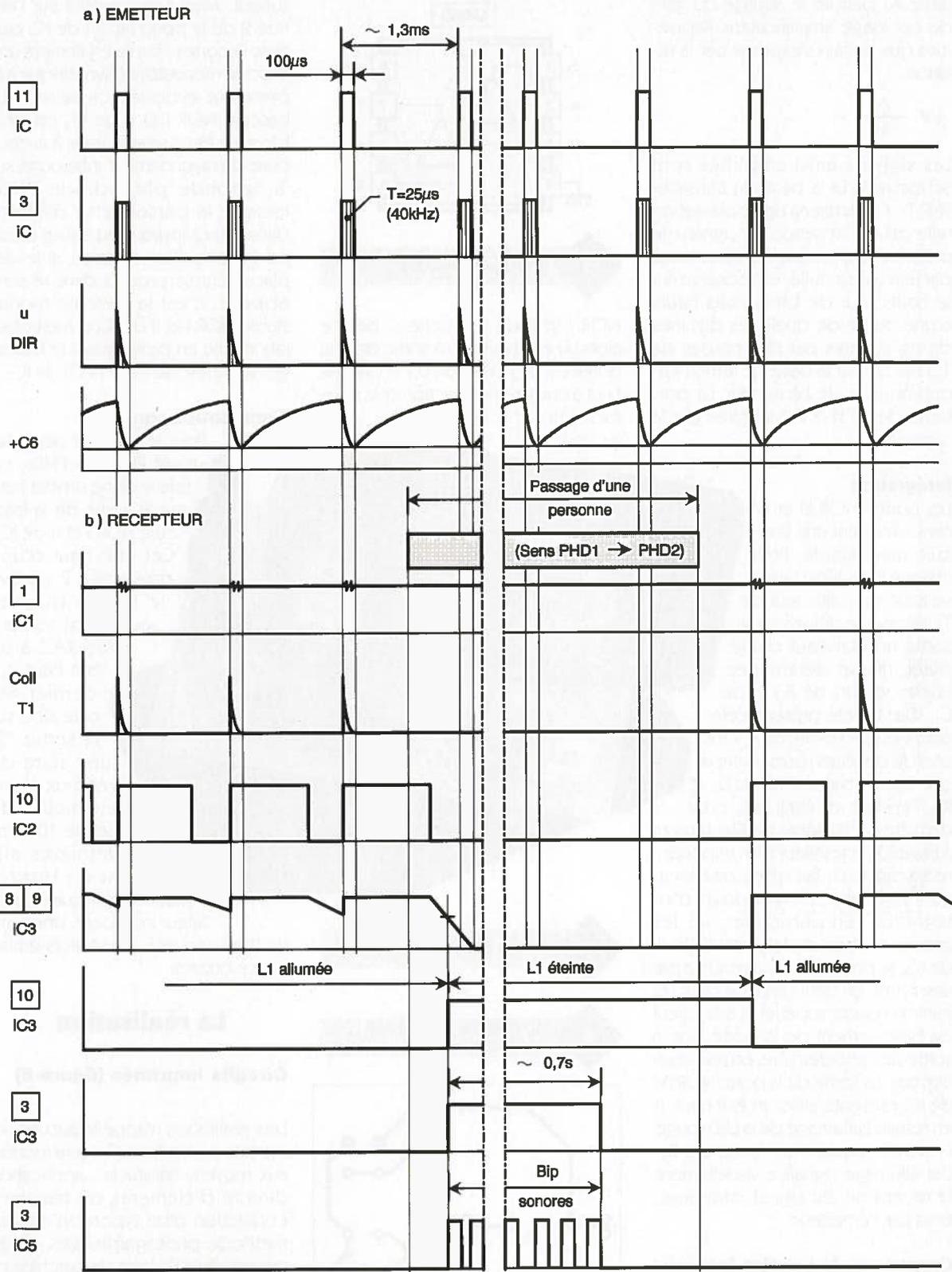
L'énergie est fournie par le secteur par l'intermédiaire d'un transformateur dont le secondaire délivre une tension alternative de l'ordre de 12V. Celle-ci est aussitôt redressée par un pont de diodes. La capacité  $C_1$  réalise un premier filtrage. Sur la sortie d'un régulateur 7809, on relève un potentiel continu stabilisé à 9V. La capacité  $C_2$  effectue un



LA SECTION D'ALIMENTATION.

**3** SCHEMA DE PRINCIPE DU RECEPTEUR.





#### 4

#### CHRONOGRAMMES.

complément de filtrage tandis que  $C_4$  découple l'alimentation du montage proprement dit.

#### Détection du rayonnement infrarouge

On notera que la détection du signal infrarouge est réalisée par deux pho-

todiodes suivies par tout un réseau d'amplification et d'intégration. Pour les explications, nous examinerons à titre d'exemple, le cas de la photodiode PHD<sub>1</sub> étant entendu que les deux chaînes sont rigoureusement identiques. Le rayonnement infrarouge frappe donc la surface de détection de PHD<sub>1</sub> qui est montée en série (et en polarité inversée) avec  $R_1$ . Sur l'anode de PHD<sub>1</sub>, on relève de très faibles impulsions positives qui

sont bien sûr la réplique de la configuration du rayonnement impulsionnel issu de l'émetteur.

#### Amplification

Les signaux précédemment évoqués sont transmis à l'entrée inverseur d'un ampli-op de IC<sub>1</sub> (qui en contient 2), par l'intermédiaire de  $C_6$  et de  $R_3$ . L'entrée directe est soumise à la demi-tension d'alimentation grâce au pont diviseur  $R_7/R_8$ . L'ajus-

table A<sub>1</sub> permet le réglage du gain de cet étage amplificateur. Rappelons que le gain s'exprime par la relation :

$$g \# \frac{A_1}{R_3}$$

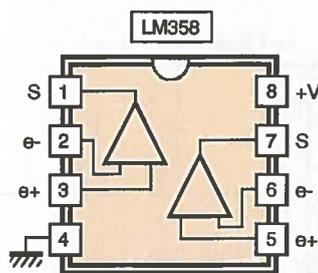
Les signaux ainsi amplifiés sont acheminés sur la base du transistor PNP T<sub>1</sub>. Ce dernier a une polarisation telle qu'en l'absence de signaux le potentiel collecteur se caractérise par une valeur nulle. On observe sur le collecteur de brefs états hauts d'une durée de quelques dizaines de µs, séparés par des pauses de 1,3 ms qui est la base de temps impulsionnelle de l'émetteur. La porteuse de 40 kHz est intégrée par la capacité C<sub>10</sub>.

### Intégration

Les portes NOR III et IV de IC<sub>2</sub> forment une bascule monostable. Pour chaque impulsion positive issue du collecteur de T<sub>1</sub>, la bascule délivre sur sa sortie un état haut d'une durée fixe et déterminée par les valeurs de R<sub>17</sub> et de C<sub>12</sub>. Dans le cas présent, cette durée est de l'ordre de 0,7 ms. Lors de ces états hauts, la capacité C<sub>14</sub> se charge à travers D<sub>1</sub> et R<sub>21</sub>. Pendant les états bas, cette dernière se décharge plus lentement à travers R<sub>19</sub> de valeur plus importante. La diode D<sub>1</sub> fait office de blocage. Il s'agit donc d'un dispositif d'intégration. En particulier, sur les entrées réunies de la porte NOR III de IC<sub>3</sub>, le potentiel se caractérise par une forme en dents de scie dont les minima restent supérieurs à la valeur de basculement de la porte. Sur la sortie de cette dernière, on relève un état bas. La sortie de la porte NOR IV de IC<sub>3</sub> présente alors un état haut. Il en résulte l'allumage de la LED rouge L<sub>1</sub> dont le courant est limité par R<sub>5</sub>. Cet allumage signale visuellement la réception du signal infrarouge émis par l'émetteur.

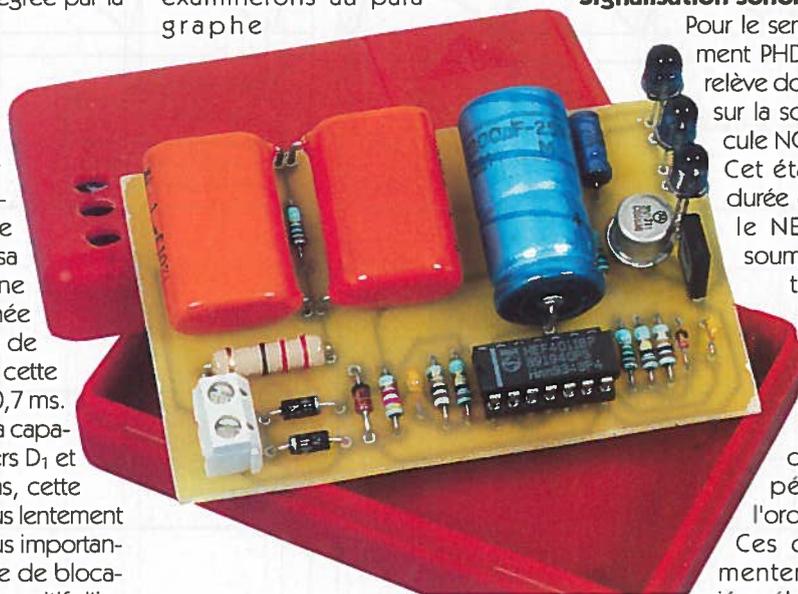
### Coupure de la barrière infrarouge

Tant que la zone couverte par le rayonnement infrarouge n'est pas occultée, les deux LED L<sub>1</sub> et L<sub>2</sub> sont allumées. Si un individu pénètre dans cette zone dans le sens PHD<sub>1</sub> → PHD<sub>2</sub>, on observe d'abord l'extinction de L<sub>1</sub> suivie par celle de L<sub>2</sub>. Dans ce cas on relève un front montant sur la sortie de la porte NOR III de IC<sub>3</sub>. Ce front agit aussitôt sur l'entrée de commande de la bascule monostable formée par les portes



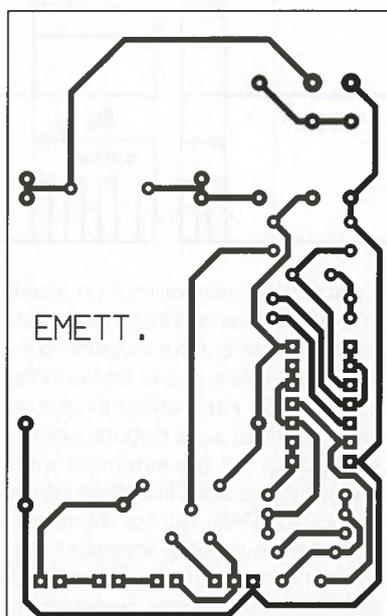
### 5 BROCHAGE DU LM358.

NOR I et II de IC<sub>3</sub>. Celle-ci délivre alors un état haut sur sa sortie dont la durée est de l'ordre de 0,7 s. Cet état haut a une première action que nous examinerons au paragraphe



### ASPECT DE L'ÉMETTEUR.

### 6 TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ DE L'ÉMETTEUR.



suivant. Mais il agit surtout sur l'entrée 2 de la porte NOR I de IC<sub>4</sub> qui, avec la porte II, forme également une bascule monostable, symétrique à la première évoquée ci-dessus. La bascule NOR I et II de IC<sub>4</sub> est ainsi bloquée et ne saurait réagir à la coupure du rayonnement infrarouge sur la seconde photodiode PHD<sub>2</sub> lorsque la personne se déplace dans le sens indiqué au début de ce paragraphe. Bien entendu, si le déplacement se produit dans le sens opposé, c'est la bascule monostable NOR I et II de IC<sub>4</sub> qui est opérationnelle en provoquant le blocage de la bascule NOR I et II de IC<sub>3</sub>.

### Signalisation sonore

Pour le sens de déplacement PHD<sub>1</sub> → PHD<sub>2</sub>, on relève donc un état haut sur la sortie de la bascule NOR I et II de IC<sub>3</sub>. Cet état haut d'une durée de 0,7 s active le NE555 (IC<sub>5</sub>) en soumettant son entrée RAZ à un état haut. Ce dernier génère alors sur sa sortie "S" une suite de créneaux à une périodicité de l'ordre de 100 ms. Ces dernières alimentent un buzzer piézo-électrique à oscillateur incorporé. Une suite de "bip" (environ 7) est alors émise par ce buzzer.

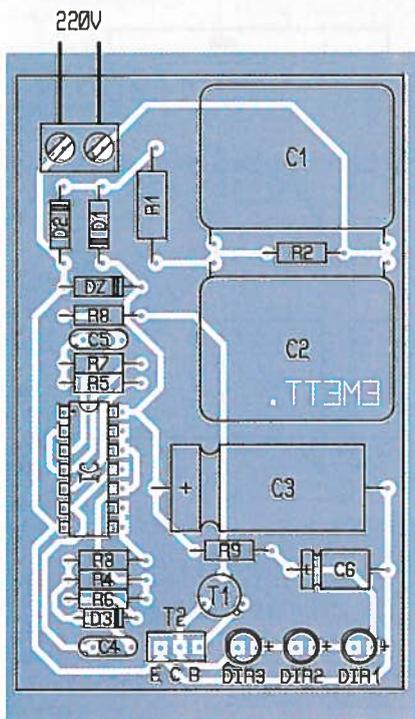
## La réalisation

### Circuits imprimés (figure 6)

Leur réalisation n'appelle aucune remarque particulière. On aura recours aux moyens habituels : application directe d'éléments de transfert, confection d'un typon ou encore méthode photographique. Après gravure dans un bain de perchlorure de fer, les modules sont à rincer abondamment à l'eau tiède. Par la suite, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir pour tenir compte du diamètre des fils de connexion des composants les plus volumineux.

### Implantation des composants (figure 7)

Comme d'habitude, on débutera par la mise en place des différents

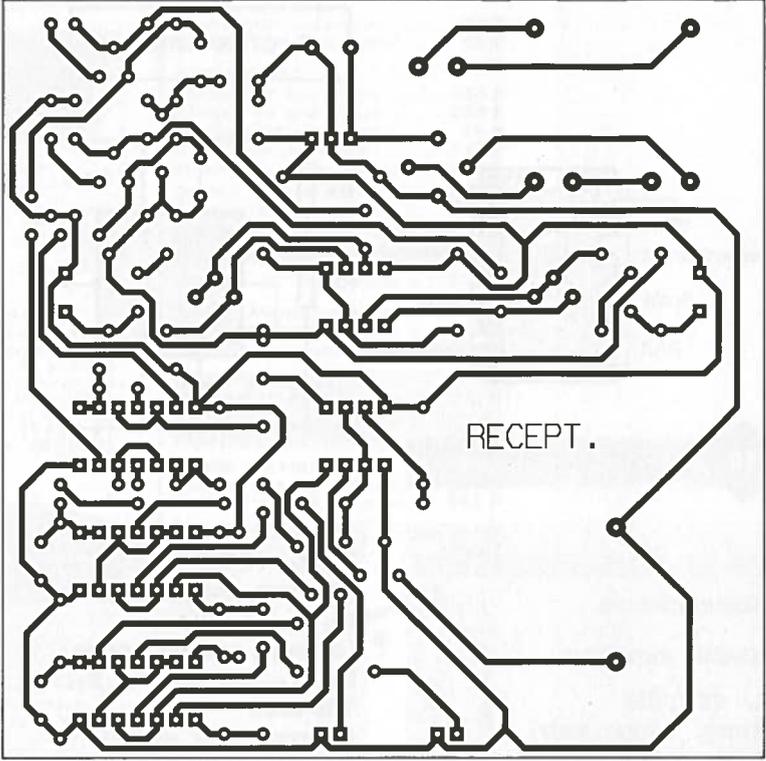


**7** IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS DE L'ÉMETTEUR.

straps de liaison. Ensuite, ce sera le tour des diodes, des résistances et des supports de circuits intégrés. On terminera par l'implantation des ajustables, capacités et transistors. Attention à l'orientation des composants polarisés. Concernant les photodiodes BP104, il y a lieu de bien repérer auparavant l'anode (+) et la cathode (-) à l'aide du mesureur. Le sens passant (de l'anode à la cathode) est de même nature qu'une diode, quel que soit le niveau d'éclairnement. L'implantation doit se réaliser comme indiqué sur la figure, à savoir le "moins" orienté vers le haut du module. Avant d'installer les modules dans leur boîtier respectif, il y a lieu de prévoir les découpes nécessaires au passage des diodes infrarouges pour l'émetteur et deux trous en face des photodiodes dans le couvercle du boîtier récepteur.

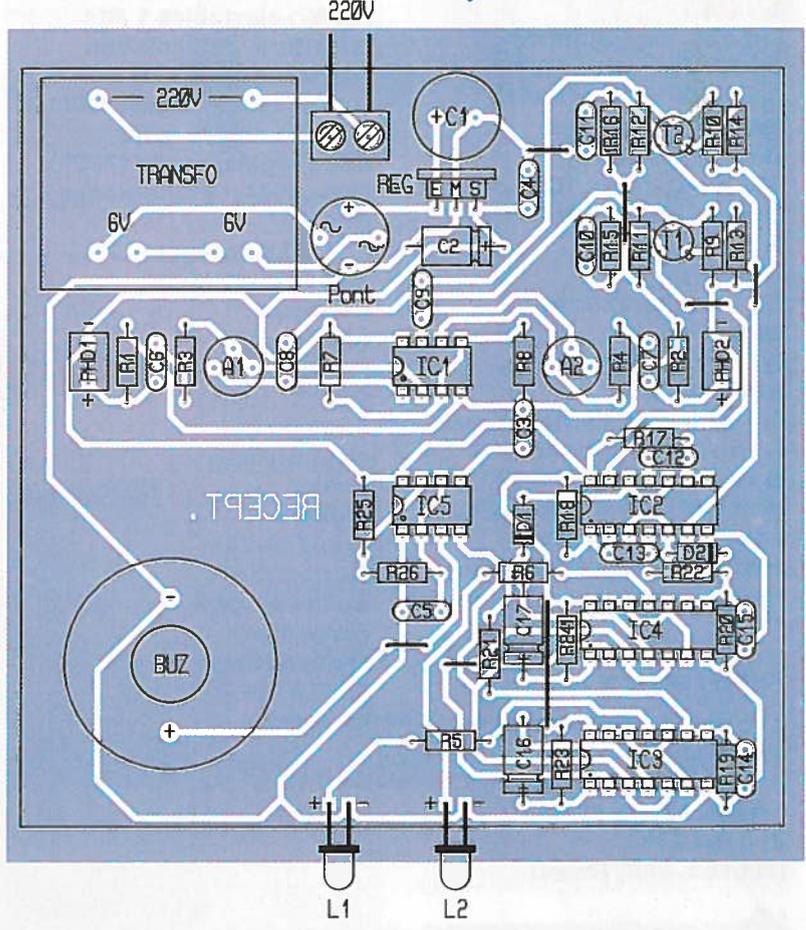
**Mises au point**

A part le réglage du gain des deux étages amplificateurs, le montage ne nécessite aucune mise au point particulière. Le gain augmente si on tourne les curseurs dans le sens horaire. Généralement la position médiane convient. L'exposition au rayonnement infrarouge est confirmée par l'allumage des LED de contrôle.



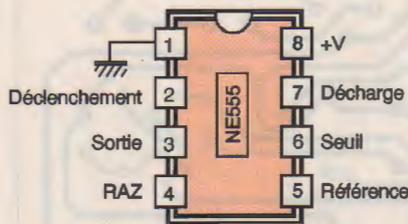
**8** TRACÉ DU CIRCUIT IMPRIMÉ DU RÉCEPTEUR.

**9** IMPLANTATION DES ÉLÉMENTS DU RÉCEPTEUR.

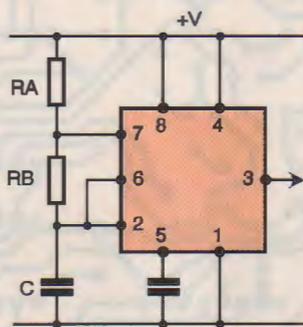


R. KNOERR

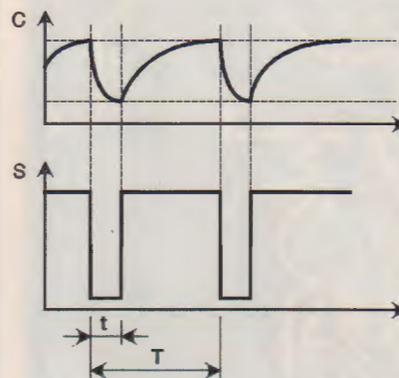
10

BROCHAGE ET FONCTIONNEMENT  
DU 555.

$$T = 0,7 (RA + 2RB) \times C$$



$$\frac{t}{T} = \frac{RB}{2RB + RA}$$



## Nomenclature

## Module émetteur

**R<sub>1</sub> : 22 Ω/2W**  
 (rouge, rouge, noir)  
**R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 1 MΩ**  
 (marron, noir, vert)  
**R<sub>4</sub>, R<sub>5</sub> : 100 kΩ**  
 (marron, noir, jaune)  
**R<sub>6</sub>, R<sub>7</sub> : 10 kΩ**  
 (marron, noir, orange)  
**R<sub>8</sub> : 4,7 kΩ**  
 (jaune, violet, rouge)  
**R<sub>9</sub> : 100 Ω**  
 (marron, noir, marron)  
**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes 1N4004**  
**D<sub>3</sub> : diode signal 1N4148**  
**DIR<sub>1</sub> à DIR<sub>3</sub> : diodes infrarouges LD271**  
**DZ : diode zener 10V/1,3W**  
**C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 1 μF/400V Polyester**  
**C<sub>3</sub> : 2 200 μF/25V électrolytique**  
**C<sub>4</sub> : 10 nF céramique multicouches**  
**C<sub>5</sub> : 1 nF céramique multicouches**  
**C<sub>6</sub> : 4,7 μF/10V électrolytique**  
**T<sub>1</sub> : transistor NPN 2N1711**  
**T<sub>2</sub> : transistor NPN BD677**  
**IC : CD4011 (4 portes NAND)**  
 1 support 14 broches  
 1 bornier soudable 2 plots  
 1 boîtier DIPAL

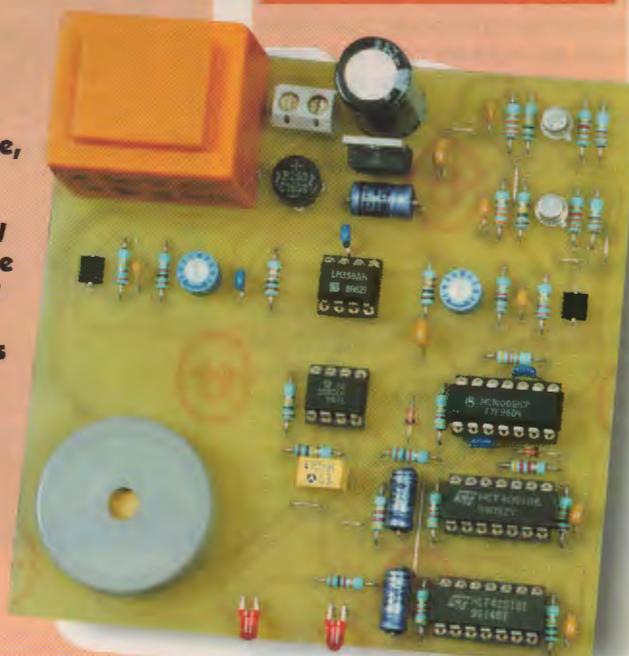
## Module récepteur

7 straps (4 horizontaux, 3 verticaux)  
**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> : 220 kΩ**  
 (rouge, rouge, jaune)  
**R<sub>3</sub> à R<sub>6</sub> : 1 kΩ**  
 (marron, noir, rouge)

**R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub> : 10 kΩ**  
 (marron, noir, orange)  
**R<sub>9</sub>, R<sub>10</sub> : 3,3 kΩ**  
 (orange, orange, rouge)  
**R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub>, R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub>, R<sub>23</sub>, R<sub>26</sub> : 100 kΩ**  
 (marron, noir, jaune)  
**R<sub>13</sub>, R<sub>14</sub> : 330 Ω**  
 (orange, orange, marron)  
**R<sub>15</sub>, R<sub>16</sub> : 33 kΩ**  
 (orange, orange, orange)  
**R<sub>17</sub>, R<sub>18</sub>, R<sub>23</sub>, R<sub>24</sub> : 47 kΩ**  
 (jaune, violet, orange)  
**R<sub>21</sub>, R<sub>22</sub> : 4,7 kΩ**  
 (jaune, violet, rouge)  
**A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> : ajustables 1 MΩ**  
 miniature, implantation horizontale  
**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes signal 1N4148**  
**Pont de diodes 1,5A**  
**REG : régulateur 9V (7809)**  
**PHD<sub>1</sub>, PHD<sub>2</sub> : photodiodes BP104**  
**L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> : LED rouges Ø3**  
**BUZ : buzzer piézo-électrique (oscillateur incorporé)**  
**C<sub>1</sub> : 2 200 μF/25V électrolytique, sorties radiales**  
**C<sub>2</sub> : 47 μF/10V électrolytique**  
**C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 0,1 μF céramique multicouches**  
**C<sub>5</sub> : 0,47 μF céramique**

## multicouches

**C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> : 1 nF céramique multicouches**  
**C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub> : 4,7 nF céramique multicouches**  
**C<sub>10</sub>, C<sub>11</sub> : 220 pF céramique multicouches**  
**C<sub>12</sub>, C<sub>13</sub> : 22 nF céramique multicouches**  
**C<sub>14</sub>, C<sub>15</sub> : 47 nF céramique multicouches**  
**C<sub>16</sub>, C<sub>17</sub> : 22 μF/10V électrolytique**  
**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> : transistors PNP 2N2907**  
**IC<sub>1</sub> : LM358 (double ampli-op)**  
**IC<sub>2</sub> à IC<sub>4</sub> : CD4001 (4 portes NOR)**  
**IC<sub>5</sub> : NE555 (timer)**  
 2 supports 8 broches  
 3 supports 14 broches  
 1 transformateur 220V/2x6V/2VA  
 1 bornier soudable 2 plots  
 1 boîtier adaptable CIF



APERÇU DU RÉCEPTEUR.