

l'énergie solaire ? pourquoi pas !

Ça y est ! La chasse au « Gaspi » est ouverte. Vous savez, ce petit bonhomme rose avec la tête qui se termine en forme d'entonnoir. Bref, tout le monde prêche les économies d'énergie. Aujourd'hui, beaucoup de personnes se penchent sur l'énergie solaire – entendons bien énergie solaire sous forme de production d'eau chaude. Après une petite introduction sur le mode de production d'eau chaude solaire (qui fait suite au n° 17 d'Electronique Pratique dans la rubrique « Toutes les applications du μA 741), nous vous proposons un dispositif qui vous permettra de rentabiliser un capteur solaire.

SYSTEME DE POURSUITE pour capteur solaire

I – L'énergie solaire en France

En France, contrairement à l'idée que l'on peut se faire, la production d'eau chaude solaire est rentable. Produire une telle forme d'énergie, peut faire réaliser une économie d'eau chaude sanitaire se situant, suivant les régions, entre 50 et 80 %. ! Pour donner un exemple plus concret, si on couvrait toute la surface de nos autoroutes de capteurs solaires, la France pourrait, grâce à cette option, produire la moitié de ses besoins énergétiques !!!

II – La production d'eau chaude solaire

La figure 1 nous montre la conception de la production d'eau chaude à partir d'un capteur solaire. Ce système est appelé « Système à deux circuits avec un échangeur ».

Le capteur solaire, qui est basé sur

l'effet de serre, chauffe un fluide caloripporteur, qui a la caractéristique d'être un très bon conducteur thermique. Ce fluide circule dans le capteur à pression constante, puis, est dirigé dans un échangeur thermique, grâce à une pompe. Un échange de chaleur entre le fluide caloripporteur et l'eau froide sanitaire est donc effectué. On dispose en principe d'un chauffage d'appoint électrique ou au gaz pour les jours sans soleil. Un système comme celui-ci produit, de l'eau à 60 °C. Il coûte entre 5000 F (pour les logements collectifs) à 7000 F (pour une maison individuelle); déduisez de cela la subvention forfaitaire de 3000 ou 4000 F depuis le 1^{er} juillet.

III – Un peu d'optique

Considérons la surface plan d'un capteur solaire, et le soleil réduit en son centre à un rayon lumineux (fig. 2). Ce rayon vient frapper la vitre du capteur en O. Ce rayon fera, avec la normale à la vitre pas-

sant par O, un angle d'incidence i . D'après la relation de Descartes, nous avons :

$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

où : n_1 = indice de réfraction de l'air

n_2 = indice de réfraction du verre

i = angle d'incidence

r = angle de réfraction du rayon avec la normale passant par O.

Or, il se trouve que :

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = \sqrt{2}$$

Nous avons donc :

$$\sin i = \sqrt{2} \sin r$$

Or, toujours d'après Descartes, l'angle de réfraction limite (c'est-à-dire l'angle au-dessus duquel il n'y a aucune réflexion de la lumière sur la vitre), noté λ est défini par :

$$\sin \lambda = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

Nous pouvons donc calculer λ :

$$\sin \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \lambda = 45^\circ$$

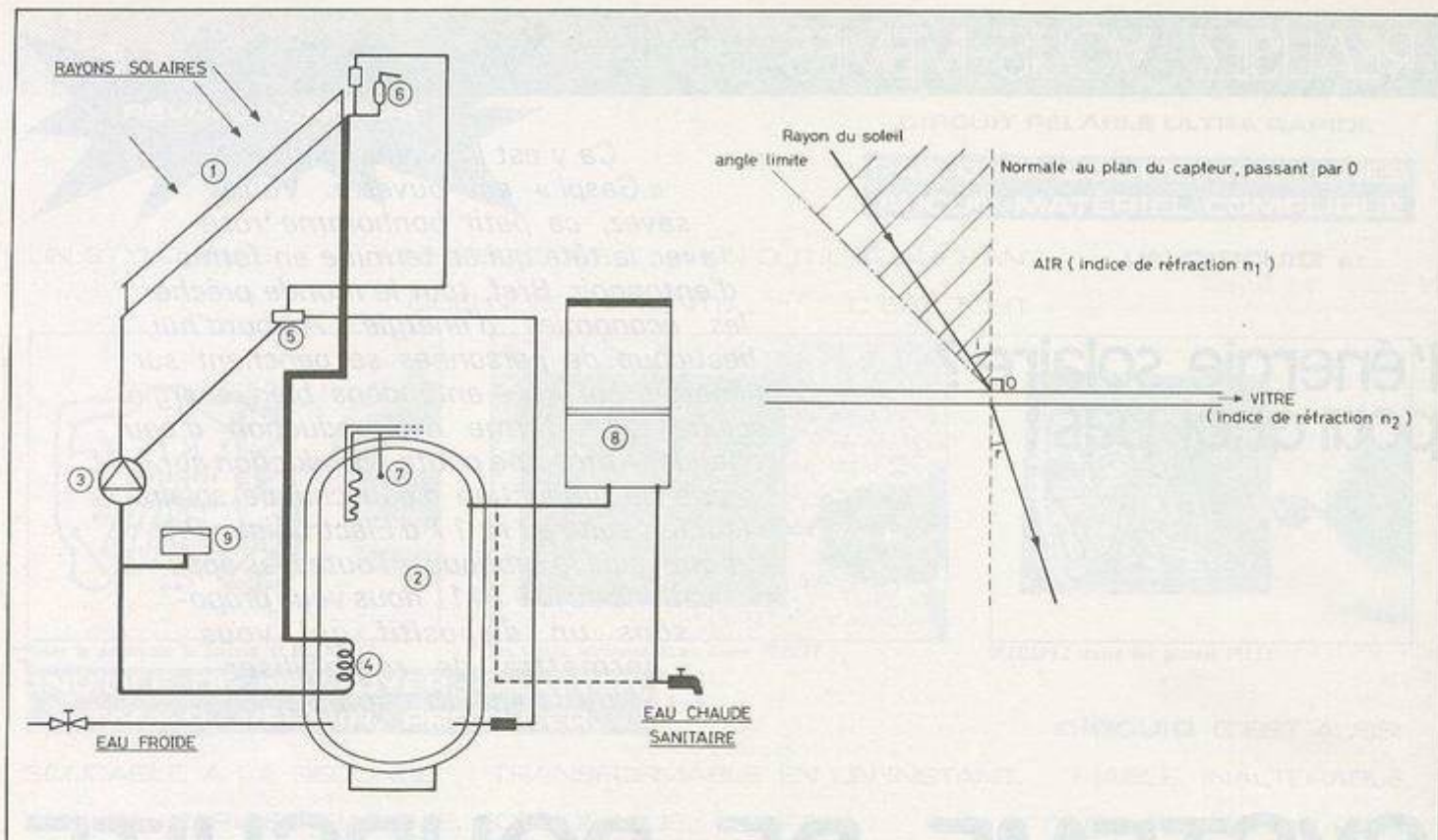


Fig. 1. et 2. – Système de production d'eau chaude à deux circuits et un échangeur, à partir d'un capteur solaire. Représentation schématique de « l'angle idéal » rayon du soleil-capteur, pour un rendement optimum.

Pour avoir un rendement maximum du capteur, nous devons avoir :
 $45^\circ \leq i < 90^\circ$

L'angle « idéal » que fera le capteur avec les rayons du soleil devrait être compris environ, entre 50 et 65°. Or, pour des questions de simplicité, on prend souvent 45°. On comprend donc qu'un capteur immobile ne produise pas de l'eau chaude au maximum de son rendement durant toute la journée. D'où l'intérêt du montage que nous vous proposons.

IV – Les schémas électroniques

Le montage que nous vous proposons se divise en deux parties :

- La fonction « poursuite », montage qui fera la course au soleil du capteur.
- La fonction « arrêt-marche », dispositif qui enclenchera l'alimentation de la première fonction dès le lever du soleil, et qui l'arrêtera dès le coucher.

A. La fonction poursuite

La figure 3 propose le schéma développé de cette fonction. Pour mieux comprendre le fonctionnement, reportez-vous au schéma synoptique.

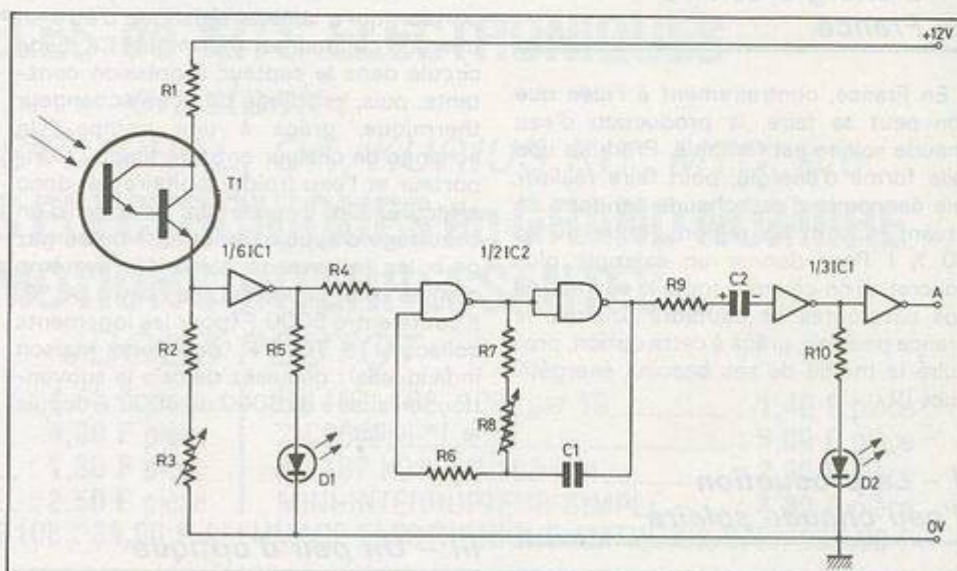
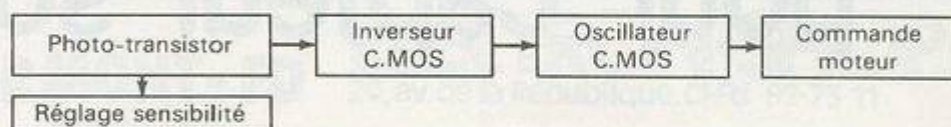


Fig. 3. – Fonction poursuite : un photodarlington 2N5777 détecte et amplifie les signaux lumineux ; dès que leur intensité décroît, l'oscillateur actionne le moteur et D₁ s'allume indiquant que le dispositif « recherche » le soleil.

Fonctionnement

Le photo-transistor 2N5777 fonctionne en darlington. Grâce à la résistance ajustable $1\text{ M}\Omega$, on réglera la sensibilité du montage, de manière à avoir 0 V à la broche 15 du CD4049 lors de l'éclairement maximum (voir plus loin « emplacement des photo-transistors »). Lorsque le photo-transistor reçoit une intensité lumineuse moindre, nous trouverons 5 V à la broche 15 du 4049. Ce signal va commander un oscillateur à base du CD4011. On ajustera la fréquence d'oscillation en fonction des caractéristiques du moteur (c'est-à-dire la distance parcourue par le capteur en une impulsion). Puis, pour « réguler » les impulsions, on abaisse l'impédance grâce au condensateur $100\ \mu\text{F}$ et aux deux portes inverseuses. La résistance $470\ \Omega$ sert à abaisser la tension et l'intensité à l'entrée des portes inverseuses du 4049. La diode D_1 indique que le capteur recherche le soleil ; D_2 indique que le capteur travaille en rendement maximal. Évidemment, dans le cas d'une utilisation extérieure, ces deux LED deviennent inutiles.

Les commandes moteur

Nous vous proposons quatre possibilités pour commander un moteur (fig. 4, 5, 6, 7).

– **figure 4** : commande d'un relais. Les impulsions positives vont déclencher le 2N2905. On emploiera un relais type télécommande 12 V , 200 à $300\ \Omega$ (Siemens)

– **figure 5** : commande d'un triac en tout ou rien. On emploiera de préférence cette option dans le cas d'un moteur à tension et intensité élevées.

Ces deux premières options servaient à la commande d'un moteur en tout ou rien. En voici deux autres, où vous pourrez régler la vitesse de votre moteur SANS TOUCHER AU CIRCUIT 220 V (dans le cas de cette troisième option)

– **figure 6** : commande d'un gradateur (pour des tensions allant jusqu'à 380 V). On ajustera la vitesse du moteur grâce à la résistance ajustable $2,2\text{ k}\Omega$ située au collecteur du 2N2907. Cette résistance sert en fait à régler la luminosité de la LED D_3 qui commande, elle, une photo-résistance se trouvant dans le circuit gradateur

– **figure 7** : commande d'un moteur 12 V continu. On ajustera la vitesse du moteur grâce à la résistance $1\text{ k}\Omega$. Voici quelques références de transistors suivant la puissance désirée :

115 W (9,5 A/12 V)	2N 3055
150 W (12,5 A/12 V)	MJ 3000
200 W (16,6 A/12 V)	MJ 4502
300 W (25 A/12 V)	MJ 7200

Quelle que soit la puissance désirée, on montera le transistor sur un large refroidisseur. Si on utilise le transistor MJ 7200, on pourra envisager une exploitation à grande échelle, étant donné la puissance disponible.

B. La fonction arrêt-marche

Pour arrêter la première fonction le soir, et la réenclencher le matin, nous pouvons employer deux solutions :

- La commande manuelle – qui est PEU pratique, vous l'imaginez !
- Le montage électronique proposé à la figure 8.

On emploie à nouveau le photo-transistor 2N5777.

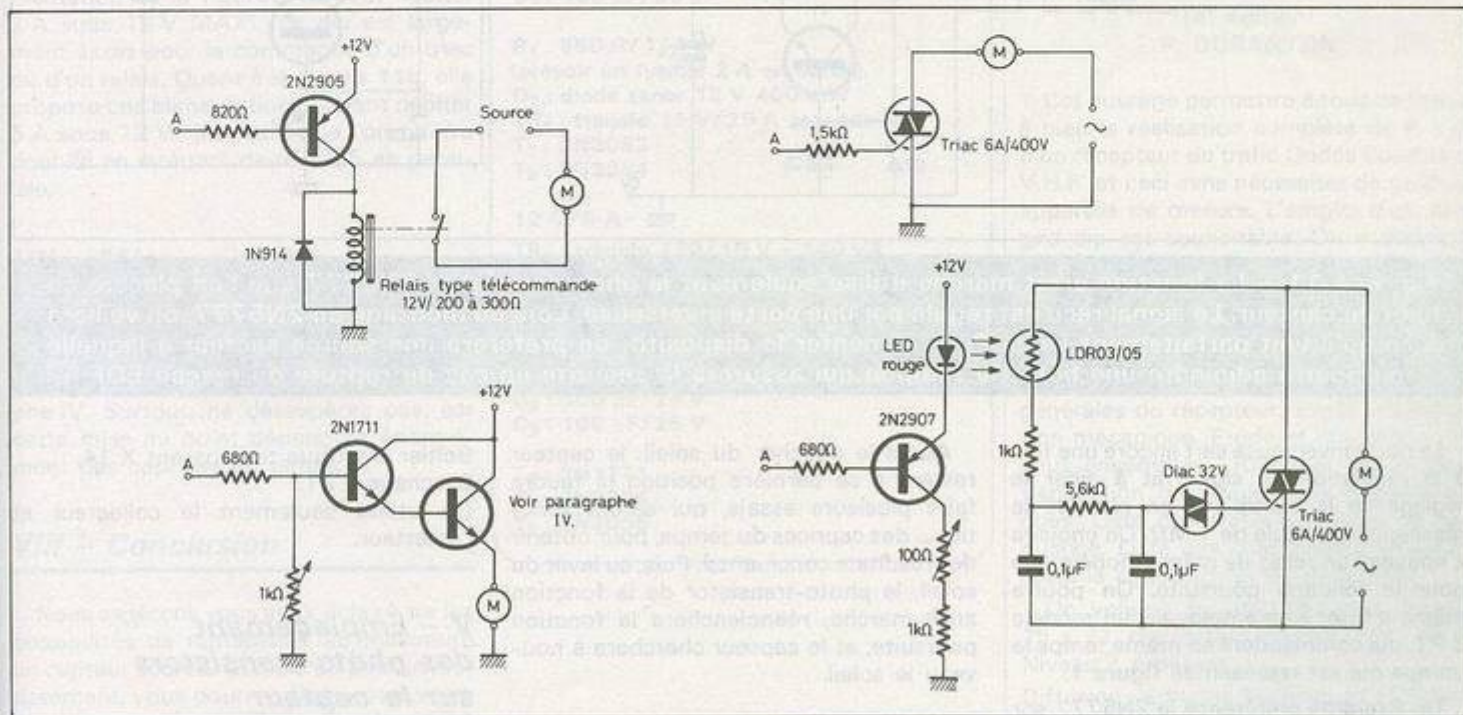


Fig. 4. à 7. – La commande, proprement dite, du moteur peut s'effectuer de quatre façons différentes selon deux options : fonctionnement en tout ou rien ou en gradateur ; dans tous les cas, le système reste simple puisqu'à base de transistor de puissance ou de triac.

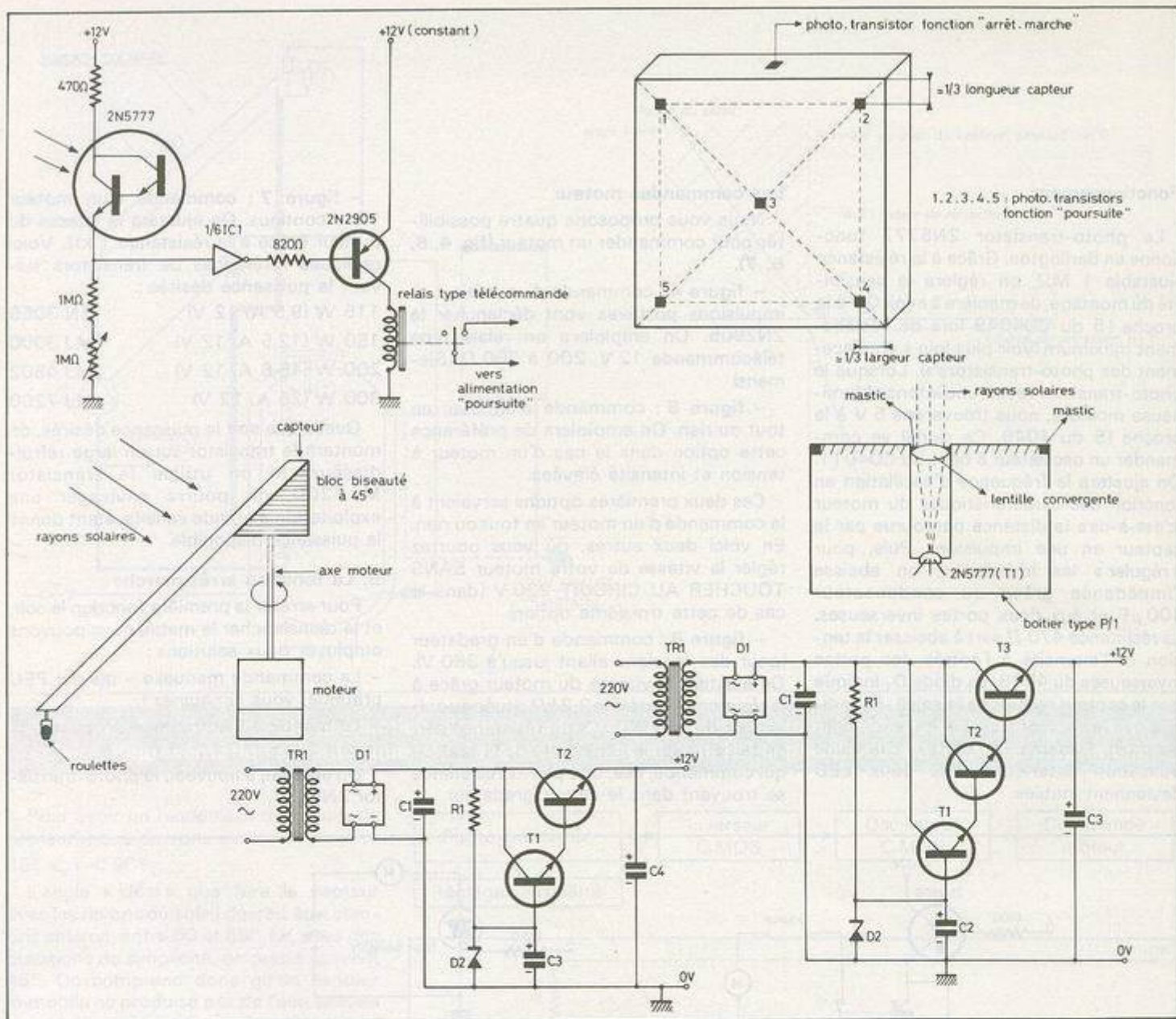


Fig. 8. à 11. - La fonction arrêt-marche utilise également le photodarlington 2N5777 que l'on placera en haut du capteur. Le signal reçu est régulé par une porte inverseuse. Lors du montage du 2N5777, on veillera à ce qu'il voit parfaitement isolé. Pour alimenter le dispositif, on préférera une source secteur à laquelle on pourra adjoindre une batterie tampon qui assurera la sécurité en cas de rupture du réseau EDF.

La porte inverseuse sert encore une fois à la régulation du signal et à aider le réglage de la sensibilité, en plus de la résistance ajustable de 1 MΩ. On choisira à nouveau un relais de même modèle que pour la fonction poursuite. On pourra même « ruser » en employant un modèle 2 RT, qui commandera en même temps la pompe qui est représentée figure 1.

On fixera de préférence le 2N5777 sur le haut du capteur (voir fig. 9). On pourra aussi jouer sur la résistance ajustable pour empêcher la mise en marche en cas de mauvais temps, et de... clair de lune trop fort !

Page 154 - N° 20 - nouvelle série

Après le coucher du soleil, le capteur restera à sa dernière position (il faudra faire plusieurs essais, qui seront fonction... des caprices du temps, pour obtenir des résultats concluants). Puis, au lever du soleil, le photo-transistor de la fonction arrêt-marche, réenclenchera la fonction poursuite, et le capteur cherchera à nouveau le soleil.

N.B. : il sera préférable de dissimuler le 2N5777 des rayons de lune.

Brochage du photo-transistor 2N5777 :

Boîtier plastique transparent X 14.
Brochage L 21.
On utilise seulement le collecteur et l'émetteur.

V - Emplacement des photo-transistors sur le capteur

Pour obtenir une fiabilité plus grande, il faudra prévoir environ cinq photo-transistors. La figure 9a illustre la disposition que l'on pourra adopter. Pour la fonction

arrêt-marche, un seul photo-transistor suffira. On orientera les photo-transistors suivant la normale au capteur. La figure 9b illustre le mode de montage des 2N5777. On prendra soin d'isoler PARFAITEMENT le photo-transistor, de façon hermétique. On pourra par exemple prendre un boîtier plastique P/1 dont on mastiquera le couvercle.

La figure 10 propose quant à elle, un moyen de raccorder le capteur au moteur. On pourra aussi se reporter au n° 17 d'Électronique Pratique, pages 155 et 156.

VI - L'alimentation

On pourra choisir une alimentation à partir d'une batterie 12 V type auto. On peut même choisir de mettre deux ou trois de ces batteries en parallèle pour avoir une plus grande autonomie. Cependant, la figure 11 propose une alimentation à partir du secteur 220 V; solution qui est appréciable si on choisit de commander un triac ou un gradateur. L'alimentation de la figure 11a peut débiter 2 A sous 12 V MAXI, ce qui est largement assez pour la commande d'un triac ou d'un relais. Quant à la figure 11b, elle propose une alimentation pouvant débiter 5 A sous 12 V; intensité que l'on pourra doubler en montant deux 3055 en parallèle.

VII - Mise au point

Il faudra effectuer plusieurs essais pour arriver à une mise au point satisfaisante. Pour cela, on se reportera au paragraphe IV. Surtout, ne désespérez pas, car cette mise au point dépendra énormément des caprices du temps...

VIII - Conclusion

Nous espérons vous avoir éclairé sur les possibilités de rentabiliser au maximum un capteur solaire. Grâce à ce petit investissement, vous pourrez augmenter votre économie sur le chauffage d'environ 20 à 30 %. Ce montage revient à environ une centaine de francs (sans l'alimentation). Et bonne chasse au... « Gaspi » !!!

N. CRON

Nomenclature des composants

Fonction poursuite (sans commande moteur)

R₁ : 470 Ω (jaune, violet, brun)

R₂ : 1 MΩ (brun, noir, vert)

R₃ : 1 MΩ ajustable

R₄ : 470 Ω (jaune, violet, brun)

R₅ : 470 Ω (jaune, violet, brun)

R₆ : 4,7 MΩ (jaune, violet, vert)

R₇ : 6,8 MΩ (bleu, gris, vert)

R₈ : 2,2 MΩ ajustable

R₉ : 470 Ω (jaune, violet, brun)

R₁₀ : 470 Ω (jaune, violet, brun)

Toutes résistances à 1/2 W

T₁ : photo-transistor 2N5777

D₁ et D₂ : LED'S rouge et verte Ø 3 mm

C₁ : 0,1 μF/250 V

C₂ : 100 μF/25 V

IC₁ : CD4049

IC₂ : CD4011

Alimentations :

D₁ : pont de diode 2,5 A

C₁ : 2200 μF/25 V

C₂ : 100 μF/25 V

C₃ : 100 μF/25 V

R₁ : 560 Ω / 1/4 W

(prévoir un fusible 2 A en sortie)

D₂ : diode zener 12 V 400 mW

TR₁ : transfo 15 V/25 A secondaire

T₁ : 2N3053

T₂ : 2N3054

12 V/5 A

TR₁ : transfo 220/15 V - 140 VA

D₁ : pont de diodes 7 A

D₂ : diode zener 12 V 1 W

R₁ : 1,5 kΩ 1/2 W

C₁ : 2200 μF/25 V

C₂ : 100 μF/25 V

C₃ : 100 μF/25 V

T₁ : 2N1711

T₂ : 2N3054

T₃ : 2N3055

BIBLIOGRAPHIE

30 MONTAGES
ELECTRONIQUES D'ALARME
(3^e édition revue et corrigée)
Collection technique poche n° 1
F. JUSTER

Un ouvrage qui intéressera tous ceux qui désirent se protéger contre les vols, les incendies, les gaz et les eaux, c'est-à-dire... tout le monde.

Extrait du sommaire : Alarmes pour divers usages. Alarmes optoélectroniques. Alarmes de température. Sirènes électroniques. Alarmes à circuits logiques. Alarmes à circuits intégrés. Détecteur de fumée de gaz.

Un volume broché, 120 pages, format 11,7 x 16,5, couverture couleur. Prix : 19 F. Niveau 2 Techniciens et Amateurs.

Diffusion : Editions Techniques et Scientifiques Françaises, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.

CONSTRUISEZ VOUS-MEME
VOTRE RECEPTEUR
DE TRAFIC
(4^e édition)
P. DURANTON

Cet ouvrage permettra à tous de mener à bien la réalisation complète de A à Z, d'un récepteur de trafic Ondes Courtes et V.H.F. et ceci sans nécessiter de coûteux appareils de mesure. L'emploi d'un petit grid-dip est souhaitable. On a délibérément choisi d'employer des semi-conducteurs (diodes, transistors et circuits intégrés) qu'il est facile de trouver sur le marché français.

Sommaire : Etude des caractéristiques générales du récepteur. Etude et réalisation mécanique. Etude et réalisation des sous-ensembles. Réglage et finition. Répartition des fréquences radioélectriques. Liste des stations étalons de fréquence. Liste des composants nécessaires à la construction du récepteur.

Un volume broché, 88 pages, format 15 x 21, couverture couleur. Prix : 25 F. Niveau 2 Amateur.

Diffusion : Editions Techniques et Scientifiques Françaises, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

Prix pratiqué par la Librairie Parisienne de la Radio, 43, rue de Dunkerque, 75480 Paris Cedex 10.