

électronique

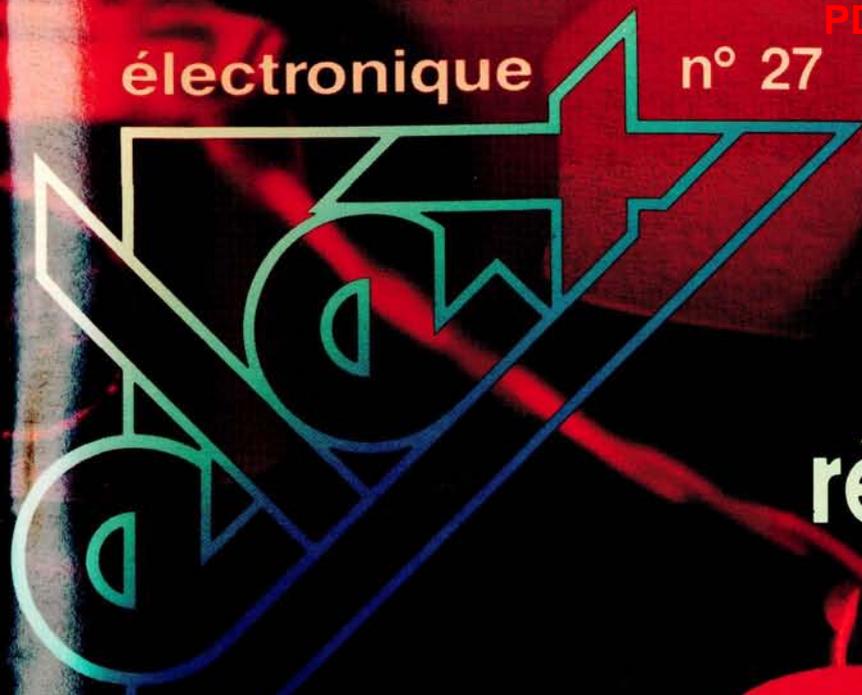
n° 27

novembre 1990

21 FF/150 FB/7,80 FS

mensuel

éclairage de secours déclencheur de flash récepteur OC



explorez l'électronique



M 2510 - 27 - 21,00 F



éditorial

elex-dé-prime

Alors Eugène, tu ne nous écris plus ? Nous sommes sans nouvelles de toi depuis si longtemps, tu nous manques. Dis, tu n'es pas parti dans le Golfe, faire le daguet, tout de même ? Certains d'entre nous finissent même par douter de ton existence.

Reviens vite, tu vois bien ce que devient ELEX-PRIME, sans toi qui signais GELAS : une rubrique de routine, à la « Docteur Bobo, j'ai construit tel circuit, il ne fonctionne pas, que dois-je faire ? ». Franchement, ça lasse. . .

Et vous autres, Eugènes en puissance, n'avez-vous donc plus rien à nous raconter que vos déboires techniques, notamment vos difficultés à trouver des composants. Allez, un peu d'euxygène, ELEXPRIME n'est pas (seulement) une rubrique technique !

Quant aux composants, ne lâchez pas prise dès le premier refus. Accrochez-vous au comptoir, harcelez les « épiciers ». Restez-leur fidèle s'ils le méritent, mais sachez néanmoins faire jouer la concurrence. Interrogez-vous aussi sur le sérieux de votre propre démarche. Avez-vous réellement épuisé toutes les possibilités ? Avez-vous formulé vos questions clairement ? Avez-vous consulté tous les revendeurs qui publient des annonces dans ce magazine, en vous recommandant de la part d'ELEX ? Il y en a de plus en plus, ce qui est encourageant autant pour vous que pour nous. Profitons de l'occasion pour vous inviter au prochain salon **EXPOTRONIC**, conçu pour les amateurs d'électronique, où seront présentées les nouveautés en matière de composants, d'appareils de mesure, d'outillage, de kits et de documentation. Ne ratez pas cette occasion de vous manifester !

EXPOTRONIC

LES JOURNÉES DE L'ÉLECTRONIQUE

14, 15 et 16 décembre 1990
Espace Champerret · PARIS

Le vent souffle si fort en cette saison qu'il a vidé les bulles de la BD de ce mois-ci. Plus de texte ! On apprécie d'autant mieux le dessin, bravo Yvon, et les couleurs, merci Cooky (les grandes couleurs sont muettes) ! Tout ça n'a pas empêché Rési d'avoir une idée superbe : confectionner une éolienne, mais pas n'importe comment. Nous vous laissons découvrir l'elexéenne trouvaille.



Ayant réalisé le générateur sinusoïdal paru dans le n°15 p.52, je me suis résolu à vous écrire, car malgré un fonctionnement correct, il subsiste un ou deux problèmes. En effet, lors du changement de gamme de fréquence, notamment 10 Hz, 100 Hz et 1 MHz, je suis à chaque fois obligé de régler le potentiomètre P2 pour obtenir une sinusoïde parfaitement courbée ! Or pour obtenir un réglage plus précis, j'ai dû le changer contre un modèle multitours.[...]
Autre chose, pourriez-vous m'indiquer le branchement du potentiomètre stéréo, car lorsqu'il arrive en butée vers la gauche le signal disparaît de l'écran de l'oscilloscope et ce quelle que soit la gamme de fréquence.[...]

**Olivier DIARD
56100 LORIENT**

Le potentiomètre stéréo se branche comme deux potentiomètres simples. Le meilleur moyen pour bien s'imaginer le fonctionnement d'un potentiomètre est d'en sacrifier un sur l'autel de la Science. Une fois déshabillé, il

montre son curseur qui se déplace d'un bout à l'autre de la piste. Vous pouvez donc repérer l'extrémité qui vous donne la résistance minimale. L'image restera mieux dans votre mémoire que celle des mesures au multimètre. Une fois le sens de variation repéré, raccordez votre potentiomètre de façon à obtenir le court-circuit quand l'axe est tourné à fond dans le sens des aiguilles d'une montre : c'est la fréquence maximale de la gamme. Naturellement les deux potentiomètres agissent parallèlement : ils varient ensemble.

C'est peut-être la solution à tous vos problèmes : en corrigeant la valeur de P2, vous modifiez le gain de T1, alors que cela ne doit pas être nécessaire. Si c'est nécessaire, c'est parce que vos réseaux RC ne sont pas accordés, probablement parce que P1a et P1b varient en sens inverse. Cette hypothèse se confirme si l'oscillation s'arrête lorsque vous arrivez en bout de course : les fréquences de résonance des deux réseaux sont trop différentes pour qu'une oscillation continue.

Dans l'elex n°25, pages 21 à 25, vous commencez la description d'un petit récepteur O.C.; ceci m'intéresse particulièrement, je me suis donc permis de vous envoyer quelques suggestions qui, prises en compte, laisseraient loin derrière les descriptions concurrentes.

Fraternellement vôtre. 73's.

**J. Broutin
40600 BISCAROSSE
Membre de l'A.R.R.L., du
R.S.G.B., du R.E.F n°9510**

Merci de ces conseils éclairés d'« old man » et des documentations jointes. Ils donneront à nos lecteurs des idées d'expérimentation. Nous ne pourrions pas les exploiter pour le récepteur dont la description se termine dans ce numéro, car nous ne commençons la publication que lorsque le laboratoire a terminé l'étude, les prototypes et les essais. Jugez vous-même de la qualité du travail fourni en pensant qu'il ne s'agit pas d'un récepteur de trafic, mais d'un montage d'initiation. Dans cet esprit, le recours aux circuits intégrés spécialisés est limité au strict minimum, car on comprend mieux le fonctionnement d'un montage à composants discrets que celui d'une boîte noire. Voyez combien était frustrante la description du convertisseur analogique numérique (7106) du module de mesure (elex n°22 p.21).

I) Tout d'abord, pour avoir une bonne réjection des harmoniques d'ordre pair, il faut un mixer équilibré (vous trouverez ci-joint un modèle dans : A NEW FRONT END FOR DIRECT-CONVERSION RECEIVER. QST Oct.84).

II) Par ailleurs il faut une sélectivité MF excellente... Le filtre MURATA type CFJ 455 K 5 vous offre cela pour un prix dérisoire.

III) Pour la détection, pourquoi ne pas utiliser une détection synchrone (CI Signetic du type NE561B) qui s'accommode de tous les systèmes de modulation courants ?

IV) Pour la BF un simple CI avec contre-réaction intégrée fera l'affaire mieux que tout autre système.

Messieurs ou mesdames

Etant un lecteur d'elex, mais aussi d'électronique pratique (ne vous fachez pas) et un peu d'elektor, j'ai été déçu par la publication de la partie de la lettre où M. Gérard Legaux parlait d'électronique pratique et de le haut-parleur dans des termes peu plaisants. Je pense que vous n'avez pas été très sportif en mettant cela dans votre journal (elex n°23).

Bravo malgré tout pour votre revue sympathique qui fait progresser très facilement et à pas de géants tous ceux qui veulent apprendre l'électronique.

**J. Davoust
MARSEILLE**

Sommes-nous assez « sport » en publiant votre lettre intégralement ? Faudrait-il censurer les autres lecteurs et

pas vous ? M. Legaux a dit simplement que « les élèves sont plus attirés par des revues telles que Électronique Pratique ou le Haut-Parleur dans lesquelles ils trouvent des montages tous décortiqués et sans blabla ». Tout cela n'a rien de désobligeant pour les revues en question. Si c'avait été le cas, nous aurions répondu, comme nous avons répondu à M. Lacam dans le n°22 :

« Quarto : on ne dit pas de mal du Haut-Parleur non plus, qui avait déjà une longue histoire bien avant que n'existassent les transistors, les circuits intégrés, Elektor et Elex, et qui a sans doute favorisé des vocations (au moins une pour ne parler que de ce que je connais). Non mais ! »

Compliments pour votre éclectisme, et défendez-nous dans votre courrier à nos confrères.

Vous avez présenté dans votre magazine elex n°23 de juin 1990 un secteur de poche. Il s'agit d'un petit onduleur. Pourriez-vous me dire si cet appareil peut faire fonctionner un MINITEL. Tension 220 volts. 50 périodes consommation 35 watts.

[...] Mon installation électrique fonctionne à partir de deux batteries de 6 volts branchées en série pour obtenir 12 volts. [...]

**Jean-Georges CAZEAUX
84240 LA MOTTE D'AIGUES**

L'article cité contient le passage suivant à propos des utilisations possibles :

« Faites l'essai aussi avec les téléviseurs, car les plus récents ont une alimentation à découpage qui pourrait aussi

bien fonctionner en continu, moyennant la suppression de quelques composants et en supposant qu'on dispose de la tension nécessaire. Dans ces alimentations, l'alternatif est d'abord redressé, puis tout fonctionne en continu ; ce qui explique qu'elles fonctionnent aussi avec une tension d'entrée continue ou carrée. »

Ce qui est vrai pour les téléviseurs est vrai aussi pour le MINITEL. Que son alimentation soit faite par transformateur ou par découpage importe peu. Dans le premier cas, l'inductance se chargera d'arrondir les angles du carré, dans le second cas, il n'y aura aucune différence de fonctionnement entre sinus et carré. Comme la puissance nécessaire n'est que de 35 W, le secteur de poche devrait convenir en principe.

Je fus fort surpris d'apprendre qu'il existait un autre moyen que d'utiliser un condensateur variable de 500 pF. En effet, je cite : « Le condensateur variable à air avec démultiplication ne se trouve plus guère que dans les surplus ou sur des appareils hors d'usage (ELEX septembre 90 page 23 ». [...] J'aimerais que vous me fassiez parvenir le nom des composants modernes équivalents au fameux condensateur.[...]

**David Rudloff
74140 MASSONGY**

Il n'est pas possible, sans changer toute la conception du montage, de remplacer le condensateur variable par autre chose, comme des diodes varicap par exemple. Ce qui est

possible, c'est de remplacer le condensateur variable à air par un condensateur variable à diélectrique plastique ; et de remplacer le condensateur variable à démultiplication incorporée par un condensateur variable ordinaire et un réducteur. Voilà les composants modernes qui peuvent remplacer le CV à démultiplication. Il est vrai que tous les détaillants ne tiennent pas en stock les composants pour la haute fréquence, mais certains se sont spécialisés * dans ce domaine.

* Ne nous demandez pas pourquoi, alors qu'ils passent des annonces publicitaires précisément dans ce magazine (suivez notre regard vers l'annonce de la société BERIC ci-contre), ils n'en profitent pas pour y promouvoir leur «< bobinothèque >> et leurs autres composants HF ?

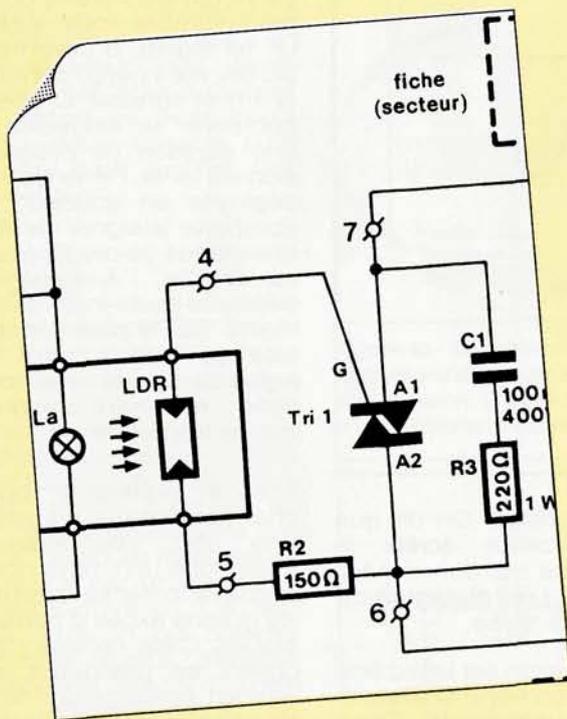
[...]Dans le numéro de septembre [n°25. NDLR] page 48, vous ne représentez pas clairement le circuit de gâchette, du moins son alimentation. On retrouve ce circuit page 25 du n°13 de juillet 1989 avec le même défaut (à mon sens). J'aimerais le voir décrit avec plus de détail, car je suis actuellement sur un projet d'alarme machine à laver : en cas de présence d'eau au sol, la machine s'arrête et le son d'un buzzer retentit par saccades. Le relais utilisé (16 A et 220 V) est trop gros et je désirerais le remplacer par un triac, composant que je maîtrise assez mal. [...]

Daniel Lambert
54700 MAIDIÈRES

Commençons par le circuit de commande du triac, dont le schéma est reproduit ci-dessous. Il s'agit effectivement d'un montage du n°13 que nous avons réutilisé.

tension alternative règne entre les deux anodes. Si la résistance de la LDR est suffisamment faible (si l'éclairage est suffisant), un courant peut circuler de l'anode 2 à l'anode 1 à travers la gâchette. Ce courant amorce le triac, qui réagit en court-circuitant ses deux anodes. Le courant de gâchette ne circule plus, ce qui est sans importance puisque le triac, une fois amorcé, reste conducteur jusqu'à la fin de l'alternance. L'alimentation que vous cherchez est donc prélevée tout simplement sur le secteur à travers la charge.

Continuons avec votre projet. Un relais de 16 A n'est pas trop gros pour une machine à laver à chauffage électrique (généralement de 2000 W). Un triac de 16 A, en revanche, est un gros morceau. Il serait plus astucieux, si c'est le débordement ou la fuite d'eau que vous craignez, de faire agir votre détecteur sur une électrovanne que vous aurez



Le triac se met à conduire si un courant circule entre l'anode 1 et la gâchette, quels que soient le sens de ce courant et la polarité de la tension entre les deux anodes (nous n'entrons pas dans le détail de la sensibilité du triac suivant que l'anode 1 est positive ou négative par rapport à l'anode 2, ou suivant que le courant de gâchette circule dans un sens ou dans l'autre). La charge étant connectée, une

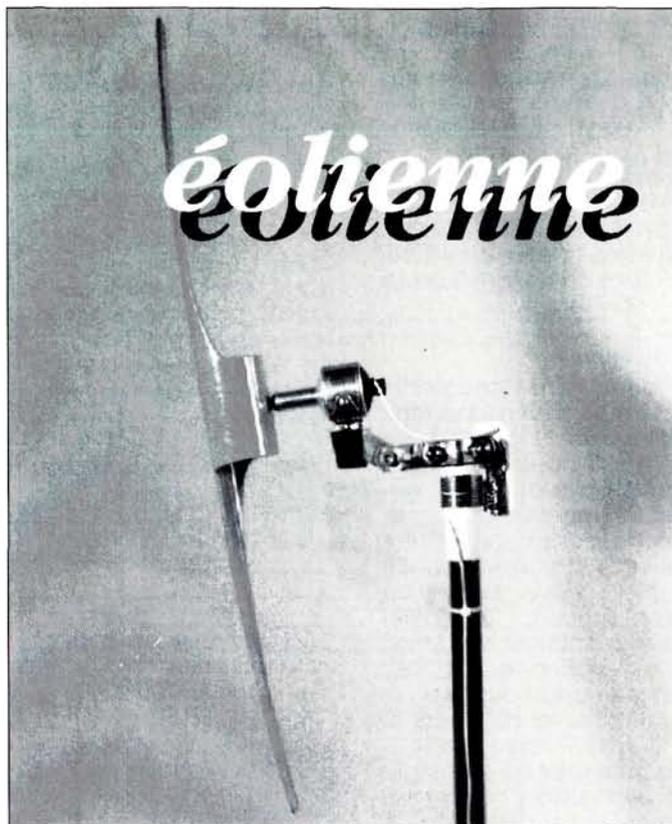
intercalée entre l'arrivée d'eau et la machine à laver. Cela vous éviterait de manipuler des puissances importantes. Si vous tenez à arrêter la machine, il faut utiliser un relais auto-entretenu (dont la bobine est alimentée par un des contacts quand il est excité) et insérer votre système en série de sécurité dans la boucle d'auto-entretien. Attention avec le secteur 220 V, nous voulons conserver tous nos lecteurs.



La crise !
La crise !

La crise de l'énergie est générale parce que les sources d'énergie sont centralisées. Cette centralisation n'est pas le fait du hasard, elle est volontaire. Si les sources d'énergie renouvelables n'ont jamais eu la faveur des dirigeants politiques, c'est, au moins en partie, parce qu'elles ont la caractéristique d'être diffuses et difficilement contrôlables.

Au rang des énergies renouvelables, il faut classer l'énergie solaire, l'énergie marémotrice, l'énergie éolienne. Les expériences n'ont pas manqué, mais apparemment sans ligne directrice. L'usine marémotrice de la Rance, pourtant fort rentable, reste un exemple unique. Pour ce qui est de l'électricité solaire, Électricité de France n'a construit que la centrale THEMIS (pour thermo-hydro-électrique-mégawatt) dans les Pyrénées. Il s'agissait dès le départ de construire une centrale d'un mégawatt. On ne s'y serait pas pris autrement si on avait voulu démontrer que le solaire n'était pas viable et qu'il fallait augmenter le recours au nucléaire. Des miroirs orientables concentrent le rayonnement solaire sur un four dans



énergie diffuse, puis redistribuer l'électricité produite au prix de pertes inévitables lors du transport. De même, dès qu'un écologiste parle d'énergie éolienne, on lui rétorque qu'il faudrait couvrir de moulins à vent des dizaines d'hectares de collines pour produire quelques dizaines de mégawatts. La réponse est à côté

gement les 500 mA.h (milliampère-heure) que consomme à peu près en vingt-quatre heures une clôture électrique.

l'électronique

Le tour de l'électronique est vite fait : nous n'en proposons pas avec ce montage. Si

la mécanique

C'est une dynamo de vélo qui sert de générateur d'électricité. C'est l'axe de la dynamo qui sert d'axe au rotor du moulin à vent. La photo montre l'ensemble monté sur un moyeu à roulement à billes. Le moyeu est fixé dans un tube en plastique qui sert de support.

l'aile du moulin

La partie la plus délicate est l'aile du moulin, car elle doit satisfaire plusieurs critères d'aéro-dynamisme. Mal calculée, mal dessinée, mal découpée, ou fabriquée dans un matériau qui ne convient pas, elle restera immobile même si le vent emporte les toitures. Notre exemple est un tube de plastique à usage sanitaire (PVC) de 50 mm de diamètre et de 60 cm de longueur, découpé conformément à la figure 1. Le dessin inférieur montre une particularité : les deux moitiés ne sont pas symétriques par rapport à l'axe longitudinal du tube.

Les deux arêtes intérieures ne sont pas coupées droit et le sciage s'en trouve fortement compliqué. Comme il n'est guère possible de faire cette découpe à main levée, nous vous donnons sur les figure 2 et 3 les angles et les distances par rapport à l'axe longitudinal et à l'axe de rotation. Décalquez ou photocopiez le dessin de la figure 2 et collez le sur une feuille de carton.

Tracez une ligne droite tout au long du tube (ce que les savants appellent une génératrice du cylindre). Une fois le trou central découpé au diamètre exact de votre tube, enfiler le carton sur le tube, en maintenant le point M sur la génératrice (qui ne produit pas d'électricité, elle). Marquez la position des points A et B. Déplacez le carton jusqu'aux trois quarts de la longueur de la pale (figure 3), marquez la position du point A et celle du point C. Vous avez compris, continuez tout seul. Arrivé au huitième de la longueur et aux points A et F, retournez le carton et recommencez par l'autre bout, ce qui rendra la

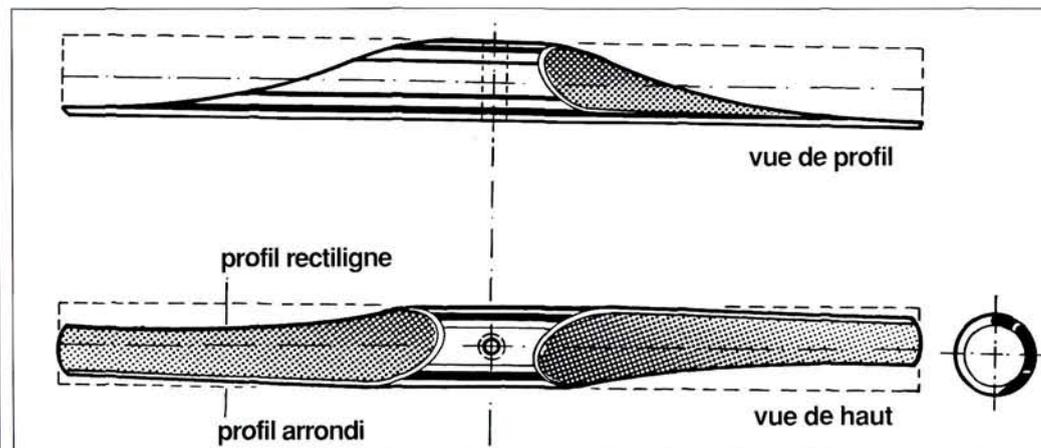


Figure 1 - Voici l'aspect de l'hélice terminée. Pour faciliter le glissement de l'air, les arêtes sont arrondies à la lime ou au papier abrasif.

lequel du sodium est porté à la température de fusion. Les calories sont évacuées par de l'eau sous pression et s'en vont actionner une turbine classique. Le principe même de la centrale de forte puissance la voue à l'échec, car il faut d'abord concentrer une

de la question : l'énergie éolienne est disponible partout et il suffit de la convertir en électricité là où on en a besoin. Notre éolienne ne va pas alimenter le chauffe-eau, la machine à laver le linge, le congélateur et le reste de la maison, mais elle fournit lar-

vous voulez utiliser l'électricité pour l'éclairage, il n'y a pas d'électronique du tout ; si vous voulez recharger les batteries de la clôture électrique, il vous suffit d'un pont redresseur et d'une résistance de limitation d'intensité.

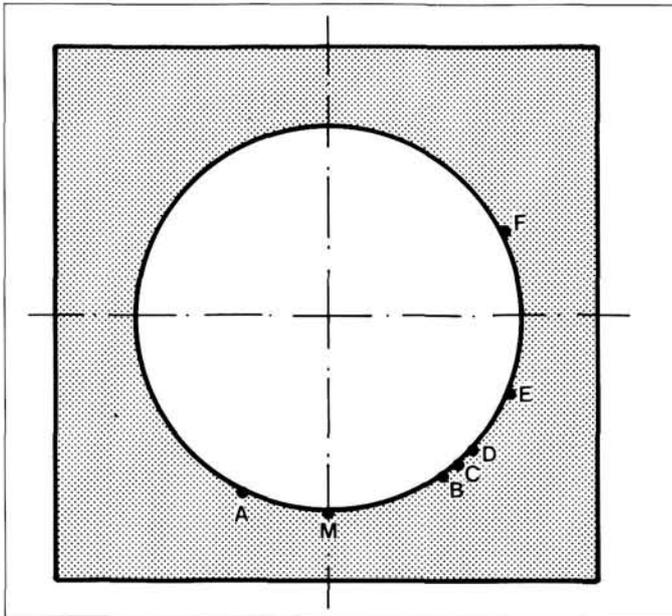


Figure 2 - Suivez ce guide pour découper le tube et en faire l'hélice de l'éolienne.

deuxième pale symétrique. Rejoignez ensuite les points repérés par des segments de droite pour obtenir le tracé de la découpe. Les deux lignes doivent se rejoindre au-delà du point F, comme sur la figure 1. L'outil idéal est une scie sauteuse avec une lame à

qu'il a tort de vous reprocher de tout garder parce que « ça peut servir un jour ». Le tube sera serré modérément dans un étau et déplacé au fur et à mesure de l'avancement de la découpe. L'opération à faire deux fois, une pour chaque pale.

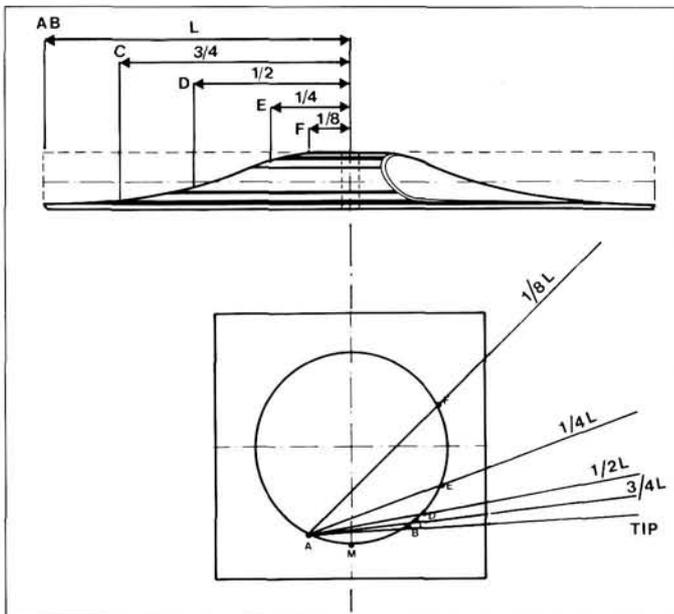


Figure 3 - Les segments qui relient les points sont représentés ici. Dans la pratique, on se contentera de marquer les points à l'extérieur du tube.

métaux qui ne coupe plus les métaux. Vous n'aurez aucun regret à casser une lame qui ne coupe plus les métaux, et vous ferez bien de la casser pour ne pas attaquer la paroi du tube opposée à celle que vous découperez. Tout s'arrange et vous prouverez une fois de plus à votre entourage

Après la scie, c'est au tour du papier de verre d'entrer en action, avec un peu d'huile de coude pour faciliter le glissement de l'air. Percez ensuite un trou pour la fixation comme sur la figure 1 (en bas) à l'opposé de la ligne M.

le support

Vous utiliserez la bride qui sert normalement à la fixation de la dynamo sur le cadre de vélo. Serrez-la autour de l'axe du moyeu. Le moyeu lui-même sera fixée dans un tube de plastique ou dans tout autre mât creux et isolant. L'important est que l'éolienne puisse se déplacer librement autour du mât.

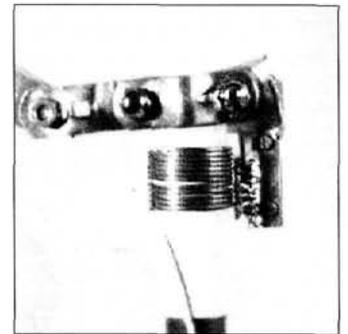
les connexions électriques

Un des pôles est constitué par la masse de la dynamo, en contact avec le corps du moyeu par les roulements à billes. L'autre pôle est la cosse où vient se brancher normalement le fil d'éclairage du vélo. Le raccordement de la masse ne pose pas de problème, il se fait simplement par la partie fixe du roulement à billes. L'autre connexion est plus délicate à réaliser : le fil, même assez long, risque de s'enrouler autour du mât au gré des mouvements de l'éolienne. La solution réside dans une sorte de collecteur rudimentaire.

Le collecteur sera constitué de quelques spires de gros fil de cuivre nu, enroulées autour du sommet du mât. Le balai sera fait de brins de cuivre provenant d'un fil souple, soudés sur une plaquette isolante (une chute d'époxy). La plaquette est fixée à la bride de fixation de la dynamo, de telle façon que le balai soit en contact avec le collecteur. Vous pouvez éventuellement remplacer le balai en « poils » de cuivre par un ou deux charbons de moteur.

la météo

Pour tourner, notre dynamo a besoin d'un vent de 15 km/h au minimum, mais à partir de cette vitesse, elle tourne facilement. La direction du vent est indifférente, sans aileron pour l'orientation, puisque l'hélice est tirée en arrière et s'oriente d'elle-même face au vent. Ce modèle d'hélice n'est qu'un exemple. Vous pouvez expérimenter d'autres formes et d'autres matériaux. Comme l'éolienne doit rester exposée aux intempéries, il convient de graisser la dynamo.



La consommation moyenne d'un générateur de clôture électrique est de 20 mA ; comme la dynamo peut débiter 600 à 800 mA, il suffit, par 24 heures, d'une heure de vent de 15 ou 20 km/h pour maintenir la batterie (de 6 V) en état de charge. Il reste à préciser qu'un vent de 12 beauforts souffle à 35 mètres par seconde. Voilà, mine de rien, un montage subversif, il taille une brèche dans le monopole d'Électricité de France et peut donner à son constructeur le goût de l'autonomie, voire de l'indépendance.

85745

garde-barrière électronique

atmosphère, atmosphère ?

Les ferrovipathes ne sont pas des modélistes comme les autres, ils se distinguent par leur souci du détail et savent combien le réalisme coûte de temps et de patience. Le réalisme des réseaux en modèle réduit dépend en grande partie de détails qui sont plus liés au décor et à l'« environnement » (comme on dit maintenant) qu'au matériel roulant : le ballast entre les rails, *des ans l'irréparable outrage* sur les bâtiments et les wagons, l'attitude des personnages sur les quais, en un mot l'atmosphère (comme disait la Bête humaine).

Les passages à niveaux gardés ont toujours été les parents pauvres des accessoires de décor. Les premiers modèles, dont la barrière était actionnée par le poids du train, ont été remplacés par des modèles électriques. Le fonctionnement était encore un peu trop simplifié, avec la barrière qui s'abaissait juste avant l'arrivée de la locomotive pour se relever d'un coup aussitôt le dernier wagon passé. Le circuit que nous proposons, au contraire, ferme (et ouvre) la barrière à comman-

de électrique quand le train est encore (ou déjà) assez loin pour que la sécurité soit assurée.

opto-électronique

Les techniques opto-électroniques sont omniprésentes : vous avez tous les jours l'occasion de manipuler des télécommandes de téléviseur ou de lecteur de disques laser. Leur principe de fonctionnement utilise la lumière : les rayons infrarouges. *Infra* est un mot latin qui signifie en-dessous.

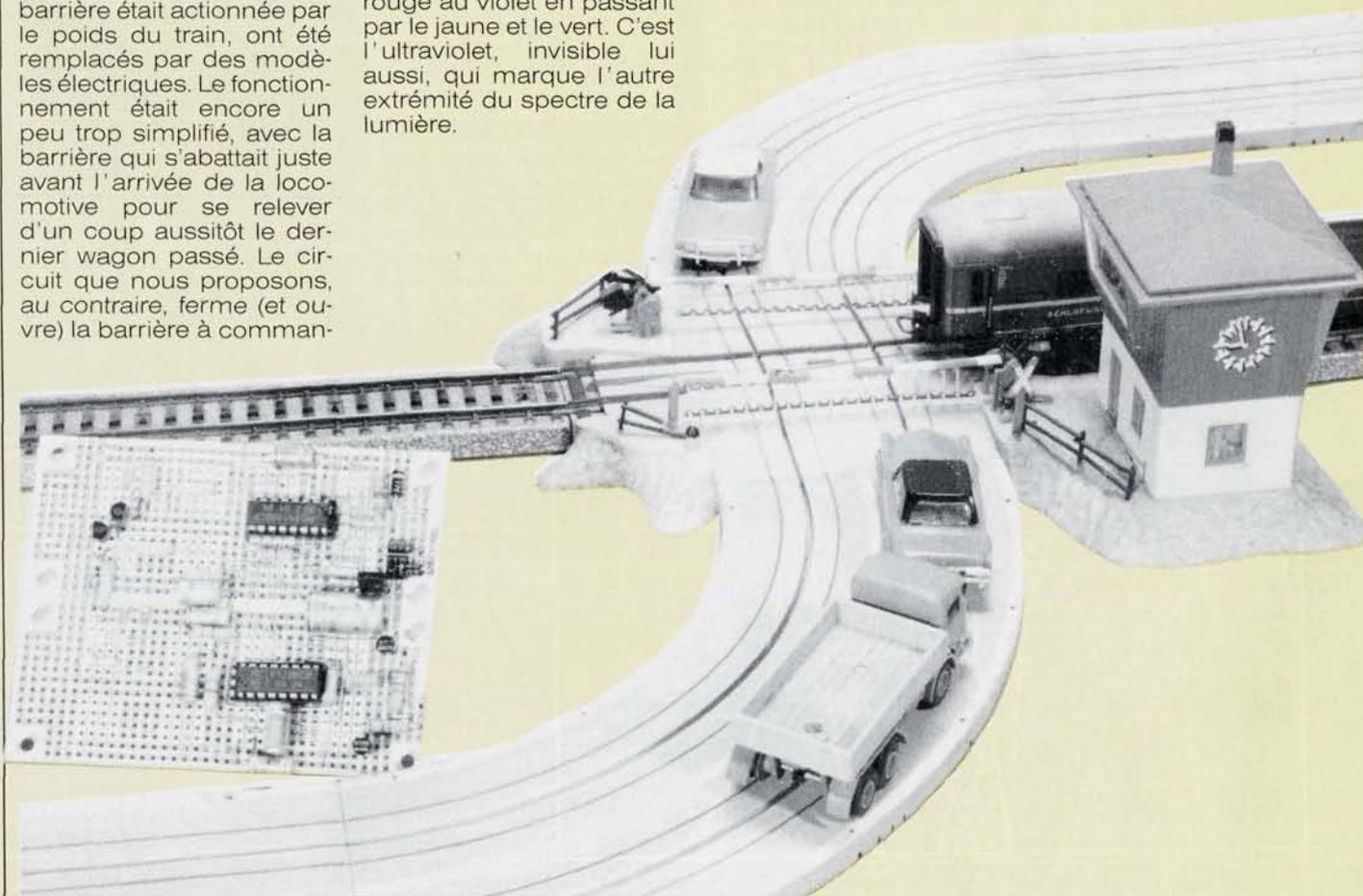
Les rayons infrarouges sont ceux qui se situent **en-dessous** du rouge dans l'échelle qui représente les différentes longueurs d'onde des rayons lumineux. L'arc-en-ciel va, par fréquence croissante, du rouge au violet en passant par le jaune et le vert. C'est l'ultraviolet, invisible lui aussi, qui marque l'autre extrémité du spectre de la lumière.

Nos deux barrières lumineuses, et invisibles, disposées comme sur la **figure 1** un peu avant et un peu après le passage à niveau, utilisent les infrarouges. Elles déclenchent la fermeture du passage à niveau à l'approche d'un train et son ouverture lorsque le dernier wagon est passé. Elles ne doivent pas être montées trop haut pour que le passage d'un wagon plat ne risque pas d'être interprété comme la fin du convoi. La hauteur idéale est celle des tampons. L'intervalle entre les wagons n'est pas pris en compte par le circuit, grâce à la disposition en biais de la barrière.

rame montante ou descendante

Une fonction **ou** permet au circuit de réagir quel que

soit le photo-transistor occulté, c'est-à-dire quel que soit le sens de marche du train. Quand l'un des photo-transistors est occulté, une tension apparaît à la sortie du circuit **ou** pour commander les barrières. Comme la plupart des barrières de passages à niveau (miniature) sont commandées par des impulsions de tension, les fronts montant et descendant du signal délivré par le circuit ou sont transformés en impulsions à la sortie de deux bascules monostables (MVM1 et MVM2). Chaque bascule commande un relais qui envoie à la barrière la tension d'alimentation nécessaire.



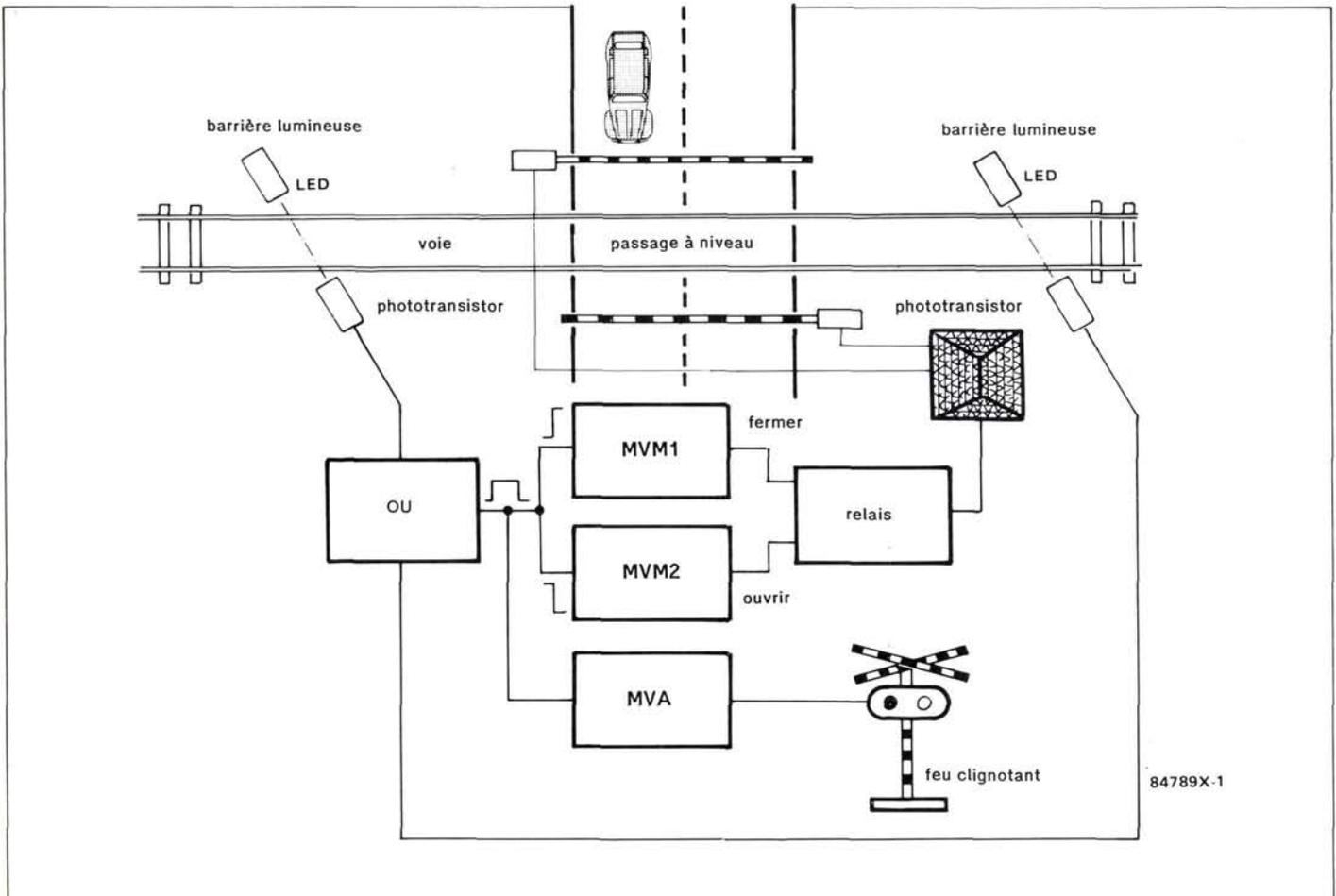


Figure 1 - Le synoptique montre deux barrières photo-électriques, composées chacune d'une LED et d'un phototransistor. Leur disposition en biais permet de supprimer les impulsions parasites entre les wagons. Les monostables permettent de limiter la durée des impulsions appliquées aux moteurs des barrières. Pendant toute la durée de l'occupation de l'espace délimité par les barrières, deux LED s'allument alternativement de chaque côté de la voie.

Le bloc repéré MVA est un multivibrateur astable qui fait clignoter alternativement deux groupes de deux LED (diodes électroluminescentes) tant que les barrières sont abaissées. Ce bloc est utilisable dans le cas d'un passage à niveau non gardé, c'est-à-dire sans barrière, mais muni de feux de signalisation.

L'alimentation

L'alimentation occupe le coin supérieur gauche de la figure 2. Examinons-la pour commencer, ce qui nous permettra d'éclaircir progressivement ce circuit d'apparence un peu compliquée.

L'énergie nécessaire est prélevée sur la sortie éclairage du transformateur de traction, à condition que les autres accessoires installés sur le réseau ne consomment pas déjà plus qu'il ne peut fournir. La ten-

sion alternative est redressée par un pont de quatre diodes et lissée par le condensateur C7. La tension continue filtrée, de 18 V (1pp), est utilisée sans régulation pour alimenter toutes les LED : les LED infrarouges D1 et D2 dont nous reparlerons plus loin et les feux rouges clignotants (des LED rouges ordinaires) du passage à niveau.

Le régulateur de tension IC3 peut être un modèle à intensité de sortie réduite puisqu'il est débarrassé des gros consommateurs. Ce sera donc un 78L12, dont les 100 mA suffiront pour alimenter deux circuits intégrés CMOS, dont la frugalité est légendaire, et un relais à la fois parmi les deux que comporte le montage. Le régulateur est encadré, comme d'habitude, des condensateurs qui

lui évitent d'entrer en oscillation : C8, de faible valeur mais rapide à l'entrée, et C9, électro-chimique un peu pataud mais de forte capacité à la sortie.

la lumière

La lumière, invisible à l'oeil, est émise par les LED spéciales D1 et D2. Elles constituent l'émetteur de la barrière photo-électrique. Elles sont situées d'un côté de la voie et émettent des radiations infrarouges en direction des phototransistors T1 et T2, installés de l'autre côté de la voie.

Les récepteurs de la barrière photoélectrique sont des phototransistors. Ce sont des composants sensibles à la lumière infrarouge : ils réagissent au rayonnement lumineux qui les frappe comme un transistor normal réagit à un courant de base. Tant que le rayon lumineux n'est pas interrompu par un obstacle quelconque, le phototransistor est conducteur, sa tension de collecteur est nulle ou presque. Les deux diodes D3 et D4 sont donc bloquées aussi longtemps qu'aucun véhicule ne masque les LED à la vue des phototransistors.

La sensibilité des phototransistors est maximale dans la partie infrarouge du spectre. Ils sont donc tout indiqués pour nous apporter une certaine immunité aux perturbations apportées par la lumière visible.

Que l'un des deux rayons lumineux vienne à être interrompu, le courant dans le phototransistor correspondant s'interrompt et la tension du collecteur prend la valeur de la tension d'alimentation. La diode reliée à ce collecteur devient conductrice, comme c'est souvent le cas des diodes dont l'anode est plus positive que la cathode, ce qui permet à C1 de se charger et d'appliquer un niveau logique 1 aux entrées des monostables. Le condensateur C1 empêche la tension de retomber trop rapidement à zéro ; sans lui, il y aurait une foule de déclenchements intempestifs provoqués par les petits interstices entre les wagons. En d'autres termes, le réseau R3/C1 (ou R2/C1) fonctionne en **intégrateur**.

Le condensateur est déchargé par R4, de plus forte valeur, pour éviter que C1 conserve trop longtemps la « mémoire » des impulsions reçues.

les monostables

Les deux bascules monostables sont contenues dans un même circuit intégré CMOS de type 4528 ou 4538. Le front montant en A, autrement dit le passage de la tension au point A du niveau logique zéro au niveau logique 1, provoque le début d'une pseudo-période du monostable MVM1.

Essayez vos lunettes et regardez de plus près le schéma. Vous pensez que si le même signal (au point A) doit déterminer l'ouverture et la fermeture de la barrière, il est raisonnable de l'appliquer à des entrées différentes. Vous pensez bien. Voilà ce qu'ont pensé les gens du labo : le front montant du signal en A indique l'entrée d'un véhicule dans la zone du PN (Passage à Niveau, pour les ferroviaristes novices) et il doit donc déclencher la fermeture. Un front descendant signale la sortie du véhicule, il doit donc déclencher l'ouverture.

Comment pouvons-nous commander par un même signal la fermeture et l'ouverture de la barrière ? Comme les fabricants de circuits intégrés font bien les choses, nous avons le choix, pour déclencher chaque monostable, entre deux entrées, l'une marquée TR, l'autre marquée \overline{TR} . La barre au-dessus de TR répète et confirme (la répétition double la redondance) la signification du petit rond (d'où l'utilité des lunettes propres) aux entrées 5 et 11 du circuit intégré. L'abréviation TR signifie *trigger*, gâchette ou déclencheur. La broche TR est une entrée de déclenchement par les fronts positifs, la broche \overline{TR} est une entrée de déclenchement par les fronts négatifs.

un coup j'te vois, un coup j'te vois pas

Le front montant appliqué

à l'entrée \overline{TR} a les mêmes effets que la bave d'escarbot sur les rails du Transsibérien : rien. Le front descendant appliqué à l'entrée TR... [ça va comme ça, merci]. Chaque monostable se trouve donc spécialisé, l'un commande l'ouverture, l'autre la fermeture. La durée de l'impulsion disponible en sortie est fixée à 1 seconde. La connexion de l'entrée inutilisée n'est pas indifférente : TR est maintenu au niveau logique 1, TR au niveau 0. Cette disposition nous donne des multivibrateurs monostables **non-redéclençables**.

L'autre possibilité offerte par le circuit intégré ne nous intéresse pas ici. Il est possible, en reliant l'entrée inutilisée à Q (la sortie) ou \overline{Q} (sortie complétée) suivant sa nature, d'obtenir que le monostable prolonge son impulsion de sortie s'il reçoit une nouvelle impulsion de commande avant la fin de sa pseudo-période. Il pourrait en résulter une impulsion de durée exagérée si les wagons laissent passer un peu de lumière entre eux.

aux feux

Les feux de signalisation sont commandés par deux autres monostables, MVM3 et MVM4. L'entrée de remise à zéro, \overline{R} sur le schéma, sert à bloquer les monostables, à en interdire le déclenchement. Pour les deux premiers monostables, l'entrée de remise à zéro est fixée au niveau 1, elle est donc inactive. Ici, au contraire, elle va nous servir d'entrée de commande. Aussi longtemps que le tronçon de voie compris entre les deux barrières lumineuses est libre, les entrées \overline{R} (broches 3 et 13) de MVM3 et MVM4 sont maintenues à zéro, de même que leurs sorties Q (broches 6 et 10). Dès qu'un convoi s'annonce en coupant un faisceau, la tension du point A passe à zéro, ce qui permettra à la première impulsion venue de déclencher les monostables.

La première impulsion ne tarde pas à venir : elle est fournie par le passage à 1

de la sortie de MVM1, l'ordre de fermeture des barrières. Le condensateur C6 transmet à l'entrée TR de MVM3 un front montant ; R15 charge C6 et fait donc passer la tension de TR de 1 à 0. La bascule MVM3, déclenchée par ce front descendant, fait passer à 1 sa sortie Q, ce qui allume les diodes D11 et D12, installées dans la ligne d'émetteur de T5, monté en suiveur de tension. Une seconde plus tard la sortie Q de MVM3 repasse à zéro, appliquant au passage un front descendant à l'entrée TR de MVM4. C'est

au tour de D9 et D10 de s'allumer pour une seconde, ensuite de quoi le front descendant de la sortie déclenche l'autre monostable, et ainsi de suite... Les deux monostables qui se déclenchent mutuellement à tour de rôle constituent le multivibrateur astable MVA de la figure 1. Sitôt le canton dégagé, le point A repasse à zéro et bloque les deux bascules, les quatre feux s'éteignent.

puissance

Comme toujours, les si-

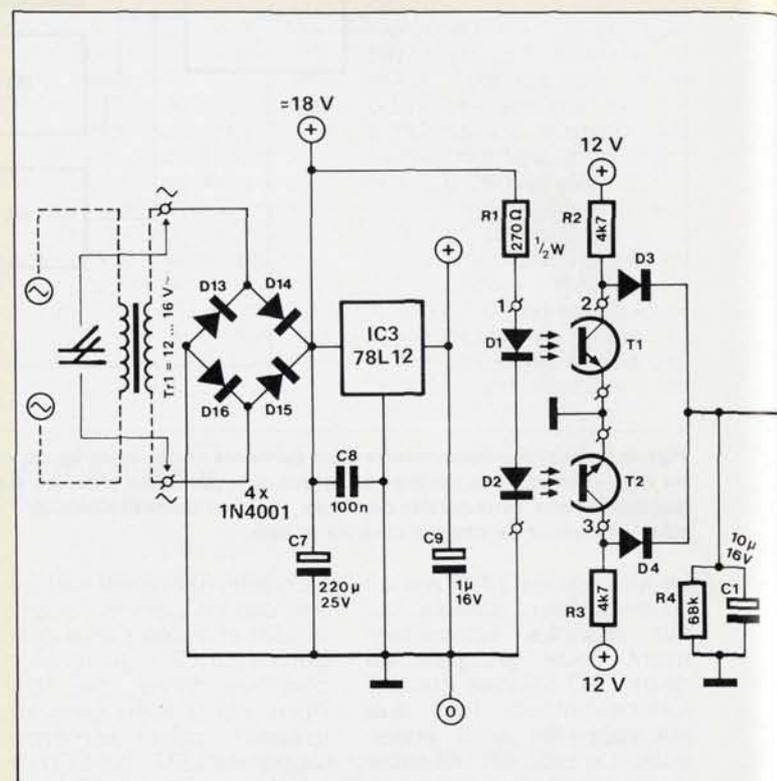


Figure 2 - La partie ombrée et les ponts en pointillés indiquent les modifications à apporter en fonction du type de barrière utilisée. Quelle que soit la variante, les diodes à infrarouge et les phototransistors ont leur place. Le circuit ou à diodes délivre un signal d'occupation du canton compris entre les deux barrières lumineuses. Les différentes versions utilisent soit les fronts, soit les états présents au point A. Les phototransistors comportent trois broches, comme tout le monde, mais celle de base reste inutilisée. Les relais peuvent être des modèles 12 V ; dans ce cas il convient de supprimer les résistances R8 et R10 et de remplacer R7 et R9 par des liaisons directes. Nous indiquons des modèles 5 V car ils sont les plus courants et les plus faciles à trouver.

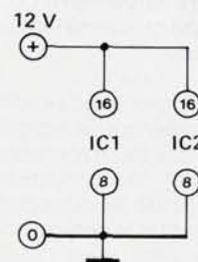
D1, D2 = LD 271
T1, T2 = TIL 81
D3 ... D8 = 1N4148

MMV1, MMV2 = IC1 = 4528
MMV3, MMV4 = IC2 = 4528

LD 271



TIL 81



gnaux logiques doivent être transformés en signaux de puissance. C'est encore plus vrai avec les circuits CMOS (*métal-oxyde complémentaires*) qui fournissent un courant à la mesure de celui qu'ils consomment : ridicule. Le relais est pris d'abord par des transistors. L'ordre de fermeture est transmis par R7 à la base de T3. Le relais proprement dit, Re1, n'est pas inséré dans la ligne du collecteur comme d'habitude. Il s'agit d'un relais à bobine de 5 V qui ne supporterait pas les 12 V de la tension d'alimenta-

tion. Le montage particulier de l'étage de sortie est un **émetteur-suiveur**. La tension de la sortie Q du monostable et divisée par deux par le réseau R7/R8 avant d'être appliquée à la base. La tension sur l'émetteur **suit**, à 0,6 V près, la tension de la base. Le relais voit donc une tension à peine supérieure à 5 V, ce qu'il supporte fort bien. La diode D7 évacue, comme nous l'avons expliqué souvent, l'énergie emmagasinée dans la bobine, et évite ainsi les surtensions aux bornes du transistor.

Le contact du relais est raccordé en parallèle sur le poussoir d'origine de la barrière à commande électrique. Le relais Re2 et le transistor T4 jouent un rôle identique pour la fermeture des barrières.

Il existe des modèles de barrières à un seul bouton de commande. Pour les utiliser, il suffit de supprimer Re2, T4, R9, R10 et D8, et d'installer le pont 2 qui acheminera vers T3 l'impulsion de fermeture. Chaque impulsion change l'état de la barrière : la première la ferme, la deuxième l'ouvre...

déjà été décrite plus haut. Le pont 1 disparaît, comme Re2 et les composants qui le commandent.

Le plan d'implantation de la **figure 3** indique la position de chaque composant. Les diodes émettrices et les phototransistors doivent être dissimulés le mieux possible, et seront donc raccordés par des fils. L'ajustage du faisceau des diodes émettrices et des phototransistors récepteurs n'est pas critique. Il faut seulement les disposer sur une ligne oblique par rapport à la voie, pour éviter que les intervalles entre les wagons n'envoient des impulsions.

la construction

Avant d'entreprendre la construction, il faut savoir exactement comment fonctionne votre barrière. Il en existe de trois sortes, suivant les fabricants.

Première possibilité : un seul interrupteur ; la barrière est ouverte quand il est ouvert, fermée quand il est fermé.

Deuxième possibilité : un seul poussoir (qui peut avoir l'aspect d'un interrupteur). Le fonctionnement est tel que décrit à la fin du paragraphe précédent.

Troisième possibilité : deux poussoirs, qui commandent l'un la fermeture, l'autre l'ouverture. C'est le cas le plus courant, correspondant au schéma complet sans les ponts 1 et 2.

Suivant le type de barrière dont vous disposez, vous choisirez un mode de réalisation du garde-barrière. Il peut y avoir quelques économies de composants à réaliser.

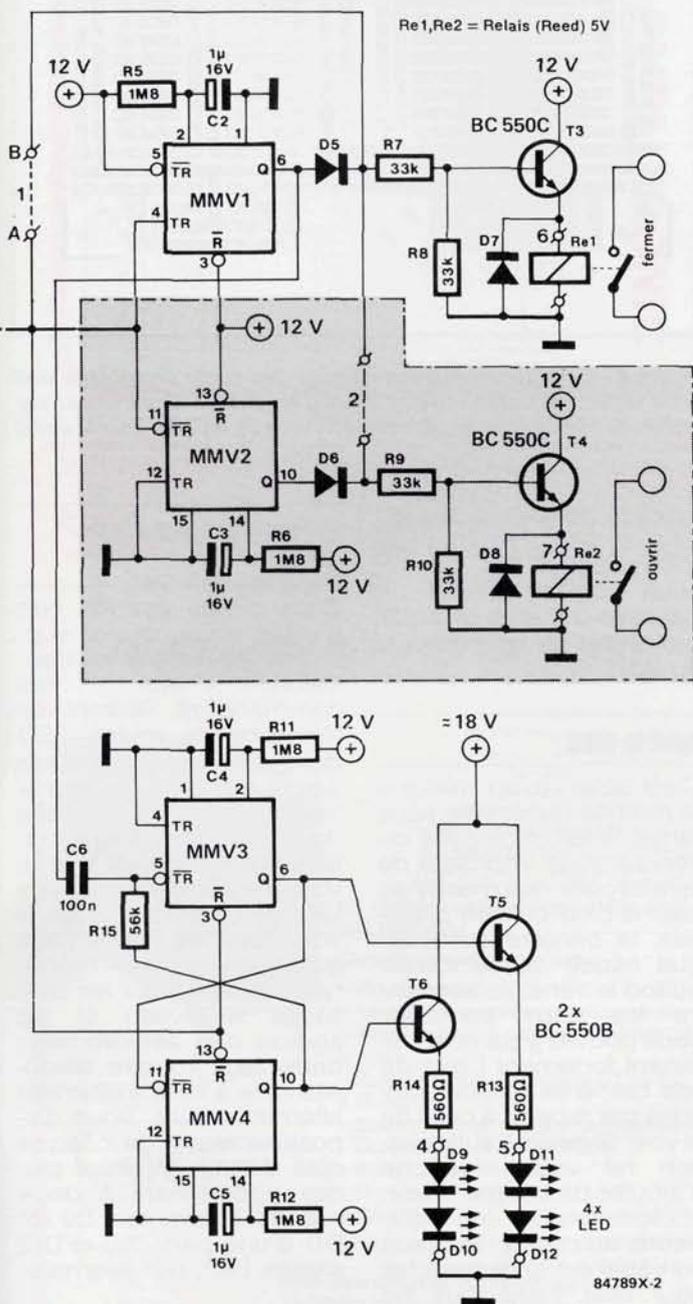
La première possibilité est la plus économique et permet la construction la plus rapide. Tout ce qui se trouve à l'intérieur du cadre ombré peut disparaître. Le relais Re1 est commandé directement par le niveau du point A grâce au pont 1. Le monostable agit comme un trigger de Schmitt : il interdit l'application à T3 d'impulsions de durée inférieure à 1 seconde.

La deuxième possibilité a

Une fois déterminée la version du circuit qui est utilisable, il faut planter et souder tous les composants. Si vous avez respecté la polarité des diodes et des condensateurs, l'orientation des circuits intégrés, le montage doit fonctionner dès la mise sous tension.

les essais

La tension délivrée par le régulateur doit être de 12 V. Un multimètre (quelconque) est nécessaire pour vérifier rapidement le fonctionnement des barrières lumineuses. Une tension aux bornes de R1 témoigne du passage du courant à travers les diodes émettrices D1 et D2. Si les phototransistors sont orientés correctement, la tension sur leur collecteur doit être de 0,3 V (1pp) [rappelons pour ceux qui prennent le train en marche que le **pp** est une unité de mesure utilisée exclusivement dans *elec*. 1pp signifie à *un poil près*, *app* signifie à *quelques poils près*. Son emploi s'impose chaque fois que les caractéristiques du composant soumis à la mesure peuvent présenter des dispersions notables sans que le fonctionnement du montage soit compromis]. Si la tension s'obstine à garder une valeur supérieure à 1 V, il faut vérifier l'alignement des diodes et des phototransistors ou réduire la distance qui les sépare. En dernier ressort, vous pouvez augmenter l'intensité qui traverse les diodes en réduisant R1. Usez pour cela de prudence et de la



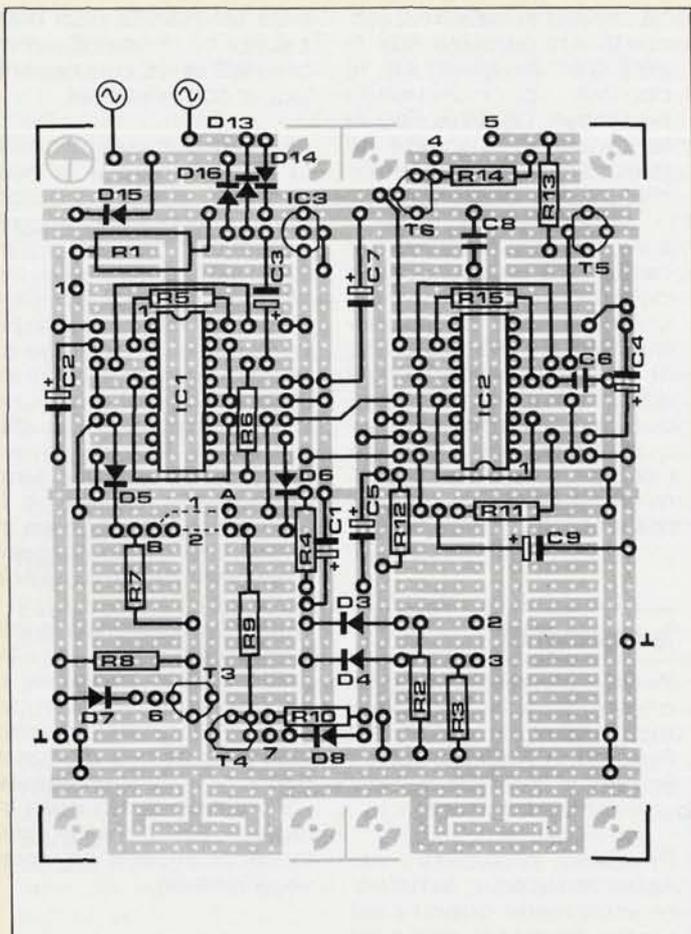


Figure 3 - La platine de petit format ne suffit pas pour ce montage un peu important. Déterminez quelle est la bonne version avant de passer à l'implantation. Les composants polarisés sont assez nombreux : la vigilance s'impose.

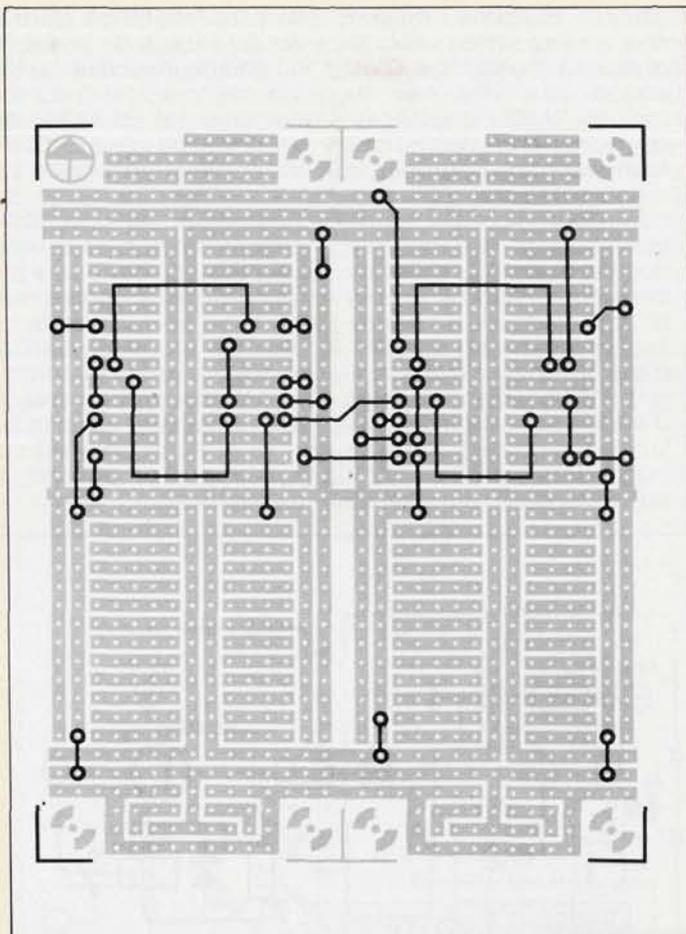


Figure 4 - Cette représentation séparée des ponts de câblage doit vous faciliter le travail et vous éviter d'en oublier. Commencez par implanter tous les ponts ; ils vous serviront de repères pour la suite.

Liste des composants

- R1 = 270 Ω/2,5 W
- R2,R3 = 4,7 kΩ
- R4 = 68 kΩ
- R5,R6,R11,R12 = 1,8 MΩ
- R7,R8,R9,R10 = 33 kΩ
- R13,R14 = 560 Ω
- R15 = 56 kΩ
- C1 = 10 μF/16 V
- C2,C3,C4,
- C5,C9 = 1 μF/16 V
- C6,C8 = 100 nF
- C7 = 220 μF/25 V
- D1,D2 = LD271
- D3 à D8 = 1N4148
- T1,T2 = TIL81
- T3,T4 = BC 550C
- T5,T6 = BC 550B
- IC1,IC2 = 4528 ou 4538
- IC3 = 78L12

Divers :

- 1 platine d'expérimentation de format 2
- 2 relais 5V à 1 contact travail (relais REED par exemple)
- 2 supports de circuits intégrés 16 broches matériel de câblage

loi d'Ohm. [Non, Prudence, ce n'est pas ton homme !]

Sans lumière, la tension du collecteur est égale à la tension d'alimentation.

Comment ? Vous n'arrivez toujours pas à une tension de collecteur suffisamment basse ? Vous n'essayeriez pas de faire une barrière au-dessus d'une voie double, avec piste cyclable de chaque côté et un espace un peu grand entre les voies, par hasard ? Si ? Alors il faut mettre une barrière par voie. Les diodes supplémentaires seront montées en série avec les diodes existantes, les phototransistors supplémentaires, munis chacun d'une résistance de 4,7 kΩ, viendront se greffer par deux diodes en parallèle sur le **ou câblé** au point A. Je peux continuer ? Merci.

Le test des relais et des transistors se fait en appliquant 12 V à R7 et R9, côté diode. Le circuit intégré,

protégé par les diodes, n'a rien à craindre de cette manipulation. De même, vous pouvez simuler un passage de rame en appliquant une tension de 12 V au point A.

haut-le-pied

C'est ainsi qu'on désigne la motrice qui circule sans rame. Si les nécessités du service vous imposent de faire circuler des machines haut-le-pied ou des draisines, la barrière automatique risque de se rouvrir quand le véhicule sera entre les deux barrières. Vous pouvez y parer en inclinant fortement l'axe de vos barrières photoélectriques par rapport à celui de la voie. Si cela ne suffit pas, rien ne vous empêche d'ajouter un couple diode-phototransistor (ou plusieurs) au milieu ; le circuit ou câblé est justement fait pour cela. Dans tous les cas, il faut que le canton couvert par les barrières soit assez long pour que le fonctionnement soit réaliste.

passage à niveau non gardé

Dans le cas des PN non gardés, vous pouvez supprimer les relais et les transistors qui les commandent. Restent les monostables et les LED qui figurent les feux. Elles seront de 3 mm de diamètre, pour rester à l'échelle (1pp). Si votre réseau est relié à un réseau allemand, vous ne monterez qu'une LED de chaque côté de la voie. Tous les autres pays européens ont le même type de feux pour les passages à niveau et les abords des aérodromes : deux feux rouges disposés côte à côte s'allument alternativement. Vous disposerez donc de chaque côté de la voie deux diodes appartenant à deux circuits différents : D9 et D11 d'une part, D10 et D12 d'autre part, par exemple.

Aucune mise en boîtier ne s'impose, pas d'alimentation séparée non plus. Tirez.