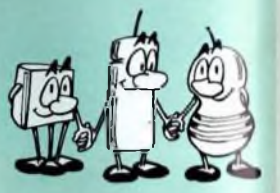
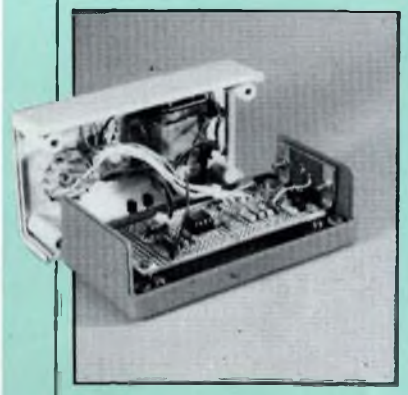
PDF Page Organizer - Foxit Software

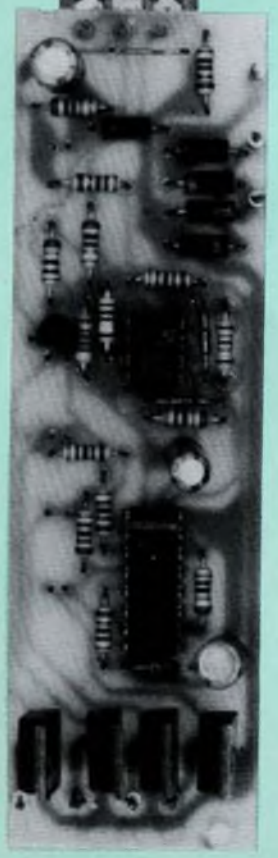
PDF Page Organizer - Foxit Software

E · L · E · X
BP 53
59270 BAILLEUL



SOMMAIRE ELEX N°6





R · U · B · R · I · Q · U · E · S

3 · éditorial
6 · courrier des lecteurs

RÉSI et TRANSI
6 · dis donc, les triacs et les thyristors

4 · quel fer à souder choisir (suite page 46)

NOUVEAU COURS D'ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE :
9 · analogique anti-choc 1ère partie

12 · l'ohm
20 · les composants électroniques
22 · le pont de résistances
30 · nouveaux livres
32 · elexpert: distributeur de soudure
55 · table des matières 1988
56 · la logique sans hic 6ème partie
61 · cartes d'abonnement / photo sans légende

R · É · A · L · I · S · A · T · I · O · N · S

16 · corne de brume

24 · photomètre électronique

28 · commande de feux de stationnement

31 · distributeur d'antenne TV

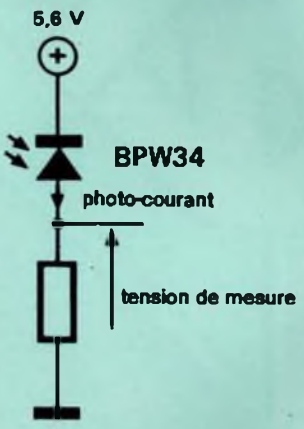
33 · mini-alarme

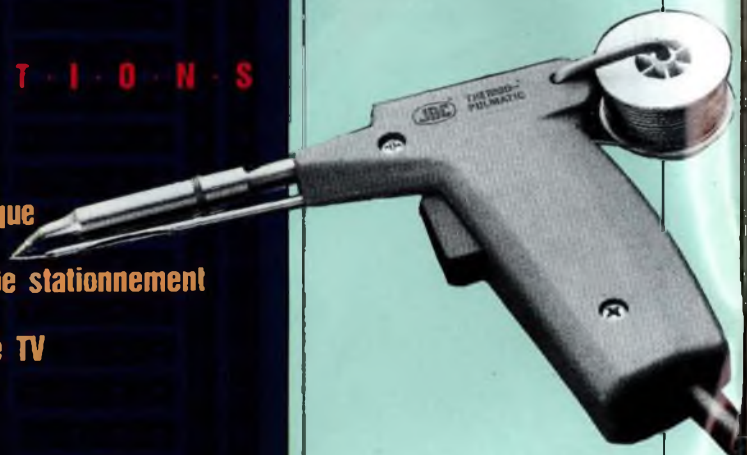
38 · balisage d'obstacle automatique

41 · chenillard

49 · bruit de moteur diesel

52 · cadenceur pour essuie-glace



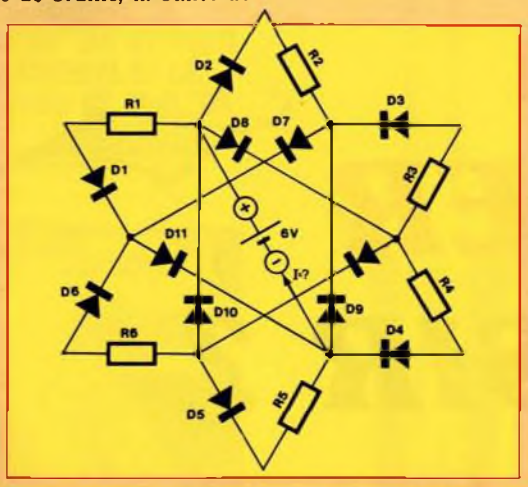


PDF Page Organizer - Foxit Software

éditorial

Vous ne voyez rien sur cette photo ?
Pas étonnant, puisque ce numéro est placé sous le signe du brouillard et de la sécurité dans le brouillard (ELEX c'est aussi le magazine de ceux qui sont -encore, mais pas pour longtemps- dans le brouillard de l'électronique).

Sous le signe du brouillard, il y a la corne de brume, la balise de signalisation d'obstacles, la commande de feux de stationnement, et même le cadenceur pour essuie-glace...
Voici en tous cas le dernier numéro de cette année, qui n'en a vu paraître que six depuis le mois d'avril. Certains de nos lecteurs croient encore que la parution d'ELEX est bimestrielle (un numéro tous les deux mois). FAUX, avec un «x» comme **ELEX qui est MENSUEL depuis septembre 1988 et le restera.**



UNE LÉGENDE POUR RIRE

Qui a dit : «Dis donc, ta panne, arrête de la chercher. Elle est là, regarde sur le fer à souder!» ?
C'est Roland ALBARON de (84) Montfavet. Et cette phrase c'est sa légende pour la photo sans légende de l'avant-dernier numéro d'ELEX. Pas vraiment irrésistible, la légende de Roland, mais subtilement narquoise, comme on les aime. Pour ceux qui n'auraient pas compris, la subtilité est dans l'équivoque du mot «panne» qui est à la fois un défaut de fonctionnement et la pointe du fer à souder. L'heureux gagnant recevra bientôt le jeu de platines d'expérimentation qu'il a choisi.
François WOJTASZAK de (62) Bully-les-mines ne gagne rien (il n'y a qu'un gagnant, c'est la règle), mais sa légende méritait qu'on la mentionne parce qu'elle est représentative de la plupart des propositions reçues : «Puisque je te le dis: d'après la photo d'ELEX, tu peux encore en enlever!». Merci à tous ceux qui ont participé. Une nouvelle occasion vous est donnée de gagner ce mois-ci (voir page 61). Profitez-en !

CORNE DE BRUME ET FERS A SOUDER

En fait, il n'y rien d'étonnant à ce que ce numéro d'ELEX, à cheval sur Noël et Nouvel An traite à sa manière de sujets de circonstances. Nous avons cherché dans l'ensemble à proposer des réalisations liées au maquettisme. L'hiver et l'abondance de cadeaux aidant, cette période de l'année est sans doute la plus propice, par ses ambiances feutrées, à monter des maquettes et à créer des circuits de bruitage (corne de brume pour modèles réduits de bateaux dans la tourmente, bruit de moteur diesel). La période des cadeaux, c'est aussi celle dont il faut profiter pour s'équiper avec du matériel de qualité, bien choisi; cinq pages de ce numéro vous donnent les informations qui guideront votre choix d'un fer à souder.
Nous avions également préparé un circuit pour modélistes ferroviaires, conçu spécialement pour manoeuvrer les convois au-delà d'un signal fermé et pour permettre aux plus sadiques d'entre nous de laisser libre cours à leur pulsions en simulant l'une ou l'autre catastrophe ferroviaire de derrière les wagons. En raison des évènements récents et de sinistre mémoire, nous préférons en reporter la publication au mois prochain.

Décembre et janvier ont la vue courte. Les nuits sont longues, et le jour on y voit guère mieux dans la bruine, la neige et le brouillard. C'est pourquoi Vincent M. (31 Aurignac), l'apprenti électronicien de 11 ans et demi photographié à sa table de travail pour la une d'ELEX ce mois-ci a entrepris de construire le cadenceur pour l'essuie-glace de la 2CV de sa mère. Le circuit de balisage d'obstacle automatique et surtout le mini-circuit d'alarme de la page 33 sont deux autres montages qu'il ne manquera pas d'entreprendre dès qu'il aura fait cramer le circuit électrique de la deuche... Et vous ? Vous voulez tout reprendre à zéro ? Qu'à cela ne tienne, voici un nouveau «cours» d'électronique analogique, avec des pompes, des tuyaux, et de l'eau qui circule pour concrétiser et mettre à la portée de tous les notions abstraites de courant, de tension, d'alternatif, de continu, etc. Il y aura au moins une douzaine d'épisodes comme celui-ci.
Et vous ? Ce sont plutôt les «classiques» d'ELEX qui vous intéressent. Voici donc la sixième livraison de la rubrique «la logique sans hic» qui vaut son pesant de bits. Avec ça, vous retrouvez la bande dessinée Rési&Transi en couleurs. Excusez-les du déphasage, le mois dernier, quand nous parlions de transistors et de semi-conducteurs, avec notamment un testeur de triacs et de thyristors, il rongeaient leur gâchette au fond d'un sac postal dans la lumière glauque d'une salle de tri déserte. On les retrouve à la pointe de l'actualité elexienne dans le prochain numéro autour du thème : les ondes radio.
De nouveaux composants, de la théorie, en veux-tu, en voilà ! Le principe du pont de mesure à résistances est présenté dans une application (le photomètre); trois montages ont recours à un composant simple et fascinant, la LDR ou photorésistance. Dans le photomètre on trouve un autre composant photoélectrique, plus élaboré : la photodiode.

A MÉDITER LE SOIR DU RÉVEILLON

Puisque vous êtes des lecteurs assidus, vous aurez du plaisir mais pas la moindre difficulté à résoudre le problème que nous soumettons à votre sagacité pour les longues soirées d'hiver. Il s'agit d'une étoile de Noël à la mode ELEX, composée de résistances de 60 Ω, d'une batterie de 6 V et de diodes conçues spécialement pour ce jeu. Elles ont ceci de particulier qu'elles n'ont pas de seuil de conduction, mais conduisent dans le sens anode-cathode comme n'importe quel court-circuit bien fait, soit dès que leur anode (base du triangle) est reliée au pôle positif, soit dès que leur cathode (la barre transversale) est reliée au pôle négatif. Dans tous les autres cas, elles ne conduisent pas. Si plusieurs résistances sont mises en parallèle par des diodes conductrices, la valeur de résistance résultante est bien entendu obtenue en divisant leur valeur par le nombre de résistances concernées (la valeur de résistance résultant de la mise en parallèle de 4 résistances de 60 Ω est de 15 Ω). Si elles sont mises en série, additionnez leurs valeurs. Calculez à présent l'intensité du courant fourni par la batterie. La formule, vous vous en souvenez, est $I = U/R$.
L.X.

PS : Dernière minute. Tout fout le camp ! Même les instituteurs et les profs de collège (90% d'entre eux, paraît-il) renoncent à défendre l'orthogaffe. A en juger par les fautes que l'on trouve dans les lettres de certains d'entre eux, on les comprend ! Tant qu'à supprimer des difficultés, autant les supprimer toutes, surtout les tables de multiplication déjà branlantes, les équations du dernier degré et la grammaire, poêle au derrière. Moi je propose de supprimer carrément les instits !

PDF Page Organizer - Foxit Software

elexprime

Cette rubrique ne prétend pas donner des cours particuliers d'électronique. Elle reflète l'humeur de ceux d'entre vous qui se donnent le mal de nous écrire et auxquels il nous est impossible de répondre individuellement. Nous tiendrons compte des suggestions que vous faites, et c'est par le contenu même de ce numéro d'ELEX et des suivants que nous répondrons aux questions qui nous sont posées.

J'ai soigneusement préparé la platine DIGILEX en y soudant les éléments tels que prévus par la revue ELEX. J'ai implanté deux 74LS00 et un 74LS02, et j'ai commencé les expériences telles que décrites en première partie de la logique sans hic. . . et c'est là qu'est le hic ET le casse-tête chinois. J'ai lu, fait, relu, refait, tout analysé. J'ai changé cinq fois de circuits intégrés. Même résultat. Je m'explique! [. . .]

Robert Lambert
45160 OLIVET

Suit l'explication détaillée d'une énigme due d'après notre ami lecteur à une incohérence entre les explications de la page 54 d'ELEX n°1 et les indications fournies par une LED commandée sur la platine DIGILEX par un 74LS00. N'avez-vous donc pas remarqué que vous confondiez un opérateur ET (7408 par exemple) et l'opérateur NON-ET (7400) ? Vous semblez, au moment d'écrire votre lettre, n'avoir pas encore très bien fait la différence entre le 7432, opérateur OU dont la sortie est à 1 quand l'une ***OU*** *l'autre entrée est elle-même à 1, et l'opérateur 7402 (NON-OU) dont la sortie est inversée par rapport à celle du 7432.*
Si nous citons votre lettre dans cette rubrique, ce n'est nullement par moquerie, mais parce qu'elle nous fournit l'occasion d'illustrer une idée bien connue des électroniciens chevronnés : face à un circuit qui ne fonctionne pas, il ne faut certes jamais baisser les bras, mais il ne faut pas oublier non plus que l'on risque de s'aveugler très vite en restant le nez collé dessus.
Prenez de la distance par rapport à vos pannes, abandonnez les recherches pendant quelques jours puis revenez-y l'esprit dégagé ! Les résultats d'une telle démarche sont souvent époustouflants.

Je peux fournir à votre lecteur de Montreuil/Mer une documentation lui permettant de fabriquer une bobineuse pour ses «nid d'abeille».
De la part d'un prof de physique, avec mes sincères salutations

Claude MOURNET
10bis, rue Lavoisier
24 100 BERGERAC

Bravo et merci ! Monsieur Stockman s'était adressé à nous pour trouver des bobines d'accord pour les postes de TSF qu'il construit avec ses élèves. Sa demande avait été répercutée dans ELEXPRIME du n°4 d'ELEX. Est-il nécessaire de rappeler que pour ce genre d'échanges, la plus grande efficacité est obtenue sur le forum du serveur d'ELEX accessible 24h sur 24 par MINITEL (3615 code ELEX) ?

Je désire m'abonner à votre revue ELEX à partir du n°5. Pouvez-vous également me faire parvenir le n°1 que je n'ai pas trouvé en librairie (. . .). Votre revue est formidable, mais il y manque les dessins des circuits imprimés.

Gérard MACHET
51210 MONTMIRAIL

Nous recevons beaucoup de lettres comme celle de Monsieur Machet, c'est-à-dire un petit mot gentil au moment de l'abonnement, assorti d'une demande d'anciens numéros et parfois d'une remarque sur les tracés de circuits imprimés. La diffusion des anciens numéros est assurée avec diligence par nos services. Demandez et vous serez servi. Inutile de persécuter votre buraliste, il (ou elle) renvoie les magazines du mois (s'il en reste) dès l'arrivée du numéro suivant, et le système de distribution dans lequel il (ou elle) opère n'a rien prévu pour la remise en circulation d'anciens numéros.
Les tracés de circuits imprimés, vaste et douloureuse question à laquelle il faudrait une réponse nuancée que nous résumerons ici en trois mots ! Il y aura bien sûr des tracés de platines dans ELEX (il y en avait déjà deux le mois dernier, un le mois d'avant), petit à petit et à petites doses, mais compte tenu du nombre élevé de schémas publiés l'accent restera mis sur le principe des platines expérimentales, peut-être moins gratifiant, mais tellement souple, rapide et économique.

Bravo, super, c'est bien, mais n'allez pas trop vite, vos élèves sont des débutants. A propos, les résistances ½, 1/4, 1/8, 1 et plusieurs watts, comment les distinguer ? [...] Vos photos d'implantation sur platine ELEX ne sont pas toujours très claires et surtout indiquez bien les points de testage sur vos schémas.
A part cela j'abonne le gamin qui fait électromécanique

Un père curieux et intéressé
signé illisible

PS: oui j'oublie, un système fiche de cuisine (vous connaissez) imprimé recto-verso pour les composants, ce serait pas mal. . .

Sur les résistances d'1 W et plus, la puissance est indiquée le plus souvent en clair, sur les autres il n'y a pas d'indication (la couleur du fond n'a pas de signification). Il faut demander, comparer, éventuellement faire des essais et garder quelques exemplaires de référence. Attention ! Ne vous fiez pas aveuglément à la taille des résistances pour en déterminer la puissance. Il existe divers types (couche de carbone, couche métallique, couche de verre, résistance bobinée) qui à puissance égale ont un encombrement variable selon le matériau. Nous y reviendrons bientôt dans ELEX.
En tous cas, merci p'pa. Persu l'idée des fiches cuisine, c'est m'man qui va être tentecon. N'empêche, t'imagines pas c'qu'il faut ramer pour faire des chifes comme celles que tu dis!

PDF Page Organizer - Foxit Software

ANALOGIQUE ANTI-CHOC

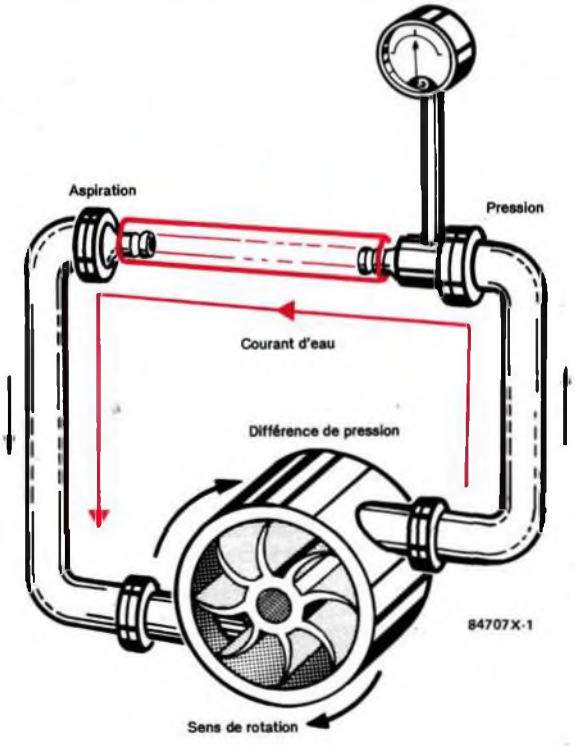
1er épisode

Ampère, Volta, Ohm et les autres

ANALOGIQUE ANTI-CHOC est le nom de cette nouvelle série consacrée à l'électronique analogique, qui vous conduira à travers l'univers des semi-conducteurs et des circuits à semi-conducteurs. Son but est non seulement de faciliter la compréhension de ces circuits, mais aussi de mettre en lumière les détails importants dans la conception de nouveaux schémas.
Ne fuyez pas, vous les anciens, les chevronnés, car un petit rafraîchissement des connaissances est toujours bon, surtout quand la présentation est simple et originale.

Le premier épisode introduit en bonne logique les grandeurs fondamentales de l'électronique : courant, tension et résistance, ainsi que la loi d'Ohm, autant de notions déjà abordées dans les précédents numéros d'ELEX, mais reprises ici à la demande générale sous forme d'un cours. Au boulot !

1



Si on compare souvent le courant électrique à de l'eau, c'est qu'ils ont une propriété commune : ils s'**écoulent**. La quantité qui s'écoule se mesure par un nombre, de litres par minutes (par exemple) pour l'eau, d'ampères (A) pour le courant électrique. Malheureusement «ampère» n'est guère parlant; nous voulons dire que l'unité de mesure de l'intensité -l'**ampère**- risque de ne pas représenter grand chose pour vous. Un ampère est la mesure d'un débit de 360 trillions (10^{12}) de charges négatives (des électrons) par minute. Mais serait-il sensé de parler d'un fusible de "trois-cent-soixante-mille-milliards-de-charges-élémentaires-par-minute" pour désigner un fusible de 10 A ?

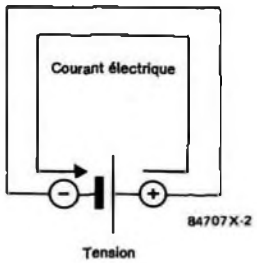
Nous nous livrerons à quelques expériences pour donner un corps à cette notion d'intensité. Le fusible de 10 A est un premier exemple. Les circuits électriques domestiques sont protégés par des fusibles de 10, 16, ou 25 A, chacun limitant le courant à sa valeur respective. Il circule dans une voiture des courants du même ordre de grandeur, bien que le circuit électrique soit totalement différent. Alors de quoi dépend donc le courant ?
Reportons-nous une fois de plus à l'analogie hydraulique. Une pompe (schématique) fait circuler l'eau dans un circuit conducteur (ici des tubes); il pourrait s'agir d'un circuit de chauffage. La pompe met l'eau sous pression à l'embout de droite. La conséquence est que l'eau circule. La pompe produit une **dépression** à l'embout de gauche, et l'eau y est **aspirée**. Le mouvement de l'eau est donc provoqué finalement par **la différence de pression** entre les deux embouts. La force du courant dépend de l'importance de cette différence de pression.

Une différence de potentiel s'appelle une **tension.**

Le phénomène électronique est tout-à-fait comparable. Pour qu'un courant s'écoule par un circuit (c'est toujours par un **circuit** que le courant s'écoule), il faut qu'il y ait une différence de "pression" électrique. On parle ici de différence de **potentiel**. Une différence de potentiel s'appelle une **tension**.
Les piles produisent une tension. La grandeur de la tension est déterminée par le type de pile (entre autres par le nombre d'éléments) et se mesure en **volts**, par exemple : 1,5 V, 3 V, ou 4,5 V.

PDF Page Organizer - Foxit Software

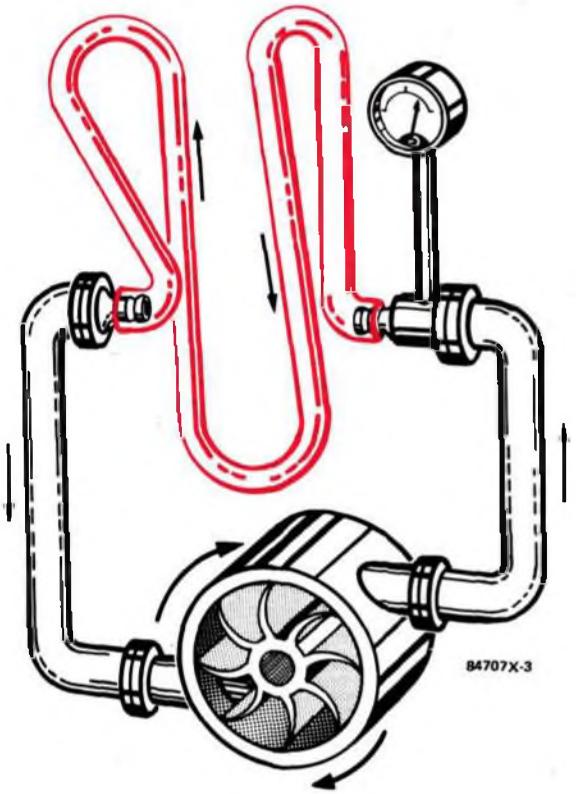
2



La **figure 2** montre schématiquement la constitution d'un circuit électrique. L'analogie avec le circuit hydraulique est évidente. Dans le circuit électronique, ce sont des fils de cuivre qui remplacent les tubes. Ces fils laissent passer le courant électrique. On les représente (comme les conducteurs en général, car d'autres métaux sont également conducteurs) par des lignes dans les schémas. Les composants électroniques sont représentés par des symboles simples (voir la rubrique "Composants").

L'importance du courant dépend de la "hauteur" de la tension. C'est pourquoi la tension est une caractéristique du danger que représente l'électricité. Le contact avec une source à faible tension ne provoque pas la circulation d'un courant important à travers le corps, et ne présente donc aucun danger. Les 220 V de la prise de courant produisent des courants qui peuvent être mortels; à plus forte raison de véritables hautes tensions. Les Normes Françaises fixent la limite des "basses tensions" à 48 V.

3



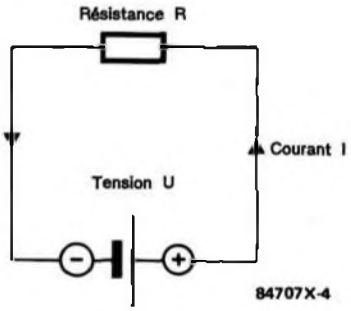
Un circuit constitué de tubes longs et fins freine la circulation de l'eau.

Le courant ne dépend pas seulement de la tension. C'est encore notre circuit hydraulique qui va nous permettre de le comprendre. Le circuit est court et constitué de tubes de forte section. La pompe va engendrer logiquement un fort courant, puisque les tubes opposent peu de résistance au passage d'une grande quantité d'eau. Il est logique aussi qu'un circuit long et constitué de tubes fins oppose plus de résistance et freine davantage la circulation de l'eau.

Le fil de cuivre oppose une résistance au passage du courant électrique, et freine d'autant plus le courant qu'il est long et fin. On a préféré inventer un symbole propre à la résistance plutôt que de la représenter dans les schémas par un trait plus fin que les autres. Paradoxalement, le symbole est court et large !

Comme il est fréquent dans les circuits électroniques d'avoir à opposer une résistance au passage du courant, on fabrique industriellement des composants qui présentent une résistance, et qu'on appelle aussi résistances. (*) Elles ne sont pas faites de fil de cuivre fin, mais de matériaux mauvais conducteurs de l'électricité, comme le carbone ou des alliages métalliques spéciaux. La résistance se mesure en **ohms** (Ω), et un nombre d'ohms plus grand caractérise une résistance plus grande au passage du courant.

4



Le circuit de la **figure 4** comprend donc une pile, deux fils de cuivre et une résistance. Plus la valeur de la résistance est élevée, moins il passe de courant, autrement dit plus la résistance freine le courant.

La loi d'ohm est parfaitement universelle

L'unité de résistance tient son nom de Georg Ohm, qui a mis en évidence le fait que le courant électrique dépend de la tension et de la résistance. Partant de là il a formulé la loi fondamentale de l'électrotechnique, la loi d'Ohm :

$I = U/R$

Ce qui signifie que le courant I (en ampères) est le quotient de la tension U (en volts) par la résistance R (en ohms).
Exemple : dans le circuit de la figure 4 la pile a une tension de 1,5 V, la résistance est de 100 Ω. On calcule le courant I comme suit :

$I = 1{,}5\ V/100\ \Omega = 0{,}015\ A = 15\ mA$

1. Que le vieux croûton qui écrit ces lignes persiste à appeler résistances, bien que la terminologie officielle prévoie de les affubler d'un "résistor", néologisme ridicule à plus d'un titre :
   - est-il utile d'inventer un mot pour dire que le résistor présente une résistance comme on dit que le condensateur possède une capacité, alors qu'on dit au théâtre que la claque fait la claque sans que cela prête à confusion avec les autres sens du mot claque ? Quel b... Madame Adèle, quel b... mon vieux Léon !
   - résisteur (déjà utilisé par certains) aurait été supportable. Parle-t-on du compressor d'un réfrigérator ? L'anglomanie a encore frappé.
- Papy, tu t'énerves !
- Je m'énerve pas, j'explique ! La T.S.F. marchait très bien avec des résistances !

PDF Page Organizer - Foxit Software

Le milliampère, ou mA, est le millième d'ampère.
La loi d'ohm est parfaitement universelle : supposons maintenant que la tension de la pile soit inconnue, et qu'il faille la déterminer sans voltmètre, mais qu'un ampèremètre soit disponible. Si nous connaissons la résistance, nous pouvons déterminer la tension par le calcul :

$I = U/R$ d'où $U = R.I$

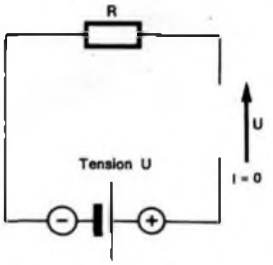
$U = 100\ \Omega . 0{,}015\ A = 1{,}5\ V$

C'est du reste ainsi que fonctionnent les appareils de mesure : une résistance connue et un ampèremètre sensible (milliampèremètre) sont connectés en série.
La troisième forme de la loi d'Ohm s'écrit :

$R = U/I$

C'est elle qui permet de déterminer la valeur de résistances inconnues : en mesurant le courant qui les traverse dans un circuit alimenté par une source de tension connue.
Dans des schémas plus compliqués, il faut bien considérer que les formules s'appliquent à la tension **aux bornes** de la résistance (chute de tension) et au courant **à travers** la résistance.
Si on enlève l'une des connexions, on obtient l'équivalent d'une résistance infinie. Comme (normalement) le courant ne circule pas dans l'air, il s'interrompt.

5

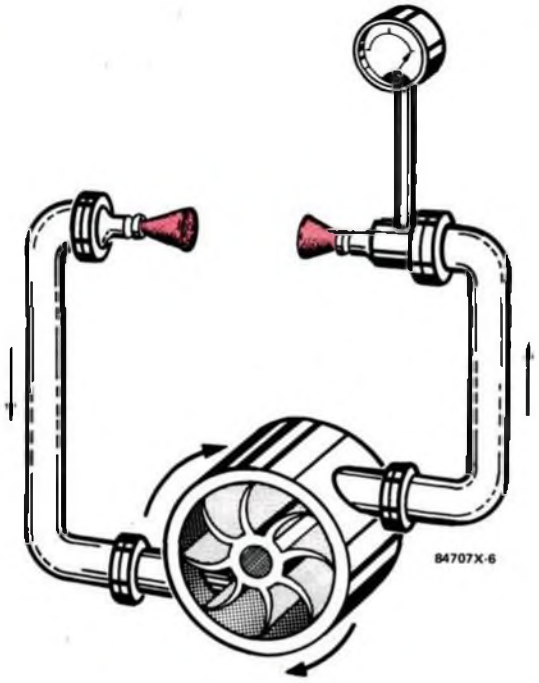


Examinons les tensions dans ce cas du circuit ouvert : l'extrémité inférieure de l'"ouverture" est reliée directement au pôle positif de la pile, l'extrémité supérieure est reliée par la résistance au pôle négatif. Aucun courant ne circule à travers la résistance, il n'y a donc pas de chute de tension :

$U = R.I = R.0\ A = 0\ V$

Autrement dit, c'est la tension de la pile, 1,5 V, qui règne aux bornes de l'"ouverture".
Il en va de même pour le circuit hydraulique : si on bloque le circuit, la pompe exerce toute sa pression sur les extrémités, que le tube fin soit encore connecté ou non.

6



Notons malgré tout une différence entre le circuit hydraulique et le circuit électrique : dans le circuit bouché, la pompe fournit son effort maximal car elle lutte contre une masse d'eau immobile; la pile, elle, est au repos dans un circuit ouvert.
Le schéma de la figure 2, au contraire, représente un court-circuit qui aura tôt fait de vider la pile, tant il lui demande de courant; alors que la pompe, dans le schéma de la figure 1, n'a aucune peine à maintenir en mouvement l'eau du circuit.

Passées ces considérations théoriques préalables, le prochain épisode nous conduira dans le domaine des semi-conducteurs.

OFFREZ-VOUS

LRC
LYON RADIO COMPOSANTS

UN MULTIMETRE DIGITAL
FONCTIONS:
AMPEREMETRE
CAPACIMETRE
DIODEMETRE
FREQUENCEMETRE
OHMEMETRE
TESTEUR LOGIQUE
TRANSISTOREMETRE
VOLTMETRE
POUR SEULEMENT
F 680,00

- KIT RECEPTION SATELLITE
- JEUX DE LUMIERE
- APPAREILS DE SONO
- APPAREILS DE MESURE
- ENSEMBLE DE SOUDURE
- OUTILLAGES
- COMPOSANTS ACTIFS
- COMPOSANTS PASSIFS
- LIBRAIRIE

Pour les fêtes chez LRC

LRC
46 QUAI PIERRE SCIZE - 69009 LYON - 78 39 69 69

PDF Page Organizer - Foxit Software

L'unité de mesure qui désigne la valeur des résistances est appelée **l'ohm** (symbole: Ω). La résistance, en tant que composant, limite l'intensité du courant qui la traverse; ceci provoque une chute de tension à ses bornes, c'est-à-dire que le potentiel est plus élevé à "l'entrée" qu'à "la sortie" de la résistance. Cette chute de tension sera d'autant plus importante que la valeur ohmique de la résistance est grande.
On utilise l'unité de mesure «ohm» également en d'autres circonstances. Dans le domaine du courant alternatif, on désigne certaines résistances, comme par exemple la résistance de la bobine d'une haut-parleur, par le terme «impédance», mais leur valeur est exprimée en ohms (l'ohm est une unité de mesure, donc un nom commun, bien que dérivé d'un nom propre, et il s'accorde par conséquent en prenant la marque du pluriel). On aura compris que l'impédance est la résistance au courant alternatif.
En courant alternatif, il y a d'autres composants comme les bobines et les condensateurs qui s'opposent plus ou moins au passage du courant. L'effet de ces composants sur le courant continu n'est pas du tout le même que sur le courant alternatif: un condensateur est comme un interrupteur ouvert pour le courant continu, et comme un interrupteur fermé pour le courant alternatif; une bobine ne s'oppose pratiquement pas du tout au passage du courant continu, ce qui n'est pas le cas pour le courant alternatif. On a donc eu raison d'utiliser deux mots différents pour désigner la résistance au courant continu (résistance) et la résistance au courant alternatif (impédance). On parle indifféremment d'ohm pour l'une et l'autre formes de résistance.
Dans la pratique il est important de tenir compte de l'impédance quand il s'agit d'adapter des haut-parleurs à un amplificateur. Lorsque dans les caractéristiques d'un amplificateur on lit: puissance nominale 50 W/4 Ω, cela signifie qu'il est indispensable de brancher des haut-parleurs de 4 Ω d'impédance pour obtenir la puissance maximale. Pour des haut-parleurs d'impédance plus élevée, par exemple 100 Ω, la tension de sortie de l'amplificateur est trop faible. Avec des haut-parleurs au contraire de trop faible impédance, l'étage de sortie de l'amplificateur sera surchargé. On remarquera néanmoins qu'une déviation modérée par rapport à l'impédance nominale est parfaitement tolérable (par exemple 8 Ω au lieu de 4 Ω).
On trouve également des indications en ohms dans la technique des antennes. Ces ohms-là n'ont plus aucun rapport avec les résistances sous forme de composant. On rencontre souvent la mention «75 Ω» sur les prises de raccordement des téléviseurs, des récepteurs-radio (il faut dire *syntoniseurs* et non plus *tlouneurs*, n'est-ce pas?)... Le technicien doit connaître et respecter ces valeurs afin d'assortir les éléments d'une installation.

Figure 1 - Non seulement sa puissance en watts (symbole: W) mais aussi son impédance en ohms (symbole: Ω) sont déterminantes pour le choix d'un haut-parleur.

Figure 2 - Pour que l'impédance des câbles d'antenne puisse être adaptée aux autres éléments d'une installation de réception, les valeurs ohmiques ont été normalisées. Les câbles coaxiaux ont une impédance de 50 Ω, 60 Ω ou 75 Ω. Leurs conducteurs sont concentriques, l'un étant le point chaud, l'autre faisant office de blindage.

Si leurs impédances respectives sont disparates, le rendement de l'ensemble sera médiocre. Il est très important que l'on veille à l'adaptation d'impédance des câbles de liaison entre antenne, téléviseurs et récepteurs-radio, sans omettre les amplificateurs ou filtres intermédiaires. Si lors d'une installation le technicien est contraint d'utiliser un câble qui a une impédance de 60 Ω pour y connecter un téléviseur ancien dont l'impédance est de 240 Ω, il sera obligé d'intercaler un adaptateur.

PDF Page Organizer - Foxit Software

CORNE DE BRUME

Le vent, le soleil, l'air marin, l'atmosphère du port, un géant des mers qu'on remorque dans le port et sa corne de brume qui salue la terre ferme de son bourdon puissant . . . En fait le rôle de cette corne géante est tout autre que poétique : malgré le radar et les techniques modernes de navigation, il est extrêmement important, dans des conditions de visibilité réduite, de se rendre repérable au son.

VUE D'ENSEMBLE

Tout modéliste un peu sérieux s'efforce de donner un maximum de réalisme à ses maquettes. Pour ce faire, les maquettes de bateaux comportent, entre autres choses, une corne de brume. Le montage qui la reproduit est relativement simple. Le schéma-bloc de la **figure 1** permet de distinguer quatre fonctions. Le bloc A, un multivibrateur astable, délivre un signal rectangulaire à basse fréquence (c'est-à-dire une fréquence audible). Pour rendre le son similaire à celui d'une corne de brume, le bloc B fournit un signal de bruit ou souffle (comme ce que l'on entend à la radio entre deux stations).

Les résistances effectuent le mélange de ces deux signaux et présentent le résultat au bloc C. Ce bloc remplit la fonction de filtre de bande en ne transmettant à l'amplificateur (bloc D) qu'une partie déterminée du signal mélangé présent à son entrée. C'est du haut-parleur raccordé à l'amplificateur que retentit le son prolongé de la corne de brume.

Le bloc D ne figure pas sur le schéma d'ensemble de la **figure 2**. Aucun amplificateur particulier n'est prévu; l'amplificateur universel d'ELEX ou tout autre amplificateur BF convient pour cet usage.

Le multivibrateur astable chargé de fournir le signal rectangulaire est construit autour de l'amplificateur opérationnel A1. L'oscillation est obtenue par une réaction de la sortie (broche 14) à l'entrée inverseuse (broche 13) : une portion du signal de sortie est réinjectée sur l'entrée; le condensateur C1 y joue aussi un rôle. Il se charge par R2 et D2 quand la sortie est positive. Lorsque la tension sur C1 atteint une valeur déterminée, l'amplificateur opérationnel bascule et sa sortie devient négative. Le condensateur se décharge alors par D1 et R1, jusqu'au moment où, le seuil inférieur atteint, la sortie de l'amplificateur opérationnel redevient positive.

Cette oscillation se répète continuellement, créant ainsi les impulsions rectangulaires. Le potentiomètre P1 permet de régler la fréquence du phénomène de basculement dans des limites définies.

LA DIFFÉRENCE DE VALEUR DES RÉSISTANCES DE RÉACTION R1 ET R2 DÉTERMINE POUR C1 DES TEMPS DE CHARGE ET DE DÉCHARGE DIFFÉRENTS, CE QUI EXPLIQUE LA DISSYMÉTRIE DU SIGNAL RECTANGULAIRE : L'ALTERNANCE POSITIVE ET L'ALTERNANCE NÉGATIVE SONT DE DURÉES INÉGALES

La différence de valeur des résistances de réaction R1 et R2 détermine pour C1 des temps de charge et de décharge différents. D'où la dissymétrie du signal rectangulaire : l'alternance positive et l'alternance négative sont de durées inégales (**figure 3**).

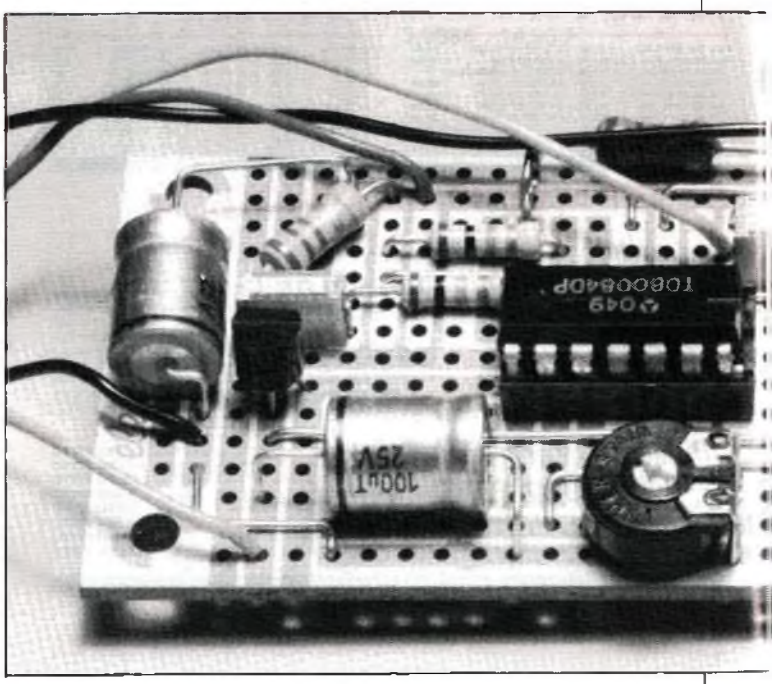
LE BRUIT BLANC

La source de souffle du circuit est le transistor T1, mis en oeuvre d'une façon un peu particulière. Dans ce montage on tire profit d'une caractéristique indésirable en général : le bruit intrinsèque des semi-conducteurs. Dans le souffle ou bruit blanc, toutes les fréquences audibles sont présentes sinon en même temps au moins de façon indifférenciée. Cependant l'amplitude du souffle obtenu est si faible (10 . . .100 mV) qu'une amplification est absolument nécessaire. C'est l'amplificateur opérationnel A2 qui s'en charge. L'amplitude du souffle à sa sortie est suffisante pour l'utilisation qui suit.

Le mélange du signal rectangulaire et du signal de souffle est effectué par les résistances R6 et R7. La résistance R7 détermine dans quelle mesure le signal de souffle couvre le signal rectangulaire. Si la proportion de souffle dans le son de la corne de brume vous paraît trop faible, vous pouvez l'augmenter en affectant à R7 une valeur inférieure (100 kΩ par exemple). C'est le moyen pour chacun de déterminer sa propre sonorité.

Le signal résultant du mélange comporte encore des fréquences qui ne conviennent pas pour imiter le timbre réel d'une corne de brume. Il faut donc les filtrer. C'est le rôle du filtre de bande construit autour de l'amplificateur opérationnel A3. Les fréquences situées au-dessus et en-dessous d'une valeur déterminée sont bloquées. La fonction de transfert est représentée schématiquement par la **figure 4**. La fréquence de coupure inférieure est f_i, la fréquence de coupure supérieure est f_s.

LE SIGNAL À LA SORTIE D'A3 (BROCHE 1) A SON AMPLITUDE MAXIMALE QUAND LE FILTRE DE BANDE EST ATTAQUÉ À SA FRÉQUENCE DE RÉSONANCE F_R. DANS CE CAS, LE FILTRE RÉSONNE LITTÉRALEMENT ET AU-LIEU D'ATTÉNUER LE SIGNAL:, IL EN ACCENTUE L'AMPLITUDE



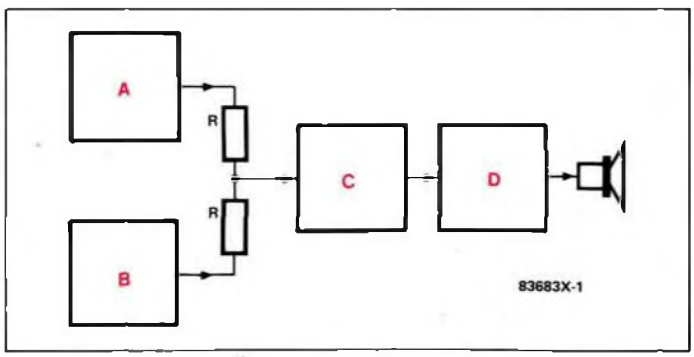


Figure 1. La corne de brume est constituée de seulement quatre blocs fonctionnels : A = oscillateur rectangulaire, B = générateur de souffle, C = filtre de bande, D = amplificateur final.

PDF Page Organizer - Foxit Software

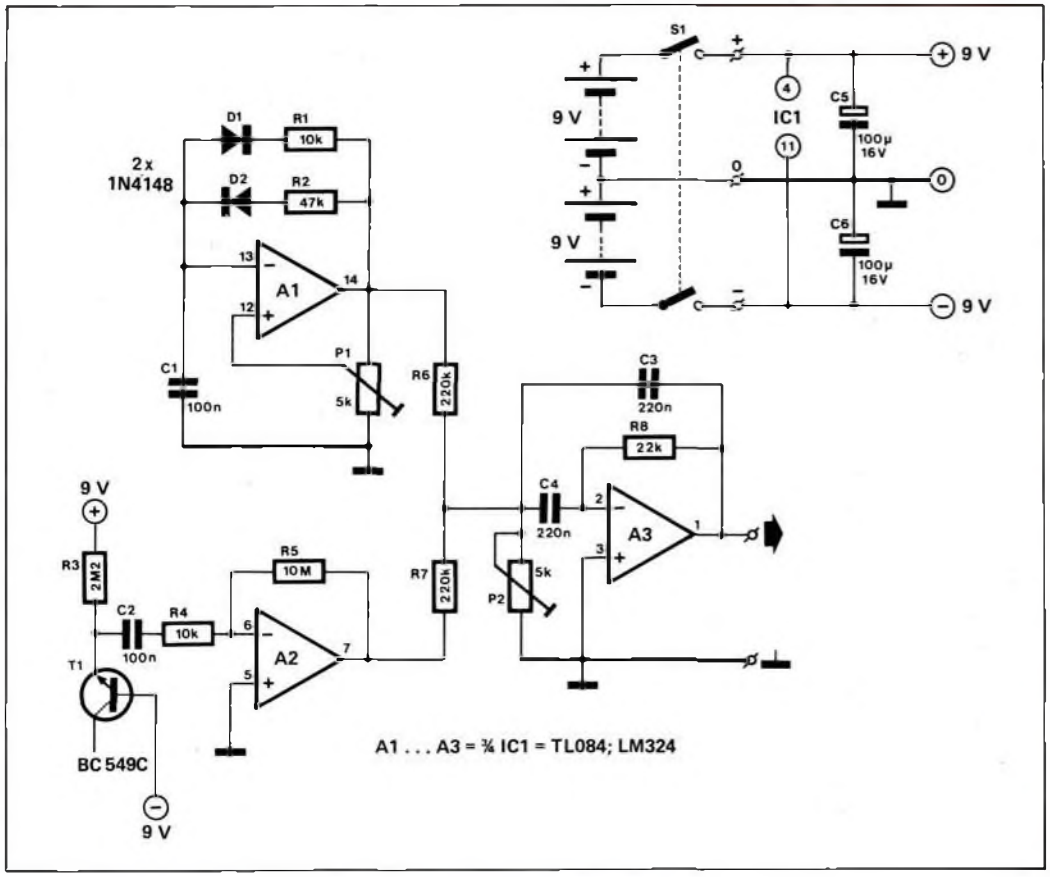
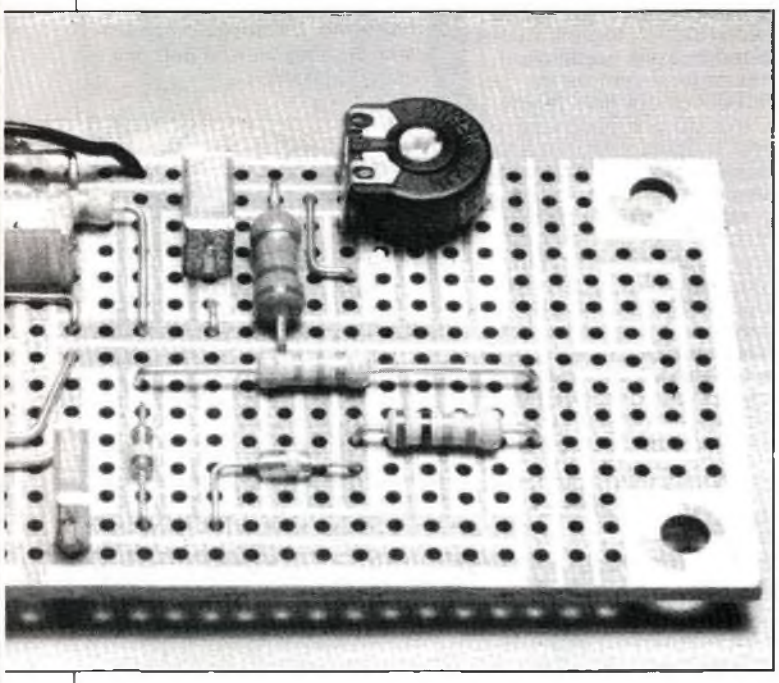


Figure 2. La source de bruit construite avec T1 fournit le souffle nécessaire à la reproduction fidèle du son de la corne de brume. Le signal de souffle est superposé au signal rectangulaire et appliqué à l'entrée d'un filtre de bande, qui ne transmet de la bande de fréquences que la plage correspondant à la corne de brume.

Composants de la corne de brume.
R1,R4 = 10 kΩ
R2 = 47 kΩ
R3 = 2,2 MΩ
R5 = 10 MΩ
R6,R7 = 220 kΩ (pour R7, voir texte)
R8 = 22 kΩ
P1,P2 = 5 kΩ (résistances variables)
C1,C2 = 100 nF
C3,C4 = 220 nF
C5,C6 = 100 µF/16 V
D1,D2 = 1N4148
T1 = BC 549C
IC1 = TL 084 (ou LM 324)

Il vous faudra en plus :
S1 = interrupteur marche-arrêt bipolaire
1 platine d'expérimentation de format 1
2 coupleurs de pile 9 V
éventuellement 5 picots à souder (1,2 mm)
1 amplificateur avec haut parleur
1 résonateur (éventuellement un tube de carton de 30 cm environ)
accessoires de montage (vis, fil, etc.)



Le signal à la sortie d'A3 (broche 1) a son amplitude maximale quand le filtre de bande est **attaqué à** sa fréquence de résonance f_R. Dans ce cas, le filtre résonne littéralement et au-lieu d'atténuer le signal, il en accentue l'amplitude. C'est comme quand vous chantez sous la douche dont les murs lisses réverbèrent les vibrations émises par votre pharynx et vous donnent la voix d'un Caruso ou d'un Johnny (biffez la mention qui ne convient pas). La fréquence de résonance du filtre est fixée ici par le potentiomètre P2.

Les potentiomètres P1 et P2 permettent de donner au son différentes colorations. Le choix du réglage définitif est purement une question de goût.

Deux piles compactes de 9 V sont nécessaires pour l'alimentation. Elles sont montées en série, pour fournir deux tensions d'alimentation : l'une positive et l'autre négative.

CONSTRUCTION

L'ensemble du circuit de la figure 2 tient sur une platine d'expérimentation de format 1 (**figure 5**). L'implantation se fait dans l'ordre connu : ponts en fil, support de circuit intégré, résistances, diodes, condensateurs et transistor.

Composants de l'amplificateur universel
R1 = 1,2kΩ
R2 = 10 Ω
P1 = 10 kΩ
C1 = 1 µF/25 V
C2 = 10 µF/25 V
C3 = 100 nF
C4 = 220 µF/25 V
C5 = 10 µF/25 V
C6 = 47 nF
IC1 = LM 386N
HP = 8 Ω/1 W

Divers :
1 support de CI (DIL 8 broches)
1 platine ELEX format 1
boîtier, prises, accessoires selon les besoins

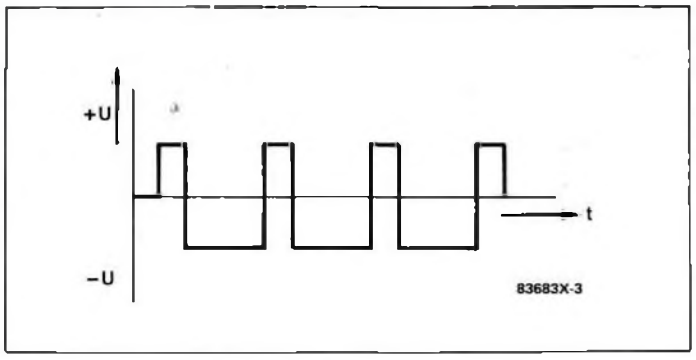


Figure 3. Le signal rectangulaire produit par le multivibrateur astable est dissymétrique. C'est-à-dire que l'alternance positive et l'alternance négative sont de durées différentes.

PDF Page Organizer - Foxit Software

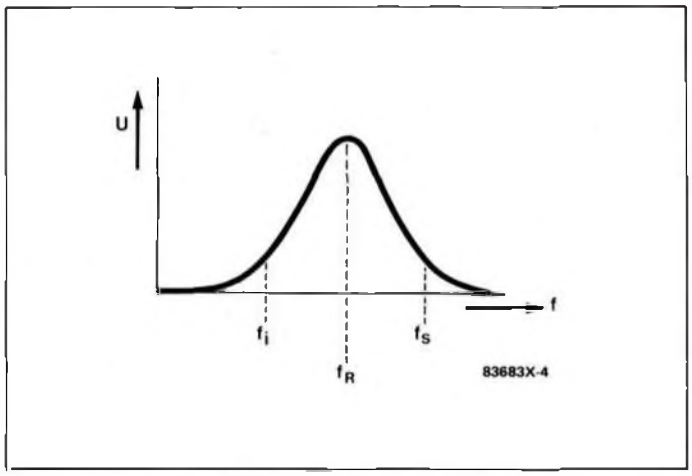


Figure 4. La courbe caractéristique d'un filtre de bande est telle que les fréquences supérieures et inférieures à une plage déterminée sont filtrées. Le maximum d'amplitude correspond à la fréquence de résonance.

Les fils des coupleurs de piles à pression peuvent être soudés directement à la platine, c'est valable aussi pour le raccordement à l'amplificateur. Bien sûr rien ne s'oppose à l'interposition de picots à souder.

Lors de l'implantation des diodes D1 et D2, et des condensateurs C5 et C6, veillez à respecter leur polarité. La broche de collecteur de T1 ne doit pas être soudée. Le mieux est de la sectionner au ras du boîtier, tout simplement. La dernière opération consiste à insérer le circuit intégré dans son support. Le repère de la broche 1 doit pointer vers R2. Ensuite les curseurs de P1 et P2 seront disposés à mi-course.

C'en sera fini après une vérification visuelle : raccorder l'amplificateur de sortie et l'alimentation. Le montage doit produire immédiatement un son ressemblant à une corne de brume, et variant suivant la position des curseurs de P1 et P2. Si c'est le cas, tout est en ordre et l'installation dans la maquette de bateau peut commencer. Sinon c'est le "*troubleshooting*" qui doit commencer, c'est-à-dire la chasse aux nouilles.

LA CHASSE AUX NOUILLES

Dans le pire des cas, le montage ne produit aucun son. Il y a à cela plusieurs causes possibles : la polarité de l'alimentation est inversée, l'entrée de l'amplificateur final est mal raccordée à la sortie du circuit, l'amplificateur final n'est pas alimenté, IC1 est monté à l'envers... Si le montage produit un signal mais que le souffle est trop faible, la faute peut en incomber au transistor. Essayez-en un ou plusieurs autres. Les anciens transistors, du genre BC109, soufflent plus fort que les types modernes. Si le signal produit ressemble peu à une corne de brume, il se peut que la polarité des diodes D1 et D2 ait été inversée.

Il ne s'agit là que de quelques-unes des causes possibles de mauvais fonctionnement; il en existe bien d'autres. Continuez votre (en)quête jusqu'à ce que le circuit fonctionne. Pensez aussi aux gouttes de soudure qui provoquent des courts-circuits ! Pour tirer une bonne sonorité de la corne de brume, il faut prévoir un résonateur suffisant. Le mieux adapté est un tube de carton d'environ trente centimètres de long, comme on en utilise pour les envois par la poste. On le place simplement devant le haut-parleur. Il se peut aussi que la coque du bateau elle-même constitue un résonateur suffisant.

RESTE LA QUESTION DE SAVOIR COMMENT FAIRE RETENTIR LA CORNE DE BRUME SANS AVOIR À NAGER DERRIÈRE LE BATEAU POUR ACTIONNER L'INTERRUPTEUR

Reste la question de savoir comment faire retentir la corne de brume sans avoir à nager derrière le bateau pour actionner l'interrupteur. Sur un modèle télécommandé, il vous reste sûrement un canal libre pour actionner la corne de brume. Une autre solution possible consisterait à disposer le poussoir S1 dans le bateau de telle façon qu'il soit fermé pour une position déterminée du gouvernail. Dans ce cas bien sûr, la corne de brume retentirait et s'arrêterait brutalement. Or le son d'une vraie corne de brume croît et décroît lentement. C'est réalisable électroniquement, mais au prix d'une complication déraisonnable du circuit.

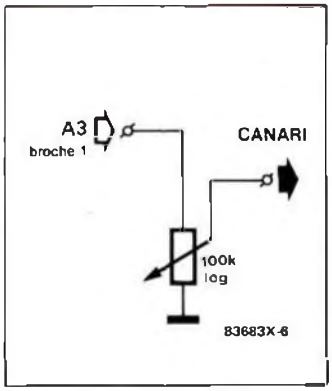


Figure 6. Un potentiomètre auxiliaire intercalé entre la sortie du montage et l'entrée de l'amplificateur, actionné mécaniquement, donnera plus de réalisme à la corne de brume.

Pour les pinailleurs, il existe une solution mécanique à ce problème. Un potentiomètre supplémentaire est nécessaire (100 kΩ, logarithmique), câblé entre la sortie du montage et l'entrée de l'amplificateur final (**figure 6**). L'axe du potentiomètre sera relié mécaniquement à la barre pour que, le bateau allant en ligne droite, le curseur se trouve à la masse : pas de corne de brume sur l'eau. Chaque mouvement du gouvernail tourne le potentiomètre et la corne de brume retentit d'autant plus fort que le gouvernail dévie plus. Cette solution est destinée aux maniaques. Mais quel vrai modéliste ne l'est pas ?

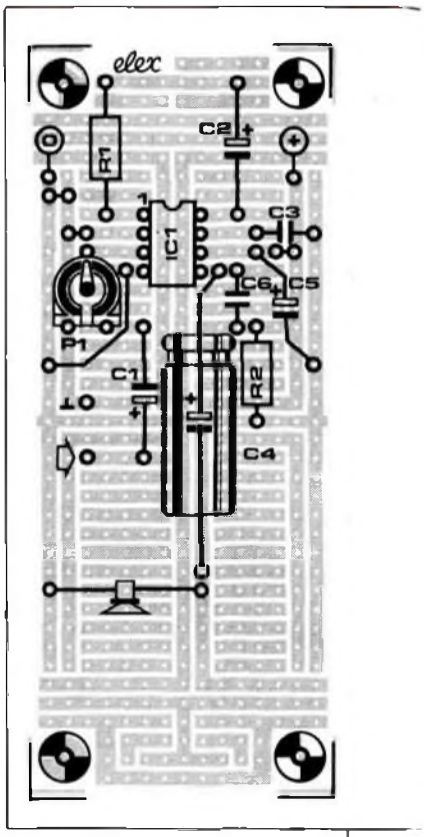


Figure 5. L'implantation des composants ne pose aucun problème. La broche de collecteur du transistor ne doit pas être soudée.

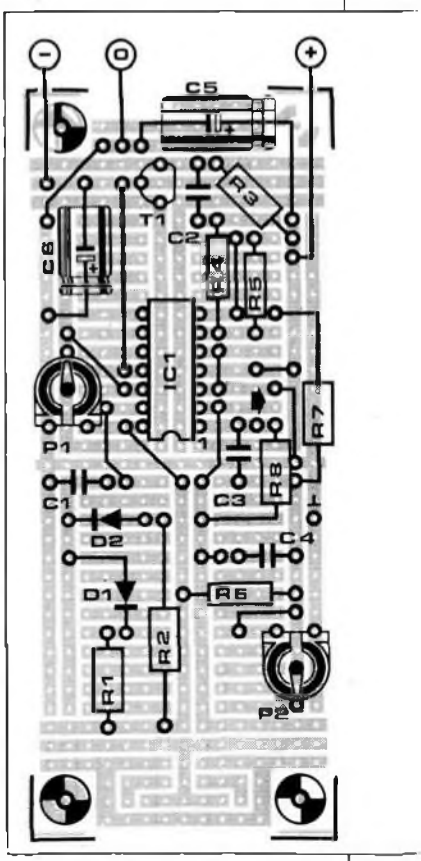
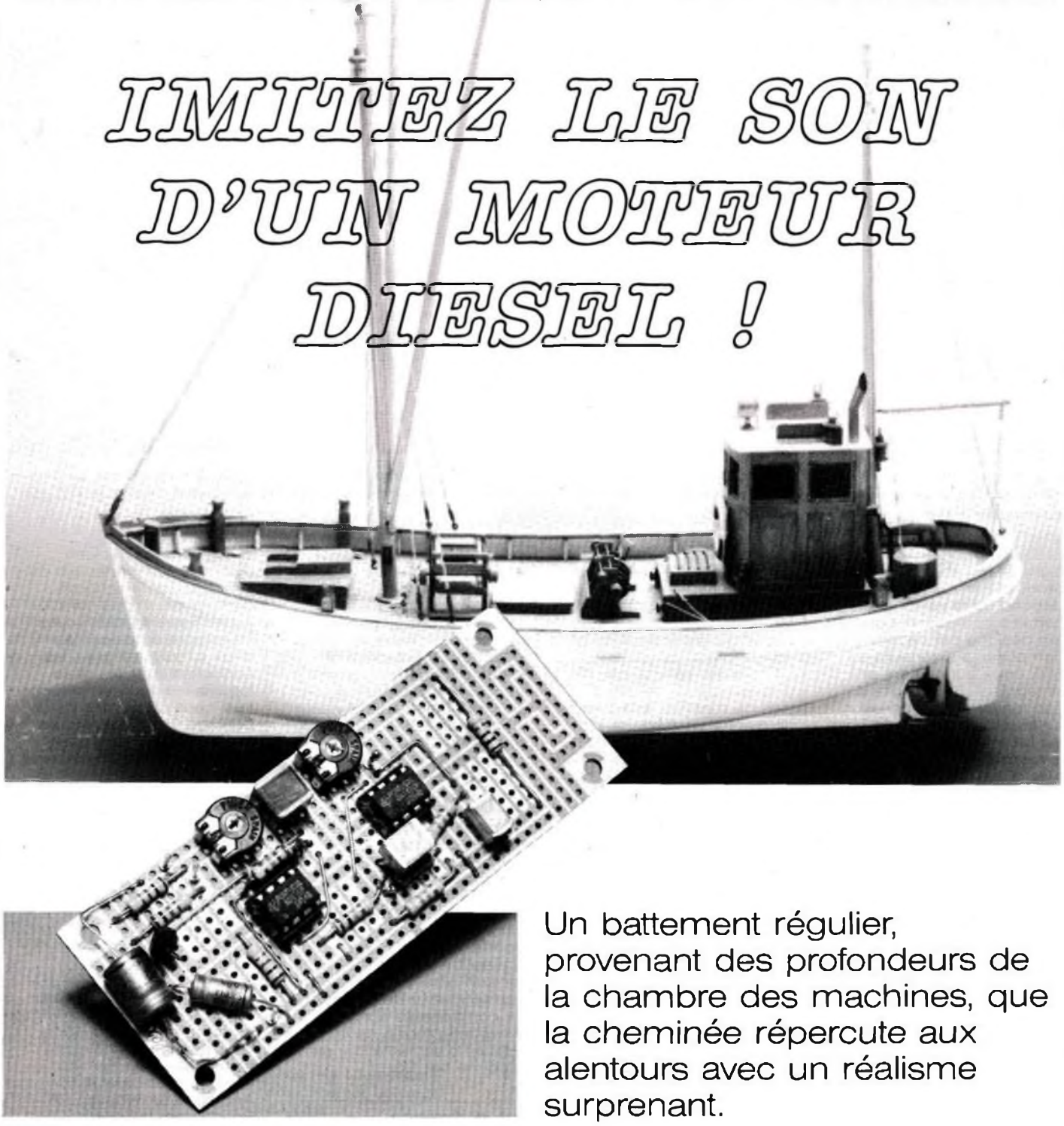


Figure 7. Cette illustration montre à nouveau l'implantation des composants de notre amplificateur universel. On raccorde simplement son entrée à la sortie du circuit "corne de brume".

PDF Page Organizer - Foxit Software

BRUITAGE ÉLECTRONIQUE POUR MODÉLISME

IMITEZ LE SON D'UN MOTEUR DIESEL !



Un battement régulier, provenant des profondeurs de la chambre des machines, que la cheminée répercute aux alentours avec un réalisme surprenant.

Figure 1 - Le réalisme de votre modèle réduit téléguidé sera nettement amélioré si un bruit de moteur approprié accompagne sa course et ses manoeuvres.

Voici le générateur du bruit d'un moteur diesel assemblé sur une platine de format 1. Si vous lui associez un amplificateur de sortie, un CANARI par exemple, les deux circuits de format identique peuvent être superposés (utilisez des entretoises).

Pas de panique, nous n'avons pas changé de camp. Nous ne vous proposons ici ni nouveau carburant, ni moteur diesel pour votre bateau modèle réduit. Notre ambition est seulement de donner au moteur électrique de votre bateau, le son d'un vrai diesel.
En avant, toute !
Le rythme du "touc-touc-touc" s'accélère quand le régime du moteur est au maximum, tandis qu'il ralentit si vous réduisez la vitesse. Pas étonnant, puisque c'est la tension appliquée au moteur qui détermine le rythme du bruit du moteur. Mais là ne s'arrête pas notre souci de réalisme. Vous pouvez également choisir la coloration du bruit de votre diesel, son timbre : un bateau de pêche, un cabinier racé et un tanker de 300.000 tonneaux ne font pas le même bruit. Une petite retouche à un potentiomètre de réglage et déjà le bruit de votre caboteur devient celui d'un gros bananier.

LE CIRCUIT

Les lecteurs attentifs reconnaîtront de suite deux des composants principaux du montage. D'abord le circuit intégré 555, câblé en générateur de signaux rectangulaires, ensuite un filtre actif basé sur l'amplificateur opérationnel 741. Par contre nous n'avons pas encore utilisé de transistor à effet de champ (T1) jusqu'ici dans

PDF Page Organizer - Foxit Software

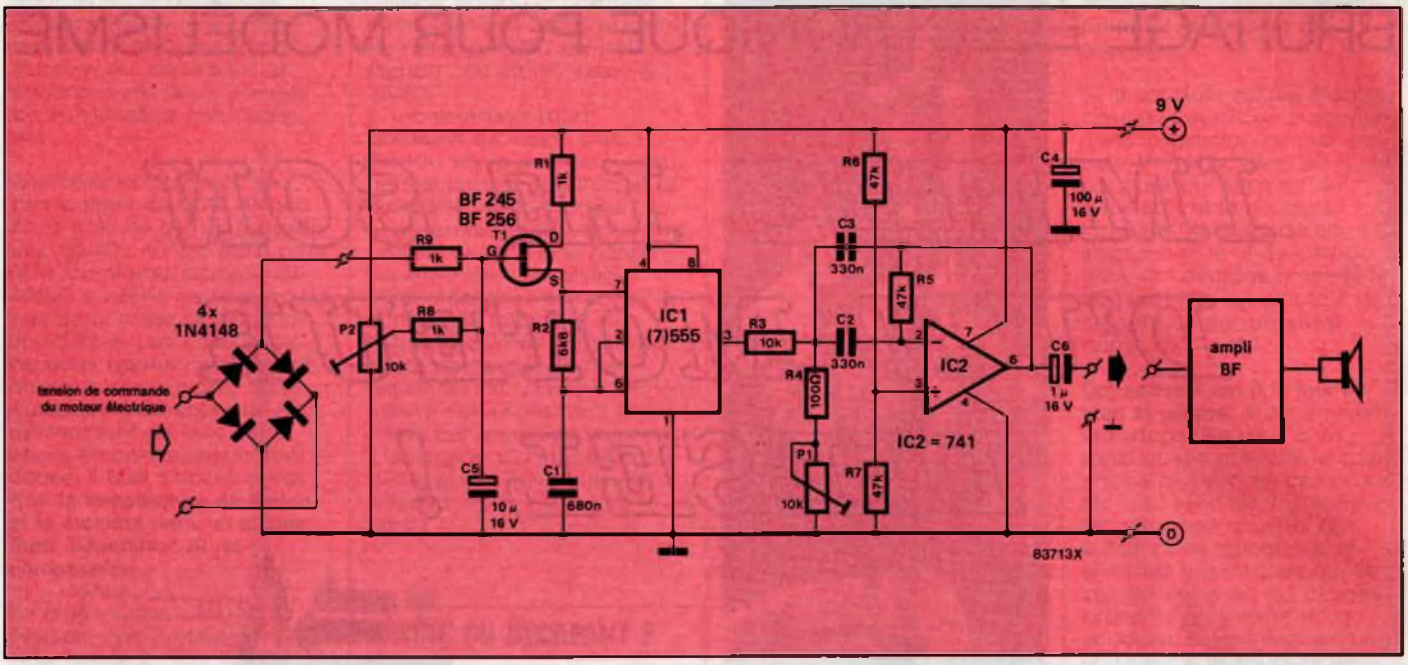


Figure 2 - Schéma général du générateur de bruit, sans amplificateur de sortie. Le temporisateur 555 produit les impulsions qui font entrer le filtre passe-bande en résonnance. La tension du moteur de propulsion est transmise au transistor à effet de champ (T1) qui commande le rythme du bruit du moteur.

ELEX. La fréquence des signaux rectangulaires produits par IC1 (555) dépend de la valeur de certains composants discrets (on désigne par ce terme les composants extérieurs au 555, ceux qui ne sont pas «intégrés») : la capacité du condensateur C1, la valeur de la résistance placée entre les broches 6 et 7 *ainsi que la résistance du circuit qui relie la broche 7 au pôle positif de l'alimentation.*

La fréquence des impulsions dépend donc de la résistance de la jonction drain-source du FET T1. Cette résistance n'est pas constante car elle dépend elle-même de la tension appliquée à la grille (G). On voit que **le transistor à effet de champ est employé ici comme résistance variable dont la valeur est commandée par la valeur de la tension de grille**. Celle-ci reçoit par l'intermédiaire de R9, la tension variable appliquée au moteur. **La fréquence du "touc-touc-touc" dépend donc du régime du moteur électrique**. Grâce à P2, la tension de seuil de la grille est réglable, ce qui permet de modifier le bruit du ralenti du moteur.

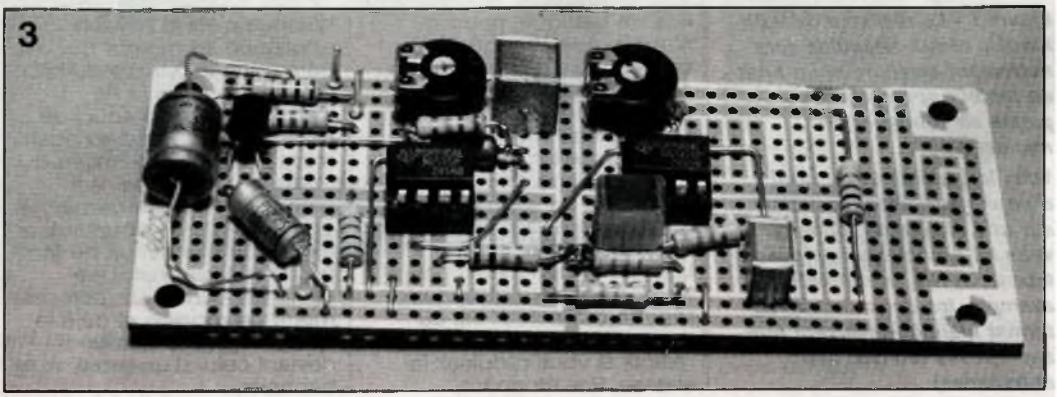
Autour de l'amplificateur opérationnel IC2 on a construit un filtre passe-bande à contre-réaction multiple. Le signal de sortie est réinjecté dans l'entrée inverseuse à travers la résistance R3, et à travers le condensateur C3. Pour expliquer ce qui se passe dans ce filtre, nous devrions nous lancer dans des développements mathématiques dont vous n'apprécieriez peut-être pas toute la saveur. Ce qu'il faut savoir au sujet d'un filtre passe-bande, c'est qu'il favorise le passage de certaines fréquences et qu'il en atténue d'autres, et certaines à un point tel qu'il les arrête carrément. Dans le circuit du générateur du bruit d'un moteur diesel, les valeurs des résistances et condensateurs ont été choisies de manière telle que le filtre entre en résonnance sur certaines fréquences. L'amortissement très rapide de cette oscillation (qui disparaît donc presqu'aussi vite qu'elle est apparue) rend ce bruit très caractéristique, mais difficile à décrire. En tous cas le phénomène de la résonnance d'un filtre (utilisé notamment pour produire les sons percussifs en électronique musicale) est apparenté à celui de la résonnance d'une corde de guitare. Vous pincez la corde pour l'exciter, puis vous la relâchez et le son s'éteint rapidement. Bien entendu, le son produit par notre circuit ne ressemble en rien à celui d'une guitare. Heureusement d'ailleurs!

Revenons au schéma sur lequel nous identifions les composants qui déterminent les caractéristiques du filtre passe-bande : C2, C3, R4, P1 et R5. Ceux d'entre vous qui sont d'une nature curieuse pourront choisir d'autres valeurs pour ces composants et comparer les effets obtenus. Le potentiomètre de réglage P1 permet de choisir la couleur du timbre du son de votre bateau. Le diviseur de tension R6/R7 détermine le point de fonctionnement de l'amplificateur opérationnel, c'est-à-dire sa tension de sortie (broche 6 de IC2), en l'absence de signal d'entrée. Le signal rectangulaire du 555 parvient au filtre par la résistance R3. Les fronts raides de ce signal constituent des impulsions qui provoquent l'excitation du filtre passe-bande. Le condensateur C6 laisse passer uniquement la tension alternative vers l'amplificateur de puissance. La composante continue (environ la moitié de la tension d'alimentation) est bloquée par C6.

AU CHANTIER !

Tous les composants du circuit tiennent sur une plaquette expérimentale de format 1. Sur le schéma d'implantation des composants (**figure 4**) vous voyez clairement où placer les deux circuits intégrés, les condensateurs, les résistances, les deux potentiomètres, sans oublier les fils de pontage. Les deux circuits intégrés ne doivent pas nécessairement être insérés dans des supports :ils sont moins sensibles aux mauvais traitements que beaucoup d'autres puces (Attention! La sortie d'un 555 supporte mal les courts-circuits). Il faut en tous cas veiller à ce que leur orientation soit correcte. L'encoche de ces deux composants doit être du côté du transistor T1

N'importe quel petit amplificateur à piles peut être utilisé pour fournir au haut-parleur la puissance qui lui est nécessaire. Le mini-amplificateur **CANARI** (Circuit Amplificateur Nouveau A Rendement Immodéré) que nous avons publié dans le numéro de novembre, est particulièrement indiqué ici.



PDF Page Organizer - Foxit Software

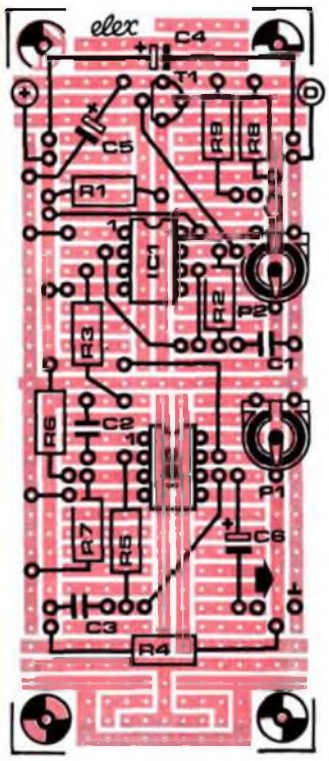


Figure 4 - Schéma d'implantation des composants du générateur de bruit "diesel".

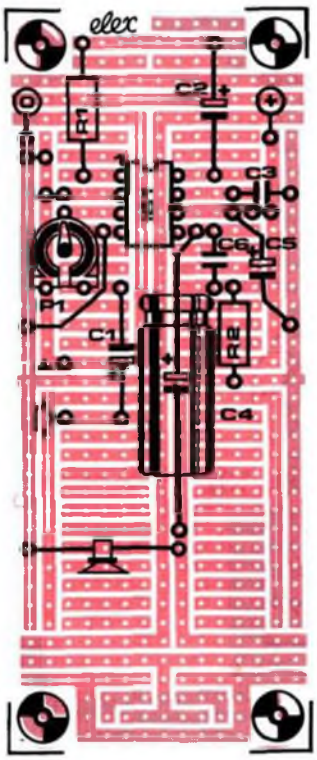


Figure 5 - Voici encore le CANARI, ce mini-amplificateur de puissance universel aux maxi performances déjà décrit dans ELEX. L'entrée de cet amplificateur est simplement raccordée à la sortie du générateur de bruit.

Liste des composants Générateur de bruit

R1,R8,R9 = 1 kΩ
R2 = 6,8 kΩ
R3 = 10 kΩ
R4 = 100 Ω
R5,R6,R7 = 47 kΩ
P1,P2 = 10 kΩ var.
C1 = 680 nF
C2,C3 = 330 nF
C4 = 100 µF/16 V
C5 = 10 µF/16 V
C6 = 1 µF/16 V
T1 = BF256
IC1 = (7)555
IC2 = 741

Divers:
1 platine expérimentale de format 1

Pour ceux qui n'auraient pas réussi à se procurer ce numéro d'ELEX, nous publions une fois encore le schéma d'implantation des composants (**figure 5**) ainsi que la liste de ces composants.

A l'intérieur du bateau, les circuits électroniques doivent évidemment être placés à l'abri des projections d'eau. Les haut-parleurs supportent difficilement les douches, qu'elles soient chaudes ou froides. D'autres indications pratiques pour le montage des circuits dans le bateau n'ont guère de sens car la taille et la structure interne diffèrent d'un bateau à l'autre. Le réglage du circuit n'offre aucune difficulté. A l'aide de P2 vous réglez le régime du ralenti et à l'aide de P1 vous choisissez la couleur du timbre du son produit. La plage de réglage de P1 permet de choisir un son qui va du roulement de tambour au battement sourd du gros cargo (à condition que le haut-parleur soit à même de les reproduire).

Liste des composants amplificateur universel CANARI

R1 = 1,2 kΩ
R2 = 10 Ω
P1 = 10 kΩ
C1 = 1 µF/25 V
C2 = 10 µF/25 V
C3 = 100 nF
C4 = 220 µF/25 V
C5 = 10 µF/25 V
C6 = 47 nF
IC1 = LM386N
HP = 8 Ω/1 W

Divers:
1 support pour circuit intégré DIL à 8 broches
1 platine d'expérimentation de format 1; 40 mm x 100 mm

LEADER DE L'ELECTRONIQUE PAR CORRESPONDANCE

Vous propose en kit les réalisations décrites dans ELEX !

Nos kits ne comprennent que du matériel professionnel pour un fonctionnement sûr. Des supports de circuits intégrés sont fournis si nécessaires. Par contre, le circuit imprimé est à prévoir en sus, ainsi que le coffret éventuel

	REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	CIRCUIT IMPRIMÉ A PREVOIR
ELEX n° 1			
Testeur de continuité	101.8580	58,00 F	①
Sirène de vélo	101.8581	70,00 F	①
Testeur de transistors	101.8582	50,50 F	①
Alimentation stabilisée 0 à 15 V	101.8583	345,00 F	④
Balance pour auto-radio	101.8584	51,00 F	
Commande de plafonnier	101.8585	41,00 F	①
ELEX n° 2			
Gradateur pour lampe de poche	101.8586	20,00 F	①
Minuteur de bronzage	101.8587	85,00 F	②
Ressac électronique	101.8588	22,00 F	①
Ohmmètre linéaire	101.8589	143,00 F	①
Gyrophare de modèle réduit	101.8590	32,00 F	①
Etage d'entrée pour multimètre	101.8591	32,00 F	①
Chargeur d'accus universel	101.8592	174,00 F	①
Platine d'expérimentation DIGILEX	101.8593	186,00 F	④
ELEX n° 3			
Minuterie électronique	101.8594	54,00 F	①
Testeur de polarité	101.8595	22,00 F	①
Arrosage automatique	101.8596	53,00 F	①
Décade de résistance	101.8597	165,00 F	
Thermomètre	101.8598	126,00 F	①
Décade de condensateurs	101.8599	142,00 F	
ELEX n° 4			
Amplificateur de poche	101.8610	36,50 F	①
Compte tours (avec galva)	101.8611	123,50 F	①
Mini amplificateur TDA 2003	101.8612	38,50 F	①
Régulateur de vitesse pour mini-perceuse	101.8613	216,00 F	②
ELEX n° 5			
Variateur de vitesse pour caméra	101.8614	65,00 F	①
Alimentation universelle	101.8615	184,00 F	②
Traceur de courbes pour transistors	101.8616	25,00 F	⑤
Relais temporisé	101.8617	68,00 F	①
Touche à effleurement	101.8618	52,50 F	②
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F	①

PRIX PAR QUANTITE : NOUS CONSULTER

CIRCUITS IMPRIMÉS ELEX	REF. SELECTRONIC	PRIX
① Platine n° 1 40 x 100 mm	101.8485	23,00 F
② Platine n° 2 80 x 100 mm	101.8486	38,00 F
③ Platine n° 3 160 x 100 mm	101.8487	60,00 F
④ Platine DIGILEX	101.8488	88,00 F
⑤ Platine EPS 886087	101.8489	47,60 F

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Règlement à la commande : Commande inférieure à 700 F : ajouter 28,00 F forfaitaire pour frais de port et emballage.

Commande supérieure à 700 F : port et emballage gratuits.

- Règlement en contre-remboursement : joindre environ 20 % d'acompte à la commande. Frais en sus selon taxes en vigueur.

- Colis hors normes PTT : expédition en port dû par messageries.

Les prix indiqués sont TTC.

Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés

Selectronic

Expédition FRANCO contre 15 F en timbres-poste

TEL. 20.52.98.52

86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex

PDF Page Organizer - Foxit Software

CADENCEUR D'ESSUIE-GLACE

(POUR "DEUX-PATTES")

Si vous n'en avez pas dans votre voiture, vous pourriez écrire un roman sur ce que vous endurez.
Par temps de bruine ou de brouillard, vos essuie-glace battent sans arrêt. Un ou deux allers et retours suffisent à évacuer le peu d'eau qui vous gêne, après quoi les balais frottent sur du verre sec, ce qui produit des crissements désagréables, et vous oblige à interrompre continuellement la marche de vos essuie-glace, avec ce fichu interrupteur d'essuie-glace qui est difficilement accessible, surtout avec la ceinture de sécurité bouclée. . .

Tout cela ne favorise pas la concentration du conducteur, mais augmente le risque d'accident, notamment en dépassant ou en croisant d'autres véhicules, quand le pare-brise est si sale que l'on n'y voit plus rien. A 80 km/h, une seconde et demie représente 33 mètres de conduite sans visibilité.
Qui peut bien aimer rouler en aveugle ?

La construction et l'installation du cadenceur d'essuie-glace coûtent moins cher qu'une assurance supplémentaire. A cela s'ajoutent les avantages d'un tel cadenceur. La particularité d'un circuit de ce genre est de transformer les inconvénients en avantages.
Notons d'abord qu'on peut le placer juste à portée de main du conducteur, puis que la modicité du prix de revient, l'accroissement de la sécurité plaident avec efficacité pour le circuit.

LE CIRCUIT

La fonction de temporisation de ce montage est assurée par un circuit intégré de type 555, dont nous allons examiner le fonctionnement. A la mise sous tension, le condensateur C1 se charge par R1, R2 et P1 (**figure 1**). Le potentiomètre P1, monté en résistance variable, permet de modifier la vitesse de charge de C1. Quand la tension de charge de C1 dépasse les 2/3 de U_b (la tension de la batterie), la bascule est actionnée par le comparateur 1. La tension présente maintenant en sortie de la bascule pilote le transistor T1 (interne au circuit intégré). Le condensateur C1 se décharge par R2 et ce transistor. La bascule garde son état "haut" en sortie jusqu'à ce que la tension sur C1 devienne inférieure à 1/3 de U_b.

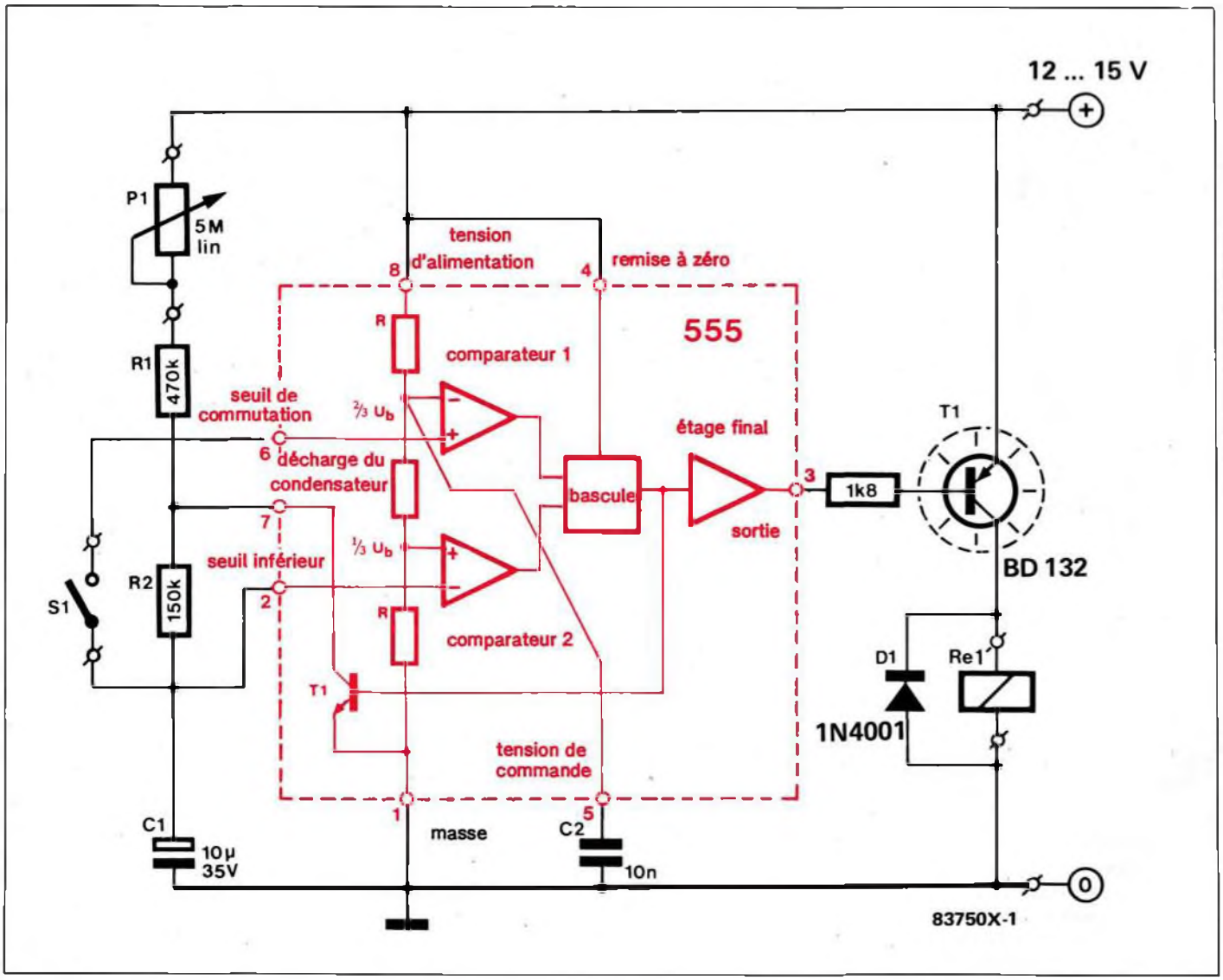


Figure 1. Un circuit simple à construire : 12 composants seulement. Le composant essentiel est le circuit intégré temporisateur de type 555 dont nous détaillons ici la structure interne (à l'intérieur des pointillés).

PDF Page Organizer - Foxit Software

LE TEMPS DE CHARGE DÉPEND DONC DE P1, C1, R1 ET R2. POUR LA DÉCHARGE EN REVANCHE, C1 ET R2 SONT SEULS EN CAUSE.

A ce moment le comparateur 2 fait repasser la bascule à "0", le transistor T1 se bloque et C1 peut se recharger par R1, R2 et P1. Le temps de charge dépend donc de P1, C1, R1 et R2. Pour la décharge en revanche, C1 et R2 sont seuls en cause.

La charge et la décharge continuelles du condensateur et les passages incessants de "0" à "1" de la sortie de la bascule produisent un signal rectangulaire qu'on retrouve, inversé par l'étage final, à la sortie du circuit intégré (broche 3). C'est-à-dire que pendant que C1 se décharge la sortie de la bascule est à "1", mais celle du circuit intégré à 0 V. Le transistor T1 (de notre montage, cette fois) conduit et le relais est excité. Le contact du relais est connecté en parallèle sur l'interrupteur des essuie-glace. Les essuie-glace commencent à fonctionner.

Une seconde plus tard —il n'en faut pas plus à C1 pour se décharger par R2— la tension de sortie du circuit intégré repasse à U_b, T1 se bloque et le contact du relais s'ouvre. Les essuie-glace continuent leur mouvement pendant environ deux secondes avant de retrouver leur position de repos. Ils y restent jusqu'à ce que C1 se soit déchargé à travers les résistances, puis recommencent un balayage.

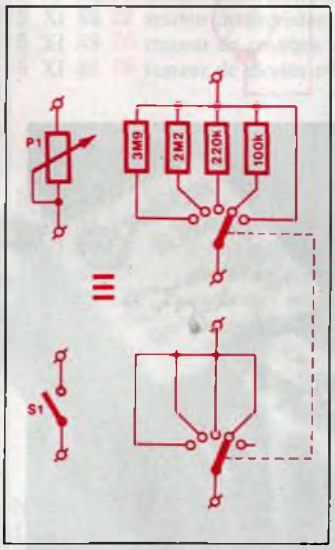


Figure 2. Le remplacement du potentiomètre par un commutateur comporte quelques avantages.

Le remplacement du potentiomètre par un commutateur à deux circuits et cinq positions permet de connaître la durée de l'intervalle sans avoir à attendre un cycle. Le commutateur permet de fixer quatre durées. Les valeurs de résistances indiquées correspondent à des temps de repos de 5, 10, 20 et 30 secondes. Vous pourrez leur donner la valeur optimale pour votre véhicule après quelques voyages sous la bruine.

Si vous préférez le réglage en continu, choisissez un potentiomètre avec interrupteur de fin de course !

LA CONSTRUCTION

L'ensemble du montage sera logé sur un platine d'expérimentation Elex de format 1 (40 x 100 mm). Vous repèrerez sur le plan

Liste des composants

R1 = 470 kΩ
R2 = 150 kΩ
R3 = 1,8 kΩ
C1 = 10 nF
C2 = 10 µF 35 V
T1 = BD 132
D1 = 1N 4001
IC1 = 555 (pas de version CMOS)
Re = Relais 12 V à usage automobile

Divers :
1 potentiomètre 5 MΩ linéaire avec inter.
1 support de C.I. (DIL 8 broches)
1 radiateur
1 platine Elex format 1
Accessoires tels que cosses Fast-On, fil isolé, bouton de potentiomètre, etc.

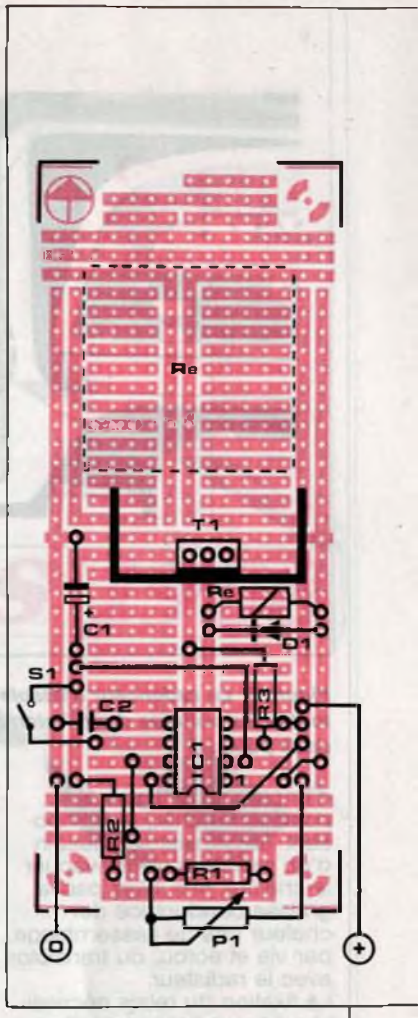


Figure 3. Le plan d'implantation montre quoi et où. Attention à la polarité pour la diode, le condensateur et le circuit intégré.

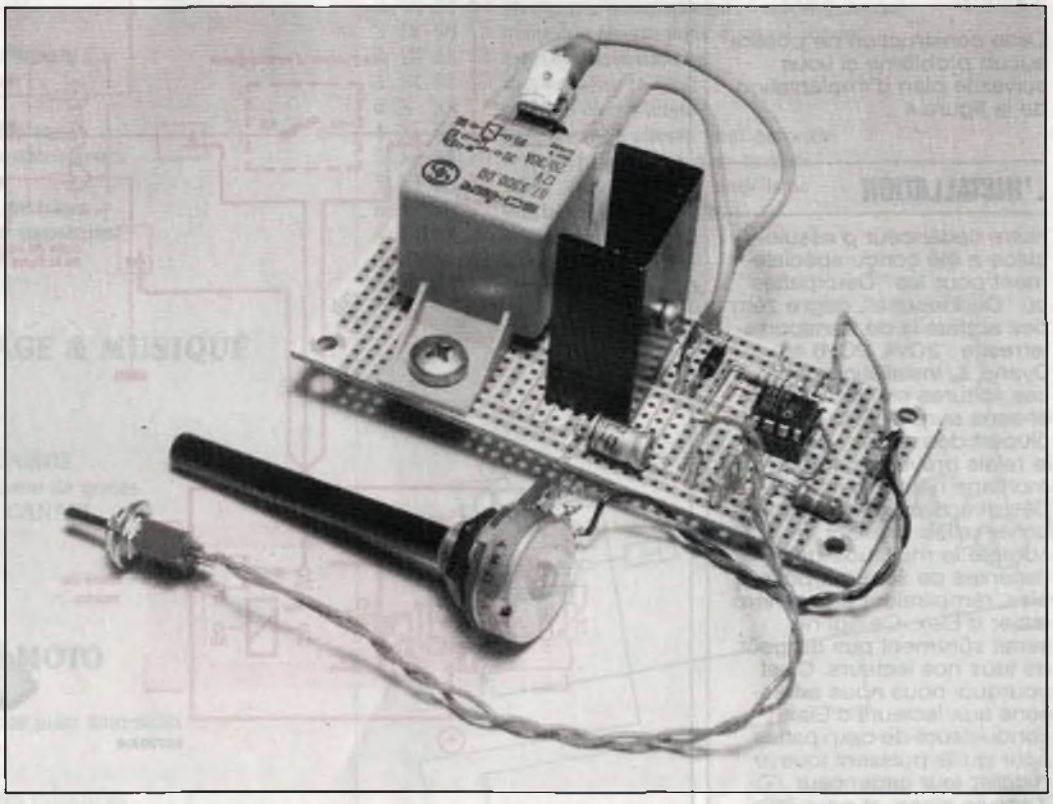


Figure 4. Tous les éléments se logent sur une platine Elex de 40 x 100 mm. Les raccordements du relais sont faits par cosses plates.

PDF Page Organizer - Foxit Software

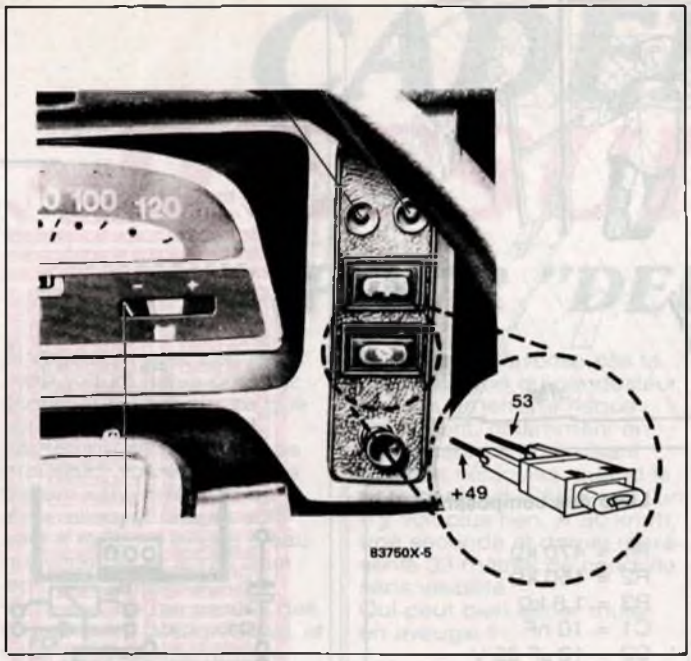


Figure 5. Le cadenceur d'essuie-glace fonctionne en fait sur toutes les voitures dont l'interrupteur d'essuie-glace n'a que deux pôles.

d'implantation (**figure 3**) la position de chaque composant. Le transistor a besoin d'un radiateur pour évacuer la chaleur. N'oubliez pas la graisse conductrice de chaleur lors de l'assemblage, par vis et écrou, du transistor avec le radiateur.
La fixation du relais nécessitera l'agrandissement d'un trou de la platine. Ce perçage sera effectué **avant** l'implantation des composants. Les contacts du relais seront raccordés par des cosses plates isolées (**figure 4**).

Cette construction ne posera aucun problème si vous suivez le plan d'implantation de la figure 4.

L'INSTALLATION

Notre cadenceur d'essuie-glace a été conçu spécialement pour les "Deuxpattes" ou "Deudeuche", degré zéro des appareils de transport terrestre : 2CV4, 2CV6 et Dyane. L'installation dans ces voitures est très simple et sans surprise. Pour la plupart des autres voitures, le relais prévu dans notre montage ne convient pas. Des directives d'installation universelles, prenant en compte la multitude de variantes de schéma possibles, rempliraient un numéro entier d'Elex. Ce qui ne serait sûrement pas du goût de tous nos lecteurs. C'est pourquoi nous nous adressons aux lecteurs-d'Elex-conducteurs-de-deuxpattes, pour qu'ils puissent tous installer leur cadenceur d'essuie glace, et pour être sûrs qu'il fonctionne dans **votre** "Deuxpattes".

LES CONNEXIONS AU CIRCUIT ELECTRIQUE DE BORD

Le contact du relais est disposé en parallèle sur l'interrupteur des essuie-glace. La tension positive se trouve en permanence sur l'une des bornes de cet interrupteur (**figure 6**).

Cette tension positive alimente aussi notre montage. La borne correspondante est repérée par "+ 49". Pour s'assurer qu'on est du bon côté de l'interrupteur, il convient de faire une mesure de tension. On raccorde le contact du relais à cette borne par une cosse de reprise.

La languette 30 du relais est ensuite reliée à la languette 53 de l'interrupteur d'essuie-glace. Utilisez pour ces raccordements des cosses de reprise qui permettent de faire une dérivation sans dégrader l'isolement et sans autre outillage qu'une pince à sertir ordinaire. On procède de la même manière pour le pôle négatif. Ces trois connexions suffisent au raccordement du montage au circuit de bord.

Ce qui reste à faire :
- installer le montage derrière la planche de bord en veillant à respecter l'isolement.
- disposer le potentiomètre à portée de main immédiate du conducteur; la planche de bord ou la tôle de l'aérateur s'y prêtent.

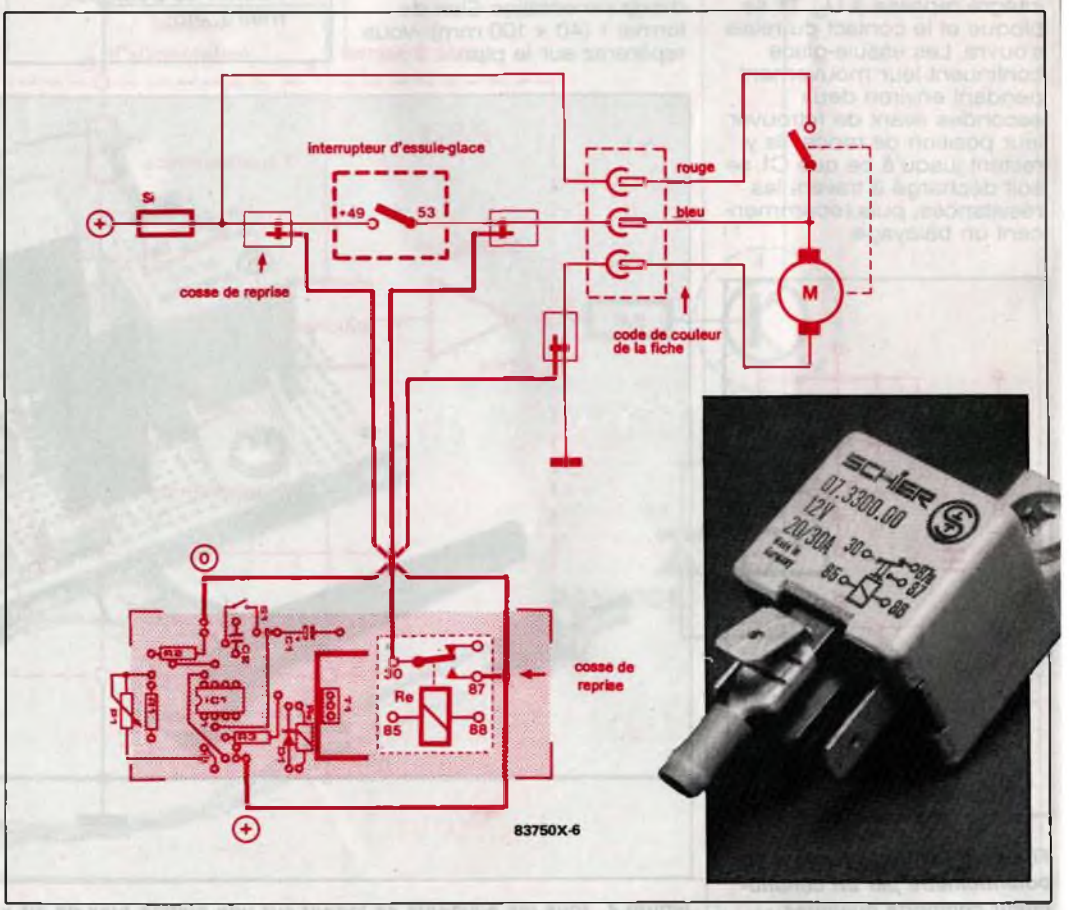


Figure 6. Trois conducteurs suffisent à pratiquer la greffe sur le circuit électrique de la voiture.

PDF Page Organizer - Foxit Software

La logique sans hic

6ème partie: introduction au calcul binaire

Jusqu'à présent notre *logique sans hic* ne s'est préoccupée que de problèmes de logique pure assez élémentaires. Vous n'avez peut-être pas été entièrement convaincu par un circuit comme celui du mois dernier, laborieusement élaboré pour ne traiter finalement qu'un problème aussi simple que celui du sort d'un chou abandonné à la convoitise d'une chèvre. A quoi bon employer une machine pour résoudre ce genre de questions ? Alors quoi, où allons-nous ? Est-ce que ELEX est en train de faire fausse route ?

Nullement, ami lecteur, et vous êtes nombreux à apprécier cette rubrique à en juger par vos encouragements. Vous avez saisi d'emblée que si la logique telle que nous l'abordons ici était sérieuse, elle ne restait pas forcément abstraite; et si elle est efficace, elle n'est pas nécessairement déplaisante. Ce que nous cherchons à obtenir, c'est d'abord que vous ayez suffisamment confiance en vous-même pour ne jamais baisser les bras devant une difficulté, fût-elle d'ordre binaire ou logique; nous cherchons à rester proches de notions familières pour vous permettre d'y recourir à tout instant pour déjouer les pièges de la complexité théorique.

Il nous importe ici non seulement de transmettre un savoir, mais aussi et peut-être surtout de vous faire partager le goût de la découverte de domaines réputés inaccessibles à quiconque n'a pas pu, su ou voulu passer sous les fourches caudines du dressage scolaire.

Notre satisfaction est de vous retrouver impatients et de plus en plus nombreux au seuil de chaque nouvel épisode de cette rubrique.
Pour en revenir à notre matière, disons que ce qui nous intéresse dans *la logique sans hic*, c'est d'arriver à comprendre tôt ou tard comment, avec seulement deux chiffres, c'est-à-dire des 1 et des 0, et rien d'autre que des ET, des OU, des NON-ET et encore quelques entourloupettes de ce genre, on arrive à calculer 152132 + 75318, comment on arrive à reproduire des images, des sons, que ce soit sur des disques compact à laser ou à travers l'espace interstellaire, comment on arrive à jouer aux échecs ou à faire de l'hypertext (ça aussi on en parlera un jour dans ELEX).

Les problèmes qu'une calculette aborde et résoud par l'électronique nous intéressent bien davantage que les histoires de chèvre et de chou : 152132 + 75318 font 227450, c'est facile à calculer dans la tête ou sur un bout de papier. Mais la calculette qui affiche instantanément ce résultat, comment fait-elle pour l'obtenir à l'aide d'opérations logiques dont on apprend qu'elles sont identiques à celles que nous avons examinées ensemble au cours des cinq premières parties de "la logique sans hic" ? Ça vous laisse rêveur ?

Nous n'examinerons pas en détail comment cela se passe, car le cadre de cette rubrique est un peu étroit pour décortiquer le cerveau d'une calculette, mais nous vous proposons de jeter un coup d'oeil sur la première et la dernière étape de ce procédé de calcul : comment des nombres décimaux (c'est-à-dire formés de chiffres de 0 à 9) sont-ils transformés en états logiques ou en en nombres formés de chiffres binaires 1 et 0, et comment ceux-ci sont à leur tour retransformés en nombres décimaux affichés par la calculette ?

Note : les notions de *système*, *base*, *numération* et *notation* sont plus ou moins équivalentes. De même, que l'on parle de *notation binaire*, ou de *base deux*, c'est de la même chose qu'il est question, même si le contexte impose la préférence d'une expression plutôt qu'une autre. La *notation décimale* et la *base dix* sont deux noms différents pour une même notion.

LES SYSTÈMES

Nous utilisons un système de comptage décimal dans la plupart des domaines de notre vie quotidienne, à l'exception de certaines représentations et mesures spécifiques comme par exemple celles du temps : pour les secondes ou les minutes, arrivés à cinquante-neuf, puis soixante, nous ne passons pas à soixante-et-un, mais à l'unité supérieure, la minute ou l'heure. En numération décimale la représentation des nombres fait usage de dix signes ou symboles d'origine arabe (0. . .9) ainsi que de règles strictes d'association et de combinaison de ces symboles. Une grande partie de la force et la quasi universalité de ce système tient d'une part dans le petit nombre de signes requis (faciles à mémoriser) et d'autre part dans l'existence du 0 ! Comparez les chiffres arabes avec le système des chiffres romains qui ne connaît pas de 0, et appréciez la complexité qui découle de son absence. Sacrée invention que le zéro, pourtant on n'en parle jamais !

La technique numérique, c'est-à-dire tous les domaines dans lesquels, pour traiter des informations, on les transforme d'abord en nombres, utilise une numération binaire dont l'unité ne connaît que deux états (et non dix comme dans la numération décimale) : vrai ou faux, ouvert ou fermé, 5 V ou 0 V, niveau logique haut ou niveau logique bas, 1 ou 0. **Les symboles 1 et 0 sont utilisés en numération binaire comme de véritables chiffres** et ils représentent les deux états reconnus. On notera d'une part que le zéro a ici la même fonction que dans le système décimal (c'est-à-dire de représenter l'absence de quelque chose !), et d'autre part qu'il est donc logique, c'est le cas de le dire, d'adopter le 0 et le 1 du système décimal pour représenter les états de la numération binaire. Cette convention, souvent troublante pour le débutant, prend toute son importance et son utilité dès lors que l'on cherche à représenter, en numération binaire, des nombres supérieurs à 1.

Il n'y a aucune difficulté à cela puisqu'il est possible de représenter une valeur élevée par la combinaison de plusieurs chiffres, à condition de fixer une règle d'association des deux seuls chiffres binaires 0 et 1 disponibles. Vous allez découvrir non sans une certaine déception que le système binaire n'est pas très économique puis qu'il lui faudra, pour représenter un nombre donné, forcément plus de chiffres (1 et 0) qu'il n'en faudrait pour représenter la même grandeur dans le système décimal.
Les possibilités d'un chiffre du système binaire sont épuisées par deux états, alors que le système décimal est capable de représenter 10 états avec un seul chiffre. Le premier état, "faux", est rendu par un "0". Le deuxième état, "vrai", est rendu par un "1". Fini !
Autrement dit, avec un seul chiffre, on ne peut, dans le système binaire, écrire que 0 et 1.
0 = zéro
1 = un.

Avant de continuer, remarquez que dans le système binaire, tout comme dans le système décimal, on peut rajouter un nombre infini de zéros *à gauche* de la valeur représentée sans pour autant la transformer :
0 = 000000000000. . .00000000
1 = 00000000000. . .000000001
Ce sont ce que l'on appelle des zéros **non significatifs**. Cette précision souligne le fait que chaque chiffre **significatif** rajouté à gauche pour représenter une valeur plus grande sera forcément un 1; nous y reviendrons.

Déjà la représentation de la quantité 2 fait appel à deux chiffres dans le système binaire :

10 (*)

alors qu'il suffit d'un seul signe, le "2", dans le système décimal. Remarquez qu'en chiffres romains il faut aussi deux signes ("II").
Pour éviter les confusions entre le nombre binaire 10 dont la valeur est "deux" et le nombre décimal 10 dont la valeur est "dix", on s'efforce d'ajouter *en indice* au nombre qui pourrait prêter à confusion, la base du système numérique employé. Ainsi,

$10_2 = 2_{10}$

PDF Page Organizer - Foxit Software

ce qui se lit : 10 en base 2 est égal à 2 en base 10.
Selon les écoles, 10_2 se lit «dix en base deux» ou «UN-ZÉRO»; nous sommes convaincus que la deuxième manière est la seule valable et c'est elle que nous vous recommandons d'adopter.
Trois est égal à la somme de deux et de un, ce qui nous donne, en base dix :

$$3_{10} = 2_{10} + 1_{10}$$

Les termes du deuxième membre de cette égalité peuvent s'écrire :

$$2_{10} = 10_2 \text{ et } 1_{10} = 1_2$$

qui se lit «2 en base dix est égal à UN-ZÉRO» . . .
La somme de ces termes peut s'écrire :

$$3_{10} = 10_2 + 1_2 = 11_2$$

qui se lit «3 est égal à UN-ZÉRO plus UN, soit UN-UN (en base deux)»
11_2 n'est donc en aucun cas «onze», mais «trois» en base dix ou encore «un-un» binaire. Nous voilà en bout de nos ressources avec deux chiffres binaires qui nous ont permis de représenter 4 grandeurs : 0, 1, 2 et 3.
Avec deux chiffres décimaux, nous sommes capables de représenter cent valeurs différentes (de 0 à 99), puis nous rajoutons un chiffre. En numération binaire, c'est pour représenter la valeur 4 que nous sommes obligés d'employer un troisième chiffre binaire. Qu'à cela ne tienne, rajoutons-le :

$$4_{10} = 100_2 \text{ (*)}$$

Quatre s'écrit UN-ZÉRO-ZÉRO en base deux.
Chaque fois qu'une position supplémentaire est rajoutée, les chiffres des positions antérieures commencent par devenir des zéros et le chiffre rajouté est un 1, tout comme dans le système décimal d'ailleurs : 98 . . . 99 . . . 100. Le chiffre le plus à gauche est dit «de poids fort», et celui de droite «de poids faible». Rien d'étonnant à cela puisque dans le nombre 111_{10} par exemple, nous avons trois "1" dont celui de gauche, par sa seule position, en dit beaucoup plus long sur la grandeur représentée que celui de droite. La seule présence de ce chiffre suffit à indiquer qu'il s'agit d'une grandeur de l'ordre d'une ou plusieurs centaines.

Outre la grandeur 4, trois autres valeurs peuvent être représentées au moyen de ces trois chiffres binaires dont nous disposons maintenant. Épuisons toutes les possibilités de combinaisons de nos 1 et 0 dans l'ordre croissant :

$5_{10} = 4_{10} + 1_{10} = 100_2 + 1_2 = 101_2$
$6_{10} = 4_{10} + 210 = 100_2 + 10_2 = 110_2$
$710 = 4_{10} + 2_{10} + 1_{10} = 100_2 + 10_2 + 1_2 = 111_2$

Une quatrième chiffre binaire est nécessaire à partir de huit :

$8_{10} = 1000_2$ (*)

Épuisons à présent toutes les combinaisons possibles avec les trois derniers chiffres :

$9_{10} = 1001_2$
$10_{10} = 1010_2$
Remarquez que le système décimal n'a recours au deuxième chiffre qu'à partir de dix.
$11_{10} = 1011_2$ $12_{10} = 1100_2$
$13_{10} = 1101_2$
$14_{10} = 1110_2$
$15_{10} = 1111_2$
Et on rajoute un chiffre binaire pour continuer :
$16_{10} = 10000_2$ (*)

Je vous entends crier grâce et pousser des souhoupiiiiirs d'ennuui. C'est vrai, le système binaire n'est ni amusant ni efficace comparé à notre bon vieux système décimal. Il n'aurait d'ailleurs sans doute jamais suscité le moindre intérêt s'il n'était pas extraordinairement bien adapté au fonctionnement des circuits logiques qui eux aussi ne connaissent que deux états.

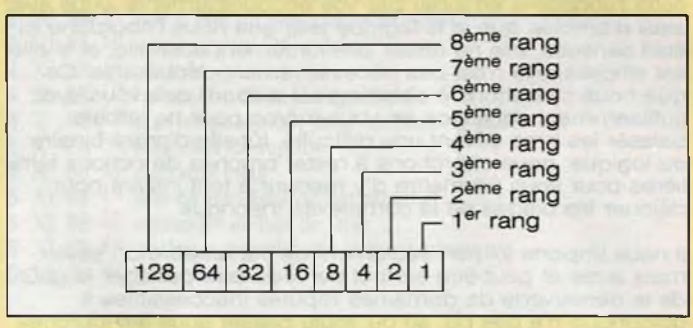
(*)Chaque chiffre de poids fort rajouté à un nombre en base deux multiplie par deux le nombre de combinaisons possibles avec les chiffres disponibles : si deux chiffres binaires permettent 4 combinaisons, trois chiffres en permettent huit, quatre chiffres en donnent seize et cinq chiffres 32. Rien de plus naturel, en fait, puisque dans le système décimal, chaque chiffre supplémentaire rajouté à un nombre multiplie par 10 le nombre de combinaisons représentables avec ce nombre.
Pour parler un langage plus spécialisé on peut dire que chaque rang supplémentaire en base deux indique une incrémentation par puissance de deux en base dix (2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4 . . . soit 1, 2, 4, 8, 16 et ainsi de suite : 32, 64, 128 . . .).

DU BINAIRE AU DÉCIMAL

Si la technique numérique veut du binaire, il faudra aussi qu'elle nous dégage de l'obligation de traduire nous-mêmes les nombres décimaux en nombres binaires et inversement. A charge pour l'électronique de convertir.
Théoriquement le décodage d'un nombre binaire est simple puisque nous connaissons maintenant la valeur décimale des chiffres significatifs en base deux (les différents 1 dans le rang qu'ils occupent). Vous avez sans doute déjà deviné que pour décoder **il suffit d'additionner la valeur décimale de ces chiffres 1 binaires en fonction de leur rang**.

Ainsi 101101_2 vaut 45_{10} :

UN-ZÉRO-UN-UN-ZÉRO-UN = QUARANTE-CINQ

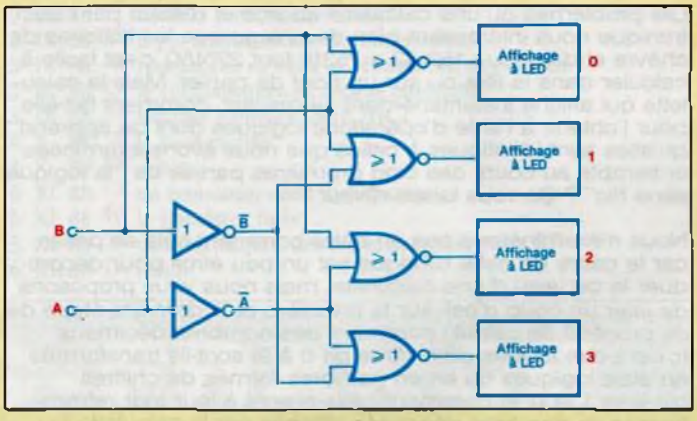


	64	32	16	8	4	2	1
		1	0	1	1	0	1

32 + 8 + 4 + 1 = 45

C'est simple, non ? Et pourtant le circuit électronique pour réaliser cette addition dépasse nos prétentions dans le cadre de cette initiation aux circuits logiques.

Le circuit présenté ci-dessous est capable d'identifier les quatre nombres binaires écrits avec 1 ou 2 chiffres. Le résultat de cette opération logique est affiché par quatre LED dont l'allumage correspondent à un des chiffres 0, 1, 2 ou 3.



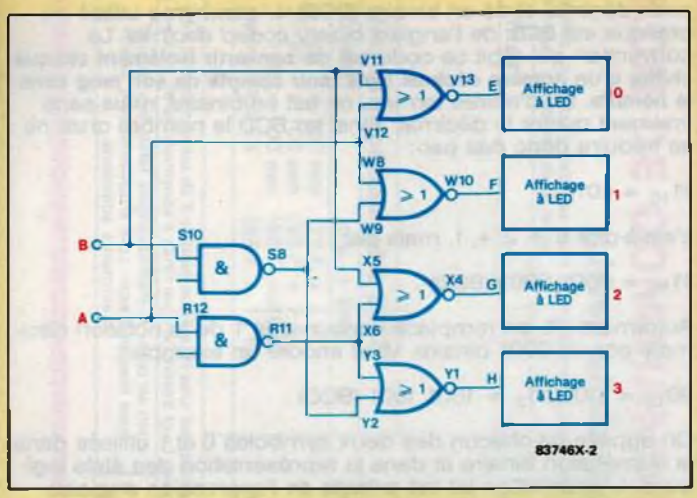
A et B sont les entrées du circuit. L'entrée B reçoit le signal correspondant au chiffre binaire de poids faible (droite) et l'entrée A celui du chiffre de poids fort (gauche). Voici la table de vérité complète :

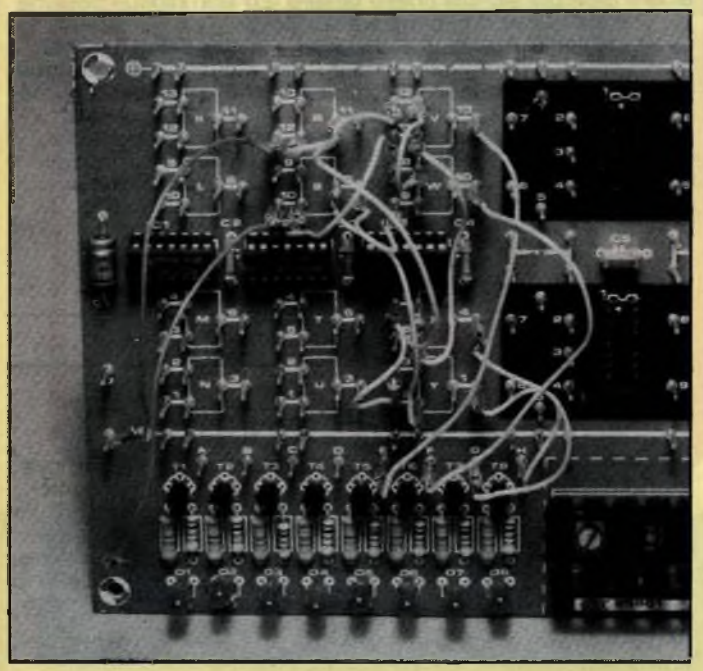
Tableau 1

entrées		sorties			
A	B	E(0)	F(1)	G(2)	H(3)
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

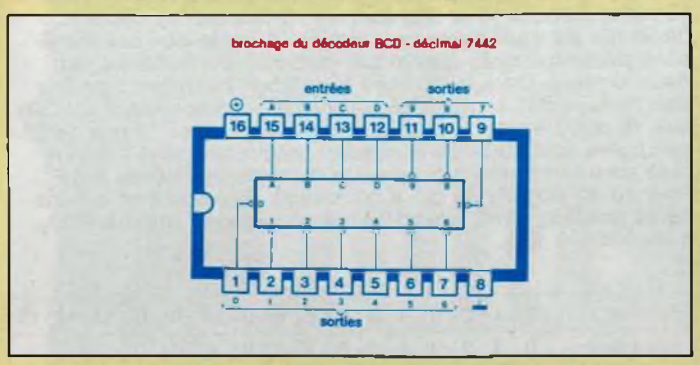
Nous installerons ce circuit sur la platine DIGILEX en utilisant des opérateurs logiques NON-ET (NAND) ou NON-OU (NOR) comme inverseurs.

PDF Page Organizer - Foxit Software





Un circuit **discret** capable de décoder des nombres binaires à plus de deux chiffres serait compliqué. C'est pourquoi on n'utilise pour cela pratiquement que des décodeurs **intégrés**, le 7442 ou le 7445 par exemple, qui effectuent à eux seul le décodage de tels nombres.



DU DÉCIMAL AU BINAIRE

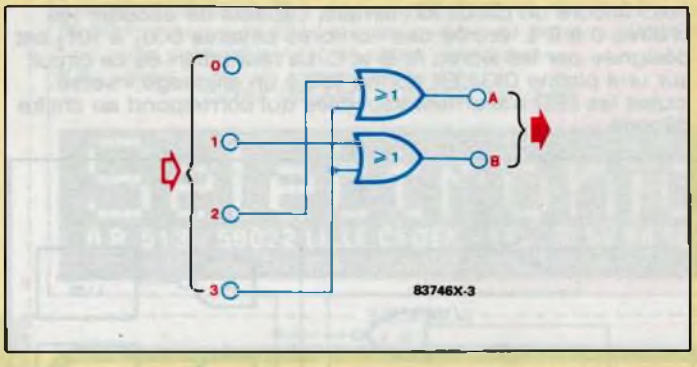
Le *décodage* manuel d'un nombre binaire est le résultat de l'addition des puissances de deux contenues dans ce nombre binaire. Il n'est pas étonnant de constater que le *codage* en binaire d'un nombre décimal corresponde à l'opération inverse. Pour cette conversion, **nous devons d'abord soustraire au nombre décimal à convertir la plus grande puissance possible de deux, puis les plus grandes puissances suivantes, en posant un 1 chaque fois que cette soustraction est possible, sinon un 0**. Voyez comment on procède pour convertir par exemple le nombre 43 :

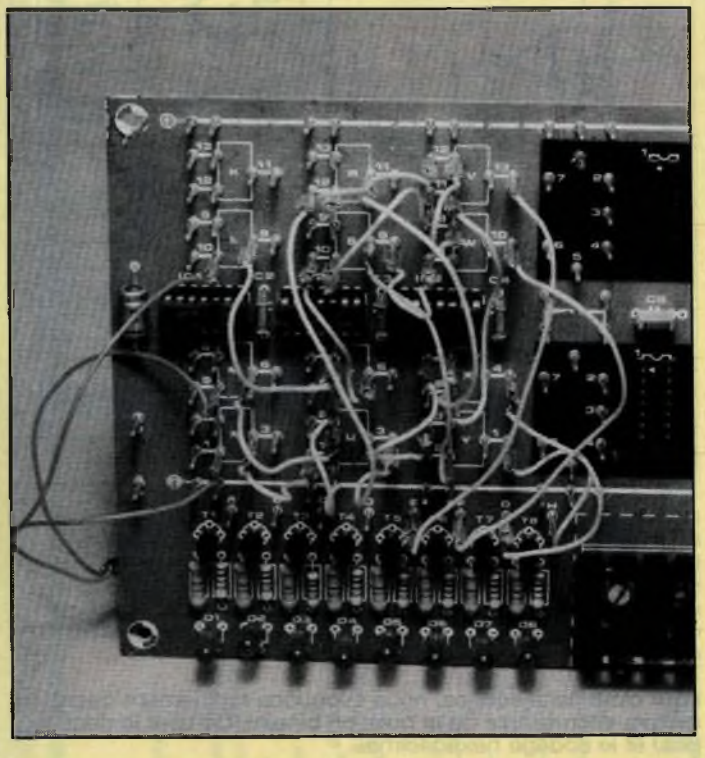
	puissances de 2					
	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	
	32	16	8	4	2	1
43	1	0	1	0	1	1
−32						
11						
− 8						
3						
− 2						
1						
− 1						

La plus grande puissance de 2 contenue dans le nombre 43 et 32. J'écris 1 pour le 6ème chiffre binaire (2^5). Il reste à convertir 43 − 32 = 11. La plus grande puissance de 2 contenue dans 11 et 8. J'écris 0 pour le 5ème chiffre binaire inutilisé et 1 pour le 4ème (2^3). Il reste à convertir 11 − 8 = 3. La plus grande puissance de 2 contenue dans 3 est 2. J'écris 0 pour le 3ème chiffre et 1 pour le 2ème (2^1). Il reste à convertir 3 − 2 = 1. J'écris 1.

Nous trouvons ainsi que $43_{10} = 101011_2$.

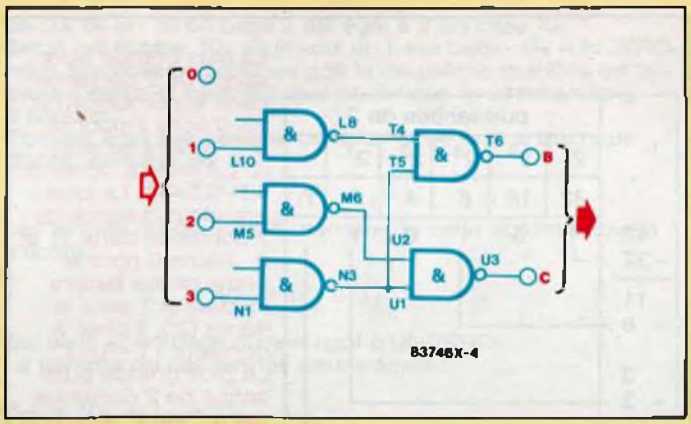
Voici à présent un circuit capable de convertir (ou coder) les chiffres décimaux 0, 1, 2 et 3 en nombres binaires. Remarquez que ce circuit est beaucoup plus simple que celui qui fait l'opération inverse.





La sortie A de ce circuit passe au niveau 1 si l'un des chiffres décimaux 2 ou 3 est présent à l'entrée, tandis que les chiffres 1 ou 3 font passer la sortie B au niveau 1. L'entrée zéro n'est pas raccordée car les deux sorties A et B passent automatiquement au niveau 0 si aucun des chiffres 1, 2 ou 3 ne met l'entrée correspondante au niveau logique haut.
Les quatre opérateurs logiques NON-OU (NOR) étant déjà utilisés, nous emploierons des opérateurs NON-ET (NAND) pour réaliser les fonctions OU (OR) de ce circuit.

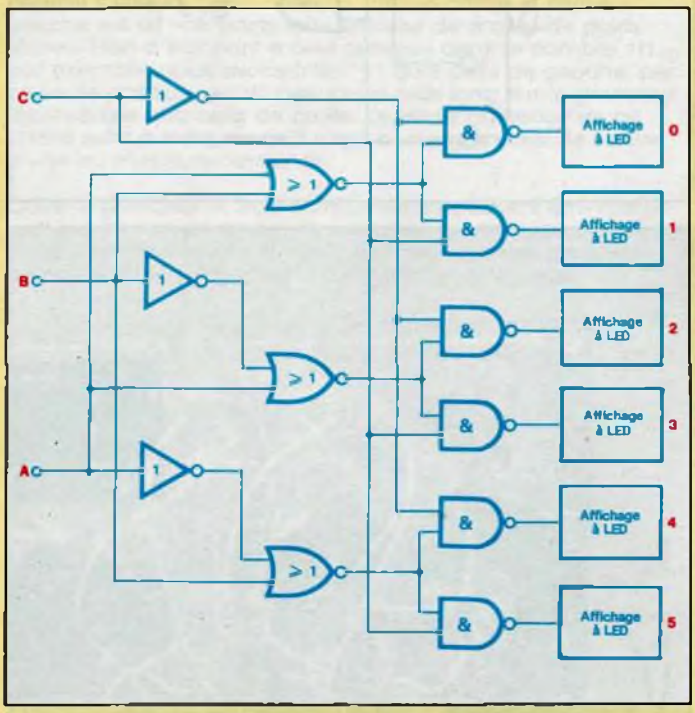
PDF Page Organizer - Foxit Software



Si nous disposions simultanément d'un circuit codeur et d'un circuit décodeur, nous pourrions raccorder la sortie de l'un à l'entrée de l'autre, nous obtiendrions ainsi un moyen de vérification instantanée du fonctionnement.

Il vous est possible de créer **une ligne de transmission de signaux numériques dans le cas où vos circuits de codage et de décodage sont installés sur deux platines (DIGILEX par exemple) distinctes.** Au lieu de cinq fils (un pour chacun des nombres de 0 à 3 et un pour la masse) votre ligne de transmission ne comportera que trois fils (A, B et la masse).

Voici encore un circuit fort simple, capable de décoder les chiffres 0 à 5. L'entrée des nombres binaires 000_2 à 101_2 est désignée par les lettres A, B et C. La réalisation de ce circuit sur une platine DIGILEX donne lieu à un affichage inversé : toutes les LED s'allument sauf celle qui correspond au chiffre décodé.



Deux des inverseurs ont été remplacés par des opérateurs logiques NON-ET (NAND) dont une des entrées reste "en l'air" ou sera reliée au +. Le troisième inverseur est un opérateur logique NON-OU (NOR) dont une entrée est reliée à la masse. Un petit jeu : essayez de découvrir par vous-même comment la platine DIGILEX doit être câblée pour réaliser ce circuit.

Pour clore cette séance, nous évoquons rapidement deux avatars intéressants de la notation binaire. Ce sont le codage BCD et le codage hexadécimal.

LE CODE BCD ET LES BITS

Dans la pratique, on cherche souvent un compromis entre le système décimal et le système binaire sous la forme d'un code décimal codé en binaire (DCB). L'acronyme utilisé en pratique est **BCD**, de l'anglais ***binary coded decimal***. La convention qui régit ce code est de **convertir isolément chaque chiffre d'un nombre décimal sans tenir compte de son rang dans le nombre**. En d'autres termes, on est en binaire, mais sans vraiment quitter le décimal. Ainsi en BCD le nombre onze ne se traduira donc *pas* par :

$11_{10} = 1011_2$

c'est-à-dire 8 + 2 + 1, mais par :

11_{10} = 0001 0001 (BCD)

Autrement dit, on remplace chacun des 1 de la notation décimale par un 0001 binaire. Voici encore un exemple :

$99_{10} = 1100011_2$ = 1001 1001 (BCD)

On appelle *bit* chacun des deux symboles 0 et 1 utilisés dans la numération binaire et dans la représentation des états logiques. L'appellation bit est extraite de l'expression anglaise *binary digit* qui signifie chiffre binaire. En latin *digitus* désigne les chiffres qui se comptent sur les doigts.
Le bit est l'unité binaire, il correspond à la plus petite quantité d'information d'un système binaire. Pas étonnant dès lors que l'on exprime la capacité ou la puissance d'un système numérique en bits. Un microprocesseur à 8 bits (qui forment un mot binaire que l'on appelle **un octet**) est capable de traiter en une opération logique des nombres binaires composés de huit bits ou moins. Ce n'est pas beaucoup, puisque le plus grand nombre écrit avec huit bits est 11111111_2, soit SEULEMENT 255_{10}.

LE CODE HEXADÉCIMAL

Prenons le cas d'un tel microprocesseur à 8 bits; sa mémoire, composée de plusieurs circuits intégrés, a une capacité de plus dizaines de milliers d'adresses de mémoire que l'on peut se représenter comme autant de tiroirs contenant chacun une donnée de 8 bits. Pour effectuer ses calculs et les opérations logiques, le microprocesseur déplace des données d'un tiroir à l'autre. Il charge des octets de données à certaines adresses et renvoie les résultats des opérations à d'autres adresses de la mémoire. Il dispose, pour définir ces adresses, de 16 bits. Il peut donc former un nombre binaire de 16 chiffres. La valeur représentée la plus faible est bien entendu 0
0000 0000 0000 0000
La valeur la plus forte est
1111 1111 1111 1111
soit 65535_{10}.
Vous voyez que pour simplifier la notation de cette diarrhée de bits, on les regroupe par 4. Or avec quatre bits, on peut compter jusqu'à 15 et représenter 16 valeurs. La notation décimale est inutilisable pour rendre compte des combinaisons possibles avec quatre bits puisqu'à partir de 9 il faut deux chiffres. On a donc créé la notation hexadécimale (du latin *hexadecim* = 16), à 16 symboles correspondant chacun aux 16 combinaisons possibles avec 4 bits. Les 10 premiers symboles sont ceux de la notation décimale, de 0 à 9. Au-delà on a remplacé la notation 10 à 15 par les lettres A à F. Pour 10 on écrit A, ce qui a l'avantage de n'occuper qu'une seule position. Un C hexadécimal correspond donc à 1100_2, c'est-à-dire à 12_{10}.

décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

Ce code permet de désigner chacune des 65536 adresses de la mémoire d'un microprocesseur à 8 bits au moyen de quatre symboles seulement. $FFFF_H$ par exemple est l'adresse de la dernière de ces cases-mémoire = (65535). Pour écrire 65536 et au-delà, il faudrait un 17ème bit . . .
La conversion des nombres hexadécimaux en nombres binaires est aisée car chacun des symboles utilisés représente quatre bits. Ainsi $A2B5_H$ se traduit par
1010 0010 1011 0101. Pour éviter toute confusion et toute équivoque, on écrit les nombres hexadécimaux avec l'indice 16 ou H : $A2B5_H$ ou $A2B5_{16}$.
D'où l'on déduit que 1111_{10}, 1111_2 et 1111_{16}, ce n'est pas du tout pareil. Mais cela, nous aurons maintes occasions d'y revenir dans ELEX.