

électronique

n°42

PDF Page Organizer - Foxit Software

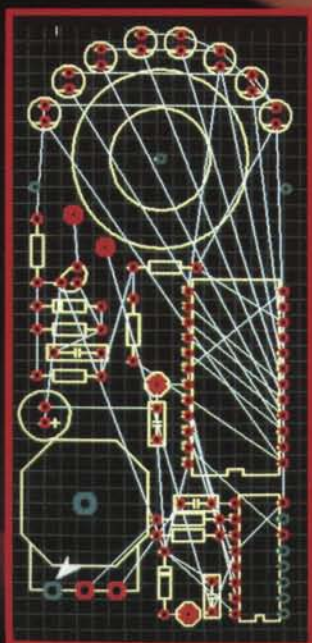
mars 1992

22 FF/160 FB/7,80 FS

mensuel

électronique

explorez l'électronique



dans ce numéro
tableau comparatif des
multimètres

métronome électronique

avec simulation optique du balancier

D.A.O.

le dessin de circuit imprimé assisté par ordinateur

M2510 - 42 - 22,00 F



SOMMAIRE ELEX N°42

- 6 ► Elexprime : avec un tableau comparatif des multimètres page 10
- 22 ► le nouveau catalogue Selectronic
- 35 ► mots croisés
- 56 ► petites annonces gratuites

I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

- 4 ► Rési & Transi : bande dessinée
- 17 ► système K : le condensateur
- 44 ► ceci n'est pas le meilleur moyen de...
- 45 ► analogique anti-choc 5^e épisode
l'amplification des tensions et des courants alternatifs
- 57 ► la conception de circuits imprimés
assistée par ordinateur avec LAYO1

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

- 13 ► ampli de répétition pour guitariste
"booster de walkman" gonflé
- 20 ► antenne intérieure pour auto-radio
- 23 ► commande de projecteur de diapositives
- 26 ► détecteur de conduites électriques
- 29 ► avertisseur de distribution du courrier
- 32 ► récup' + bidouille = fer à souder maison
- 36 ► détecteur de niveau de liquide
- 40 ► détecteur expérimental de mouvement

- 53 ► métro(g)nome
avec dessin de circuit imprimé



elexprime

Excusez le retard pour le réabonnement. J'espère que le prochain numéro me sera quand même expédié. J'aime toujours beaucoup votre revue. Après 25 ans de pratique de l'électronique et 5 années comme formateur plus quelques animations avec des enfants, je suis toujours agréablement surpris de la bonne qualité pédagogique de vos articles. Serait-il possible d'envisager régulièrement des articles et réalisations sur les économies d'énergie, les "énergies douces", toutes les applications "écolo" de cette merveilleuse technique ?

Merci. Bravo. Continuez

Christian Antonin
07560 MONTPEZAT



Vos encouragements ne sont pas rares, mais ils nous sont chers. Précieux même, autant que vos suggestions. Le sujet que vous proposez, l'écologie, intéresse beaucoup de monde, c'est un argument de vente très convaincant en ce moment, qu'il s'agisse de lessive ou de politique. Si l'occasion s'en présente, nous ne manquerons pas de placer l'un ou l'autre montage. Ne serait-il pas honnête, en attendant, de commencer par s'interroger sur l'électronique, "cette merveilleuse technique" comme redoutable polluant industriel ?

Y a-t-il une erreur sur la page 26 du n° 38, dans le deuxième paragraphe ? Je pense qu'il faut injecter le signal au point commun de C6 et C7, au lieu de C6 et C8.

Mickaël Gagneul
49100 ANGERS



Oui, c'est une coquille. Merci de nous la signaler. N'hésitez pas à nous faire part des bizarreries que vous relevez, même si elles ne justifient pas forcément la publication d'une correction. Cela nous prouve que les textes des articles sont lus, bien lus, et renforce notre motivation de faire du travail soigné jusque dans les moindres détails, car, voyez-vous, les lecteurs des revues d'électronique ont la réputation, pas toujours usurpée, de porter toute leur attention sur les schémas et surtout sur les dessins de circuit imprimé, au détriment des textes.

3615 ELEX

Nous remercions Monsieur Dutriaux, de Cucq, qui nous signale par Minitel que, dans la bande dessinée du n°40 d'Elex en janvier, nous avons donné "750 Hz" au lieu de "150 Hz" comme exemple de fréquence de commutation superposée à l'onde 50 Hz de la tension de 220 V. On nous demande aussi, par le canal du Minitel, ce qu'est un microcontrôleur. Pour répondre en deux mots, disons que c'est un circuit intégré (microprocesseur + accessoires) conçu spécialement pour faciliter la réalisation d'un circuit de commande (micro-commandeur ?) puisqu'en anglais to control = commander !) puissant mais compact, par opposition aux circuits à microprocesseurs à caractère universel utilisés dans les micro-ordinateurs.

Salut Elex
Le dormeur

assidu que je suis a été soulagé à l'idée de ce commutateur vocal pour réveil du n°39 de décembre 1991. C'est pourquoi j'ai dévoré les trois pages le décrivant et entrepris sa réalisation. Seulement après avoir cogité pendant une bonne nuit de sommeil,

aucune solution ne me vint à l'esprit : mon réveil était muni d'une touche roupillon sensitive. C'est pourquoi, s'il existe une solution, je vous prie de m'en faire part car la mélodie jouée par mon réveil est rageante et il ne s'arrête pas tant que mon index n'a pas effleuré sa face avant

où est située la touche. Bon à part ça, c'est bien, continuez, j'attends le prochain numéro pour me réveiller.

Fabrice Sorel
14610 THAON



ZZ ZZZ...

Je suis en train de réaliser le micro HF avec son récepteur et le compresseur. Je vous signale que pour les circuits imprimés j'ai utilisé la technique de Monsieur Lemé avec papier calque et stylos Rotring. Le résultat est excellent. Tout va bien. Mon problème est plutôt celui de l'approvisionnement. Je suis en province, donc mes moyens sont uniquement par correspondance. Et c'est là que l'affaire se corse. Il est très difficile de trouver chez le même fournisseur tous les composants d'un montage. Prenons l'exemple du micro HF : Selectronic, Télé St-Marc ou Toute l'électronique ne sont pas en mesure de fournir : BB204, BB205, 2N3820, NE602, NE572, NE5534, Néosid... Alors je me tourne vers vous. Où pourrais-je acheter ces composants ?

P. Defendante
83240 CAVALAIRE



Qu'il faille commander ses composants par la poste, c'est normal. Non seulement elle est là pour ça, mais elle a même fait pas mal de progrès ; les revendeurs qui se sont spécialisés dans cette forme particulière de distribution qu'est la vente par correspondance, connaissent un essor certain. Que ces revendeurs ne puissent néanmoins pas tout avoir, c'est

normal aussi. S'agissant de composants HF notamment, il est logique qu'on les trouve plutôt chez des revendeurs plus ou moins spécialisés dans ce domaine. Ils sont rares en France. Heureusement, il y a Béric, bien sûr, depuis longtemps, à Malakoff, et, depuis l'année dernière, une jeune société qui pourra sans doute vous aider pour les composants HF, parfaitement équipée elle aussi pour la vente par correspondance : Euro-Composants, à Blagny dans le Nord-Est, dont nous avons présenté le catalogue le mois dernier et dont les coordonnées figurent dans la page « carrés d'adresses » de ce numéro.

Nous profitons de l'occasion pour préciser que si les catalogues de composants sont incontestablement une des sources de renseignements les plus faciles d'accès pour les amateurs, il faut néanmoins éviter les déductions hâtives : si la référence d'un composant ne figure pas dans un catalogue donné, cela n'implique heureusement pas forcément que ce composant est irrémédiablement et définitivement indisponible chez le revendeur concerné. Sachez franchir les limites de la vente par correspondance et adressez-vous directement (mais poliment) aux escobars qui se tiennent derrière les comptoirs. Ce sont souvent des catalogues vivants, et si on les caresse dans le sens du poil, ils sont capables de faire des miracles.



Soucieux de tromper l'ennui d'un voyage ferroviaire, j'ai découvert votre revue ELEX de décembre à la gare Montparnasse puis, bien installé dans le TGV Atlantique, m'étais absorbé dans la lecture de la commande automatique de ventilateur. Cet article à la présentation aussi amusante que didactique fut interrompu par la visite d'un contrôleur zélé mais borné qui m'infligea une amende pour ne pas m'être aperçu du dysfonctionnement du poste automatique orange auquel j'avais confié mon billet en abordant le quai. Légitimement irrité par cet incident, j'avais quelque mal à reprendre ma lecture quand mes yeux sont tombés sur le couplet final de l'article.

Bien que mes ancêtres aient quitté l'Alsace depuis 120 ans pour courir la planète, il me reste par chance assez de chromosomes originels pour savourer pleinement toutes les finesses de cette conclusion, ce qui m'a remis d'emblée dans mes lignes d'eau. Allier de telle façon humour à l'électronique vaut bien un abonnement, le voici, et je compte bien désormais en apprécier de nombreuses autres de la même farine (de moutarde).

Ensuite j'ai regretté que cette délicieuse conclusion* échappe à la majorité des lecteurs, comprenant votre embarras à la traduire dans la langue de Voltaire, un tantinet trop précieuse en ces matières, et tout à fait inapte à faire ressortir la subtilité du vieux dialecte. Un vieux marin qui a poussé son étrave sur tous les océans se permet de vous suggérer une équivalence :

petit vent arrière fait le coeur serein.

Décidément je ne regrette toujours pas d'avoir taquiné la galène dans les années trente...

B. Muller
29920 NEVEZ

 Primo : la gare Montparnasse est une bonne gare puisqu'on y trouve ELEX. SECUNDO : ELEX est un bon magazine, forcément, puisqu'il est lu par des gens comme vous. Tertio : la langue de Voltaire est heureusement aussi celle de Rabelais, chez qui la musique des fondements se fait volontiers tonitruante, il est vrai. Témoin la scène célèbre du Deuxième Livre de Pantagruel : « (...) du pet qu'il fist la terre trembla sur neuf lieues à la ronde, duquel avec l'air corrompu engendra plus de cinquante et trois mille petiz hommes, nains et contrefaictz, et d'une vesse qu'il fitz engendra autant de petites femmes acropies, qui jamais ne croissent, sinon, comme des quehues des vaches, contre bas, ou bien, comme les raves de Lymousin, en rond.* » Il doit bien exister en français – qui le trouvera ? – un bon mot, un calembour, un dicton pour l'énoncé duquel les lèvres mimeraient les flatulences aussi suggestivement que le fait cette langue dont Rabelais lui-même reconnaît la suprématie en la matière, puisque dans la non moins célèbre rencontre de Pantagruel et de Panurge, il dit : « ainsi parloient les Gothz, et, si Dieu vouloit, ainsi parlerions nous du cul. » Au fait, savez-vous que "dysfonctionnement" s'écrit **dysfonctionnement** ?

* Pour mémoire : Wenn's Arschel brummt Isch's Hertzelt g'sund

** Ne vous privez pas plus longtemps de cette excellente édition des œuvres complètes de Rabelais aux Éditions du Seuil, qui donne, en regard du texte original, une traduction en français moderne. D'après Voltaire lui-même, Rabelais est un composé de "galeté et d'impertinence, d'érudition et d'ordures".

J'aimerais faire partager aux lecteurs d'ELEX une combine infallible qui permettra de tirer les CI rapidement. Au lieu d'utiliser la méthode du rotring ou des transferts qui sont bonnes mais parfois longues et fastidieuses, prenez votre revue préférée et munissez-vous de papier calque Canson 70 g/m, celui-ci devra avoir une surface impeccable et non gondolée. Donnez à votre photocopieur l'article concernant le circuit imprimé à tirer, celui-ci vous fera une photocopie sur calque. Vous n'aurez plus qu'à insoler après découpage. Bien sûr, avant l'insolation du circuit, vous aurez pris soin de faire un ou plusieurs essais sur des chutes d'époxy présensibilisé pour obtenir un résultat optimum. D'autre part, j'ai remarqué qu'en chauffant le révélateur au bain-marie à 50° environ, on obtient une diminution du temps de développement.

Je joins à ma lettre un CI et le calque qui a servi à le tirer.

Christian Rampon
26200 MONTÉLIMAR



À voir votre échantillon, vous avez en effet tout lieu d'être satisfait de ce procédé qui n'est évidemment pas nouveau, mais encore assez peu connu. Il existe d'ailleurs un véritable film transparent, spécial pour photocopieuse au format A4, mais nous autres éditeurs répugnons à inciter nos lecteurs à jouer de la photocopieuse.

3615 ELEX

Bernard nous demande par Minitel comment faire pour coller le plexiglas, quand le chloroforme on ne vous le vend qu'avec une ordonnance médicale.



La quantité de chloroforme nécessaire est si faible que le pharmacien devrait finir par vous en céder un tout petit flacon : expliquez-lui l'emploi que vous en ferez ! Il existe aussi des colles spéciales (moins efficaces semble-t-il néanmoins que le chloroforme). On dit encore que certains diluants pour vernis à ongles donnent satisfaction.

J'attendais depuis votre création un article comme celui de votre n°39 concernant une temporisation de ventilateur. J'ai donc été passionné mais je me heurte à une difficulté : impossible de trouver le transistor BUZ41. Et mes interlocuteurs ne connaissent même pas ce composant et ne l'ont pas dans leur documentation. Il en est ainsi par exemple, entre autres, chez (bip / censuré) et même chez (bip / censuré)... Pourriez-vous m'indiquer où l'auteur de l'article s'est procuré ce composant ou, à défaut, par quel composant le remplacer.

Christian ROUSSEL
76160 SAINT-JACQUES
sur DARNETAL



Le BUZ41A (tout comme le reste de la série des BUZ qui commence à BUZ10 et finit par un BUZ76) n'est pas un composant japonais exotique. Toc ! C'est un transistor euro-péen, une bête de somme, un MOS de puissance pour être précis, c'est-à-dire un transistor à effet de champ à canal N. Si les escobars de chez (bip / censuré) ou de chez (bip / censuré) s'étaient donné la peine de sortir par exemple le recueil de caractéristiques des transistors de puissance de SGS-Thomson par exemple, il l'y auraient trouvé à la page 199. Il est tout aussi courant dans le catalogue équivalent de Philips. Bien sûr qu'il est possible de le remplacer par autre chose, mais ça, est-ce qu'il l'auront chez (bip / censuré) ou chez (bip / censuré) ?



Premièrement. Dans votre n°39, dans la rubrique Elexprime, répondant à la lettre de M. Legaux, vous traitez un montage qui tire automatiquement les numéros du LOTO d'abrutissant. Cela m'a mis la puce à l'oreille, je me suis soudainement souvenu d'un numéro d'E.P. où se trouvait un montage qui tire automatiquement les numéros du TAPIS VERT. Votre exemple était-il prémédité ?

Ne seriez-vous pas en léger conflit avec E.P. ?

Deuxièmement. Je remercie M. Lemé pour sa lettre qui m'a vraiment fait gagner des plombs surtout concernant le substitut du révélateur. J'espère trouver d'autres lettres comme la sienne dans mon magazine favori.

Troisièmement. Je vous félicite pour votre faible teneur en pub. Je pense en effet qu'il n'y a rien de plus grossier de la part d'un éditeur que de faire de la pub pour un composant spécifique à un montage juste après l'article le concernant. Qu'en pensez-vous ?

Jean Conjeaud
13600 LA CIOTAT



Nous ne sommes, rassurez-vous, en conflit qu'avec nous-même. Au fait, c'est quoi "E.P." ? La lettre de Monsieur Lemé a beaucoup plu. Tant mieux ! Comme vous, nous en attendons d'autres de ce calibre... Pour ce qui est de la conjonction* entre d'une part la publicité et ce qu'il reste, dans les revues, de non publicitaire, c'est grossier, sans doute, comme vous le dites ; pourtant c'est ainsi que fonctionne non seulement la plus grande partie de la presse "en couleurs" mais aussi le monde, depuis qu'il est colonisé par ce grand roseau jacassant qu'est l'homme. Question subsidiaire : Y a-t-il une différence entre s'intoxiquer en s'informant et s'informer en s'intoxiquant ? Soyons honnêtes : la faible teneur en pub d'une revue comme ELEX ne peut vous être agréable que parce que vous trouvez dans d'autres revues les indispensables informations à caractère commercial (disponibilité & prix des composants, etc) que viennent efficacement compléter les informations à caractère technique et pédagogique que vous trouvez, elles, à satiété dans ELEX...

* (il y a, dans ce mot, une syllabe ou deux de trop)

En 1990 je vous ai fait part de mon souhait de vous voir publier un "banc d'essai des multimètres". Vous m'avez répondu (n°24) que vous étiez "coincés" entre l'impartialité (indispensable) et les impératifs (d'ordre alimentaire) de vos annonceurs. Quoiqu'équipé (merci ELEX pour les différentes prothèses dont j'ai pu doter mon multimètre), je suis en quête d'une bête qui soit plus performante. Après avoir compilé une abondante documentation, j'ai dressé les trois tableaux ci-joints. Quoiqu'il ne s'agisse pas, stricto sensu, d'un véritable banc d'essai, les différents paramètres ont été vérifiés par recoupement. Ce panorama comparatif n'est pas exhaustif mais j'ose prétendre qu'il pourrait guider certains lecteurs dans leur choix.

Je viens de recevoir un lot de 741 (offres promotionnelles, mais ce sont des 14 DIL. Pourriez-vous en publier le brochage car je ne l'ai pas trouvé et je ne dois pas être un cas unique. Dans le n°38 d'ELEX vous redonnez le schéma interne du 555, déjà publié dans le n°13. Entre les deux schémas, j'ai noté une différence qui m'intrigue : il s'agit de la bascule précédant l'étage de sortie (broche 3) :

n°13 : la bascule de sortie est vers la base de T1

n°38 : la bascule est représentée avec 2 sorties.

Q → étage de sortie

$\bar{Q}$ → base de T1

suite au verso page 10

Voilà huit ans que j'étudie l'électronique et réalise des montages de toutes sortes (ce qui m'amène à modifier et éventuellement perfectionner certains d'entre eux). (suit un paragraphe à la fois si élogieux pour ELEX et si incendiaire pour un autre journal d'électronique que nous préférons le couper par modestie et par charité).

Bien je continue ma lettre en donnant un tuyau aux lecteurs en ce qui concerne les circuits imprimés. J'ai réalisé beaucoup de circuits imprimés et ai toujours travaillé avec des transferts directs et du ruban souple. Au début de mes circuits, une fois la plaque gravée, j'ai remarqué très souvent que sur le bord des pistes le perchlo avait tendance à grignoter, avec par endroits des coupures franches surtout si j'activais la gravure en chauffant la solution ! Prenez donc un galet presseur de magnétophone et avec cette "roulette" passez plusieurs fois en APPUYANT sur le ruban pour parfaire l'adhérence. C'est simple mais il fallait y penser ! (Par contre si

l'idée n'est pas nouvelle, je m'en excuse).

Je terminerai cette lettre en suggérant à ELEX la construction, étape par étape et module par module, d'un synthétiseur analogique avec des VCO des VCA et VCF et tout ça. C'est un sujet passionnant à étudier et à réaliser.

Anonyme
(sans doute par omission)



Encore des conseils de bidouilleurs à bidouilleur ! Merci. Votre idée, vous vous en doutez n'est pas tout à fait inédite, mais bonne à rappeler. Ce qui nous a plu dans votre lettre est l'astuce de récupérer, pour cet usage auquel il est parfait adapté, le galet presseur d'un magnétophone ! Pour ce qui est du synthétiseur, il est vrai que l'étude et la réalisation d'un ensemble de modules analogiques est passionnante. Il y a eu jadis plusieurs publications à ce sujet, au nombre desquelles figurait en tête dans l'Europe entière le célèbre synthétiseur FOR-

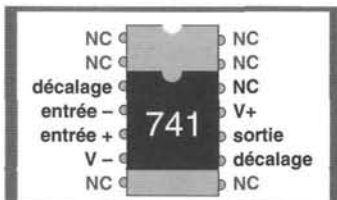
MANT d'Elektor. De telles publications étaient justifiées il y a encore une dizaine d'années : outre la coïncidence heureuse, chez les mêmes individus, entre un vif intérêt pour l'électronique analogique, alors technique de pointe, et un intérêt non moins vif pour le synthétiseur de musique, instrument de musique d'avant-garde, on pouvait considérer ces deux disciplines comme également accessibles à des amateurs sérieux. Aujourd'hui, au contraire, à l'heure du sampler (échantillonneur), le niveau de difficulté de l'électronique numérique requise pour répondre aux demandes de la musique et des musiciens, gâtés par l'incroyable corne d'abondance de la lutherie électronique nipponne, met la réalisation d'un synthétiseur hors de portée de la majorité des amateurs intéressés... si tant est qu'il en reste, hormis vous. Autre inconvénient rédhibitoire : le prix de revient d'un appareil même modeste est élevé en raison du grand nombre d'organes électro-mécaniques (potars + commutateurs + boutons).

suite de la page 9

Le principal étant que le 555 remplisse sa fonction...

Je profite de cette lettre pour remercier le dessinateur de service qui a agrémenté vos réponses à mes précédents courriers d'un gentil toutou, patronyme oblige. Il l'a doté d'un appendice caudal conséquent et frétilant. Dois-je voir là un clin d'œil à mes digressions sur "the famous long tailed pair" qui m'avaient valu les foudres de la rédaction. Sans rancune et merci d'avoir adopté "loidomiser".

Gérard de Hond
06740 CHATEAUNEUF
GRASSE



"Rancune", "foudres" ?... Vous n'y êtes pas ; nous ne sommes que bienveillance et aménité. La preuve : voici le brochage du 741 dans sa version à 14 broches devenue rare et dans sa version à 8 broches. Votre question sur le 555 atteste une fois encore l'attention soutenue avec laquelle vous lisez ELEX. Il y a en effet entre les deux représentations de la structure interne du 555 des différences qui peuvent intriguer. En fait, la première schématisation des sous-ensembles du 555 était un peu plus... schématique, c'est-à-dire réductrice, que la seconde. La ligne Q existe bien, mais c'est là un détail de la vie intime du 555, qu'il n'est pas important de connaître. Quant à votre tableau comparatif, nous lui avons fait la place qu'il méritait. Le voici, sur presque trois pages. Bravo et merci !



MODÈLES DE BASE : Gamme de fonctions complète - pas de Bargraph - pas de touche HOLD - pas de "RMS" (Root Mean Square)

BECKMAN CIRCUIT MATE 2000 points 3 chiffres 1/2	U _{DC}	U _{AC}	I _{DC}	I _{AC}	Z _E	R	Hz	CAPAC	TC	D	h _{FE}	HOLD	DIVERS
DM 27 XL (799 F)	100 µV à 1 kV ±0,5 % (5) idem	100 µV à 750 V ±1,2 % (5) idem	100 nA à 10 A ±1,25 % (4) idem	100 nA à 10 A ±1,8 % (5) idem	10 MΩ idem	0,1 Ω à 2000 MΩ ±1,2 à 5 % (7) idem	TRIGGER 1 à 20 MHz (5) -	1 pF à 20 µF ±3 % (5) +	+	+	1000 +	-	commutateur DC/AC même prix chez ACER avec housse test logique D 27XL et 25 XL
DM 25 XL (719 F)	idem	idem	0,1 µA à 20 A ±1 à 2 % (6)	0,1 µA à 20 A ±1,5 à 2,5 % (6)	idem	0,1 Ω à 2000 MΩ 0,75 à 5 % (7)	20 Hz à 200 kHz ±1 % (3)	1 pF à 20 µF ±2 % (3)	+	+	+	-	sonde logique 5V commutateur AC/DC (U et I)
ESCORT EDM 1122 (garantie BECKMAN) 2000 points (649 F)	2000 points - Précision de base pour les 2 modèles retenus = 0,5 % - protection de surcharge pour chaque plage	0,1 mV à 750 V -500 Hz (5) 0,2 V à 1000 V ±0,5 % (5)	0,1 µA à 10 A (4) 200 µA à 10 A ±1 % (4)	0,1 µA à 10 A (4) 200 µA à 10 A (4)	10 MΩ 10 MΩ	0,1 Ω à 2000 MΩ (7)	1 Hz à 10 MHz TRIGGER (5) 200 kHz ±1 % (3)	1 pF à 20 µF (5) 2 nF à 20 µF ±3 %	+	+	+	-	Boîtier ABS - R. à zéro autom. Testeur TTL Commutateur AC/DC pour U et I Garantie 1 an
CIRKIT TM 175 (599 F)	2000 points - Précision de base pour les 2 modèles retenus = 0,5 % - protection de surcharge pour chaque plage	0,1 mV à 750 V -500 Hz (5) 0,2 V à 1000 V ±0,5 % (5)	0,1 µA à 10 A (4) 200 µA à 10 A ±1 % (4)	0,1 µA à 10 A (4) 200 µA à 10 A (4)	10 MΩ 10 MΩ	0,1 Ω à 2000 MΩ (7)	1 Hz à 10 MHz TRIGGER (5) 200 kHz ±1 % (3)	1 pF à 20 µF (5) 2 nF à 20 µF ±3 %	+	+	+	-	Boîtier ABS - R. à zéro autom. Testeur TTL Commutateur AC/DC pour U et I Garantie 1 an
MANUDAX A.P.P.A série 90 93 T 2000 points (748 F)	RADIO-PRIM : 93 T (670 F) et 95 (810 F) - 175 x 84 x 31 - 360 g	0,1 mV à 750 V ±1,25 % (5) idem	100 nA à 20 A ±1 % (5) idem	100 nA à 20 A ±1,5 % (5) idem	10 MΩ idem	0,1 Ω à 20 MΩ ±0,75 % (5) 0,1 Ω à 40 MΩ	1 Hz à 200 kHz ±1 % (3) 1 Hz à 30 MHz (2)	1 pF à 20 µF ±2 % (5) 1 pF à 40 µF	+	+	+	-	Élanche - Boîtier antichoc Arrêt automatique Porte-pointe de touche incorporé Garantie 2 ans Livré avec gaine
95 4000 points (895 F) voir M 3650	idem	idem	idem	idem	idem	0,1 Ω à 40 MΩ	1 Hz à 4 MHz	1 pF à 40 µF	+	+	+	+	Test logique
ESCORT EDM 82 4000 points (1 097 F)	Distribué par la FRANCAISE D'INSTRUMENTATION	0,1 mV à 750 V 1 kHz	1 µA à 20 A	0,1 A à 20 A	idem	0,1 Ω à 40 MΩ	1 Hz à 4 MHz	1 pF à 40 µF	+	+	+	+	Précision de base : 0,5 % Test logique
MONACOR DMT 2035 2000 points (720 F)	Cité pour mémoire - manque de précisions (résolution de base - précision - nbre de calibres)	1000 V 750 V	20 A	20 A	-	200 MΩ (TRIGGER)	2 kHz à 20 MHz	2 nF à 20 µF	+	+	+	+	Précision de base : 0,5 % Test logique

les condensateurs

Où il s'agira aussi
de courants de fuite,
de capacité,
de charges électriques et
de constantes de temps.

Il n'y a guère de composant qui apparaisse plus souvent que le condensateur dans nos montages électroniques. Les débutants commencent souvent par la construction d'un récepteur simple à détection directe ; c'est tout naturellement qu'ils font connaissance avec une bobine, une diode et... un condensateur variable. Le condensateur variable est un objet idéal pour l'étude du principe de fonctionnement des condensateurs : les lames apparentes le rendent évident, ce qui n'est pas le cas avec les modèles moulés à capacité fixe.

expérimentation avec le
système

chacune des plaques. La plaque reliée au pôle positif porte une charge positive, l'autre porte une charge négative. Cette charge électrique est comparable à celle qui habite un morceau de matière plastique frottée contre un morceau de tissu, et qui attire de petits morceaux de papier. Pour créer ces charges, il faut qu'un courant s'écoule de la source de tension à laquelle les plaques sont reliées. Lorsqu'il est déchargé, le condensateur se comporte comme une résistance puisqu'il laisse passer du courant. Cette propriété diminue au fur et à mesure que la charge augmente, jusqu'au moment où aucune charge supplémentaire n'est plus acceptée. Ce moment est déterminé, entre autres, par la dimension des plaques. Plus leur surface est grande, plus il faut de temps pour qu'elles arrivent à satu-

ration. Le courant de charge ne s'interrompt pas brutalement quand les plaques sont chargées ; au contraire, il passe progressivement de sa valeur maximale à zéro. C'est pourquoi la courbe de charge de la figure 1 n'est pas une droite, mais une courbe dite exponentielle.

Quand le condensateur est déchargé, il se comporte comme une résistance de très faible valeur, pratiquement un court-circuit qui fait tomber à zéro la tension de la source au début de la charge. Le courant important qui traverse le court-circuit charge rapidement le condensateur, ce qui

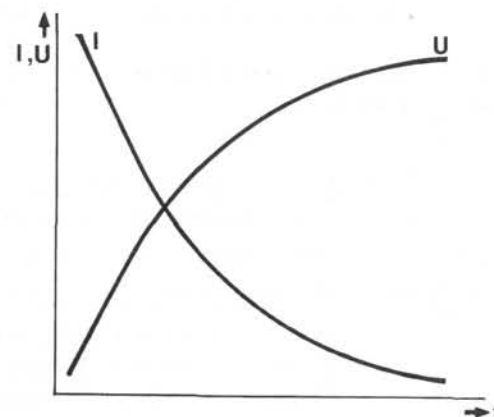


Figure 1 - La courbe exponentielle représente une fonction où intervient une élévation à une puissance. La droite, elle, représente une fonction dans laquelle intervient un produit.

un assemblage de plaques

Le principe de fonctionnement du condensateur est aussi simple qu'efficace. Examinons un condensateur variable simple : c'est un assemblage de lames métalliques, séparées les unes des autres par de l'air ou un autre isolant. Les plaques sont rassemblées en deux groupes et chaque groupe est relié à une borne de connexion. C'est par ces deux bornes que le condensateur est connecté au reste du circuit électrique. Quel est donc le secret de ces plaques métalliques banales ? Pourquoi leur consacre-t-on des livres entiers, des recherches scientifiques, des installations industrielles, des thèses universitaires ? Nous allons prendre le sujet par le début, sans nous enfoncer trop loin dans le détail.

tension continue

Supposons deux plaques métalliques (de la taille d'un rond à bière), à quelques millimètres de distance l'une de l'autre, et soumise à une tension continue. Que se passe-t-il ? La charge électrique reste « stockée » sur

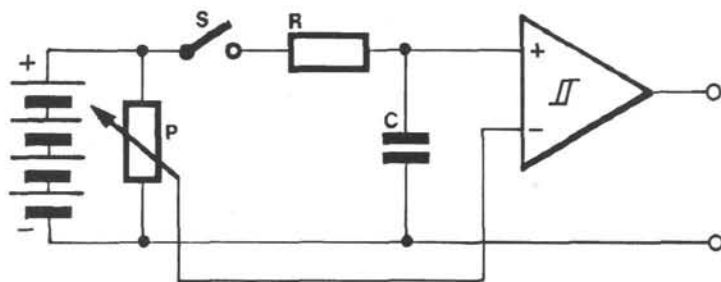


Figure 2 - Le condensateur est le composant par excellence des circuits de retard analogiques. L'entrée + de l'amplificateur opérationnel ne voit la fermeture de l'interrupteur S qu'une fois que le condensateur C est chargé.

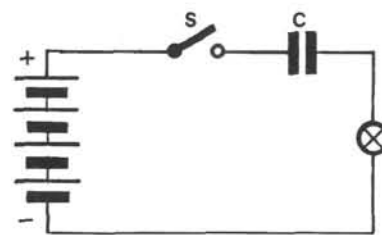


Figure 3 - Ici, au lieu de créer un retard, le condensateur abrège la mise sous tension de la lampe !

augmente la résistance apparente, et par suite diminue l'intensité du courant de charge. La tension aux bornes du condensateur suit une progression opposée à celle du courant, toujours selon une courbe exponentielle, celle du courant vue dans un miroir.

Voilà qui est bel et bon, mais que peut en tirer l'électronicien ? Une foule de choses. Parmi elles, vous avez rencontré ici et là l'expression « constante de temps », que ce soit au sujet de monostables, d'oscillateurs, ou de temporisateurs. Le processus de charge des condensateurs peut être utilisé très simplement pour créer des retards. Comme nous l'avons vu, il faut un certain temps avant que la tension appliquée à un condensateur atteigne le point d'équilibre. Ce temps peut être mis à profit pour retarder une impulsion. Dans la figure 2 ci-dessus, on applique un 1 logique au réseau retardateur constitué par R et C. Ce niveau logique est produit simplement par la fermeture de l'interrupteur S. La tension aux bornes du condensateur, nulle au moment de la fermeture, commence à croître jusqu'à atteindre la tension de la pile. Supposons que la montée de tension prend une seconde. Le condensateur est suivi d'un circuit comparateur à *trigger de Schmit*. Sa sortie ne prend le niveau haut que si la tension à son

entrée (+) dépasse la tension de référence de l'entrée (-), réglable par le potentiomètre P. Le réglage du potentiomètre de 0 au maximum permet de déterminer le délai (de 0 à 1 seconde) après lequel le comparateur répond, par un passage de zéro à un, à la fermeture de l'interrupteur. C'est un procédé similaire qu'exploitent tous les circuits de retard à condensateurs dans les diverses applications.

décharge

Il est évident que l'énergie transportée par le courant lors de la charge n'est pas perdue. Comme la résistance du condensateur est purement fictive, l'énergie qu'il reçoit pendant la charge n'est pas convertie, ni dissipée, en chaleur. L'énergie est stockée dans les armatures du condensateur, sous forme de charge électrique. Si nous connectons une résistance aux bornes d'un condensateur préalablement chargé, le phénomène s'inverse et le condensateur se décharge. La charge emmagasinée produit un courant à travers la résistance. Au fur et à mesure que la charge est consommée, l'intensité diminue rapidement, là encore suivant une courbe exponentielle. Pour de très gros condensateurs, la décharge peut durer très longtemps, ce qui la rend presque

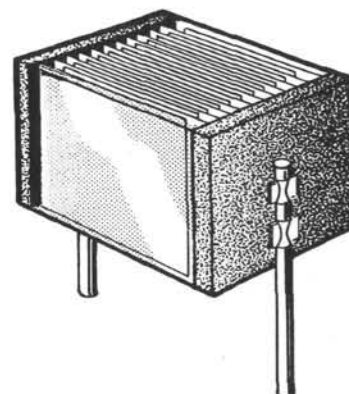
comparable à celle d'un accumulateur. Cette propriété des condensateurs est mise à profit dans les alimentations, où il s'agit de lisser la tension hachée produite par le redresseur. Pour le condensateur, le mode de charge est indifférent, elle peut être continue ou discontinue, alors que la décharge ne peut être que régulière. On peut le comparer à un barrage sur un cours d'eau : même si le débit du torrent est irrégulier, même s'il s'interrompt épisodiquement, l'écoulement en aval est régulier et presque constant.

L'échantillonneur-bloqueur (*sample and hold*), ancêtre des mémoires numériques actuelles, est un autre exemple d'utilisation des condensateurs : une tension est mise en mémoire sous la forme d'une charge pour être plus tard lue et mesurée. Le procédé présente cependant un défaut, sur lequel nous reviendrons plus tard.

courant alternatif

Quand un condensateur est chargé, il ne laisse plus circuler de courant. Connectons une ampoule en série avec un gros condensateur (vraiment un gros) et appliquons la tension (figure 3) : la lampe s'allumera brièvement, aussi longtemps que le courant de charge circulera, puis s'éteindra. Que se passe-t-il si nous inversons la polarité ? Un courant circule, qui com-

Figure 4 - Le diélectrique (c'est le nom de l'isolant des condensateurs) n'a pas comme seul rôle d'isoler les armatures, il joue un rôle important dans la détermination de la capacité.



mence par décharger le condensateur, puis le recharge avec la polarité opposée. La tension alternative change de polarité constamment, c'est pourquoi le condensateur laisse passer le courant alternatif, en se chargeant et en se déchargeant continuellement. Il se comporte là comme une résistance ohmique. La valeur de cette résistance diminue quand la fréquence augmente, car le nombre de cycles de charge et de décharge augmente. Notez cependant que la relation entre la résistance (apparente) du condensateur et la fréquence n'est pas aussi simple qu'il paraît.

La propriété principale du condensateur est de séparer (découpler) la tension alternative de la tension continue. Il est fréquent qu'une tension alternative se trouve superposée à une tension continue. Pour éliminer la tension continue, comme c'est nécessaire à l'entrée d'un amplificateur, par exemple, on place en série dans le circuit un condensateur qui ne laisse passer que le courant alternatif. Nous nous en tiendrons à cela pour ce qui concerne les condensateurs et le courant alternatif, il y a assez de gros bouquins qui en traitent, pour ceux qui veulent en savoir plus.

le condensateur en « vrai »

Les considérations qui précèdent étaient plus théoriques que pratiques, car les condensateurs utilisés habituellement n'ont pas grand chose à voir avec le carton à bière du début.

La capacité d'un condensateur, son aptitude à recevoir une charge, dépend de la surface des plaques et de la distance entre elles. Nous n'irons pas loin avec les cartons à bière, si nous considérons les capacités importantes qui sont nécessaires en pratique. Il faudrait alors des condensateurs de taille gigantesque. En pratique, on n'utilise pas de plaques rigides, mais des films métalliques souples, séparés par une couche isolante, et enroulés. C'est ainsi qu'on peut obtenir des capacités importantes dans un petit volume. Les amateurs de postes de TSF anciens connaissent ces condensateurs « bobinés », souvent contenus dans un tube de verre obturé par une sorte de goudron. Ces modèles de condensateurs, du fait de leur construction, présentent une inductance parasite indésirable ; rien d'étonnant à ce qu'un condensateur bobiné se comporte comme une bobine. La plupart des condensateurs actuels sont fabriqués suivant un autre principe : les armatures sont divisées

en plaquettes et rassemblées par un bord, pour constituer deux sortes de peignes emboîtés l'un dans l'autre (figure 4. Naturellement, il ne faut pas oublier la couche isolante sur chaque « plaque ».

L'avantage de ce mode de fabrication est évident : tous les condensateurs élémentaires mis en parallèle donnent une capacité importante, en même temps que la minceur des films permet de conserver au condensateur des dimensions réduites.

Dans les condensateurs électrochimiques ou électrolytiques, le diélectrique est une couche extrêmement mince d'oxyde sur les plaques métalliques. Comme la capacité s'accroît quand la distance entre les armatures diminue, le condensateur électrolytique offre une capacité importante pour un volume particulièrement faible. La couche d'oxyde est produite par une réaction électrochimique grâce à la présence de l'électrolyte. Suivant la polarité, c'est l'une ou l'autre plaque qui porte la couche d'oxyde isolante. Les phénomènes de galvanoplastie ne sont pas négligeables ici. Il ne faut en aucun cas inverser la polarité aux bornes d'un condensateur électrolytique, sous peine de détruire la couche d'oxyde isolant. La résistance de la couche d'oxyde n'est pas infinie, elle n'est pas un isolant parfait, si bien qu'un condensateur chargé se décharge lui-même, très lentement, à travers le diélectrique. Le courant infime de décharge s'appelle courant de fuite du condensateur. C'est pourquoi le condensateur n'est pas une mémoire analogique parfaite : il perd peu à peu son contenu. Même si l'auto-décharge peut prendre des heures, elle reste un inconvénient.

résumé

la dimension électrique d'un condensateur s'appelle la capacité. Elle dépend de :

- la surface des armatures
- la distance entre les armatures
- la nature du diélectrique

La surface prise en considération se limite à celle qui se trouve en face d'une autre armature (exemple du condensateur variable).



Un condensateur peut être chargé par un courant continu. Un condensateur emmagasine une charge et la restitue quand une résistance ou un autre consommateur de courant est connecté à ses bornes.

Un condensateur se comporte comme une résistance pour le courant alternatif, comme un isolant pour le courant continu.

Tous les condensateurs perdent une partie de l'énergie qu'ils ont stockée. Il existe de nombreuses sortes de condensateurs.

en série et en parallèle

a. En parallèle

Comme la capacité dépend de la surface des armatures, il semble évident qu'elle double si on met deux condensateurs identiques en parallèle. Plus généralement, la capacité équivalente est égale à la somme des capacités des différents condensateurs :

$$C = C_1 + C_2 + C_3... + C_n$$

b. En série

Ce mode d'assemblage est un peu plus compliqué, il correspond à la mise en parallèle de résistances. Pour deux condensateurs :

$$C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

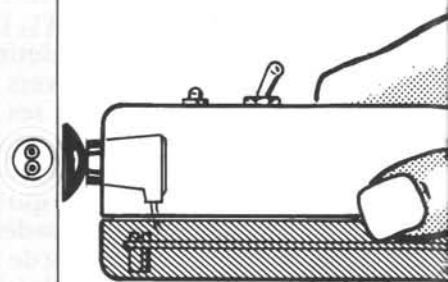
Pour un nombre quelconque de condensateurs :

$$1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3... + 1/C_n$$

Naturellement, il resterait beaucoup à dire sur les condensateurs, mais les meilleures choses ont une fin, qu'il s'agisse d'un article ou d'un numéro d'alex. La technologie des condensateurs n'est pas d'une importance primordiale pour nos réalisations habituelles ; cependant, lorsque dans l'un ou l'autre montage un condensateur donné doit être d'un type déterminé, nous ne manquons pas de le signaler, et il nous arrive même de dire pourquoi.

86829

détecteur de conduites électriques



Si les normes étaient appliquées à la lettre dans les murs, le parcours des gaines de conduites électriques devrait être rigoureusement orthogonal. Autrement dit, le tracé des lignes électriques qui relient les boîtes encastrées dans lesquelles sont montés les interrupteurs et les prises, devrait ne décrire que des lignes et des angles droits. Ceci est censé permettre de retrouver sans grande difficulté les gaines cachées, simplement à l'aide d'une latte et d'un niveau à eau. En pratique, il est plutôt rare que ces normes soient respectées scrupuleusement, et même quand elles le sont, il reste le doute, rongeur terrible dont l'efficacité naturelle est renforcée par le caractère universel et récursif des lois de Murphy et de Combredin. Signalons au passage que la réversi-

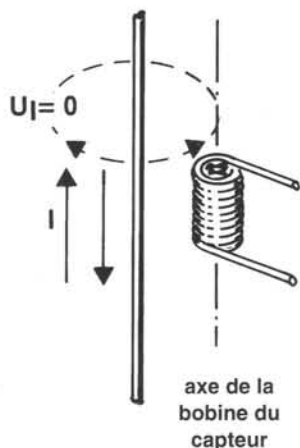
bilité de la loi de Murphy n'a pas encore pu être établie avec certitude : en effet, cette loi affirme par exemple que si vous décidez de laver votre voiture parce qu'il faut beau, il pleuvra ; mais si vous désirez qu'il pleuve alors qu'il fait beau, suffira-t-il de laver votre voiture pour obtenir satisfaction ? Ramenée à notre problème, la question sera : si vous avez à percer un trou dans un mur où passent des conduites, la loi de Murphy dit que vous percerez une gaine, mais si vous cherchez une gaine, suffira-t-il de percer un (ou plusieurs) trou(s) pour la trouver ? De façon générale, les circuits électriques répondent aux lois de l'emmerdement maximum, et ce d'autant plus que les locataires précédents auront procédé à des modifications plus ou moins orthodoxes de l'ins-

tallation. S'il vous est déjà arrivé de passer avec votre perceuse à travers une gaine contenant des fils sous tension, il est inutile de vous faire un dessin. Il vous faut un détecteur de conduites dans votre panoplie de bricoleur.

stéthoscope à électrons

Il est une caractéristique de la tension alternative du réseau électrique domestique que nous cherchons le plus souvent à éliminer car elle perturbe nos circuits électroniques. Il s'agit de la fréquence de 50 Hz, ce ronflement qui vient gêner non seulement la haute-fidélité de nos installations audio, mais aussi le comptage minutieux de nos circuits logiques, sensibles au point d'interpréter la moindre

incorrect
le plan du champ magnétique est perpendiculaire à l'axe du capteur



correct
le plan du champ magnétique est parallèle à l'axe du capteur

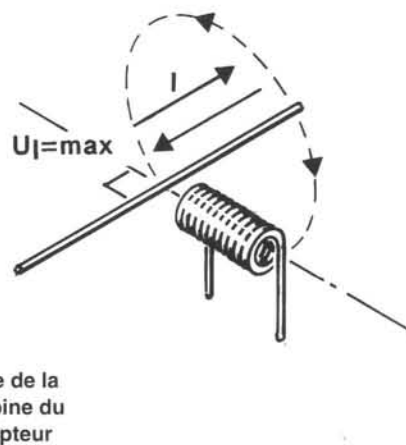
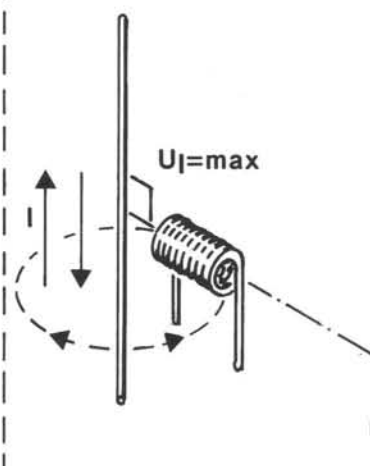


Figure 1 - Principe de la détection de conduites électriques par induction. L'efficacité est maximale quand le plan du champ électromagnétique est dans l'axe (horizontal ou vertical) de la bobine du capteur.

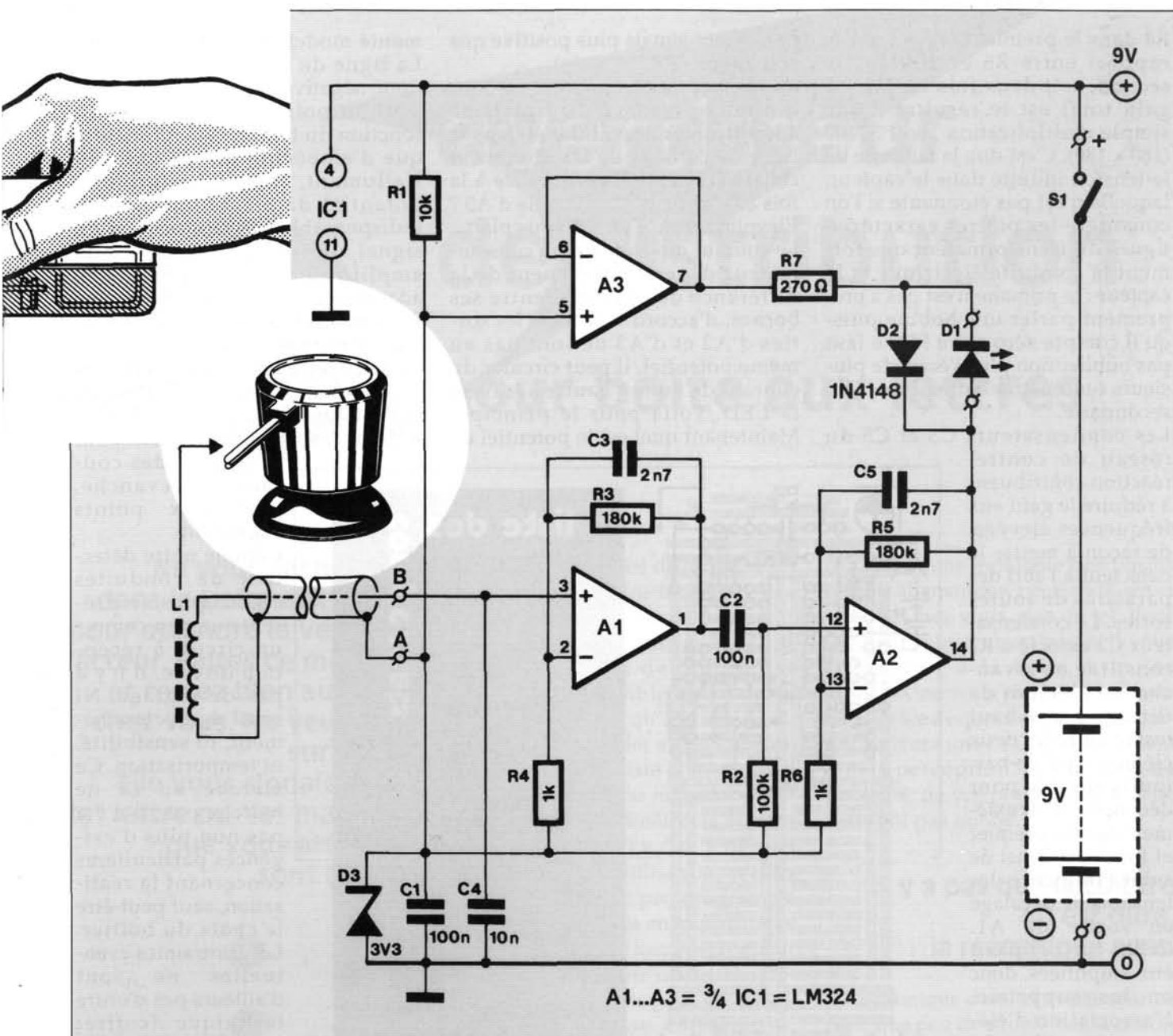


Figure 2 - Le composant essentiel de ce schéma est bien entendu le capteur téléphonique à ventouse, c'est-à-dire une bobine conçue pour capter, par couplage inductif, la tension alternative au niveau du transformateur téléphonique.

fluctuation de tension comme un signal utile. Pour ne citer que ces deux inconvénients-là ! Or, dans le détecteur de conduites électriques, c'est évidemment cette même fréquence qui va nous permettre de pister les gaines gâchées. Vous savez que c'est le caractère alternatif de la tension qui donne naissance au phénomène d'induction grâce auquel fonctionnent nos transformateurs : une bobine appelée primaire et dans laquelle circule un courant alternatif, est couplée à une deuxième bobine, appelée secondaire, à laquelle elle transmet une partie de son énergie par induction. C'est ce principe que nous appliquons à la détection de conduites

électriques, comme le montre la figure 1 ci-contre. Ici la fraction de tension induite dans le capteur sera toujours faible, si faible même qu'il va falloir l'amplifier vigoureusement si l'on veut en faire quelque chose, comme par exemple commander un dispositif sonore ou lumineux. Plutôt que de confectionner une bobine, nous avons mis en œuvre un de ces capteurs téléphoniques que nos lecteurs connaissent pour l'avoir déjà rencontré dans ELEX et que les autres découvriront sur la figure 2 ci-dessus. Ce schéma, bien que simple, recèle quelques détails qui intéresseront même ceux qui sont allergiques aux perceuses électriques.

Le circuit intégré LM324 comporte quatre amplificateurs opérationnels rigoureusement identiques. Seuls trois d'entre eux ont été utilisés (peut-être trouverez-vous, une fois que vous aurez lu cet article et étudié le schéma, une application intéressante pour le quatrième ; vous nous en ferez profiter, n'est-ce pas ?). Les amplificateurs opérationnels A1 et A2, bien qu'alimentés simplement par une pile de 9 V, sont montés en amplificateurs non inverseurs, polarisés de telle façon qu'ils puissent traiter des tensions alternatives. Ces deux étages d'amplification et de filtrage sont rigoureusement identiques. Leur gain est déterminé par le rapport entre R3 et

R4 dans le premier étage et par le rapport entre R5 et R6 dans le second, soit deux fois 180 : 1. Le gain total est le résultat d'une simple multiplication, soit 32400 (180 x 180). C'est dire la faiblesse de la tension induite dans le capteur, laquelle n'est pas étonnante si l'on considère les piètres caractéristiques du transformateur que forme la conduite électrique et le capteur : le primaire n'est pas à proprement parler une bobine puisqu'il compte zéro spire ! Il ne faut pas oublier non plus l'écart de plusieurs centimètres entre primaire et secondaire.

Les condensateurs C3 et C5 du réseau de contre-réaction contribuent à réduire le gain aux fréquences élevées, de façon à mettre le détecteur à l'abri des parasites de toutes sortes. Le condensateur C2 associé à R2 constitue en revanche un élément de filtrage passe-haut inséré entre les deux éléments passe-bas, indispensable pour découpler le deuxième étage du premier et lui éviter ainsi de subir l'influence des tensions de décalage en sortie de A1. Celles-ci n'ont pas à être amplifiées, donc on les supprime. L'association d'éléments passe-haut et d'éléments passe-bas forme un filtre

passe-bande dont la fréquence de coupure grave est la fréquence de coupure du filtre passe-haut et la fréquence de coupure supérieure la fréquence de coupure du réseau passe-bas.

À la sortie du deuxième amplificateur opérationnel se trouve la LED qui nous sert d'indicateur. Elle s'allume quand le capteur ramasse un champ magnétique suffisant pour produire une tension dans la bobine. Cette LED est montée en parallèle, mais tête-bêche, avec une diode ordinaire. Pourquoi à votre avis ? Mais oui, vous n'avez pas oublié que nos deux amplificateurs opérationnels traitent une tension alternative, or les LED ne supportent pas trop les tensions négatives. Grâce à D2, la cathode de D1

ne devient jamais plus positive que son anode (à 0,7 V près).

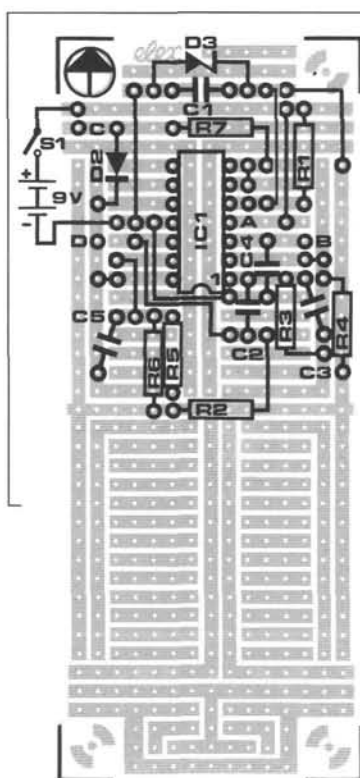
Moins facile à comprendre est sans doute la présence du troisième amplificateur opérationnel dans la ligne de cathode de D1. Comment cette LED peut-elle être reliée à la fois à la sortie d'A2 et à celle d'A3 ? Expliquez moi ça, s'il vous plaît...

Le courant qui traverse un consommateur dépend notamment de la différence de potentiel entre ses bornes, d'accord ? Alors si les sorties d'A2 et d'A3 ne sont pas au même potentiel, il peut circuler du courant de l'une à l'autre à travers la LED. Voilà pour le principe. Maintenant quel est le potentiel de

menté modètement par une pile. La ligne de masse du circuit est donc négative par rapport au point A du schéma. La fonction du tampon A3 n'est autre que d'empêcher que la LED, en s'allumant, vienne perturber le potentiel de masse artificielle, indispensable à l'amplification du signal alternatif. On dit d'un tel amplificateur qu'il est monté en adaptateur d'impédance. Sa tension de sortie est la même que sa tension d'entrée, mais le potentiel d'entrée reste inchangé, quelle que soit la charge à la sortie. Pour ce qui est des tensions, la broche 7 et le point A sont équipotentiels, pour

ce qui est des courants en revanche, ces deux points s'ignorent.

Comme notre détecteur de conduites électriques se présente un peu comme un circuit à réception directe, il n'y a pas de réglage. Ni seuil de déclenchement, ni sensibilité, ni temporisation. Ça marche ou ça ne marche pas. Il n'y a pas non plus d'exigences particulières concernant la réalisation, sauf peut-être le choix du boîtier. Les contraintes éventuelles ne sont d'ailleurs pas d'ordre technique (coffret métallique, blindage, etc.) mais plutôt d'ordre ergonomi-



liste des composants

R1 = 10 kΩ
R2 = 100 kΩ
R3, R5 = 180 kΩ
R4, R6 = 1 kΩ
R7 = 270 Ω

C1, C2 = 100 nF
C3, C5 = 2,7 nF
C4 = 10 nF

D1 = LED
D2 = 1N4148
D3 = zener 3,3 V
IC1 = LM324

L1 = capteur téléphonique à ventouse
S1 = Interrupteur
platine d'expérimentation de format 1

sortie d'A3 ? À l'entrée de cet amplificateur opérationnel monté en tampon, il y a un diviseur de tension composé de R1 et de la diode zener D3. On voit sur le schéma (oui, il faut encore tourner la page...) que R2 et R6 sont elles aussi reliées au point commun entre R1, D3 et l'entrée non inverseuse d'A3, de même que l'un des fils du capteur (le blindage) lequel n'est donc pas relié à la masse du circuit comme on pouvait s'y attendre. Si la tension d'alimentation était symétrique (une tension positive et une tension négative par rapport à un potentiel de masse intermédiaire), nous n'aurions pas cette configuration particulière qui permet de créer un potentiel de masse artificielle alors que le circuit est ali-

que : il faut que l'appareil soit facile à manipuler. C'est pourquoi nous recommandons de disposer le capteur comme indiqué sur le croquis du prototype (page précédente). Dans le commerce il existe des détecteurs de ce type montés dans des coffrets en forme de pistolet. Ça jette ! Si vous en trouvez un, ce serait une bonne idée de l'utiliser à condition bien sûr que son prix soit raisonnable. Parmi les types de coffrets que nous avons présentés dans ELEX, il y en a plusieurs qui feraient l'affaire, notamment les boîtiers CI de MMP ainsi que les boîtiers DIPTAL, sans oublier les fameux boîtiers transparents HEDIC HE220 dont les dimensions sont celles d'une platine d'expérimentation de format 1.

86738

Vous débarrassez votre atelier, vous récupérez les composants d'appareils hors d'usage ? Vous vous apprêtez à jeter un transformateur de récepteur à lampes dont vous ne savez que faire ? Il est vrai que ce secondaire de 250 V n'a guère d'utilité pour les montages à semi-conducteurs. Démonter les tôles, rebobiner un ou deux secondaires en basse tension peut être intéressant, mais c'est un travail long et délicat. Il existe un moyen de tirer profit du circuit magnétique et de l'enroulement primaire sans s'y astreindre : fabriquer un fer à souder de forte puissance (100 à 150 W) à chauffage rapide.

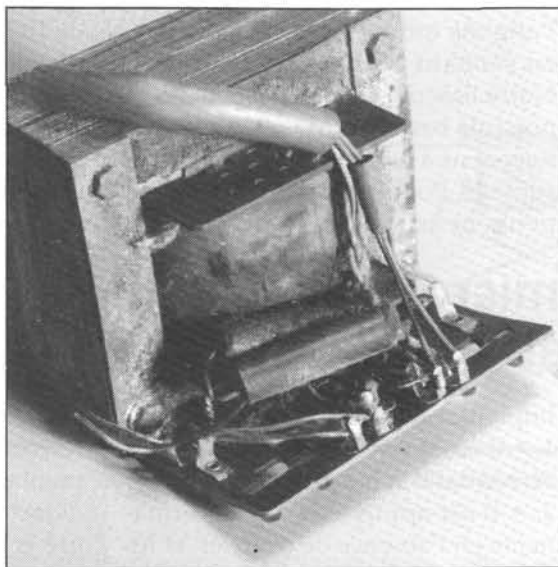


Figure 1 - Il serait dommage de jeter ce bel objet sous prétexte que les tensions de 250 V sont devenues inutiles dans les montages électroniques à semi-conducteurs.

La panne des fers à souder dits instantanés est constituée par une boucle de fil qui atteint la température de 300°C en une vingtaine de secondes. La boucle de fil est à la fois la panne et la résistance chauffante, ce qui supprime le temps de propagation de la chaleur de l'une à l'autre. L'usage de ces fers n'est pas comparable à celui des fers thermostatés de petite puissance : ils permettent de souder sans attendre quelques gros fils ou de grosses pièces.

la construction

Le transformateur devra avoir une puissance d'au moins 100 W, ce qui est le cas le plus courant pour les transformateurs d'alimentation de récepteurs de radio à lampes. Le circuit magnétique (le paquet de tôles) mesure environ 8 cm de côté et 3 cm d'épaisseur, ou plus. Les enroulements secondaires seront remplacés par un autre, capable de fournir un fort courant sous une très basse tension. La

formule du calcul de la puissance en courant continu reste valable ici, puisque la charge est une résistance pure :

$$P = U \cdot I$$

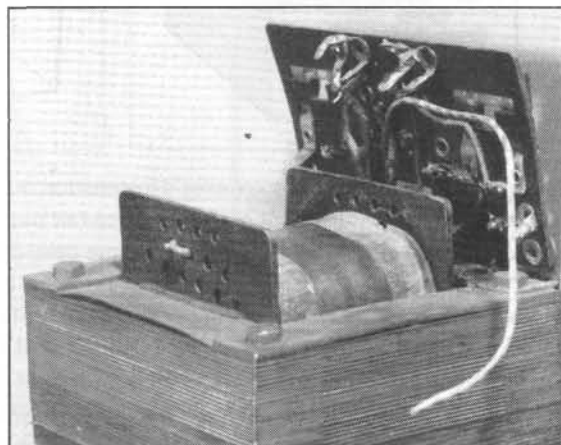
La puissance de 100 W peut être le produit d'une tension de 220 V par un courant de 0,45 A, ou celui d'un courant de 100 A par une tension de 1 V. Comme la résistance de la panne est très faible, nous pouvons nous attendre à des valeurs

plus proches du deuxième exemple que du premier.

La suppression des anciens enroulements secondaires est possible sans démontage de l'ensemble, mais le fil est irrécupérable. Il suffit de couper le paquet de fil avec un tranchet à moquette et de retirer les morceaux. Le travail devient plus délicat quand on approche de l'enroulement primaire car il ne faut surtout pas endommager la couche isolante qui le sépare des

secondaires. On trouve d'abord, vers l'extérieur, le ou les enroulements de 6,3 V destinés au chauffage des filaments, puis le ou les secondaires à haute tension d'alimentation des anodes. Les premiers sont en gros fil, les derniers en fil très fin. Les anciens secondaires une fois retirés, vérifier l'état de la couche isolante entre eux et le primaire. Tout défaut représente un risque sérieux d'électrocution ; il est donc prudent d'ajouter dans tous les cas une couche de ruban

Figure 2 - Le noyau magnétique et l'enroulement primaire sont prêts à recevoir le nouveau secondaire, à condition que vous n'ayez endommagé ni la couche d'isolant ni les fils du bobinage.



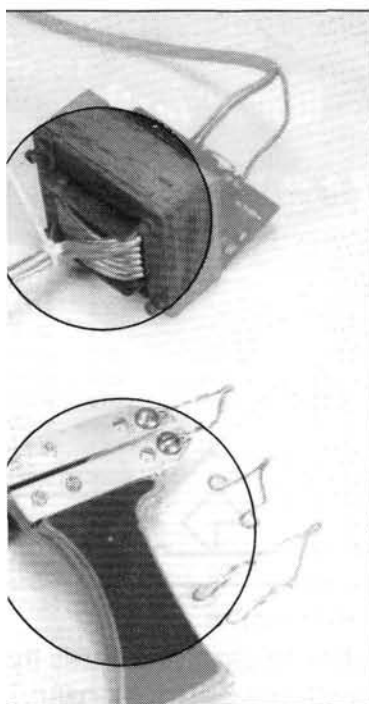


Figure 3 - Le nouveau secondaire est constitué de 4 spires de fil double de forte section. Le bobinage est facile, même sans démontage du noyau magnétique.

adhésif d'électricien. Si vous avez endommagé les fils du primaire, qui sont très fins eux aussi, vous pouvez vous arrêter là et utiliser le transformateur comme presse-papier ou comme projectile dans les manifs contre la chasse à la tourterelle.

Le nouveau secondaire sera constitué de trois à quatre spires de fil de cuivre gros comme ça, ou même plus si vous pouvez. Nous avons utilisé du fil double de deux fois 4 mm² destiné au raccordement d'enceintes acoustiques*. Les deux fils sont utilisés en parallèle, comme un seul gros fil. Cette section importante est pleinement justifiée ici car l'intensité est énorme. Toujours pour réduire la résistance des fils et les pertes d'énergie qui en découlent, nous limiterons la longueur totale à 120 ou 140 cm. Les trois spires seront bobinées avec le milieu du fil, pour qu'il reste deux conducteurs de même longueur. Le bobi-

nage est facile sans démontage du noyau, du fait de la grosseur du fil et du petit nombre de spires.

Vous pouvez maintenant, par curiosité, mesurer la tension aux bornes de ce nouveau secondaire : elle est proche de 1 V et le rapport de transformation est de 220/1.

La poignée du fer est fabriquée, comme le montre la figure 4, avec une chute de latté de 19 mm. Les angles sont abattus au papier de verre et le tout est poncé pour donner un outil agréable à tenir en main. Les liaisons électriques entre les fils d'alimentation en cuivre et la panne en fil de fer galvanisé de 1 mm doivent être très bonnes, c'est à dire solides et de grande surface. Pour obte-

**Vous ne vous êtes pas trompés de revue ; nous n'allons pas vous conseiller d'utiliser une fiche secteur dorée pour améliorer la qualité des soudures et le facteur d'amortissement.*

maison

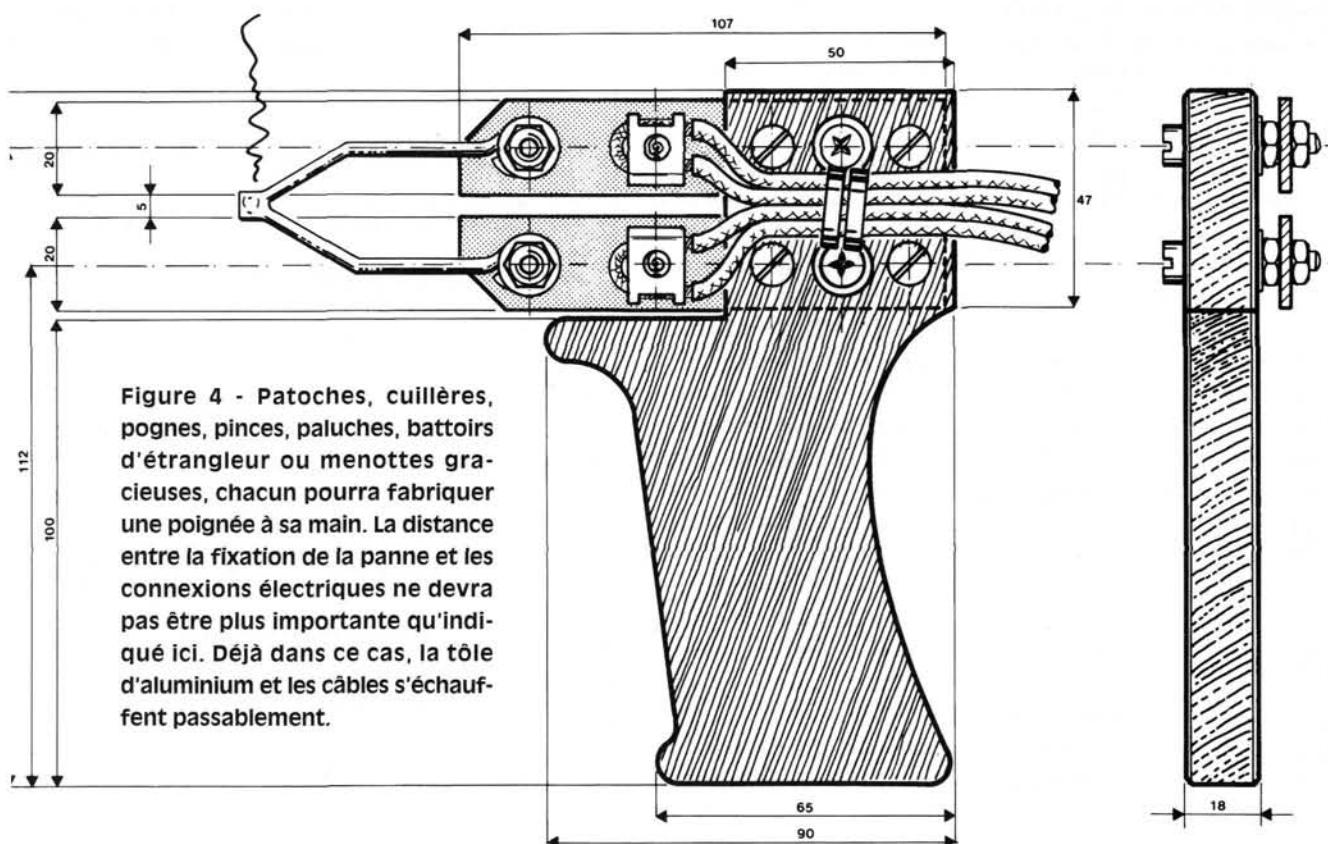


Figure 4 - Patoches, cuillères, pognes, pinces, paluches, battoirs d'étrangleur ou menottes gracieuses, chacun pourra fabriquer une poignée à sa main. La distance entre la fixation de la panne et les connexions électriques ne devra pas être plus importante qu'indiqué ici. Déjà dans ce cas, la tôle d'aluminium et les câbles s'échauffent passablement.



Figure 5 - Détail de la poignée du fer à souder maison. Les surfaces de contact entre la panne, la tôle d'aluminium les câbles est aussi grande que possible et le serrage énergique, tout cela pour limiter les pertes d'énergie. Les câbles sont serrés dans des cages pour vis à tôle. Si vous utilisez de l'aluminium anodisé, il faudra d'abord éliminer la couche d'alumine (hydroxyde d'aluminium) car elle est isolante. La panne chauffante est façonnée au marteau dans du fil de fer galvanisé.

nir ce résultat, nous avons introduit les deux extrémités des fils dans une cage pour vis à tôle comme on en utilise en carrosserie automobile ou pour la fixation de haut-parleurs d'autoradio. Le tout est serré fortement par des vis à métaux de 3 mm et des écrous.

Serré sur quoi ? Mais simplement sur les deux morceaux de tôle d'aluminium de 2 mm qui portent la panne. En plus de la liaison électrique, ces deux pièces maintiennent une certaine distance entre la panne et la poignée en bois. Si les liaisons électriques sont mauvaises, ce sont les tôles d'aluminium qui s'échaufferont, et la puissance dissipée là ne le sera pas dans la panne.

Le transformateur est monté ensuite dans un coffret fermé, et les deux, coffret et transformateur, sont mis à la terre. La mise en fonction du fer est assurée par un

interrupteur à pédale inséré en série dans le circuit primaire du transformateur. Comme avec tous les appareils de ce genre, il faut éviter de travailler plus de deux minutes sans relâcher la commande, car tout finit par chauffer. Les perfectionnistes pourront ajouter un enroulement secondaire de 3,5 V pour alimenter une ou deux ampoules de lampe de poche qui éclaireront le point de soudure. Pour déterminer le nombre de spires, commencez par mesurer la tension produite par un enroulement de 10 spires et calculez le nombre nécessaire (entre 10 et 20 suivant les transformateurs). Comme il reste de la place disponible, vous pouvez utiliser du fil de câblage isolé à défaut de fil émaillé.

L'intensité mesurée (indirectement) sur notre prototype est de 150 A (cent cinquante).

84821

36 15

minitel
code



- ✓ pour vous abonner
- ✓ pour consulter le catalogue des livres et circuits imprimés PUBLITRONIC,
- ✓ pour consulter la base de données de composants,
- ✓ pour fouiner dans le sommaire
- ✓ pour jouer bien sûr,

mais aussi pour consulter la

TABLE DES MATIÈRES

où figurent tous les articles
parus dans ELEX
depuis sa création en 1988,
regroupés par thèmes :

RÉALISATIONS

1. mesure labo
2. domestique
3. HF&radio
4. photo
5. audio & musique
6. auto, moto & vélo
7. jeux, bruitage & modélisme

RUBRIQUES & SÉRIES

8. théorie
9. composants
10. expérimentation
11. les tuyaux d'ELEX
12. périscope
13. divers
14. BD : Rési & Transi

ne restez pas seul, les bras croisés !

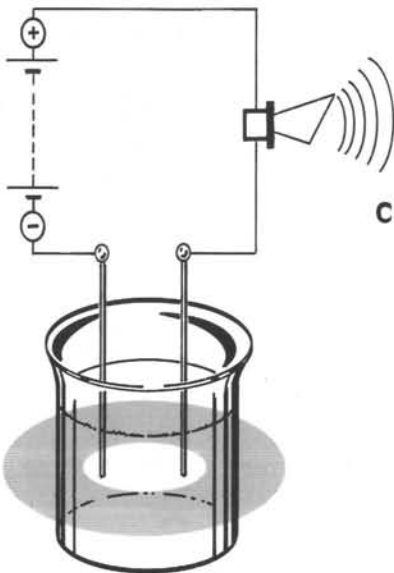


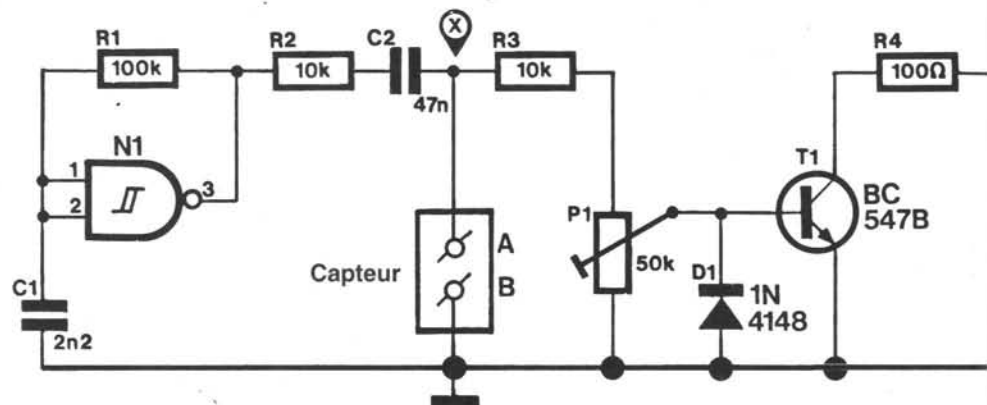
Figure 1 - Il semble à priori possible d'utiliser directement l'eau comme interrupteur, pour fermer le circuit d'alimentation d'un avertisseur. En fait, l'eau (même ferrugineuse) a une conductibilité trop faible et l'alimentation ne parviendra pas à établir un courant suffisant à l'activation du klaxon.

Si vous jetez une pile de lampe de poche dans une rivière, un courant s'établira entre ses deux pôles. L'eau (parfaitement) pure est un assez mauvais conducteur, mais celle de nos rivières contient des sels minéraux dissous qui lui donnent une certaine conductibilité. Cette conductibilité n'est pas infinie, comme dans le cas d'un court-circuit. Elle n'est pas nulle non plus, comme dans le cas d'un isolant. Vous voyez donc que la conductibilité est l'inverse de la résistance : plus la résistance est grande, moins la conductibilité est bonne. Cette propriété de l'eau (ordinaire) de conduire le courant peut être utilisée pour détecter son niveau dans un récipient : à la hauteur où nous désirons voir le liquide monter, nous disposons deux contacts reliés à un générateur et à un témoin (une lampe, par exemple). Dès que le liquide a atteint ces deux contacts, le courant s'établit et la lampe s'allume. Le liquide agit comme un interrupteur (ouvert au repos).

l'eau courante conduit le courant

Malheureusement, si vous essayez le dispositif tel que nous l'avons décrit (figure 1) vous constaterez que les choses ne sont pas aussi simples et que

Si vous désirez prendre un bain sans inonder la maison, à la bonne température, le mieux est de rester près de la baignoire et de surveiller tout ça au doigt et à l'œil. Pendant que votre bain coule, profitez-en pour lire cet article : il décrit un montage capable de remplacer l'œil par l'oreille. Au signal sonore, lors d'un prochain bain, vous saurez qu'il est temps de couper l'eau. Enfin, si vous désirez savoir ce que peut donner une électrolyse de l'eau en courant alternatif, voilà le dispositif qui vous le permettra sans danger.



détecteur de

le courant, s'il s'établit, ne permet pas à la lampe de briller. Ça manque de pêche ! Il semble que l'eau oppose au passage du courant une résistance élevée. Que faire ? Augmenter la tension⁽¹⁾ ? Cela augmenterait la consommation et surtout le danger. Non, il est préférable d'amplifier le courant (électrique) en supposant (avec quelques raisons) que l'eau lui permet de circuler entre nos deux contacts. L'amplificateur, vous le voyez sur la figure 2, est un transistor. Mais à quoi donc peut servir l'oscillateur qui le précède ?

anticorrosion-antiredéposition

Les électrodes de votre détecteur auront à souffrir au cours du temps : la corrosion, un phénomène dont l'explication relève de l'électrochimie, les guette, sans parler des dépôts divers qui finiront par les recouvrir. Nous avons mieux à vous

proposer qu'un brossage régulier : le courant alternatif et un peu de physique-chimie dans le paragraphe suivant, pour justifier son utilisation. Rien qu'un peu.

sels et ions

L'eau du robinet, si vous n'êtes pas alimenté par une citerne, a une assez longue histoire, dont elle garde des traces et même un peu plus. Sur son parcours, avant d'être captée, elle s'est chargée de gaz au contact de l'air, et de sels au contact des roches. Ces sels sont mis en évidence au laboratoire et les étiquettes des bouteilles d'eau minérale en font état. Prenons-en une : vous constatez que l'analyse ne rend pas compte de la présence de "sels", mais d'anions et de cations. Tout se passe comme si les molécules de sels étaient fracturées en deux parties : les ions métalliques d'un côté, chargés positi-

⁽¹⁾Ce n'est pas parce que ça manque de pêche qu'il faut utiliser le secteur pour faire cette expérience. Vous n'arriverez, au mieux, qu'à faire sauter les fusibles ou au pire, à vous électrocuter.

N1...N4: IC1: 4093

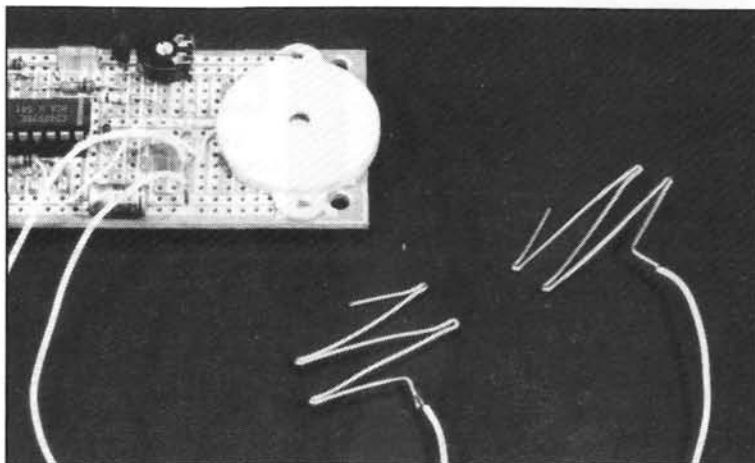
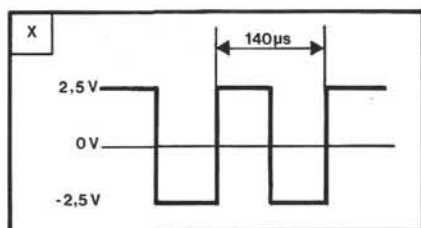


Figure 2 - La conception d'un détecteur de niveau fiable ne va pas sans la mise en œuvre de quelques composants, la plupart n'ayant aucun rôle dans la détection à proprement parler : eh oui ! des quatre portes ET-NON utilisées, la première, câblée en oscillateur, produit une tension alternative qui évite aux électrodes une corrosion trop rapide ; les deux dernières, N3 et N4, commandent l'avertisseur. L'étage de détection lui-même est la partie du circuit comprise entre la résistance R2 et la diode D2.

niveau à conductibilité

vement, et les anions, chargés négativement. Les cations sont dits chargés positivement parce qu'il leur "manque" des électrons et les anions sont dits chargés négativement parce qu'ils peuvent en fournir. Si nous amenons des électrodes reliées à un générateur à une solution ionisée, l'eau en l'occurrence, les charges, cations et anions circuleront. Les premiers gagneront la cathode (le pôle moins) où ils récupéreront les électrons qui leur manquent, les seconds l'anode (le pôle plus) où ils céderont ceux qu'ils ont en trop. Le résultat, c'est une corrosion accélérée de l'anode et, sur la cathode, la formation d'un dépôt plus ou moins conducteur : dans le meilleur des cas. Vous assisterez en réalité à des dégagements de gaz (hydrogène à la cathode, par exemple) et à la formation, au voisinage de l'anode, de composés bleus ou verdâtres⁽²⁾ si vous utilisez des électrodes en cuivre

par exemple. Une chose est sûre, c'est que le temps ne travaillera pas pour vous et que vos contacts finiront par ne plus rien conduire : votre détecteur de niveau sera aveuglé et la baignoire ou l'aquarium déborderont sans vous prévenir.

Le remède est simple : pour éviter de transformer en bac à électrolyse le récipient dont vous surveillez le niveau, une solution : le courant alternatif. Le mode d'action du remède, expliqué d'une façon que les scientifiques réprouveront peut-être, est aussi simple : l'anode et la cathode, changeant trop souvent de côté, ne permettront pas aux ions, qui sont des montagnes, comparés aux électrons, de les reconnaître. Dans le doute, ils ne se déposeront pas. Assez parlé de cuisine ionique, retournons à ce qui nous préoccupe, la cuisine électronique.

l'air et l'eau comme diviseurs de tension

L'oscillateur, à l'entrée du circuit, produit à partir de la tension continue qui l'alimente, une tension alternative. Cette tension alimente à son tour le pont diviseur formé par le condensateur C2 et le bac (d'air ou d'eau). Suivant le milieu dans lequel baignent les électrodes du capteur, la tension sur P1 varie, diminuant lorsqu'elles trempent dans un liquide conducteur. Il est possible, à l'aide du curseur de P1, d'adapter cette tension à la base du transistor T1, de façon qu'il ne conduise pas lorsque le liquide met en contact les électrodes. Comme c'est un transistor bipolaire, il suffit qu'à ce moment-là la tension de base soit inférieure à son seuil de conduction (aux environs de 0,7 V).

Transportons-nous maintenant (tel l'huissier) au point Y. Que s'y passe-t-il lorsque le niveau d'eau n'a pas atteint les électrodes du capteur ? Le signal alternatif est amplifié par le transistor

⁽²⁾Ces composés assez empoisonnants, protégeaient autrefois les navires de guerre carénés de cuivre des incrustations de coquillage, et leur évitaient de trop fréquents radoubs.

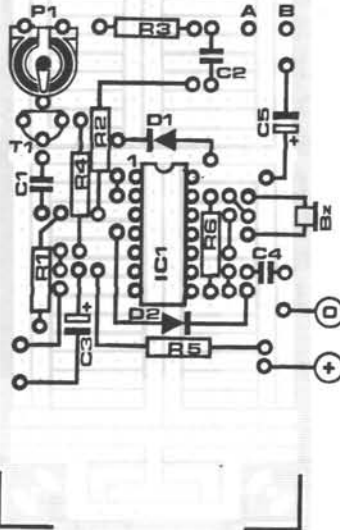
liste des composants

R1, R5 = 100 k Ω
 R2, R3 = 10 k Ω
 R4 = 100 Ω
 R6 = 1 M Ω
 P1 = 50 k Ω var.

C1 = 2,2 nF
 C2 = 47 nF
 C3, C5 = 10 μ F/16 V
 C4 = 680 pF

T1 = BC547B
 D1, D2 = 1N4148
 IC1 = 4093

Bz = résonateur piézoélectrique
 1 platine d'expérimentation de format 1



de votre voiture : il craint moins les débordements que le vide. Rien de plus simple : vous câblez la diode D2 en inverse. L'avertisseur se déclenchera alors lorsque les électrodes seront à pied sec.

Attention cependant. N'utilisez pas ce dispositif pour surveiller le niveau de votre cuve de fioul ou de votre réservoir d'essence : ces liquides ne conduisent pas, et d'une, et de deux, dans ces cas précis, il vaut mieux laisser faire les spécialistes (même s'ils ne sont pas forcément compétents, ils sont au moins assurés !).

réclamations

De nombreux lecteurs nous reprocheront de ne leur proposer, sur le thème des détecteurs de niveau, que des circuits simples. Il est souvent important de savoir, instantanément, où le réservoir en est de son remplissage. Les circuits qui répondent à ces exigences sont très répandus dans l'industrie, mais ils mettent en œuvre des procédés de mesure assez compliqués. Donnons-en quelques exemples, pour mémoire.

Une technique assez souvent utilisée se rapproche de ce que l'on connaît sous le nom de "radar" avec l'émission d'une onde ultrasonore, au lieu d'un rayonnement électromagnétique. On dispose donc un émetteur-récepteur d'ultrasons au dessus de la cuve dont on veut surveiller le niveau. Si l'on sait à quelle distance du fond l'appareil se trouve, celui-ci affiche en continu la hauteur de remplissage du récipient.

D'autres procédés enregistrent la pression au fond de la cuve. Comme celle-ci est proportionnelle à la hauteur du liquide on étalonne l'appareil de mesure en conséquence.

Encore un tuyau et nous aurons terminé : de nombreux objets peuvent être déviés pour servir de contacts. Pour notre part, c'est d'une prise jack miniature que nous nous sommes servi et nous n'avons eu qu'à nous en féliciter. Pour éviter que l'eau ne pénètre et ne stagne si le niveau montait trop, nous en avons rempli le capot de cire à bougie. Prêt à mettre en eau la piscine ? Ouvrez les vannes !

PS : n'oubliez pas, s'il vous plaît, de repêcher la pile que vous avez jetée à l'eau au début de l'article.

86657

Figure 3 - Même si vous n'avez aucun niveau de liquide à mesurer, ne vous privez pas d'un montage aussi simple et aussi peu encombrant, il se prête à de nombreuses expérimentations.

direction de la masse, jusqu'à ce que le témoin sonore des oscillations de N3 se manifeste. Dès que les électrodes sortent du bain, N3 doit être inhibé. Comme de juste, à moins d'un coup de bol, la première fois ça ne marche pas. Il faudra retoucher la position du curseur de P1, revenir un petit peu en arrière, pour faire cesser les oscillations à vide, puis replonger les électrodes dans le liquide, ramener à peine le curseur de P1 vers la masse jusqu'au déclenchement du signal, les retirer...

utilisations

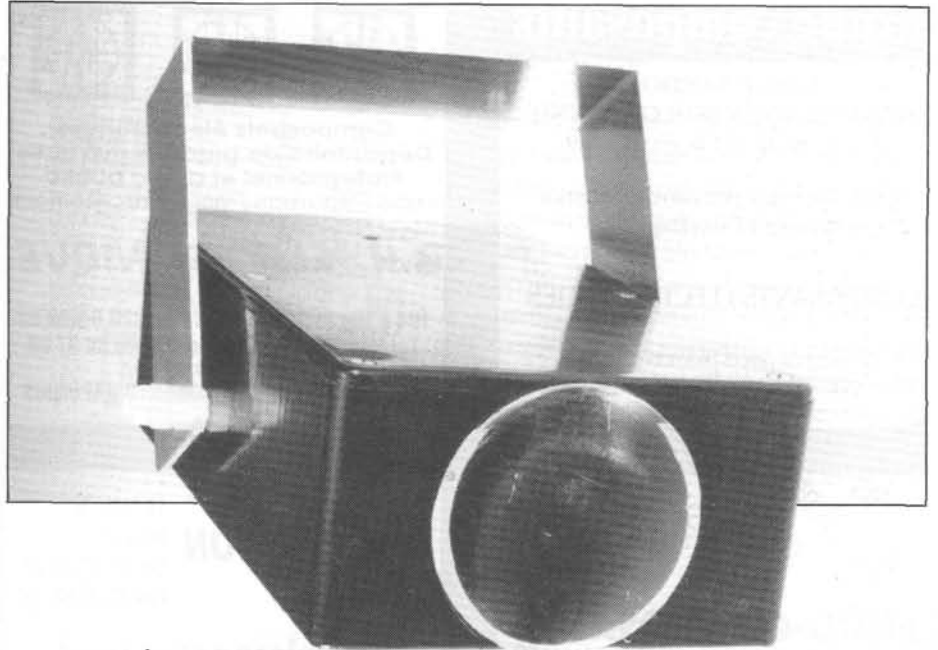
À moins que vous n'ayez dans votre cave une brasserie ou une fabrique de limonade, les utilisations domestiques d'un tel dispositif ne seront pas nombreuses. Il y a pourtant quelques problèmes que ce circuit peut résoudre : l'exemple de la baignoire, donné plus haut, n'est pas des plus heureux ; il y a aussi les aquariums et nous sommes sûrs que vous trouverez d'autres réceptacles nécessitant une surveillance électronique des débordements.

Vous n'êtes pas satisfait ? Ce ne sont pas les débordements que vous craignez ? Vous craignez le manque ? Que faire pour que notre dispositif surveille maintenant un minimum de liquide, pour qu'il prévienne d'un manque ? N'attendez pas d'être sur l'autoroute pour penser au réservoir du lave-glace

et varie entre 0 V et la tension d'alimentation. Tant que le transistor conduit (pendant chaque demi-onde positive du signal de l'oscillateur) il court-circuite pratiquement le condensateur C3, qui en profite pour se décharger. Lorsque T1 ne conduit pas (alternance négative) C3 se charge à travers la résistance R5, 1000 fois plus élevée que la résistance de décharge. Dans ces conditions, C3, qui se décharge beaucoup plus vite qu'il ne se charge, ne risque pas de se remplir et nous avons, sur les entrées de l'opérateur logique N2, un niveau "zéro". En bon inverseur qu'il est, N2 conserve, dans ce cas, un niveau logique "un" sur sa sortie. La diode D2 conduit alors et empêche l'oscillateur construit autour de N3 d'osciller. C'est un vieux truc : pour paralyser (inhiber) un oscillateur, un moyen infailible est d'injecter une tension continue dans sa boucle de réaction.

Pendant que nous parlions de la sorte, l'eau est montée et a atteint son niveau critique : les électrodes sont immergées et le transistor T1 ne conduit plus. Il n'empêche donc plus la charge de C3 et, lentement mais sûrement, l'entrée double de l'inverseur N2 est portée à 1 et sa sortie bien sûr à zéro. Dans ces conditions, la diode D2 ne peut évidemment plus conduire, et l'oscillateur construit autour de N3 n'est plus inhibé : le résonateur piézoélectrique, dont les effets sonores sont améliorés par le tampon N4, en témoigne bruyamment. La mise au point n'est qu'un jeu d'enfant : on plonge les électrodes dans le liquide dont on veut surveiller le niveau et on tourne le curseur de P1 en

Si vous voulez tout savoir sur les procédés pour la protection des biens, vous n'êtes pas au bout de vos peines : ce serait l'occasion cependant de découvrir non seulement de nombreux domaines de la physique, mais aussi les applications que l'électronique y trouve.



détecteur de expérimental mouvement

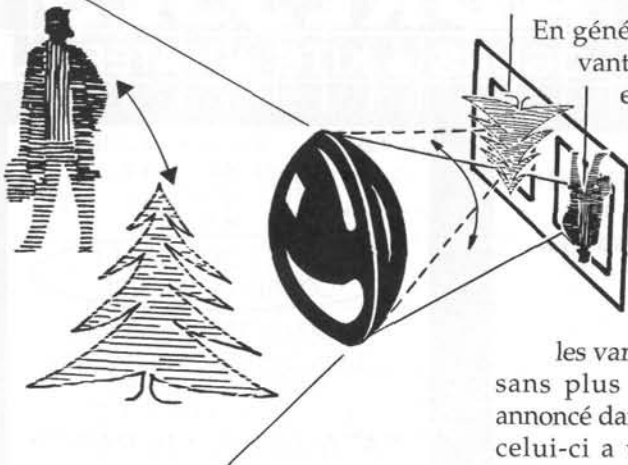


Figure 1 - Principe d'un dispositif à deux capteurs : c'est un dispositif différentiel, qui ne se déclenche que si les deux capteurs ne sont plus également affectés. Le soleil peut bien briller ou se couvrir de nuages, les cellules le voient toutes deux de la même façon, et il n'y a pas de détection. Si au contraire un sujet bouge devant eux, chaque capteur le voit de son côté, l'ombre portée les touche différemment. Pour bien comprendre comment chaque cellule voit, imaginez une pellicule photographique à leur place. Chaque point de la pellicule voit quelque chose que son voisin ne voit pas.

En général, le principe est le suivant : un phénomène physique est mesuré, et l'information du résultat de cette mesure, traduite électriquement, est transmise à un dispositif avertisseur, le plus souvent une sirène. Nous ne nous étendrons pas sur

les variantes et vous proposerons sans plus tarder l'œil électronique annoncé dans le titre. Comme tout œil, celui-ci a un champ de vision : si quelque chose dans cet espace vient à bouger, il le signale. À la différence des barrières lumineuses que vous connaissez, cet œil travaille seul, il ne nécessite d'autre émetteur que la lumière du jour. Les applications possibles en sont donc considérablement étendues. « Mon œil », lance un nouveau lecteur. Qu'il lise plutôt.

le principe

Dans son principe, ce détecteur de mouvement est en fait quelque chose de très simple. Encore faut-il ne rien oublier. Il est constitué d'une seule len-

tille, mais de deux capteurs de lumière au lieu d'un seul. Comme pour un œil, l'image de ce qu'il regarde est projetée, à travers son cristallin (la lentille), sur une surface couverte de cellules photosensibles. Moins bien équipé que le vôtre, lequel dispose de millions de cônes et de bâtonnets, notre capteur fruste se contente de deux photorésistances. Chacune d'elle ne reçoit sur sa surface sensible que la moitié du paysage à surveiller. La tâche de l'électronique attelée à ces capteurs consiste uniquement à mesurer les différences d'éclairement transitoires de l'un par rapport à l'autre. Si la lumière varie (aube ou crépuscule, rayon de soleil) les deux récepteurs reçoivent ou sont privés en même temps de la même dose de photons. Le circuit ne détecte aucun changement et ne déclenche donc pas l'alarme. À l'opposé, si quelqu'un se déplace devant l'objectif de cette caméra primitive, son image assombrit différemment les deux cellules : elles ne reçoivent plus la même quantité d'énergie lumineuse. L'alarme entre alors en jeu (figure 1 ci-contre à gauche). Examinons à présent le circuit électronique de cette *camera obscura* (= chambre obscure).

simplicité et économie de moyens

Le circuit de la **figure 2** ci-dessous nous permet de comprendre pourquoi le dispositif est aveugle à toute variation de lumière qui affecte de façon *égale* les deux capteurs. Il ne réagit que lorsqu'un écran s'interpose de façon *passagère*, entre la lumière et l'un des deux. Le dispositif réagit à la différence d'éclairement perçue par l'une ou (exclusif) l'autre des cellules photosensibles, ou aux variations de cette différence (si une cellule est entièrement recouverte par l'ombre et l'autre seulement à moitié, là, ça marche). Ce n'est pas tout à fait simple, mais ça ne commence pas trop mal.

Les deux cellules sont les photorésistances⁽¹⁾, LDR1 et LDR2, montées à l'entrée du circuit en diviseur de tension. La tension mesurée au point C, là où elles se rejoignent, est à peu de

chose près la moitié de la tension d'alimentation. Si la lumière du jour change, la résistance des deux LDR augmente ou diminue, dans les mêmes proportions pour l'une et pour l'autre : leur rapport ne change pas. Et si leur rapport ne change pas, la tension au point C ne change pas, elle reste égale à la tension d'alimentation divisée par deux. Maintenant, si l'une vient à être moins éclairée que l'autre, il n'en est plus de même. La résistance d'une seule LDR varie, ou elle varie dans de plus grandes proportions que celle de

sa voisine et le point d'équilibre du pont diviseur se déplace : la tension au point C augmente ou diminue.

Si la tension évolue au point C, le condensateur C2 en prend compte : le condensateur s'oppose au passage du courant continu, mais si la tension change, il transmet une impulsion positive ou négative aux deux amplificateurs opérationnels, câblés en trigger, qui suivent.

Nous avons ensuite un second pont diviseur par deux (R1, R2, R3, R4) et la tension au point de jonction des résistances R2 et R3 est évidemment celle de l'alimentation divisée par deux. C'est une tension stable et rien ne nous empêche de la prendre pour référence, pour zéro.

L'entrée non inverseuse d'A1 et l'entrée inverseuse d'A2 sont reliées à cette masse artificielle par l'intermé-

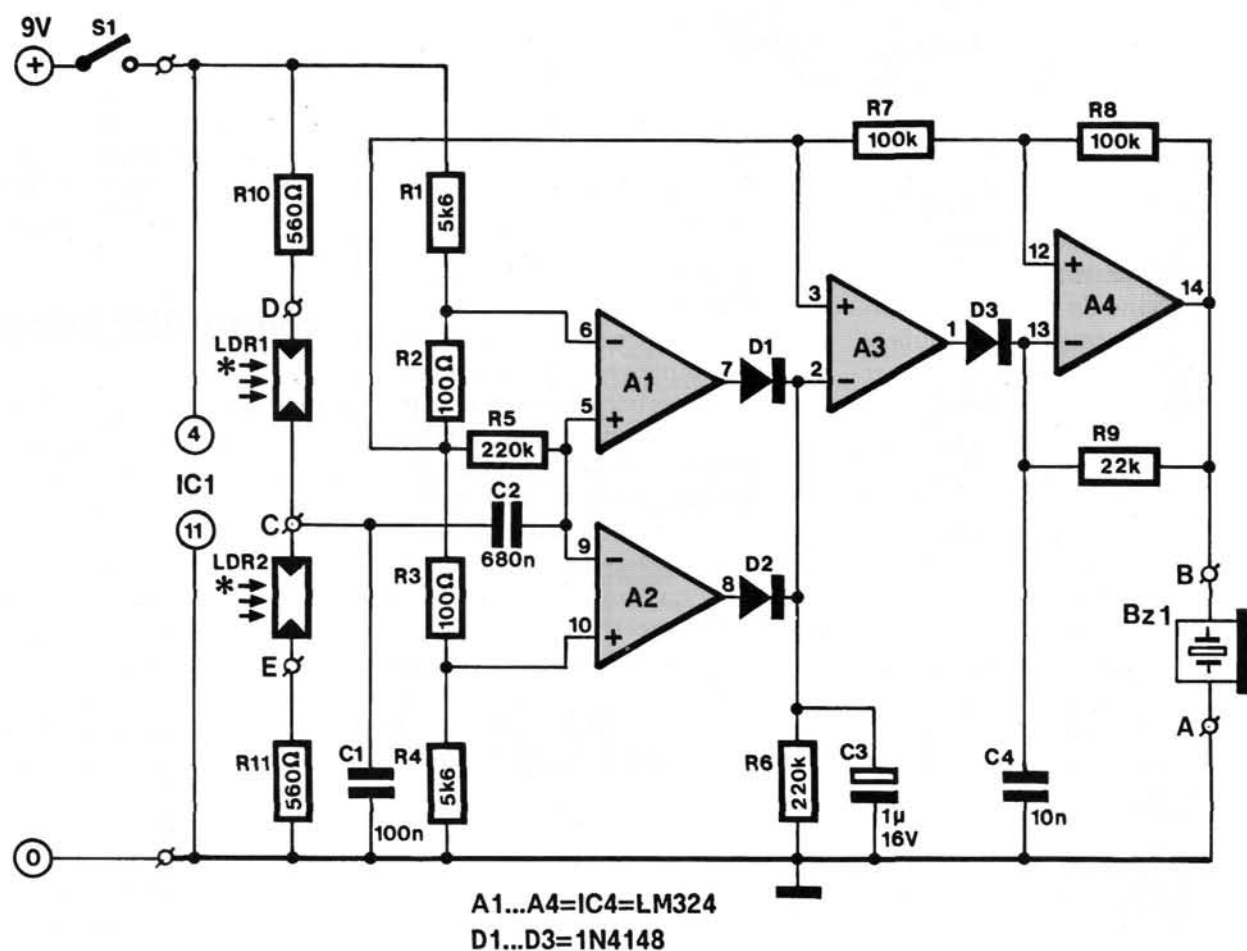
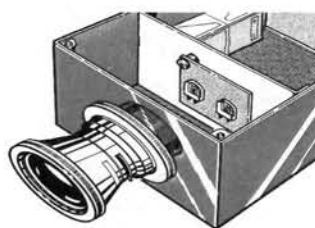


Figure 2 - En câblant les deux LDR en série, nous avons fait l'économie d'un amplificateur opérationnel, le point C n'est rien de moins que la sortie d'un "photocomparateur" ! A son signal (qui peut être de faible amplitude) l'un ou l'autre

des deux amplificateurs suivants, montés en déclencheurs (*trigger*) réagira : leur sortie commune, à 0 V au repos passera au potentiel de l'alimentation pour activer l'oscillateur, qui commande le résonateur piézo-électrique.

le troisième œil

diaire de R5. Leurs autres entrées sont légèrement polarisées par rapport à ce point : positivement, pour A1, ou négativement, pour A2.

Cette polarisation est égale à la chute de tension aux bornes de R2. Elle n'est donc pas très élevée (80 mV⁽²⁾).

Si la tension au point C reste constante, C2 ne transmet rien et les sorties des deux amplificateurs opérationnels sont à 0 V (par rapport à la masse du circuit cette fois ou -4,5 V par rapport à notre 0 "artificiel"), puisque la tension à leur entrée inverseuse est supérieure à la tension à leur entrée non inverseuse. Que faut-il pour que ces sorties changent d'état ? La seule voie ouverte (fermée d'ailleurs au courant continu) c'est C2. Cette voie doit laisser passer une impulsion, positive pour que la sortie d'A1 bascule, ou négative pour la sortie d'A2. Est-ce tout ? Non, il faut que cette impulsion soit suffisante : son amplitude doit dépasser 80 mV. La sortie d'A1, OU celle d'A2 passe alors de 0 V à une tension voisine de la tension d'alimentation. Les sorties des amplificateurs opérationnels sont séparées par les diodes D1 et D2 — avez-vous remarqué qu'ils formaient un opérateur logique OU : pour qu'il règne une tension à l'entrée inverseuse d'A3, il faut et il suffit que l'une au moins des sorties d'A1 ou A2 soient à l'état haut (potentiel de l'alimentation). Et s'il y a une tension au point de rencontre de D1, D2, R6 et C3, ce dernier se charge.

Nous sommes donc à l'entrée de l'amplificateur A3. Son entrée non

inverseuse est reliée à notre "masse artificielle". Aussi longtemps que C3 est chargé, la sortie d'A3 est à 0 V (-4,5 V par rapport à la masse artificielle). Puisque la tension sur son entrée inverseuse est supérieure à 0 V, il inverse. Aucun courant ne traverse D3 : l'amplificateur opérationnel A4, câblé en oscillateur, travaille, ce dont le résonateur piézo-électrique Bz1 témoigne bruyamment. Si maintenant, les sorties d'A1 et d'A2 sont retombées à 0 V, rien n'empêche C3 de se décharger à travers R6. Quand C3 est déchargé, le potentiel à l'entrée inverseuse d'A3 est inférieur à celui de l'entrée non inverseuse*, la sortie prend donc le potentiel de l'alimentation. La diode D3 devient passante et l'entrée inverseuse d'A4 est maintenue constamment à un potentiel supérieur à celui de son entrée non inverseuse : cet oscillateur est donc inhibé.

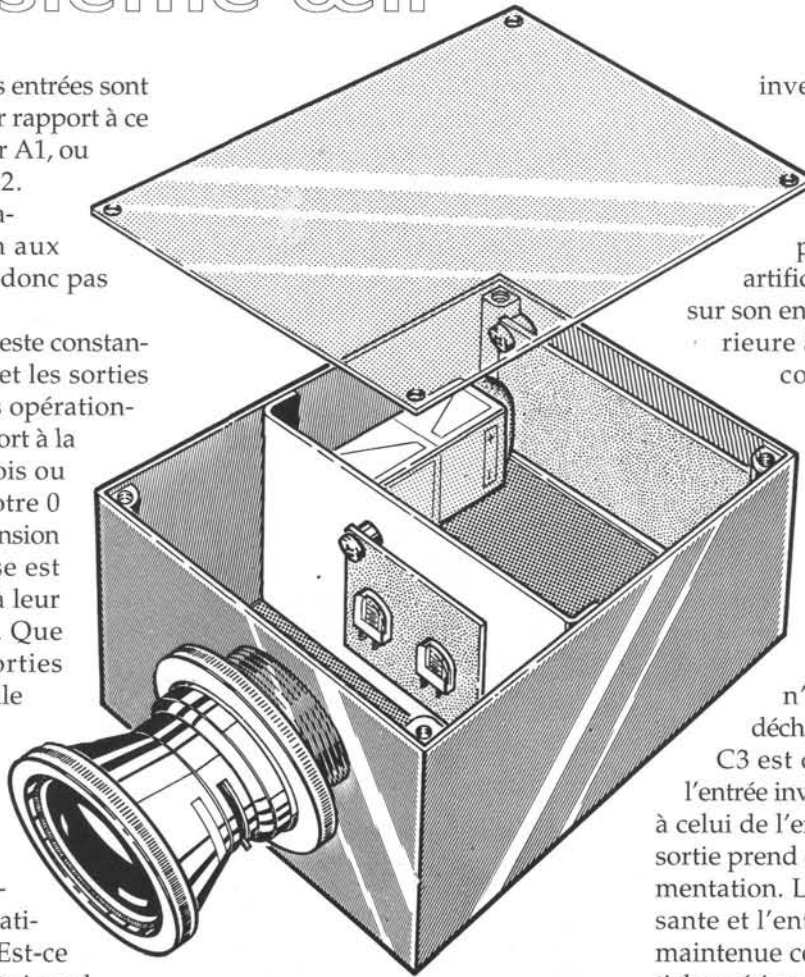


Figure 3 - Voilà comment peut se présenter cet appareil photo (non graphique) à développement instantané. Les mouvements dans le champ de l'objectif sont détectés par le premier compartiment et transmis par fil au second qui les signale. Si le couvercle est transparent sur le dessin, il ne le sera pas dans la réalité. La lumière ne rentrera que par l'objectif (la lentille) et pour qu'elle ne se réfléchisse pas sur les parois de la chambre noire, celles-ci seront recouvertes de papier, noir bien sûr. Lorsque vous installerez votre appareil, vous le fixerez solidement. Ainsi, ce ne sont pas ses mouvements que vous détecterez !

construction mécanique

Le plus important dans ce montage est sans conteste la mise au point, comme pour un appareil photographique. Il faut absolument, pour que ça fonctionne, que les photorésistances soient dans le plan focal⁽³⁾ de la lentille. Dans un appareil photographique (notre appareil est aussi un appareil photo, mais il ne graphie pas) c'est dans ce plan-là que se déroule le film, lors des prises de vue. La bonne distance, la distance focale, est déterminée expérimentalement.

On commence par monter la lentille sur un coffret de bonnes dimensions (pas trop grand tout de même). On enlève le couvercle (figure 3) et on vise une fenêtre bien éclairée dont on se tient à une distance égale à la distance du paysage que le dispositif aura à

⁽¹⁾Une résistance photosensible (photorésistance ou cellule photoconductrice) est un conducteur dont la résistance varie en fonction de l'éclairement. Fortement résistante lorsqu'elle est dans l'obscurité, elle laisse beaucoup mieux passer le courant si elle est éclairée. Son nom anglais est *Light Dependent Resistor*. En grec *phôtos*, c'est lumière et en physique, un *photon* est un "grain" de lumière. Un photon est le support ("immatériel" ?) d'une certaine quantité, on dit un *quantum*, d'énergie.

⁽²⁾Vous avez la tension, 9 V et vous avez la résistance ($R1 + R2 + R3 + R4$) vous calculez donc l'intensité du courant. Ensuite, vous avez la résistance R2 et le courant... R1, ça ne vous dit rien ? Et UUU donc...

⁽³⁾Focal, foyer, feu sont des mots de la même famille. Pour vous brûler sérieusement avec le soleil, ou faire brûler du papier, vous disposez votre peau, ou le papier, face au soleil à une distance précise d'une loupe. Cette distance, caractéristique de la loupe, est la distance focale.

* Y a un zéro qu'est plus p'tit qu'l'autre !

liste des composants

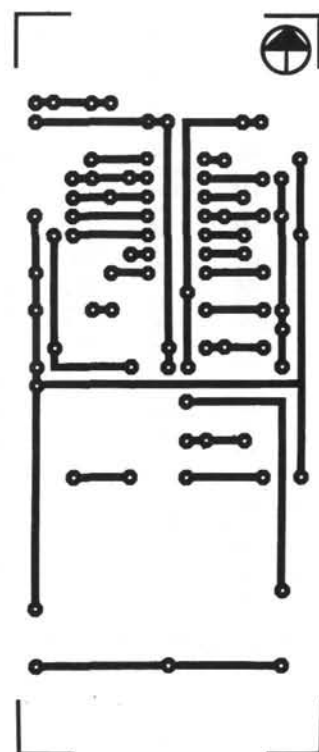
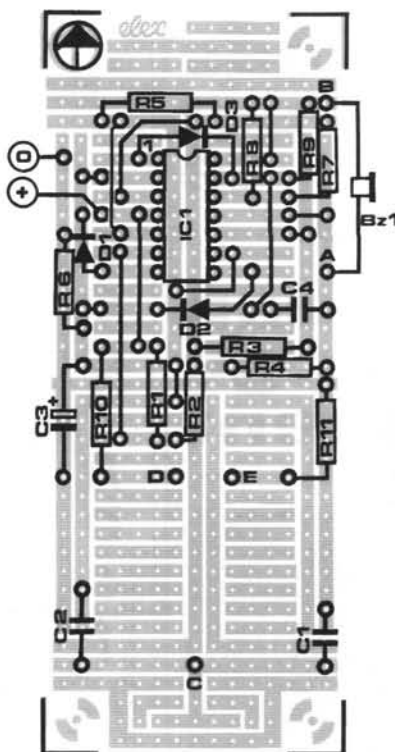
R1, R4 = 5,6 k Ω
 R2, R3 = 100 Ω
 R5, R6 = 220 k Ω
 R7, R8 = 100 k Ω
 R9 = 22 k Ω
 R10, R11 = 560 Ω

C1 = 100 nF
 C2 = 680 nF
 C3 = 1 μ F/16 V
 C4 = 10 nF

D1 à D3 = 1N4148
 IC1 = LM324
 LDR1, LDR2 = cellules
 photoconductrices IDENTIQUES

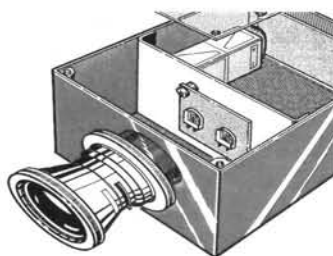
S1 = interrupteur simple
 Bz1 = résonateur
 piézo-électrique

platine d'expérimentation
 de format 1



surveiller. Pourquoi ?⁽⁴⁾ Ensuite, on déplace un petit morceau de carton de couleur claire derrière la lentille, perpendiculairement au trajet des rayons lumineux. On le rapproche et on l'éloigne de la lentille jusqu'à ce que l'on ait trouvé le plan de l'image de la fenêtre, dont les contours se dessinent alors distinctement sur le carton. Si vous ne trouvez pas l'image de la fenêtre sur le carton, éloignez-vous de la fenêtre. Une fois ce plan bien repéré, il est possible d'approcher la plaque sur laquelle les cellules (LDR1 et LDR2) seront finalement fixées. Si l'image de l'extérieur qui se forme sur elles est un peu floue, si elles ne sont pas très précisément dans le plan focal, ça ne prête pas à conséquence : les cellules se fichent comme d'une guigne de l'aspect réel des mobiles qui s'agitent devant elles et elles n'ont pas le sens de l'esthétique bien développé. Une condition pourtant doit être respectée : la partie optique de la boîte sera rigoureusement étanche aux rayons lumineux qui ne viennent pas de l'objectif. Ceux-ci peuvent venir de l'extérieur ou de l'intérieur. Les rayons lumineux latéraux amèneraient des perturbations importantes et l'alarme se déclencherait hors de propos. L'intérieur de la boîte devra donc absorber les rayons réfléchis par les LDR. C'est pourquoi on le tapisse avec du papier noir par exemple.

Nous en avons terminé avec la chambre noire. Reste l'optique. Pas facile surtout de trouver la lentille. Certains revendeurs de composants par correspondance en détiennent, mais vous pouvez aussi chercher du côté des photographes ou des opticiens. Un objectif de vieil appareil photographique peut convenir. Il n'est pas nécessaire d'autre part que votre lentille soit sans défaut, ce qui élargit le champ des possibilités vers les rebuts. Un projecteur de diapositives voué à l'équarrissage pourra également fournir du matériel de récupération intéressant pour une application comme celle-ci.



L'alimentation ne pose pas de problème, ce circuit est un petit consommateur de sorte qu'une pile de 9 V lui suffira pour quelques temps. Vous doublerez d'ailleurs sa durée de vie si vous prenez la précaution de mettre le

circuit hors tension lorsqu'il n'a rien à surveiller. Le résonateur piézo-électrique devrait naturellement se trouver là où celui que l'alarme doit informer se tient. Il sera donc éventuellement nécessaire de prévoir une sortie de fils de la boîte.

domaines d'utilisation

Puisque le dispositif détecte les mouvements, il serait insensé de lui faire surveiller une portion de l'espace dans laquelle ça bouge tout le temps. Il n'est pas plus adapté à la surveillance d'un boulevard où la circulation est dense qu'à celle d'un trottoir fourmillant de monde. Pour lui, l'idéal, c'est une arrière-cour ou un jardin dans lesquels en temps normal personne ne se tient. Pensez cependant que la proximité des arbres ou celle d'un séchoir, sous l'effet du vent, peut déclencher une alarme. L'œil n'est vraiment sensible que jusqu'à une distance de quelques mètres. D'autre part, pour il ne détectera une présence que s'il est éclairé : le jour donc, ou la nuit si vous disposez d'un bon projecteur. Pour être efficace dans l'obscurité, il faudrait qu'il soit équipé de capteurs d'infrarouges. La conception du circuit serait tout à fait différente. Ce sera peut-être l'occasion d'un autre article.

86685

⁽⁴⁾La fenêtre occupe ainsi tout le champ de vision de l'appareil.

ANALOGIQUE ANTI-CHOC ALTERNATIF

5^e épisode : Les amplificateurs



Dans ce cinquième épisode nous vous présentons des amplificateurs basses fréquences qui transforment des tensions alternatives de fréquences comprises entre 12 Hz et 20 kHz. Ce sont les fréquences audibles et cette plage s'appelle la plage *audio*. Tous les appareils radio ou Hi-Fi comportent au moins un amplificateur audio ou amplificateur BF (= basses fréquences).

Reportez-vous à la figure 11 du troisième épisode de cette série dans le n° 40 d'ELEX. Sa partie droite comporte un étage amplificateur simple. Un étage amplificateur ne peut être aussi simple que lorsqu'il y a peu d'exigences. Les sons, parole ou musique, sont des signaux riches et complexes, composés en fait d'innombrables fréquences différentes. Une reproduction du son fidèle à l'original n'est obtenue que si l'amplificateur amplifie toutes les fréquences de la même façon.

1

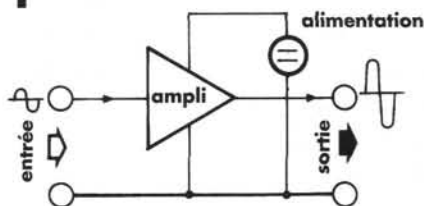


Figure 1 – Un amplificateur ne peut amplifier un signal qu'à condition d'être alimenté en énergie. Celle-ci lui est fournie par une source de courant.

La figure 1 fait comprendre clairement le principe de fonctionnement d'un amplificateur. Pour fournir en sortie une tension alternative, image de la tension alternative d'entrée, l'amplificateur doit être alimenté en énergie par une tension continue. Cela laisse déjà prévoir le rôle important des condensateurs, ces composants capables de séparer les tensions alternatives des tensions continues, dont nous vous avons longuement entretenu le mois dernier et dont il est encore question dans ce numéro (p. 17), dans la rubrique "système K".

2

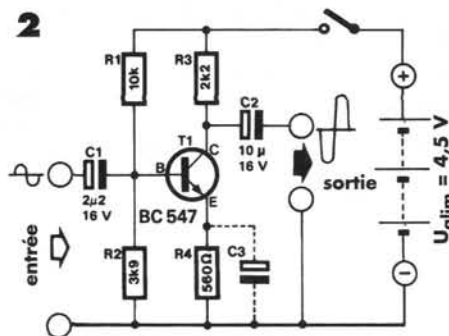


Figure 2 – Un étage amplificateur à émetteur commun.

La figure 2 ci-dessus représente un étage amplificateur complet. Il s'agit d'un montage en émetteur commun modifié. Nous vous rappelons rapidement le fonctionnement de l'émetteur commun à l'aide du schéma de principe suivant :

3

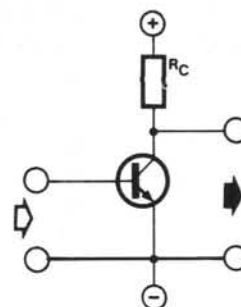


Figure 3 – Principe de l'émetteur commun.

Un courant dans la base fait naître un courant de collecteur. Celui-ci provoque une chute de tension aux bornes de la résistance de collecteur R_C . La tension de sortie de l'étage, c'est-à-dire la tension de collecteur, est la différence entre la tension d'alimentation et la chute de tension aux bornes de R_C . Ce circuit élémentaire ne fonctionne pas lorsqu'il est commandé par une tension alternative. Comme la jonction base-émetteur n'est conductrice qu'à partir d'une tension de 0,7 V, les alternances négatives du signal d'entrée ne sont pas amplifiées du tout et les positives ne le sont qu'à partir de 0,7 V. Le transistor ne réagira pas du tout pour des tensions alternatives avec une valeur de crête inférieure à 0,7 V. C'est pour cette raison que la base du transistor de la figure 2 est raccordée à un diviseur de tension ($R1/R2$). Celui-ci permet d'obtenir une tension de base

supérieure à 0,7 V (par rapport au pôle -), si bien que le transistor est toujours conducteur. Par conséquent un courant circule constamment dans le circuit émetteur-collecteur. Il provoque des chutes de tension aux bornes de R3 et de R4. En règle générale la valeur de tels composants est calculée pour que la tension de collecteur soit d'environ la moitié de la tension d'alimentation, l'autre moitié se retrouvant aux bornes de R3. Puisque les condensateurs ne laissent passer aucun courant continu à l'entrée (la base) ou à la sortie (le collecteur), toutes les tensions et tous les courants continus du transistor sont constants. On appelle ces valeurs du courant et de la tension : *point de fonctionnement de l'étage*.

Construisez le montage de la figure 2 (schéma d'implantation : voir figure 10, partie gauche) pour vérifier les données sur le point de fonctionnement. Le tableau 1 ci-contre est à votre disposition pour noter vos mesures et vos calculs.

La tension alternative que doit amplifier notre amplificateur traverse C1. Ce condensateur non seulement bloque la tension continue à l'entrée, mais il empêche aussi la tension continue de la base de "remonter" vers la borne d'entrée. La tension alternative présentée à l'entrée élève et abaisse alternativement la tension du diviseur, elle provoque ainsi des variations du courant de base. C'est-à-dire que la tension alternative se superpose à la tension continue du diviseur. Donc un courant alternatif se superpose au courant continu qui circule à travers la base.

Le transistor ne fait pas de différence entre courant continu et courant alternatif ; il amplifie ce mélange comme il amplifierait chacun des courants séparément. Le courant de collecteur, constitué lui aussi d'un courant alternatif superposé à un courant continu, provoque une chute de tension variable aux bornes de la résistance de collecteur : une chute de tension alternative superposée à une chute de tension conti-

Tableau 1 – Pour noter les données sur le point de fonctionnement.

Grandeurs	Points de mesure	Valeurs
<i>Mesures sans signal d'entrée</i>		
Tension d'alimentation	+ → -	 V
Tension de base	B → -	 V
Tension base-émetteur U_{BE}	B → E	 V
Tension de collecteur U_C	C → -	 V
Tension d'émetteur U_E	E → -	 V
<i>Calcul</i>		
Courant de collecteur I_E	$\frac{U_E}{560 \Omega}$	 mA

nue. Nous pouvons calculer la tension de collecteur en soustrayant cette chute de tension de la tension d'alimentation. Notez que l'alternance positive de la tension d'entrée correspond à une alternance négative de la tension de sortie (cf. figure 5). Le condensateur C2 extrait cette composante alternative et la présente à la sortie sous forme d'une tension alternative pure. La tension de sortie alternative n'est pas seulement amplifiée

mais sa polarité est inversée. Le diagramme de la figure 6 ci-contre résume les relations entre les courants qui circulent dans le montage en émetteur commun.

En électrotechnique, l'opposition à une alternance positive en entrée d'une alternance négative en sortie traduit un déphasage de 180°. En réalité le montage ne provoque pas de déphasage ; le décalage d'une demi-période (180°) résulte de l'inversion de polarité.

Contrairement au schéma de principe (figure 3) le montage de la figure 2 comporte une résistance dans le circuit d'émetteur. En principe la résistance d'émetteur n'est pas nécessaire, pourtant elle stabilise considérablement le montage. Sans résistance la tension de base (base - pôle -) est toujours égale à 0,7 V. Le courant de base est alors déterminé par la tension de seuil. Si elle diminue, le courant à travers R1 augmente. Dans la pratique la

Figure 4 – Une tension continue est ajoutée à la tension alternative de l'entrée pour que la tension de base ne soit pas inférieure à 0,7 V.

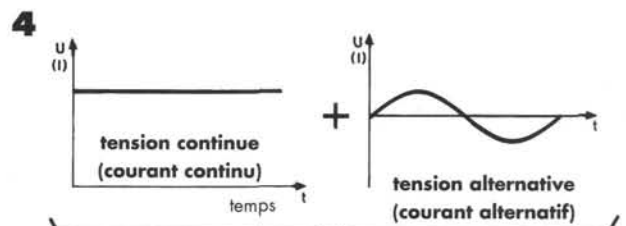
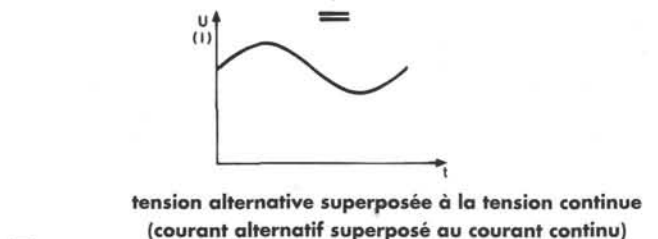
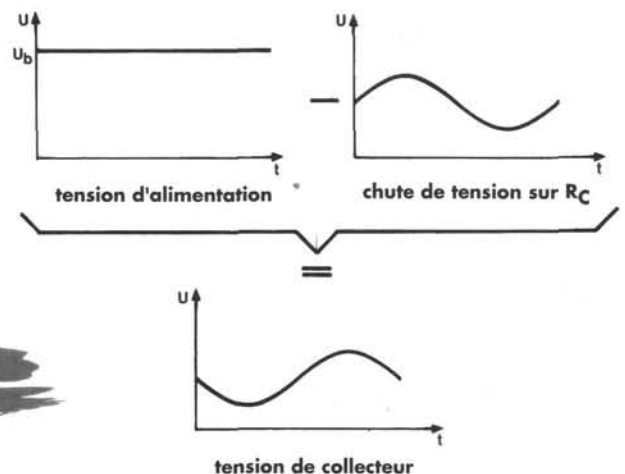


Figure 5 – La tension de collecteur est égale à la différence entre la tension d'alimentation et la chute de tension aux bornes de la résistance de collecteur, elle est « à l'envers ».



5

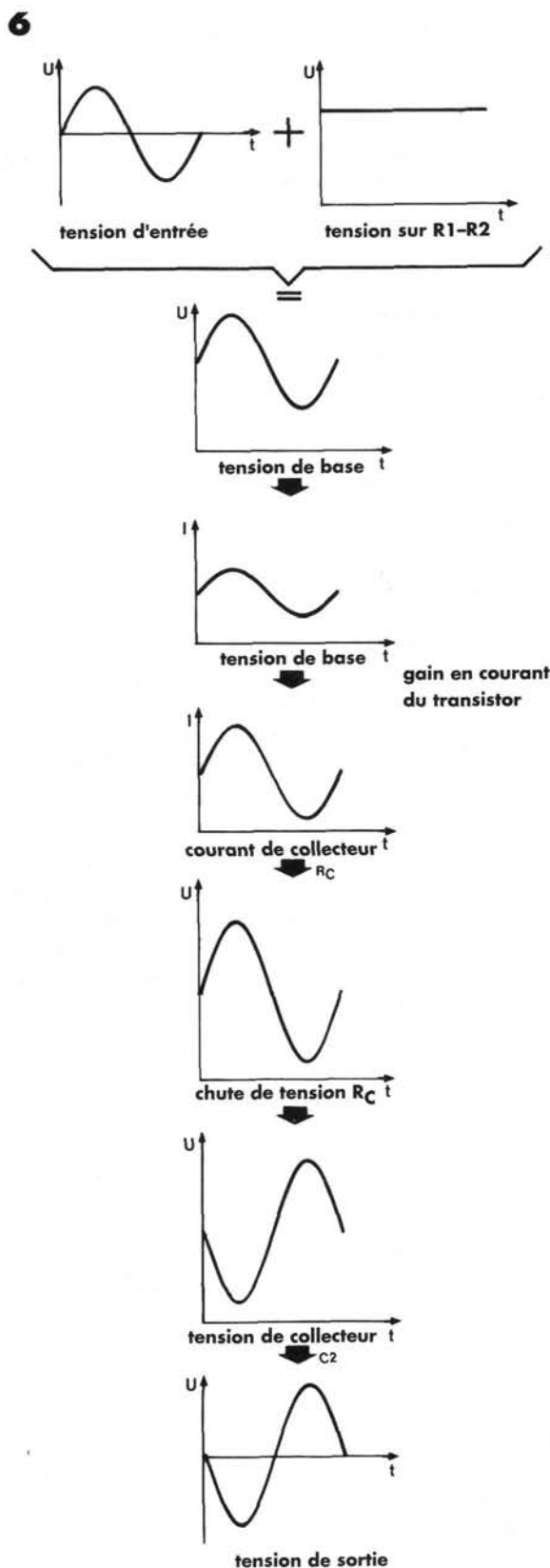


tension de seuil diminue lorsque le transistor s'échauffe en fonctionnant (cf les élucubrations de Rési&Transi ce mois-ci). Dès lors le courant de base augmente, le courant de collecteur augmente, le transistor se trouve surchargé et il continue à s'échauffer. Dans les cas extrêmes ce cycle infernal peut mener à la des-

truction du transistor (emballement thermique). Le gain du montage est de 3 à 4. La formule d'approximation suivante vous permet de l'évaluer :

$$g = \frac{R_C}{R_E} = \frac{R_3}{R_4}$$

Figure 6 - Diagrammes des courants et tensions de l'étage amplificateur à émetteur commun.



En toute rigueur le gain devrait être précédé d'un signe -, qui rendrait compte de l'inversion de la polarité. Un condensateur supplémentaire permettrait d'augmenter considérablement le gain (jusqu'à 30 ou 60).

Le condensateur C_3 court-circuite R_4 pour le courant alternatif ; la résistance du circuit d'émetteur est donc plus

faible pour le courant alternatif. D'après la formule approchée le gain g augmente lorsque la résistance d'émetteur diminue. Notre montage présente alors deux coefficients d'amplification :

- un pour la tension continue, fixé par R_4 (et R_3)
- un pour la tension alternative, plus important, déterminé par le condensateur de l'émetteur.

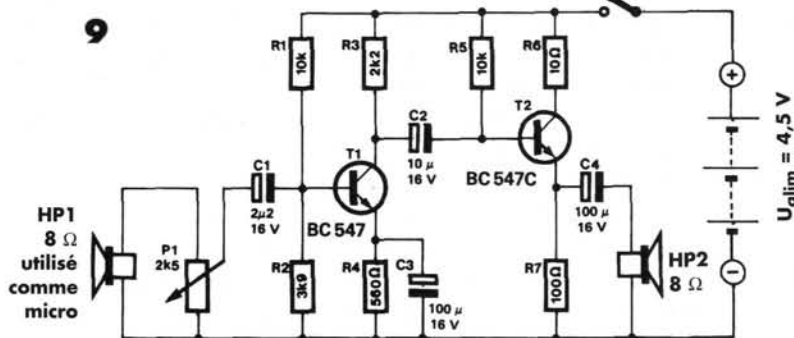
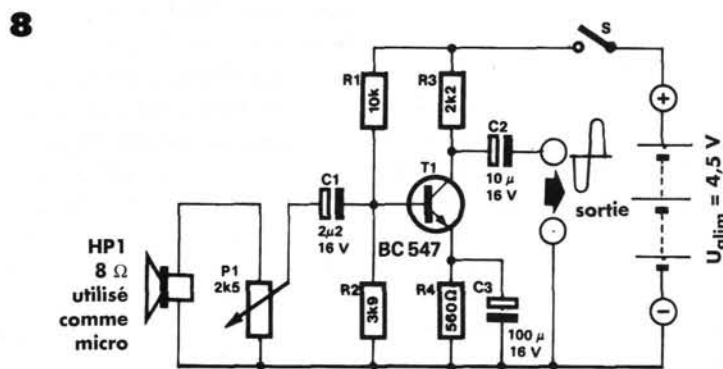
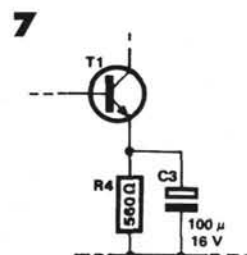
L'amplification de la tension continue ne joue aucun rôle en pratique (dans le cas d'un amplificateur de tension alternative). Lorsqu'on parle du gain d'un amplificateur de tension alternative, on ne parle que du gain en alternatif.

Le montage de la figure 7 est très sensible parce que son gain pour les tensions alternatives est très élevé. Une tension de 10 mV_{CC}, un signal de microphone par exemple, est élevée jusqu'à 300 ou 400 mV_{CC} par cet étage. Ce sont des valeurs déjà considérables pour l'électronique.

Figure 7 - Le condensateur C_3 augmente le gain de l'étage amplificateur de tension alternative.

Figure 8 - Ici un haut-parleur sert de micro.

Figure 9 - L'amplificateur pour micro complet. Un émetteur suiveur est ajouté pour alimenter le haut-parleur de sortie.



10

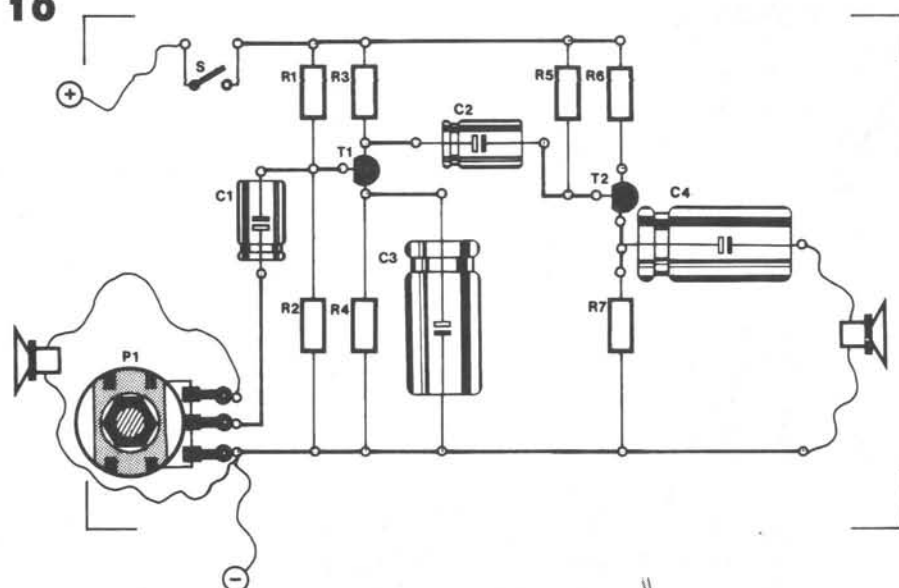


Figure 10 – Vous laissez de la place pour des extensions lorsque vous monterez l'amplificateur pour micro.

11

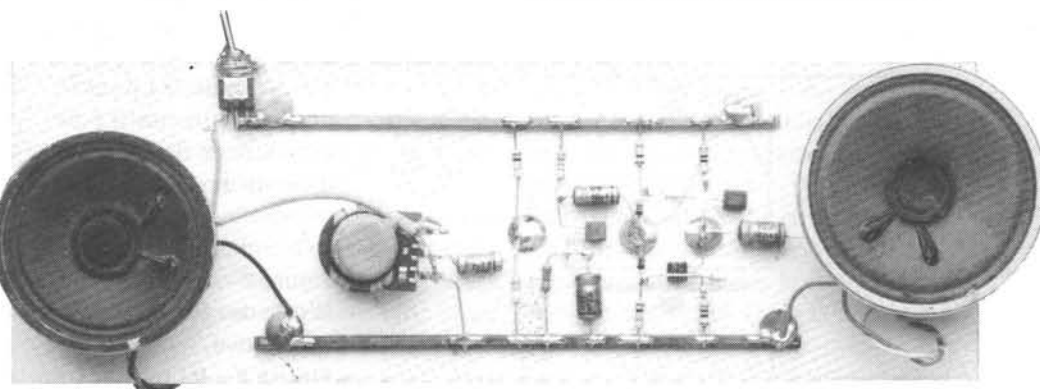
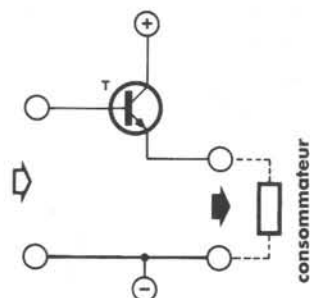


Figure 11 – Pour un montage émetteur suiveur l'utilisateur se place dans le circuit de l'émetteur qui fournit un courant relativement important, le courant collecteur-émetteur.

Photo – L'amplificateur pour micro à deux étages monté sur une planche d'essai.

Un microphone convertit les variations de pression de l'air (par exemple la parole) en variations de tension électrique. Il produit l'effet inverse d'un haut-parleur. Pourtant tout haut-parleur est utilisable comme micro : lorsque vous parlez près de la membrane du haut-parleur, celui-ci produit une (infime) tension alternative. Notre montage équipé d'un haut-parleur de 8 Ω fonctionne comme un amplificateur pour micro ! La tension de sortie de l'étage suffit pour piloter un amplificateur final (radio, ampli-stéréo). Le potentiomètre P1 permet de régler le volume. Vous ne pouvez pas encore connecter directement un haut-parleur en sortie de cet amplificateur. Il faut intercaler un étage final. Le transistor T2 est monté en émetteur suiveur ; la figure 11 montre le schéma de principe. Il n'amplifie pas la tension d'entrée, ce qui n'est pas nécessaire puisqu'une tension alternative de sortie de 300 à 400 mV_{CC} suffit pour cette utilisation. En revanche il amplifie le courant et en fournit assez pour alimenter le haut-parleur, qui en demande beaucoup (100 mA_{CC} et plus). Sur le schéma de la figure 9 il manque, apparemment, la deuxième résistance

du diviseur de tension de la base de T2. Pourtant elle existe : c'est R7. Vous objecterez que R7 est située dans le circuit de l'émetteur et non de la base. Oui, mais elle a malgré tout la même fonction que R2. Dès que le courant circule à travers R5 vers la base, le transistor conduit et un courant collecteur-émetteur (courant de la base amplifié) circule à travers R7. Il en résulte une chute de tension aux bornes de R7, la tension de l'émetteur augmente de même que celle de la base. L'élévation de tension de la base diminue la tension aux bornes de R5, donc le courant à travers R5 ($I = U/R$). Si la tension sur R7 diminue, la tension sur R5 augmente, de même que le courant de base et le courant d'émetteur. Un équilibre s'établit. La tension de la base est stable malgré l'absence du diviseur de tension.

Le condensateur C2 ajoute un courant alternatif au courant continu de la base. Ces deux courants sont amplifiés (cf. figure 11 ci-dessus).

Le courant d'émetteur est composé, comme le courant de base, d'un courant alternatif superposé à un courant continu. Les deux courants se séparent sur l'émetteur : R5 conduit tout le courant

continu vers le pôle -, C4 conduit la plus grande partie du courant alternatif vers le haut-parleur qui le rend audible (une faible partie du courant alternatif circule quand même à travers R5 vers le pôle -). Les alternances de la tension de la base et celles de la tension de l'émetteur ont toujours la même polarité, elles sont en phase. La résistance R6 soulage le transistor en présentant à ses bornes une partie de la tension, celle dont le haut-parleur n'a pas besoin. Le condensateur C2 peut même éventuellement être omis.

Les diagrammes de la figure 12 ci-contre résument le fonctionnement de l'émetteur suiveur commandé par une tension alternative. Vous remarquerez que les tensions d'entrée et de sortie sont en phase contrairement à celles de l'émetteur commun.

Bien que ce montage amplificateur remplisse ses fonctions, il ne peut pas satisfaire totalement un électronicien exigeant. Reconsidérons le condensateur C4 de la sortie. Lorsqu'une alternance positive est présente sur la base, donc sur l'émetteur, le courant qui alimente le haut-parleur, circule du pôle + vers le transistor. Le transistor est capable de

conduire des courants relativement intenses. Lorsqu'une alternance négative se présente sur l'émetteur, le courant du haut-parleur doit inverser son sens de circulation (puisque'il s'agit d'un courant alternatif). Comme la diode de la jonction base-émetteur est bloquée, ce courant ne peut circuler qu'à travers R7. A ce moment le courant du haut-parleur est fourni par le condensateur, qui s'est chargé pendant l'alternance positive. Pour que le courant procuré au haut-parleur soit suffisant, il faut que le condensateur électrochimique monté en série avec le haut-parleur ait une capacité très élevée, au minimum quelque 1000 μF . La résistance d'émetteur ne doit pas être trop grande pour ne pas limiter le courant nécessaire au haut-parleur. Mais elle ne doit pas être trop faible non plus car le transistor doit faire circuler un courant à travers cette résistance aussi lorsque la tension augmente (flèche en pointillés de la figure 13). La valeur de R7 sera un compromis délicat.

Au lieu de ce compromis, il est beaucoup plus intéressant de remplacer R7 par un transistor, qui conduira seulement pendant les alternances négatives. Sur la

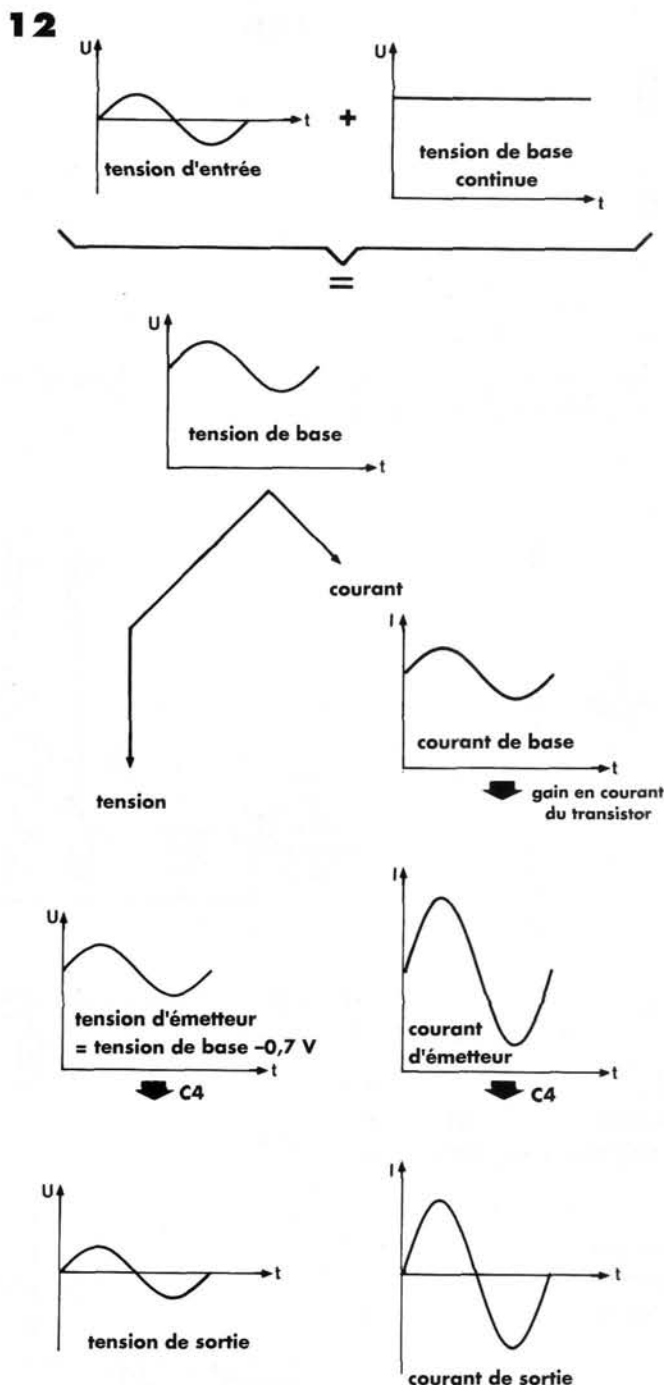


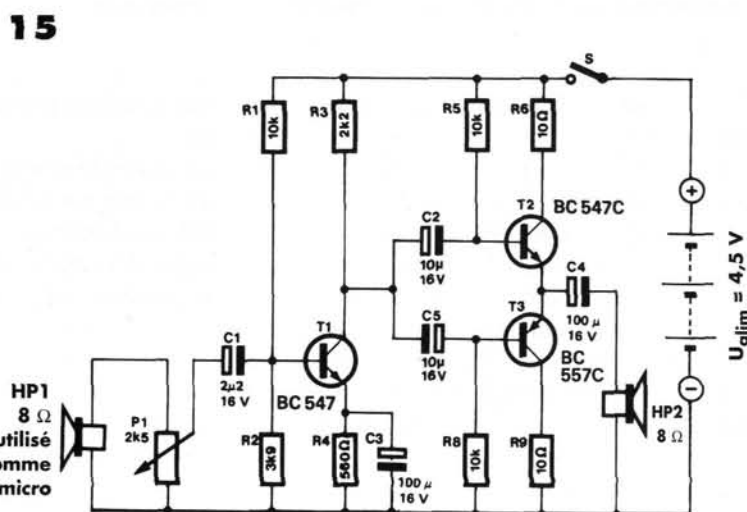
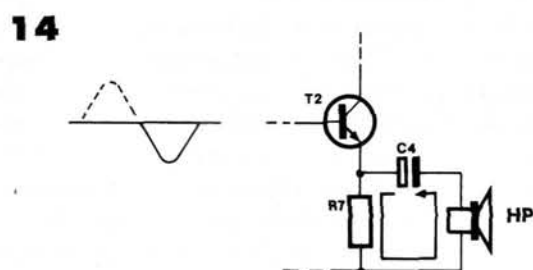
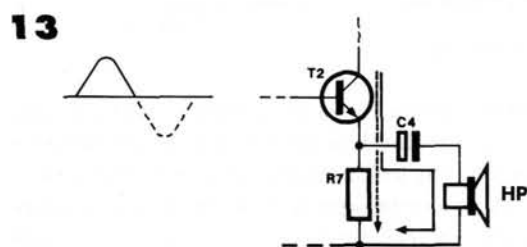
figure 15 un deuxième émetteur suiveur remplace la résistance d'émetteur. Cet émetteur suiveur est monté symétriquement au premier pour laisser passer les alternances négatives et est équipé d'un transistor PNP. Pendant les alternances positives, le transistor T2 se comporte exactement comme nous l'avons déjà expliqué (figure 16a). Pendant ce temps T3 est bloqué donc T2 n'a plus à conduire le courant qu'il fournissait auparavant à R7. Pendant les alternances négatives, T2 est bloqué et T3 est passant. Ainsi les deux alternances sont amplifiées, chacune par un des transistors. (cf. figure 16)

Figure 12 – Diagramme des tensions et des courants de l'émetteur suiveur (collecteur commun). L'émetteur suiveur est un amplificateur de courant.

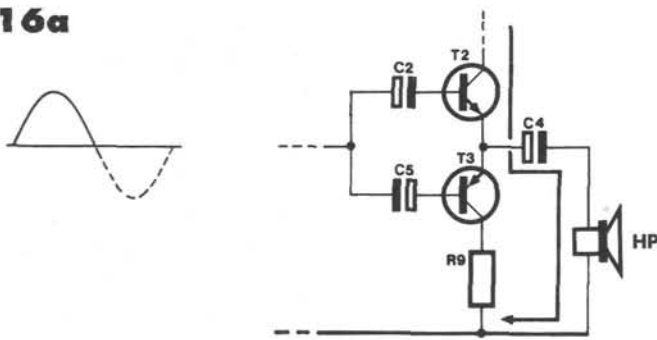
Figure 13 – Pendant les alternances positives le transistor conduit le courant à travers le condensateur et le haut-parleur.

Figure 14 – Le transistor est bloqué pendant les alternances négatives. Le courant du haut-parleur s'écoule à travers la résistance d'émetteur. C'est le condensateur C4 qui fournit ce courant (courant de décharge).

Figure 15 – Ici un transistor remplace la résistance d'émetteur.



16a



16b

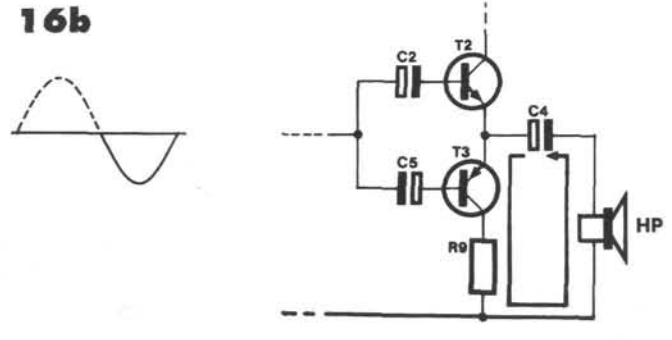


Figure 16a – Pendant les alternances positives le courant du haut-parleur circule à travers T2, alors que T3 est bloqué.

Figure 16b – Pendant les alternances négatives T3 conduit. Maintenant T2 est bloqué.

17

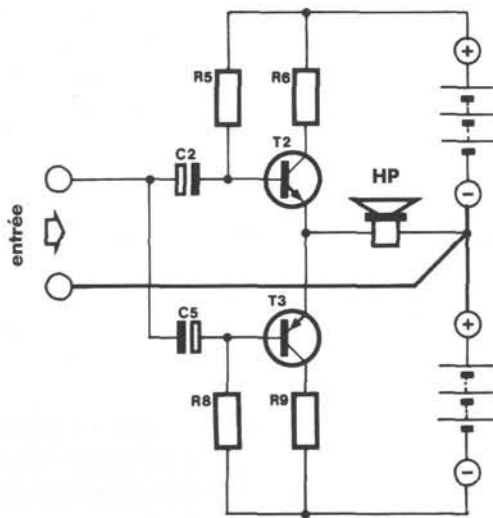
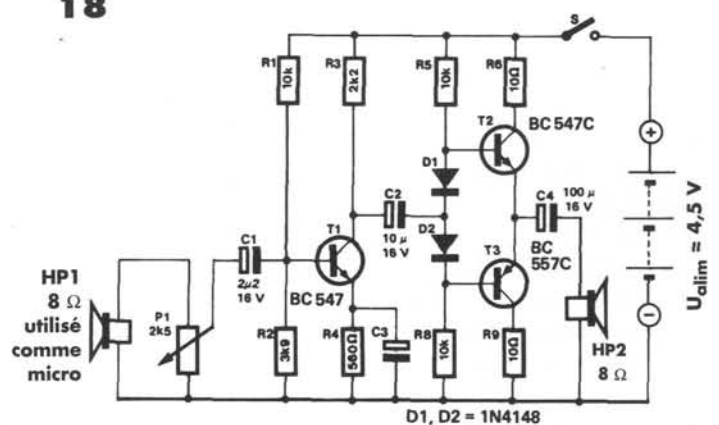


Figure 17 – Lorsque le montage *push-pull* est alimenté par deux sources de tension, le condensateur en série avec le haut-parleur n'est plus nécessaire. La qualité de la reproduction est alors améliorée.

18



19

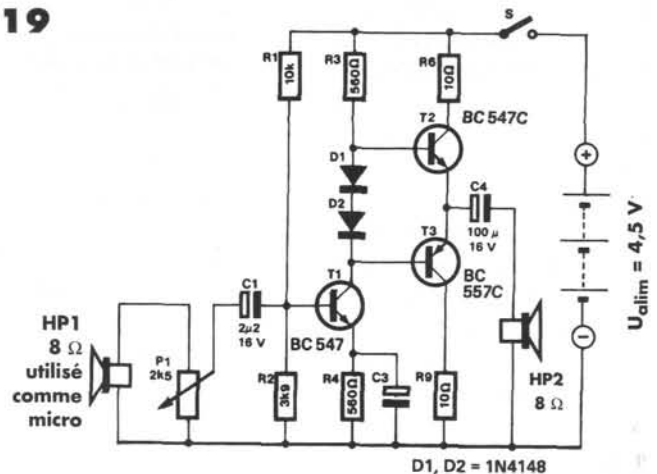


Figure 18 – Les deux bases sont reliées pour que les deux transistors ne conduisent pas en même temps. Deux diodes se trouvent dans cette liaison pour que les tensions de seuil des transistors n'aient aucune influence.

Figure 19 – Les deux diodes peuvent être placées dans le circuit de collecteur, cela permet d'économiser plusieurs composants.

Cette structure composée de deux émetteurs suiveurs symétriques est un montage pouche-poule (*push-pull*). Il en existe beaucoup de variantes – ELEX vous en a déjà parlé à plusieurs reprises – et ce montage standard d'amplificateur de puissance se retrouve dans de nombreux montages audio, les appareils Hi-Fi par exemple. Dans les appareils les plus récents, le montage pouche-poule est alimenté par une source de tension symétrique (cf. figure 17).

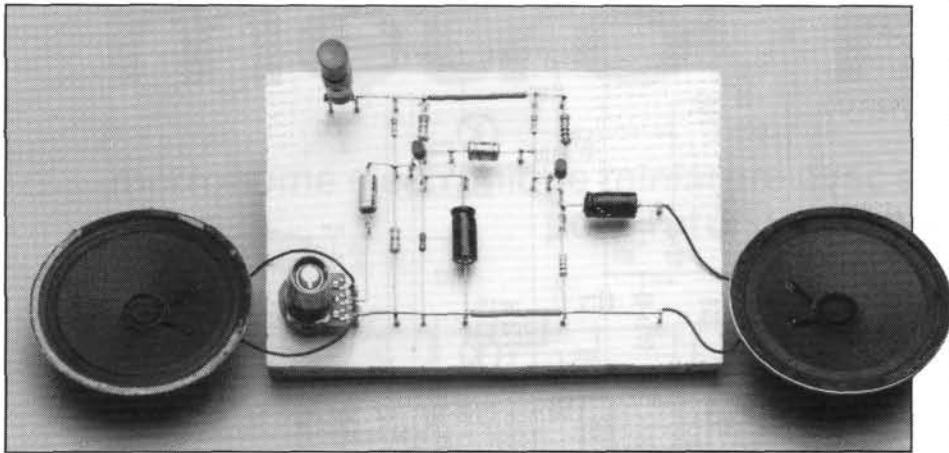
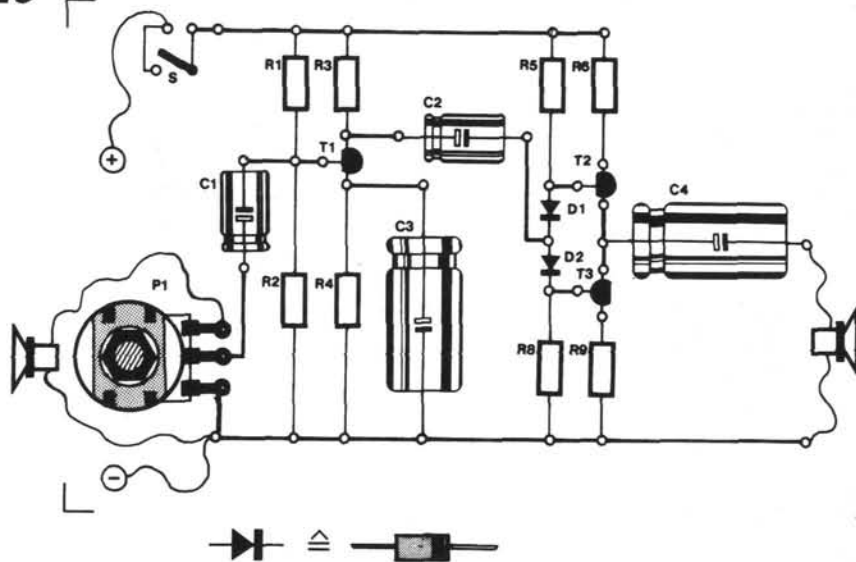
Chaque émetteur suiveur de ce montage produit une alternance positive ou négative pure ; c'est pourquoi le conden-

sateur de couplage du haut-parleur est superflu.

D'ailleurs l'amplificateur pouche-poule de notre montage n'est pas encore complet : le transistor qui normalement doit être bloqué alors que l'autre conduit, ne l'est pas parfaitement parce que les deux émetteurs suiveurs sont commandés indépendamment l'un de l'autre, chacun par « son » condensateur. Donc un courant, quoique très faible, circule toujours inutilement. Il est appelé courant de repos parce qu'il circule aussi en l'absence de signal d'entrée. On pourrait supprimer ce courant de repos en reliant les

deux bases ensemble. Pourtant cette méthode n'est pas la plus intéressante car les transistors ne conduiront que si leur tension de base commune augmente ou diminue d'environ 0,7 V. Les valeurs de la tension alternative qui appartiennent à l'intervalle $-0,7\text{ V}$ à $+0,7\text{ V}$ ne sont pas amplifiées. Pour supprimer ce défaut, la tension de base du transistor NPN est décalée de 0,7 V vers le haut, celle du transistor PNP de 0,7 V vers le bas, si bien que l'un des transistors conduit dès que la tension alternative passe au-dessus ou au-dessous de zéro. Le décalage est obtenu ici par deux

20



Deux amplificateurs identiques vous permettent de construire un interphone. Le schéma de la figure 21 montre comment les deux amplificateurs, symbolisés ici par des triangles avec une entrée, une sortie et la masse, sont reliés par trois lignes en fil de sonnerie ou autre. Un inverseur connecte le haut-parleur de chaque poste sur la ligne en position écoute, ou à l'entrée de l'amplificateur en position parole.

Vous laisserez chaque poste en position écoute lorsque vous coupez l'alimentation, ce qui permet d'économiser l'énergie de l'alimentation. Vous pouvez aussi économiser une ligne si vous employez un commutateur double. Dans ce cas veillez à ce que les deux postes ne soient pas en même temps sur parole ("P" sur la figure 22).

Les montages utilisables en pratique sont forcément plus compliqués que les montages expérimentaux. Bien que les appareils industriels soient encore plus

Figure 20 – Plan d'implantation complet d'après le schéma de la figure 18.

Photo – Le montage amplificateur avec l'étage push-pull et les diodes qui fournissent la tension de seuil, suivant le schéma de la figure 18.

diodes montées entre les bases des deux transistors (figure 18), mais il existe d'autres variantes de ce circuit. Vous rencontrerez parfois des montages pouche-poule dans lesquels manque le condensateur de couplage d'entrée. La figure 19 est une variante de notre montage expérimental sans condensateur entre l'amplificateur de tension et l'étage final. Les bases des transistors de l'étage de sortie sont alimentées directement par la tension de collecteur du transistor de l'étage précédent. Les deux diodes sont insérées dans le circuit de collecteur, la valeur de la résistance R3 est ramenée à 560 Ω .

L'amplificateur que vous venez de construire sur la planchette à picots est passablement encombrant. Toutefois vous disposez d'un amplificateur convenable avec une puissance de sortie modeste, suffisante pour alimenter un haut-parleur.

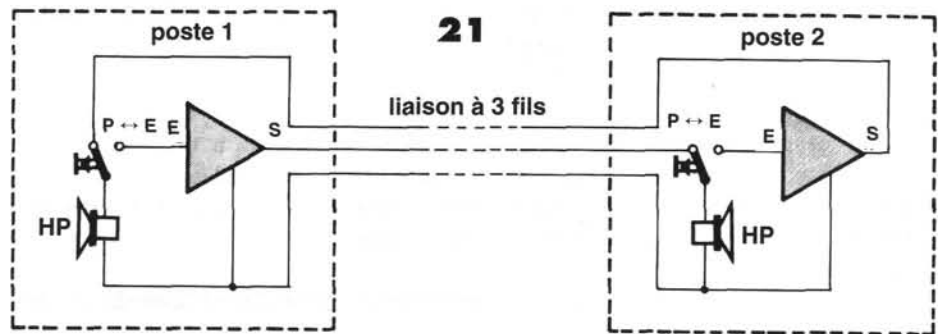


Figure 21 – Un interphone à partir de deux montages amplificateurs. Chaque triangle symbolise un amplificateur sans haut-parleur mais avec sa pile. Un interrupteur marche-arrêt doit être inséré dans la ligne d'alimentation positive pour économiser le courant.

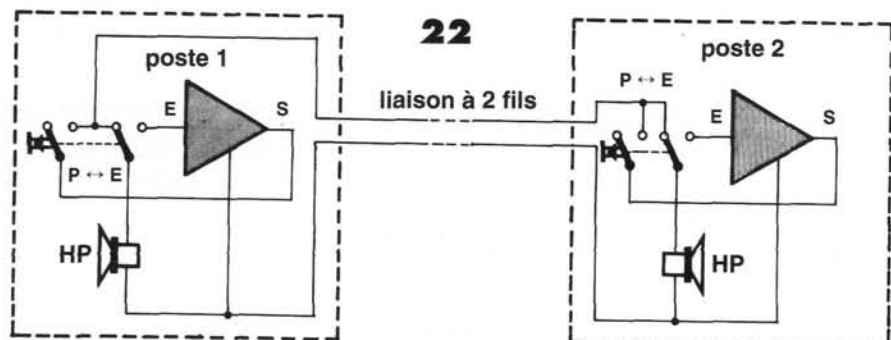


Figure 22 – Cet interphone peut fonctionner avec deux lignes seulement mais les deux postes ne doivent pas être en même temps sur parole.

déliés et compliqués, vous y retrouverez le principe de notre montage expérimental. La figure 23 est une partie du schéma d'un auto-radio.

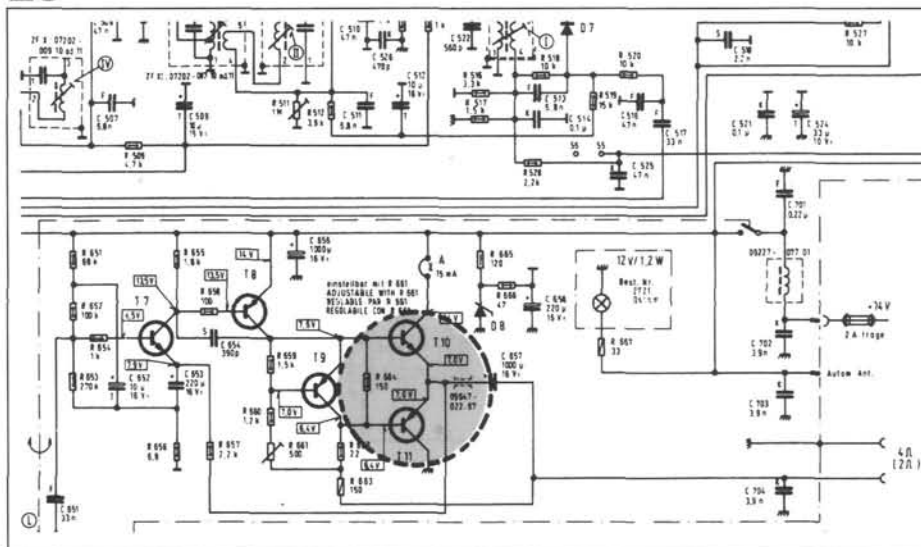
Avez-vous reconnu le montage pouche-poule avec T10 et T11 ? Il s'agit de transistors de puissance qui fournissent jusqu'à 7 W à la sortie. Le transistor T9 remplace les deux diodes.

La figure 24 est extraite de la notice d'un amplificateur Hi-Fi commercial. Notre étage amplificateur s'y retrouve plusieurs fois, entre autres autour de T611.

Résumé

- Un amplificateur de tension alternative est alimenté en énergie par une source de courant continu.
- Les condensateurs découplent les tensions alternatives et continues du montage amplificateur (de tension alternative).
- Le point de fonctionnement d'un circuit est défini par les valeurs de la tension continue et du courant continu qui s'établissent en l'absence de tension alternative sur l'entrée.
- L'émetteur commun amplifie la tension alternative mais inverse la polarité des alternances, ce qui se traduit par un déphasage de 180°.
- Le collecteur commun (émetteur suiveur) n'amplifie pas la tension alternative d'entrée (gain = 1) mais peut délivrer un courant alternatif considérable.
- Le montage pouche-poule (*push-pull*) est composé de deux émetteurs suiveurs disposés symétriquement. Il est employé fréquemment comme étage de sortie audio.

23



24

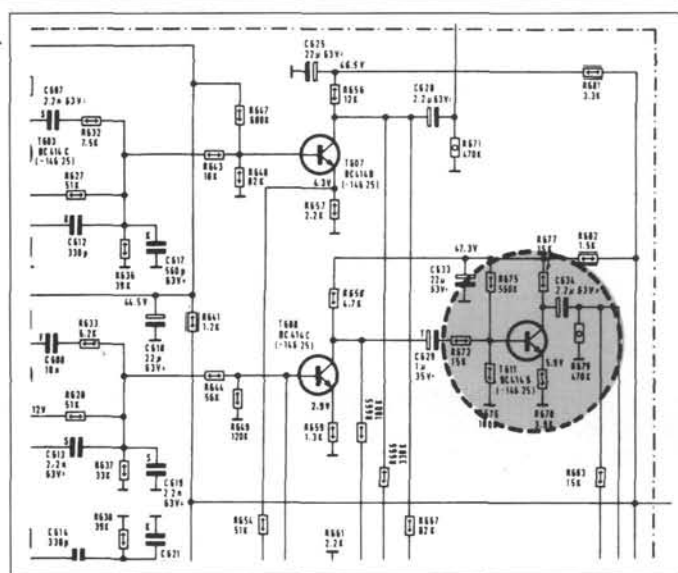


Figure 23 – Extrait du schéma d'un auto-radio. L'étage final qui alimente le haut-parleur est un montage *push-pull*.

Figure 24 – Un émetteur commun utilisé comme amplificateur dans un appareil Hi-Fi industriel.

MAGNETIC-FRANCE

Circuits intégrés, Analogiques, Régulateurs intégrés, Interfaces, Micro-Processeurs, Mémoires RAM Dynamiques Statiques, EPROM et EEPROM, Quartz, Bobinage, Semi-Conducteurs Transforiques, Filtres, Ligne à retard, Leds, Supports de CI, Ponts, Opto-Electronique, etc.
Et de nombreux KITS.

Bon à découper pour recevoir le catalogue général
Nom
Adresse
Envoi : Franco 35 F - Vendu également au magasin

11, Place de la Nation, 75011 PARIS **43793988**
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.