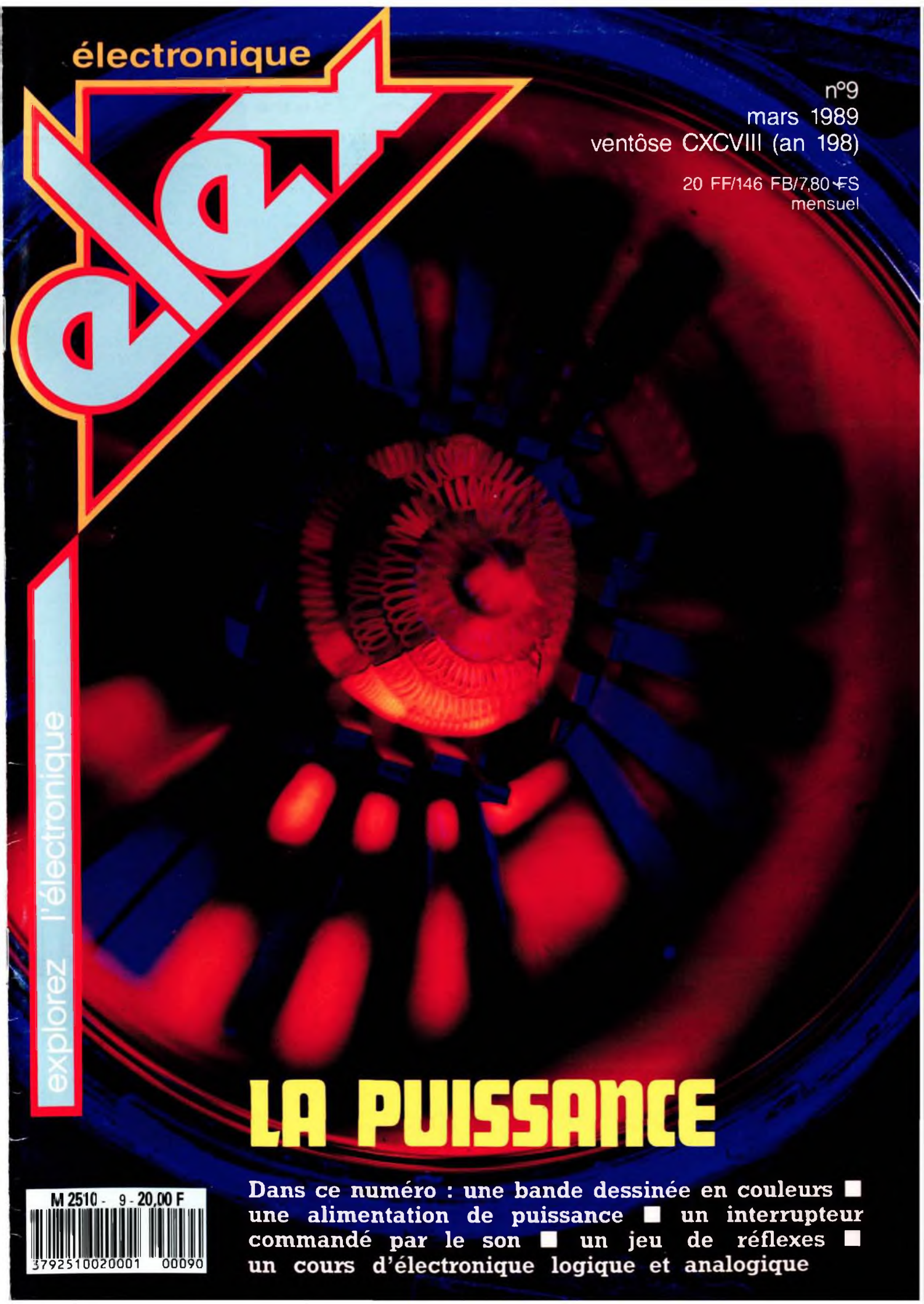


n°9
mars 1989
ventôse CXCVIII (an 198)
20 FF/146 FB/7,80 FS
mensuel

LA PUISSANCE

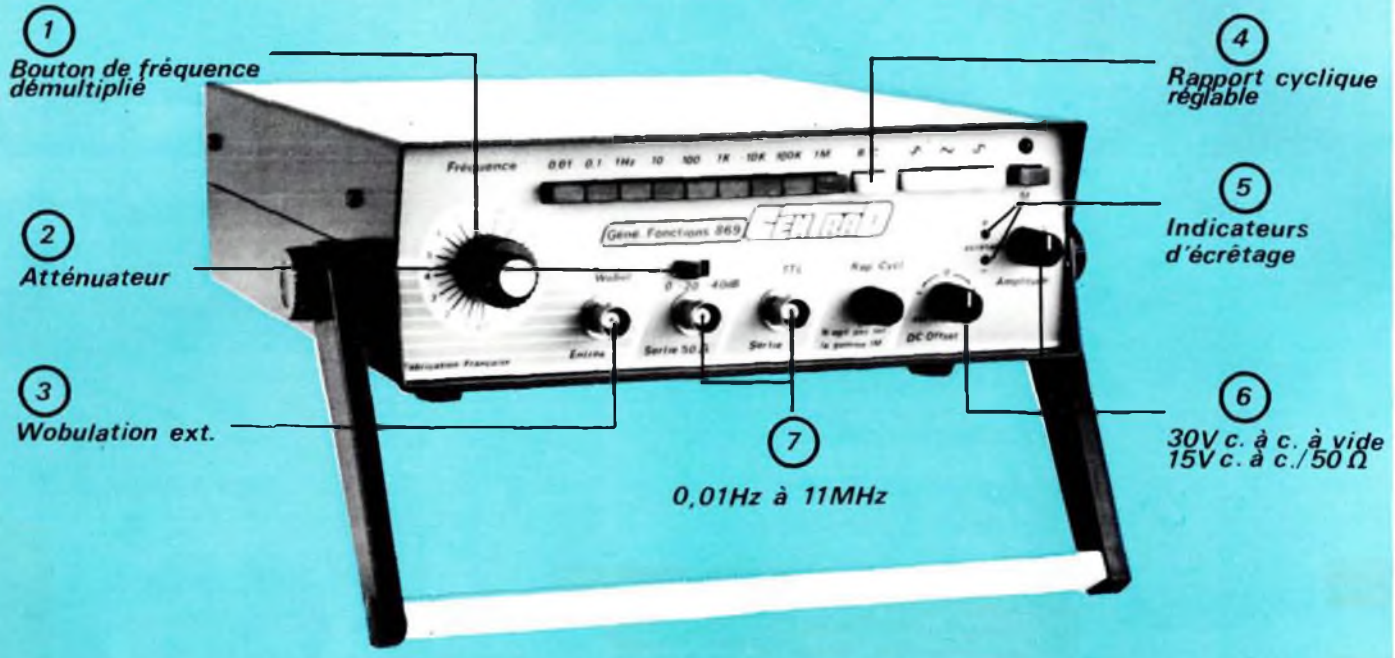
Dans ce numéro : une bande dessinée en couleurs ■ une alimentation de puissance ■ un interrupteur commandé par le son ■ un jeu de réflexes ■ un cours d'électronique logique et analogique

elc GEN RAD

MARQUE FRANCAISE DE QUALITE

59, avenue des Romains 74000 ANNECY
Tel. 50-57-30-46 Télex 309 463 F

NOUVEAU GENERATEUR DE FONCTIONS 869 11MHz



3500F TTC *c'est donné!*

2951,10 F HT

1. Gammes de fréquence étendues avec bouton démultiplié
2. Atténuateur 3 positions
3. Commande du Vco externe
4. Rapport cyclique réglable sur les trois signaux
5. Diodes LED témoins d'écrêtage
6. Signal + offset de sortie réglable jusqu'à 15V crête à crête sur 50 Ohms
7. 2 sorties : générale avec Zs = 50 Ohms et TTL

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

FONCTIONS : Sinus-Triangle-Carré-Tension continue
Wobulation externe

GAMME DE FREQUENCE
0,01Hz à 11MHz en 9 gammes
variable avec bouton démultiplié de X0,01 à 11 (1100:1)
Dérive en fréquence 0,8% en 8heures (30mn après la mise sous tension)
Précision de la fréquence ± 5% de la fin de gamme

CARACTERISTIQUES DES FORMES D'ONDES
Taux de distorsion de la sinusoïde : 0,01Hz à 100KHz (1% max) toute harmonique inférieure à -30dB
Non linéarité du triangle : 1% max (jusqu'à 100KHz)
Temps de montée et de descente du signal carré : 25nS max (10 à 90%) - dépassement : inférieur à 3%

ENTREE WOBULATION
1100/1 pour une variation de 0 à +11V ± 1V
1/1100 pour une variation de 0 à -11V ± 1V
impédance d'entrée : 10 KOhms ± 10%
tension admissible : ± 30V max

RAPPORT CYCLIQUE
commutable sur les 8 premières gammes (gamme 1MHz à 11MHz exclue) - rapport max : 20% - 80% soit 1:5 à 5:1

SORTIES (protégées contre les court-circuits)
50 Ohms : 30V crête à crête en circuit ouvert
15V crête à crête sur 50 Ohms
atténuation totale de sortie : -60dB
commutateur à glissière 3 positions : 0, -20, -40dB
variable : 0 à -20dB
erreur d'amplitude : 0,01Hz à 1,1MHz : ± 0,2dB
1Mhz à 11MHz : ± 0,6dB
Décalage tension continue
position calibrée : offset nul
variable : ± 10V en circuit ouvert
± 5V sur 50 Ohms
Indicateur d'écrêtage : 2 diodes LED (positif et négatif)
écrêtage provoqué par la somme signal + offset (voir limites ci-dessous)
signal + offset : 30V crête à crête max en circuit ouvert
15V crête à crête max sur 50 Ohms

TTL
Signal carré synchrone 0 - +5V
Sortance : 10
Temps de montée et de descente : 20nS max

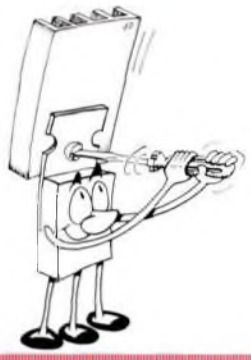
AUTRES CARACTERISTIQUES

Alimentation : 220V ± 10% 50-60Hz protégée par fusible 0,2A
Consommation : 25VA
Présentation : façade polycarbonate sérigraphiée, coffret marron grain cuir.
Accessoires livrés : cordon secteur 2 + Terre, cordon d'utilisation.

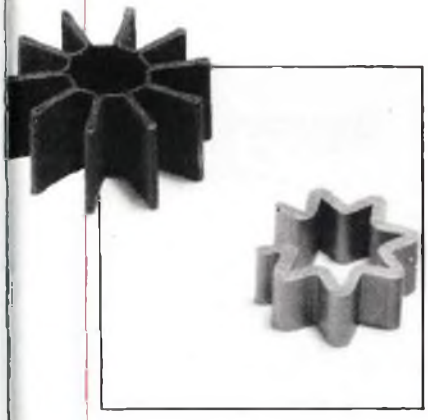
En vente chez votre fournisseur de composants électroniques ou les spécialistes en appareils de mesure.

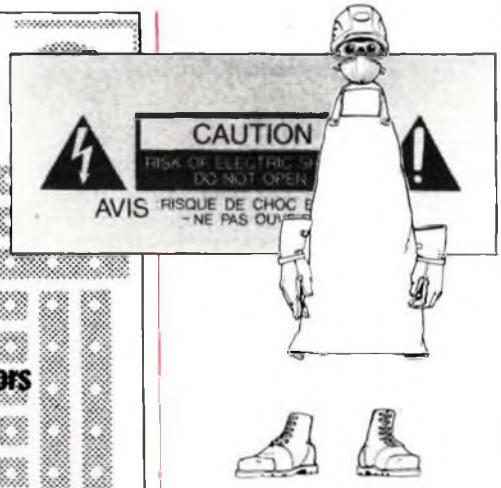
Documentation complète contre 5 timbres à 2F20 en précisant "SERVICE 106"

E · L · E · X
BP 53
59270 BAILLEUL



SOMMAIRE ELEX N°9





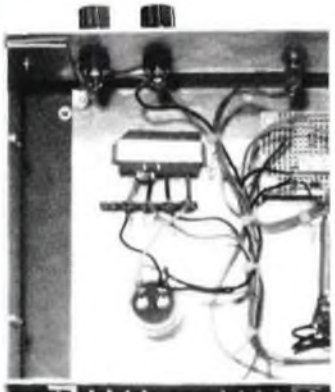
R · U · B · R · I · Q · U · E · S

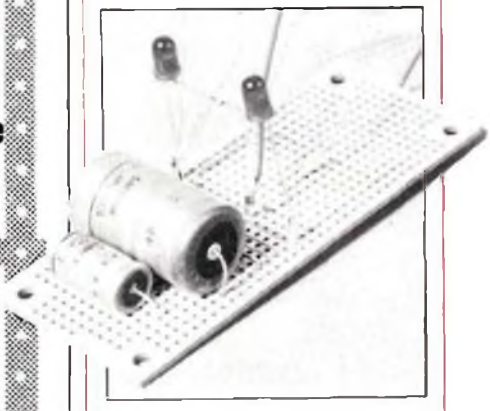
4 · elexprime
14 · périscope : polaroid
26 · elixir
44 · elexpérience : rangement
56 · elexcuse : testeur de transistors

RÉSI&TRANSI
6 · Dis donc, la puissance

P · R · A · T · I · Q · U · E

15 · la sensibilité des galvanomètres
23 · mesurer la puissance au multimètre
45 · l'électronique et votre sécurité
60 · brochages

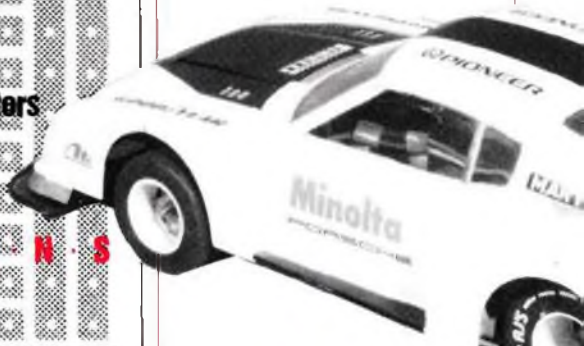




I · N · I · T · I · A · T · I · O · N

50 · analogique anti-choc 4ème episode
54 · la logique sans hic II (2ème partie)

8 · la puissance en chiffres
16 · les chaleurs de l'électronique
18 · le refroidissement des transistors



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

10 · alimentation 12 V/3 A
28 · jeu de réflexes
33 · éclairage permanent pour vélo
34 · interrupteur à claques
38 · modélisme automobile
feux stop réalistes
40 · modélisme ferroviaire
circuit de pontage

elexprime

3 kl.

Messieurs,
Tout d'abord les compliments : votre revue semble agréable et s'adresse vraiment aux amateurs, au sens noble du terme.
Mais pourquoi diable datez-vous le numéro de janvier de "nivôse CXCVIII" ? Ne croyez-vous pas que vous en rajoutez parmi le matraquage éhonté glorifiant 1789 et ses assassins ? Si nous devons subir cela à chaque numéro, je crois que je vais économiser 20 francs par mois. Sachez que tout le monde est loin d'aimer la république qui ne nous donne d'ailleurs pas lieu de l'aimer !
Autre chose : je vous joins la photocopie de l'article sur l'interphone qui m'intéressait beaucoup : las ! il y a plein de "loups" comme vous pouvez le voir.
Tout ceci est bien dommage !

le 18-01-89 (89 souligné NDLR) à Paris 3e

P.S. Ne vous étonnez pas si je ne vous donne ni mon nom ni mon adresse car, en notre si belle république, les représailles, ça existe. Ma signature est la vraie. La preuve : comparez les deux

Signé deux fois illisible

Citoyen anonyme sans particule d'après la signature

Mon Sieur, nous n'avons pas l'intention de vous dénoncer, détendez-vous et parlons en toute liberté. Comme vous, nous sommes amateurs d'électronique, mais la noblesse ne nous manque pas.
Si vous n'avez pas eu l'occasion de protester contre le calendrier orthodoxe, musulman, hébreu, chinois en couverture d'ELEX, c'est par pure paresse de notre part. C'est par paresse aussi que la Gueuse (faut-il lui de donner de la majuscule ?) a fini par adopter l'année vaticane. Amen. Nous nous en tiendrons là : le sujet de notre revue reste l'électronique.
Nos excuses pour les "loups" : il semble que certains rédacteurs, tout roturiers qu'ils soient, n'aient plus la tête sur les épaules. Vous avez les pieds sur terre et vous avez restauré dans leur position les pages 34 et 36, permutées dans l'article cité.
Si vous tenez vraiment à économiser un LOUIS et deux thunes, prenez donc un abonnement.

* *

Dans le N°6... Vous nous donnez un montage simple... le distributeur d'antenne T.V. Mais je constate qu'il y a une anomalie au niveau de l'impédance de départ de 60 Ω au lieu de 75 Ω qui est prévue normalement pour les installations d'antenne de TV...

Antoine Sauvage
70 300 Luxeuil les Bains

Évitons de qualifier d'anomalie tout ce qui n'est pas conforme aux Normes Françaises. D'ailleurs si on précise qu'elles sont françaises, c'est bien qu'il peut y en avoir d'autres. Avez-vous lu l'article jusqu'au bout ? L'adaptation du montage à une impédance de 75 Ω se fait tout simplement en portant à 27 Ω la valeur des résistances de 22 Ω, et tout cela en fançais dans le texte de l'article incriminé-!
Monsieur Sauvage nous pose aussi quelques questions sur les filtres. Nous n'avons pas encore décrit de correcteur de tonalité dans ELEX, mais cela ne saurait tarder...
La réponse à votre question sur les filtres antiparasites pour antennes de télé anticiperait d'ailleurs sur le sommaire du numéro 10 d'ELEX qui traitera entre autres de H.F., de propagation des ondes et toute cette sorte de choses. En attendant, merci de votre fidélité et relisez le numéro 6.

* *

... J'apprécie assez l'aspect pédagogique de votre magazine, j'ose émettre une suggestion, pourriez vous faire une initiation au microprocesseur (8088-86) et la structure des diverses fonctions électroniques des ordinateurs...

Jacques Deryckx
14034 Caen

Le mot pédagogie revient dans la majorité de vos lettres ! Sans doute que la pédagogie c'est quand le plaisir de celle ou celui qui apprend coïncide avec le plaisir de celui ou celle qui enseigne.
Le microprocesseur, voilà une question qui va partager nos lecteurs en deux groupes irréconciliables. Pour l'instant nous ignorons combien d'entre vous souhaitent aborder dès maintenant une telle étude. Écrivez-nous à ce sujet !
Ce qui est sûr, c'est que nos rubriques "La logique sans hic" et "Analogique antichoc" n'en resteront pas là...

* *

Je suis prof de Technologie, et votre magazine m'intéresse à plus d'un titre, certaines explications pouvant être utilisées par exemple pour des élèves. Vous serait-il possible de me donner l'adresse du fournisseur des boîtiers que vous utilisez ?

Marc SEGALAS
38090 VILLEFONTAINE

Le mois dernier, nous avons mentionné dans cette rubrique les coffrets en plastique translucide Heiland. Nous utilisons également les coffrets ESM dont nous vous présenterons en détail le mois prochain une nouvelle série conçue spécialement pour ELEX (voici en avant-première, la photo d'un prototype).
Certains des coffrets en plastique utilisés sont des produits OKW ou Verospeed que vous trouvez chez votre revendeur habituel ou chez VEROSPEED BP 453 60004 BEAUVAIS

* *

Je vous demande votre aide au sujet de transistors bizarres. Je souhaiterais que vous me donniez un correspondant afin que je puisse me débrouiller pour dépanner. Le transistor est un FET E309 en boîtier plastique blanc T018. Quel est son brochage ?

Jean-Louis L'HERMET
81000 ALBI

Les correspondants, ça se trouve sur le serveur MINITEL d'ELEX (3615 code ELEX). Si vous souhaitez que nous ouvrions une rubrique pour correspondants, écrivez-nous nombreux. Néanmoins, nous sommes plutôt partisans d'utiliser la place disponible dans chaque numéro d'ELEX pour des informations d'intérêt plus général. Ainsi, page 60 de ce numéro, vous trouverez une nouvelle rubrique ouverte pour vous, avec les brochages de composants essentiels, dont le J309 équivalent du E309.

en guise d'éditorial

T : Dis donc, Rési, et si on se construisait un amplificateur de puissance ?

R : Oui, et pour quoi faire ?

T : Pour mon vélo, pardi. La dynamo ne fournit que 3 W. Ça en fait 2,4 pour le phare et 0,6 environ pour le feu arrière, c'est tout. Avec un amplificateur de puissance, je pourrais rajouter d'autres lampes, comme sur les camions...

R : Impossible. Si tu veux plus d'électricité, il te faut une deuxième dynamo.

T : Tu veux me tuer; pourquoi pas une troisième pédale tant que tu y es ?

R : Un amplificateur ne peut pas fournir plus d'énergie qu'il n'en consomme lui-même.

T : Mais on amplifie bien les signaux BF...

R : ... avec de l'énergie qui vient de la prise électrique. Il faudrait, hi hi, que tu branches ta dynamo sur le 220 V...

T : ... et que je monte une ampoule de 220 V dans le phare, tu parles. En fait ton amplificateur de puissance, il n'amplifie pas la puissance, puisqu'il la prend ailleurs.

R : Exact. L'énergie doit venir de quelque part. Et en plus, la puissance de sortie d'un ampli est généralement bien inférieure à la puissance consommée.

T : Alors on y perd ?

R : Normal. Prends cet amplificateur haute-fidélité par exemple, pour qu'il puisse fournir 90 W il faut qu'il en consomme 320.

T : Et les 140 W de différence ?

R : Ils sont dissipés sous forme de chaleur par les radiateurs, là, tu vois ces ailettes noires ?

T : Oui, elles chauffent. La chaleur, c'est de la puissance ?

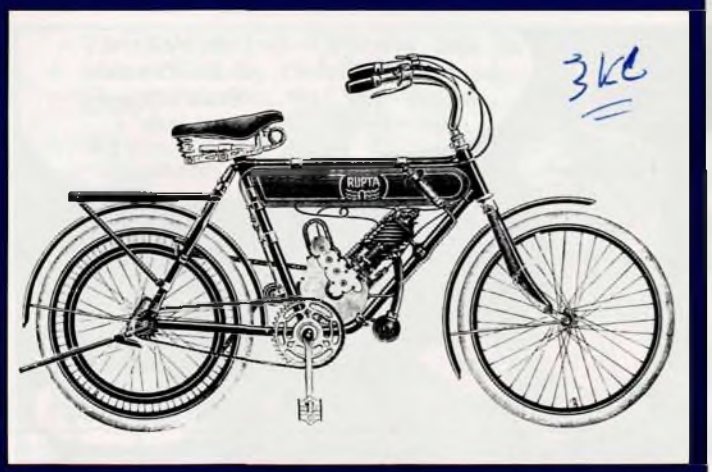
R : Parfaitement. Et cette puissance dissipée ajoutée à la puissance fournie aux haut-parleurs par l'amplificateur, cela nous donne la puissance absorbée par l'appareil. Très exactement.

T : Et si l'addition ne colle pas ?

R : C'est que l'appareil concerné accumule de l'énergie. Mais il la restituera tôt ou tard, comme le fait par exemple la batterie d'une auto.

T : J'ai tout compris : je monte un accu sur mon vélo.

R : Bonne idée. D'ailleurs jette un coup d'oeil page 33 de ce numéro d'ELEX, tu auras des surprises...



SELECTRONIC

LEADER DE L'ELECTRONIQUE PAR CORRESPONDANCE

Vous propose en kit les réalisations décrites dans ELEX !

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

	REFERENCE DU KIT	PRIX DU KIT	CIRCUIT IMPRIMÉ A PREVOIR
ELEX n° 1			
Testeur de continuité	101.8580	58,00 F	①
Sirène de vélo	101.8581	70,00 F	①
Testeur de transistors	101.8582	50,50 F	①
Alimentation stabilisée 0 à 15 V	101.8583	345,00 F	②
Balance pour auto-radio	101.8584	51,00 F	
Commande de plafonnier	101.8585	41,00 F	①
ELEX n° 2			
Gradateur pour lampe de poche	101.8586	20,00 F	①
Minuteur de bronzage	101.8587	85,00 F	②
Ressac électronique	101.8588	22,00 F	①
Ohmmètre linéaire	101.8589	143,00 F	①
Gyrophare de modèle réduit	101.8590	32,00 F	①
Etage d'entrée pour multimètre	101.8591	32,00 F	①
Chargeur d'accus universel	101.8592	174,00 F	①
Platine d'expérimentation DIGILEX	101.8593	186,00 F	④
ELEX n° 3			
Minuterie électronique	101.8594	54,00 F	①
Testeur de polarité	101.8595	22,00 F	①
Arrosage automatique	101.8596	53,00 F	①
Décade de résistance	101.8597	165,00 F	
Thermomètre	101.8598	126,00 F	①
Decade de condensateurs	101.8599	142,00 F	
ELEX n° 4			
Amplificateur de poche "CANARI"	101.8610	36,50 F	①
Compte tours (avec galva)	101.8611	123,50 F	①
Mini amplificateur TDA 2003	101.8612	38,50 F	①
Régulateur de vitesse pour mini-perçeuse	101.8613	216,00 F	②
ELEX n° 5			
Variateur de vitesse pour caméra	101.8614	65,00 F	①
Alimentation universelle	101.8615	184,00 F	②
Traceur de courbes pour transistors	101.8616	25,00 F	⑤
Relais temporisé	101.8617	68,00 F	①
Touche à effleurement	101.8618	52,50 F	②
Testeur de diodes Zener	101.8619	59,00 F	①
ELEX n° 6			
Corne de brume	101.8620	32,00 F	①
Photomètre électronique	101.8621	53,00 F	①
Feux de stationnement	101.8622	62,00 F	①
Mini-alarme	101.8623	29,00 F	①
Balisage automatique	101.8624	29,00 F	①
Bruiteur "DIESEL"	101.8625	26,00 F	①
ELEX n° 7			
Indicateur de gel	101.8626	28,00 F	①
Sirène (avec H.P.)	101.8627	75,00 F	①
Lampe de poche pour labo photo (avec boîtier HEILAND)	101.8608	58,00 F	①
ELEX n° 8			
Ampli pour micro	101.8651	30,00 F	①
Régulation train électrique (avec coffret pupitre ESM)	101.8652	248,00 F	②
Circuit de pontage pour train	101.8653	168,00 F	②
Ampli "POUCHE-POULE" (avec H.P.)	101.8654	35,00 F	①
Métronome (avec H.P.)	101.8655	43,00 F	①

PRIX PAR QUANTITE : NOUS CONSULTER

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

CATALOGUE GÉNÉRAL Selectronic

Expédition FRANCO contre 15 F en timbres-poste

CONDITIONS GENERALES DE VENTE

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

Commande supérieure à 700 F : port et emballage gratuits.

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

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

Les prix indiqués sont TTC.

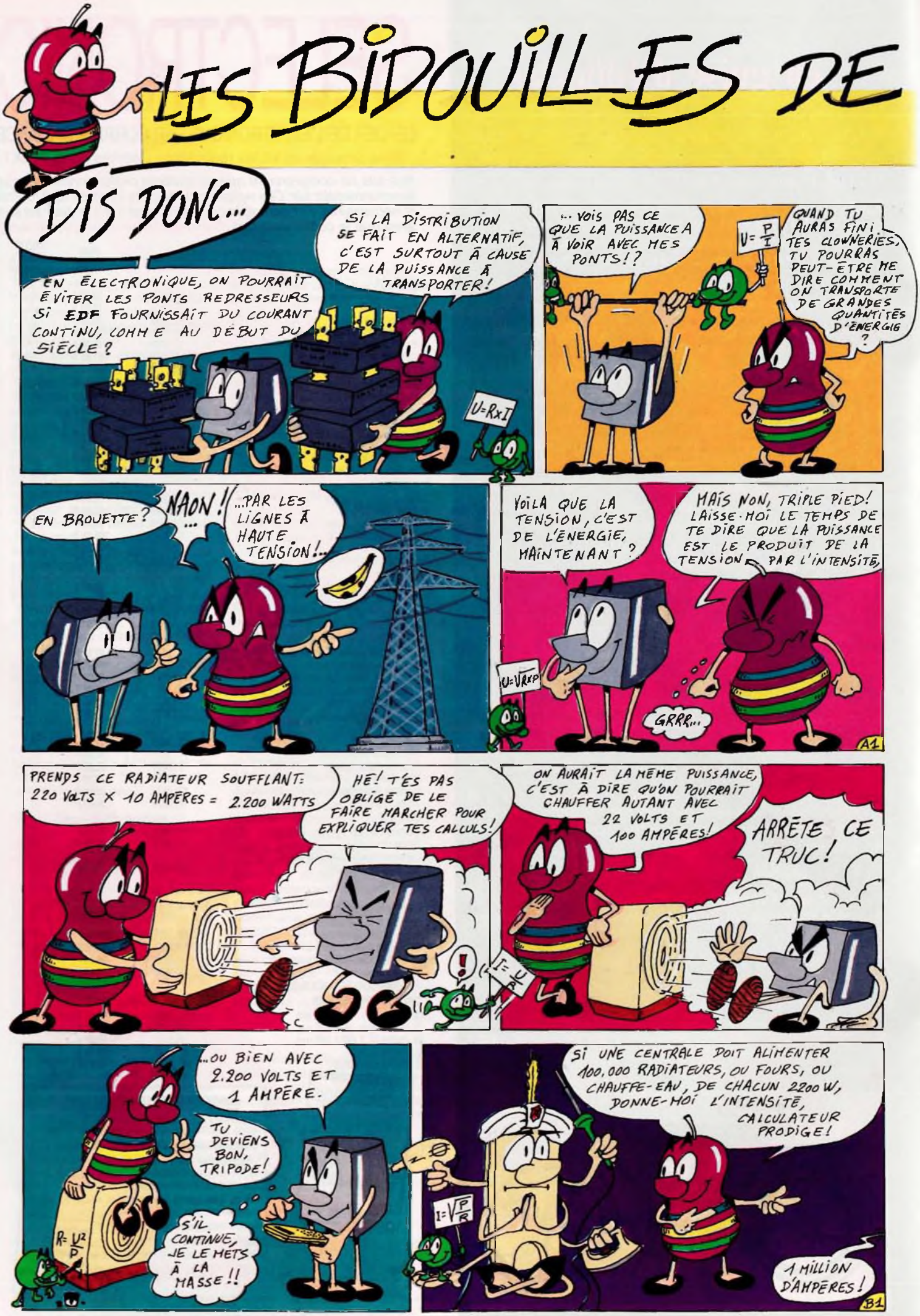
Pour faciliter le traitement de vos commandes, veuillez mentionner la REFERENCE COMPLETE des articles commandés

SELECTRONIC

TEL. 20.52.98.52

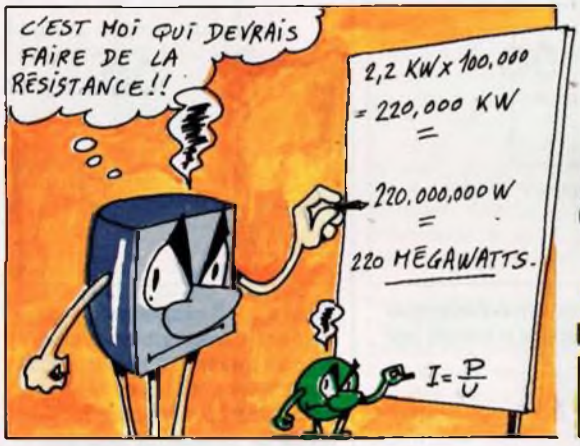
86 rue de Cambrai BP 513 - 59022 Lille Cedex

LES BIDOUILLES DE



RESI & TRANSI®

DESSINS : YVON DOFFAGNE – COULEURS : COOKY F.



R&T = YD/CF

La puissance en chiffres

L'intensité du courant qui circule à travers les deux petites ampoules de votre vélo est plus élevée que celle du courant qui circule à travers une ampoule d'éclairage de 100 W sous 220 V. Vrai ou faux ?

Le moyen le plus rapide de définir la puissance électrique est la formule suivante :

$$P = U \cdot I$$

Autrement dit, la puissance est le produit de la tension par le courant. Il suffit donc heureusement que l'un des deux termes, soit le courant, soit la tension soit faible pour que le produit le soit aussi (vous souvenez-vous de l'article intitulé *demi-puissance* dans le numéro 5 d'ELEX, en novembre 1988, page 52 ? On supprimait une demi-alternance de la tension d'alimentation du fer à souder pour en réduire la température pendant les périodes où il n'est pas utilisé.)

S'il suffisait d'une tension **ou** d'un courant forts pour «faire de la puissance», il deviendrait dangereux de s'exposer aux courants d'électricité statique d'un pull over en laine synthétique. Le crépitement que vous entendez lorsqu'un vêtement en laine frotte sur un autre ou sur les cheveux indique que vous êtes en présence de tensions de l'ordre de 10 000 V (oui, dix mille volts). Ces tensions ne sont pas dangereuses car les courants fournis par le pull over sont microscopiques. La puissance l'est par conséquent aussi.

L'unité de mesure de la puissance est le watt :

$$1\ W = 1\ V \cdot 1\ A$$

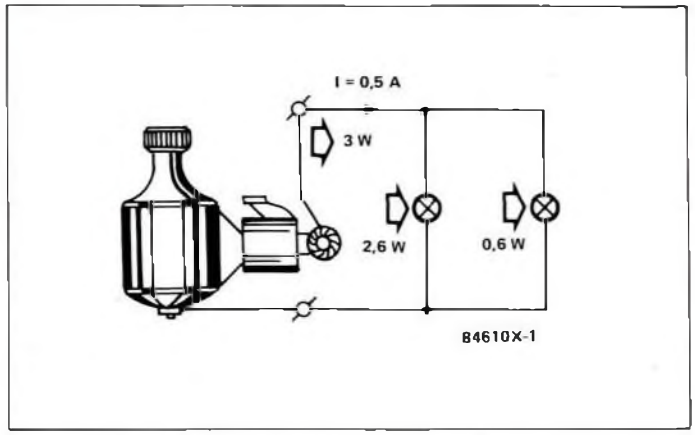


Figure 1 - Une dynamo de vélo fournit une puissance électrique de 3 W aux deux ampoules du vélo. Le courant qui y circule est de l'ordre de 0,5 A.

Si vous connaissez la puissance et l'une des deux grandeurs, vous pouvez aussi calculer l'autre en permutant les termes de la formule. Sur une dynamo de vélo nous trouvons par exemple l'inscription 3 W/6 V. La puissance de l'engin est de 3 W pour une tension de 6 V. L'intensité du courant débité est donc de :

$$3\ W = 6\ V \cdot I$$

$$\text{donc } I = 0{,}5\ A.$$

A première vue ce n'est pas beaucoup, un demi-ampère. Mais si la tension considérée est plus élevée, la force électro-motrice sera plus forte et la puissance aussi. Une ampoule électrique qui voit circuler un courant de 0,5 A sous 220 V est une ampoule de 110 W !

$$220\ V \cdot 0{,}5\ A = 110\ W$$

Ce qui revient à dire que l'intensité du courant qui circule à travers les deux ampoules de mon vélo est plus élevée que celle du courant à travers une ampoule de 100 W, bien que la puissance de l'une, la grosse alimentée par la tension de 220 V, soit beaucoup plus forte que celle des autres, les deux petites alimentées par la dynamo.

Étudions l'ampoule de 100 W de plus près. Le courant qui y circule est de

$$100\ W = 220\ V \cdot I$$

$$\text{donc } I = 0{,}45\ A$$

Partant du courant et la tension, nous pouvons calculer la résistance ohmique présentée par l'ampoule :

$$R = \frac{220\ V}{0{,}45\ A} = 489\ \Omega$$

Prenez votre ohmmètre, une ampoule de 100 W et vérifions ce calcul.

Fichtre, ça ne colle pas. On relève environ 30 Ω !
C'est exact, la résistance à

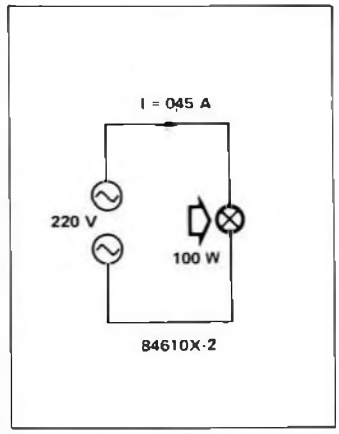


Figure 2 - Il circule moins de courant à travers une ampoule électrique de 100 W alimentée en 220 V qu'à travers les ampoules du vélo. Quelle différence de puissance pourtant ! C'est la force électro-motrice (tension de service) qui fait cette différence : 6 V dans un cas, 220 V dans l'autre.

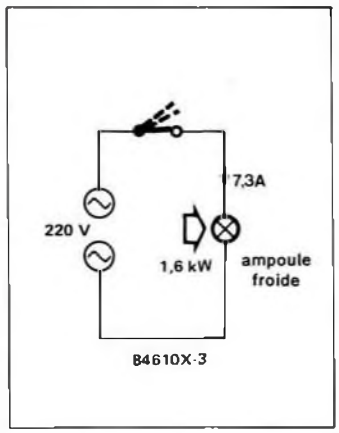


Figure 3 - Lors de la mise sous tension de l'ampoule, son filament est encore froid et sa résistance beaucoup plus faible que quand il sera devenu incandescent. La puissance s'envole durant une fraction de seconde à des valeurs mortelles pour un filament déjà usé, puisqu'elle atteint facilement 1500 W et plus.

1 pW = 0,000 000 000 001 W	lire : 1 picowatt
1 µW = 0,000 001 W	lire : 1 microwatt
1 mW = 0,001 W	lire : 1 milliwatt
1 kW = 1 000 W	lire : 1 kilowatt
1 MW = 1 000 000 W	lire : 1 mégawatt
1 GW = 1 000 000 000 W	lire : 1 gigawatt

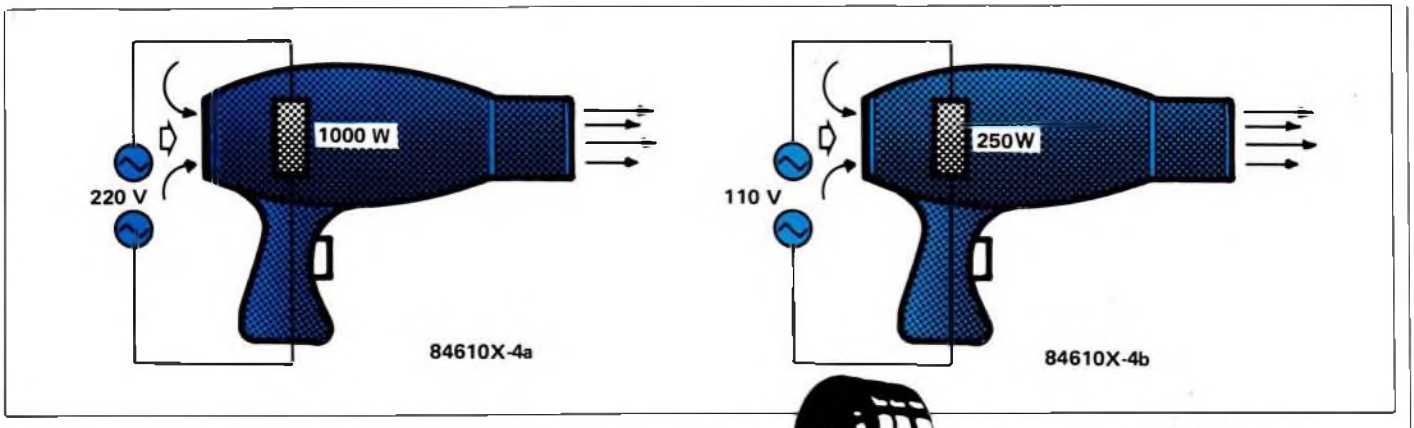


Figure 4 - Voici le sèche-cheveux de notre amie LEDY (voir la bande dessinée dans ce numéro). Utilisé en Europe sous une tension de 220 V, sa puissance est de 1000 W. Dans un pays où il n'y a que 110 V de tension sur le réseau domestique, sa puissance n'est plus que le quart de ce qu'elle était, car non seulement la tension a baissé de moitié, mais le courant aussi.

froid du filament est assez faible en effet. L'agitation extrême des électrons dans le filament chauffé à blanc provoque une augmentation de la résistance. La tension reste la même, que le filament soit froid ou chaud. D'où il faut conclure qu'à froid l'intensité du courant à travers le filament est beaucoup trop forte :

$$\frac{220\ V}{30\ \Omega} = 7{,}3\ A$$

Un tel courant ne tarde pas à chauffer le filament, de telle sorte que l'intensité baisse rapidement. Il n'en est pas moins que la puissance initiale lors de la mise sous tension de l'ampoule est énorme :

$P = 220\ V \cdot 7{,}3\ A = 1606\ W = 1{,}6\ kW$

Un virgule six kilowatts, voilà qui explique pourquoi, lorsque les ampoules électriques claquent, c'est le plus souvent lors de la mise sous tension. Ceci indique aussi que plus on éteint et on rallume souvent une ampoule, plus on entame sa longévité.

L'exemple de l'ampoule électrique nous a montré que la puissance dépendait de l'appareil lui-même (notamment de sa résistance interne), mais aussi de la tension d'alimentation. Un sèche-cheveux, celui de notre amie Ledy qui fait une apparition remarquée dans la BD de ce mois-ci, fait circuler un courant de :

$$1000\ W = 220\ V \cdot I$$

$$\text{donc } I = 4{,}5\ A$$

Nous négligerons ici le courant consommé par le ventilateur. Que se passe-t-il si Ledy emporte son sèche-cheveux à Hollywood (où elle va tourner un film avec Rési Rabbit) et essaie de le brancher à une prise américaine de 110 V ?

La puissance va-t-elle chuter de moitié ?
Non, puisque si la tension chute, le courant chute aussi. Leur produit, c'est-à-dire la puissance sera donc divisé par deux et non par quatre. Non, pardon, c'est juste l'inverse; la puissance est divisée par quatre et non par deux : 250 W au lieu de 1000 W. J'en bafouille d'émotion quand Ledy arrive les cheveux mouillés !

Pour finir, prenons encore l'exemple de puissances beaucoup plus faibles que celles que nous avons considérées jusqu'à présent.

Dans une bande dessinée récente, Rési&Transi nous ont raconté comment l'antenne convertissait en tension les ondes électro-magnétiques qu'elle captait (épuisées). Cette force électro-motrice est certes extrêmement faible, mais elle permet à un courant, tout aussi faible qu'il soit, de circuler dans le câble de l'antenne et le circuit d'entrée du récepteur. Il y a donc lieu de parler de puissance de l'antenne, tout comme on le faisait à l'instant pour le sèche-cheveux.
Admettons que pour une bonne réception il faille une tension d'antenne de 10 µV sur la prise d'antenne de 50 Ω du récepteur. L'intensité du courant qui circule dans cette prise d'antenne sera donc de :

$$\frac{10\ \mu V}{50\ \Omega} = 0{,}2\ \mu A$$

La puissance du signal à cet endroit :

$$10\ \mu W \cdot 0{,}2\ \mu A = 2\ pW$$

Ce sont des picowatts. Deux billionièmes de watt !
Pas gourmand le récepteur.

Que pensez-vous de cette analogie (pour une fois c'en est une qui n'est pas hydraulique) : la puissance développée par l'athlète dépend de la hauteur à laquelle il lui faut soulever l'haltère (= la tension) et la force de traction puis de poussée à exercer dessus pour l'arracher à l'attraction terrestre (= le courant). La résistance, c'est le poids de l'haltère.

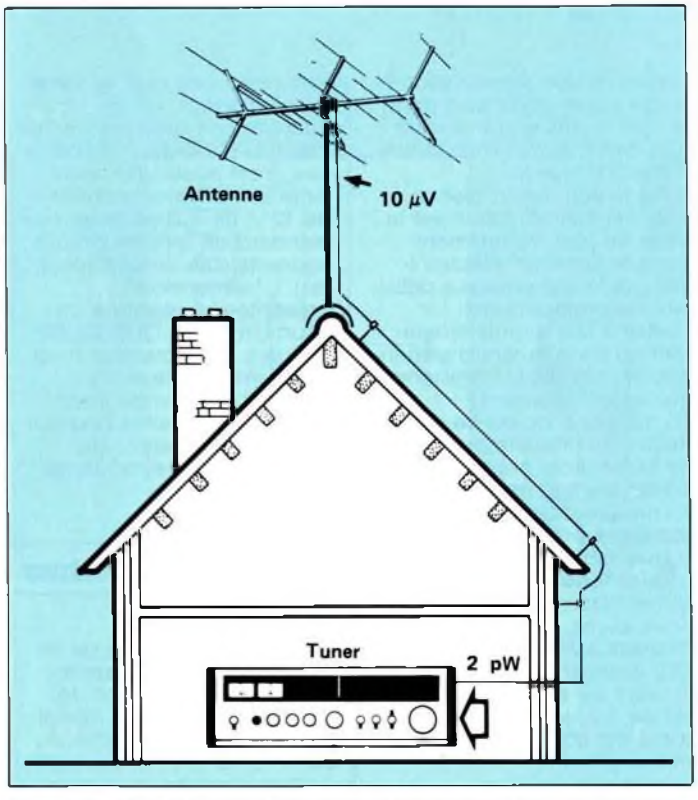
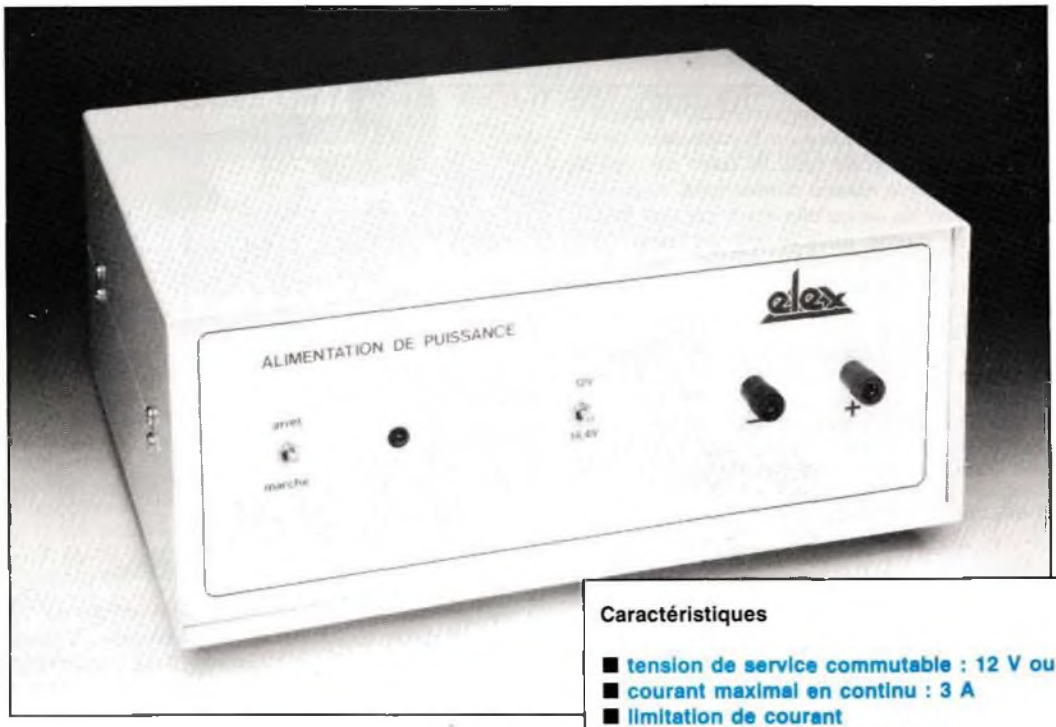


Figure 5 - Plus la tension d'antenne est élevée, plus elle débitera de courant à l'entrée du récepteur, meilleure sera la réception. Quel que soit l'ordre de grandeur des valeurs considérées, du picowatt au gigawatt, la puissance se définit par rapport à la tension et le courant, qui dépendent eux-mêmes de la résistance de la charge.

alimentation de puissance 12 V/3 A



Caractéristiques

- **tension de service commutable : 12 V ou 14,4 V**
- **courant maximal en continu : 3 A**
- **limitation de courant**
- **régulation de tension par µA723**

- «Encore une alimentation ?»
- «Ça y est, ELEX part dans le même délire nutritionnel que tant d'autres magazines d'électronique !»

Avec raison, il faut bien le dire, car l'alimentation est la base de tout, notamment dans le labo de l'électronicien, qu'il soit amateur débutant ou professionnel.
Certains fins esprits ajouteront qu'il y a autant d'alimentations que d'électroniciens qui les construisent.
En tous cas, qu'est-ce qui, mieux qu'une alimentation de puissance, peut prétendre figurer au sommaire d'un numéro consacré précisément à . . . la puissance ?
La puissance de notre alimentation, c'est par là que nous allons commencer : 36 watts au bas mot, et 43,2 watts si on la pousse. Le courant de sortie maximal est de 3 A; la tension de sortie est soit de 12 V, soit de 14,4 V.

Vous restez sceptique : «Qu'ai-je à faire de 3 A ? Et sous 14,4 V ?». A bonne question, réponse convaincante : un circuit comme celui-là vous recharge par exemple une batterie de voiture en une nuit, et sans la malmener.
Attention, ce n'est pas (seulement) un chargeur de batteries, c'est aussi une excellente alimentation stabilisée de 12 V, ce qui est la tension standard de tant de circuits courants (CB, amplificateur, etc). L'alimentation présentée ici résiste à un court-circuit de QUELQUES minutes. La protection n'est pas permanente et il convient, en cas de court-circuit, de surveiller l'échauffement du transistor de sortie. Nous y reviendrons.

Un régulateur de précision

Votre lecture assidue de ce magazine vous a permis d'emmagasiner assez de connaissances pour déchiffrer aisément une partie du schéma au moins. Ce sont l'interrupteur de mise sous tension principal (bipolaire), le transformateur, le pont de diodes et le condensateur de lissage. Leur fonction a été décrite en long et en large dans de précédents numéros d'ELEX dont nous vous recommandons la lecture (si vous ne les avez pas encore, il suffit de nous les commander). Les condensateurs C1 et C2 sont des composants spécifiques à la suppression des parasites haute-fréquence, nous ne nous y attarderons pas.
Le composant essentiel de l'alimentation, c'est le régulateur intégré µA723. Ne vous inquiétez pas : ce circuit est facile à trouver chez tous les revendeurs de composants et il est bon marché. Pourtant c'est un circuit exceptionnel quant à ses performances. Il se charge ici de stabiliser la tension d'une part et de limiter d'autre part le courant à une intensité maximale de 3 A.

La **figure 2** donne une idée simplifiée de la vie intérieure du µA723 qui se décompose en une source de tension de référence, symbolisée ici par une diode Z, un amplificateur opérationnel, plus un transistor T_L (de l'anglais *load* = charge) et un transistor T_D (de l'anglais **d***river* = étage de puissance). Toutes les connexions internes importantes sont également accessibles de l'extérieur sur différentes broches du circuit intégré, afin de permettre l'utilisation du 723 dans diverses configurations. Le schéma simplifié de la **figure 3** montre la configuration que nous avons choisie pour cette alimentation 12 V/3 A. Il va aussi nous faciliter l'étude du schéma.

Comment stabiliser la tension ?

La tension de référence est appliquée par l'intermédiaire de R1 et C4 à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel. La résistance R1 compense la dérive thermique de R5 et R6, tandis que le condensateur C4 filtre le bruit.
Par le pont diviseur R5/R6, une portion de la tension de sortie est réinjectée sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel. Les lecteurs attentifs savent déjà que nous appelons cela une contre-réaction.

Pour comprendre le fonctionnement du circuit de régulation, commençons par nous

Figure 1 - Voici le schéma complet d'une alimentation de puissance (trois ampères). Tout y est, même les radiateurs sous forme de pointillés autour des transistors, l'épaisseur des fils de liaison , le câblage en étoile de la masse, et même des condensateurs de découplage HF.

imaginer que la sortie de l'amplificateur opérationnel soit la sortie du circuit, comme nous le montre la **figure 4**. Ceci n'est pas fantaisiste du tout, puisque nous verrons dans un instant que la tension de sortie de l'alimentation est commandée directement par la tension de sortie de l'amplificateur opérationnel.

Sur la figure 4 nous avons un amplificateur différentiel : une faible augmentation de la tension d'entrée se traduit par une forte variation de la

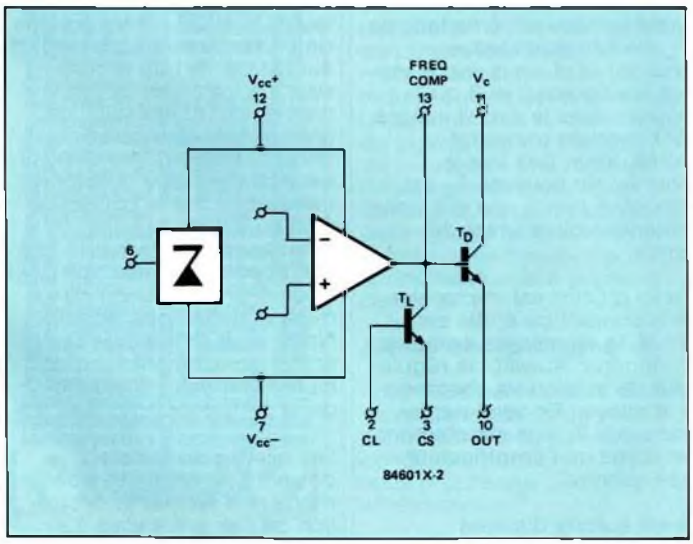


Figure 2 - Structure interne simplifiée d'un régulateur de tension de type 723. La diode zener symbolise une source de tension de précision. Le transistor T_D commande l'étage de puissance à l'extérieur du circuit intégré; commandé par l'amplificateur opérationnel, il se charge de stabiliser la tension; le transistor T_L participe à la limitation de courant comme on l'explique dans le corps de cet article.

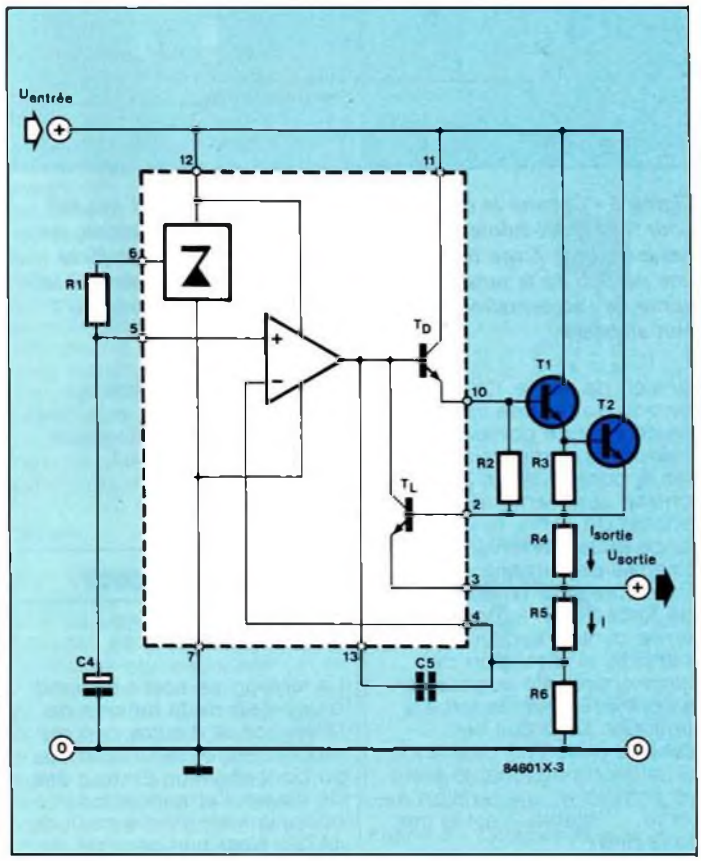


Figure 3 - Représentation simplifiée du schéma de l'alimentation de la figure 1. Le courant de sortie est «mesuré» à l'aide de la résistance ballast R4. La tension de sortie est «mesurée» à l'aide du pont R5/R6.

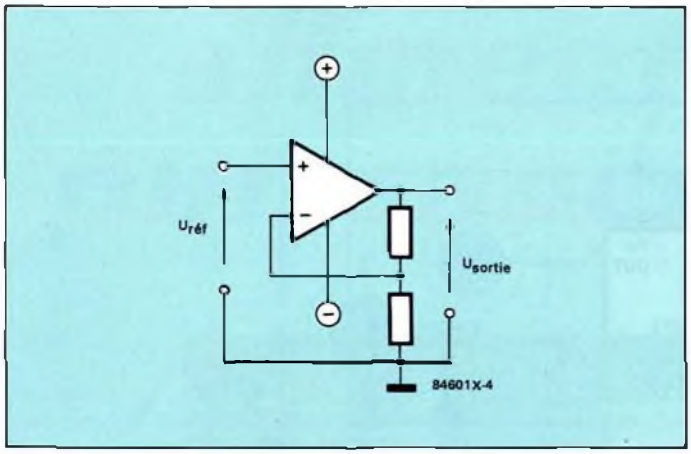


Figure 4 - L'amplificateur opérationnel en stabilisateur de tension. La tension $U_{réf}$ est une tension de référence stabilisée par le circuit intégré lui-même. L'amplificateur opérationnel cherche à compenser la différence de tension entre ses deux entrées.

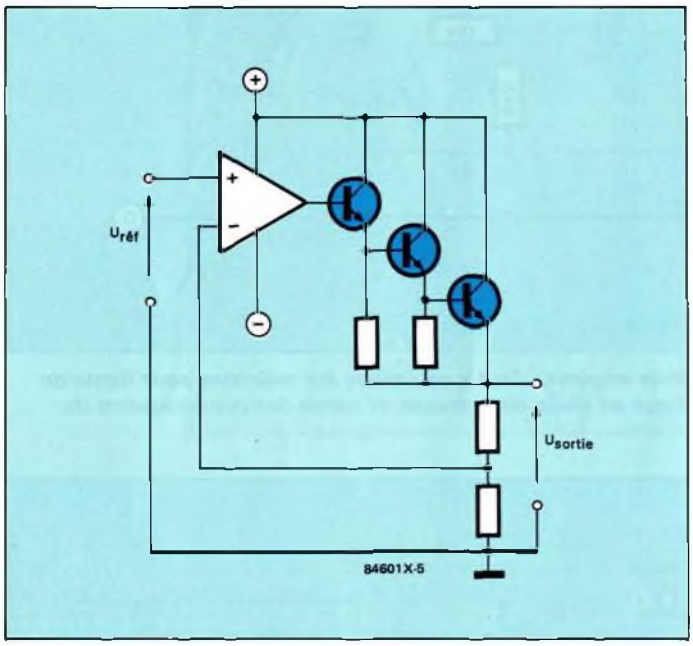


Figure 5 - Comme le circuit intégré de régulation n'est pas fait pour fournir lui-même le courant de sortie de l'alimentation, on l'associe à un étage darlington. Le pont diviseur qui réinjecte une portion de la tension de sortie à l'entrée est connecté à la sortie de l'alimentation car c'est bien la tension de sortie qu'il faut stabiliser.

tension de sortie. Or la tension de l'entrée inverseuse est une portion de la tension de sortie, réinjectée par le pont diviseur. Si cette tension augmente avec la tension de sortie, la différence entre les tensions d'entrée de l'amplificateur opérationnel diminue. Voilà qui justifie bien le choix du terme contre-réaction. Autrement dit, si la tension de sortie cherche à augmenter, la contre-réaction la force à diminuer. Le circuit se stabilise avec une différence de tension négligeable entre les entrées et une tension de sortie... stable, c'est le cas de le dire !

Lecteurs de la première heure, cela vous rappelle-t-il quelque chose ? C'était page 27 du numéro 2 d'ELEX, dans l'article sur l'**ohmmètre linéaire**, que nous avons fait la connaissance de ce type de circuit.

L'étage de puissance

La tension de sortie dépend d'une part de la tension de référence et d'autre part du rapport entre les résistances du pont diviseur. En tout état de cause, l'amplificateur opérationnel, même celui du µA723, n'est pas capable de nous fournir le courant de 3 A que nous voulons. Contraint à une telle tâche, ce circuit intégré se contenterait de donner quelques signaux de fumée avant de rejoindre à jamais les prairies du Grand Manitou.

A chacun sa spécialité ! C'est avec de telles idées que l'on en vient au circuit de la **figure 5** où l'amplificateur opérationnel et son réseau de contre-réaction (c'est-à-dire les deux résistances) ont été associés à un autre type de circuit déjà familier de nos habitués : **le turbo-transistor** de la page 46 du numéro 5 d'ELEX. On sait qu'un tel étage, dit darlington, amplifie le courant de sortie. C'est l'étage de puissance, ou ballast.

Notez que le diviseur de tension n'est plus relié maintenant à la sortie de l'amplificateur opérationnel, mais à la sortie de puissance de l'alimentation. A en juger par une comparaison entre la figure 5 et la figure 3, nous ne sommes pas loin du compte. Il reste la bizarre résistance R4...

Comment limiter le courant?

Une fonction fondamentale de toute alimentation digne de ce nom est la limitation du courant: il ne s'agit pas seulement de surveiller la tension appliquée aux circuits consommateurs d'énergie, mais il faut encore garder l'oeil sur l'intensité du courant qui y circule.
Plus l'intensité du courant de sortie est élevée, plus la chute de tension sur R4 est forte. Tant que cette chute de tension n'atteint pas 0,65 V, elle n'est pas prise en compte. Au-dessus de ce seuil, la tension appliquée entre la base et l'émetteur de T_L (de l'anglais *load* = charge) dont nous avons vu sur les figures 2 et 3 qu'il figurait dans le circuit intégré 723, rend ce transistor conducteur. Dès lors le courant de base de T_D est détourné par T_L, ce qui limite l'intensité du courant de sortie.

La loi d'Ohm est implacable : si le courant de sortie est limité, la tension de sortie va s'effondrer. Aussitôt le régulateur de tension va chercher à la relever. En vain, car le transistor T_L agit directement en sortie de l'amplificateur opérationnel.

Nous aurons d'autres occasions de parler du rôle des condensateurs C5 et C6 qui est secondaire par rapport aux préoccupations de régulation et de puissance qui sont les nôtres pour l'instant. Quant à D1, c'est une diode de protection qui empêche la destruction de T2 par des impulsions de tension de polarité inversée qui naissent lors de la coupure de l'alimentation. Pas de malentendu : ces composants ne sont nullement facultatifs !

Quand S2 est fermé, la résistance R7 est connectée en parallèle sur R6; la valeur résultante d'environ 4,7 kΩ provoque l'abaissement de la tension réinjectée. Conséquence : la tension de sortie augmente. Ici, quand S2 est fermé, la tension de sortie passe à 14,4 V

La réalisation

Le plan d'implantation des composants de la figure 6 montre qu'il y a de quoi loger (presque) tout le monde sur une platine d'expérimentation de format 1. Les composants de puissance, comme T2 ne sont pas montés à même la platine. Pour R4 il faut ménager un peu d'espace entre le corps de la résistance et la surface de la platine. Le driver T1 est lui aussi monté sur un radiateur (de type SK34 par exemple).

Une alimentation comme celle-ci devra être montée dans un coffret extrêmement robuste, à l'épreuve des chutes et des chocs. Nous avons confectionné un double fond en équerre pour notre prototype de la **figure 7**. Là-dessus sont fixés le transformateur, le circuit imprimé, mais aussi le gros condensateur de lissage (qui ne chauffe pas !) et le redresseur assujetti à l'aide d'un étrier vissé. Les condensateurs C1 et C2 seront soudés de préférence directement sur les bornes du redresseur. Le transistor T2 est monté sur un radiateur de grande taille (par exemple SK30, SK34, SK02 ou SK29. Il est indispensable d'isoler le transistor (dont le boîtier est relié au collecteur) des masses métalliques du coffret et du radiateur, à l'aide d'une plaquette de mica et de canons isolants. Nous vous proposons un article complet sur le refroidissement des transistors dans ce numéro d'ELEX.

Les ailettes du radiateur doivent être disposées de manière à faciliter la circulation de l'air entre elles (l'air chaud monte, faut-il le rappeler ?). N'oubliez pas de favoriser les échanges thermiques entre masses isolées électriquement en interposant une couche de pâte spéciale comme on en trouve chez les revendeurs de composants.

LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 2,7 kΩ
R2 = 1 kΩ
R3 = 100 Ω
R4 = 0,22 Ω/5 W
R5 = 4,7 kΩ
R6 = 6,8 kΩ
R7 = 15 kΩ
C1,C2 = 47 nF
C3 = 4700 µF/40 V
C4 = 2,2 µF/16 V
C5 = 470 pF
C6 = 100 nF
D1,D2 = 1N4001
T1 = BD 135/139
T2 = 2N3055
IC1 = µA 723

Divers :

S1 = interrupteur secteur bipolaire
S2 = interrupteur
Tr1 = transformateur d'alimentation, secondaire 15 V/5 A
B1 = B40C50000/3500
F = 1 A rapide

Supplément (figure 9)

C7 = 100 nF
C8,C9 = 47 nF
L1 = 0,1 mH/4 A

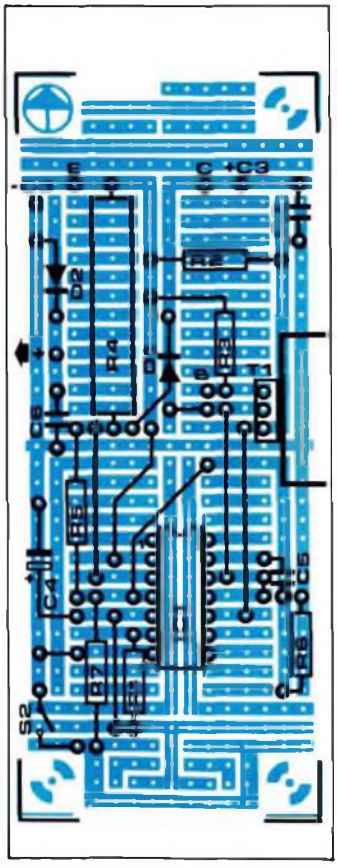


Figure 6 - Plan d'implantation des composants du circuit de régulation de l'alimentation. Ni le redresseur, ni le gros condensateur de lissage, ni le transistor T2 ne sont montés sur la platine.

Il existe plusieurs types de boîtier pour le transistor T2 (voir **figure 8**). Dans certains cas, le préfixe est différent : 2N3055 devient FT3055 ou TIP3055; ceci n'a aucune incidence sur le fonctionnement du transistor. Attention au brochage !
Placez la platine derrière la face avant de votre boîtier de telle manière que S2 puisse être monté à la fois directement sur la platine et dans la face avant.

Les liaisons câblées qui verront circuler des courants de forte intensité seront réalisées en fil de câblage épais. C'est ce qui est indiqué dans le schéma par des lignes plus grasses. Il faut pour ces lignes du fil de câblage multibrin flexible d'au moins 0,75 mm² de section. Un fil de 1 mm² de section est le bienvenu. Prenez soin d'adopter des couleurs codées clairement. Le fil vert-jaune de la terre doit être relié aux masses métalliques normalement isolées (coffret, radiateur, etc). Il faut éviter soigneusement toute liaison électrique entre la masse du circuit d'alimentation (0 V) et la terre !

Il faut prendre soin de câbler **la masse en étoile** comme indiqué sur le schéma. Les bornes de sortie doivent être de bonne qualité mécanique, robustes, et d'une section conforme à l'usage qui en sera fait (il doit y circuler un courant de 3 A sans perte). Il faut absolument se graver dans l'esprit que toute résistance sur le trajet du courant se traduit par une chute de tension. Compte tenu de l'intensité élevée du courant, cette chute de tension sera d'autant plus vertigineuse. C'est pourquoi il importe d'assurer une continuité parfaite de toutes les liaisons de puissance. Du transformateur au redresseur, du redresseur au condensateur de lissage puis au transistor de puissance, du transistor de puissance à la résistance R4 et enfin de cette résistance à la borne de sortie. Sans oublier la liaison de masse du redresseur au condensateur et à la borne de sortie.

Applications spécifiques

Pour vous permettre d'utiliser votre alimentation de puissance dans les meilleures conditions possibles, nous vous proposons quelques améliorations.

1. Pour les applications HF (CB par exemple), il faut des précautions de découplage supplémentaires. Les extraits de schéma des figures 9a et 9b montrent que l'on ajoute C8 et C9 (47 nF chacun) sur le redresseur, en face de C1 et C2. Le condensateur de 100 nF C7 est rajouté le plus près possible des bornes de C3. Ce sont tous les trois des condensateurs à film métallique. Entre la sortie de l'alimentation et la charge, nous intercalons une self de 0,1 mH capable de supporter 4 A.

2. Pour les applications en chargeur de batterie, il est intéressant de rajouter un voyant pour signaler que l'appareil est sous tension. Ce sera par exemple un voyant 220 V connecté en parallèle au primaire du transformateur, en aval du fusible. Dans cette application, il est intéressant de surveiller le courant consommé (voir à ce sujet le paragraphe *Charger* ci-dessous ainsi que, si vous n'avez pas de galvanomètre d'un calibre de 3 A, l'article sur l'adaptation du calibre de mesure d'un galvanomètre dans ce numéro).

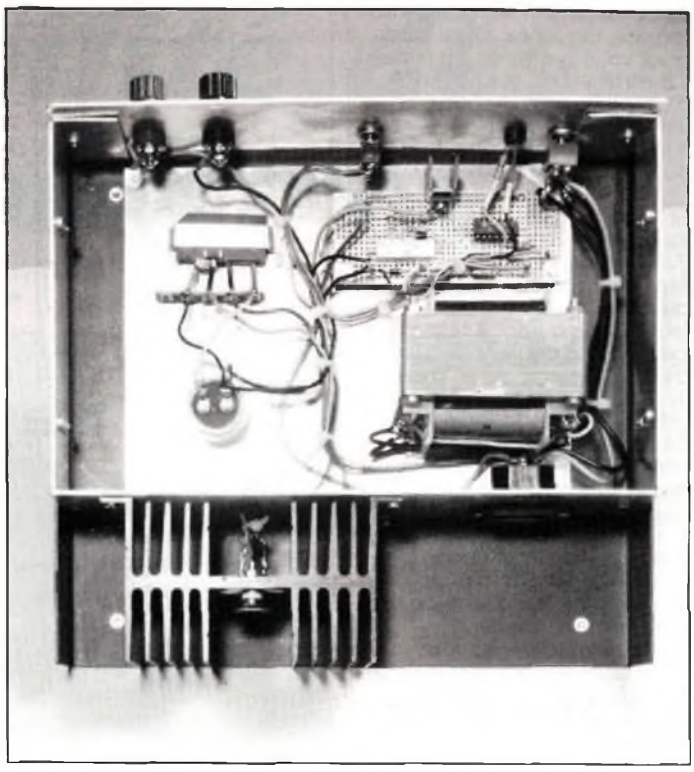


Figure 7 - L'un de nos prototypes sans son capot. Le câblage doit être soigné : disposition, section, soudure, isolation.

Charger

Pour utiliser l'alimentation de puissance d'ELEX en chargeur de batterie, il faut disposer de grosses pinces crocodiles comme il est d'usage sur les chargeurs du commerce. On trouve de telles pinces dans les magasins spécialisés en accessoires pour l'automobile. Établissez la liaison entre la borne + de la batterie et la borne de sortie positive de l'alimentation, ainsi qu'entre la borne – et la borne de masse de l'alimentation. Nous avons déjà indiqué qu'il importait de limiter au

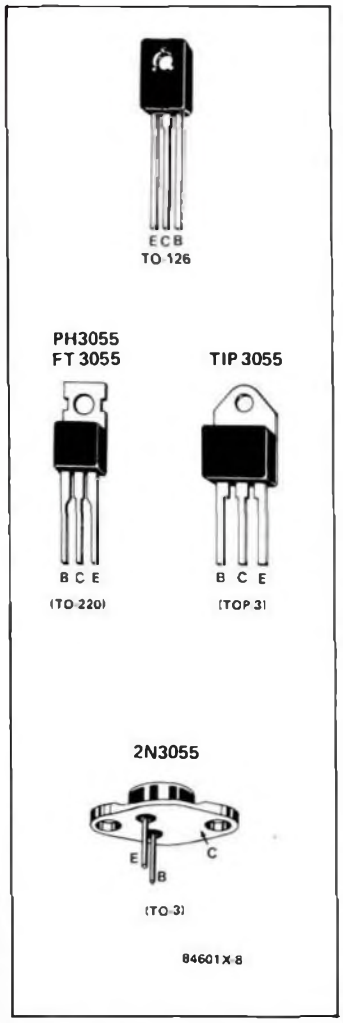
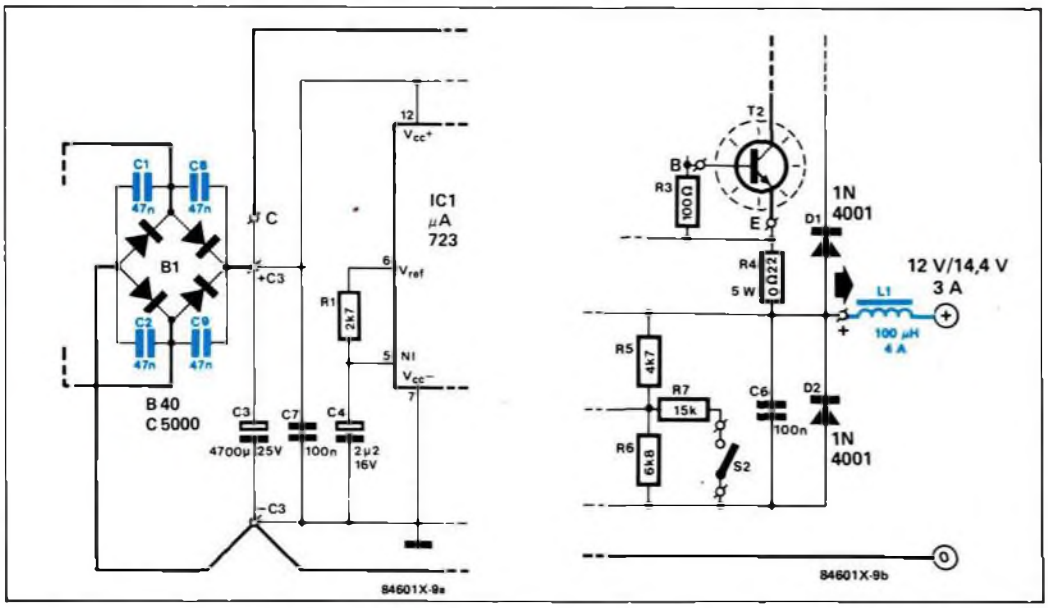


Figure 8 - Diverses formes du transistor de puissance 2N3055. Attention au brochage de ce composant. Le collecteur est relié à la partie métallique du boîtier.

strict minimum les chutes de tension parasites. C'est pourquoi vous prendrez du fil de 1,5 mm² au moins (2,5 mm² c'est bien mieux) pour ces liaisons.
Il faut fermer S2 (tension de sortie = 14,4 V).

Si la batterie est déchargée, sa tension sera de 11,5 V, soit 2,9 V de différence "au bénéfice" de la batterie : c'est donc l'alimentation qui fournit un courant à la batterie. Ce courant circule dans la batterie du + vers le −. Quand la batterie est elle-même source de tension et débite du courant dans le circuit électrique d'une auto, ce courant y circule dans l'autre sens.

Avant de commencer à charger, n'oubliez pas de dévisser les bouchons de la batterie pour faciliter l'évacuation des gaz (ne fumez pas à proximité, attention aux flammes !) et rajoutez de l'eau distillée si nécessaire. Au fur et à mesure de la charge, la tension de la batterie remonte, et le courant de charge diminue. En jetant un coup d'oeil sur l'ampèremètre de temps à autres, vous pourrez suivre cette progression. Il suffit de 8 heures de charge pour qu'une batterie de 36 Ah déchargée soit de nouveau utilisable.



La tension de service indiquée sur les condensateurs chimiques utilisés sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée dans la liste des composants.

FREEZE FRAME de Polaroid, un nouvel enregistreur d'images instantanées

Un nouvel imageur électronique, délivrant des photographies couleur instantanées d'images vidéo, a été présenté pour la première fois sur le stand Polaroid au SICOB 1988.
Cet imageur électronique, conçu et développé conjointement par Polaroid et Toshiba Corporation, délivre, par simple pression sur une touche, des photographies instantanées de format 7,7 × 10,2 cm avec une remarquable fidélité des couleurs.
L'imageur électronique Freeze-Frame permet d'obtenir des photographies d'images de bandes vidéo, d'images graphiques générées sur écrans de micro-ordinateurs, et d'images de caméras vidéo. Equipé d'un dos Polaroid, FREEZE-FRAME fournit des photographies instantanées sur film AutoFilm instantané Type 339.
Le film Type 339 est un film couleur de la technologie intégrale. Un chargeur délivre dix épreuves photographiques sèches qui se développent en plein jour, au format 7,7 × 10,2 cm dont le rapport hauteur/largeur correspond à celui des écrans vidéo.

PERISCOPE

FREEZE-FRAME peut aussi recevoir un dos 35 mm motorisé afin de réaliser des diapositives 24 × 36, soit sur films diapositifs instantanés 35 mm Polaroid, soit sur films conventionnels.
Les photographies papier réalisées avec le film T.339 sont éjectées automatiquement du dos et se développent en lumière ambiante. Les films diapositifs instantanés sont développés dans la développeuse 35 mm manuelle ou automatique. Les diapositives ainsi obtenues peuvent être projetées sur écran dans les minutes qui suivent la "prise de vue".

LE SYSTEME

Il est composé d'un enregistreur électronique à l'intérieur duquel se trouve une carte électronique permettant de décoder les signaux vidéo, d'un écran monochrome haute résolution, de trois filtres rouge, vert et bleu.
Un clavier permet de prendre le cliché, de modifier le contraste de l'image et de choisir la sensibilité du film.
FREEZE-FRAME est livré avec le système de prise de vue pour photos papier; un dos motorisé pour la réalisation de diapositives 24 × 36 est proposé en option.

LE PRINCIPE

FREEZE-FRAME connecté à un poste couleur, récupère les signaux vidéo et les affiches successivement sur son écran en trois passages successifs (sous filtre rouge, vert et bleu). Par synthèse additive, on obtient sur le film contenu dans l'appareil fixé sur le panneau frontal de FREEZE-FRAME, la réplique exacte de l'image capturée.

LES APPLICATIONS

FREEZE-FRAME permet d'obtenir des diapositives instantanées ou traditionnelles et/ou des photos papier à partir de source vidéo de type RGB Analogique et de RGB TTL aux normes CCIR.
Les différents marchés visés sont essentiellement ceux de:
— studios de télévision
— départements audio-visuels dans les entreprises
— enseignement
— sécurité, contrôle, police
— sport
— ordinateurs graphiques
— médical (documentation chirurgicale, endoscopie, microscopie).

la sensibilité des galvanomètres

Ce n'est pas tous les jours que l'on a besoin d'un galvanomètre. C'est même précisément le genre d'objet que l'on achète souvent à un moment où l'on n'en a pas du tout l'usage, pour faire honneur par exemple à un prix promotionnel, ou pour céder à la tentation de posséder un bel objet, car il faut bien le dire, les galvanomètres, avec leur équipage mobile, ont une présence fascinante dans le monde plutôt abstrait de l'électronique... Le galvanomètre, c'est aussi le composant de récupération par excellence. Or quand il en faut un, on ne trouve généralement pas le modèle qui convient. Problème classique.

Une des nombreuses finesses de l'art de l'électronicien est de se tirer d'une telle situation avec une solution de remplacement bon marché et néanmoins efficace. Ainsi, lorsque vous avez sous la main un galvanomètre dont le calibre est de 100 µA, valeur courante, alors que le courant à mesurer est de l'ordre de l'ampère, valeur tout aussi courante mais inconciliable avec la précédente, la solution s'appelle **shunt**.

Si à présent vous abandonnez la lecture de cet article le temps de saisir un dictionnaire pour rechercher la définition de ce mot, vous

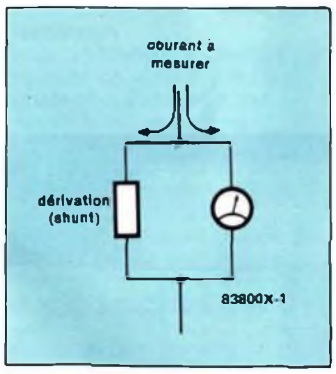
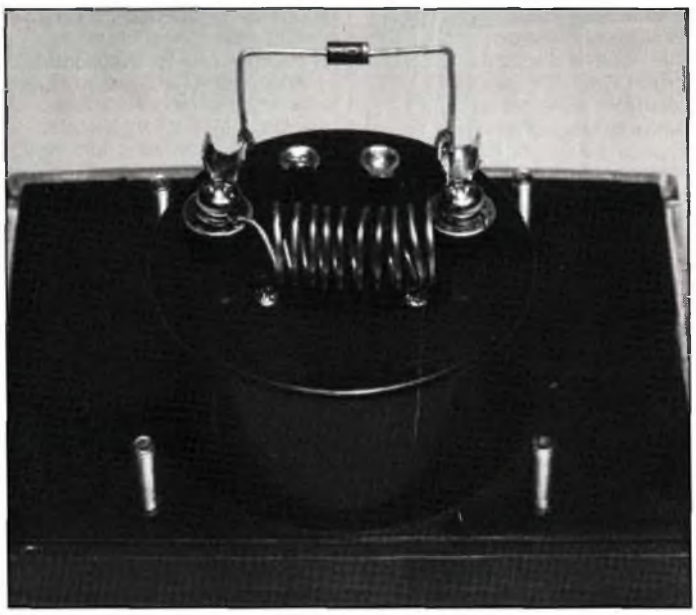


Figure 1 - La voie directe, c'est-à-dire la bobine du galvanomètre, est trop étroite pour laisser passer tout le trafic. Les autorités concernées ont donc mis en place un itinéraire bis : le shunt. La tension étant la même pour les deux branches, le rapport des intensités est l'inverse du rapport des résistances.



ne serez pas déçu : «résistance placée en dérivation généralement aux bornes d'un appareil qu'elle sert à protéger». Et si vous poussez la curiosité jusqu'à ouvrir un dico anglais-français vous verrez que le verbe *to shunt* se traduit bel et bien par aiguiller, dériver.
Dans un dictionnaire français, sous «dérivation», on trouve *circuits en dérivation*, circuits électriques ou magnétiques bifurqués entre lesquels le courant ou le flux magnétique se partage. Ah ha ! Voilà donc encore un anglicisme qui ne facilite pas la communication puisque ce n'est pas en entendant le mot «shunt» que le non-initié peut comprendre de quoi il s'agit (à moins d'être anglophone bien entendu), alors qu'en entendant parler de résistance ou de circuit de dérivation, on peut déjà deviner...

C'est donc à une résistance de dérivation qu'il est fait appel. Que dérive-t-on ? Eh bien une partie du courant comme l'illustre le croquis de la figure 1. On veut faire passer le gros du courant par la dérivation et une petite partie par l'instrument de mesure.

Comment détermine-t-on sa valeur ? En fonction de la résistance interne du galvanomètre, direz-vous, mais celle-là vous ne la connaissez pas. D'ailleurs quand bien même vous la connaîtriez, elle vous permettrait de calculer une valeur de résistance de dérivation vraisemblablement «tordue» que vous ne trouveriez pas parmi les valeurs normalisées. C'est pourquoi nous vous proposons une solution expérimentale et bon marché. Utilisez du fil de soudure pour confectionner votre shunt (c'est plus court !). La faible résistance présentée par le fil de soudure, c'est tout à fait ce qu'il nous faut pour cette application. La longueur de fil requise sera déterminée à l'aide du circuit de la **figure 2**.

Confectionnez une dérivation sous forme d'une spirale (bobinée sur un crayon) d'une bonne vingtaine de centimètres de fil de soudure de 0,8 mm. Prenez une source de tension variable (l'alimentation universelle d'ELEX par exemple) et montez en série un multimètre (calibre 1 A), une résistance (environ 10 Ω, 5 W) et le galvanomètre avec sa dérivation. La diode protège le galvanomètre en cas de déconnexion éventuelle de la dérivation.

Avec l'alimentation universelle d'ELEX parue dans le n°5 de novembre 1988, page 16 et suivantes, il est facile de régler l'intensité du courant à 1 A; l'aiguille du multimètre est en fin de course si le calibre est de 1 A et à mi-course s'il est de 2 A. Si la déviation de l'aiguille du galvanomètre est trop faible par rapport à l'intensité de crête à afficher, il faut **augmenter** la longueur du fil de dérivation. Si la déviation est trop forte, raccourcissez le fil. Lors de nos essais en laboratoire sur un galvanomètre de 100 µA, nous avons retenu les longueurs suivantes pour du fil de soudure de 0,8 mm :

déviation pleine échelle	longueur de la dérivation
1 A	34 cm
2 A	16 cm
3 A	10 cm

Même avec un courant d'une intensité de 3 A, notre shunt expérimental n'a chauffé qu'imperceptiblement.

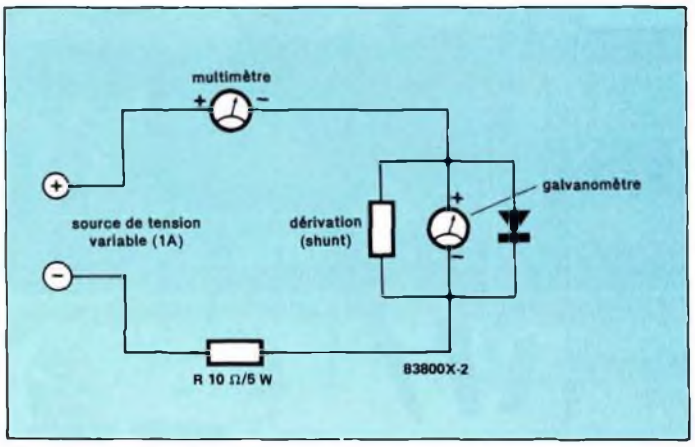


Figure 2 - Le montage qui permet de calibrer votre shunt n'est pas agréé par l'Administration des Poids et Mesures. Votre prof de technologie vous indiquera comment déterminer la résistivité du fil d'étain-plomb.

Les chaleurs de l'électronique

Une résistance, en fait c'est . . . un dispositif de conversion de la puissance électrique en chaleur. En français de tous les jours, cela signifie qu'une résistance sur laquelle règne une tension **chauffe** parce qu'un courant y circule. La puissance électrique mesurée en watts est le produit de la force électro-motrice (en volts) par le courant (en ampères).

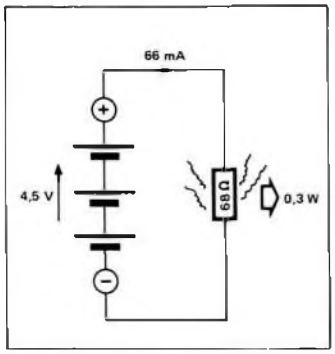


Figure 1 - Qui dit tension et courant dit conversion d'énergie, c'est-à-dire puissance. La résistance convertit l'énergie électrique de la pile en énergie thermique.

L'électronicien n'aime pas trop la chaleur dégagée par les résistances, car elle modifie le comportement des autres composants. Ce qui n'arrange rien, c'est que certains autres composants, les semi-conducteurs en général et les circuits intégrés en particulier, dégagent eux aussi de la chaleur.

Résistances

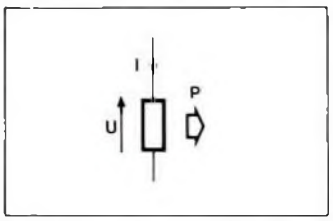
L'indication de puissance d'une résistance (1/8, ¼, ½ W, etc) n'est portée en clair sur le corps de la résistance que sur les gros modèles. Elle est **la valeur limite** de la puissance. Prenons l'exemple d'une résistance d'¼ W (modèle courant) dont la valeur est de 68 Ω et que nous connectons entre les bornes d'une pile plate de 4,5 V. Si vous tenez la résistance entre vos doigts, vous ne tarderez pas à pousser un cri . . .

Très vite le corps de la résistance devient brûlant. Il y circule en effet un courant de 66 mA environ, ce qui donne une puissance de

$$66\ \text{mA} \cdot 4{,}5\ \text{V} = 0{,}3\ \text{W}$$

Nous avons déjà dépassé la limite de puissance de cette résistance (0,25 W).

Les deux formules suivantes permettent de calculer la puissance d'une résistance à partir de la tension, du courant et de la valeur de résistance.



$$P = U^2/R$$

$$P = I^2 \cdot R$$

Vous vous demandez sans doute pourquoi le dépassement de la puissance tolérée par la résistance n'en provoque pas la destruction immédiate. C'est parce que ces composants tiennent pendant assez longtemps l'équivalent de cinq fois leur puissance nominale. Si le dépassement ne dure pas plus d'une minute, la puissance admise peut même atteindre dix fois la valeur nominale.

Transistors

Les transistors sont beaucoup plus sensibles aux excès de puissance que les résistances. Leurs jonctions supportent une température d'environ 200 °C (quand ils sont au silicium; le germanium n'accepte pas plus de 100 °C). Quand la chaleur qui se dégage excède ce que le boîtier du transistor et les bornes de connexion peuvent évacuer, le transistor est en danger de mort.

La puissance d'où naît cet échauffement peut être calculée en multipliant le courant de collecteur par la tension collecteur-émetteur. Nous vous proposons l'expérience de la figure 3 pour démontrer la dissipation de puissance sous forme de chaleur par le transistor. La tension collecteur-émetteur est de 4,5 V. Un potentiomètre de 22 k nous permet de commander le courant de collecteur en dosant le courant de base. Plus l'intensité du courant de collecteur sera élevée, plus le transistor va s'échauffer. A 80 mA le

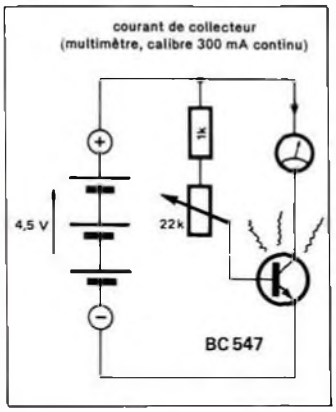
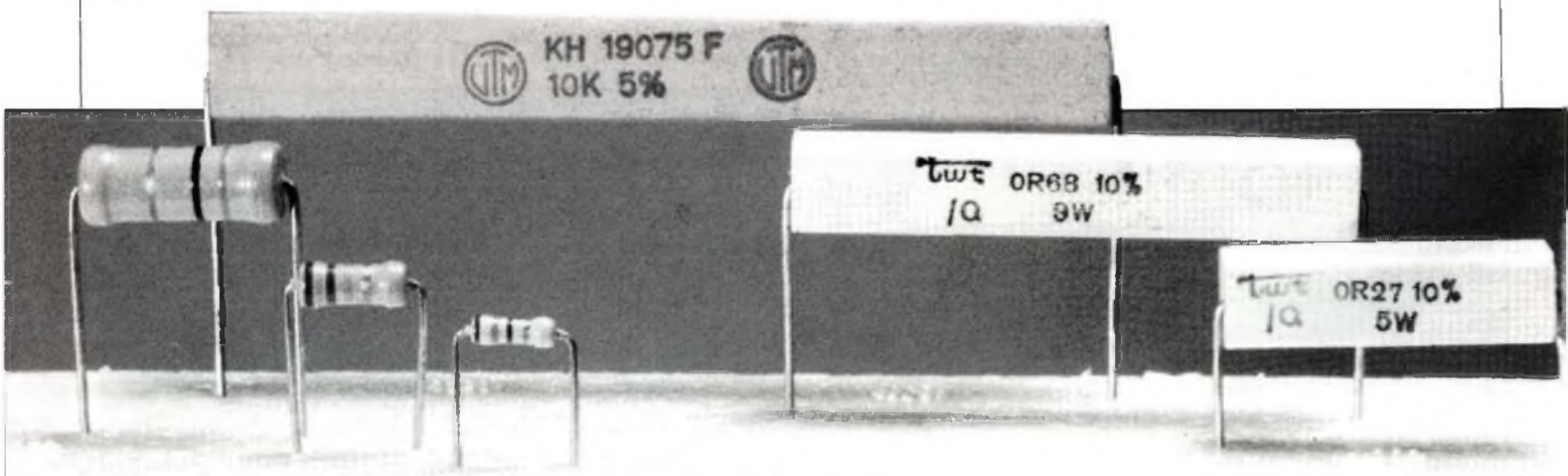


Figure 3 - Le transistor chauffe lui aussi en proportion de l'augmentation du produit de son courant de collecteur par la tension collecteur-émetteur. La valeur de la puissance dissipée calculée de la sorte ne devrait en aucun cas dépasser les limites (0,5 W dans ce cas) indiquées par le fabricant du composant. Sur ce dispositif expérimental, il est possible de commander la température en dosant la dissipation à l'aide de la résistance variable de 22 k.

Figure 2 - Résistances de faible (¼, ½ et 1 W) et forte (5, 9, 17 W) puissance. Le lien entre la taille et la puissance peut se révéler trompeur. Il existe notamment des résistances de très forte puissance (vitrifiées) de très petite taille.



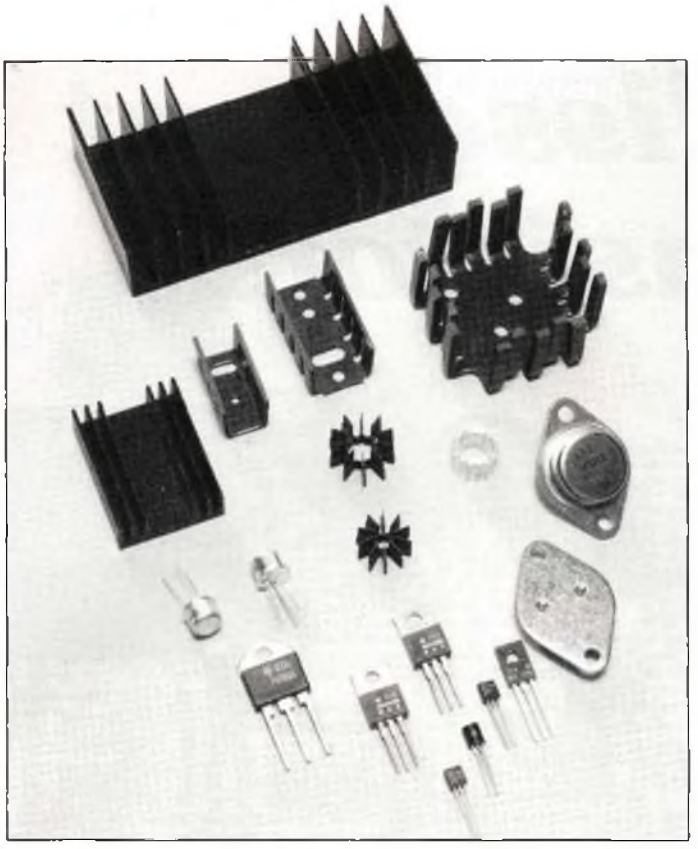


Figure 4 - Pour évacuer rapidement la chaleur, un transistor de puissance ne dispose pas d'une superficie de rayonnement suffisante; c'est pourquoi on le monte sur un radiateur à ailettes conçu pour activer l'échange thermique. Le choix du radiateur est traité ailleurs dans ce numéro. En règle générale on peut dire que plus la dissipation de puissance dans le transistor est forte, plus la superficie du radiateur doit être grande.

transistor est déjà assez chaud, et à 125 mA nous sommes à la limite de la dissipation de puissance qui est de 500 mW pour un boîtier de ce type. Essayez de toucher le transistor . . . ou plutôt n'essayez pas de le toucher sans vous avoir mouillé les doigts auparavant !

Si l'impulsion de courant est brève, le transistor supporte néanmoins de dissiper jusqu'à 1 W.

Radiateurs

Plus un transistor dissipe de puissance, plus il y a de chaleur à évacuer, c'est évident. Nous aurons d'autres occasions dans ELEX de faire la distinction entre la puissance utile et la puissance dissipée.
Les transistors de puissance ont un boîtier métallique qui favorise l'échange thermique avec l'air ambiant. Dans bien des cas, il faut activer cet échange en montant le transistor sur un radiateur, et dans certains cas extrêmes, il faut même refroidir les radiateurs eux-mêmes à l'aide d'un courant d'air ou d'un bain d'huile . . .
Pour ce qui nous concerne dans le cadre des réalisations ELEX, les radiateurs utilisés resteront d'une taille raisonnable (ce détail n'est pas anodin, car les radiateurs sont chers . . .). Pour les caractériser, il est fait appel à un coefficient de dissipation exprimé en °C/W, c'est-à-dire des degrés Celsius par watt. **Chaque watt dissipé par le transistor fait monter la température d'un certain nombre de degrés.** Plus le radiateur refroidit bien, plus il faut de watts pour faire monter sa température. C'est cette valeur que l'on donne pour apprécier les performances du radiateur.

Prenons un exemple : le transistor-série d'une alimentation de puissance dissipe 30 W. Nous pouvons établir qu'un radiateur à coefficient de 1 °C/W fera l'affaire puisque son échauffement sera de

$$30\ \text{W} \cdot 1\ \frac{°\text{C}}{\text{W}} = 30\ °\text{C}$$

Le transistor à la température ambiante de 20 °C ne s'échauffera que jusqu'à cinquante degrés environ. Un radiateur dont le coefficient ne serait que de 2 °C/W ferait encore l'affaire puisque sa température ne monterait que jusqu'à 80 °C dans les conditions décrites, ce qui est encore loin de la limite. Il faut faire attention lors du choix d'un radiateur de prendre en compte les conditions de dissipation les plus défavorables, et non le régime normal.

CHELLES ELECTRONIQUE
19 av. du Maréchal Foch
à 5 mn de la Gare
77500 Chelles. Tél. 64.26.38.07
Ouvert du mardi au samedi 9 h 30 à 12 h 15 - 14 h 30 à 19 h

Nous acceptons les bons de l'Administration, conditions spéciales aux écoles, centres de formation, clubs d'électronique, etc.
PAR CORRESPONDANCE: REGLEMENT A LA COMMANDE PAR CHEQUE OU MANDAT-LETTRE. AJOUTER LE FORFAIT DE PORT ET D'EMBALLAGE: 40 F. CONTRE-REMBOURSEMENT: 55 F. **PAS DE CATALOGUE.**

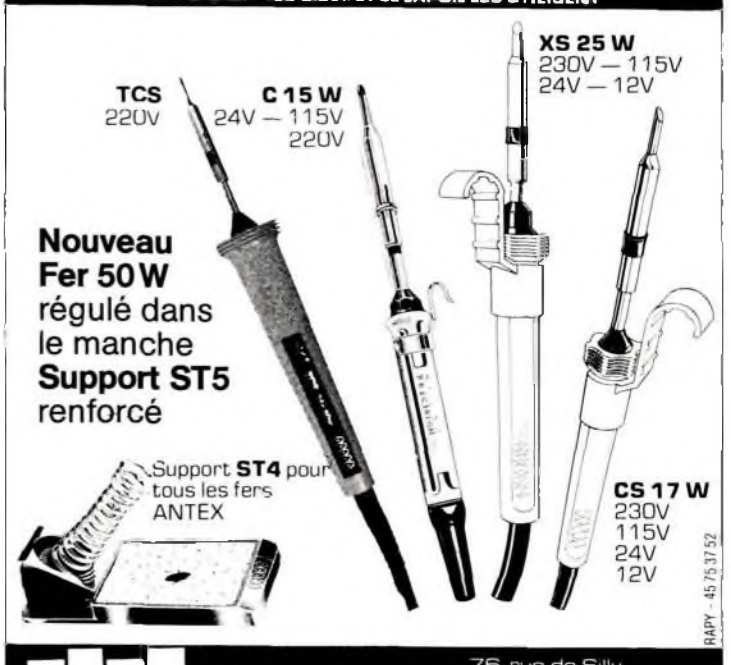
Beckman Industrial™

DM 10 : 17 gammes protégées par fusibles. Impédance d'entrée 1 MΩ. Précision 0,8 % VCC . . . **Prix ttc : 349 F**
DM 15B : 27 gammes Bip sonore. Protection 2A DC/AC. Impédance 10 MΩ. 1 000 VDC/750 VAC . . . **Prix ttc : 447 F**
DM 20L : identique au DM 15B avec 30 gammes. Mesure du gain des transistors. Test logique. Lecture directe 200 MΩ et 2 000 MΩ . . . **Prix ttc : 497 F**
DM 23 : 23 gammes. Calibre 10A AC/DC. Bip sonore. Mesure du gain des transistors **Prix ttc : 587 F**
DM 25L : identique au DM23 avec 29 gammes. Mesure de capacités en 5 gammes. Test logique. Lecture directe à calibre 2 000 MΩ . . . **Prix ttc : 689 F**

KIT VELLEMAN

K 2604 Sirène Kojak	82 F
K 2655 Chien de garde	316 F
K 2651 Voltmètre LCD 2 tableaux	235 F
K 2032 Voltmètre Digital	204 F
K 1798 Vu Mètre Stéréo 2 × 16 Led	237 F
K 2637 Ampli 2,5 Watts	78 F
K 2598 Booster 30 Watts	180 F
K 2576 Ampli 40 Watts	167 F
K 1804 Ampli 60 Watts	262 F
K 2572 Préampli Stéréo	83 F
K 2601 Stroboscope	120 F
K 2649 Thermostat LCD	379 F

ÉLECTRONICIENS
POUR FAIRE DES SOUDURES PRECISES ET RAPIDES ET PROTEGER VOS SEMICONDUCTEURS
OPTEZ pour les ANTEX
70 PAYS DONT LES U.S.A. ET LE JAPON LES UTILISENT



BRAY FRANCE
76, rue de Silly
92100 Boulogne-sur-Seine
Tél. : 46 04 38 06 Telex 201576

Le refroidissement des transistors

Rassurez-vous, braves gens, ce n'est pas une épidémie de rhume qui menace les semi-conducteurs ! Il s'agit au contraire de mesures à prendre impérativement dans certains cas pour assurer la (sur)vie des transistors qui font partie de presque tous nos montages. Les transistors sont des cristaux semi-conducteurs sensibles à la température.

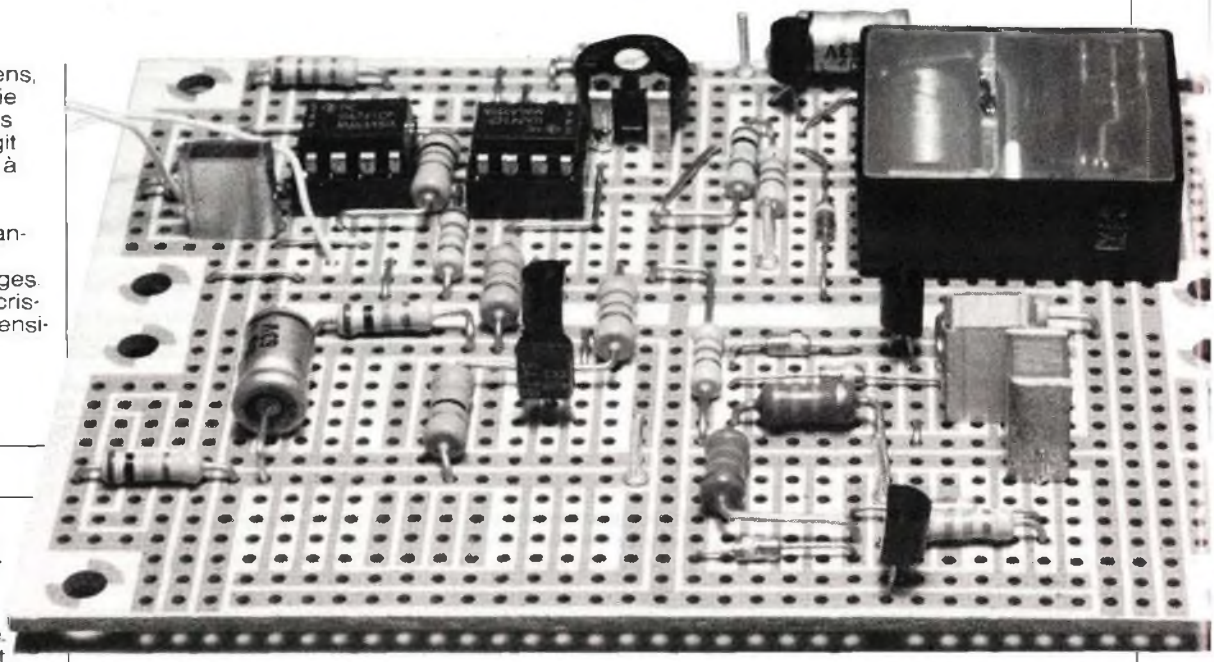


Figure 1 - Les transistors pour petits signaux n'ont pas besoin de radiateur pour dissiper quelques milliwatts.

La mort prématurée

C'est dès leur mise en place que les transistors risquent de terminer leur vie : un échauffement excessif lors de la soudure peut les détruire. Il faut les souder d'autant pus rapidement que leurs broches sont plus courtes, comme vous pouvez le voir sur le tableau ci-dessous.

Nature du boîtier	Température du fer	Distance entre la soudure et le boîtier	Durée maximale de la soudure
Métal	Maximum 250°C Maximum 250°C 250 à 350°C	1,5 à 5 mm plus de 5 mm plus de 5 mm	5 s 10 s 5 s
Plastique	Maximum 250°C Maximum 250°C	2 à 5 mm plus de 5 mm	3 s 5 s

Pour plus de sécurité, vous pouvez tenir la broche avec une pince à becs fins pendant la soudure. Avec l'expérience, le risque de "tuer" un transistor par surchauffe pendant la soudure s'amenuise jusqu'à disparaître complètement. C'est pourquoi les supports ne sont pas absolument indispensables pour les transistors, qu'en règle générale on soude directement sur la platine. Rien ne vous empêche d'utiliser des supports, tels qu'on en trouve dans le commerce spécialisé, pour tous les types de boîtiers. La **figure 2** en présente quelques types parmi les plus courants. Ils comportent un corps isolant (par exemple en téflon), des douilles et des broches de connexion disposées en cercle. Le contact électrique et la tenue mécanique sont assurés par des ressorts.

Dérive du point de fonctionnement

Nous nous sommes attachés, par exemple dans le numéro 8 d'Elex ("Un étage B.F.", "Amplificateur de microphone"), à déterminer ce que nous avons appelé le point de fonctionnement d'un transistor. Dans tous nos calculs, nous avons considéré comme des constantes la tension de seuil des jonctions et le gain propre du transistor. Or ces grandeurs sont variables en fonction de la température, et tous nos calculs supposaient des conditions normales de fonctionnement, soit une température de quelque 20 à 30 °. Si la température du transistor s'élève trop, son fonctionnement n'a plus grand'chose à voir avec ce qui était prévu : on assiste à une **dérive**. Les risques s'aggravent quand le transistor est utilisé à une tension proche de sa tension maximale entre collecteur et émetteur : il peut se produire un "emballement" thermique qui se terminera par la mise en court-circuit et la mort du transistor. Il faut

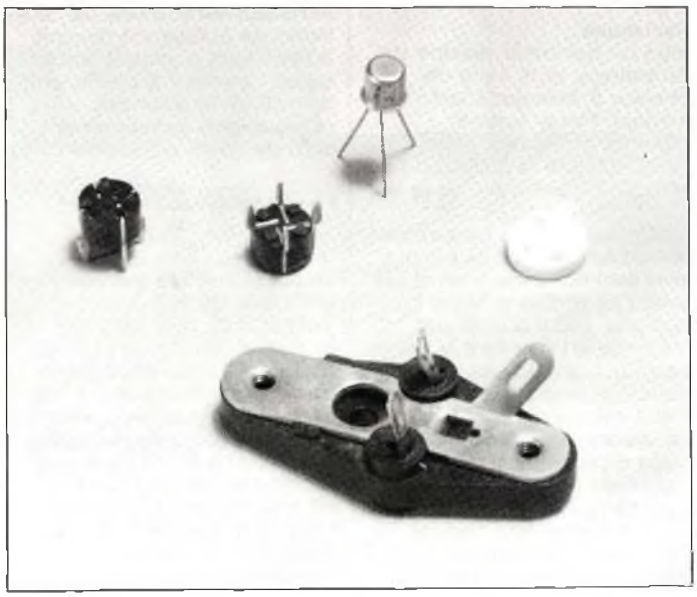


Figure 2 - Il existe des supports aussi bien pour les petits que pour les gros transistors.

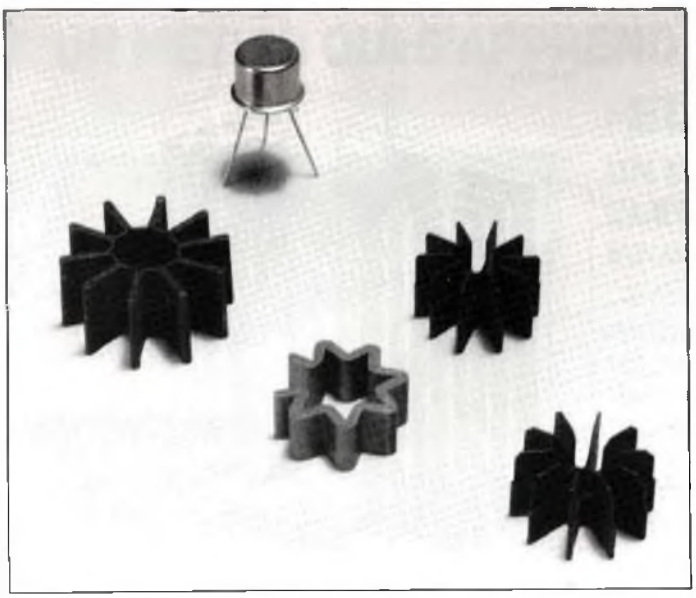


Figure 3 - Les boîtiers TO 5 peuvent recevoir différents radiateurs, la plupart en forme d'étoile.

donc veiller à placer les transistors à bonne distance de toutes les sources de chaleur qui pourraient perturber son fonctionnement.

Les sources de chaleur ne sont pas qu'extérieures : le transistor lui même en est une.

La puissance à dissiper

L'échauffement des transistors est dû au fonctionnement lui-même : le transistor provoque une chute de tension entre son collecteur et son émetteur, et il conduit un courant. La **puissance** à dissiper est le produit de la **tension** par l'**intensité**. Dans le cas des montages de faible puissance comme nos préamplificateurs, les courants sont infimes et la puissance, infime elle aussi, est dissipée sans peine sous forme de chaleur par les petits boîtiers plastiques TO 92. L'ordre de grandeur change quand il s'agit par exemple d'un étage final d'amplificateur B.F., où les transistors de sortie peuvent avoir à dissiper plusieurs watts, voire plusieurs dizaines de watts.

Les radiateurs

La puissance maximale que peut dissiper un transistor est caractéristique de son type et ne doit pas être dépassée. La température du boîtier est une fonction directe de la puissance dissipée, et s'élève d'autant plus que la puissance dissipée est proche de la limite.

Comme il y a une température à ne pas dépasser, on équipe les transistors de radiateurs pour limiter autant que possible leur échauffement. C'est relativement simple pour les transistors en boîtier métallique TO 5. Il existe de petits radiateurs en tôle en forme d'étoile, à emboîter directement sur le corps du transistor pour augmenter sa surface de rayonnement. La chaleur du transistor se dégage ainsi beaucoup plus facilement.

L'affaire se complique un peu pour les boîtiers en plastique plats du type TO 220 ou SOT 32 : il faut les visser au radiateur. La **figure 4** montre le montage de transistors sur deux types de radiateurs profilés en U. Ces boîtiers plats en plastique ont une face métallique qui doit se trouver, bien sûr, en contact avec le radiateur. Les broches sont pliées à 90° (d'angle et non de température) quand le radiateur est monté à plat sur la platine. On peut aussi monter le radiateur *debout*, perpendiculaire au circuit imprimé, ce qui augmente d'ailleurs son efficacité, du fait d'une meilleure circulation de l'air. Dans tous les cas, la languette métallique de refroidissement étant reliée électriquement au collecteur du transistor, il faut éviter tout contact du radiateur avec un autre point du circuit : un court-circuit pourrait détruire le transistor (c'est valable aussi pour les étoiles des TO 92).

L'isolement électrique

Comme il n'est pas toujours possible d'éviter tout contact du radiateur avec d'autres

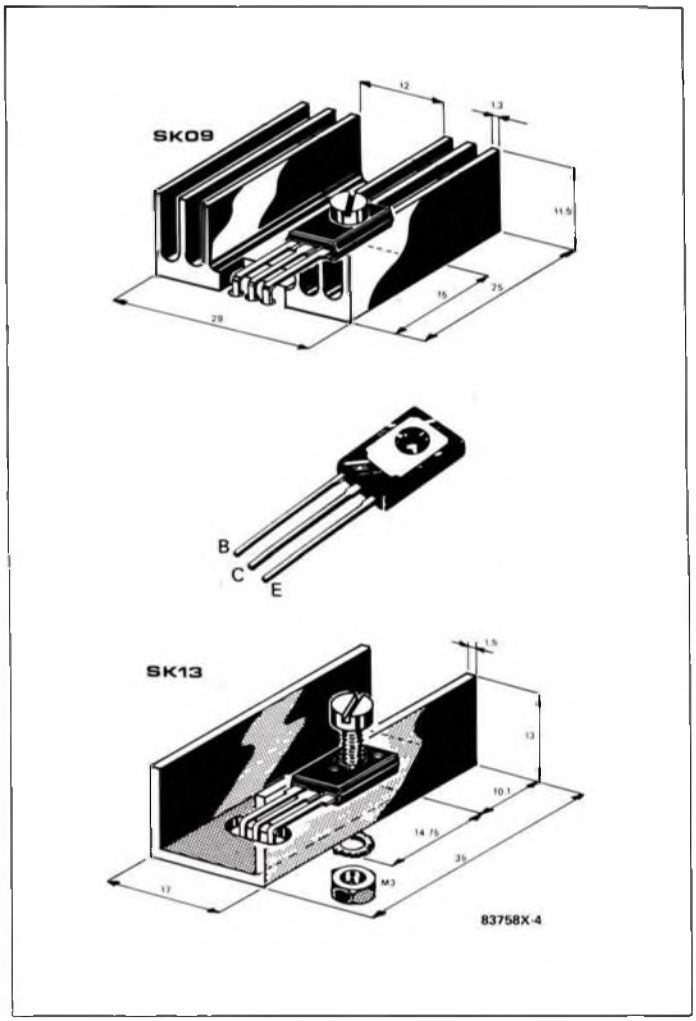


Figure 4 - Il est souhaitable d'isoler les transistors en boîtier TO 220 et SOT 32, par une plaquette de mica et un canon isolant, car la partie métallique située au dos du boîtier est reliée au collecteur du transistor.

masses métalliques du circuit, il reste la solution d'isoler le radiateur du transistor, en s'efforçant de ne pas créer du même coup un isolement thermique. On y arrive en interposant une plaquette de mica entre le transistor et le radiateur. La vis de fixation est isolée du radiateur par un canon en fibre ou en téflon. La **figure 5** montre, en plus de quelques modèles de radiateurs en U, l'aspect de ces canons isolants.

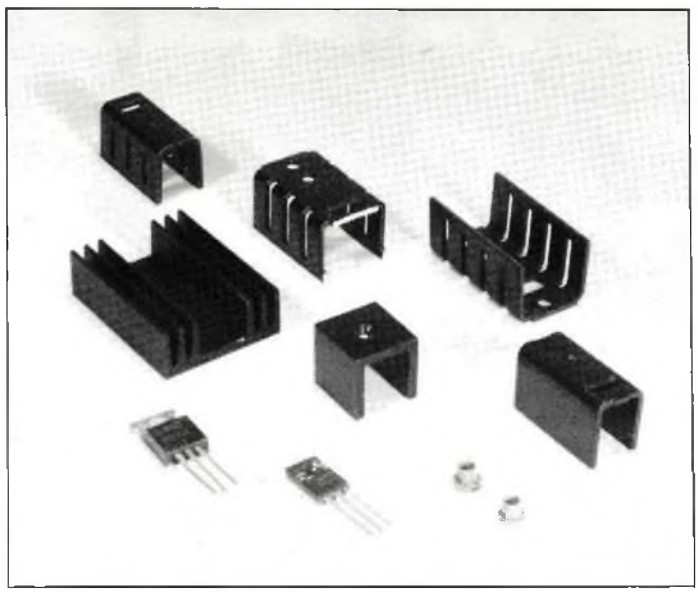


Figure 5 - Depuis le U tout simple jusqu'aux profils plus compliqués, le choix est vaste pour les transistors de puissance en boîtier plastique.

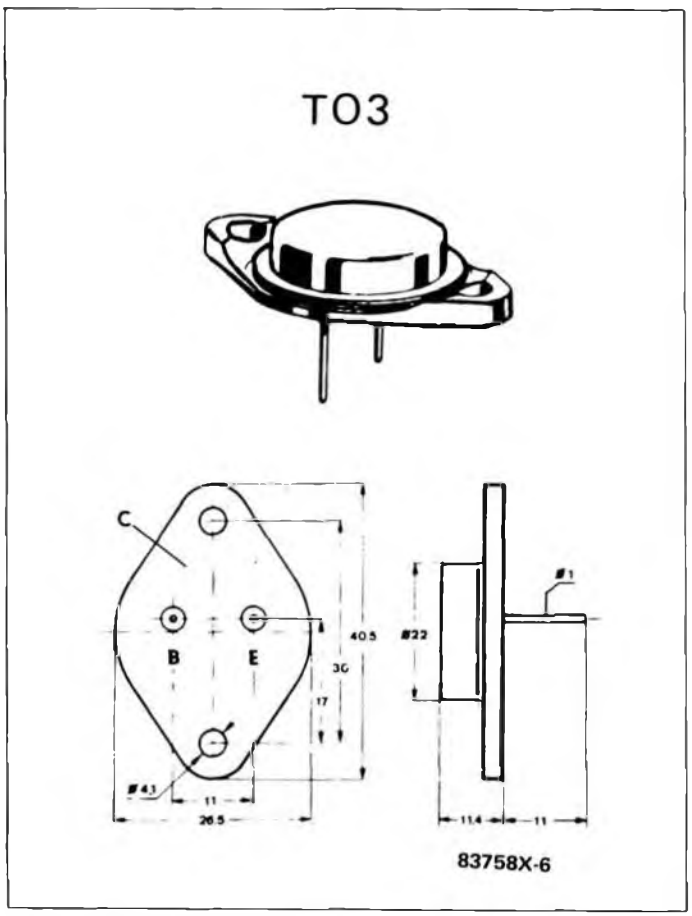


Figure 6 - Le plus commun des boîtiers de transistor de puissance reste le TO 3. C'est sous cette forme que l'on trouve le 2N3055, le plus commun des transistors de puissance.

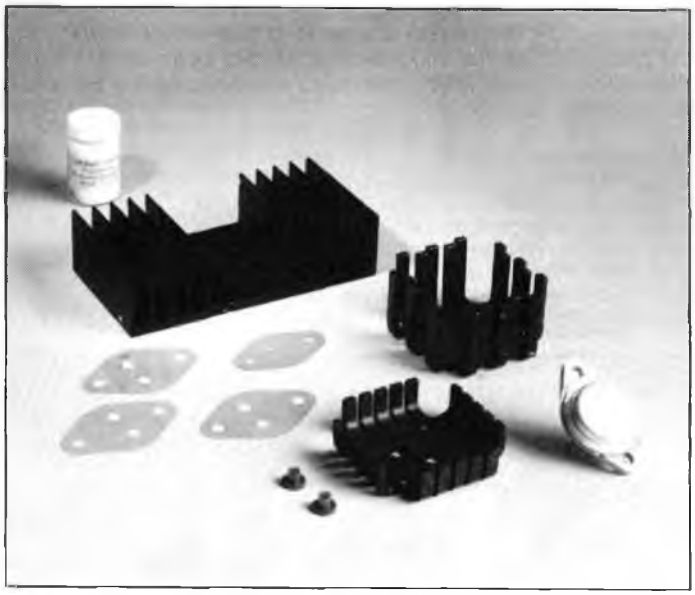


Figure 7 - De grands radiateurs ne suffisent pas pour assurer un refroidissement efficace. Encore faut-il que le contact thermique soit amélioré par une couche régulière de graisse conductrice de la chaleur, étalée de part et d'autre de la plaquette de mica qui garantit l'isolement électrique.

Les gros modèles

Les transistors de forte puissance en boîtier TO 3, comme le 2N3055 de la **figure 6**, demandent, peut-être plus que les autres, un refroidissement efficace. Les *cactus* de la **figure 7** suffisent pour des puissances de quelque 10 W. Leur montage se fait le plus souvent à plat sur le circuit imprimé et les considérations d'isolement du paragraphe précédent s'appliquent aussi.

Ce genre de radiateur ne suffit plus dès que la puissance à dissiper dépasse une dizaine de watts. La **figure 8** représente quelques profils de radiateurs de forte

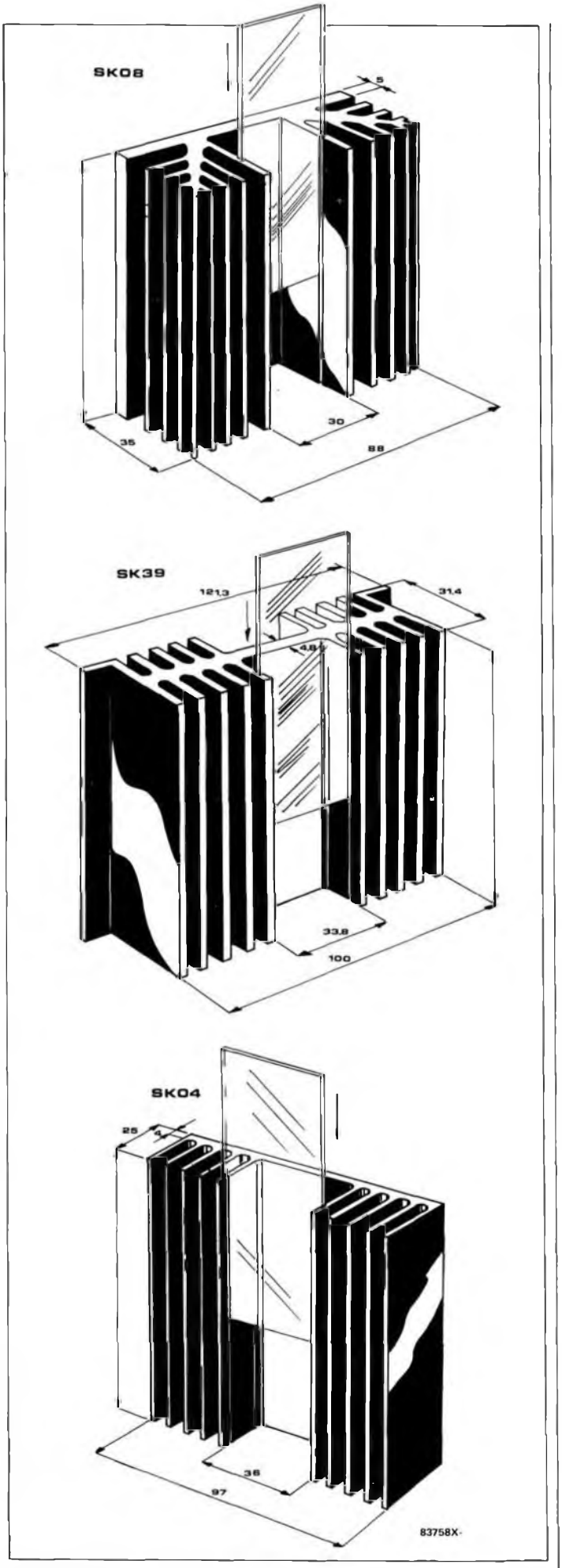


Figure 8 - Ces modèles de radiateurs de forte puissance possèdent des rainures qui permettent la protection mécanique et électrique du composant par une lame d'aluminium ou de plastique.

UN METIER QUI S'APPREND BIEN PAR CORRESPONDANCE

«ELECTRONIQUE 89»

UN NOUVEAU COURS DE TECHNICIENS EN ELECTRONIQUE/MICRO ELECTRONIQUE

VOUS OBTIENDREZ LE NIVEAU DU BAC TECHNIQUE

Ce nouveau cours par correspondance encore plus technique, plus professionnel est résolument tourné vers la technologie actuelle de l'électronique et de la micro-électronique. Il est accompagné de plus de 100 expériences qui vous permettront de mettre en pratique la théorie acquise et de vous lancer dès la 1re étude dans le monde passionnant de l'électronique. Avec ce cours vous atteindrez le niveau BTN (Bac techniaue F2).

ON APPREND MIEUX AVEC LA PRATIQUE.

Toutes les connaissances théoriques sont appuyées par des expériences pratiques. Avec le nombreux matériel que nous vous fournissons (circuits intégrés, composants, multimètre A, fer à souder...). vous construirez vous-même de multiples circuits, et appareils électroniques. Vous expérimenterez également de nombreux circuits intégrés! C'est là que commence votre formation à la micro-électronique. De plus vous serez initié à la technique des microprocesseurs.

UNE MÉTHODE QUI FAIT AIMER L'ÉTUDE.

C'est avant tout une méthode vivante, fondée sur la pratique et le dialogue avec le professeur.

Dès la première page, vous voilà plongé dans l'électronique. C'est une méthode qui ne prend en compte que l'essentiel sans vous étourdir avec les notions superflues.

Seul l'utile est étudié et la théorie pour la théorie éliminée. C'est aussi une méthode progressive avec laquelle vous ne serez jamais bloqué, la théorie et la pratique s'enchaînant avec logique pour mieux vous préparer au chapitre suivant.

DES MILLIERS D'EMPLOIS CRÉÉS CHAQUE ANNÉE.

"La mission filière électronique", mise en place par l'État, a pour objectif de conduire l'industrie électronique française au tout premier rang. Elle consacre notamment un important budget à la création de 80 000 emplois de tous niveaux dans ce secteur.

En étudiant dès aujourd'hui l'électronique, vous serez parmi les premiers à bénéficier de l'opportunité que vous offre l'État, et pratiquerez un métier exaltant, bien payé et tourné vers l'avenir.

Pensez-y! Suivre nos cours par correspondance, sans quitter votre emploi, c'est l'occasion unique de transformer votre vie en exerçant le métier qui vous passionne.

Avec tout le matériel fourni vous aurez chez vous le début d'un véritable laboratoire électronique.

INSTITUT PRIVÉ D'INFORMATIQUE ET DE GESTION

7 RUE HEYNEN 92270 BOIS COLOMBES - TÉL. : (1) 42.42.59.27

IPIG

BON pour une information gratuite

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement de ma part votre documentation en couleur n° L5076 sur votre cours d'électronique avec expériences pratiques.

NOM (maj.) _____

PRÉNOM _____

ADRESSE (code postal) _____

_____

TÉL. _____

Si l'informatique vous intéresse cochez la case ci-contre ☐

puissance. Ils peuvent recevoir un ou plusieurs transistors; par exemple deux dans le cas d'un étage de sortie d'amplificateur B.F. Comme le radiateur de ces amplificateurs est le plus souvent relié à la masse, l'isolement des transistors est *incontournable*.

La mécanique

Souvent les radiateurs pour TO 3 ne sont pas percés, et le premier travail consiste à forer les trous destinés à la fixation et au passage des connexions de base et d'émetteur. La disposition des trous et les entraxes sont visibles en **figure 6**. L'installation proprement dite commence ensuite : la **figure 9** est plus claire qu'un long discours. On y reconnaît de haut en bas : les vis de fixation (M3), le transistor, la plaquette de mica, le radiateur, les canons isolants, des rondelles plates, des rondelles-freins; une des vis de fixation porte en plus une cosse à oeillet pour la connexion électrique du collecteur et un contre-écrou.Dans le cas où on utilise un support de transistor TO 3, c'est le support qu'on fixe au radiateur, le transistor étant fixé au support, selon la **figure 10**. Les trois connexions électriques se font alors par soudure.

C'est l'air ambiant qui évacue la chaleur et le fait de disposer le radiateur verticalement augmente son efficacité par un effet de cheminée : l'air chaud monte. Les radiateurs sont souvent enfermés dans des coffrets; il faut alors permettre la circulation de l'air par des orifices d'aération judicieusement disposés dans le fond et l'arrière.

La lame de plastique visible sur les radiateurs de la figure 8 est destinée à protéger le transistor de puissance de tout contact indésirable. L'utilisation d'aluminium au lieu de plastique améliore encore le refroidissement. Quand on ne dispose pas des lames de plastique nécessaires ou que le radiateur ne comporte pas les rainures *ad hoc*, on peut se rabattre sur les capots isolants de la **figure 11**.

Contact thermique

Nous avons évoqué le contact thermique en même

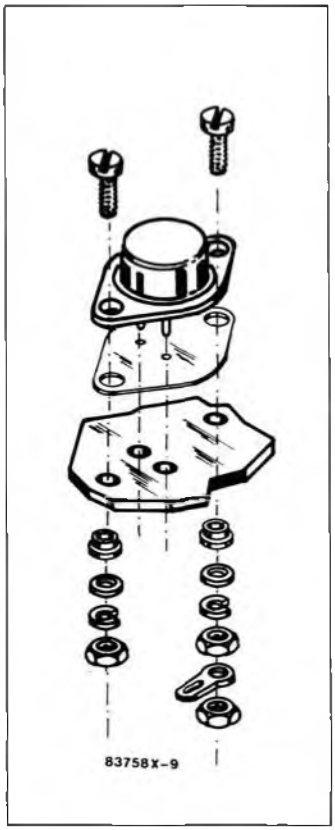


Figure 9 - Le montage des boîtiers TO 3 réclame un peu de soin pour éviter tout contact électrique entre le collecteur du transistor et la tôle du radiateur.

temps que l'isolement électrique. Ce contact thermique est assuré par une graisse conductrice de la chaleur, le plus souvent une graisse aux silicones, dont il faut enduire les deux faces de la plaquette de mica. Les vis de fixation doivent être suffisamment serrées, mais pas au point de détériorer les canons isolants. Une vérification à l'ohmmètre de l'isolement électrique entre le radiateur et le collecteur s'impose; l'isolement des broches de base et d'émetteur est bienvenu, par un manchon d'un centimètre de long.

La détermination des dimensions d'un radiateur suppose qu'on connaisse la puissance à dissiper et la résistance thermique des différents éléments qui constituent la chaîne. On calcule les températures comme s'il s'agissait de potentiels électriques. Dans cette sorte de loi d'Ohm, les ampères deviennent des watts, les résistances des résistances thermiques et les tensions des différences de température. Le flux à conduire est une puissance qui provoque une élévation de température en traversant une résistance thermique.

En connaissant la tension totale (c'est-à-dire la différence entre la température de l'air et celle de la jonction du transistor) et l'intensité (c'est-à-dire la puissance à évacuer) on calcule d'abord la résistance (thermique) totale, puis la résistance (thermique) du radiateur nécessaire (les autres résistances sont fixées par nature ou par construction). Il suffit de se reporter aux abaques fournis par le fabricant pour connaître la longueur nécessaire dans un profil donné.

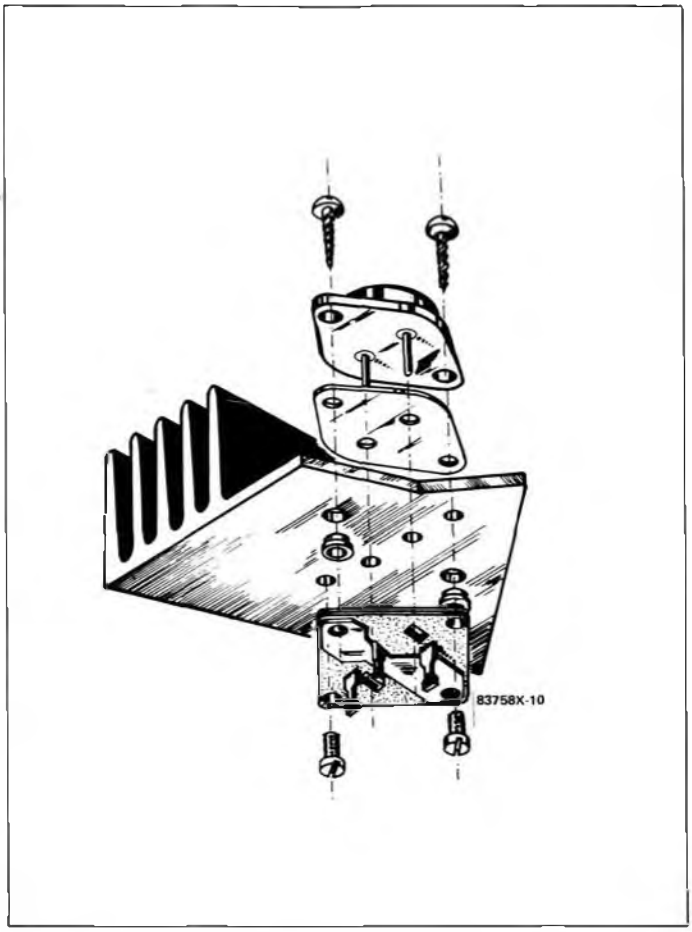
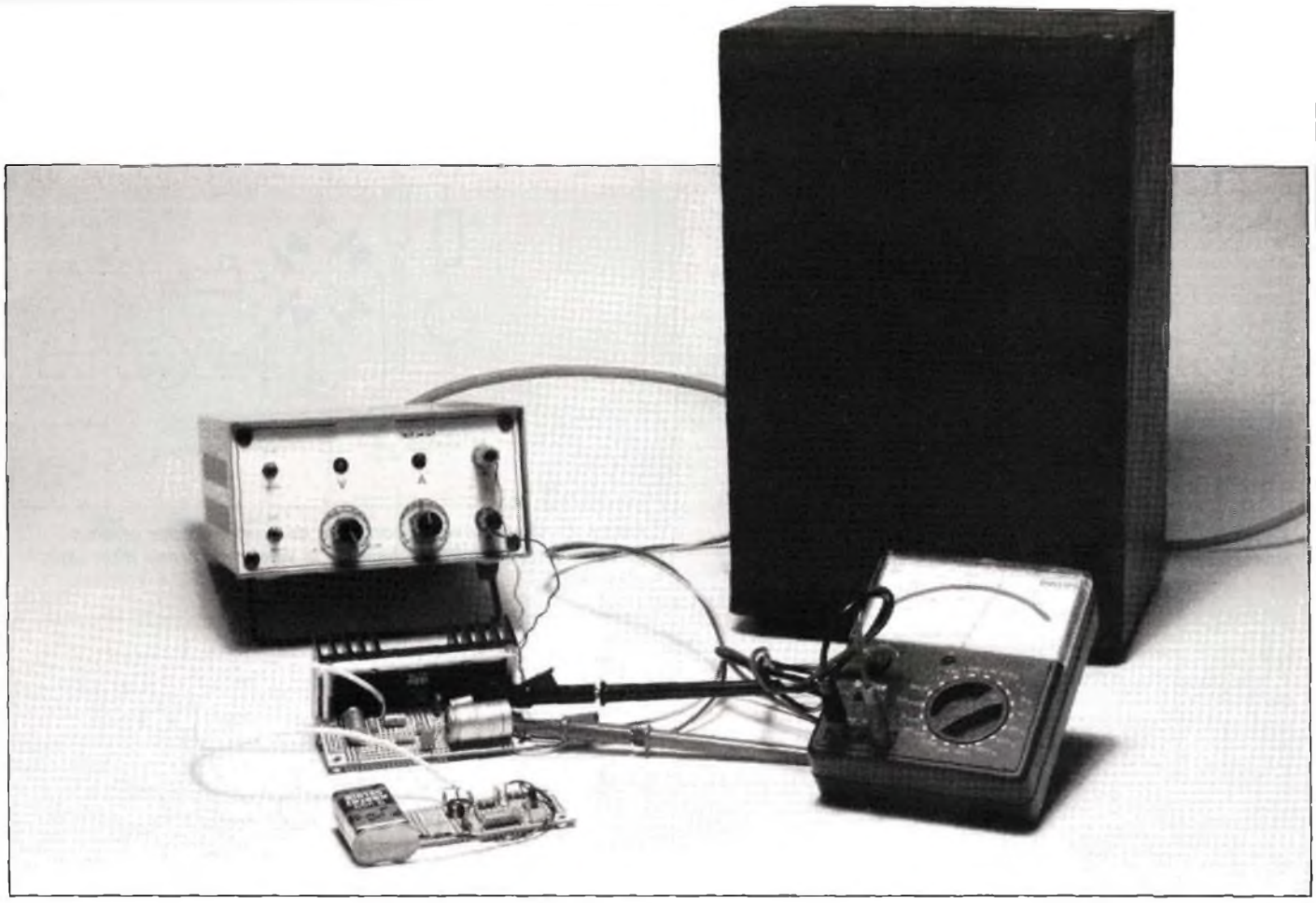


Figure 10 - Il existe des supports spéciaux qui facilitent le remplacement des transistors en boîtier TO 3.

La résistance thermique d'un radiateur varie en fonction de différents facteurs, comme ses dimensions bien sûr, mais aussi la nature de la plaquette isolante, celle du radiateur lui-même de même que la finition de surface, l'orientation et le nombre des composants qu'il supporte.

Figure 11 - L'isolement total du boîtier peut être nécessaire lorsque le transistor est monté à l'extérieur d'un coffret comme c'est le cas par exemple sur certains amplificateurs de puissance. C'est possible grâce à ces capots en matière plastique.



est-il possible de

mesurer la puissance au multimètre ?

En physique, la puissance c'est la quantité de travail fourni par unité de temps. En électronique et en électricité, c'est le produit du courant par la force électro-motrice (tension). La formule P = U · I nous arrange bien parce qu'elle est simple, mais en réalité, les histoires de puissance sont autrement plus compliquées. Il y a la puissance apparente, la puissance absorbée, la puissance active, la puissance dissipée, la puissance efficace, la puissance musicale, la puissance réactive, et quelques autres encore... Il y a le travail, l'énergie, et, fichtre encore lui, le temps qui passe. En pratique c'est surtout avec le courant alternatif et la nature de la charge, c'est-à-dire le circuit qui consomme, que les choses se compliquent.

P majuscule c'est la puissance électrique en continu. Bien. En alternatif, c'est pareil à condition de prendre en compte le temps et le fait que la tension varie selon une périodicité; la puissance est le produit de la tension **variable** par le courant variable lui aussi. Les grandeurs variables sont notées en minuscules :

p(t) = u(t) · i(t)

Le t entre parenthèses indique que les grandeurs considérées varient dans le temps : p est une fonction du temps. Grand bien lui fasse, mais comment la mesurer ?

La puissance en continu se mesure au multimètre

Étudions la **figure 1**. Il circule un courant constant (courant continu) à travers une résistance ohmique (eh oui, il existe des résistances qui ne sont pas strictement ohmiques, alors il faut le préciser). La tension sur cette résistance est donc constante et continue elle aussi, vous en conviendrez sans difficulté. Par conséquent le produit de la tension par le courant donne invariablement la même puissance.

Alors tu vois, dit l'élextronicien :

P = U · I = 24 V · 2 A = 48 W

En majuscules puisque c'est une grandeur constante.

Ça se mesure au multimètre, la tension et le courant; après il ne reste qu'à multiplier pour obtenir le résultat, pardon la puissance. La puissance en continu se mesure au multimètre.

Si c'était aussi simple de mesurer la puissance de sortie d'un amplificateur, on pourrait vérifier les indications présumées présomptueuses des fabricants d'amplificateurs Hi-Fi. Seulement voilà, la tension de sortie de ces engins est par définition alternative. Alors peut-on faire quelque chose d'un multimètre dans ce cas ?

Oui, mais pas pour mesurer la tension et le courant comme nous l'avons fait en continu. Nous allons voir qu'il suffit cette fois de mesurer la tension en alternatif. Mais avant d'en arriver à ce qui est finalement une simplification, il va falloir passer par une certaine complication, et en tous cas établir quelques distinctions fondamentales, car en alternatif, il y a tension et... tension.

La puissance moyenne

Voyons de près le signal alternatif de la **figure 2**. Le tracé de la tension est celui d'une sinusoïde (courbe a). Le courant à travers la résistance R a la même forme (courbe b). On parle de tension et de courant sinusoïdaux. Lorsque l'on multiplie les valeurs instantanées de tension et de courant l'une par l'autre, on obtient une valeur de puissance instantanée. En répétant l'opération, on finit par obtenir une courbe de puissance sinusoïdale (courbe c) comme la courbe de tension et de courant. Il reste à définir la puissance moyenne au cours d'une période T du signal alternatif, ce que l'on obtient avec un redresseur de valeur moyenne du type de celui de la **figure 3**. En multipliant l'intensité moyenne du courant par la valeur moyenne de la tension, on obtient une puissance moyenne certes, mais

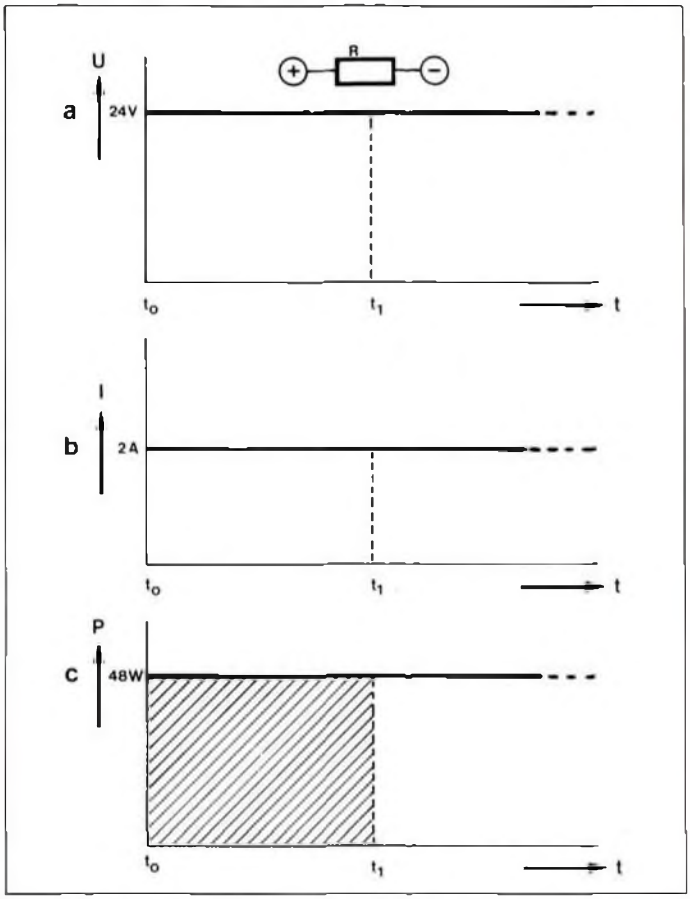


Figure 1 - La valeur d'une tension continue (a) et du courant continu correspondant (b) ne varie pas. Le produit de ces deux grandeurs donne la puissance, continue et invariable elle aussi (c). La partie hachurée correspond à la quantité d'énergie (la puissance multipliée par le temps) consommée entre l'instant t_0 et l'instant t_1. Cette énergie a été convertie en chaleur par la résistance R.

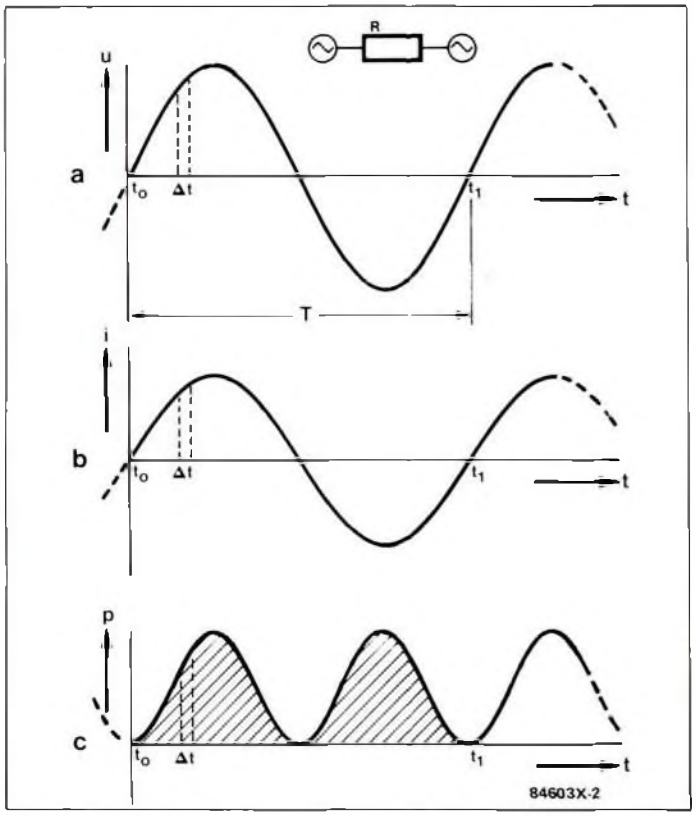


Figure 2 - Si la tension appliquée à la résistance est sinusoïdale (a), il va circuler un courant sinusoïdal (b). Si l'on détermine la puissance instantanée pour la période T du signal alternatif à l'aide de petits échantillons périodiques, on obtient une courbe de puissance sinusoïdale (c).

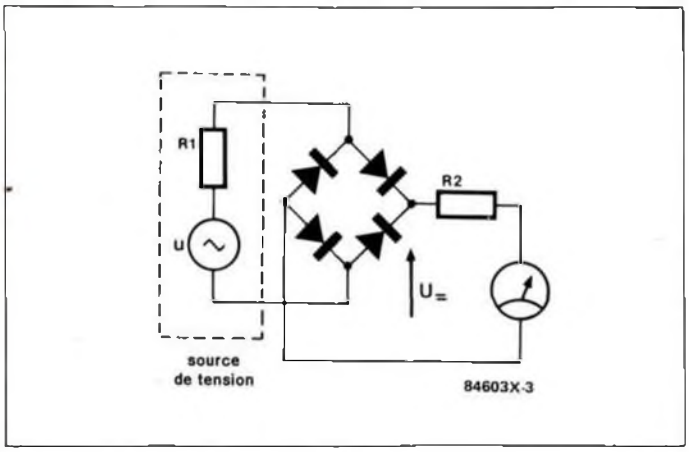


Figure 3 - Un redresseur composé de quatre diodes et d'un galvanomètre permet de mesurer la valeur moyenne d'un signal alternatif.

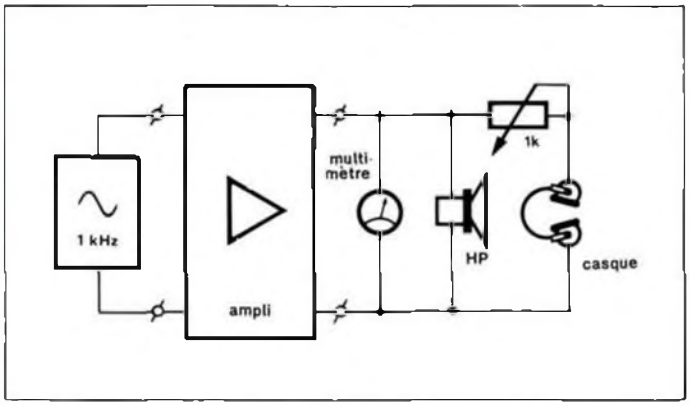


Figure 4 - Dispositif de mesure pour déterminer la puissance d'un amplificateur audio à l'aide d'un multimètre. C'est le dispositif de la photographie.

celle-ci n'est malheureusement pas encore la puissance efficace comme va nous le montrer la suite.

La puissance efficace

Avec le dispositif de la **figure 4**, nous avons un générateur de tension alternative, un amplificateur de puissance audio et un haut-parleur avec en parallèle le multimètre. Quand un courant circule dans la bobine du HP, ceci provoque non seulement le déplacement de la membrane du HP, mais aussi l'échauffement de la bobine, laquelle est aussi une résistance presque purement ohmique. Le même dégagement de chaleur pourrait être obtenu à l'aide d'**un courant continu**. On appelle courant alternatif efficace le courant alternatif qui produit le même échauffement qu'un courant continu de même intensité. La tension alternative efficace correspond à la tension continue qui appliquée à la même résistance ohmique provoquerait le même dégagement de chaleur.

La valeur **efficace** du courant alternatif est plus élevée que la valeur **moyenne** du même courant alternatif. La différence est de l'ordre de 10%. Notre tension du secteur par exemple est de 220 V; il s'agit de la valeur efficace de cette tension. Sa valeur moyenne n'est que de 198 V. Notre multimètre connecté à une prise nous indique néanmoins 220 V. C'est parce que **la graduation du cadran du multimètre est faite de telle façon que l'on puisse y lire directement la valeur efficace d'un courant sinusoïdal ou d'une tension sinusoïdale**. Vous pouvez en déduire que le multimètre se prête bel et bien à la mesure de puissance par multiplication de la tension mesurée aux bornes de la charge par le courant circulant dans la charge, **à condition, ne l'oublions pas, que le signal soit sinusoïdal**.

Un argument de plus

Nous avons vu que la puissance de courants et de tensions alternatifs pouvait être mesurée sur une résistance ohmique tout comme on le fait pour des tensions et des courants continus, à condition de considérer les valeurs efficaces.

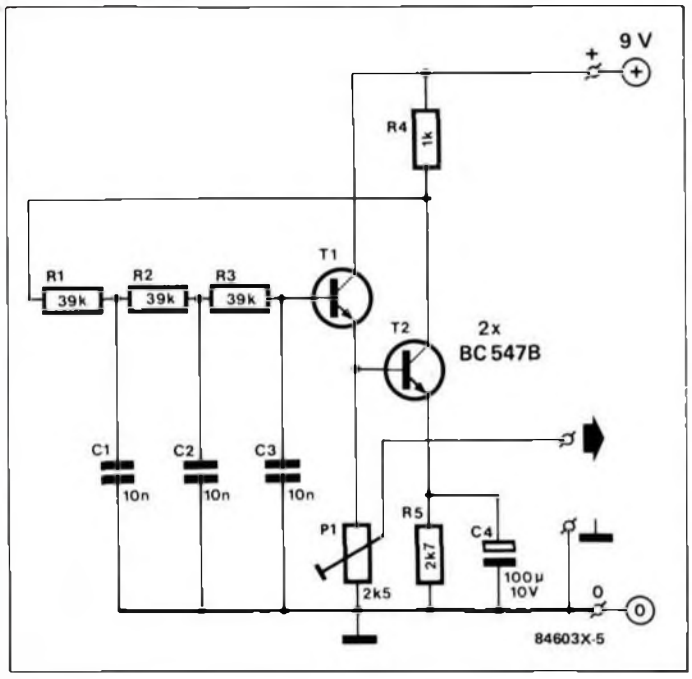


Figure 5 - L'oscillateur sinusoïdal déjà présenté dans un précédent numéro d'ELEX a un niveau de sortie réglable à l'aide de P1. La sortie de ce générateur peut donc être reliée directement à l'entrée d'un amplificateur de puissance.

En résumé, la formule $P = U \cdot I$ reste valable en alternatif si U et I sont des valeurs efficaces. Forts de notre connaissance de la loi d'Ohm, nous pouvons remplacer un des termes à mesurer par un terme déjà connu; il s'agit de s'affranchir de la mesure du courant, cela simplifiera les manipulations. Allons-y : puisque $I = U/R$ la formule de P devient :

$$P = U^2/R$$

La valeur de la résistance des enceintes acoustiques étant connue, une seule mesure suffit dès lors pour déterminer la puissance de sortie d'un étage de puissance BF, celle de la tension.

Nous appliquons un signal sinusoïdal à notre amplificateur et nous relevons 4,5 V au multimètre dans le calibre 5 V AC. Ce sont 4,5 V efficaces. Le carré de cette valeur est de 20,25 V que nous divisons par 8 Ω, la valeur de résistance indiquée sur les haut-parleurs, soit une puissance de 2,53 W.
Si nous ne connectons pas le haut-parleur, la puissance mesurée à la sortie de l'amplificateur sera infiniment plus forte. C'est **la puissance de crête** qui est sans intérêt car l'indication que nous fournit le multimètre nous renseigne sur la valeur efficace de la tension **mais pas sur sa nature : nous ne savons pas si la tension mesurée est encore sinusoïdale**, autrement dit, l'amplificateur travaille-t-il encore en haute-fidélité ?
A défaut de l'appareillage compliqué qu'il nous faut pour mesurer la distorsion, nous pouvons nous fier à notre oreille. C'est pour quoi il y a un casque d'écoute connecté en parallèle sur le HP de la figure 4. Poussons le volume de l'amplificateur jusqu'à ce que la distorsion du signal dans le casque soit perceptible. La valeur de tension relevée à ce moment permet de déterminer la puissance maximale sans distorsion de l'amplificateur.

Une expérience à faire

Les divers modules nécessaires pour cette expérience ont déjà été décrits dans ELEX. Il y a déjà eu plusieurs amplificateurs dont celui du numéro 4 d'ELEX d'octobre 1988, page 36 que vous avez sans doute déjà réalisé et qu'il convient d'utiliser dans cette application. Comme il est vraisemblable que vous n'avez pas encore tenté la réalisation de l'oscillateur présenté dans le numéro 7 page 18, en revoici le schéma avec le plan d'implantation des composants sur un morceau de platine d'expérimentation de petit format.

Tout est prêt, alors allons y : mettez les appareils sous tension après les avoir interconnectés comme indiqué sur la figure 4. Ouvrez P1 du générateur jusqu'à ce que l'aiguille du multimètre indique 4,5 V par exemple. Si le HP connecté à l'amplificateur est de 8 Ω, la puissance dissipée par l'amplificateur dans ce haut-parleur est donc de 2,5 W. Avec un HP de 4 Ω, ce sont environ 5 W, et avec un HP de 2 Ω quelque 10 W. Nous en sommes alors aux limites de la puissance de notre mini-amplificateur : une tension de sortie de 4,5 V avec un HP de 2 Ω, et la distorsion du signal sinusoïdal est perceptible. Réduisez le niveau du signal à l'aide de P1 et vous remarquerez que la distorsion disparaît pour revenir à partir d'un certain point quand vous rouvrez P1; c'est le point de distorsion qui avec un HP de 2 Ω apparaît déjà pour une tension de sortie de 4,5 V.

LISTE DES COMPOSANTS

R1 . . . R3 = 39 kΩ
R4 = 1 kΩ
R5 = 2,7 kΩ
P1 = 2,5 kΩ variable
C1 . . . C3 = 10 nF
C4 = 100 µF 10 V
T1,T2 = BC 547B
1 platine d'expérimentation Elex format 1

La tension de service indiquée sur les condensateurs chimiques utilisés sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée dans la liste des composants. Les valeurs indiquées ci-dessus sont correctes, contrairement à ce qui a été indiqué par erreur dans la liste des composants de l'article initial (elex n° 7).

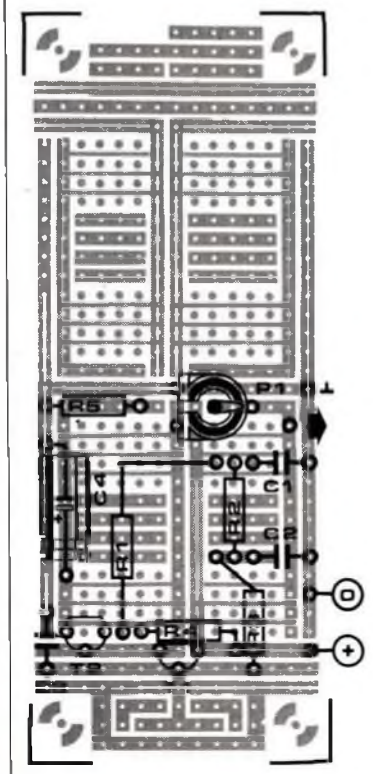


Figure 6 - Plan d'implantation du générateur de sinus que nous utilisons pour injecter un signal de référence à l'amplificateur testé.

Le calcul de la puissance est un domaine vaste et même souvent controversé.
Voici quelques notions complémentaires . . .

- puissance efficace = calculée à partir de la valeur efficace d'une tension alternative (par opposition à la valeur de crête de cette tension alternative), elle est égale au carré de cette tension divisé par la résistance de la charge. La tension efficace correspond à la tension continue qui appliquée à la même charge en provoquerait l'échauffement équivalent.

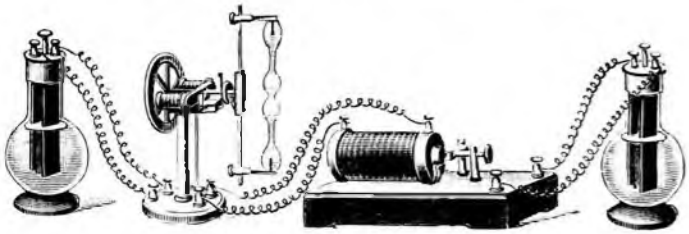
- puissance absorbée = la puissance d'un circuit compte tenu de la tension alternative **efficace** par opposition à la tension de crête. C'est la puissance comme nous en parlons habituellement, en alternatif (du point de vue de la charge ou du consommateur).

- puissance active = la puissance dissipée dans la résistance du circuit du consommateur (exemple : si le circuit comporte une résistance et un condensateur ou une inductance en série, seule la résistance dissipe de la puissance.)

- puissance réactive = la puissance perdue dans la partie non résistive du circuit (voir puissance active). La somme de la puissance active et de la puissance réactive correspond à la puissance apparente d'un circuit qui est la puissance effectivement délivrée par la source pour alimenter ce circuit.

- puissance d'un transformateur = dans la plupart des cas la puissance délivrée au secondaire du transformateur est à peu de choses près identique à la puissance absorbée au primaire. Si la tension augmente ou diminue au secondaire par rapport au primaire, le transformateur devient élévateur ou abaisseur de courant. Ceci explique au passage pourquoi dans nos transformateurs d'alimentation familiers et abaisseurs de tension, le primaire est bobiné avec du fil beaucoup plus fin que le secondaire.

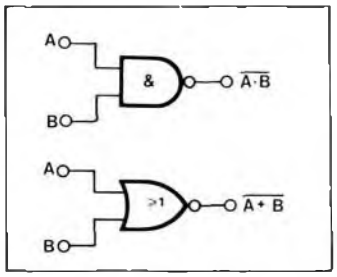
élixir



La nécessité d'une rubrique comme celle-ci s'est fait sentir dès le deuxième numéro d'ELEX. Le propre d'un magazine d'initiation est d'évoluer, incitant ses lecteurs à faire des progrès.
Mais qu'en est-il des lecteurs qui prennent le train en marche? Ceux-là doivent pouvoir disposer d'un condensé de qui est déjà familier aux lecteurs fidèles. C'est pourquoi nous vous offrons l'élixir magique qui vous permet d'ingurgiter en l'espace de quelques minutes ce qu'il faut des semaines, des mois, voire des années pour assimiler.

Symboles

Dans les schémas, nous utilisons des symboles dont certains, notamment ceux que nous utilisons pour les opérateurs logiques, ne sont pas conformes aux normes les plus récentes. Ce choix est délibéré et justifié. Néanmoins nous ne ferons pas ici l'exposé détaillé des raisons de ce choix.



Dans la rubrique composants de ce numéro vous trouverez facilement à quoi correspond chaque symbole, et très vite vous les connaîtrez tous par coeur.

Valeurs

Nous n'utilisons pas de virgule lorsque nous indiquons la valeur de résistance ou de capacité, mais le symbole lui-même (pour 5,6 Ω nous écrirons 5Ω6), ceci afin d'éviter tout risque de confusion entre un point ou une virgule et . . . une «chiure de mouche» (5Ω6 ne pourra jamais être confondu avec 56 Ω, ce qui n'est pas garanti si l'on écrit 5,6 Ω).
Les lettres utilisées sont les suivantes :

p (pico) = 10^{-12}
n (nano) = 10^{-9}
μ (micro) = 10^{-6}
m (milli) = 10^{-3}
k (kilo) = 10^{3}
M (méga) = 10^{6}
G (giga) = 10^{9}

Note : Le **k** majuscule est réservé aux KILO-OCTETS de l'informatique. Dans ce cas, la lettre K désigne non pas 1000 unités, mais 1024!

Voici quelques exemples de la manière dont les valeurs sont codées dans ELEX :
3k9 pour 3,9 kΩ = 3900 Ω
0Ω33 pour 0,33 Ω
4p7 pour 4,7 pF
5n6 pour 5,6 nF
4μ7 pour 4,7 μF

Mesure

Dans certains schémas apparaissent des relevés de mesure. Ce sont des valeurs indiquées à titre indicatif. Les valeurs mesurées peuvent en dévier de ±10% sans que cela indique forcément un défaut. Toutes les mesures sont effectuées avec un multimètre ordinaire dont la résistance interne est de 20 kΩ/V.

Réalisations

Les schémas de réalisations électroniques publiés dans ELEX sont petits, simples et relativement faciles à comprendre. Il sont montés sur des platines expérimentales conçues spécialement pour permettre une mise en oeuvre universelle, mais aussi pour éviter de recourir aux films, aux supports transparents, aux platines présensibilisées et aux produits chimiques.
Si le lecteur possède quelques platines en stock au moment où il achète le magazine, il peut se lancer aussitôt dans les expérimentations pratiques. Pour supprimer tout risque d'erreur, chaque réalisation fait l'objet au laboratoire d'ELEX d'une étude d'implantation des composants. De là naît un plan d'implantation des composants qui est publié dans le magazine. Ces plans sont vus de dessus : ils montrent par conséquent la platine côté composants (et la face comportant les pistes de cuivre étamées apparaît par "transparence")
Pour certains montages, il suffit d'une chute de platine d'expérimentation. La découpe sera effectuée de préférence à l'aide d'une scie à métaux fine et bien affûtée.

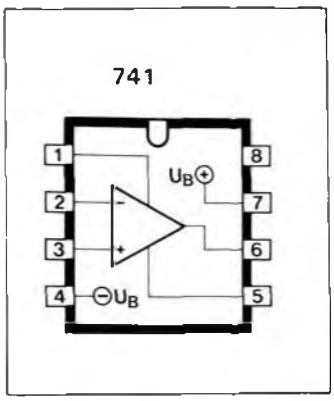
Composants

Les réalisations publiées par ELEX ne font appel qu'à des composants courants, disponibles en principe chez tous les revendeurs de composants sérieux. Il est préférable d'éviter d'utiliser des composants de récupération avant d'avoir pu scrupuleusement en vérifier le bon état.
La puissance des résistances utilisées est, sauf mention spéciale, de 1/4 W.

La tenue en tension des condensateurs à film doit être supérieure de 20 % au moins à la tension de service du circuit. Pour les condensateurs électro-chimiques, le schéma comporte une indication chiffrée de la tenue en tension (minimale); par exemple 47 μF/**16 V**

Lorsqu'un composant n'est pas disponible sous la référence indiquée, il arrive que l'on puisse utiliser un équivalent. Un même circuit intégré est souvent disponible sous plusieurs références différentes, variant selon le fabricant. Dans les schémas nous n'indiquons que la partie de la référence du composant qui est déterminante, et nous omettons les suffixes et les préfixes.

Par exemple 741 est l'indication fournie pour les circuits intégrés μA741, LM741, MC741, RM741, SN72741, etc
Pour les circuits intégrés, l'usage de supports de très bonne qualité est souhaitable.



Souder

Voici résumée en quelques lignes la technique du soudage, décrite notamment dans le premier numéro d'ELEX.

Fer et soudure

■ La puissance idéale pour un fer à souder se situe entre 15 et 30 W. La pointe dont l'épaisseur ne dépassera pas 2 mm est recouverte d'une couche de protection qu'il ne faut ni limer, ni gratter. Nettoyez-la à chaud sur une éponge (naturelle) mouillée et évitez tout contact avec des matières plastiques.

■ N'utilisez que de la soudure à l'étain (60%) et au plomb (40%) de bonne qualité. L'âme de la soudure contient une substance décapante et anti-oxydante. On recommande l'usage, pour la plupart des applications, de fil de soudure d'une section d'1 mm.

■ N'utilisez aucun adjuvant (pâte, liquide, etc)

■ Avant de souder un composant, il faut impérativement l'immobiliser afin d'éviter qu'il ne bouge pendant que la soudure refroidit.

■ Il faut toujours chauffer ensemble les deux parties à souder (la piste de cuivre et la patte du composant) pour les porter simultanément à une température telle que l'étain fonde lorsqu'il entre en contact avec elles.

■ Appliquez l'étain sur les parties à souder (et non sur le fer à souder)

■ Retirez le fer à souder une ou deux secondes après avoir appliqué l'étain en évitant tout mouvement au point de soudure, à défaut de quoi l'étain se fissure en refroidissant.

■ N'échauffez excessivement ni les composants ni les pistes de cuivre. Faites attention notamment aux LED qui sont fragiles à cet égard !

■ On reconnaît une soudure réussi à ses flancs concaves alors qu'une soudure ratée ressemble à une boule.

Finitions

■ L'excédent de longueur des pattes de composants soudés sera coupé à ras de la soudure à l'aide d'une pince coupante spéciale. Certains électroniciens préfèrent couper les pattes des composants avant de les souder.

■ Pour ménager la panne du fer à souder, il est préférable de la nettoyer fréquemment et de couper le fer lorsqu'il ne sert pas pendant plus d'un quart d'heure.

■ Pour supprimer la soudure, on utilisera la tresse à dessouder.

■ Faites des essais sur des composants sans valeur ou des chutes de fil avant de vous lancer pour de bon dans des «vraies» réalisations.

Dépannage

Qu'il aime cela ou pas, l'électronicien passe beaucoup de temps à rechercher des erreurs, des défauts, voire des pannes.

Qu'un montage ne marche pas du premier coup, ce ni une honte, ni un scandale. La plupart des défauts sont faciles à déceler; voici quelques conseils pour procéder le plus efficacement possible. Il faut partir du principe que ce sont les erreurs que l'on a commises soi-même que l'on repèrera le plus difficilement. Il est donc très intéressant de faire appel à une autre personne pour examiner le montage.

■ Vérifiez toujours très soigneusement les composants, leur valeur, leur emplacement, leur polarité. Cochez-les au fur et à mesure dans la liste des composants

■ Vérifiez les soudures à la loupe pour détecter soit un court-circuit, soit une micro-coupure.

Dans certains cas, il est recommandé de mettre le schéma de côté et de le redessiner en partant du circuit que l'on a monté. Cette méthode d'investigation permet de mettre en évidence des divergences assez subtiles pour passer inaperçues lors d'un examen superficiel.

Vérifiez la tension d'alimentation, et les relevés de mesure donnés le cas échéant dans le schéma. Une pile dont la tension à vide est de 9 V ne fournira peut-être plus que 7 V une fois qu'elle sera chargée par le circuit qu'elle est sensée alimenter.

Plein les pochettes !

La pochette : **30 F** (+ 5 F de port) - Par 5 pochettes et plus : **30 F** (franco) - Par 10 et plus : **25 F** (franco) - Commande et chèque adressés au magasin de votre choix.

- Pochettes **DIODES GERMANIUM** OA, AA, etc. (50 pièces)
- Poch. **DIODES DE COMMUTATION** 1N4148 et BAX13 (100 pièces)
- Poch. **DIODES 1N4001 à 1N4007** 1 A (50 pièces)
- Poch. **DIODES 3 et 6 A**, 100 V, BY 251, BY 255, BY 214 (15 pièces)
- Poch. **DIODES DIVERSES**, 1N..., BY..., OA..., etc. (50 pièces)
- Poch. **DIODES ZENER**, 3 à 50 V, 0,5 à 10 W, (40 pièces)
- Poch. **LED Ø 5 mm**, 10 R + 10 V + 10 J
- Poch. **LED Ø 3 mm**, 10 R + 10 V + 10 J
- Poch. **INFRA-ROUGE**, 3 émetteurs + 3 récepteurs
- Poch. **PONTS DE DIODES**, 1 à 10 A, (5 pièces)
- Poch. **TRANSISTORS, BC...**, 237..., 327..., 550... (50 pièces)
- Poch. **TRANSISTORS DE PUISSANCE**, 2 N..., TIP..., BD..., (15 pièces)
- Poch. **TRIACS**, 4 à 25 A, (10 pièces)
- Poch. **THYRISTORS**, 0,8 à 25 A, (10 pièces)
- Poch. **OTOCOUPLEURS**, TIL 111 et équiv. (5 pièces)
- Poch. **REGULATEURS**, 78... et 79..., (10 pièces)
- Poch. **LM 741**, (8 p), 10 pièces
- Poch. **LM 555**, (8 p), 10 pièces
- Poch. **LM 709**, (14 p), 10 pièces
- Poch. **LM 747**, (14 p), 5 pièces
- Poch. **LM 324**, (14 p), 5 pièces
- Poch. **RESISTANCES 1/4 et 1/2 W**, 10 Ω à 1 MΩ (300 pièces)
- Poch. **RESISTANCES 1 à 3 W**, 1 Ω à 1 MΩ, (100 pièces)
- Poch. **RESISTANCES 3 à 10 W**, 1 Ω à 1 MΩ, (50 pièces)
- Poch. **AJUSTABLES MINIATURES CERMET** (30 pièces)
- Poch. **POTENTIOMETRES et AJUSTABLES DIVERS** (25 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS CERAMIQUES**, 1 pF à 0,1 µF, (100 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS MINIATURES**, MKH, MKT, L.C.C., (pas de 5,08), (50 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS PLAQUETTES**, 100 pF à 2,2 µF, (50 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS AXIAUX**, 100 pF à 1 µF, 63 à 400 V, (100 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS HAUTE TENSION**, 1 pF à 1 µF, 400 à 6 000 V, (25 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS au TANTALE**, 0,1 µF à 100 µF, (50 pièces)
- Poch. **CONDENSATEURS CHIMIQUES**, 1 µF à 4 700 µF (50 pièces)
- Poch. **COND pour FILTRE H.P.**, 1 µF à 68 µF, N.P., (10 pièces)
- Poch. **COND. AJUSTABLES et VARIABLES**, (10 pièces)
- Poch. **C.T.N., V.D.R.**, parafoudre, antiparasites, etc... (20 pièces)
- Poch. **FUSIBLES**, (20 pièces) et porte-fusibles, (10 pièces)
- Poch. **MICAS et CANONS**, pour transistors, TO220, TO3, TO66, etc... (100 pièces)
- Poch. **SUPPORTS de C. INT.**, 6 à 40 p, (20 pièces)
- Poch. **RADIATEURS**, TO5, TO220, TO3, profilés (10 pièces)
- Poch. **PRISES**, DIN, JACK, RCA, etc., (20 pièces)
- Poch. **BORNIERS** et CONNECTEURS (appairés), (10 pièces)
- Poch. **VOYANTS, LED, CLIPS, NEONS, LUCIOLES...**
- Poch. **INTER COMMUT**, clavier, etc. (25 pièces)
- Poch. **COMMUT. ROTATIFS**, 1 c. 12 p., 2 c. 6 p., etc. (5 pièces)
- Poch. **FILS ET CABLES**, blindés, nappe, cablage, (couleurs assorties) (50 m)
- Poch. **GAINE**, thermo, souplisso, manchons, etc.
- Poch. **FIL EMAILLE** Ø 0,1 mm à 1,5 mm, (100 m)
- Poch. **VISSERIE MINIATURE**, Ø 1,5, 2 et 2,5 mm (300 pièces)
- Poch. **VISSERIE, Ø 3 mm**, (100 vis + 100 écrous + 100 rondelles)
- Poch. **VISSERIE, Ø 4 mm**, (100 vis + 100 écrous + 100 rondelles)
- Poch. **VISSERIE et cosses diverses**, (500 pièces)
- Poch. **MATERIEL ELECTRIQUE**, prises, inter, triplette, etc.
- Poch. **RELAIS**, 12 V, REED, etc. (5 pièces)
- Poch. **BOBINAGES**, F.I., pots ferrite, mandrins, etc., (20 pièces)
- Poch. **BOUTONS POUR POTENTIOMETRES**, axe Ø 6, glissière, auto-radio, etc. (25 pièces)
- Poch. **CORDONS** hi-fi, d'alim., etc. (5 pièces)
- Poch. **TRANSFO D'IMPEDANCE**, 8 Ω /2 × 8 Ω, 3 W surmoulé, (2 pièces)
- Poch. **2 H.P.**, 4 Ω, Ø 10 cm, 2 W
- Poch. **2 H.P.**, 4 Ω, Ø 17 cm, 5 W
- Poch. **2 H.P.**, 8 Ω, 8 cm × 20 cm, 5 W
- Poch. **MICRO ELECTRET**, dynamique, écouteur, etc. (5 pièces)
- Poch. **GRIP-FILS**, 14 cm, 1 rouge + 1 noir
- Poch. jeux de **CORDONS DE MESURE**, (R + N) + 2 mini grip-fils
- Poch. **COSSES A SERTIR** (assorties, 100 pièces)
- Poch. **3 COFFRETS**, plastique noir, 85 × 55 × 35 mm
- Poch. **2 COFFRETS**, plastique noir, 110 × 70 × 45 mm
- Poch. **1 COFFRET**, plastique noir, 155 × 90 × 50 mm
- Poch. **CIRCUIT IMPRIME**, epoxy et bakélite, (10 dm²)
- Poch. **PERCHLO** (pour 1 l) + **FEUTRE SPECIAL C.I. + plaque C.I.**
- Poch. **GRADATEUR EN KIT**, 220 V, 800 W, avec circuit imprimé
- Poch. **VOIE INVERSE POUR MODULATEUR**, 200 V, 800 W avec circuit imprimé

E.44 65 quai de la Fosse
44100 NANTES - 40.73.53.75

E.17 2 rue des Frères Prêcheurs
17000 LA ROCHELLE - 46.41.09.42

E.79 59 rue d'Alsace Lorraine
79000 NIORT - 49.24.69.16

E.C.E.L.I. 17 rue du Petit Change
28000 CHARTRES - 37.21.45.97

E.85 8 bis, rue du 93e R.I.
85000 LA ROCHE-SUR-YON - 51.62.64.82

jeu de réflexes

Voici un petit jeu d'adresse excitant qui va mettre de l'animation dans vos soirées. Il se compose simplement d'une fine tige d'environ 60 cm de longueur, graduée en centimètres et munie d'une extrémité magnétique, suspendue à une potence. Vous êtes prêt ? C'est parti : bientôt la tige va tomber, et il s'agira de la rattraper aussitôt.

De votre main droite vous entourez le bas de la tige sans la toucher (comme sur la **figure 1**), et de la main gauche vous appuyez sur le bouton de départ (ceux qui ont la main droite du côté gauche font l'inverse). Ce qui rend le jeu vraiment excitant, c'est que la tige ne tombe pas immédiatement quand vous avez actionné le bouton, mais après un délai totalement imprévisible.

du bon usage de la gravitation universelle

La tige tombe, le joueur la saisit. Avec le jeu de réflexes que vous propose ELEX, vous aurez une indication précise du temps écoulé entre l'instant où la tige a commencé à tomber et l'instant précis où le joueur a arrêté sa chute. Et pourtant, on ne voit d'afficheurs ou de galvanomètres ni sur les photographies ni sur le schéma. C'est parce qu'en réalité, nous ne mesurons pas le temps, mais . . . Devinez !

Chaque dixième, chaque centième de seconde qui passe permet à la tige de progresser dans sa course inexorable vers le sol.
L'astuce de ce jeu consiste à mesurer non pas le temps (qui passe) mais **la distance parcourue** par la tige (qui passe entre les doigts du joueur pendant que ses neurones se démènent comme de beaux diables).

En la décrivant au début de l'article, nous avons dit en effet que la tige est graduée. Lorsque la main du joueur saisit la tige, on peut lire, sur la graduation entre le pouce et l'index du joueur, une indication chiffrée de la vitesse de sa réaction.

Suivant le moment de la soirée où vous commencerez à jouer, ce jeu de réflexes peut se transformer en alcootest aussi plaisant qu'efficace.

Mécontent de votre performance ? Remettez la tige en place aussitôt après la lecture et recommencez. Hop ! Au suivant !

Le principe du circuit

La tige est maintenue par un électro-aimant dans la potence. Avec l'interruption du courant qui survient à un moment imprévisible, le champ magnétique de l'électro-aimant s'effondre, et la tige tombe. La fonction du circuit électronique de notre jeu de réflexes est donc de fournir le courant de l'électro-aimant pendant une durée aléatoire, c'est-à-dire imprévisible.
Comment faire ? Voici résumée en quelques mots l'idée que nous avons exploitée. Prenons d'une part un oscillateur qui fournisse une brève impulsion toutes les 10 secondes (sans que le joueur le sache) et d'autre part un électro-aimant commandé par une bascule de telle sorte qu'une impulsion appliquée à la bascule provoque la chute de la tige.
Quand le joueur appuie sur le bouton pour jouer, il établit (sans le savoir) une liaison entre l'oscillateur et la bascule. Une seconde passe, puis deux, puis trois . . . on ne sait pas combien de temps passera jusqu'à la prochaine impulsion venue de l'oscillateur. En tous cas, cette impulsion provoquera la chute de la tige.
L'oscillateur cadence le rythme des événements dans le reste du circuit, c'est pourquoi on lui donne le nom d'**horloge**.

Le circuit et son hystérésis

Dans notre circuit l'horloge est l'oscillateur construit autour de l'opérateur logique N1. Les quatre opérateurs identiques contenus dans le circuit intégré 4093 (**figure 2**)

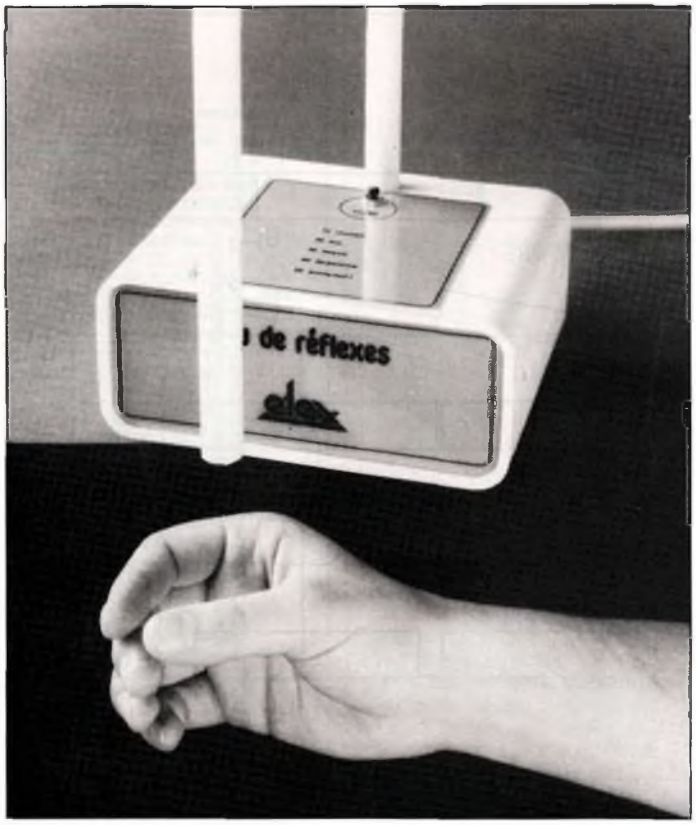


Figure 1 - Il faut de bons réflexes pour arrêter la tige dans les premiers centimètres de sa chute.

sont des NON-ET (NAND) à *trigger de Schmitt*. La définition et les fonctions des opérateurs NON-ET sont largement développées dans la rubrique *La logique sans hic*, mais un petit complément sur le *trigger de Schmitt* n'est pas inutile.

Les entrées de ce circuit ne reconnaissent les états logiques haut et bas que si certaines conditions de tension sont respectées. On dit de ce circuit que sa fonction de transfert est particulière : il y a deux seuils de tension, S_h (seuil haut) et S_b (seuil bas). Quand la tension sur les entrées de N1 prend une valeur supérieure à celle du seuil supérieur, la sortie passe à l'état bas (zéro volt ou niveau 0). Il ne sufit pas que la tension d'entrée repasse sous le seuil haut pour que la sortie change d'état. Il faut maintenant que la tension d'entrée devienne inférieure à celle du seuil inférieur pour que la tension de sortie repasse au niveau 1. La différence entre les deux tensions de seuil s'appelle tension d'hystérésis (U_H sur la **figure 3**).

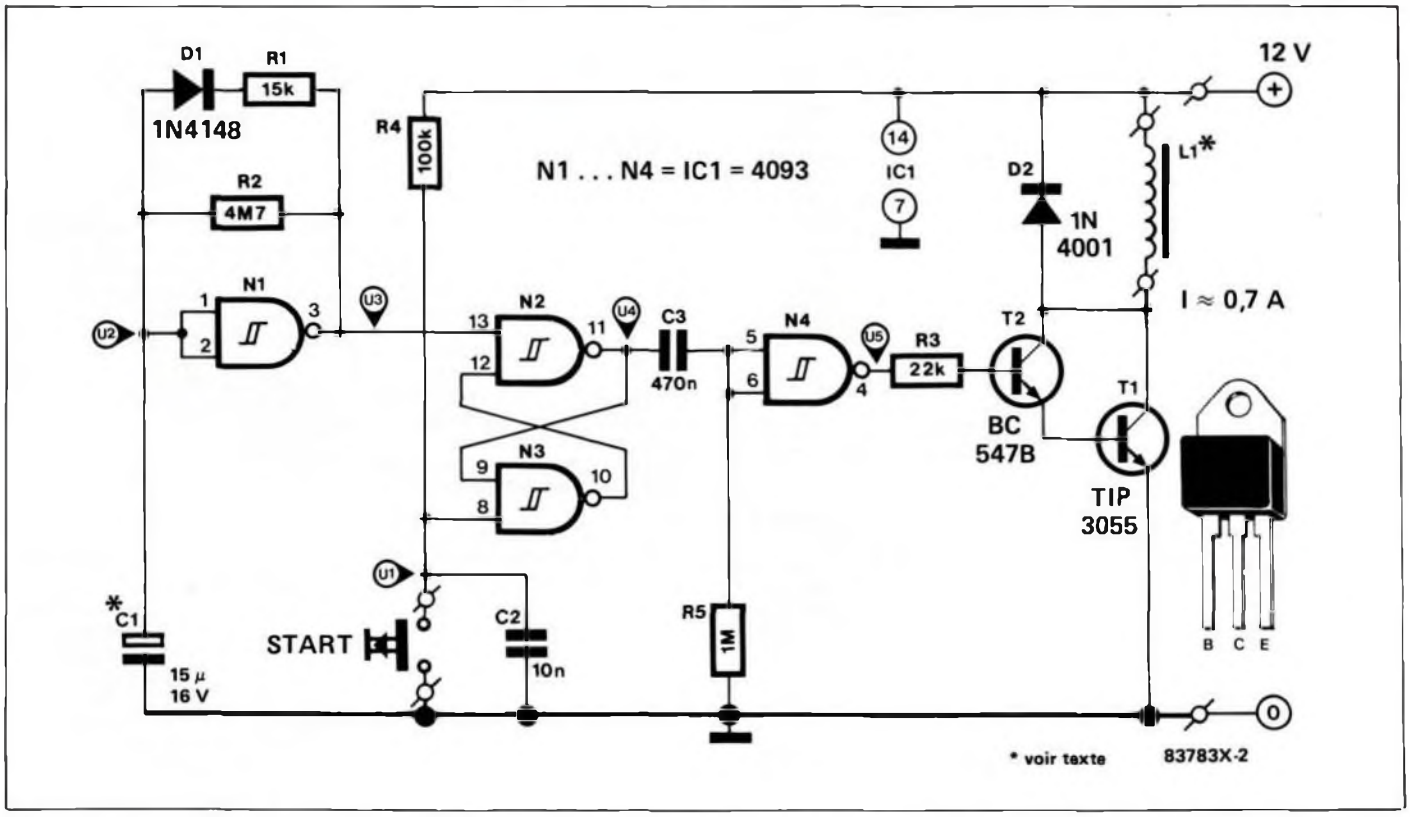


Figure 2 - C'est un circuit intégré qui se charge de l'oscillateur et de la logique du montage. Pour la puissance, nous avons "mis le turbo" : c'est ainsi qu'on appelle le montage Darlington dans le numéro 5 d'Elex. On y explique aussi que la diode (ici D2) protège le transistor des tensions inverses produites par les charges inductives. Les repères encerclés renvoient aux chronogrammes de la figure 4.

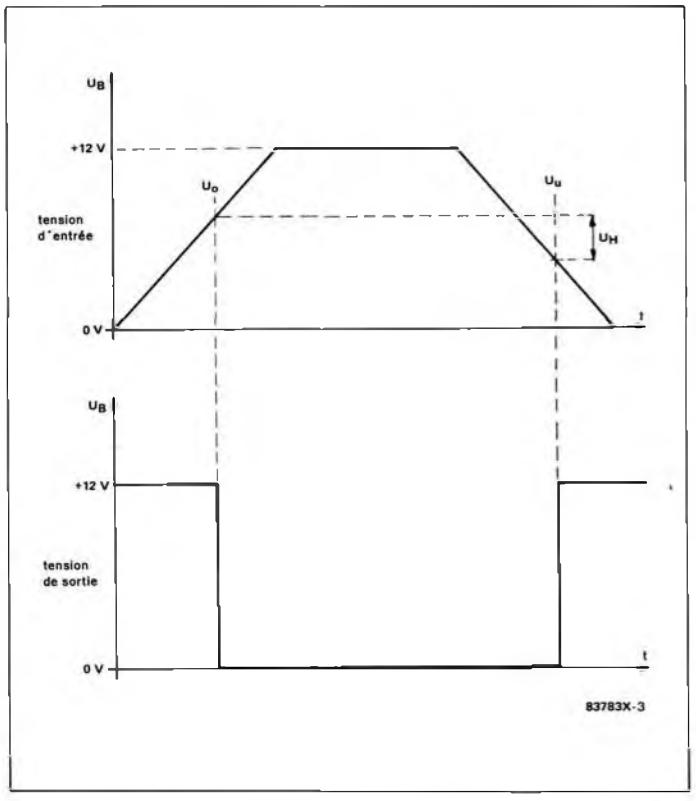


Figure 3 - Un trigger de Schmitt a deux seuils de commutation, qui rendent discontinue la fonction de transfert (pouvez répéter, siouplé). L'écart entre ces deux seuils s'appelle hystérésis.

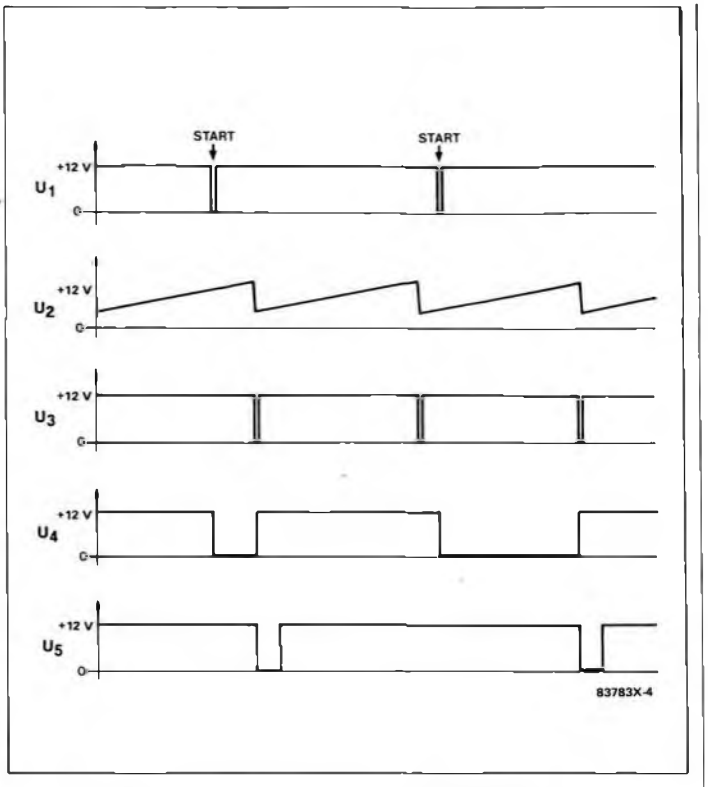


Figure 4 - Ces chronogrammes montrent l'évolution des tensions aux divers points du circuit repérés sur le schéma. L'important, plus que la valeur exacte des tensions, est la relation entre les fronts et les impulsions sur l'axe des temps.

L'oscillateur

Revenons au principe de fonctionnement de l'oscillateur. Au moment de la mise sous tension, le condensateur C1 est déchargé. La porte N1 fonctionne en inverseur à *trigger de Schmitt* et comme son entrée est maintenue à 0 V par le condensateur déchargé, sa sortie est au niveau 1, égale à la tension d'alimentation.
Le condensateur C1 se charge par R2 jusqu'à ce que la tension atteigne le seuil supérieur S_h. Il n'en faut pas plus pour que la sortie de N1 passe à l'état logique 0 (zéro volt).

La sortie étant à zéro volt, le condensateur se décharge à travers la diode D1 et la résistance R1. La décharge va se poursuivre jusqu'à ce que la tension sur C1 devienne inférieure à celle du seuil inférieur S_b. La sortie repasse alors à l'état 1. C'est le début d'un nouveau cycle de charge-décharge, qui sera suivi par un autre, et ainsi de suite... Notre montage **oscille.**

Le rôle de D1 est de mettre en service la résistance R1, beaucoup plus faible que R2, lors de la décharge. Il en résulte un temps de décharge beaucoup plus court que le temps de charge : la décharge dure environ une demi-seconde pour une charge de 10 secondes.

La tension sur C1 varie entre S_h et S_b; l'amplitude de sa composante alternative est égale à la tension d'hystérésis U_H. Le temps de charge du condensateur ne dépend donc pas seulement de la valeur de la résistance et du condensateur, mais aussi de la tension d'hystérésis, qui est fixée par le fabricant du circuit intégré à la construction. Si vous voulez changer le temps de 10 secondes, c'est sur la valeur de C1 qu'il faut agir. Deux circuits du jeu de réflexes construits avec des composants rigoureusement identiques pourront néanmoins présenter des différences de tension de seuil notables dûes à la dispersion des caractéristiques des circuits intégrés. Elles peuvent aller de 0,5 à 5 V. La tension d'hystérésis du MC 14**4093** de Motorola que nous avons choisi est de 0,5 V.

La courbe U2 de la **figure 4** montre la charge et la décharge de C1. L'impulsion produite par N1 est représentée par U3. Elle est appliquée à la bascule RS construite avec N2 et N3.

La bascule est une porte

La bascule peut être considérée comme une **porte** logique. Elle est fermée par les impulsions de U3. C'est l'action sur le poussoir start* (impulsion U1) qui l'ouvre. La prochaine impulsion de U3 passera par la porte ainsi ouverte et la "refermera" derrière elle.

Puisque l'impulsion de U3 parvient à la bascule toutes les 10 secondes, mais sans relation avec le moment de l'ouverture de la porte, le temps qui s'écoule entre l'ouverture par la pression sur start et la fermeture par l'impulsion U3 est imprévisible.

La remise à zéro de la bascule (ou la fermeture de la porte) provoque la chute de la tige. Voyons comment : si la bascule est à zéro, sa tension de sortie reste égale à la tension d'alimentation U_A (figure 4). Le condensateur C3 est chargé et la tension est nulle à l'entrée de N4. La sortie de N4 (inverseur) est à 1 (U5 de la figure 4). Les deux transistors conduisent et l'électro-aimant est actif.
Lorsque le joueur à mis sa dextre (ou ce qui lui en tient lieu) en place, il lui reste une main (la sénestre ou ce qui en tient lieu) pour appuyer sur le poussoir start.
L'impulsion U1 met à zéro la sortie de la bascule (U4). Cette impulsion négative transmise par C3 n'a aucun effet sur N4, dont l'entrée était déjà à zéro. Au bout d'un temps aléatoire l'impulsion de l'oscillateur (U3) fait repasser à 1 la sortie de la bascule. La tension U4 redevient égale à la tension d'alimentation. Cette impulsion positive est transmise par C3 à l'entrée de N4, dont la sortie (U5) passe à 0 V, T1 et T2 se bloquent, et la tige tombe, lâchée qu'elle est par l'électro-aimant privé de courant.

Comme nous ne connaissons pas la vitesse de réaction du joueur, nous ne pouvons rien dire sur le temps qui lui sera nécessaire pour rattraper la tige; en tous cas ce temps sera suffisant pour que C3 se recharge à travers R5 et que la tension à l'entrée de N4 revienne à zéro. La **constante de temps** de R5/C3 est telle qu'il suffit d'une seconde pour que la tension à l'entrée de N4 passe de U_A à U_b (seuil inférieur de N4).

La sortie de N4 est redevenue haute, les deux transistors conduisent, et l'électro-aimant est actif. Le joueur peut remettre la tige en place et le jeu continue.

La construction

La réalisation ne présente pas de difficulté particulière, pour peu que vous suiviez le plan d'implantation de la **figure 5**. Vous fabriquerez l'électro-aimant avec un boulon à bois de 100 mm de

* Nous nous efforçons d'employer encore quelques mots patois pour ne pas dépasser trop brutalement ceux qui ne jurent que par le merchandising, sortent leur voiture du parking pour partir en week-end après le brunch et lisent des revues tout-en-couleur.

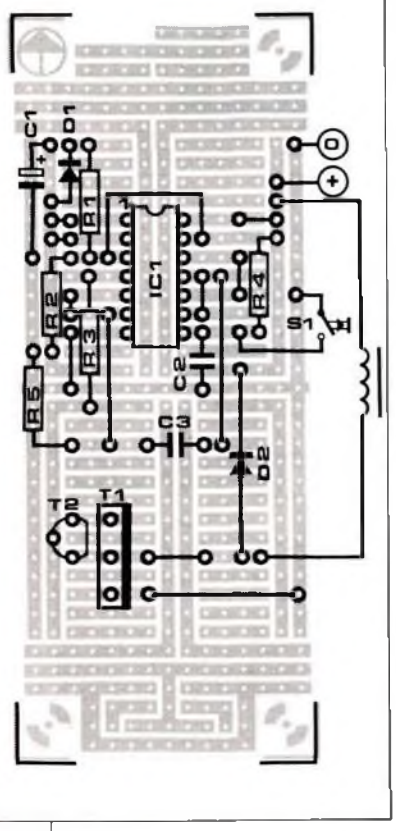


Figure 5 - Le circuit intégré qui regroupe plusieurs fonctions permet d'avoir une platine vite câblée.

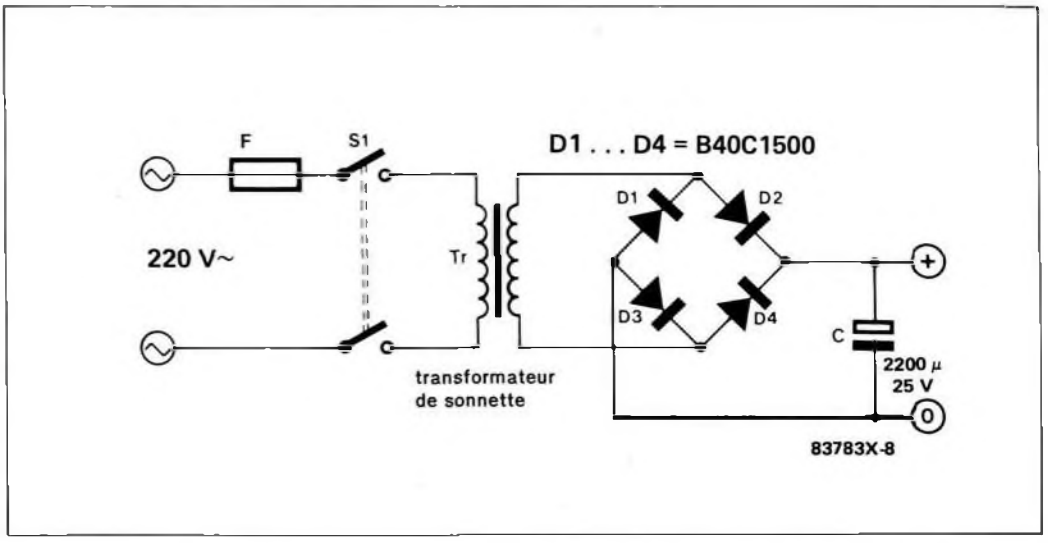


Figure 8 - Une petite alimentation secteur qui convient dans tous les cas où le circuit utilisateur ne demande pas une régulation soignée.

long et de 8 mm de diamètre (un boulon est une pièce mécanique constituée d'une vis et d'un écrou). Vissez l'écrou sur environ 15 mm après avoir enfilé la rondelle. Bobinez ensuite, entre les deux joues que constituent la tête de la vis et la rondelle, environ 100 m de fil de cuivre émaillé de 0,2 mm de diamètre. Le bobinage doit être aussi régulier que possible. Une perceuse à régulateur de vitesse (ou une petite chignole à main) peut vous simplifier ce travail : fixez la vis dans le mandrin et guidez le fil qui se dévide de la bobine. Prenez la précaution de bobiner à la main les dix premières spires.

La meilleure solution pour fixer l'électro-aimant est de construire un boîtier. L'électro-aimant sera fixé à une potence qui sera partie intégrante du boîtier. Vous pouvez réaliser l'ensemble en bois ou dans un autre matériau, en vous inspirant si vous voulez de notre prototype en matière plastique (**figure 7**).

La tige de mesure est une baguette de bois, de 10 x 10 x 600 mm. Vous reporterez les graduations d'un mètre-ruban ou autre. Comme nous n'avons pas voulu –c'eût été déraisonnable– chercher à partir de quelle intensité l'électro-aimant attire le bois, nous avons ajouté une vis à bois **en fer** à l'extrémité (côté 60 cm) de la tige.

Figure 6 - Le noyau magnétique de l'électro-aimant est un simple boulon de 100 mm. La bobine, dont les caractéristiques ne sont pas critiques, est faite de fil émaillé.

La consommation

N'ayant que du fer à attirer, l'électro-aimant se contente de quelque 300 mA (milliampères). Cette intensité est faible, comparée à ce que T1 peut supporter au maximum, et ne justifie pas un radiateur.
Vous pouvez prévoir une alimentation secteur simple dans le même boîtier. Elle se réduira à un transformateur, un pont redresseur (dit aussi pont de Graetz) et un condensateur de filtrage. Le pont sera soudé directement sur les cosses de sortie du transformateur et le condensateur trouvera une place sur la platine. C'est simplement pour vous rafraîchir la mémoire que la **figure 8** vous donne, une fois de plus, le schéma de cette alimentation minimale.

LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 15 kΩ
R2 = 4,7 MΩ
R3 = 22 kΩ
R4 = 100 kΩ
R5 = 1 MΩ
C1 = 15 µF/16 V
C2 = 10 nF
C3 = 470 nF
T1 = TIP 3055
T2 = BC 547B
D1 = 1N4148
D2 = 1N4001
S1 = poussoir à contact travail
IC1 = 4093

Alimentation

1 transformateur 220 V/8 V 1 A (transfo de sonnette)
1 pont redresseur B 40C 1500
1 condensateur chimique 2200 µF/16 V
1 interrupteur secteur
1 porte-fusible
1 fusible 0,1 A

Divers

1 platine d'expérimentation Elex de format 1
100 m de fil de cuivre émaillé de diamètre 0,2 mm
1 boulon de 100 mm avec une rondelle plate
1 baguette de bois de 10 x 10 mm
bois, tube de plastique pour la potence, boîtier, fil isolé

La tension de service indiquée sur les condensateurs chimiques utilisés sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée dans la liste des composants.

AG ELECTRONIQUE LYON

51, cours de la Liberté 69003 - Tél. : 78.62.94.34

Catalogue complet contre 12 F en timbres

KITS OK PRESTIGE
RT 1 Fréquence de OA 1 GHz avec coffret ..... 780 F
RT 2 Chambre d'écho digital 256 K ..... 780 F
Fréquencemètre digital 50 MHz ..... 450 F

KITS JO KIT HYPER 15
radar alarme ..... 370 F
TC 256 RC 256 Ensemble télécommandé HF Codé ..... PROMO 499 F

(Vente par correspondance)

NOTRE KIT GENERATEUR DE FONCTION DE 2 a 200 kHz ..... 195 F

ALIMENTATION ELC

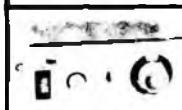
AL841 [illegible]	196 F
AL745 2 a 15 V 3 A	650 F
AL812 0 a 30 V 2 A	725 F
AL781N [illegible] a 30 V 5 A	1900 F
AL823 [illegible] a 30 V ou 0 a [illegible] V 5 A	3200 F

JBC

FER A SOUDER AVEC PANNE LONGUE DUREE

14 W – 220 V	136,50 F
30 et 40 W	124,60 F
Support universel	78,30 F

ELC GENERATEUR



948,80 F

WELLER

WTCPS	865,80 F TTC
WECP 20 : poste thermoreglagle	1 125 F TTC
EC 2002 : thermoregle Affichage digital	1 600 F TTC
VP 801 EX : ensemble de dessoudage	6 450 F

BECKMAN INDUSTRIAL

CADEAU : 1 kit generateur de fonction de 2 a 200 kHz

9020
Double trace 2 x 20 MHz Ligne a retard Testeur de composants Chercheur de trace Livre avec 2 sondes combinees

3 890 F

MANUDAX

M 3650
Multimetre 20 A 3 1/2 digits Capacimetre Transistormetre Frequencemetre Test diode Bip sonore Afficheur 80 mm

1 LOT DE 100 CONDENSATEURS CERAMIQUES 1er CHOIX GRATUIT

695 F TTC

M 4650 - 20.000 P
Mêmes caracteristiques que M 3650.
4 1/2 digits.
Memoire
+ HOUSSE

1 090 F TTC

HAMEG

Double trace 2 x 20 MHz 2 mV a 20 V Addition soustraction declencheur DC AC HF BF Testeur composant incorpore Avec 2 sondes combinees

3 990 F

PROMO LABO KF

1 Banc a isoler 270 x 400 mm livre en kit
1 Machine a graver 180 x 240 mm
1 DIAPHANE KF rend transparent tout papier
3 Plaques epoxy presensibilisees 150 x 200 mm
3 Litres de perchlorure de fer
1 Sachet de revelateur

Prix : 1 800 F T.T.C.

Expédition en port dû par transporteur

EN PRIME UN MULTIMETRE UNIVERSEL : POUR TOUT ACHAT D'UN LABO.

VELLEMAN KIT

Kit à le faire, autant bien le faire

TELECOMMANDE INFRAROUGE K 2547
NOUVEAU
Portée 50 mètres.
Equipée de 4 canaux indépendants. Livrée avec un élégant coffret
285.-

RECEPTEUR INFRAROUGE K 2548
NOUVEAU
Pour la télécommande K 2547
372.-

NOS AUTRES KITS DOMESTIQUES

Barrière IR Emetteur infrarouge K 2549 portée 10 m env **202.-**
Récepteur infrarouge K 2550 **235.-**
Centrale d'alarme K 2551 pour K 2549, K 2550 **285.-**
Variateur de lumière programmable K 2657 NOUVEAU **188.-**
Commande à distance par téléphone K 2650 NOUVEAU **220.-**
Alarme automobile K 2638 a détection de courant **170.-**
Sirène Kojak K 2604 **82.-**
Sonnette musicale K 2575 **153.-**

Prix marché TTC autorisés jusqu'au 31.3.89

Sachets Resistances	
5 % 1/4 W 1 000 p	100,00 F
5 % 1/2 W 1 000 p	100,00 F
Capas Chimiques 1 µF a 2 200 µF	
Les 100 pieces	150,00 F
Capas mylars de 1 nF a 0,470 µF	
Les 100 pieces	60,00 F
LOT TRANSISTORS :	
BC 550 556 557 547 548	
BC 327 328 329	
Les 100 pieces	50,00 F

Nous réalisons vos circuits imprimés sur epoxy d'après vos mylars ou documents fournis. Tout pour le circuit imprimé (C.I.F. K.F. JBC)
Vente par correspondance règlement a la commande - 35 F port pour moins de 3 kg ou contre remboursement. Conditions spéciales aux ecoles (nous consulter).

ELEX Le Seau BP 53 - 59 270 BAILLEUL
tél: 20 48 68 04 télécopie: 20 48 69 64
télex: 132 167 MINITEL: 3615 code ELEX
8h30 à 12h30 et de 13h15 à 16h15
Banque : Crédit Lyonnais - Armentières n° 6631-61840Z
CCP PARIS 190200V
libellé à "ELEX"

2ème année n°9 mars 1989

ABONNEMENTS : voir encart avant-dernière page

PUBLICITÉ : Brigitte Henneron et Nathalie Defrance
ADMINISTRATION : Jeanine Debuyser et Marie-Noëlle Grare
DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DE LA PUBLICATION : Robert Safie

ont participé à la réalisation de ce numéro:
Jean-Paul Brodier · Yvon Doffagne · Denis Meyer · Guy Raedersdorf · NN ·

Société éditrice : Editions Casteilla
SA au capital de 50 000 000 F
siège social : 25, rue Monge 75005 PARIS
RC-PARIS B : 562 115 493 SIRET : 00057 APE : 5112
principal associé: Sté KLUWER
Directeur général et directeur de la publication: Marinus Visser

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'oeuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code pénal art. 245).

Dépôt légal : mars 1989
N° ISSN : 0990-736X N° : CPPAP : 70184

Maquette, composition et photogravure par GBS - BEEK (NL)
imprimé aux Pays-Bas par NDB - Leiden

Tous droits réservés pour tous pays

© ELEKTOR/CASTEILLA 1989

"BIBLIO" PUBLITRONIC

Perfectionnement

Le cours technique

Amateur plus ou moins averti ou débutant, ce livre vous concerne: dès les premiers chapitres, vous participerez réellement à l'étude des montages fondamenteaux, puis vous concevrez et calculerez vous-même des étages amplificateurs, ou des oscillateurs. En somme, un véritable mode d'emploi des semiconducteurs discrets qui vous aidera par après à résoudre tous les problèmes et les difficultés de montages plus compliqués. **prix: 58 FF**

Pour s'initier à l'électronique: Rési et Transi n° 1 "Echec aux mystères de l'électronique"

La première bande dessinée d'initiation à l'électronique permettant de réaliser soi-même un testeur de continuité, un manipulateur de morse et un amplificateur. Prix de l'album **80 FF**

DIGIT I

Ce livre donne une introduction par petits pas à la théorie de base et l'application de l'électronique numérique. Ecrit dans un style sobre, il n'impose pas l'apprentissage de formules sèches et abstraites, mais propose une explication claire des fondements de systèmes logiques, appuyée par des expériences destinées à renforcer cette connaissance fraichement acquise. C'est pourquoi DIGIT 1 est accompagné d'une plaquette expérimentale qui facilite la réalisation pratique des schémas. **(avec circuit imprimé) prix: 135 FF**

L'électronique, pas de panique!

Vous êtes claustrophobe, hydrophobe, vous faites un complexe d'infériorité parce que vous avez l'impression de "rien y comprendre à l'électronique", pas de panique!
Voici votre bouée de sauvetage. L'électronique? pas de panique! premier tome d'une série d'ouvrages consacrés à l'électronique et conçus tous spécialement à l'intention de ceux qui débutent dans ce domaine. prix: **143 FF**

Disponible: – chez les revendeurs Publitronic
– chez les libraires
– chez Publitronic, B.P. 55. 59930 La Chapelle d'Armentières (+ 25 F frais de port)

UTILISEZ LE BON DE COMMANDE A L'INTERIEURE DE LA REVUE

ÉCLAIRAGE PERMANENT POUR BICYCLETTE

une batterie de secours pour éclairer votre vélo

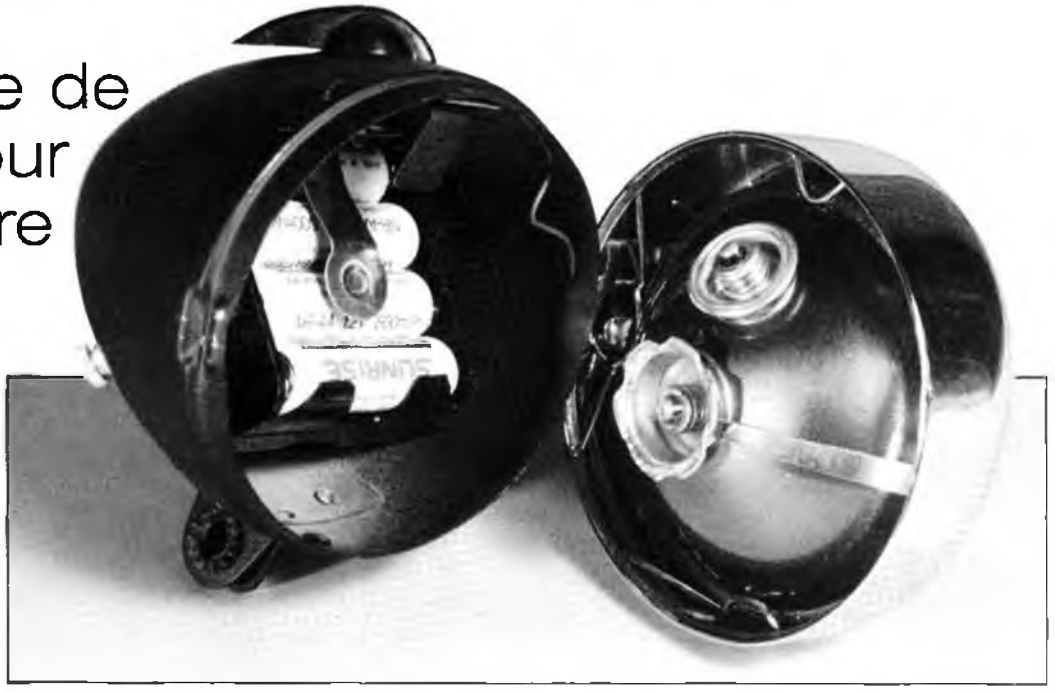


Figure 2 - Il faut un projecteur assez lumineux pour y caser les cinq accumulateurs. Si vous ne trouvez pas «l'oiseau rare», vous pouvez envisager de les camoufler sous la selle, voire dans le tube du cadre. C'est à étudier !

Quoi de plus frustrant, même pour le cycliste le plus endurci, jamais transi de froid, toujours inconditionnellement amoureux de son véhicule écologique, quoi de plus frustrant que d'avoir à affronter une montée ou un faux-plat, de nuit, avec vent contraire... et cette fichue dynamo qui frotte et qui freine !
La gêne de la dynamo est perçue comme bien plus forte qu'elle ne l'est en réalité. Aussi dans un moment comme celui-là, la tentation est-elle forte de se dire : «Tant pis je la coupe, le temps d'arriver en haut de la côte, puis je je... Aaaah...».

Braoum, kriiii, patatrac... et déjà l'accident est arrivé : le lendemain, dans la feuille de chou du coin, ça fera juste un entrefilet du genre «un cycliste mal éclairé renversé par un camion».

Oh oui, il est bien mal éclairé notre cycliste qui roule sans feux la nuit! Sauf s'il a eu la sagesse d'équiper sa bécane du dispositif d'éclairage permanent que lui propose ELEX. L'utilité de ce circuit est double : réduire l'effort à fournir sur les pédales et augmenter la sécurité du cycliste, notamment à l'arrêt devant un feu tricolore ou un panneau Stop, quand la dynamo ne tourne plus de toutes façons.

Cinq petits accumulateurs Cad-Ni de format R6 suffisent, avec deux diodes, une résistance et un condensateur pour faire un circuit d'éclairage permanent. La commutation entre le circuit d'éclairage normal et le groupe de secours est assurée par un inverseur. Quand S1 est en position A, tout se passe normalement, et c'est la dynamo G (le générateur -voir ELEX n°8) qui alimente les deux ampoules. Si vous pédalez fort, vous pouvez même (re)charger les accumulateurs, puisqu'il circulera suffisamment de courant à travers la diode pour que la charge se reconstitue.

En position B, l'inverseur permet aux accumulateurs de débiter un courant dans les deux ampoules. Sans dynamo, votre vélo a environ 1 h d'autonomie. Ce n'est déjà pas si mal. Si vous remettez la dynamo de temps en temps, la décharge sera sensiblement plus lente.

Il faut profiter de la nuit pour recharger les accumulateurs à fond. Il suffit pour cela d'un transformateur de sonnette de 8 V au secondaire. L'entrée se fait sur les deux points de connexion en bas du schéma. La diode redresse la tension alternative, le condensateur la lisse et la résistance limite le courant de charge. **Attention ! Ne prolongez pas la charge au-delà d'une douzaine d'heures.**

Comme le montre la photographie, l'intérêt du circuit réside en partie dans le fait qu'il est possible de le monter dans le projecteur à l'avant de la bicyclette. Au besoin faites un tour aux puces, on y trouve souvent des accessoires de vélo anciens, avec notamment des projecteurs assez volumineux (qui le plus souvent dispensent aussi sensiblement plus de lumière).
L'inverseur et la mini-fiche jack de 2,5 ou 3,5 mm d'entrée pour le chargeur seront implantés dans la moitié inférieure du projecteur (pour en garantir l'étanchéité). Logez les accumulateurs dans un bloc de mousse pour les immobiliser.
Bonne route !

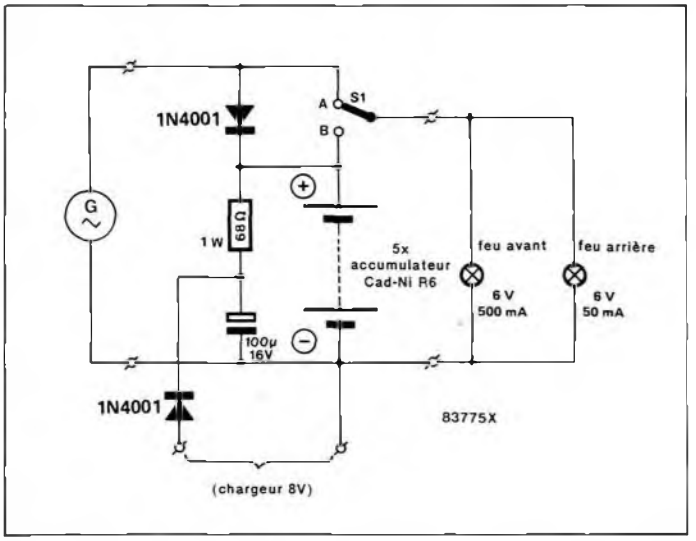
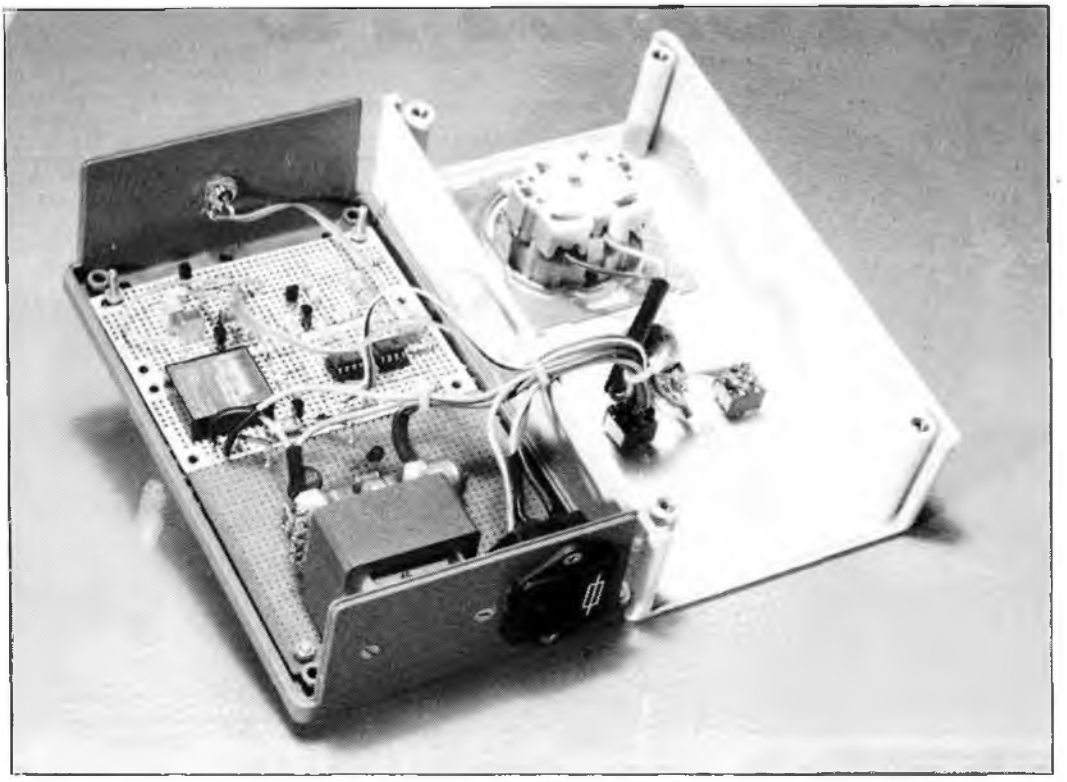


Figure 1 - La charge (nocturne) des accumulateurs peut être assurée par un simple transformateur «de sonnette» (stationné au garage). La diode redresse le courant, le condensateur le lisse et la résistance le limite.

interrupteur à claques



le déclencheur acoustique commandé par vos claquements de mains

Allumer la lumière et l'éteindre en frappant dans vos mains, voilà le confort ! Vous allez épater vos visiteurs, d'autant que le dispositif que nous vous proposons permet de commander non seulement la lumière, mais aussi n'importe quel autre appareil électrique : cafetière, téléviseur, chaîne HiFi...

Ce qui nous épate, nous qui ne sommes (toujours pas) blasés de l'électronique, c'est que n'importe quelle cause peut produire n'importe quel effet. Ici l'électronique se transforme en esclave obéissant et attentif aux claquements de mains du maître (ou de la maîtresse) de maison.
Vous allez encore être surpris : ce petit gadget est peu onéreux à construire, même si à première vue le schéma complet laisse craindre le contraire.

Le principe

Le schéma-blocs de la **figure 1** montre que le principe est très simple. L'ordre sonore, ou signal acoustique, est tout d'abord transformé en un signal électrique. L'astuce est de confier cette fonction à un haut-parleur plutôt qu'à un microphone.

Les oscillations électriques qui sortent du capteur, peu importe qu'il s'agisse d'un microphone ou au contraire d'un haut-parleur utilisé comme microphone, sont trop faibles pour être exploitées telles quelles. Le bloc A va donc les amplifier et les

CLAP YOUR HANDS NOW!

transmettre au bloc B qui les compare à une tension de référence. Si l'amplitude du signal amplifié est supérieure à la tension de référence, l'interrupteur du bloc C se ferme.

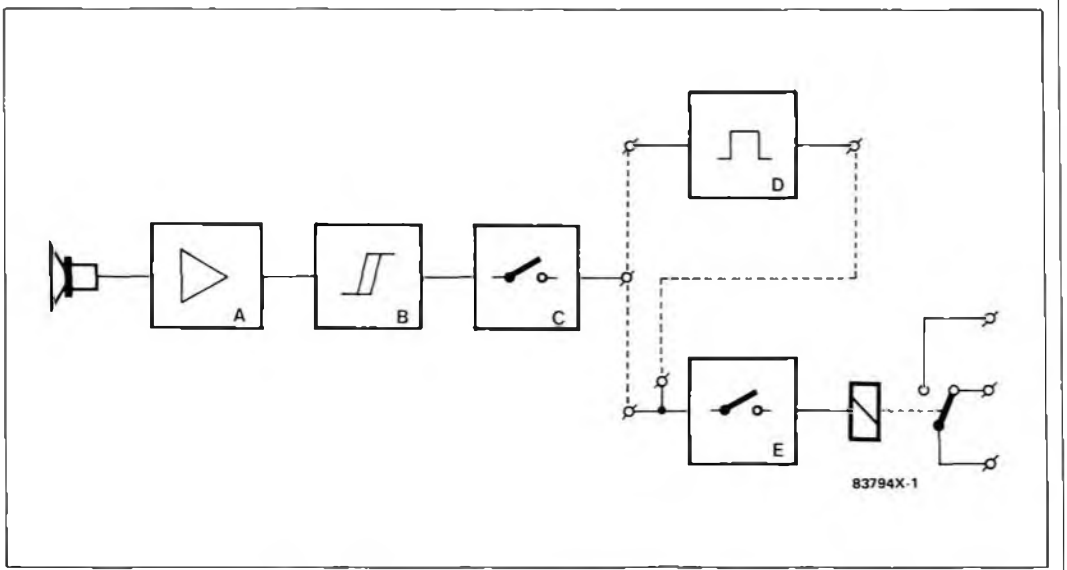


Figure 1 - La décomposition d'un schéma en fonctions élémentaires est appelée «schéma-blocs» par certains mécaniciens apprentis-sorciers de la langue française. Les fonctions symbolisées ici sont : A = amplificateur de signal, B = comparateur, C = premier commutateur, D = multivibrateur bistable, E = deuxième commutateur.

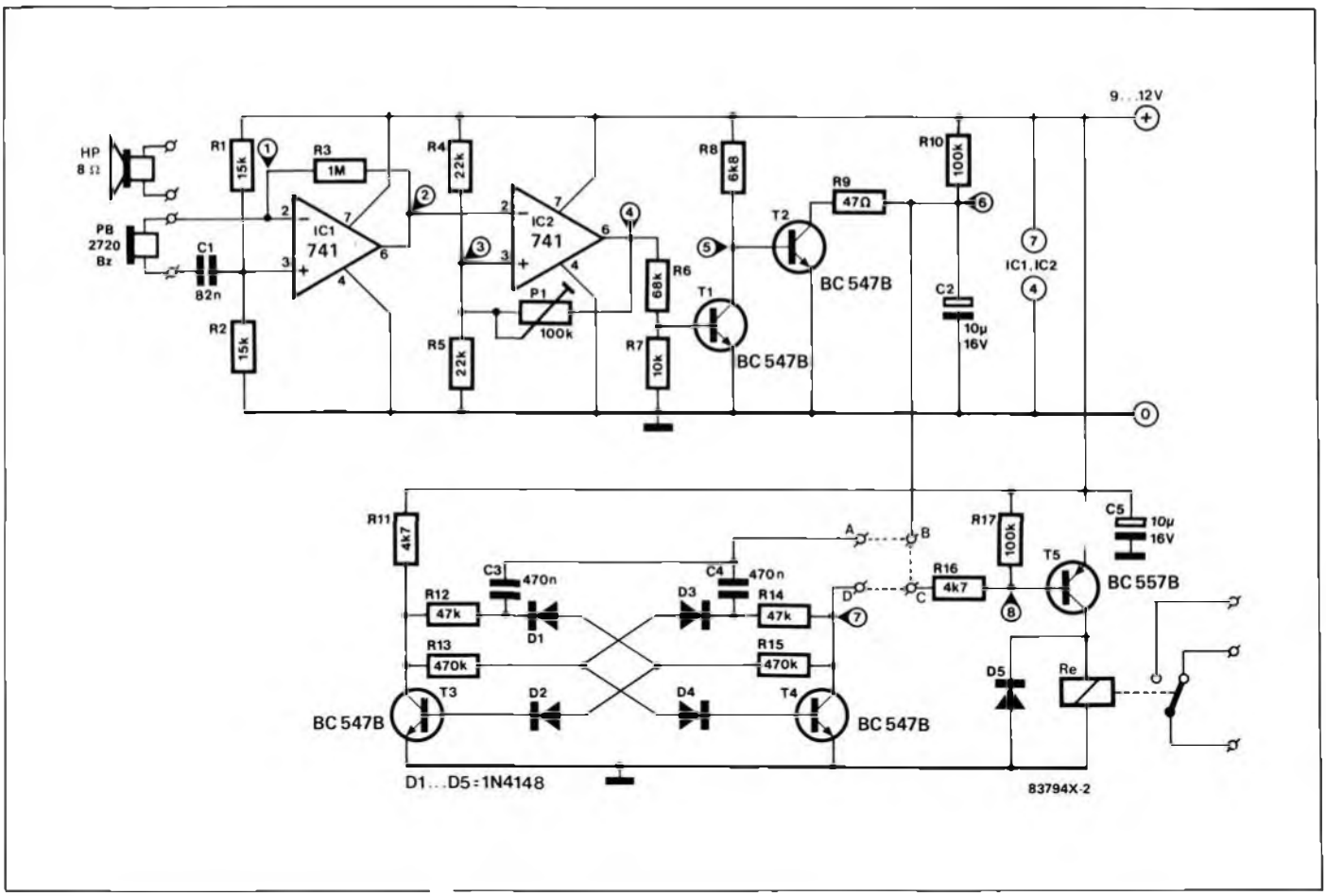


Figure 2 - Le schéma développé montre que le mode d'exploitation est choisi par la mise en place des ponts de câblage adéquats entre les points A, B, C et D.

Vous pouvez exploiter cette commutation de deux façons :

1 - Vous reliez la sortie du bloc C directement à l'entrée du bloc E. Ce deuxième interrupteur se ferme alors brièvement lors d'un claquement, et le relais est excité pendant un temps relativement court.

2 - Vous interposez le bloc D entre la sortie de C et l'entrée de E. Dans ce cas, au premier claquement le relais est excité et le **reste**. Au claquement suivant, il reprend sa position de repos.

Vous avez bien compris le mode d'emploi ? La **figure 2** va nous permettre de comprendre comment chaque fonction est réalisée, étage par étage.

L'amplificateur de signal

Le signal du haut-parleur ne peut être utilisé qu'amplifié. L'amplificateur opérationnel IC1 (figure 2) est prévu à cet effet. Le diviseur de tension R1/R2 fixe à la moitié de la tension d'alimentation (+U/2) la tension à l'entrée et à la sortie de l'amplificateur opérationnel. Le niveau continu ainsi déterminé est le **point de référence** du signal produit par le haut-parleur et du signal amplifié. Le facteur d'amplification ou **gain** est fixé par le rapport entre la résistance de contre-réaction R3 (elle s'appelle ainsi parce qu'elle réinjecte sur l'entrée – de l'amplificateur une portion de son propre signal de sortie) et la résistance interne du haut-parleur. Le gain est tel que le signal de sortie est à la limite de l'écrêtage, ce qui signifie que l'amplificateur opérationnel ne peut pas en faire plus en matière d'amplification sans déformer le signal d'entrée.

Le diagramme simplifié (oh combien !) de la **figure 3** illustre cette fonction d'amplification. La forme du signal est conservée, mais son amplitude est passée à plusieurs volts. C'est ce signal de forte amplitude qui est présenté à l'entrée du deuxième étage.

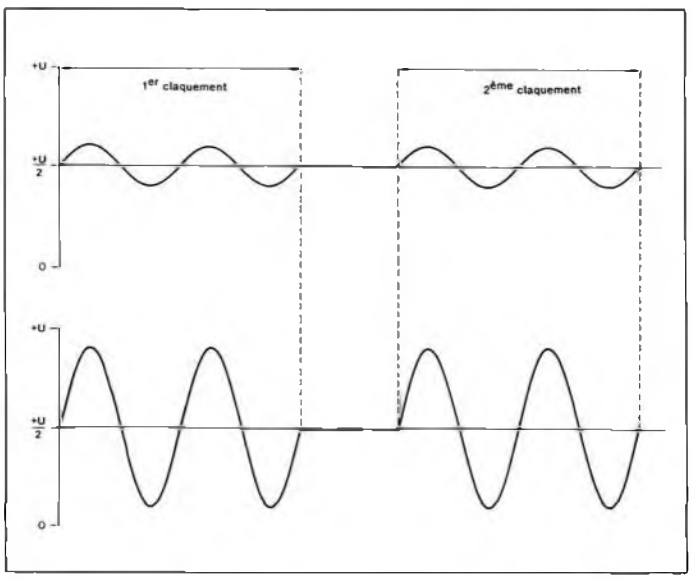


*Figure 3 - La forme du signal n'est pas altérée par le premier étage à amplificateur opérationnel. La seule fonction de ce premier étage est d'amplifier. La ligne horizontale repérée par + U/2 représente la tension de référence, ou le **zéro** de la tension alternative.*

Le comparateur

Le mode de montage du deuxième amplificateur opérationnel, IC2, en fait un comparateur. Sa fonction est comme son nom l'indique de **comparer** la tension présente sur l'une de ses entrées à celle de l'autre entrée. Suivant le résultat de la comparaison, il délivre, ou non, une impulsion en sortie. L'entrée inverseuse (-) est reliée directement à la sortie d'IC1. On dit que la liaison est **continue**, par opposition aux liaisons par condensateur, transmettant des tensions alternatives, rencontrées dans d'autres montages d'amplificateurs B.F.

Donc l'entrée inverseuse d'IC2 se trouve au même potentiel continu que la sortie d'IC1, à peu près égal à la moitié de la tension d'alimentation.

La deuxième entrée, l'entrée non-inverseuse (+), d'IC2 voit sa tension fixée par le diviseur R4/R5. De plus elle est

reliée à la sortie d'IC2 par la résistance variable P1. La réaction positive, de la sortie vers l'entrée non-inverseuse (+), provoque un **basculement** brutal de la sortie d'IC2 dès que la tension de l'entrée inverseuse atteint le seuil de commutation (tension de référence).

L'hystérésis

La réaction de la sortie vers l'entrée est obtenue par la résistance P1, variable dans notre cas. Cette résistance permet de modifier la tension de référence en fonction de la tension de la sortie. En effet, si le potentiel de la sortie est positif (haut), il circule par P1 et R5 un courant qui accroît la tension de référence.
La sortie est haute (pour dire en abrégé que la tension de la sortie est à son maximum) si la tension de l'entrée non-inverseuse est inférieure à la tension de référence. Comme l'augmentation de la tension de sortie provoque une augmentation de la tension de référence, la différence de potentiel entre les deux entrées est augmentée et la tension de l'entrée inverseuse s'en trouve encore plus inférieure à la tension de référence.

Il va falloir, pour faire repasser la tension de sortie de sa valeur "haute" à sa valeur "basse", que la tension de l'entrée inverseuse augmente jusqu'à atteindre la nouvelle valeur de la tension de seuil. Quand la sortie passera à sa valeur basse (zéro volt), elle entraînera dans sa chute, par P1 interposée, la tension de référence vers un seuil inférieur.

La différence de tension entre les deux seuils, l'écart qui les sépare, s'appelle **hystérésis**. L'hystérésis de notre montage est déterminée par la valeur de P1. La **figure 4** illustre l'hystérésis et ses effets sur la sortie. Sans claquement, c'est-à-dire sans signal d'entrée, le comparateur est dans un état stable, sa tension de sortie étant haute. Dès que la tension d'entrée dépasse la valeur $+U_R$, la tension de sortie prend sa valeur basse, proche de 0 V, et la garde jusqu'à ce que la tension d'entrée soit inférieure à $-U_R$.

Le premier commutateur

La sortie du comparateur alimente le diviseur R6/R7, qui est aussi l'entrée du premier étage commutateur.

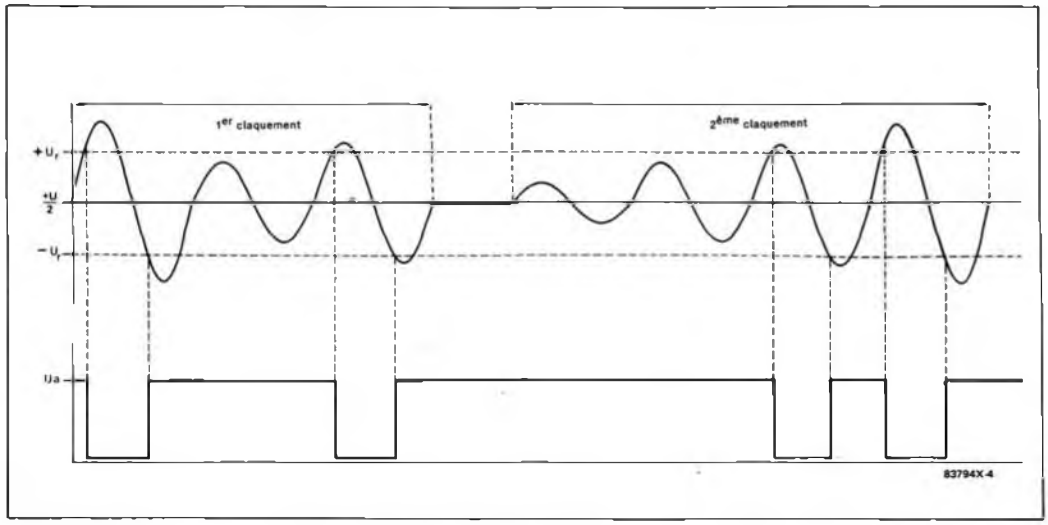


*Figure 4 - Tous les signaux dont l'amplitude est inférieure à une valeur donnée (le **seuil**) restent sans effet. Il faut que ce seuil soit dépassé pour que le circuit délivre une impulsion en sortie.*

Tant que la tension de sortie est suffisante pour que la tension aux bornes de R7 soit au moins égale à 0,6 V, le transistor T1 conduit et T2 est bloqué. Dans ce cas, la tension de sortie de l'étage est proche de la tension d'alimentation; C2 se charge jusqu'à cette valeur, par R10.

Qu'une impulsion négative arrive à l'entrée du commutateur, aussitôt T1 se bloque et T2 conduit. La sortie du commutateur passe brièvement à zéro volt, et C2 se décharge à la masse à travers R9 et l'espace émetteur-collecteur de T2. Le rôle du réseau intégrateur R10/C2 est de ne transmettre à chaque claquement qu'une seule impulsion et de filtrer les suivantes.

La mémoire d'impulsions
La fonction de cette partie du circuit est importante : elle **retient** les impulsions transmises par l'étage précédent. C'est un **bistable** qui mémorise les impulsions appliquées à son entrée (voir à ce sujet le premier volet de la nouvelle série *la logique sans hic* qui commence dans ce numéro). L'état de sa sortie reste tel que l'a défini l'impulsion dûe au claquement, **même après que la sortie du premier commutateur a retrouvé son état de repos.**

Le deuxième commutateur
C'est la tension de sortie du bistable qui commande ce deuxième commutateur, construit avec T5. Si elle est proche de la tension d'alimentation, T5 est bloqué et le relais reste au repos. Il en va autrement si la tension s'abaisse : le transistor T5 conduit, le relais est excité et son contact alimente la charge à commander.

Quelques mesures

Le schéma de la figure 2 comporte des repères numérotés correspondant à huit points bien précis du circuit. Ces repères et les valeurs de tension figurant dans le tableau vous permettront, si le montage ne fonctionne pas dès la mise sous tension, de trouver et de supprimer la "panne". Les valeurs indiquées ont été relevées sur un prototype alimenté en 9 V, et au repos; elles changent pendant le processus de commutation. Dans le cas où vous alimentez votre montage en 12 V –ce qu'il supportera fort bien– toutes ces valeurs augmentent proportionnellement. Dans tous les cas, un écart de 10% en plus ou en moins est tolérable entre la valeur du tableau et la valeur mesurée.

Point de mesure	Tension (V)	Remarques
1	4,5	
2	4,5	
3	4,5	Curseur de P1 vers la broche 3
	8	Curseur de P1 vers la broche 6
4	8	
5	0	
6	9	
7	9	Relais au reposé
	0	Relais excité
8	0	Relais au repos
	0	Relais excité

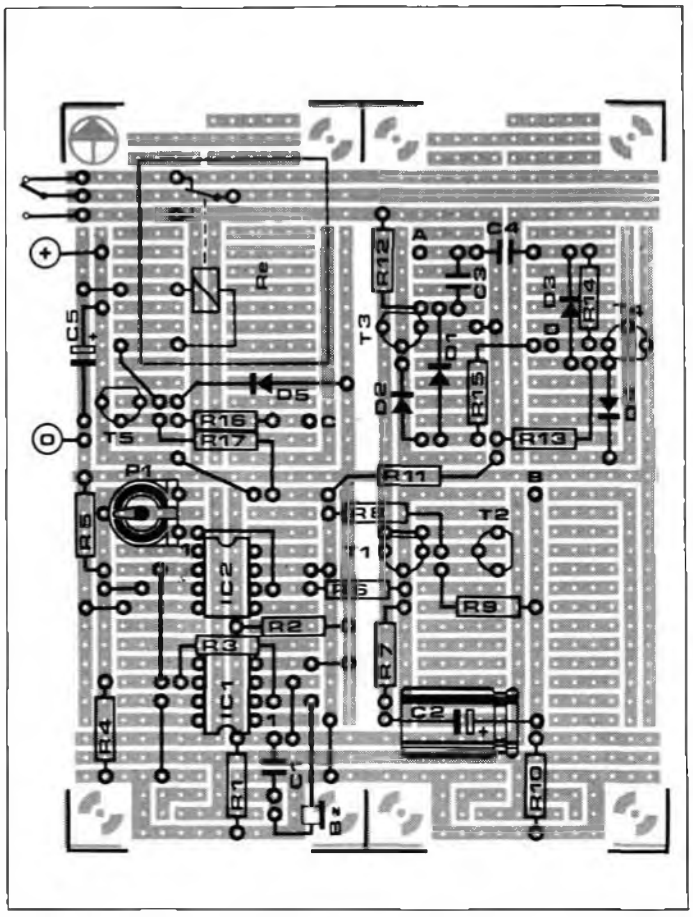
Tension d'alimentation : 9 V
Consommation de courant : 7 mA relais relâché
30 mA relais excité

La construction

Vous mènerez à bien la construction de votre interrupteur à claques sur une platine Elex de format 2 : 80 mm x 100 mm, soit un demi format Europe. La **figure 5** est suffisamment claire et détaillée pour vous assurer de la réussite, sans pour autant vous dispenser du soin habituel. C'est vrai surtout pour les endroits où les composants sont un peu plus serrés. C'est là aussi qu'il faut veiller à éviter les ponts de soudure indésirables entre pistes adjacentes.

Respectez l'ordre d'implantation suivant : ponts en fil, résistances, diodes, condensateurs, transistors, supports de circuits intégrés, et enfin relais et picots à souder. Attention aux condensateurs polarisés C2 et C5, de même qu'aux diodes et aux transistors. Soudez-les dans le bon sens ! Idem pour l'insertion des circuits intégrés dans leurs supports : le repère de la broche 1 d'IC1 est orienté vers R1, celui d'IC2 à l'opposé.

Une vérification soigneuse s'impose avant le raccordement du "capteur de claques" (le haut-parleur) à la platine (voir Elixir). Comme capteur, vous pouvez choisir soit un haut-parleur miniature (8 Ω, 250 mW), soit un ronfleur (*buzzer* dans les dialectes d'outre-Manche) piézo-électrique, beaucoup moins encombrant. Vous payerez l'avantage de l'encombrement réduit par un prix un peu supérieur, et



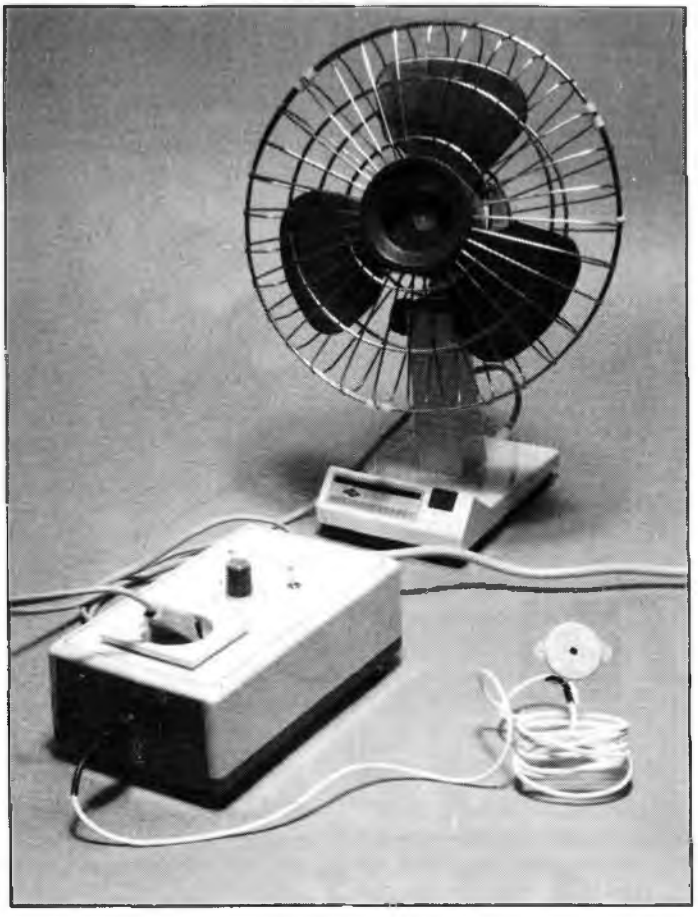


Figure 5 - Respectez ce plan d'implantation des composants, cela vous évitera des erreurs et des pertes de temps. La densité du circuit est raisonnable et l'exécution ne doit pas poser de problème.

une mise en oeuvre un peu moins facile.

Vous choisirez entre les deux modes d'utilisation en installant les ponts en fil A, B, C et D. Dans le cas où vous n'utilisez pas le bistable, reliez simplement les points B et C. Dans le cas contraire, établissez deux liaisons : de A à B et de C à D.

Les positions relatives du relais et du capteur (haut-parleur ou *buzzer*) ne sont pas indifférentes : vous veillerez à éviter tout couplage acoustique entre l'un et l'autre (voir à ce sujet l'expérience proposée sur le couplage acoustique dans ce numéro d'ELEX). En effet, si le bruit du relais vient à exciter le haut-parleur, chaque manoeuvre sera interprétée par le montage comme une nouvelle commande (claquement), et l'interrupteur changera continuellement de position. Pour éviter cela, vous monterez le haut-parleur assez loin du relais, et orienterez sa membrane dans la direction opposée. Si la place manque pour obtenir cet éloignement, réalisez un isolement acoustique avec un matériau absorbant, comme de la mousse ou de la laine de verre.

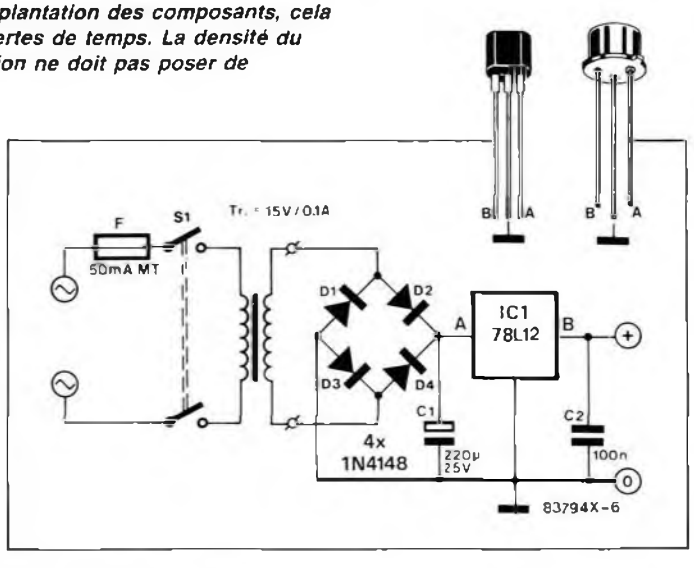


Figure 6 - L'alimentation par le secteur permet une économie appréciable de piles, dans le cas où le montage doit fonctionner en permanence. Le tout se loge sans difficulté dans le même boîtier.

Les essais et les réglages

Tous ces points étant vus, vous pouvez passer aux premiers essais. Placez d'abord le curseur de P1 en fin de course vers la broche 6 d'IC2. Cette position correspond à la sensibilité minimale. Alimentez le montage avec une simple pile compacte de 9 V, puis mesurez au multimètre la tension aux points indiqués sur le schéma. Les valeurs théoriques figurent sur le tableau.

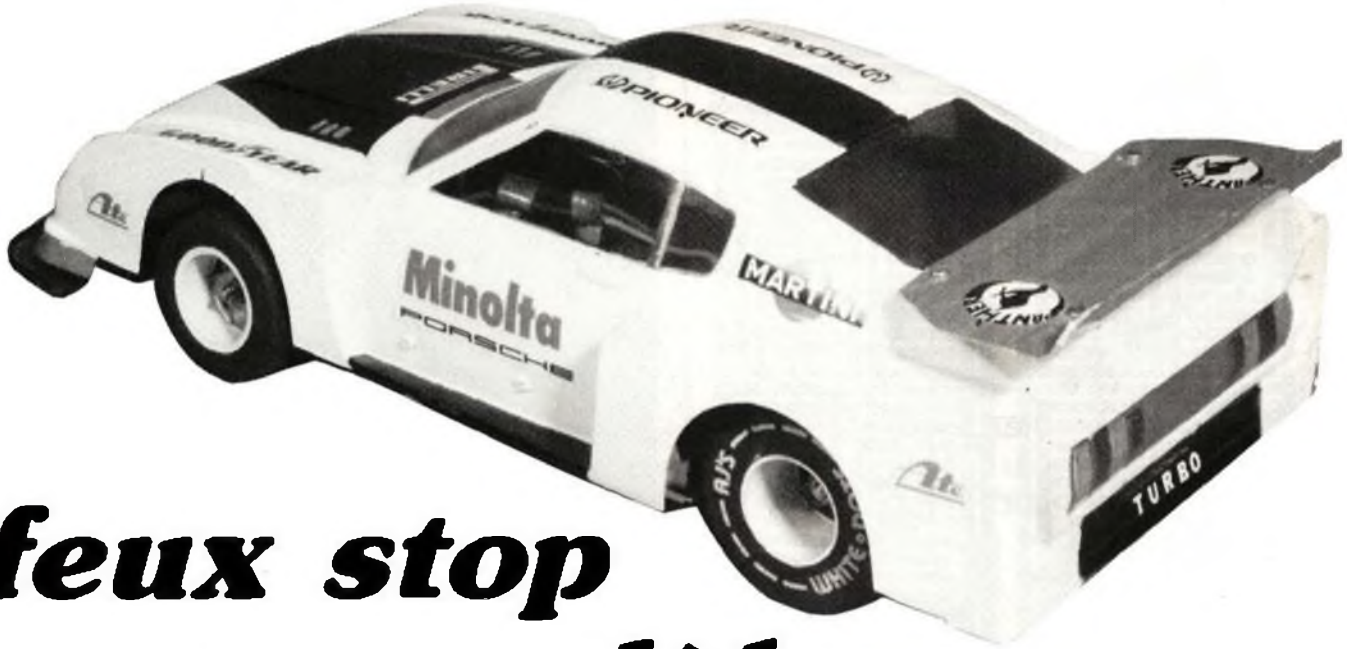
La consommation est de quelque 7 mA au repos, de 30 mA relais excité. Dans ces conditions, la pile de 9 V ne convient guère pour une utilisation permanente. Tournez vous plutôt vers la solution économique : une petite alimentation secteur comme celle de la **figure 6**. Elle fournit, sous une intensité de 100 mA, une tension de 12 V stabilisée par le régulateur 78L12. Ce circuit intégré ne demande, dans notre application, aucun refroidissement.

Liste des composants

R1,R2 = 15 kΩ
R3 = 1 MΩ
R4,R5 = 22 kΩ
R6 = 68 kΩ
R7 = 10 kΩ
R8 = 6,8 kΩ
R9 = 47 Ω
R10,R17 = 100 kΩ
R11,R16 = 4,7 kΩ
R12,R14 = 47 kΩ
R13,R15 = 470 kΩ
P1 = 100 kΩ potentiomètre miniature
C1 = 82 nF
C2,C5 = 10 µF/16 V
C3,C4 = 470 nF
D1 à D5 = 1N4148
T1 à T4 = BC 547B
T5 = BC 557B
IC1,IC2 = 741 (amplificateur opérationnel)

Divers :
1 platine Elex format 2 (80 x 100 mm)
1 (Re) relais encartable Siemens V23027-A0002-A101
1 (Bz) ronfleur piézoélectrique Toko PB 2720
ou
1(HP) haut-parleur miniature 8 Ω 250 mW
11 picots à souder 1,2 mm
éventuellement : cosses, coupleur de pile, pile ou alimentation secteur, fil de câblage souple, boîtier et accessoires de câblage.

personnalisez vos modèles réduits !



feux stop pour modèle réduit téléguidé

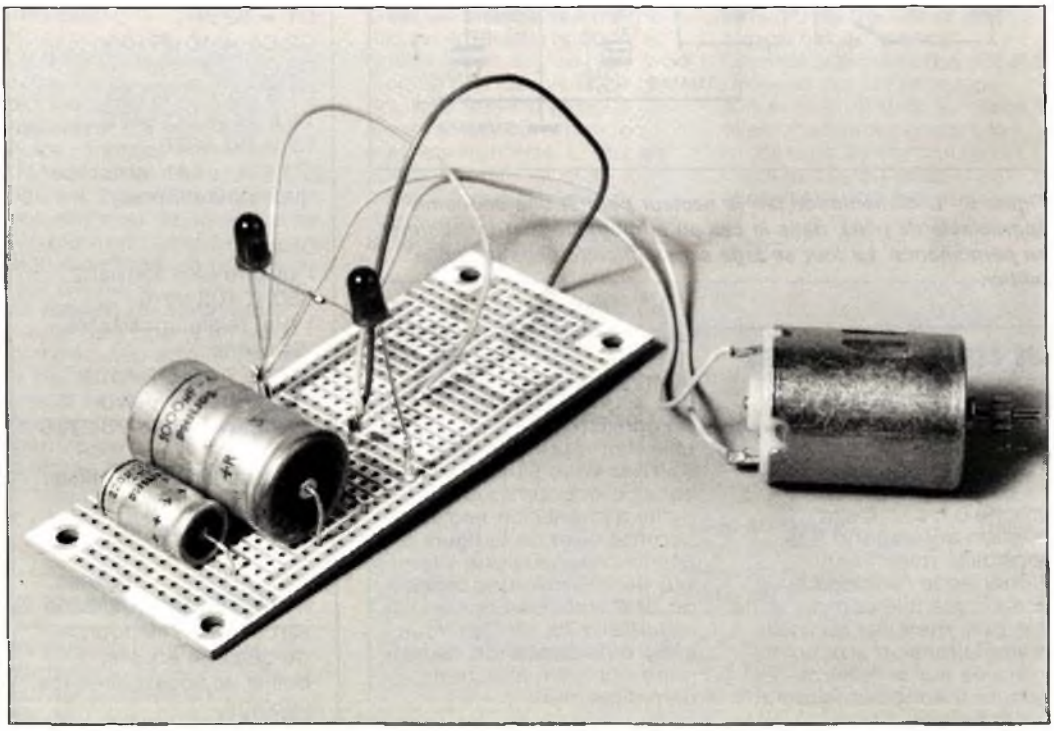
On reproche parfois à ELEX d'aller trop vite, à raison peut-être. Voici en tous un cas un montage qui prouve qu'il y a encore des choses formidables à faire avec, en gros, une LED, une résistance et une diode. Si vous avez encore un peu de place dans votre voiture téléguidée, que ce soit un truck, une moto, un bolide de formule 1 ou un off road racer, voilà qui va épater vos spectateurs. Tant que vous «donnez des gaz» en marche avant, les feux stop de votre machine restent éteints. Dès que vous relâchez la manette des gaz pour freiner, les feux stop s'allument comme si le chauffeur appuyait vraiment sur une pédale de freins ! La luminosité des feux décroît rapidement, et quand le véhicule s'arrête les feux stop s'éteignent.

Un circuit incroyablement simple

Le moteur représenté sur le schéma de la **figure 1** existe déjà, c'est le moteur de la voiture. C'est à ses bornes qu'il faut connecter le circuit des feux stop pour prélever la tension d'alimentation. Pendant que la voiture circule, les condensateurs C1 et C2 se chargent. La tension sur C1 atteint la valeur de la tension d'alimentation, la valeur de la tension sur C2 reste à 0,5 V environ sous cette valeur à cause du seuil de conduction de D1. Du fait de cette différence, il ne peut pas circuler de courant à travers D2, D3 et R2. Les LED des feux stop restent éteintes.

Quand la tension d'alimentation du moteur disparaît, la voiture ne s'arrête pas instantanément. Pendant que le véhicule freine sur sa lancée, les feux doivent s'allumer. Ils le font, car C1 se décharge dans le moteur, ce qui permet à C2 de se décharger à travers les deux diodes électroluminescentes D2 et D3 (et R2 puis le moteur) qui s'allument... La diode D1 empêche C2 de se décharger directement dans le moteur.

C'est au moment où la tension d'alimentation du moteur disparaît que la luminosité des LED est la plus forte. Elle décroît ensuite jusqu'à l'extinction totale. Avec les valeurs indiquées pour les composants de la figure 1, la durée est d'environ 3 secondes.



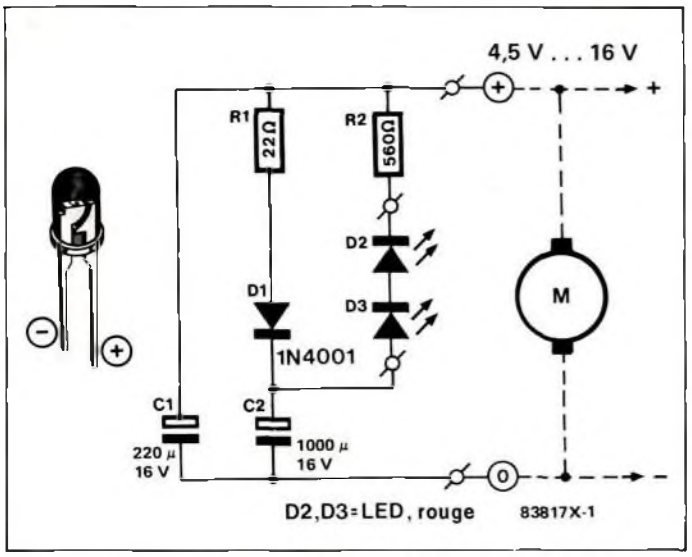


Figure 1 - Le circuit de feux stop pour modèles réduits téléguidés leur confère une touche de réalisme supplémentaire. La tension de service du moteur M est aussi la tension d'alimentation du circuit QUI DE CE FAIT N'EST UTILISABLE QU'AVEC DES MODÈLES SANS MARCHE ARRIÈRE.

L'intensité varie en fonction de la tension de service.

Si lors du freinage le modèle réduit provoque un court-circuit des bornes du moteur comme cela arrive sur certains modèles, les deux condensateurs se déchargent plus vite à travers le court-circuit : la luminosité des deux LED sera par conséquent plus forte et la décroissance plus rapide.

Le courant qui circule à travers les LED ne doit pas dépasser la limite de 50 mA autorisée pour ces composants; c'est la fonction de R2 de limiter l'intensité du courant à 20 mA environ pour une tension de service de 16 V. Si la tension de service d'un modèle réduit à équiper de feux stop est plus élevée, il convient de recalculer la valeur de cette résistance de limitation. La formule à employer est la suivante : tension de service maximale moins 4 V divisée par 20 mA.

La réalisation

Assembler le circuit de la figure 1 ne présente aucune difficulté, à plus forte raison si l'on se réfère au plan d'implantation des composants sur une platine d'expérimentation comme le propose la **figure 3**. Si le modèle réduit sur lequel vous désirez intervenir a un habitacle trop petit pour une demie carte d'expérimentation, il faudra y faire un montage *volant*. De toutes façons, il faut veiller à respecter la polarité des condensateurs électrochimiques ainsi que celle des diodes. Les LED ne seront pas montées sur la platine, mais à la place des feux stop à l'arrière du modèle réduit. Pour établir la liaison entre les LED et le reste du circuit, on utilisera du fil de câblage souple et isolé.

Avant d'en arriver au montage définitif des feux, il faut faire des essais sur table. La voiture pourra être remplacée par une pile de 9 V connectée pendant quelques secondes entre les bornes + et 0. Enlevez la pile et court-circuitez les deux fils d'alimentation : les deux condensateurs se déchargent et les LED doivent s'allumer.

Si le circuit ne fonctionne pas comme il faut, vérifiez les polarités, les soudures, la valeur des composants...

Pour ce qui concerne la mise en place dans le modèle réduit, nous n'avons guère que quelques conseils généraux à vous donner, les détails exacts dépendent du modèle particulier à personnaliser. La mise en place des composants devra être faite soigneusement : fixez-les bien, en les collant par exemple avec de la colle époxy à deux composants. Si vous avez du mal à engager les LED par l'intérieur de l'habitacle, vous pouvez faire appel à des supports spéciaux pour LED, ce qui vous permettra de poser les LED de l'extérieur; il ne reste plus qu'à trouver un passage «par l'intérieur» pour le fil de câblage, ce qui est faisable quitte à percer l'un ou l'autre petit trou dans la coque.

La tension de service indiquée sur les condensateurs chimiques utilisés sera égale ou supérieure à la valeur spécifiée dans la liste des composants.

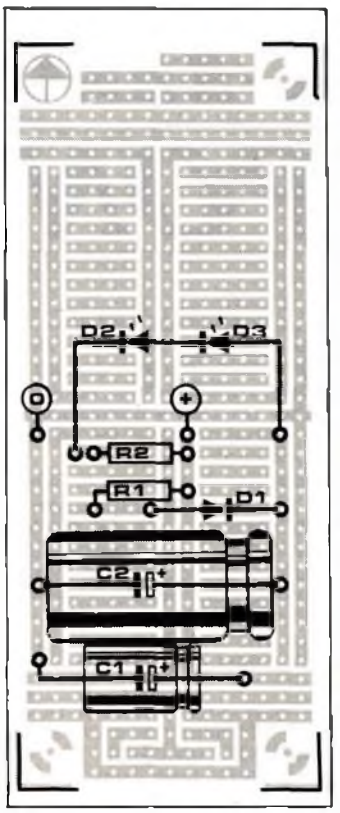


Figure 3 - Dans la plupart des cas vous serez contraint de faire un montage volant pour arriver à caser les condensateurs dans l'habitacle. Voici néanmoins un plan d'implantation explicite.

LISTE DES COMPOSANTS

R1 = 22 Ω
R2 = 560 Ω
C1 = 220 µF/16 V
C2 = 1000 µF/16 V
D1 = 1N4001
D2,D3 = LED rouge
fil de câblage

éventuellement
1 platine d'expérimentation de format 1
6 picots à souder (Ø 1,2 mm)
2 supports de LED

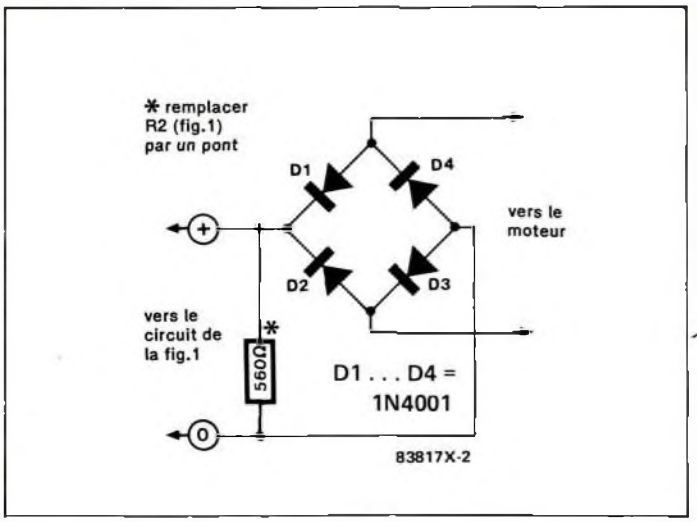


Figure 2 - Si vous avez été déçu à la lecture de la légende de la figure 1, voici de quoi vous requinquer. Avec le circuit ci-dessus vous supprimez les inconvénients de l'inversion de polarité qui caractérise les modèles réduits dotés d'une marche arrière. Insérez le redresseur entre le moteur et le circuit de feux stop. La fonction de la résistance de 560 Ω est de permettre à C2 de se décharger (R2 de la fig.1 est remplacée par un pont de câblage).

COMPOSANTS ELECTRONIQUES

FRANCE
CONSULTEZ:

RADIO ELECTRONIQUE

5 Rue de Chantal — BP 914
26009 VALENCE Cédex
Tél 75 55 09 97 - FAX 75 55 98 45
MINITEL 3615 : SOURI

CIRCUIT DE PONTAGE . . . OU

Vous connaissez certainement ce vieux problème du signal principal fermé, vers lequel vous voudriez acheminer un train à contre-voie ! Un signal principal fermé ne devrait pas empêcher la circulation à contre-voie, afin de permettre la manoeuvre des trains en gare. Ce n'est pas le cas, hélas ! parce que l'arrivée du courant est interrompue pour les deux sens de la circulation.
Pour que de telles manoeuvres soient possibles, il faudrait qu'un circuit de pontage oblige le signal principal à fonctionner comme une diode : empêcher le passage du train dans le sens normal et lui permettre de circuler dans l'autre sens (ou à contre-voie).

Quelques mots d'explication seraient sans doute utiles à ceux qui ne sont pas initiés aux arcanes du modélisme ferroviaire. Lorsqu'un signal principal est fermé, un tronçon de voie ferrée de longueur variable, débutant à hauteur de ce signal, n'est plus alimenté en courant. *La conduction électrique de la voie est interrompue aux deux extrémités de ce tronçon.*
Lorsque le signal principal est ouvert, le contact électrique est rétabli à hauteur du signal principal alors qu'à l'autre extrémité il reste interrompu (voir **figure 2**). Tout le tronçon de voie est cependant sous tension malgré cette interruption : plus rien n'empêche les trains de passer.

Dès que le signal principal est fermé, le contact d'alimentation des rails est ouvert à hauteur du signal et tout le tronçon commandé par le signal est dépourvu de courant. Un train qui manoeuvre à contre-voie sur ce tronçon est donc immobilisé. Si ce train était pourvu d'un dispositif qui rétablirait le courant sur le tronçon commandé par le signal principal, il serait en mesure d'accomplir sa manoeuvre.

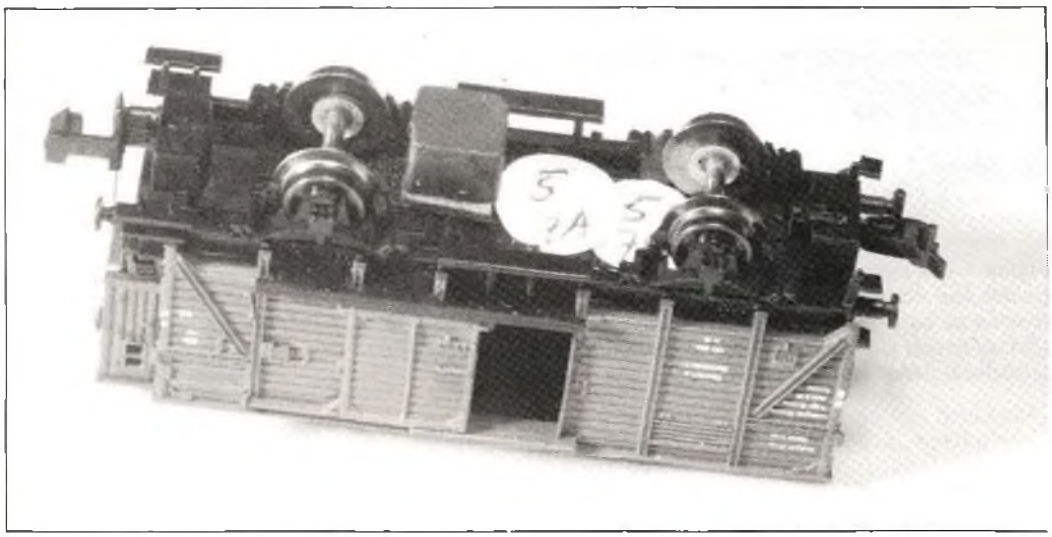


Figure 1 - Grâce à un aimant disposé sous la locomotive ou sous la dernière voiture du convoi, ainsi qu'à deux contacts à lame souple (Reed) fixés le long de la voie, vos trains pourront manoeuvrer sur le tronçon de voie situé au-delà d'un signal fermé sans compromettre la sécurité du trafic.

CONCEPTION D'UN CIRCUIT DE PONTAGE

Il faudrait qu'à l'extrémité du tronçon opposée au signal, un interrupteur active un circuit de pontage qui rétablirait le courant sur le tronçon. Cet interrupteur devrait être commandé par le passage du train qui manoeuvre en gare. Imaginez cependant qu'un train accomplisse cette manoeuvre et qu'un autre train se présente au même moment devant le signal fermé. Ce train franchirait le signal fermé puisque le tronçon de voie est alimenté en courant. La collision des deux trains serait alors inévitable.

IL EST DONC INDISPENSABLE DE PRÉVOIR UN DEUXIÈME INTERRUPTEUR À HAUTEUR DU SIGNAL PRINCIPAL. CET INTERRUPTEUR SERA ACTIONNÉ PAR LE TRAIN QUI S'APPROCHE DU SIGNAL FERMÉ

Il est donc indispensable de prévoir un deuxième interrupteur à hauteur du signal principal. Cet interrupteur sera actionné par le train qui s'approche du signal fermé. Il aura pour fonction d'interrompre l'alimentation du tronçon de voie dans le cas où le signal principal est fermé et qu'un autre train manoeuvre à contre-voie.

Pour réaliser ce dispositif, il faut donc deux interrupteurs disposés le long de la voie, en complément au signal principal. Dans le sens normal de la circulation, S2 est le premier interrupteur que le train rencontre à hauteur du signal, tandis que S1 se trouve à l'autre extrémité du tronçon.

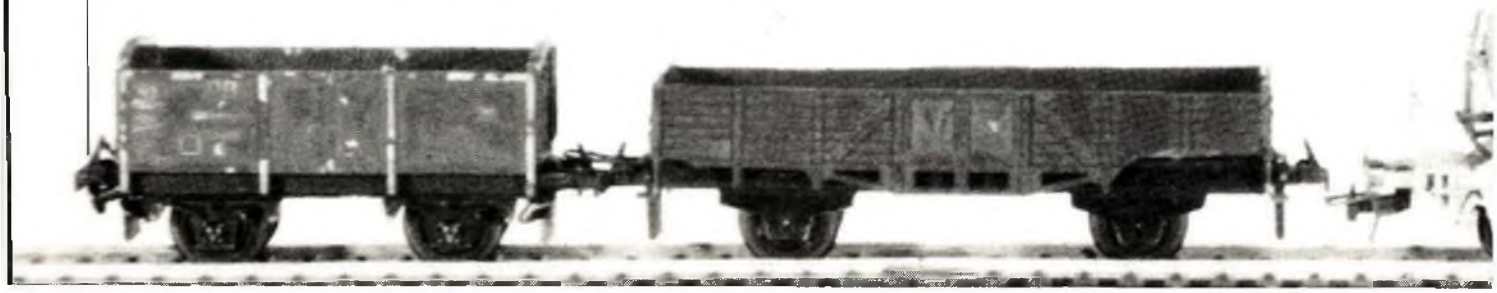
COMMENT CELA FONCTIONNE-T-IL ?

Dans le circuit de pontage de la **figure 2**, le circuit intégré 555 n'est plus utilisé dans la fonction de multivibrateur monostable ou astable comme c'est très souvent le cas. Lorsqu'on emploie le 555 comme temporisateur, on se base sur le temps de charge ou de décharge d'un condensateur dont la tension aux bornes varie entre 1/3 et 2/3 de la tension d'alimentation.

Ici par contre on exploite la bascule bistable intégrée de ce composant. Pour empêcher le circuit d'osciller, on raccorde la broche 6 à la masse par les résistances R3 et R1. Par conséquent, la tension à laquelle est maintenue l'entrée de seuil haut est de loin inférieure aux 2/3 de la tension d'alimentation. Le comparateur 1 n'est donc pas activé.

D'autre part, la broche 2 est raccordée à la tension d'alimentation à travers les résistances R4 et R2. La tension de l'entrée de seuil bas est donc nettement supérieure au 1/3 de la tension d'alimentation et le comparateur 2 n'est pas activé, lui non plus.

Pour éviter qu'à la mise sous tension la bascule bistable n'adopte un état indéfini, le



COMMENT FAIRE POUR MANOEUVRER VOTRE TRAIN AU-DELÀ D'UN SIGNAL FERMÉ ?

réseau constitué par la résistance R5, le condensateur C3 et la diode D1, maintient l'entrée d'initialisation du circuit intégré à un niveau bas durant environ 56 ms. A la mise sous tension, la sortie de la bascule est donc toujours au niveau logique "0". Comme la sortie du circuit est inverseuse, le niveau logique de la sortie (broche 3) de même que celui de la décharge du condensateur (broche 7) sont au niveau logique "1". Le bobinage du relais n'est donc pas excité puisqu'il n'est pas soumis à une différence de potentiel. Ses contacts restent ouverts et le tronçon de voie n'est pas alimenté en courant.

Supposons qu'un train manoeuvre à contre-voie. Il arrive en premier lieu à hauteur de l'interrupteur S1 qui se ferme. En jetant un coup d'oeil sur la figure 2, vous constaterez que dans ces conditions, la broche 6 est connectée à la tension d'alimentation par la résistance R3. La tension de cette broche est dès lors portée à un potentiel supérieur aux 2/3 de la tension d'alimentation. La bascule est activée et la sortie 3 du circuit intégré passe au niveau logique 0. Le relais fonctionne, et la fermeture de ses contacts alimente le tronçon de voie : le train peut accomplir sa manoeuvre. Simultanément, la diode D2 s'allume pour signaler que le tronçon de voie est sous tension malgré la fermeture du signal principal.

SIMULTANÉMENT, LA DIODE D2 S'ALLUME POUR SIGNALER QUE LE TRONÇON DE VOIE EST SOUS TENSION MALGRÉ LA FERMETURE DU SIGNAL PRINCIPAL

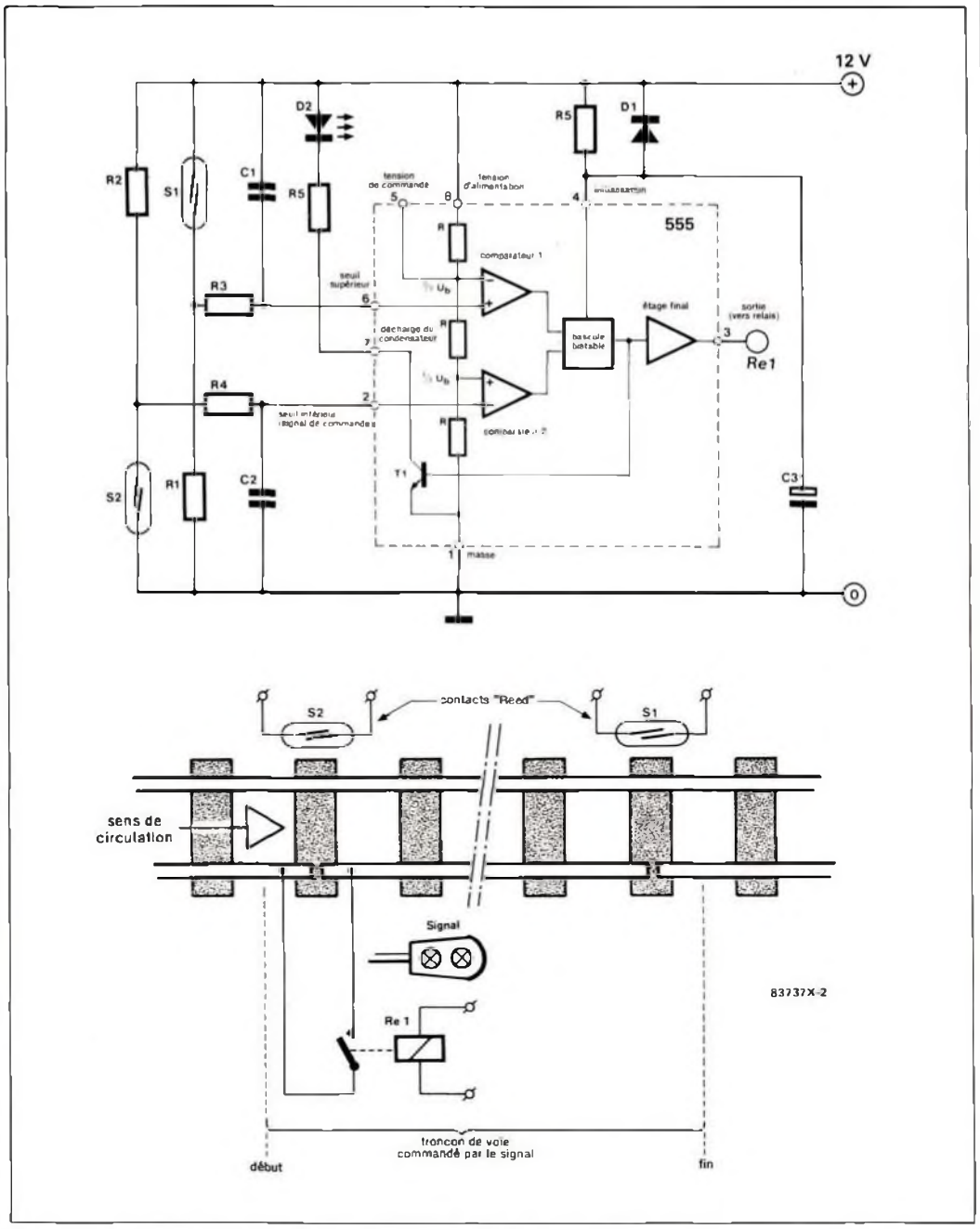
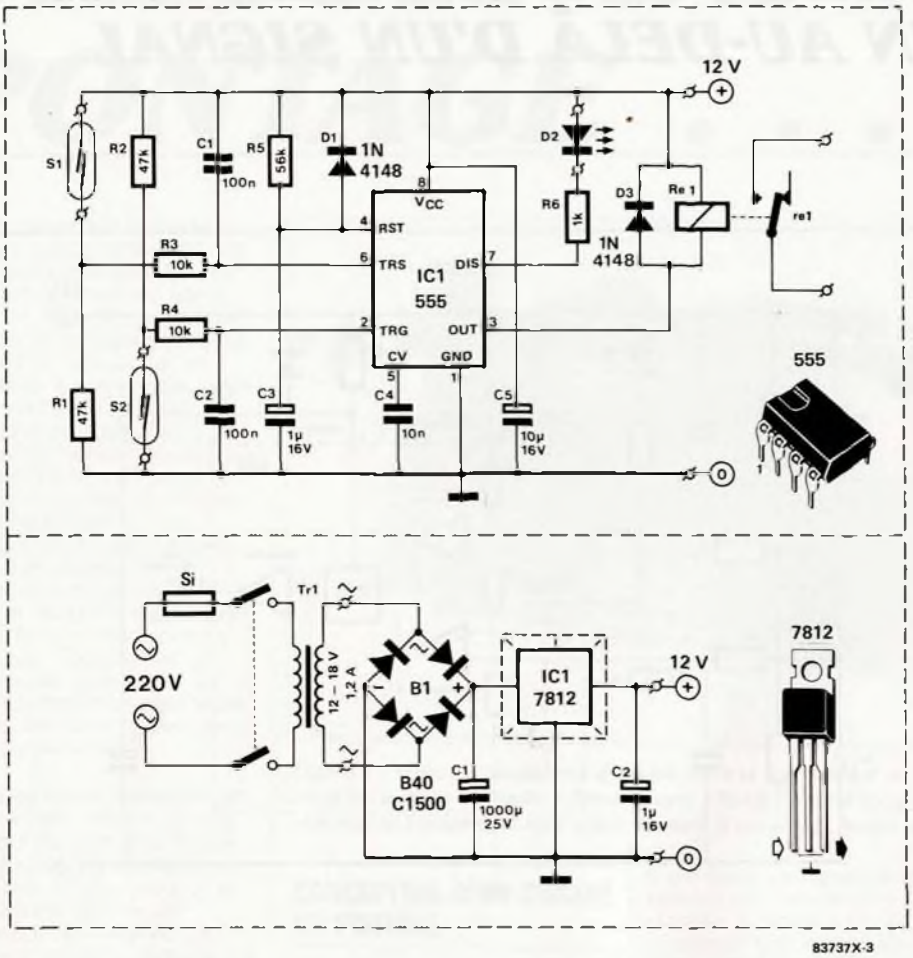


Figure 2 - Schéma partiel destiné à faire comprendre le fonctionnement de la bascule bistable du circuit intégré temporisateur 555.
Schéma du tronçon de voie situé au-delà d'un signal. Remarquez l'emplacement des interrupteurs "Reed".



le circuit de pontage

R1,R2 = 47 kΩ
R3,R4 = 10 kΩ
R5 = 56 kΩ
R6 = 1kΩ
C1,C2 = 100 nF (film)
C3 = 1 µF/16 V
C4 = 10 nF (film)
C5 = 10 µF/16 V
D1,D3 = 1N4148
D2 = LED
IC1 = 555 (la version CMOS ne convient pas)

Divers:
S1,S2 = interrupteurs à lame souple (contacts "Reed")
platine d'expérimentation de format 1
Re = relais 12 V/280 Ω, un contact de travail (par exemple : relais encartable Siemens V23027-A0002-A101)

l'alimentation

C1 = 1000 µF/25 V
C2 = 1µF/16 V
IC1 = 7812 avec radiateur
fusible avec porte – fusible
1 pont redresseur B40C1500
picots à souder 1,2 mm
fil de câblage
1 transformateur d'alimentation
U_{sec} : 12 . . . 18 V/1,2 A

Figure 3 - Dans ce circuit, le temporisateur 555 n'est pas utilisé dans sa fonction habituelle. Ici on ne fait pas appel à la fonction de temporisation, mais à la bascule bistable contenue dans le composant.

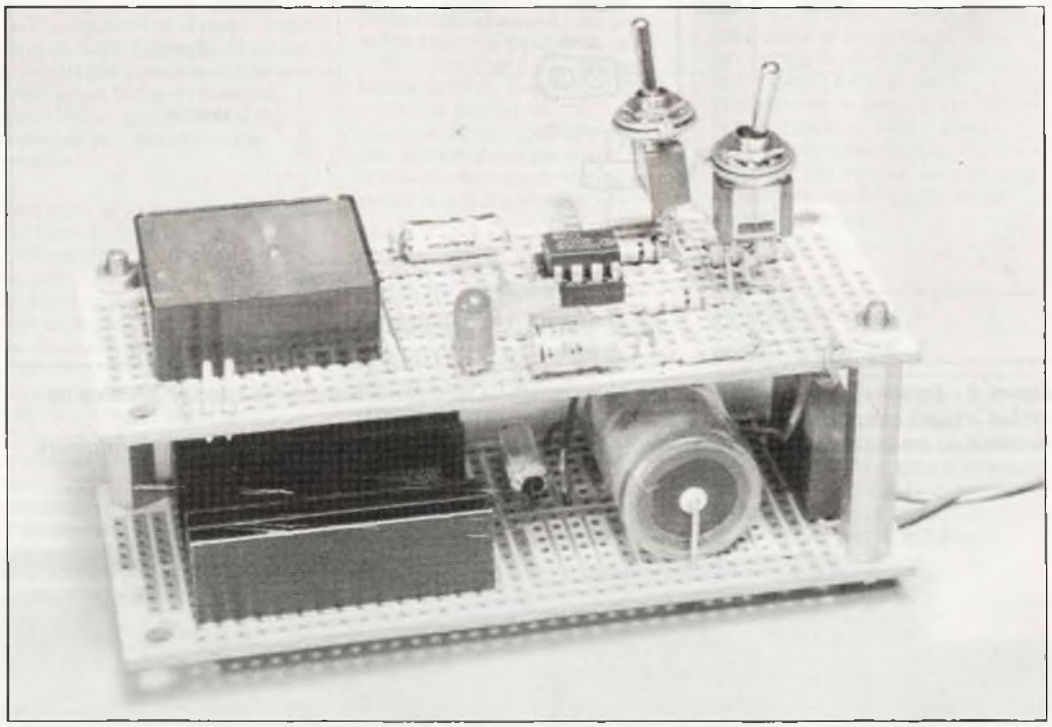
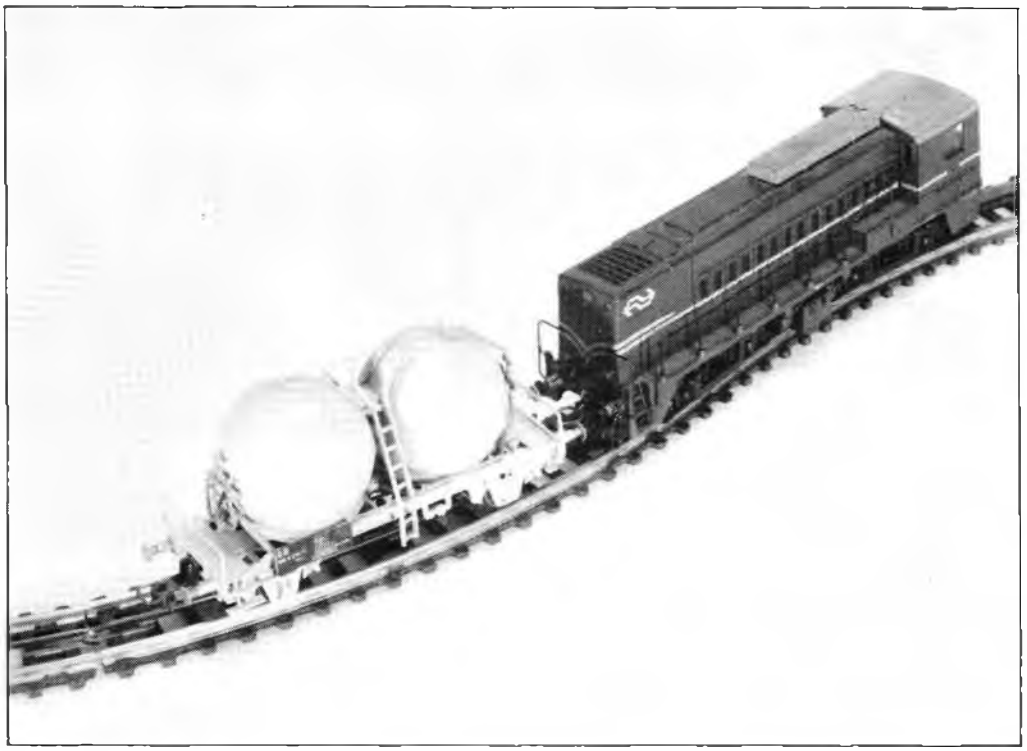


Figure 4 - Les entretoises permettent d'assembler la platine de l'alimentation et celle d'une, ou de plusieurs circuits de pontage.

Un train venant dans le sens normal de circulation atteint le signal principal et ferme au passage, l'interrupteur S2. Le schéma de la figure 2 nous montre que dans cette configuration, la broche 2 du circuit intégré est reliée à la masse par la résistance R4. La tension de cette broche devient inférieure au 1/3 de la tension d'alimentation. L'impulsion négative qui résulte de la fermeture de S2 commande le retour de la bascule vers son état stable antérieur. *Le train qui circule dans le sens normal rétablit la fonction normale du signal principal.* La sécurité du trafic est donc rétablie grâce à l'interrupteur S2.

LA CONSTRUCTION

La construction de ce circuit ne présente pas de difficultés particulières. La photo de la **figure 4** vous montre comment relier mécaniquement l'alimentation et le circuit. Plusieurs circuits pourraient être accumulés de cette façon. Les interrupteurs S1 et S2 sont des contacts à lame souple actionnés par un petit aimant



fixé sous la locomotive ou sous la dernière voiture du convoi. Le régulateur de tension 7812 de l'alimentation permet d'alimenter une vingtaine de circuits de pontage du signal principal.

L'ALIMENTATION

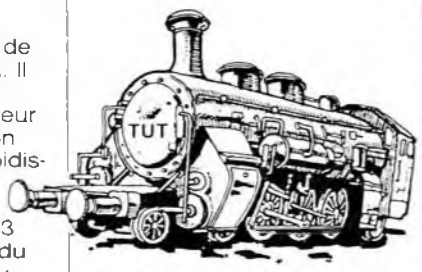
Si vous utilisez un transformateur séparé pour alimenter les circuits de pontage, choisissez un modèle 12 V ... 18 V/1,2 A (**figure 3**). Un exemplaire du circuit de pontage consomme 50 mA au maximum. Si votre transformateur délivre 1,2 A, l'alimentation sera capable de fournir du courant à 20 circuits de pontage simultanément.
Si vous ne souhaitez pas utiliser un transformateur destiné uniquement aux circuits de pontage, vous pouvez simplement prélever la tension alternative sur le réseau d'éclairage de votre circuit ferroviaire.

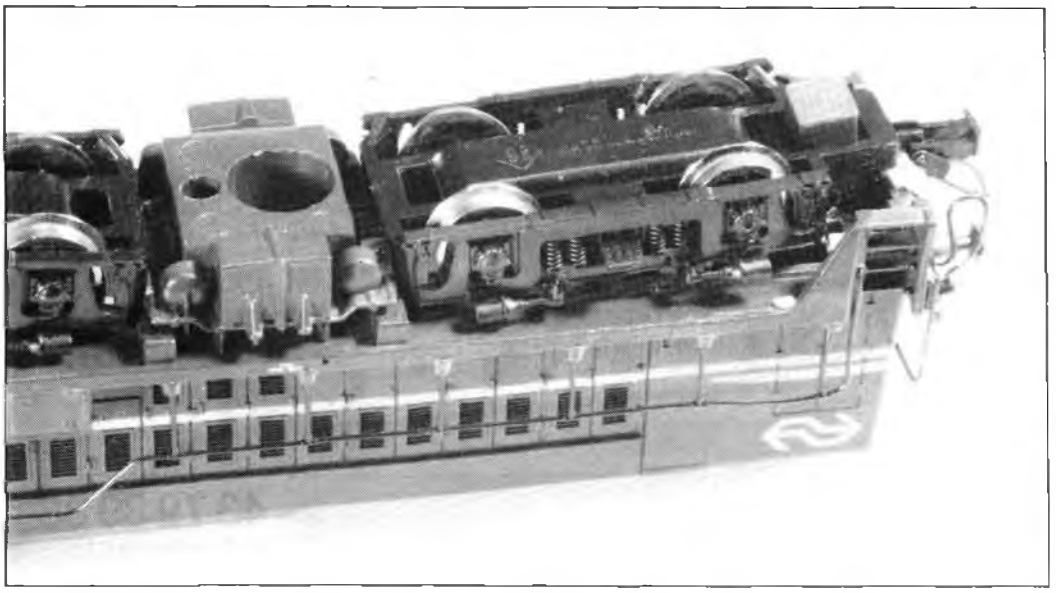
Le pont redresseur utilisé (B40C1500) est capable de fournir un courant de 1 A. Le condensateur C1 effectue le lissage de la tension redressée tandis que C2 atténue l'ondulation résiduelle. Le régulateur de tension 7812 est capable de fournir un courant de 1 A. Il faut veiller à mettre de la pâte conductrice de chaleur entre le composant et son radiateur afin que le refroidissement soit efficace.

La fonction de la diode D3 est de protéger la sortie du 555 lors de l'ouverture du relais. La tension induite à ce moment dans la bobine du relais est dangereuse pour le circuit intégré.

Le condensateur C5 joue le rôle de tampon pendant la commutation. Il fournit un courant supplémentaire sans lequel la tension diminuerait trop.

N'hésitez pas à construire ce circuit : il vous procurera pleine satisfaction et rendra votre circuit ferroviaire plus réaliste.





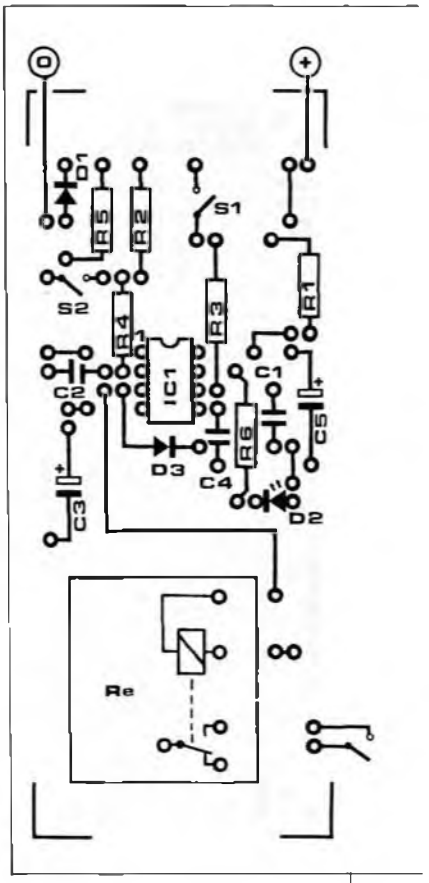
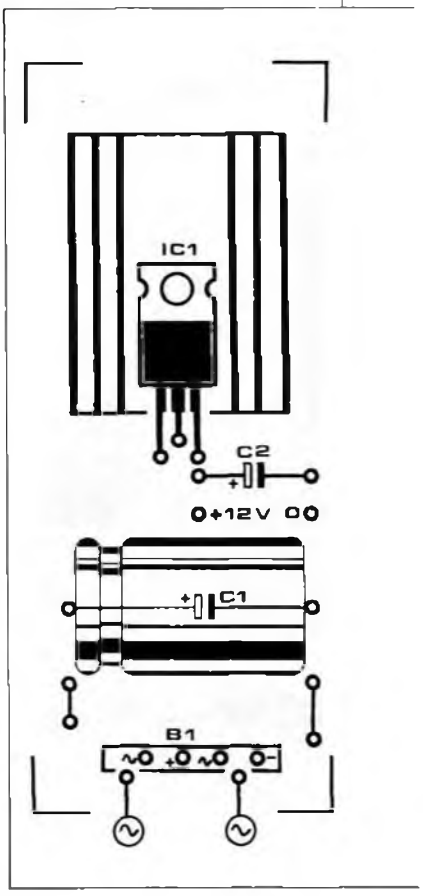


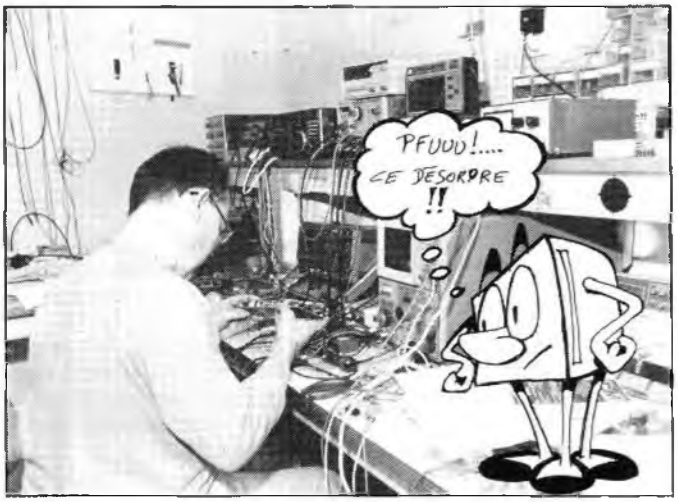
Figure 5 - Schémas d'implantation des composants du circuit de pontage et de l'alimentation. Si vous installez les composants de la manière qui est illustrée sur ces schémas, le fonctionnement du circuit de pontage ne posera aucun problème.



ELEXPÉRIENCE

problèmes de rangement

La pratique de l'électronique, comme d'ailleurs celle de la canne à pêche ou du tir à l'arc, pose aux adeptes le problème du rangement des accessoires nombreux et de petite taille. Où mettre les résistances, les condensateurs, les diodes, les transistors, les circuits intégrés, les potentiomètres, les bornes et connecteurs en tous genres? Quel système de rangement adopter pour que l'encombrement soit aussi réduit que possible, tout en garantissant un accès rapide et facile? On pense bien sûr aux boîtes de toutes sortes : boîtes à chaussures, boîtes à cigares (excellent système, mais laissez à d'autres le soin de fumer les cigares!), boîtes à clous ou à vis, boîtes à savon... On peut commencer aussi par un banal système d'enveloppes sur lesquels on note le contenu au feutre en caractères gras, en attendant d'avoir fait les économies qui permettront d'acquérir un de ces splendides casiers à tiroirs comme ceux qui tapissent les murs des magasins de composants électroniques. Splendides, ces casiers à tiroirs le sont incontestablement; mais pourquoi sont-ils aussi horriblement chers?



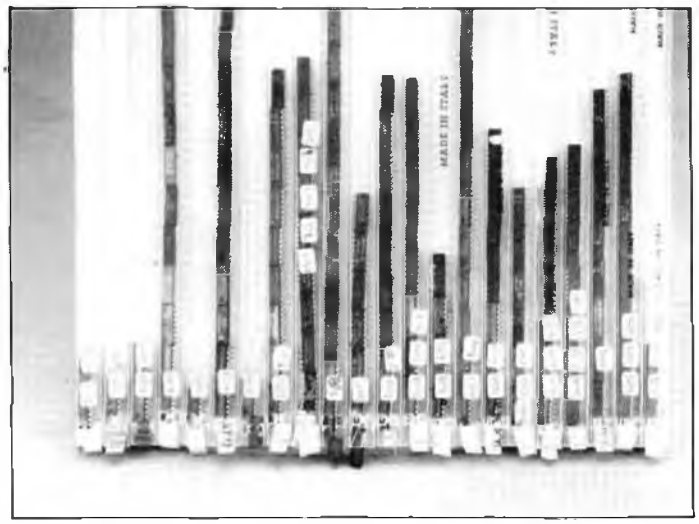
LE POTAGER ...

Si vous avez des moyens financiers limités, il est exclu que vous puissiez investir des sommes importantes dans des rangements assez vastes pour recevoir *TOUS* vos composants, circuits intégrés y compris. Vous vous limiterez à un ou deux casiers à tiroirs, pour les résistances, les condensateurs, la visserie, les petits connecteurs, interrupteurs et commmutateurs et les petits semi-conducteurs (diodes, triacs, thyristors, ...).

Pour les circuits intégrés, nous vous proposons ici deux façons de procéder qui ont fait la preuve de leur efficacité.

La première consiste à prendre une grande plaque de polystyrène expansé (récupérée ou achetée) de 80 ou 90 cm de long et d'une soixante de centimètres de large. Disposez cette plaque horizontalement après en avoir recouvert la moitié gauche ou droite d'une feuille d'aluminium (d'emballage) collée. Puis tracez-y, à l'aide d'une latte ou d'une grade règle et au feutre indélébile, une grille qui délimitera des rectangles de 8 à 10 cm sur 6 cm environ. Il vous suffira ensuite de trier vos circuits intégrés par familles et par types, et de les planter sur la plaque, dans les cases où vous aurez inscrit au préalable la référence correspondante: par exemple 741, 555, TL084, etc. Les cases de la partie de la plaque recouverte par la feuille d'aluminium sont réservées aux familles de circuits intégrés réalisés en technologie MOS. Fixez la plaque au mur à proximité immédiate de votre plan de travail. Vue de loin, cette plaque ressemble à un jardin potager recouvert d'une couche de neige d'où émerge la pointe de quelques gros légumes...

Vous pouvez imaginer vous-mêmes de nombreuses variantes de ce dispostif.



... ET LA FLUTE DE PAN

Le deuxième système consiste à fabriquer une espèce de distributeur de circuits intégrés. Récupérez chez votre marchand de composants familier quelques tubes en plastique (antistatique) dans lesquels lui sont livrés les circuits intégrés. Découpez ces tubes profilés en barres de 30 ou 40 cm de long, et collez-en quelques dizaines en parallèle et jointives sur une plaque de carton. Puis de l'autre côté de la même plaque, procédez de la même manière en prenant soin de disposer les tubes de la deuxième couche à angle droit par rapport à ceux de l'autre couche, de telle sorte que l'ensemble devienne parfaitement rigide. Inscrivez les références des circuits intégrés courants sur les tubes (avec des étiquettes auto-collantes ou un feutre indélébile), et le tour est joué; il ne reste plus qu'à trier les circuits intégrés et à les ranger dans les tubes. La plaque de rangement à tubes ainsi réalisée restera toujours à portée de main à côté ou sur votre table de travail.

Au laboratoire d'ELEX, ce système est utilisé pour ranger les circuits intégrés déjà utilisés (et encore utilisables). En raison de sa forme, nous appelons cet objet "la flûte de Pan".

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 43 79 39 88
Télex 216 328 F - Ouvert de 9 h 30 à 12 h et de 14 h à 19 h
Fermé le Lundi.

L'ÉLECTRONIQUE ET VOTRE SÉCURITÉ

Nos lecteurs savent tous que l'électricité présente des risques graves d'incendie, d'explosion et surtout d'électrocution. Mais êtes-vous bien conscients des risques que vous courez et que vous faites courir à d'autres ?

Votre corps est lui-même un générateur d'électricité (cerveau, muscles, coeur). On parvient à enregistrer les courants qui proviennent du cerveau de l'ordre de 10^{-6} V. Pour le coeur, ce sont des courants de l'ordre du millivolt. Il est donc assez logique que ce générateur perde les pédales quand on lui fait jouer le rôle de récepteur en le faisant traverser par des courants étrangers, et qui plus est d'une intensité extrêmement forte.

Le risque majeur de l'électricité réside dans l'action des courants électriques sur les deux fonctions vitales de l'organisme : la respiration et la circulation. Outre les brûlures internes ou externes, les courants électriques peuvent provoquer sur le corps humain des phénomènes tels que la tétanisation des muscles ou du diaphragme, ou encore la fibrillation ventriculaire (dérèglement de l'activité cardiaque).

Voici quelques chiffres qui peuvent donner une certaine idée du danger. Attention ! Le problème est complexe, certains aspects sont encore mal connus, et les risques varient en fonction du type de courant et des conditions dans lesquelles il est subi, notamment la durée. La limite de perception du passage du courant électrique est variable d'un sujet à l'autre; certains perçoivent des courants de moins d'1 mA, alors que d'autres restent insensibles jusqu'à 2 mA ou plus. La contraction musculaire (rester "collé") intervient chez les uns à moins de 10 mA, alors que d'autres restent maîtres de leurs gestes à des intensités bien supérieures. La contraction peut déboucher (si l'on peut dire) sur un arrêt respiratoire pour des intensités de l'ordre de 20 à 30 mA. Le seuil de fibrillation ventriculaire ce situe entre 70 et 100 mA.

Plaisantez, oui, mais pas avec ces choses-là

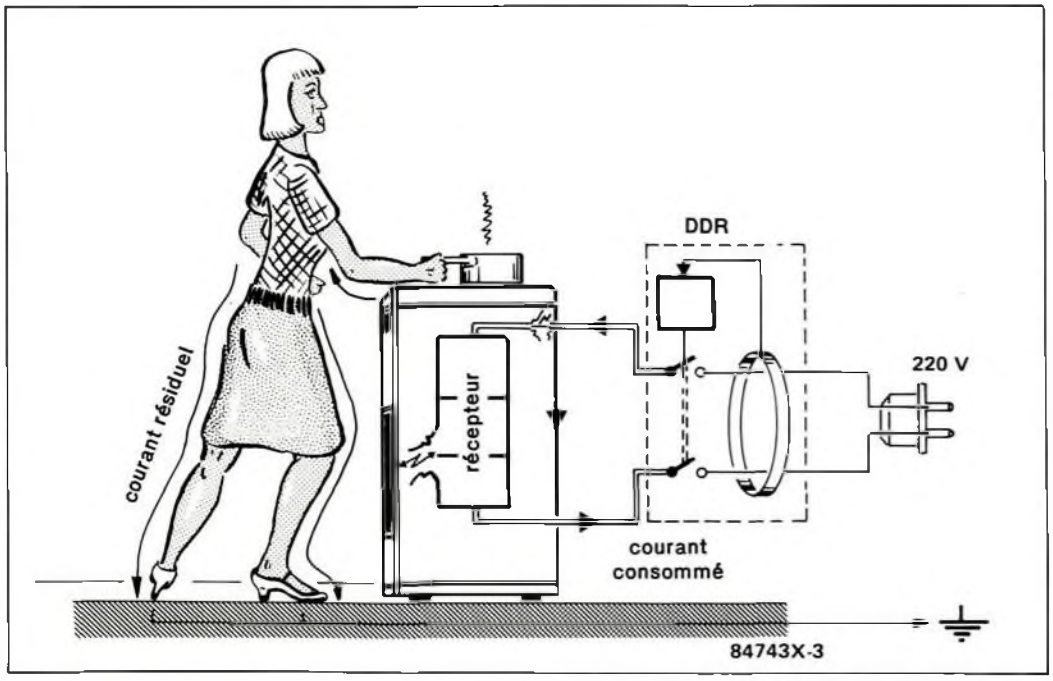
Notez que les risques encourus avec le courant alternatif et le courant continu sont d'une gravité comparable quand l'intensité est forte (500 mA); le courant continu n'est moins dangereux que le courant alternatif qu'à faible intensité. La plage de fréquence de 50 à 60 Hz est d'ailleurs la plus dangereuse qui soit, si l'on excepte les 16 2/3 Hz utilisés sur les chemins de fer suisses.

Il n'est pas question ici d'entreprendre un cours de secourisme, mais profitons néanmoins de l'occasion pour préciser qu'en cas d'accident, il faut d'abord et immédiatement chercher à couper le courant électrique, puis appeler des secours spécialisés et pratiquer le bouche-à-bouche et/ou le massage cardiaque si nécessaire et si possible.

L'électrisation peut se produire par contact **direct** (avec 2 conducteurs, ou avec 1 conducteur actif et la terre) ou par contact **indirect** avec des masses mises accidentellement sous tension, et la terre.

Dans la pratique quotidienne de l'électronique telle que nous la connaissons, le risque de contact direct avec les conducteurs est grand, mais celui du contact indirect ne l'est guère moins. Les masses (coffrets et organes de commande des appareils) peuvent être portées accidentellement à des différences de potentiel élevées soit par rapport à la terre, soit par rapport à d'autres masses et constituent alors un grave danger pour les utilisateurs.

Il faut savoir que dans le cas d'un contact direct, quel que soit le régime de neutre, le courant qui retourne à la source est celui qui traverse le corps humain. Le meilleur moyen de rendre inoffensif le contact direct est de ramener la tension en dessous d'un seuil dit de sécurité, soit 25 V. Comme on ne peut se passer de tensions supérieures qu'au prix de dépenses souvent prohibitives, il faut se plier à des règles strictes d'isolation des parties actives. Il importe de prendre aussi des **mesures préventives** pour le cas où les règles sont enfreintes, en prévoyant notamment un dispositif de sécurité infaillible connu sous le nom de différentiel à courant résiduel à haute sensibilité. Un tel DDR assure la protection des personnes en décelant et coupant le courant de défaut dès son apparition.



Lorsqu'un courant circule à travers l'un seul des deux conducteurs et pas à travers l'autre, il passe par des masses conductrices normalement isolées et circule à travers le corps humain. Un DDR est capable de détecter la présence d'un tel courant de défaut.

Vous voyez ce que je veux dire ?

Un dispositif différentiel résiduel (DDR) est un dispositif de

mesure muni d'un capteur tore entourant les conducteurs actifs. Les conducteurs actifs sont l'ensemble des conducteurs affectés à la transmission de l'énergie électrique, y compris le neutre.
La fonction du différentiel est, comme son nom le laisse entendre, la détection d'une différence de courant entre les deux conducteurs, ou plus exactement d'un courant résiduel (qui circule dans l'un mais pas dans l'autre conducteur). L'existence d'un courant différentiel résiduel résulte d'un défaut d'isolement entre un conducteur actif et une masse ou la terre. **Une partie du courant emprunte un chemin anormal, généralement la terre, pour retourner à la source.**

Un dispositif différentiel ne limite pas le courant, mais il le coupe avant qu'il ne devienne vraiment dangereux.
On entend ici par masse toute partie conductrice susceptible d'être touchée, normalement isolée des parties actives, mais pouvant être portée accidentellement à une tension dangereuse.
Il importe de distinguer les notions de courant différentiel résiduel (la valeur efficace de la somme vectorielle des courants parcourant tous les conducteurs actifs d'un circuit en un point de l'installation) ...
- ... (glurp)
- Vous êtes encore là ?
- Mmm ...
- Bravo, en plus simple, ça veut dire que quand il n'y a pas de défaut, la somme vectorielle est nulle puisqu'aucun courant ne prend la tangente) ...

Nous disions donc qu'il faut distinguer les notions de courant différentiel résiduel et de courant différentiel résiduel de fonctionnement (valeur du courant différentiel résiduel provoquant le fonctionnement du dispositif).

Quand vous aurez fini de lire cet article...

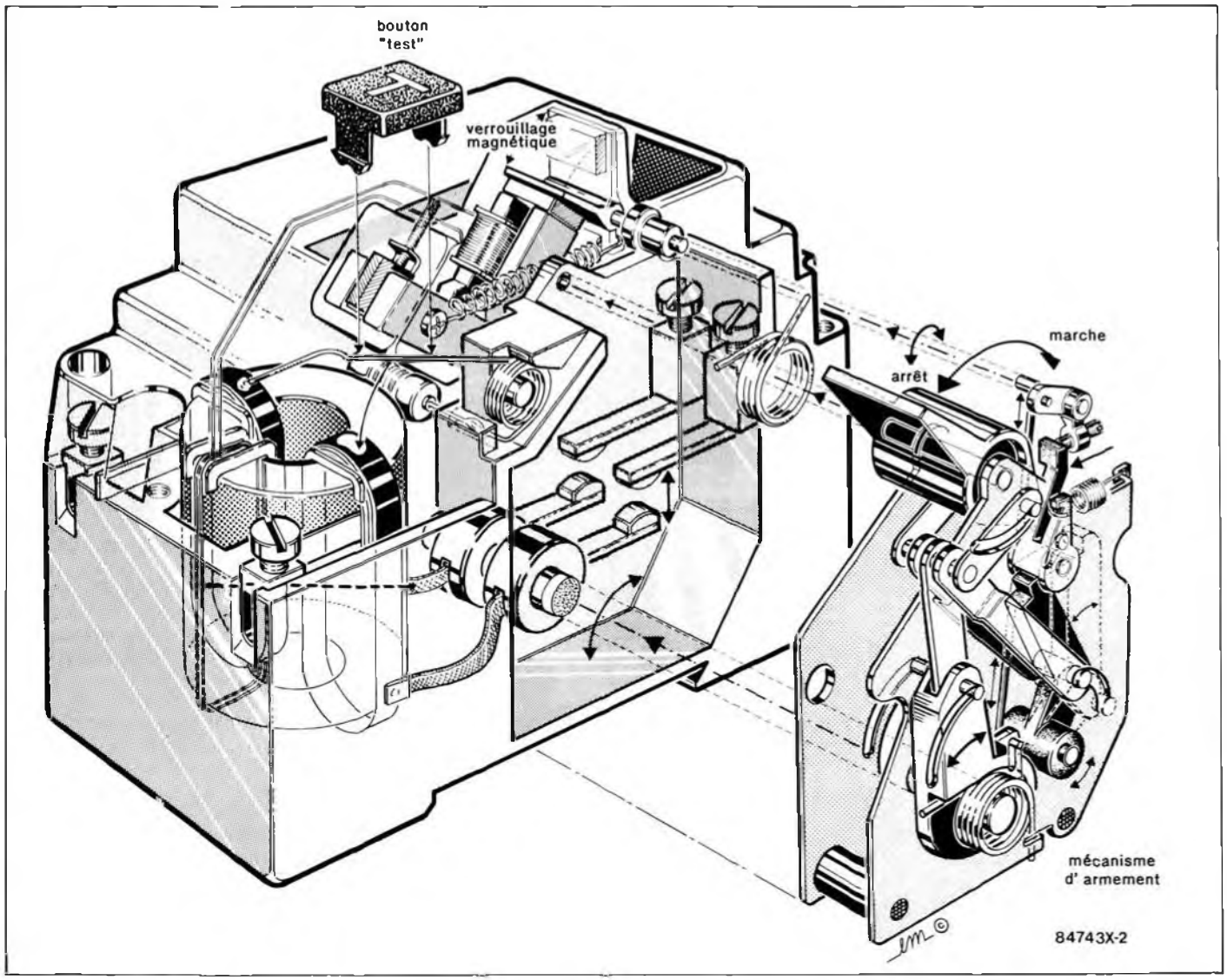
... la première chose à faire est donc de monter un DDR sur votre établi d'électronicien. Choisissez un disjoncteur différentiel de 5 à 10 mA. Nous vous conseillons d'ailleurs d'opter plutôt pour un modèle à courant de déclenchement de 5 mA.

L'essentiel des problèmes a trait à la tension alternative du réseau EDF (220 V); mais il convient de ne perdre de vue ni les risques de brûlure en cas d'échauffement lors de pannes, ni plus généralement les dangers d'incendie. Le problème est complexe, il n'a pas de solution unique.

Dans l'ensemble il faut proscrire le montage de transformateurs d'alimentation sur les circuits imprimés et préconiser partout où cela est possible l'utilisation de **blocs d'alimentation moulés, avec fiche électrique mâle incorporée**, ceux-là même qui se sont répandus il y a quelques années sous la forme d'alimentations pour les calculatrices de table et que l'on trouve maintenant aussi comme accessoires pour les jouets, les micro ordinateurs, les lampes de poche, les outils, etc.

L'isolation en classes

Il y a deux classes d'isolation; leur but est d'**obtenir que sur l'appareil à isoler, boîtier fermé, il ne subsiste aucun risque pour l'utilisateur d'entrer en contact avec des organes de commande, des connecteurs, des fiches ou des**



Vue éclatée d'un dispositif différentiel résiduel. A gauche on reconnait le capteur cylindrique sur lequel passent les deux conducteurs reliés au double interrupteur situé en bas au milieu, ainsi que l'enroulement secondaire qui détecte l'asymétrie provoquée par le courant résiduel. Le schéma de principe d'un DDR est donné sur la page suivante.

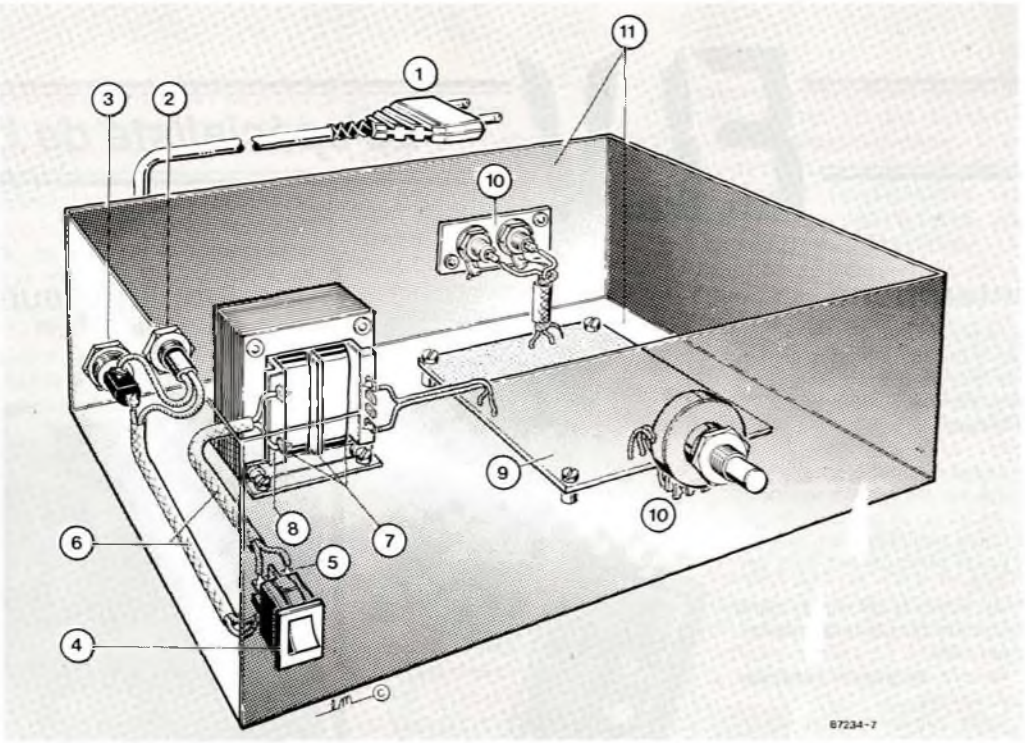
parties du coffret de l'appareil lui-même, conduisant des tensions dangereuses.

L'isolation en classe I entre les conducteurs de la tension du secteur et les masses normalement isolées (c'est-à-dire les organes de commande, le coffret de l'appareil lui-même, etc) doit être telle qu'elle puisse résister à une tension de test dont la valeur de crête est de **2120 V**. Pour éviter la formation de tensions disruptives (arcs électriques) il importe de ménager un espace de **3 mm au moins** entre toutes les parties d'un circuit conduisant les tensions dangereuses. **La mise à la terre des masses est impérative en classe I.**

L'isolation en classe II, signalée sur les appareils de fabrication industrielle par un symbole fait de deux carrés concentriques, entre les conducteurs de la tension du secteur et les masses normalement isolées (organes de commande, coffret de l'appareil, etc) doit être telle qu'elle puisse résister à une tension de test dont la valeur de crête est de **4240 V**. Pour éviter la formation d'arcs électriques, il importe de ménager un espace de 6 mm au moins entre toutes les parties d'un circuit conduisant les tensions dangereuses. **En classe II, la mise à la terre n'est pas nécessaire.**

En pratique

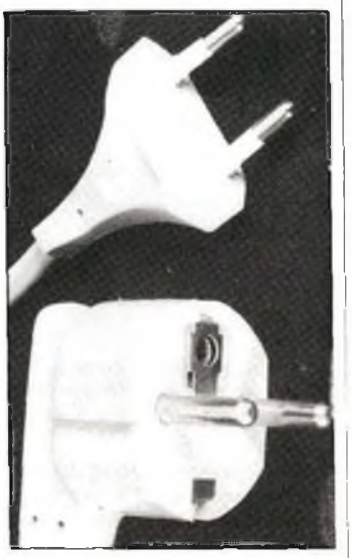
Par «espace» on entend la plus courte distance (par l'air ou à travers l'isolant) entre les conducteurs ou entre le conducteur et la masse normalement isolée mais accessible à l'utilisateur; il importe que cette distance ne soit inférieure en aucun point de l'appareil au minimum indiqué. En règle générale, on doit toujours chercher à séparer le mieux possible du reste du circuit les parties du circuit véhiculant les tensions dangereuses par des barrières électriques et mécaniques. Nous vous recommandons d'utiliser aussi souvent que possible des embases pour fiches de cordon secteur munies d'un porte-fusible et, si possible, d'un robuste interrupteur marche/arrêt conçu comme tel (et non pas un simple interrupteur de signal). Vérifiez que ces composants portent l'estampille d'au moins un des organismes européens de normalisation: NF pour la France, VDE pour la RFA, KEMA pour les Pays-Bas, ou ÖVE pour l'Autriche, par exemple.

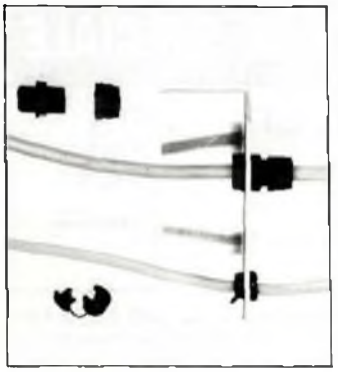


Les points importants lors de la réalisation d'appareils alimentés par le secteur. 1 : Le cordon est bifilaire en classe II, trifilaire en classe I. Ne le confectionnez pas vous-même. Prenez des cordons à prise mâle moulée. 2 : La traversée de la paroi du coffret est isolante et fait office de dispositif anti-traction. 3 : Le porte-fusible est accessible de l'extérieur et porte la mention de la valeur du fusible à utiliser. Indiquez aussi la valeur et la nature de la tension de service. 4 : L'interrupteur marche/arrêt sera de préférence entièrement en matière plastique. 5, 7 et 8 : L'écart entre les bornes sera de 3 mm en classe I et de 6 mm au moins en classe II, de même qu'entre chacune des bornes et les masses conductrices normalement isolées. 6 : Le fil de câblage utilisé pour les tensions dangereuses sera d'une section d'au moins 0,75 mm et sa gaine isolante, double de préférence sera épaisse d'au moins 0,4 mm. 9 : Les platines doivent être fixées solidement. 10 et 11 : Les masses métalliques, y compris les organes de commande seront toutes reliées à la même prise de terre en classe I. Si le circuit primaire est isolé en classe I, utilisez un coffret non métallique.

Soyez circonspects, une inscription peut se révéler trompeuse! Prenons par exemple les inverseurs et interrupteurs à levier miniature d'origine japonaise. Ils portent souvent la mention «250 V»; mais la disposition de leurs bornes ne respectent ni l'écart de 3 mm, ni a fortiori celui de 6 mm. Les fabricants de tels composants ne trichent pas : ce qu'ils indiquent, c'est que ces interrupteurs supportent jusqu'à 250 V... et ceci n'implique nullement que nous soyons en présence d'interrupteurs pour le secteur. Nuance ! Si vous préférez les cordons d'alimentation fixes moins onéreux que les cordons amovibles avec fiche carrée (et une embase sur le coffret de l'appareil), il est absolument capital de prévoir un solide dispositif anti-traction. Il faut garantir une protection parfaite du fil et des points de connexion non seulement contre les tractions, mais aussi contre les torsions et les frottements. Le câblage de la partie 220 V de tout circuit demande un redoublement de soin. N'utilisez jamais de fil de moins de 0,75 mm², ni d'isolation de moins de 0,4 mm pour les tensions supérieures à 25 V.

Ne comptez jamais sur les soudures pour maintenir le cordon électrique en place : d'ailleurs il est interdit de souder un fil électrique du secteur directement sur un circuit imprimé : utilisez des cosses, des picots et de la gaine thermorétractile.





ELV

Le spécialiste de l'électronique

interphone

Interphone câblé (1 fil + masse) à plusieurs postes alimenté par pile de 9 V ou bloc secteur compact sur le poste principal

- signal d'appel à double tonalité sur les postes secondaires et sur le poste principal
- appel possible alors que le poste principal est hors service
- sur le poste principal, identification du poste appelant par LED
- liaisons de grande longueur possibles
- faible consommation, sonorité agréable
- les haut-parleurs font office de microphone
- coffrets ultra-plats sérigraphiés (non percé)

(FR403BKL) 315 FF

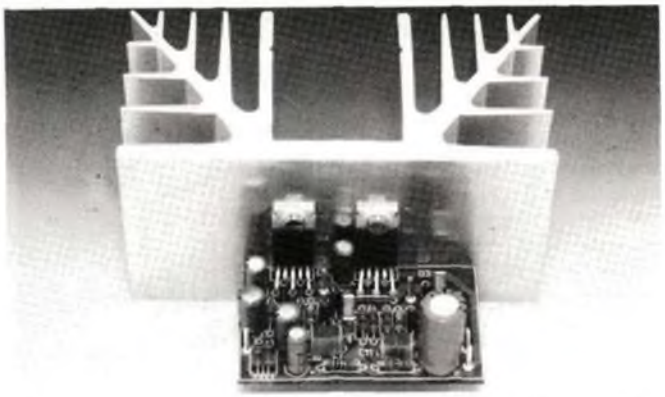
Amplificateur-correcteur vidéo

(voir ELEKTOR n° 121/122)

La copie de bandes vidéo entraîne une dégradation des signaux nettement perceptible. L'amplificateur-correcteur vidéo, avec ses quatre sorties parallèles, étend la plage de modulation et augmente ainsi le contraste des images copiées.
Deux organes de réglage permettent d'agir sur le piqué des contours et sur le gain (contraste) en fonction des exigences individuelles.

Kit complet (coffret inclus) **(FR324BKL) 199 FF**

Mini-amplificateur



Ce montage montre comment réaliser un mini-amplificateur de 30 W aux normes Hi-Fi, à haut rendement, avec quelques composants bon marché.

Cette puissance de 30 W déjà respectable et la plage de tensions d'alimentation de 12 V à 30 V qu'il accepte lui ouvrent un large champ d'applications, en voiture par exemple.

Kit complet avec radiateur (FR339 BKL) 150 FF

(ELEX n°5 – nov. 88)

Testeur de THYRISTORS et de TRIACS

Indispensable pour vérifier le bon fonctionnement des thyristors et des triacs récupérés ou de marque et de brochage inconnus.

Kit complet
(avec platine et boitier sérigraphiés et percés)
FR207BKL 158 FF

Vente par correspondance:
Paiement par chèque bancaire ou postal, mandat-lettre, carte bleue ou prélèvement.
Ajouter 30 F pour frais de port et d'emballage.
Nos prix s'entendent TVA incluse.

ATTENTION : REMISE SPÉCIALE EXCEPTIONNELLE

- **aux ÉLÈVES et aux ÉTUDIANTS** 10%
(sur présentation de leur carte de lycéen ou d'étudiant)

- **aux ÉCOLES** 25%
(bon de commande administratif)

ELV France - B.P. 40 - F-57480 SIERCK-LES-BAINS - France - ☎ (33) 82.83.72.13 - Fax: (33) 82.83.81.80

En classe I, l'emploi des embases pour cordon d'alimentation amovible est proscrit car il ne permet pas d'exclure le risque d'utilisation d'un cordon sans mise à la terre, ce qui est interdit dans cette classe d'isolation. En classe II, la double isolation permet d'utiliser un cordon avec ou sans mise à la terre.

Les accessoires

Lorsque l'appareil est en marche, cet état doit être signalé clairement par un voyant quelconque, une ampoule ou une LED témoin. Les fusibles, les selfs de choc, les condensateurs et les résistances de filtrage peuvent se trouver en amont de l'interrupteur principal. La norme ne l'impose pas, mais il est préférable de monter un fusible de primaire en amont de l'interrupteur marche/arrêt. De cette façon, la protection couvre aussi les défauts éventuels de l'interrupteur lui-même.

Utilisez pour effectuer la mise à la terre, du cordon à 3 fils dont un de couleur jaune/vert; **le dispositif anti-traction doit être conçu de telle sorte qu'en cas d'arrachement des fils, celui-là soit le dernier** (donc le plus long). La mise à la terre doit être systématique; il convient de n'omettre aucune des parties du coffret de l'appareil, notamment lorsque celui-ci n'est pas entièrement métallique (continuité des masses). Et n'oubliez pas non plus les axes métalliques des potentiomètres ou des commutateurs! Il convient peut-être de préciser ici pour dissiper d'éventuels malentendus que si vous isolez vos appareils en classe II (ce qui est recommandé dans la plupart des cas), vous pouvez néanmoins utiliser des coffrets métalliques.

Retenez aussi que deux masses simultanément accessibles doivent être reliées à une même prise de terre.

Sur les appareils de fabrication industrielle on trouve un certain nombre de mentions plus ou moins claires; sont obligatoires l'indication du type de fusible (F = rapide; T = retardé) et la valeur du courant, même lorsque le fusible est monté sur le circuit imprimé. A l'extérieur du coffret (mais pas sur le fond) doit apparaître un texte identifiant l'appareil (par exemple «alimentation universelle ELEX 88»), la valeur nominale de la tension d'alimentation (par exemple «220 V~») et sa fréquence (par exemple «50 Hz»). Si l'appareil ne fonctionne qu'avec une tension alternative, ceci doit être indiqué par le symbole «~».

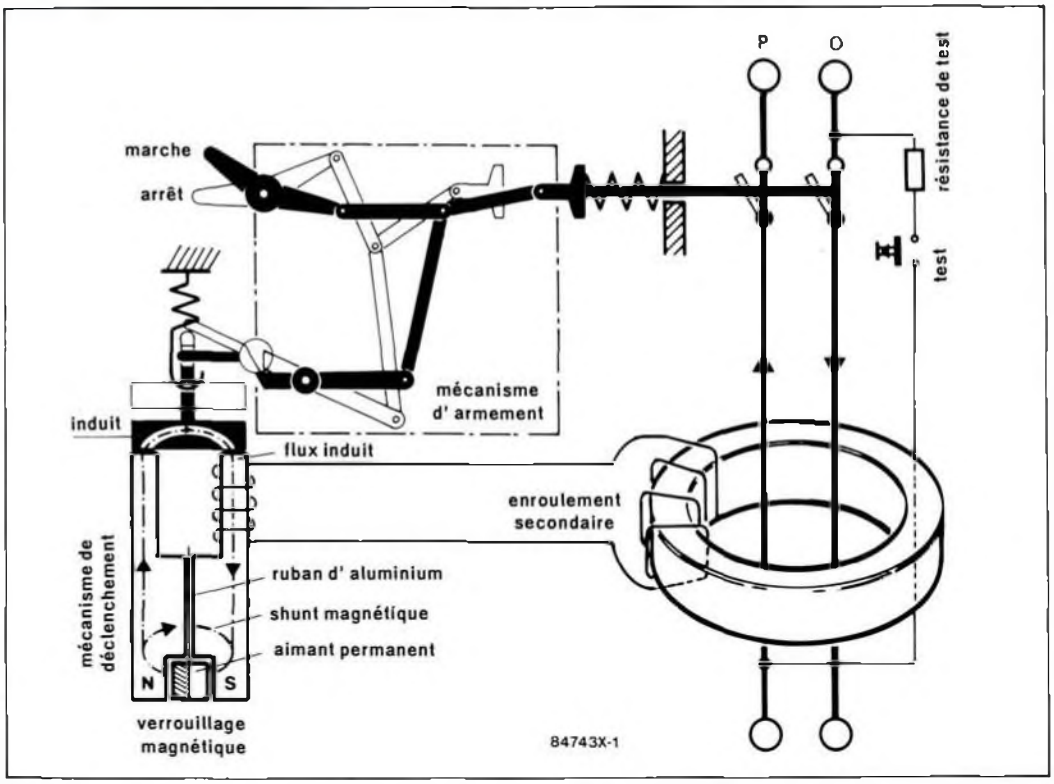
Rude épreuve

La sécurité de l'utilisateur ne doit pas seulement nous préoccuper dans le cadre du fonctionnement normal des appareils, mais aussi dans celui de pannes plus ou moins graves: ni un court-circuit d'entrée ni la destruction d'un redresseur, pour ne citer que ces deux exemples, ne doivent mettre l'utilisateur en danger. L'échauffement qui se produit en cas de panne grave et persistante ne doit pas représenter de risques de brûlure tant que le coffret de l'appareil reste fermé. Le choix de la valeur exacte d'un fusible, d'une construction mécanique robuste, d'une isolation adéquate, et d'un refroidissement bien dimensionné apparaît donc comme indispensable à l'obtention de conditions de sécurité satisfaisantes. Ne supprimez pas un fusible prévu sur le schéma! Si le transformateur a plusieurs enroulements secondaires, il n'est pas superflu de prévoir des fusibles (rapides) spécifiques pour chaque enroulement secondaire à défaut de quoi le risque d'échauffement excessif du transformateur est grand en cas de défaut sur l'un des enroulements secondaires.

La robustesse de la construction mécanique est un aspect important de la sécurité. Pour la tester, vous laisserez tomber l'appareil (sur ses pieds) plusieurs fois de suite d'une hauteur de 5 cm environ; ce mauvais traitement répété ne doit causer aucune perturbation du fonctionnement. Il en va de même pour des vibrations modérées (déplacements en voiture) qui ne doivent pas parvenir à déstabiliser la position des platines, du transformateur, des condensateurs, etc. En règle générale, préférez le vissage au collage. N'utilisez pas de matériaux douteux, susceptibles de dégager des gaz toxiques en s'échauffant. Raccourcissez les vis trop longues. Evitez de placer des orifices de ventilation à proximité des composants véhiculant les tensions dangereuses de manière à ce qu'il n'y ait aucun risque qu'un objet métallique introduit dans l'appareil par ces orifices n'entre en contact avec la tension du secteur.

Lorsque vous manipulez un appareil défectueux, notamment au moment de le démonter, débranchez le cordon d'alimentation. Ultérieurement, lorsque le moment sera venu de procéder à des relevés de mesures, vous le rebrancherez. Entre temps vous aurez soigneusement examiné les entrailles de l'appareil.

Le contenu du présent article a été établi avec le plus grand soin par la rédaction d'ELEX dont la responsabilité ne saurait être engagée en aucune manière, quant à l'exactitude des informations et aux conséquences qui pourraient découler d'une erreur ou d'une mauvaise interprétation.



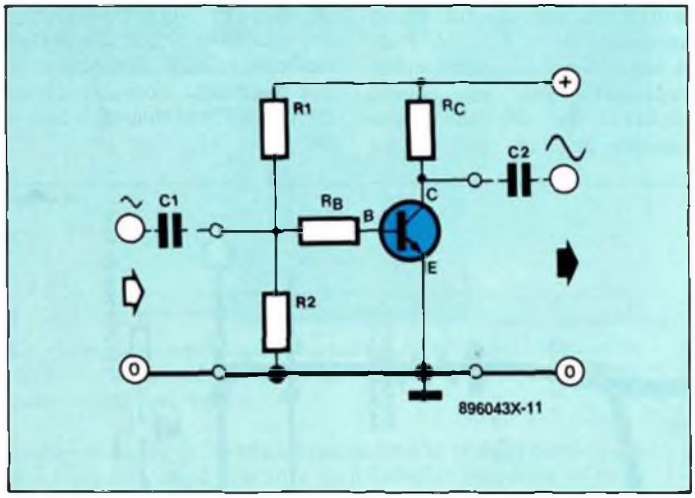
Principe du fonctionnement d'un différentiel. Nous reviendrons sur ce point précis dans un prochain numéro d'ELEX.

ANALOGIQUE ANTI-CHOC

4ème épisode

Ampère, Volta, Ohm, Graetz, Zener et les autres

Nous avons étudié dans le précédent épisode de la série ANALOGIQUE ANTI-CHOC un montage amplificateur complet.



Le tension alternative présentée par C1 à l'entrée de cet étage se trouve disponible, amplifiée à la sortie, sur C2. Notre premier travail a été de déterminer la valeur des résistances qui fixent le point de fonctionnement du circuit. On pourrait aussi bien l'appeler *le point de repos* puisqu'il s'agit de définir la tension que présente le circuit en l'absence de tension alternative de commande, c'est-à-dire en l'absence de signal à amplifier.

Le courant de collecteur s'en trouve fixé à une valeur telle que la tension de collecteur est la moitié de la tension d'alimentation.
La tension de collecteur peut donc varier de part et d'autre de cette valeur, théoriquement de zéro jusqu'à la tension d'alimentation. C'est la tension du diviseur R1/R2 qui détermine un courant de collecteur suffisant. Cette tension produit le courant nécessaire à travers R_B et la jonction base-émetteur.

On peut considérer la tension de collecteur comme le résultat de l'amplification de la tension d'entrée (ici la tension du diviseur). Le facteur d'amplification prend la valeur :

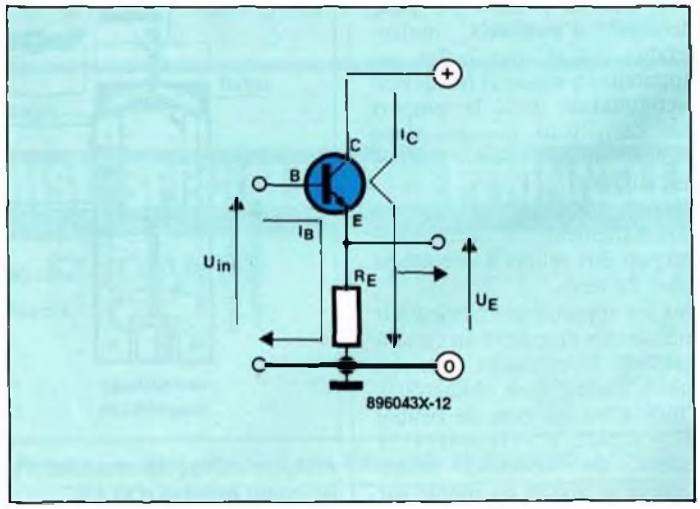
$$B \times \frac{R_C}{R_B}$$

On remarque que la tension de seuil de la jonction base-émetteur est absente de la formule : c'est de la tension d'entrée qu'il faut la soustraire. La formule montre que l'amplification de tension est une fonction du gain propre B. Elle dépend donc fortement de la dispersion des caractéristiques du transistor.

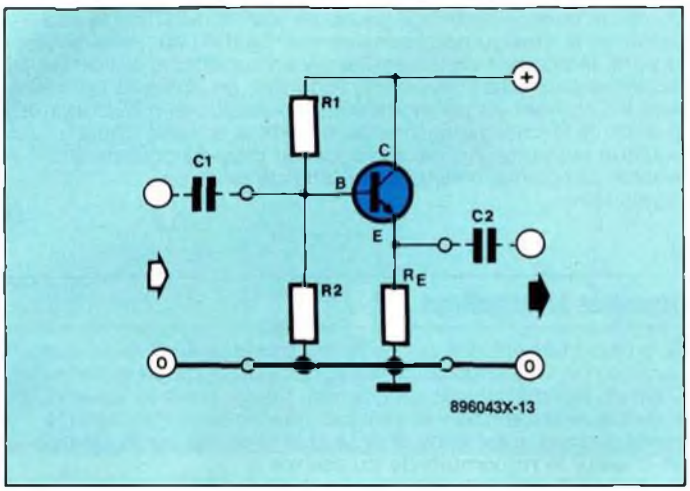
Le montage en collecteur commun

Comme le montage ci-dessus présente sa tension de sortie aux bornes de la résistance de collecteur (voir l'épisode 3 de la série «analogique anti-choc») et que l'émetteur est un point neutre (ici la ligne 0 V) on l'appelle montage en *émetteur commun*. L'émetteur du circuit est relié au point de référence commun aux circuits amont et aval.

Le montage en *collecteur commun* sera obtenu en disposant la résistance de charge du transistor dans le circuit de l'émetteur, et en appliquant la tension d'alimentation positive directement sur le collecteur du transistor.



Aucun courant de base ne circule tant que la tension de base est inférieure à 0,6 V : il ne se passe donc rien et dans cet état le montage ne sert à rien. La jonction base-émetteur commence à conduire à partir de 0,6 V; son seuil est relativement stable entre 0,6 et 0,8 V. Ce qui signifie que la tension d'émetteur est constamment inférieure de quelque 0,6 . . . 0,8 V à la tension de base. On dit encore que la tension d'émetteur *suit* la tension de base (à un décalage près : celui de la tension de seuil). Qu'on ne s'étonne donc pas de l'autre nom de ce circuit : *émetteur-suiveur*.



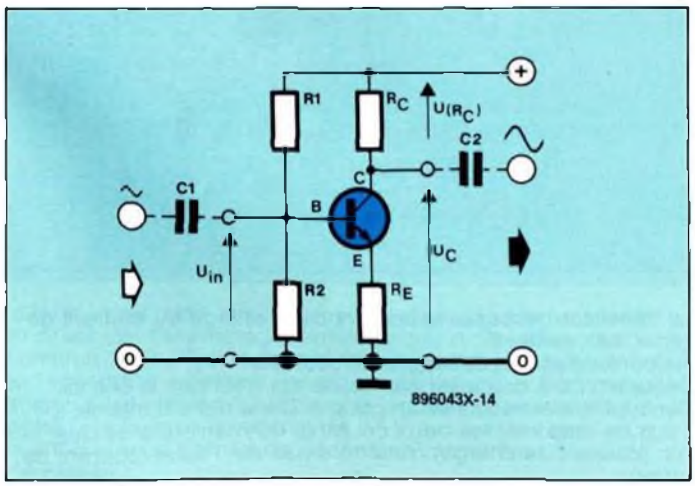
Et revoilà le diviseur de tension d'entrée ! Les résistances R1 et R2 seront calculées pour que la tension de base soit supérieure de 0,6 V à la moitié de la tension d'alimentation, et que la tension d'émetteur (la tension de sortie) soit donc égale à . . . la moitié de la tension d'alimentation.

C'est par un condensateur à l'entrée et un autre à la sortie du montage que l'on transmet les tensions alternatives. La tension de sortie suit la tension alternative d'entrée. Ce circuit *n'amplifie pas* la tension alternative.

«A quoi sert-il, s'il n'amplifie pas ?»
Son rôle est simplement –et c'est important– celui d'amplifier le *courant*. Une source de tension capable de ne fournir qu'un courant de très faible intensité suffit pour fournir à l'entrée (la base) son courant de commande. Le courant de sortie en revanche est fourni par le transistor. Il s'agit là du courant de collecteur (qu'on devrait plutôt appeler courant émetteur-collecteur), qui se partage entre la sortie et la résistance d'émetteur.

Le montage en émetteur commun permet de transformer une source de tension capable de ne fournir qu'un courant faible en une source capable de fournir un courant d'une intensité B (le gain) fois plus fort.

Ce type de montage se retrouve, bien que fortement modifié, dans les amplificateurs Hi-Fi. Il s'agit là de fournir aux haut-parleurs, à partir d'une source de tension faible (par exemple un lecteur de cassettes), les courants importants nécessaires pour mettre en mouvement la membrane. Alors que les premiers étages exploitent le montage en émetteur commun pour apporter une amplification en tension, les étages de sortie sont configurés en collecteur commun.



Un étage hybride

Le montage suivant est un hybride, une sorte d'émetteur suiveur avec une résistance de collecteur.
Commençons l'examen de ce montage par la fonction émetteur suiveur. La tension d'entrée provoque dans la résistance d'émetteur un courant tel que la tension d'émetteur *suive* (à 0,6 V près) la tension de base :

$$U(R_C) = R_C \times I_C = \frac{U_E - 0{,}6\ V \times R_C}{R_E}$$

Nous assimilons d'office le courant d'émetteur au courant de collecteur. C'est possible car la différence entre eux est égale au courant de base, suffisamment faible pour qu'on se permette de le négliger.
Poursuivons par l'examen de la tension aux bornes de la résistance de collecteur :

$$I_C = \frac{U_E - 0{,}6\ V}{R_E}$$

Si on élimine la constante 0,6 V, il ressort de la formule que la tension d'entrée est amplifiée dans le rapport

$$\frac{R_C}{R_E}$$

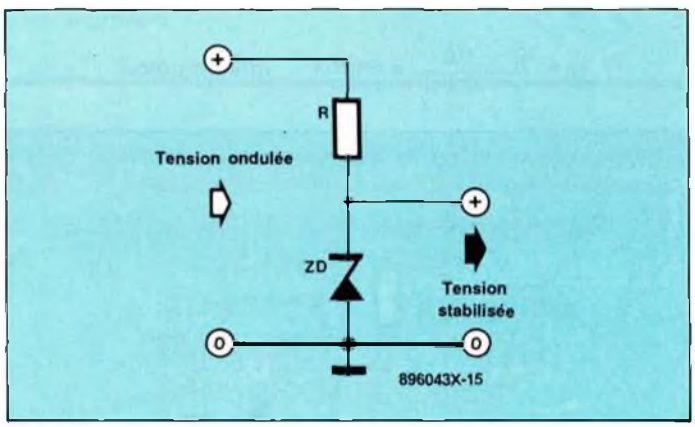
La combinaison de ces deux montages (émetteur commun et collecteur commun) fournit donc une amplification de tension indépendante du gain propre du transistor (contrairement au montage en émetteur commun), et qui n'est donc pas affectée par la dispersion des caractéristiques des composants. Notons tout de même la limite : le montage ne peut pas fournir une amplification en tension supérieure au gain en courant du transistor (ce qui n'est pas étonnant). Avec un peu d'habitude, vous calculerez presque automatiquement - sitôt reconnue la forme du montage- le rapport entre les résistances de collecteur et d'émetteur, et vous serez renseignés sur l'amplification en tension.

Pour compléter la description de ce circuit hybride, il faut encore signaler qu'il fournit de la tension d'entrée une image inversée, comme le montage en émetteur commun. Ainsi, du fait de l'amplification de tension, et bien que la tension de l'émetteur ne soit plus fixe (à cause de la résistance), on continue d'appeler ce montage *émetteur commun*.

Nous reviendrons à l'émetteur suiveur pour un exemple d'application après avoir considéré la contribution à l'électronique du nouveau venu de cet épisode : Monsieur **Zener**.

Tension constante

C'est la diode *zener*, associée à une résistance, qui offre la solution la plus simple pour obtenir une tension stabilisée.



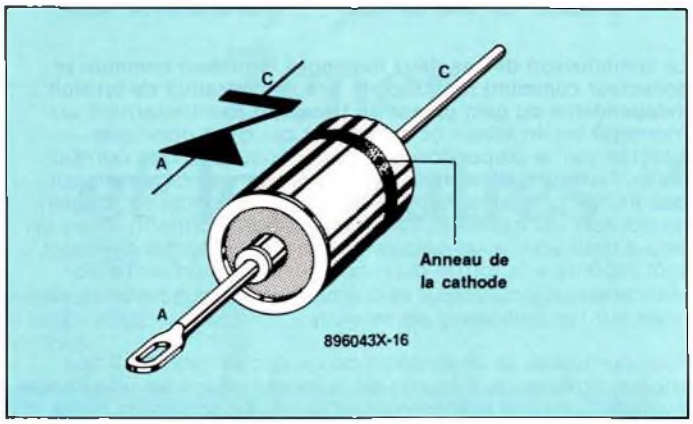
Cette diode particulière conduit et se bloque comme une diode ordinaire. Sa particularité tient en ce qu'elle ne bloque plus le courant, et devient passante, au-delà d'une certaine tension inverse. Ce comportement serait mortel pour une diode normale (cela signifierait qu'on a dépassé la tension inverse autorisée par ses caractéristiques), il ne l'est pas pour la diode zener. A l'état conducteur, cette "tension de blocage"

est stable. On l'appelle *tension de zener* et elle est fixée lors de la fabrication du composant. Les diodes zener sont de diverses puissances (voir plus loin) et leur tension peut être une valeur standardisée parmi :

2,4 V; 2,7 V;
3,0 V; 3,3 V; 3,6 V; 3,9 V;
4,3 V; 4,7 V;
5,1 V; 5,6 V;
6,2 V; 6,8 V;
7,5 V;
8,2 V;
9,1 V;
10 V; 11 V; 12 V; 13 V; 15 V; 16 V; 18 V;
20 V; 22 V; 24 V; 27 V;
30 V; 33 V; 36 V; 39 V;
43 V; 47 V;
51 V; 56 V;
62 V;
75 V,

ou une valeur spéciale à la demande.

Comme la diode zener travaille dans son sens normalement bloqué, il faut veiller, en l'insérant dans un montage, à orienter sa cathode (repérée par l'anneau) vers le pôle positif et non vers le négatif. Relisez cette phrase, s'il vous plaît.

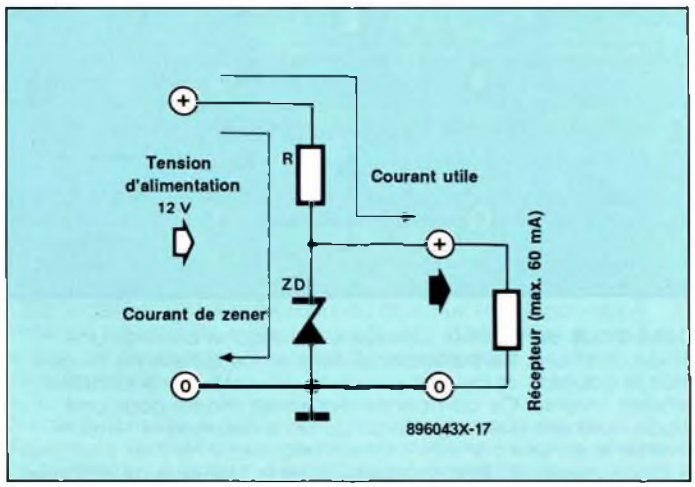


Venons-en au composant «résistance» de l'association zener-résistance annoncée plus haut. Elle ne joue un rôle que si la tension d'alimentation est supérieure à la tension de zener : un courant circule alors à travers elle et la diode devenue conductrice. La loi d'Ohm permet de calculer l'intensité de ce courant, puisque la tension aux bornes de la résistance est égale à la différence entre la tension d'alimentation et la tension de zener :

$$I_Z = \frac{U_A - U_Z}{R}$$

A titre d'exemple, choisissons une tension d'alimentation de 12 V, une tension de zener de 5,6 V et une résistance de 100 Ω (ohms).

$$I_Z = \frac{12\ V - 5{,}6\ V}{100\ \Omega} = 64\ mA \quad \text{(milliampères)}$$



Ce courant varie en fonction de la tension d'alimentation. Comme la tension de zener varie légèrement en fonction du courant de zener, la tension dite constante varie néanmoins légèrement elle aussi, mais nettement moins que la tension d'alimentation. Le courant consommé par une charge connectée en parallèle sur la diode zener, et utilisant la tension stabilisée, traverse lui aussi la résistance.
Normalement ce surcroît de courant devrait se traduire par une augmentation de la chute de tension aux bornes de la résistance, et un abaissement de la tension de sortie. Ce n'est pas le cas ici car le courant de zener va diminuer et la chute de tension restera à peu près identique. Dans le cas extrême, la charge peut consommer 64 mA, ou, plus généralement, le courant de zener. Dans ces conditions extrêmes, la diode ne conduirait plus aucun courant; en pratique on maintient un courant de zener minimal de quelques milliampères (3 à 10). Si la charge augmente encore, la tension chute puisque la source ne peut pas fournir plus de courant à tension constante. N'ayez pas honte de relire ce paragraphe...

Organiser le gaspillage

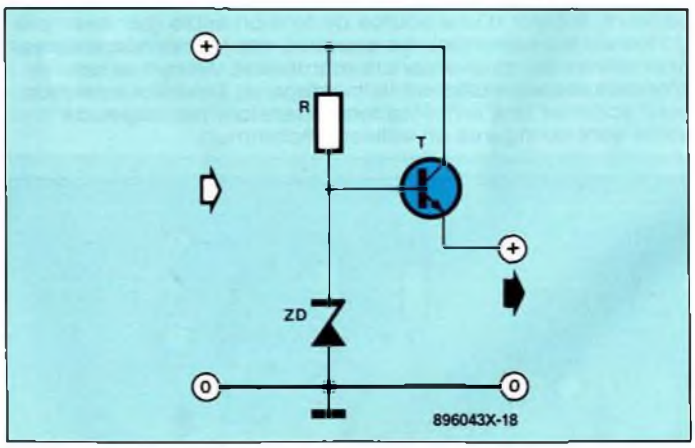
Le comportement des courants est paradoxal : si celui que consomme la charge augmente, celui de la diode diminue. C'est en faisant circuler un courant, fût-ce «dans le vide» que la diode zener abaisse et stabilise une tension. Par voie de conséquence, c'est sans charge que la diode zener dissipe en chaleur le maximum de puissance :

$$P_Z = U_Z \times I_Z = 5{,}6\ V \times 64\ mA = 0{,}358\ W\ \text{(watt)}$$

Ce calcul est important car il faut pour chaque application choisir une diode capable de dissiper cette puissance. Dans notre cas, bien qu'il existe des diodes de 0,4 W, nous choisirons un type 1 W. En effet, les valeurs de dissipation maximale sont données par le fabricant pour un composant qui a conservé ses broches de connexion à la longueur d'origine et qui bénéficie par conséquent de l'évacuation de chaleur par ces parties métalliques. Comme la stabilité de la tension de zener, qui dépend déjà du courant, dépend aussi de la température, nous avons tout intérêt à limiter l'échauffement même si la vie du composant n'est pas en jeu. Le courant de zener minimal pour une stabilisation correcte est de quelque 3 mA pour les diodes de 0,4 W, et 10 mA pour les types 1 W (ou 1,3 W, selon les fabricants et, ne l'oublions pas, la longueur des broches).

Un transistor à la rescousse

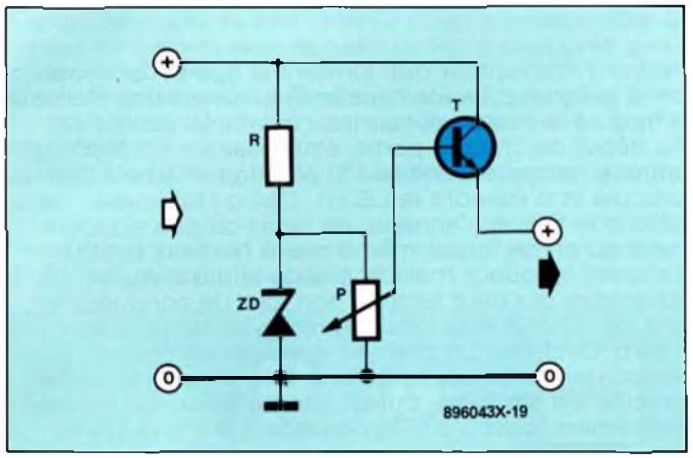
Le courant de zener varie en fonction de la charge, c'est connu. La tension stabilisée n'est donc pas parfaitement indépendante de la charge. Un transistor peut nous aider à atténuer ces variations.



Le transistor *découple* le courant de la charge du courant de zener. Kék seksa ?
Ne confondez pas *découpler* et *décupler* !
Décupler, c'est multiplier par 10, ce qui n'est pas le cas ici.
Découpler, c'est éliminer un couple. Dans notre contexte, il s'agit de dissocier les deux courants de manière à ce que l'un (courant de charge) n'interfère pas sur l'autre (courant de zener).

Le transistor est monté en *émetteur suiveur* (coucou ! le revoilà) et la tension de la sortie est inférieure de quelque 0,7 V à la tension de la base, égale ici à la tension de zener. C'est le courant de base et lui seul qui charge l'association résistance-zener. Comme ce courant est B (le gain) fois plus faible que le courant de la charge, l'influence de la charge sur la tension de zener est diminuée d'autant.

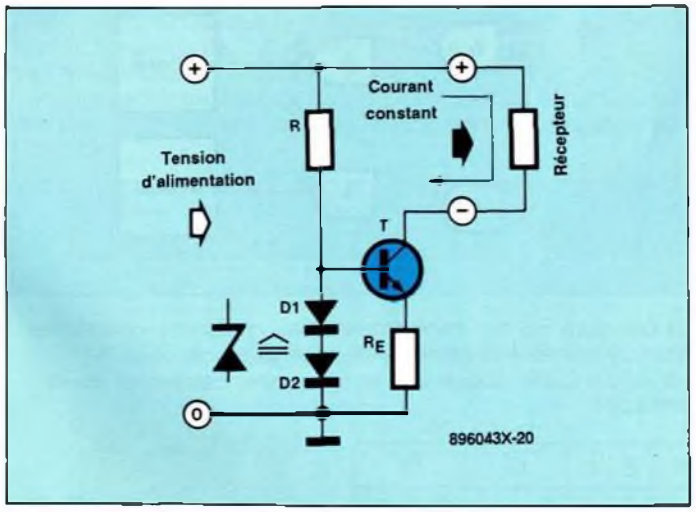
Il est facile de rendre réglable la tension de sortie du montage à transistor :



Le potentiomètre prélève une fraction de la tension de zener. La sortie suit cette tension à 0,7 V près. La stabilité de ce montage est moins bonne que celle du précédent, car le courant de base provoque une chute de tension dans le potentiomètre, laquelle provoque une variation de la tension de sortie. C'est pourquoi ce montage simple ne convient que rarement pour fournir une tension stabilisée réglable. On lui préfère aujourd'hui les régulateurs tripodes, des circuits intégrés qui contiennent le transistor, la source de tension de référence (une sorte de diode zener) et toute l'électronique nécessaire pour fournir une tension très stable.
Nous n'en avons pas fini avec l'émetteur suiveur, car il rend service aussi pour l'obtention d'un . . .

Courant constant

La *source de courant constant*, bien que d'utilisation courante, est peu connue. Peut-être est-ce dû au fait qu'on ne l'utilise pas seule, mais comme partie d'un circuit plus important. Tout comme une source de tension fournit une tension constante, une source de courant fournit un *courant* constant. Les fidèles lecteurs d'ELEX ont déjà été initiés à ce genre de circuit dont voici un schéma typique :



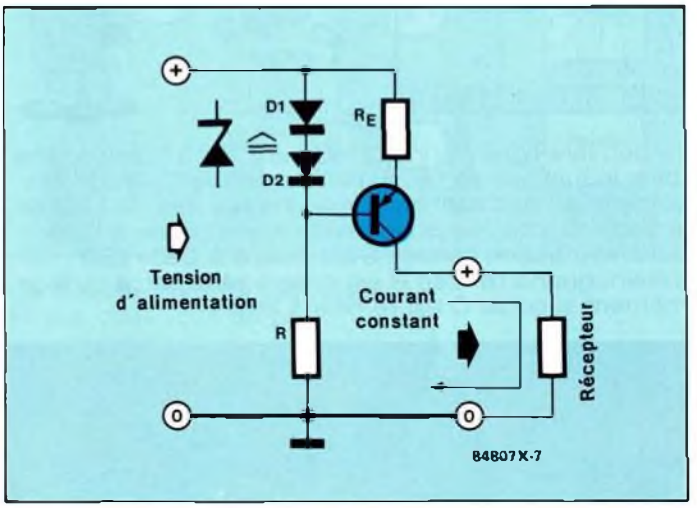
La tension de base imposée par les deux diodes polarisées en direct (cet assemblage remplace une diode zener) est d'environ 1,4 V. C'est la même tension qui règne aux bornes de l'ensemble résistance-jonction-base-émetteur. Comme la tension perd environ 0,7 V dans la jonction base-émetteur, il règne une tension constante de 0,7 V aux bornes de R_E. La loi d'Ohm nous permet de connaître l'intensité du courant d'émetteur :

$$I_E = \frac{0{,}7\ V}{R_E}$$

Si $R_E = 100\ \Omega$, $I_E = 7$ mA. La valeur de R_E permet de fixer la valeur du courant de la source. Comme la tension est constante, le courant d'émetteur est constant, de même que le courant de collecteur qui traverse la charge. Si la résistance de la charge vient à varier, le courant gardera la valeur fixée –ici de 7 mA–. Bien sûr la tension aux bornes de la charge varie, selon la loi d'Ohm; le comportement de la tension de collecteur est à l'opposé. La limite est facile à prévoir : une charge de forte résistance demande une tension élevée, et le circuit ne fonctionnera plus dès que la tension nécessaire dépassera la tension d'alimentation. C'est la limite théorique, car la tension d'alimentation se trouve diminuée de 0,7 V par la jonction base-émetteur et d'un déchet de 0,1 à 0,3 V (la *tension de saturation*, dont nous reparlerons dans un prochain épisode de notre série ANALOGIQUE ANTI-CHOC) dans l'espace émetteur-collecteur. C'est donc environ 1 V qu'il faut soustraire à la tension d'alimentation de 12 V, et la résistance maximale de la charge pour notre source de courant de 7 mA est de :

$$\frac{(12\ V - 1\ V)}{7\ mA} = 1{,}57\ k\Omega$$

La source est incapable de maintenir le courant constant dans une charge supérieure.
Dans l'autre cas extrême, celui du court-circuit, le courant reste limité à 7 mA; c'est-à-dire qu'il est impossible de surcharger la source de courant. Le schéma précédent était celui d'une source qui *consommait* un courant constant à partir du pôle positif de l'alimentation. Voici le schéma d'une source qui *débite* un courant constant vers la masse du circuit; il utilise cette fois un transistor PNP et non plus un NPN.



Avant de traiter plus en détail du courant alternatif, nous vous proposerons dans le numéro 10 une petite récapitulation des notions et des montages types que nous avons étudiés jusqu'à présent.

CHOLET COMPOSANTS ELECTRONIQUES

• CATALOGUE SPECIAL DEBUTANT (FRANCO 20F)
• KITS ELEX — TOUS NOS COMPOSANTS EN STOCK (Prix spéciaux écoles)

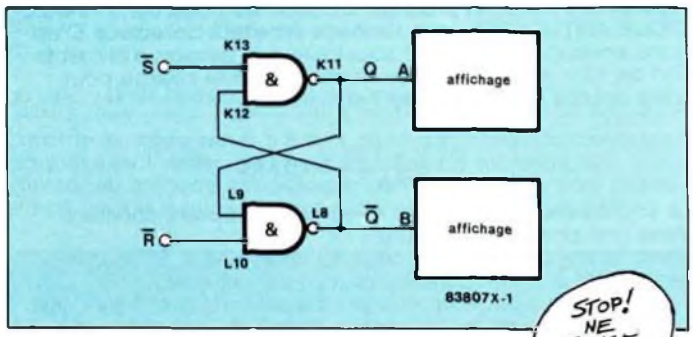
MAGASIN:
NOUVELLE ADRESSE
1 rue du Coin
Tél.: 41.62.36.70
Spécialiste de la Vente par Correspondance:
B.P. 435-49304 CHOLET Cedex

BOUTIQUE:
2, rue Emilio Castelar
75012 PARIS -
Tél.: 43.42.14.34
M° Ledru-Rollin
ou Gare de Lyon

la logique séquentielle sans hic II

2ème partie

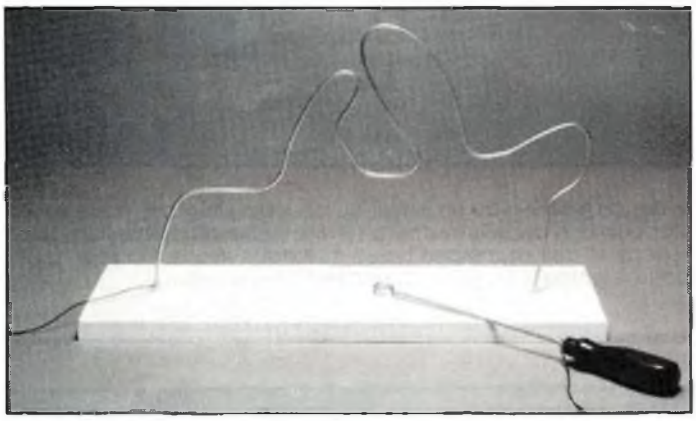
Notre premier circuit de logique séquentielle a été la bascule construite à l'aide de deux opérateurs NON-ET présentée le mois dernier :



avec sa table de vérité :

S̄	R̄	Q	Q̄
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0 ou 1	1 ou 0

La dernière ligne donne Q (et Q̄) à 1 OU à 0, selon l'état dans lequel ces sorties étaient auparavant. On dit des entrées qu'elles sont actives au niveau bas : la LED de la sortie Q s'allume quand cette sortie passe à 1, ce qui arrive quand l'entrée S̄ est mise à 0. Cette LED s'éteint quand l'entrée R̄ est mise à zéro, parce qu'à ce moment la sortie Q est remise à zéro.

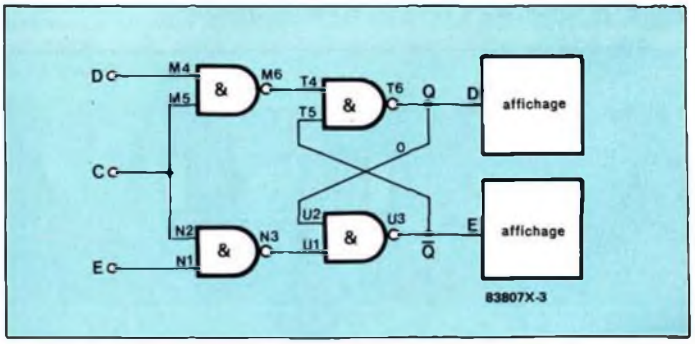


Voici une application amusante de la bascule RS. Il s'agit d'un classique jeu d'adresse composé d'un fil de fer tordu et d'un anneau métallique monté sur un manche dont la longueur en augmentant rend le jeu de plus en plus difficile. Il s'agit en effet de suivre avec l'anneau métallique le parcours sinueux du fil de fer **sans le toucher**. Sans le secours de l'électricité, un tel jeu ne présente guère d'intérêt, notamment parce qu'il ne peut soulever que des tempêtes de contestation entre les joueurs.

UN ARBITRE IMPARTIAL

Avec une bascule RS nous disposons d'un arbitre d'une parfaite impartialité. Le principe consiste à insérer l'interrupteur que forment la tige et l'anneau dans la ligne qui force l'entrée S̄ au niveau bas. Reliez le fil tordu à la masse et l'anneau à l'entrée (point K13). Au début de chaque partie, établissez un contact fugitif entre la masse et l'entrée L10 afin de remettre à zéro la bascule et d'éteindre la LED A. Dès qu'un joueur touche le fil avec l'anneau, ne serait-ce que si légèrement qu'on ne le voit même pas à l'oeil nu, la LED A s'allume; le joueur maladroit cède la place à son adversaire qui peut tenter à son tour de conquérir le titre de "Old Shatterhand" après avoir remis la bascule à zéro. Ceci était un premier exemple de bascule *qui se souvient*. Malheureusement, la mémoire de cette bascule est simpliste, puisqu'elle ne retient qu'un seul événement, c'est-à-dire le passage à 0 d'une entrée.

Nous vous en proposons une autre maintenant, un peu plus compliquée et qui fonctionne surtout comme mémoire d'une vraie donnée. C'est quoi, une donnée ?
Eh bien, en calcul binaire, 1 ou 0, c'est déjà une vraie donnée, même si le plus souvent, c'est par huit, par seize ou par 32 que l'on regroupe les bits, c'est-à-dire les 1 et les 0, pour former des données. Dans la mémoire des micro-ordinateurs, on trouve des circuits intégrés qui sont composés de milliers de bascules qui ne retiennent chacune qu'un seul bit de donnée. Pour accéder à ces milliers de bascules, nous ne disposons sur le circuit intégré que de quelques broches. C'est pourquoi le fabricant intercale un système d'adressage des données. Comme son nom l'indique, ce système permet de ne s'adresser qu'à certaines de ces bascules, d'y mettre en mémoire une certaine donnée, sans que cela influence les données déjà mises en mémoire dans d'autres bascules.
Rien d'étonnant à ce qu'avec ce dispositif supplémentaire, le circuit de nos bascules devienne un peu plus compliqué :



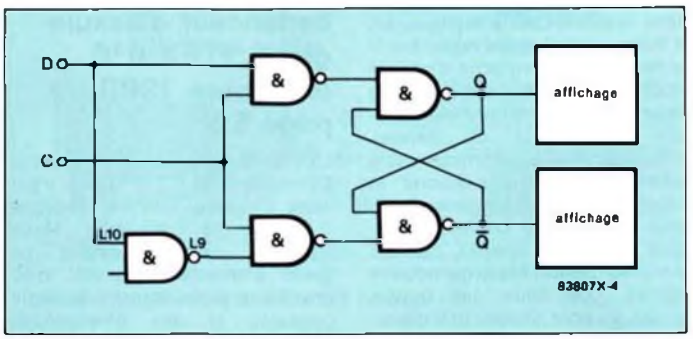
La bascule RS est reconnaissable, mais elle précédée d'un système à 3 entrées dont la fonction vous échappe sans doute à première vue. Essayons de la rattraper :

D	E	C	Q	Q̄
0	0	0	0 ou 1	1 ou 0
0	1	0	0 ou 1	1 ou 0
1	0	0	0 ou 1	1 ou 0
1	1	0	0 ou 1	1 ou 0
0	0	1	0 ou 1	1 ou 0
0	1	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

selon l'état des sorties quand C = 1

Première constatation :
Il ne se passe rien quand l'entrée C est à 0. Ce n'est pas étonnant, puisque les portes NON-ET sont effectivement bloquées par un niveau bas sur l'une des entrées. Les sorties restent comme elles étaient juste avant que C ne passe à zéro.
Deuxième constatation :
L'entrée C commande la mise en mémoire en passant à 1.
Troisième constatation :
Ce qui se passe quand l'entrée C est à 1 ressemble à ce qui se passait avec la bascule RS, à ceci près que c'est juste l'inverse.
Comparez les deux tables de vérité ci-dessus en imaginant que l'entrée D corresponde à l'entrée $\overline{S}$ et l'entrée E à l'entrée $\overline{R}$.
Quand D et E sont à zéro, l'état des sorties ne change pas.

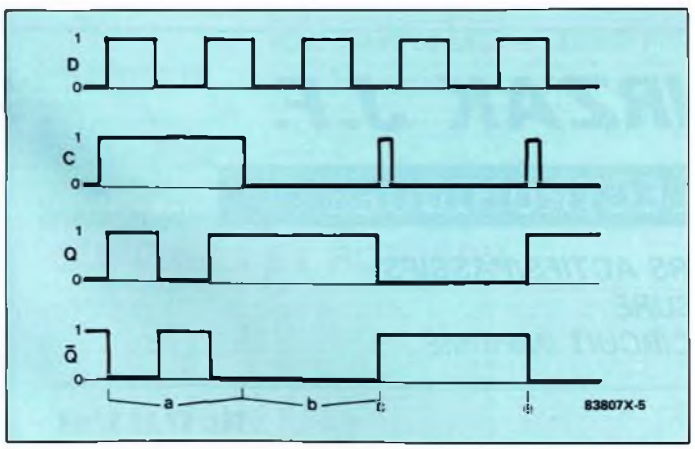
Pour supprimer cet inconvénient, supprimons l'entrée E en rajoutant un inverseur :



Maintenant le niveau logique présent sur D, l'entrée de donnée, est mis en mémoire par la bascule quand C = 1 :

D	C	Q	$\overline{Q}$	
1	1	1	0	
0	1	0	1	
1	0	0 ou 1	1 ou 0	selon l'état des sorties quand C = 1
0	0	0 ou 1	1 ou 0	

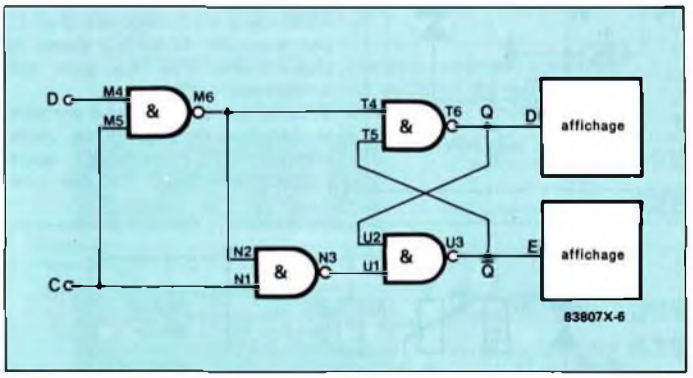
Nous avons longuement expliqué au cours du précédent épisode de *la logique sans hic* que dans le fonctionnement des bascules est pris en compte non seulement le rapport entre les niveaux logiques présents instantanément aux entrées des opérateurs, mais aussi le résultat de combinaisons antérieures.
Dans le schéma d'une bascule on voit que la sortie d'un opérateur peut être réinjectée sur l'entrée d'un autre opérateur.
Il est indispensable dès lors de compléter l'analyse de leur fonctionnement par des chronogrammes comme celui-ci :



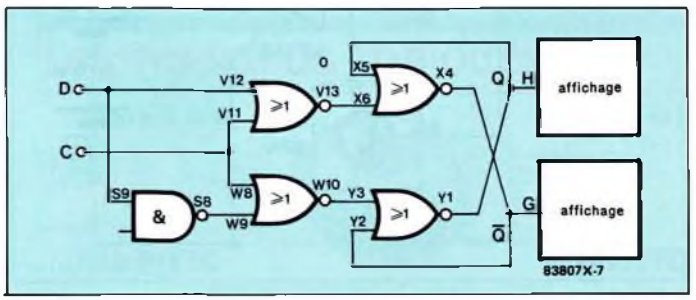
Seuls de tels diagrammes sont capables de prendre en compte le temps.
Comment lire ce diagramme ?

Chaque ligne correspond à un point donné du circuit. L'axe horizontal est celui du temps qui passe. Les durées réelles y sont rarement spécifiées. Les impulsions résultent des passages successifs d'un niveau logique aux divers points du circuit considérés.
Essayons d'y voir plus clair. Les deux dernières lignes mettent bien en évidence la complémentarité des sorties Q et $\overline{Q}$ de notre bascule qui font exactement l'inverse l'une de l'autre. Tant que C = 1 (section a) le circuit est pour ainsi dire transparent, c'est-à-dire que la sortie Q **suit** la progression de l'entrée D. Quand C passe à 0, le niveau logique présent sur D à ce moment précis est mis en mémoire sur Q. La commande de mise en mémoire, c'est donc en fait le passage de l'entrée C du niveau 1 au niveau 0. On dit que c'est le flanc descendant qui est actif (section b).
L'entrée C repasse brièvement à 1 deux fois (sections c et e) pour revenir aussitôt à 0. Chacun des deux flancs **ascendants** sur C provoque **la prise en compte** sur la sortie Q du niveau logique présent à cet instant sur l'entrée D. Chacun des deux flancs **descendants** sur C provoque **le verrouillage** sur la sortie Q du niveau logique présent à cet instant sur l'entrée D.

Vous êtes toujours là ? Bravo !
Dites, n'avez-vous pas remarqué que sur le schéma de la bascule ci-dessus il y avait un opérateur superflu. Regardez :

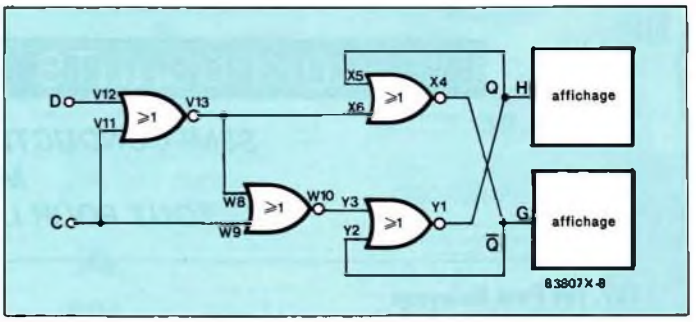


Ça marche comme cela aussi.
Et que dites-vous de cela ?



Une bascule avec des opérateurs NON-OU ! Où est la table de vérité ?

Ha ha ! Commencez donc par simplifier le schéma comme nous l'avons fait pour la bascule NON-ET :

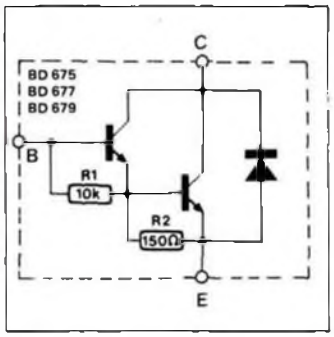


On se retrouve dans un mois autour de la table de vérité et du chronogramme que vous aurez établis tout(e) seul(e), comme un(e) grand(e).

ELEXCUSE

testeur de transistors d'ELEX n°1, avril 1988, page 32, et les transistors darlington.

Vous êtes nombreux à vous être intéressés au testeur de transistors du numéro 1 d'ELEX, et pour cause ! Certains d'entre vous ont relevé une incompatibilité entre ce circuit et les transistors darlington de puissance, comme le BD675 et sa famille. Le schéma interne d'un tel transistor montre ce que l'on pouvait déjà déduire de l'article TURBO TRANSISTOR du n°5 d'ELEX, en novembre 1988, page 46, à savoir que la double résistance base-émetteur de ces composants empêche le testeur de fonctionner.



Nous avons vu que ce testeur débitait un courant de base de 10 µA environ dans le transistor à tester. La chute de tension sur R1 (10 k) est donc de l'ordre de 0,3 V, ce qui est interdit au transistor de conduire. De surcroît le gain en courant des darlington même plus petits dépasse la limite de ce qui est mesurable avec notre testeur.

Par ailleurs, pour vérifier que le transistor n'est pas en court-circuit (la LED reste éteinte aussi dans ce cas), laissez en l'air la base du transistor à tester; s'il est bon, la LED doit s'allumer. Ceci vaut aussi pour les transistors normaux à gain élevé (plus de 450) dans les catégories B et C, par exemple BC547C. Dans la plupart des cas, ce gain est amplement suffisant.

Si toutefois vous tenez à étendre le domaine de mesure de votre testeur de transistors, vous pouvez remplacer R3 par une résistance de 470 Ω au lieu de 1 k (pour faciliter l'intervention, soudez une résistance de 1 k en parallèle sur la résistance existante).

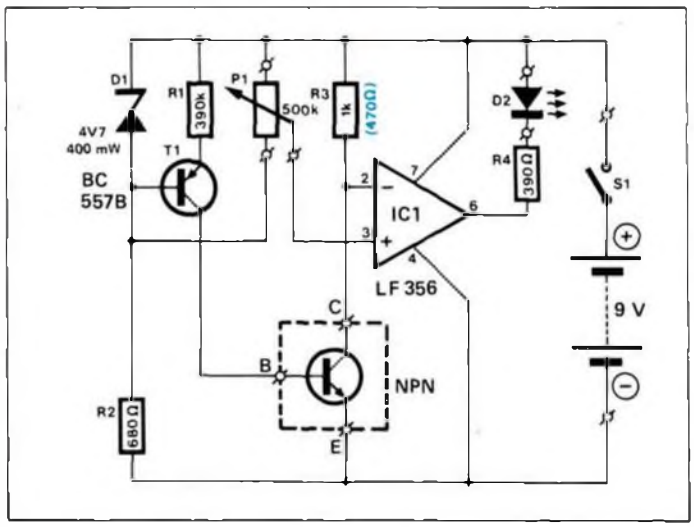
son de moteur diesel pour modélisme, ELEX n°6, décembre 1988, page 49

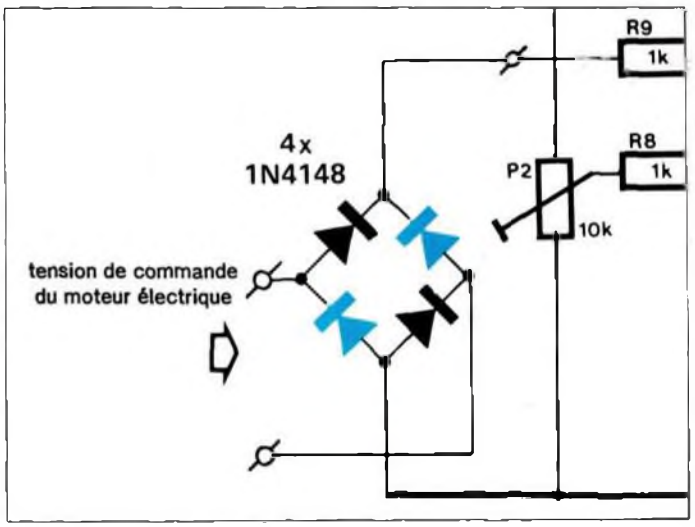
Il manque les 4 diodes 1N4148 dans la liste des composants. Il n'en est pas fait mention non plus dans le texte. Ceci s'explique par le fait qu'elles ont été rajoutées *in extremis* pour permettre d'utiliser le circuit indépendamment de la polarité de la tension d'alimentation du moteur du bateau. N'oublions pas en effet que cette polarité est inversée quand le bateau fait marche-arrière ! Si vous avez étudié ce redresseur, vous vous êtes aperçu, comme Monsieur Gérard Mato qui nous le signale, que deux des quatre diodes du pont étaient mal dessinées. Revoici le schéma corrigé. Si le moteur concerné ne tourne que dans un seul sens, laissez tomber le redresseur. Touf touf touf . . .

Par ailleurs on notera la présence d'un condensateur de sortie sur le générateur et d'un condensateur qui a exactement la même fonction, à savoir extraire la composante alternative et bloquer la composante continue, à l'entrée de l'amplificateur. Ils font double effet et on peut bien entendu supprimer l'un ou l'autre.

cadenceur d'essuie-glace, ELEX n°6, décembre 1988, page 52

La liste des composants indique C1 = 10 nF et C2 = 10 µF; c'est juste l'inverse, comme l'indique d'ailleurs le schéma. Nous traquons impitoyablement ce genre d'erreurs (horreurs), avec un succès encourageant. En règle générale, si des divergences persistent, considérez que la liste des composants a tort.





Ets. MAJCHRZAK J.F.

COMPOSANTS ELECTRONIQUES

SEMI-CONDUCTEURS ACTIFS/PASSIFS
MESURE
TOUT POUR LE CIRCUIT IMPRIMÉ

107, rue Paul Guieysse
56100 LORIENT

TÉL. 97 21 37 03.
TÉLEX MAJCOMP 950017 F

PARIS · LYON · MARSEILLE · NANTES · MONTPELLIER · COLMAR

PENTASONIC

LES OSCILLOSCOPES

0 F* AU COMPTANT

*Soumis à l'acceptation du dossier. Mensualités données à titre indicatif

TEKTRONIX 2225
LA SOLUTION A 50 MHz

7500 F/HT
8895 F/TTC
ME 2225

Leader depuis 40 ans, Tektronix tend vers la perfection, une aura de prestige entoure la technologie qui préside à la réalisation de ses appareils. Le 2225 réunit les solutions d'avant garde qui assurent confort et possibilités étendues d'utilisation.

CREDIT TOTAL 268,10 F/mois

Caractéristiques : Bande passante 50 MHz, sensibilité verticale 500 µV/div. Entrée max 400 V, impédance 1 Mohm. Expansion du signal, expansions alternées x 5, x 10, x 50. Vitesse de balayage Max 5 ns/div. Modes de déclenchement Crête à crête, auto, normal, trame, ligne TV, monocoup. Couplages de déclenchement : Alternatif, continu, rejection HF/BF. Poids 6,6 kg.

HAMEG : UN NOM QUI EN DIT LONG

HM 203-6
le plus vendu en Europe
3835 F/TTC
MEHM 203

Bande passante 2 x 20 MHz. Sensibilité 2 mV/div. Balayage 20 ns/div. Trigger à 20 MHz. Impédance 1 M ohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion x 10. Testeur de composants. Poids 7 kg.
GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.

HM 205,
signe particulier : Performance
6580 F/TTC
MEHM 205

Bande passante 2 x 20 MHz. A mémoire numérique.
Période d'échantillonnage : 10 µs. Déclenchement automatique ou manuel. Balayage 10 ns/div. Trigger à 40 MHz. Impédance 1 M ohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion par 10. Testeur de composants. Poids 7 kg.
GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.

HM 604,
un 2 x 60 MHz musclé
6760 F/TTC
MEHM 604

Bande passante 2 x 60 MHz. Sensibilité 1 mV/div. Balayage 5 ns/div. Retard de balayage. Durée d'inhibition variable. Trigger à 80 MHz. Impédance 1 M ohm, 30 pF. Entrée max 400 V. Expansion x 10. Générateur de signaux carrés 1 MHz.
GARANTI 2 ANS. LIVRE AVEC 2 SONDES.

HM 203-6 — 247,70 F/mois — CREDIT TOTAL

HM 205 — 242,30 F/mois — CREDIT TOTAL

HM 604 — 249,70 F/mois — CREDIT TOTAL

BECKMAN INDUSTRIAL CIRCUITMATE 9020 ME 9020 — 3750 F/TTC

Ligne à retard comprise. Equipée d'un déclenchement du signal et son maintien, le déclenchement coup à coup, le retard de balayage et un testeur de composants, le **CIRCUITMATE 9020** vous apporte l'efficacité d'un appareil très soigné et d'emploi très simple. Garanti 1 an.
Caractéristiques : 2 x 20 MHz - Sensibilité vert. 1 mV/div - horiz 50 nS/div - Retard de balayage 10 S à 0,1 µS - Exp. par x 1 et x 10 - Trigger à 30 MHz - Imp. d'entrée 1 MΩ et 25 pF - Entrée max 400 VCC - Temps de montée 17,5 nS.

241,20F/mois — CREDIT TOTAL

GOLDSTAR OS-7020 MO 7020 — 3390 F/TTC

Bande passante 2 x 20 MHz. Sensibilité 1 mV/div. Entrée max 500 Vpc ou 350 V. Spécial tv sync, rise time à moins de 17,5 n sec. Modes trigger auto, norm, tvv, ou tvh. Couplage AC, HF, LF, DC. GARANTI 1 an.

215,10 F/mois — CREDIT TOTAL

HUNG CHANG OS 620 MEOS 620 — 3290 F/TTC

Fabriqué comme les automobiles

Longtemps ignoré du marché français, HUNG CHANG est pourtant le premier constructeur coréen. Son encrime avantage ? Il fabrique ses oscilloscopes en très grande série. Le résultat ? Un 2 x 20 MHz aux excellentes possibilités à un prix très bas.
Caractéristiques : Bande passante 2 x 20 MHz. Sensibilité 5 mV/div. Balayage 40 nS/div. Trigger à plus de 30 MHz. Impédance 1 MΩ 20 pF. Entrée max 600 Vpc ou 300 V. Expansion x 5. Trigger int. ou ext. Couplage AC, HF, BFS et TV. Testeur de composants. Poids 5 kg. Garantie 1 an.

208,60F/mois — CREDIT TOTAL

COFFRETS ET BOITIERS

FLOPPY 2/3 TAILLES	130,00	METAL CAC11 55x45x125	33,60	380 120/300 ET 38.13 CAC36	209,80
EFFACEUR DEPROM	99,00	METAL CAC14 200x80x140	136,70	PLASTIQUE RP0 CACP0 90x45x30	20,00
PUPITRE RA1 CACPU1	60,00	METAL CAC17 250x100x180	178,60	PLASTIQUE RP1 CACP1 110x55x35	26,00
PUPITRE RA2 CACPU2	108,50	METAL CAC19 350x130x220	286,45	PLASTIQUE RP2 CACP2 125x70x40	30,00
PUPITRE RA3 CACPU3	120,60	ALU 85155 CAC20 55x155x85	75,30	PLASTIQUE RP3 CACP3 155x90x50	39,50
PUPITRE RA4 CACPU4	155,60	ALU 85205 CAC21 55x205x85	80,80	PLASTIQUE RP4 CACP4 190x110x60	53,60
METAL RU1 CAC1 73x54x74	35,80	ALU 55155 CAC22 55x155x150	108,00	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC6FB	45,00
METAL RU2 CAC3 73x54x104	42,00	ALU 55205 CAC23 55x205x150	103,60	PLASTIQUE FACE PLEXI CAC6B3	82,00
METAL RU3 CAC5 73x54x134	44,80	ALU 80205 CAC24 80x205x150	122,40	PLASTIQUE CARE4 247 x 102 x 220	189,40
METAL RM 574 CAC2 125x75x155	55,10	ALU 80255 CAC25 80x255x150	139,00	RACK METAL NOIR PRO 1U CARAC1	238,00
METAL RM 334 CAC4 125x35x105	35,00	ALU 55255 CAC26 55x255x150	115,00	RACK METAL NOIR PROF 2U CARAC2	254,00
METAL CAC6 40x25x58	17,50	ALU 55105 CAC27 55x105x150	84,20	RACK METAL NOIR PRO 3U CARAC3	287,00
METAL CAC7 55x25x75	22,80	ALU 80105 CAC28 80x105x150	93,20	RACK METAL NOIR PRO 4U CARAC4	320,00
METAL CAC8 40x35x75	23,50	ALU 80155 CAC29 80x155x150	105,90		
METAL CAC9 105x35x75	26,30	ALU LC860 CAC60 80x250x180	118,00		

LA CORRESPONDANCE : ÇA DÉMÉNAGE

DU LUNDI AU VENDREDI DE 9 H à 12 H et de 13 H 30 à 18 H 15

VENTE PAR CORRESPONDANCE
20, RUE PERIER, 92120 MONTROUGE
(16.1) 40.92.03.05*

C'est le nouveau numéro des 10 lignes groupées que PENTA met à votre service. Téléphonez avant 15 heures, votre matériel part dans la journée.

NOUVEAU

LES AUTORADIOS

AUTORADIOS K7 de marque renommée vendus seuls ou avec leur kit complet de montage.
GARANTIE 1 AN PIECES et MAIN D'ŒUVRE

TYPE 4600
AUTORADIO SEUL BF 4600 ..... **299 F**
Le kit de montage BFK 4600 ..... **429 F**

PO-GO FM et K7 stéréo 2 x 7 W. Avance rapide. Sélecteur mono-stéréo. Tonalité balance. Eclairage de nuit du cadran et des boutons. Présentation «Flatnose» couleur noire. Normes DIN. Dim. 178 x 130 x 44 mm.

TYPE 4610
AUTORADIO SEUL BF 4610 ..... **399 F**
Le kit de montage BFK 4610 ..... **539 F**

PO-GO-FM et K7 stéréo, 2 x 7 W. Commutation automatique de K7 en radio. Avance rapide. Affichage digital. Mémoire de la dernière fréquence affichée. Tonalité balance. Présentation : noir. Normes DIN. Dim. 178 x 120 x 44 mm.

ANTENNES AUTORADIO Goutière ASANTG **29,50 F** - universelle ASANTU **59 F** - Electronique ASANTE **135 F**

LES TRANSFOS TORIQUES

PUISSANCE 30 VA

Secondaire 2 x 6 V	TT306
Secondaire 2 x 9 V	TT309
Secondaire 2 x 12 V	TT312
Secondaire 2 x 15 V	TT315
Secondaire 2 x 18 V	TT318
Secondaire 2 x 22 V	TT322

156 F/TTC

PUISSANCE 80 VA

Secondaire 2 x 6 V	TT806
Secondaire 2 x 9 V	TT809
Secondaire 2 x 12 V	TT812
Secondaire 2 x 15 V	TT815
Secondaire 2 x 18 V	TT818
Secondaire 2 x 22 V	TT822

176 F/TTC

Autres valeurs disponibles par commande sous 48 H

LES PETITS PLUS QUI SIMPLIFIENT LA VIE

FER A SOUDER SANS FIL

CAFERSF
262 F TTC

Temps de chauffe intérieur à 25 secondes. Température du fer égale à 400 °C. Support de fer servant de recharge. Capuchon de protection de panne. Alimentation sur secteur fournie. 2 accumulateurs de 1,5v fournis.

KIT DE CONNEXION UNIVERSEL

Jeu de cordons avec divers adaptateurs pour utilisations variées. Livré sous blister : pointes de touches
— prises bananes
— pinces crocodile
COPOI 1 **39,30 F**

OUTIL TROISIEME MAIN

58 F
CATM

Support de platine réglable dans tous les sens. Universel pour CI, câbles, composants, etc.
D'une grande aide pour souder, étamer, coller. Pied en fonte très lourd.
Avec loupe CATML **92 F**

CIRCUIGRAPH

Le nouveau système de connexion pour action électronique. Permet la réalisation des circuits sans aucune soudure, sans support spécial et sans utilisation d'aucun procédé chimique.
Stylo circuigraph ..... CAGRASI **178,00 F**
Plaques perforées ..... CAGRAPL **22,00 F**
Double face autocol. CAGRADF **24,10 F**

CI-LINEAIRES

TDA 2595 : 37,20 F
LM 555 : 3,50 F
TDA 200 6 V : 10,90 F

78 P 05	144.00	UPC 1032	24,90	CA 3140	12,10
OP 07	39.80	SAA 1043	107.80	CA 3141	21.30
ADI N05	115,20	SAA 1059	61.50	CA 3146	19.80
MF 10	68.80	SAA 1070	165,00	CA 3161	25.90
11 C 90	189.00	TMS 1122	99.00	CA 3162	61.80
78 H 12	128.00	TDA 1151	8.80	CA 3240 E	19.10
SO 41 P	23.20	TDA 1170	21.20	LA 3300	32,10
SO 42 P	19.00	UPC 1181	30.80	MC 3301	8.50
TL 081	7.80	UPC 1185	46,20	MC 3302	8,40
TL 084	8.20	SAA 1250	68.00	MC 3403	10,80
TL 071	5.20	SAA 1251	132,00	KB 3600	182.00
LH 0071	19.20	MC 1310	24.00	UAA 4000	19,20
TL 072	6.00	MC 1312	24.50	UAA 4006	22.00
TL 074	9.90	HA 1339	36.20	UAA 4009	42.00
TL 081	5.20	MC 1350	34.50	MC 4024	80.40
TL 082	5.90	ZP 1400	487.00	MC 4044	86,00
TL 084	9.40	MC 1408	38.40	LA 4100	14,50
LD 114	142.00	MC 1437	12.50	LA 4102	15,60
UAA 170	26.80	SL 1451	282.00	XR 4136	23,50
TL 172	12.50	MC 1456	15.60	LA 4400	47.20
UAA 180	25.50	MC 1458	3,70	LA 4422	24,50
SFC 200	48.20	MC 1488	8.80	LA 4430	28.50
L 200	13,20	MC 1489	6.80	TCA 4510	86.00
VR 200	130,00	MC 1495	58,70	HCF 4751	186.00
XR 210	65,50	NE 5632	25,80	L 4810	29,10
LF 351	10,80	MC 1496	19.80	L 4885	29.80
LF 353	7,80	MC 1496 R	19.80	TEA 5620	43,20
LF 355	9.10	XR 1568	102,80	TEA 5630	43.20
LF 356	9.90	ULN 2003	15.90	ICM 7106	77.20
LF 357	11,00	ULN 2068	27.20	TA 7204	20,40
OM 361	196.00	XR 2206	73,90	TA 7208	28,30
391	98.00	XR 2208	39.80	ICM 7209	72.00
TL 431	5.50	XR 2211	76,00	ICM 7216	264.00
TL 494	24.20	XR 2240	38.90	ICM 7217	168.00
TL 497	19.20	SFC 2812	24,00	TA 7222	22.80
NE 529	28.30	CA 3018	19.90	ICM 7224	205.00
SAB 0529	42,10	MOK 3020	18,80	ICM 7226	432,00
NE 544	28.80	MOC 3041	27,80	ICM 7555	14,20
NE 556	12.00	CA 3046	15,70	TL 7705	13.20
NE 558	34.90	CA 3080	36,80	MD 8002	95,00
NE 570	49.90	CA 3079	38.10	ICL 8038	79,80
UPC 575	18.25	CA 3080	18.50	UA 8368	83 60
AD 636	179,00	CA 3086	12.90	51513	32.20
SAA 1027	115.00	CA 3130	19.20	51515	48 80

LM 78 L 05	5,00	LM 334	19,00	LM 567	11.90
LM 78 M 05	8,20	LM 335	14,40	LM 592	38.00
LM 78 L 12	5,00	LM 336	11,50	LM 709	4,20
LM 78 L 15	5.00	LM 337	13,20	LM 710	12.00
LM 78 L 24	9,50	LM 338	57,60	LM 720	24.40
LM 79 L 05	5,00	LM 339	4.90	LM 723	5.60
LM 79 L 12	5.00	LM 340 5	7.00	LM 723 M	14,40
LM 79 L 15	5,00	LM 340 6	7,00	LM 733	16.50
LM 79 L 24	5.00	LM 340 8	7,00	LM 741	4.80
LM 204	81.40	LM 340 8	13.50	LM 747	5,40
LM 301	3.90	LM 340 12	7.00	LM 748	4.40
LM 301 M	4.90	LM 340 15	7.00	LM 1437	12.50
LM 304	15,90	LM 340 24	7.00	LM 1800	29.40
LM 305	12,90	LM 348	6.60	LM 1877	40,60
LM 307	6.90	LM 350 K	58.60	LM 2907	39.60
LM 308	8.40	LM 358	4,20	LM 2907 L	39.60
LM 309	22.00	LM 360	54,90	LM 2917	34,50
LM 310	25.50	LM 380	15.00	LM 2917 B	44,00
LM 311	4.40	LM 381	39.00	LM 3075	22,30
LM 317 T	7.80	LM 382	35.00	LM 3900	13,00
LM 317 H	18,00	LM 386	14.90	LM 3909	23,80
LM 317 K	25,00	LM 387	19.00	LM 3915	54,00
LM 318	14,90	LM 389	22.00	LM 7905	7,00
LM 319	13,20	LM 391	28,70	LM 7908	7.00
LM 320	8.75	LM 393	4,20	LM 7912	7.00
LM 320 K	13,20	LM 555	3.50	LM 7915	7.00
LM 323	45.60	LM 565	8.90	LM 13700	25,00
LM 324	4.00	LM 566	14.50		

TAA 550	5.90	TCA 940	15,80	TDA 2320	19.80
TAA 621	16.80	TCA 965	34.60	TDA 2542	18,80
TBA 120 S	9.90	TDA 1002	18.80	TDA 2593	13,90
TBA 400	18.00	TDA 2595	37 20	TDA 2594	38,00
TBA 570	14.40	TDA 1004	28.50	TDA 3300	68.00
TBA 800	9.80	TEA 1009	18.50	TDA 3560	88.40
TBA 810 S	8.40	TDA 1010	17.00	TDA 3571	49.10
TBA 820	7.40	TDA 1023	30.40	TDA 3590	69.60
TBA 860	28.80	TDA 1034	17,70	TDA 4050	27.60
TBA 920	9.00	TDA 1035	28.60	TCA 4500	40.20
TBA 950	25.90	TDA 1037	29,00	TDA 4560	44.00
TBA 970	31.90	TDA 1054	15.50	TDA 4601	29.50
TCA 420	23.50	TDA 1151	9.00	TEA 5620	43.20
TCA 440	23.70	TDA 1200	38.40	TEA 5630	43.20
TCA 650	41.90	TDA 1524	58.10	TDA 7000	26.20
TCA 660	29.90	TDA 1576	29.80	TDA 7060	24,00
TCA 730	36.00	TDA 2002	14.90	TA 7313	21.10
TCA 740	38.00	TDA 2003	15.00	TDA 8440	58.70
TCA 750	27.60	TDA 2004	29.40	TDA 8400	48,50
TCA 830	9.90	TEA 2025	26,80	TDA 9513	48,50
TCA 900	6.50	TDA 2030 H	17.50		

OPTO

MCA 7	36.50	JAUNE	1.80	BPW 34	14.50
MCA 81	25.90	CLIP PLAST	0.50	BPW 42	12.50
MC12	10.30	SUPCHROME	8.55	D 634 P	73.00
MCT6	22.90	LED 8MM		TIL 312	21.30
TIL 111	12.20	ROUGE	4.10	TIL 313	18,00
CNY 57	18.20	VERTE	4,10	TIL 321	26,10
6 N 136	24.30	JAUNE	4.10	TIL 327	18,00
4 N 25	9.80	LED RECT		TIL 701	14.20
4 N 33	12.00	ROUGE	3.90	TIL 703	14.20
4 N 35	12.40	VERT	3.90	TIL 704	18.00
4 N 36	12.40	JAUNE	3.90	TIL 311	164.90
LED 3MM		ORANGE	3.90	TIL 370	49 80
ROUGE	1.30	CLIP PLAST	1.50	MAN 72	21.30
VERTE	1.30	LED TRIANG		MAN 74	18,00
JAUNE	1,30	5 MM JAUNE	4.00	MAN 4710	30.50
CLIP PLAST	0.50	5 MM ROUGE	4.00	MAN 4740	29,20
SUPCHROME	5,70	5 MM VERTE	4.00	MAN 8610	34,80
LED 5MM		CQX 95	7,30	MAN 8640	37.20
ROUGE	1.60	CQX 21	6.80	MAN 8650	26.50
VERTE	1.60	CQY 99	5.00		

MICRO- & MEM-

80387 : 5490,00 F

25 LS 22	73.50	TMS 3556	236.00	8088 V 20	127,00
N 8T 26	19.40	TMS 4044	56.50	8088 V 30	121.00
N 8T 28	19.40	MM 4116	18.80	COM 8126	153.00
N 8T 95	5.00	MK 4118	47.50	INS 8154	176.00
N 8T 96	28.00	MM 4100 IM	390,00	INS 8156	64.60
N 8T 97	5.00	MM 4164 15	32.00	81 LS 95	24,80
N 8T 98	7.50	MM 4164 12	35.00	81 LS 97	28,80
63 S 141	38.80	MM 41256-15	92.00	8212	35.00
MAX 232	59.20	MM 41256-12	107,00	8214	53.50
SPD 256 AL	81.80	MM 41256-10	107.00	DP 8216	39.00
74 S 287	55.30	MM 41464 12	142.00	8224	57.60
93364	130.00	MM 4416-15	37.80	8237	82.00
EF 9365	495.00	AIM 4576	50.00	8243	[illegible]
EF 9366	495.00	MC 4741	12.10	INS 8250	99.00
63 S 441	98.00	MM 5104	48.00	8251	89.00
UPD 785	80.00	NSM 5832	97.00	8253	41.90
ADC 0804	71.50	MM 6116	48.50	MM 8254	44 00
ADC 0808	149.00	MM 6264	99.00	8255	29 00
ADC 0809	78.10	MM 6300	23,10	8256	198.00
DAC 0831	88.35	HM 6402		8257	49.00
AY 1015	73.80	UART	78,00	8259	44.00
AY 1350	109.40	MC 6801	183.50	8279	36.00
WD 1691	220.00	MC 6502	78.80	8284	38.60
INS 1771	163.20	MC 65C02	144.00	8288	79.00
FD 1791	115.20	MC 6522	65.90	DP 8304	23.60
FD 1793	398.00	MC 6532	98.00	Z 8530	223.00
FD 1795	189.00	SY 6545	118.00	MC 8802	38.80
MM 2102	24.00	MC 6551	84.50	AY-3 8910	76.00
MM 2111	90.00	MCM 6674	112.00	AY 3 8912	89.70
MM 2112	32.40	MC 6800	47.90	FDC 9216	94.80
MM 2114	26.00	MC 6802	38.00	M 9306	28 20
WD 2143	178.00	MC 68B02	29.00	9340	78.00
2513	97.00	MC 6809	40.00	9341	78.80
25 LS 2518	56.50	MC 68B09	69.00	SFF 9636	33.60
25 LS 2538	49.80	MC 6810	14.90	SFF 9637	39,20
MM 2532	65.00	MC 6821	13.90	MC 14411	148 80
MM 2708	82.60	MC 68B21	28.00	MC 14412	159.00
MM 2716	45.60	MC 6840	43.90	N 16450 N	144.00
MM 2732	47.00	MC 6844	94 80	MC 68000	178.80
MM 2764	39.00	MC 6845	83.90	80287 10	3290.00
MM 27128	45.00	MC 6846	69 60	80387 16	5490.00
MM 27256	62.40	MC 68B50	38.40	Z 80 CPU	25.00
MM 27C256-2	64.00	MC 6860	172.80	Z 80 DART	66.80
MM 27512	127,00	MC 6875	112,00	Z 80 PIO	22.90
MC 3423	15.00	AM 7910	190.00	Z 80 CTC	34.00
MC 3459	25.20	8039	42.00	Z 80 DMAC	125.00
MC 3479	127.00	CPU 8085	40.00	Z 80 SIO	87.10
MC 3480	120.40	8087 4MHz	1490.00	AM 26 LS 31	19.00
MC 3488	25.80	8087 8MHz	1690.00	AM 26 LS 32	19.00
MC 3487	37.00	CPU 8088	89.00	6875 P3S	127.50

TTL SERIE 74

74 LS 74 : 2,60 F

74 LS 00	1,60	74 LS 145	7.80	74 LS 640	19,00
74 LS 01	1.80	74 LS 147	9.00	74 LS 645	16.10
74 LS 02	1.80	74 LS 148	7.00	74 LS 670	8.30
74 LS 03	1.80	74 LS 150	19.80	74 LS 688	18 00
74 LS 04	1.80	74 LS 151	4.00	74 S 00	8.00
74 LS 05	1.80	74 LS 153	4.00	74 S 04	8.00
74 LS 06	5.00	74 LS 154	8.00	74 S 05	12.90
74 LS 07	5.00	74 LS 155	5.00	74 S 08	9.80
74 LS 08	2.90	74 LS 156	4.50	74 S 32	15.00
74 LS 09	2.90	74 LS 157	4.00	74 S 40	8.20
74 LS 10	2.30	74 LS 158	4 80	74 S 64	9.70
74 LS 11	2.90	74 LS 160	4.80	74 S 74	9.00
74 LS 12	3.00	74 LS 161	4.80	74 S 86	13.90
74 LS 13	3.00	74 LS 162	5.00	74 S 108	8.40
74 LS 14	4.00	74 LS 163	4.80	74 S 109	13.90
74 LS 16	4.00	74 LS 164	4.80	74 S 112	9.80
74 LS 17	6.00	74 LS 165	9.00	74 S 113	14.40
74 LS 20	2.00	74 LS 166	6.00	74 S 124	29.50
74 LS 21	2.10	74 LS 169	8.50	74 S 138	14.00
74 LS 22	2.50	74 LS 170	6.50	74 S 157	14,90
74 LS 23	5.00	74 LS 172	58.00	74 S 158	19.50
74 LS 25	4.95	74 LS 173	8.00	74 S 163	18.50
74 LS 26	2.50	74 LS 174	4.80	74 S 169	14.20
74 LS 27	2.50	74 LS 175	4.80	74 S 174	38.50
74 LS 28	3.00	74 LS 180	8.90	74 S 175	9.80
74 LS 30	2.50	74 LS 181	15.00	74 S 182	27.50
74 LS 32	2.50	74 LS 189	19.80	74 S 186	38.00
74 LS 37	3.00	74 LS 190	5.80	74 S 194	18.10
74 LS 38	2.90	74 LS 191	5.80	74 S 195	26.40
74 LS 40	3.50	74 LS 192	5.80	74 S 201	34.20
74 LS 42	3.90	74 LS 193	5.80	74 S 240	13.40
74 LS 43	7.80	74 LS 194	5.80	74 S 241	18.50
74 LS 44	9.60	74 LS 195	5.80	74 S 244	14.90
74 LS 47	6.50	74 LS 196	5.80	74 S 257	21.45
74 LS 48	6.50	74 LS 199	22.80	74 S 258	15.60
74 LS 50	4.00	74 LS 221	6.00	74 S 280	19.00
74 LS 51	2.45	74 LS 224	80.00	74 S 373	19.50
74 LS 53	2.80	74 LS 240	6.50	74 S 374	18 20
74 LS 54	2.40	74 LS 241	7.00	74 S 533	23.10
74 LS 55	2.50	74 LS 242	7.00	74 H 74	9 60
74 LS 60	4.50	74 LS 243	7.00	75 138	30.25
74 LS 70	3.70	74 LS 244	6.50	75 140	13.80
74 LS 72	3.90	74 LS 245	7.00	75 183	11.80
74 LS 73	3.00	74 LS 251	4.80	75 451	11.50
74 LS 74	2.60	74 LS 253	4.50	75 150	12.30
74 LS 75	4.00	74 LS 257	4.20	75 452	9.90
74 LS 76	3.00	74 LS 258	4.50	75 453	8.75
74 LS 80	9.00	74 LS 259	4.50	75 477	13.50
74 LS 81	12.00	74 LS 260	3.80	75 492	13.00
74 LS 83	4.00	74 LS 261	13.10	74 HC 00	2.00
74 LS 85	3.95	74 LS 266	2.50	74 HC 02	2.50
74 LS 86	2.50	74 LS 273	6.50	74 HC 04	2.50
74 LS 89	17.90	74 LS 279	4.50	74 HC 08	2.50
74 LS 90	4.45	74 LS 280	7.90	74 HC 10	2.50
74 LS 91	4.90	74 LS 283	5.00	74 HC 14	6.00
74 LS 92	4.45	74 LS 290	5.00	74 HC 20	2.50
74 LS 93	4.45	74 LS 293	5.00	74 HC 27	5.00
74 LS 94	7.90	74 LS 298	8.00	74 HC 30	2.50
74 LS 95	4.50	74 LS 299	18.00	74 HC 32	2.50
74 LS 96	6.50	74 LS 322	18.00	74 HC 42	9.10
74 LS 100	17.90	74 LS 323	18.00	74 HC 51	5.00
74 LS 107	3.00	74 LS 340	12.00	74 HC 74	3.50
74 LS 109	3.45	74 LS 341	9.10	74 HC 85	8.00
74 LS 112	3.00	74 LS 344	24.00	74 HC 86	8.00
74 LS 113	3.00	74 LS 373	8.80	74 HC 109	8.00
74 LS 121	5.90	74 LS 374	6.80	74 HC 123	8.90
74 LS 122	5.50	74 LS 375	5.00	74 HC 132	4.00
74 LS 123	4.50	74 LS 377	7.80	74 HC 138	8.00
74 LS 124	15.50	74 LS 379	8.80	74 HC 139	8.00
74 LS 125	4.00	74 LS 378	9.80	74 HC 151	8.00
74 LS 126	4.50	74 LS 386	9.00	74 HC 153	8.00
74 LS 128	6.80	74 LS 390	5.90	74 HC 154	14.50
74 LS 132	3.00	74 LS 393	5.80	74 HC 157	7.20
74 LS 133	4.00	74 LS 395	7.00	74 HC 163	10.00
74 LS 136	3.90	74 LS 398	14.00	74 HC 164	9.40
74 LS 138	4.00	74 LS 541	12.40	74 HC 174	8.00
74 LS 139	4.50	74 LS 590	29.50	74 HC 175	8.00
74 LS 141	9.00	74 LS 624	13.80	74 HC 193	10.50

TRANSISTORS

BC 238 : 1,00 F
2N 2222 : 1,55 F

2N 708	4,80	BC 143	5.40	BUX 12	17.20
2N 759	98.50	BC 145	4.10	BUX 25	223.40
2N 918	5.10	BC 148	1.80	BUX 37	48.00
2N 930	3.90	BC 149	2.20	BUX 81	28.20
2N 1420	4.90	BC 153	5.10	BSX 52	3.60
2N 1598	20.90	BC 157	2.60	BS 170	5.90
2N 1599	14.40	BC 177	2.80	TIP 30	4.80
2N 1613	3.40	BC 184	3.10	TIP 31	4.80
2N 1711	3.80	BC 204	2,80	TIP 32	6.50
2N 1889	4.80	BC 208	3,40	TIP 34	8.50
2N 1890	3.50	BC 211	5.20	TIP 41	6.00
2N 1893	3.50	BC 212	3.50	BU 109	24.20
2N 2218	3.50	BC 237	1.80	TIP 121	6.20
2N 2219	3.40	BC 238	1.00	TIP 122	6.90
2N 2222	1.55	BC 239	1.80	TIP 126	12.60
2N 2368	4.05	BC 281	7.40	TIP 127	9.00
2N 2369	3.50	BC 301	6.80	TIP 142	18.70
2N 2646	10.00	BC 303	6.60	IRF 531	16,00
2N 2647	18.80	BC 307	1.80	IRF 532	28.00
2N 2890	26.20	BC 308	1.80	MJ 900	28.80
2N 2894	6.40	BC 317	2.70	MJ 901	23.30
2N 2904	3.20	BC 327	2.60	MJ 1000	29.70
2N 2905	3,20	BC 328	2.50	MJ 1001	17.50
2N 2906	4,70	BC 337	3,20	MJ 2250	22.00
2N 2907	2,20	BC 338	1,60	MJ 2500	20.00
2N 2926	8.00	BC 351	3,90	MJ 2501	24.50
2N 3053	4.90	BC 417	3,50	MJ 2955	23.00
2N 3054	9.60	BC 516	3.40	MJ 3001	23.10
2N 3055	8.00	BC 517	3.00	MJE 350	18.70
2N 3137	20.20	BC 547	1.30	MJE 520	11,50
2N 3402	5.10	BC 548	1.80	MJE 800	8.20
2N 3441	18.80	BC 550	1,50	MJE 1090	40.50
2N 3606	3.05	BC 557	1.50	MJE 1100	33.50
2N 3704	3.60	BC 558	1.80	MJE 2801	24.00
2N 3713	34.00	BC 560	1.90	MJE 2955	14.00
2N 3771	26.40	BD 131	8.80	MJE 3055	12.00
2N 3773	27.10	BD 135	4.50	MPSA 05	3.20
2N 3819	4.00	BD 136	3.90	MPSA 06	3.20
2N 3823	15.90	BD 139	4.60	MPSA 13	5,40
2N 3904	2.80	BD 140	4.90	MPSA 20	3,40
2N 3906	3.40	BD 157	9.50	MPSA 55	3.20
2N 4036	6.90	BD 231	6.65	MPSA 56	3.20
2N 4093	15.90	BD 233	5.00	MPSA 70	3.90
2N 4258	4.50	BD 234	5.50	MPSU 01	15.95
2N 4392	7.80	BD 235	5.50	MPSU 06	19.80
2N 4393	13.85	BD 237	5.40	MPSU 56	24.50
2N 4400	3.40	BD 238	6.20	MPSU 60	28.10
2N 4402	3.50	BD 241	6.10	MPSU 131	9.80
2N 4403	4.80	BD 243	5.90	109 T 2	118.80
2N 4416	12.00	BD 244	5.90	181 T 2	20.40
2N 4425	4 80	BD 286	10.50	182 T 2	20.40
2N 4441	18.50	BD 301	8.95	184 T 2	27.00
2N 4857	14,20	BD 302	12.80	VN 66 AF	27.50
2N 4859	5.80	BD 435	6.50	VN 88 AF	28.50
2N 4920	13.50	BD 436	6.50	ESM 136	14.60
2N 4921	7.50	BD 437	7,20	ESM1601	25.20
2N 4923	9.35	BD 438	5,80	DIAC 32 V	3,90
2N 4951	11.30	BD 649	19.20	TRIAC 6/8 A	6,50
2N 4952	2.20	BD 650	19.50	TRIAC 10 A	10,80
2N 4954	2.20	BD 684	13.20	TRIAC 15 A	10.80
2N 5060	3.80	BDX 18	19.20	B 1791 TRIAC	98.00
2N 5061	8.50	BDX 53	7.90	BRY 55 S 30	3.50
2N 5086	4.65	BDX 54	8.80	BRY 55 60	5.70
2N 5298	10.20	BDX 64	16.60	C 106 D	11.90
2N 6027	4.65	BDX 65	19.80	TY 6008	22.00
AC 125	4.00	BDX 67	24 00	BU 104	16.90
AC 126	3.90	BDX 77	8 00	BU 126	18.00
AC 127	4.50	BF 108	6.50	BU 143	29.40
AC 128	4.50	BF 167	4.50	BU 208 A	18.80
AC 132	3.80	BF 173	4.20	BU 208 2	43.50
AC 142	4.50	BF 178	4.80	BU 326	19.50
AC 180	4.00	BF 181	7.90	BU 406	19.90
AC 181	4.50	BF 194	2.90	BU 407	17.20
AC 183	3.90	BF 195	4.85	BU 408	19.20
AC 184	3.90	BF 197	2.80	BU 806	14.80
AC 187	4.20	BF 199	2.10	2 SC 1306	19.70
AC 187 K	5.80	BF 224	8.90	2 SC 1413 A	88.60
AC 188	4.20	BF 233	3.85	2 SC 1909	23.40
AC 188 K	5.80	BF 234	4.80	2 SC 1945	72.00
AD 149	9.90	BF 244	9.50	2 SC 1957	8.85
AD 161	9.90	BF 245	4.50	VNJ 004 A	340.00
AD 162	9.90	BF 254	3.60		
AF 109	7.85	BF 256	5.70		
AF 114	10.80	BF 257	5.10		
AF 124	4.80	BF 258	6.50		
AF 125	4.80	BF 259	4.30		
AF 126	4.70	BF 337	5.00		
AF 127	4.80	BF 494	3.20		
J 175	9.80	BF 758	4.80		
BC 107	2.00	BF 869	5.40		
BC 108	2.00	BF 961	9.00		
BC 109	2.00	BFR 91	12.80		
BC 114	2.95	BCW 92	8.80		
BC 115	3.90	BCW 95	3.40		
BC 141	4.00	BCW 96	5.00		
BC 142	4.80	BCW 97	3 40		

C-MOS

CD 4052 : 4,40 F

CD 4000	2.00	CD 4035	5,50	CD 4503	4.80
CD 4001	1.80	CD 4040	5.30	CD 4508	18.30
CD 4002	2.00	CD 4042	3 80	CD 4510	5.80
CD 4006	5.00	CD 4044	4.40	CD 4511	5.90
CD 4007	2.20	CD 4045	8.90	CD 4512	4.80
CD 4008	4.50	CD 4046	5.20	CD 4513	18.25
CD 4009	3.00	CD 4047	5.20	CD 4514	10.70
CD 4010	3.20	CD 4048	3.20	CD 4515	11.80
CD 4011	1.80	CD 4049	3.50	CD 4516	4.90
CD 4012	2.20	CD 4050	3.20	CD 4517	11.80
CD 4013	3.10	CD 4051	4.70	CD 4518	4.90
CD 4014	5.10	CD 4052	4.40	CD 4520	5.00
CD 4015	4.70	CD 4053	4.80	CD 4522	4.90
CD 4016	3.20	CD 4060	5.00	CD 4528	6.30
CD 4017	4.40	CD 4066	3.30	CD 4532	6.80
CD 4018	4.40	CD 4068	2.10	CD 4534	28.50
CD 4019	3.20	CD 4069	2.10	CD 4536	13.50
CD 4022	5.00	CD 4070	2.10	CD 4538	7.80
CD 4020	4.80	CD 4071	2.10	CD 4539	7.70
CD 4021	4.80	CD 4072	2.10	CD 4543	8.00
CD 4023	2.10	CD 4073	2.10	CD 4553	16.50
CD 4024	4.10	CD 4075	2.50	CD 4555	6.80
CD 4025	2.90	CD 4076	3.50	CD 4558	14.20
CD 4026	6.50	CD 4077	2.20	CD 4566	16.50
CD 4027	3.10	CD 4078	2.90	CD 4584	4.30
CD 4028	3.90	CD 4081	2.10	CD 4585	6.00
CD 4029	4.50	CD 4082	2.10	MC 1692	7.20
CD 4030	2.80	CD 4085	2.90	MC 14490	38.00
CD 4033	6.40	CD 4093	3.20	MC 145151	143.30
CD 4034	9.50	CD 4099	8.10		

KITS

EMETTEUR FM 5W	KIEFM5W	259.00
EMETTEUR FM MINIATURE	KIEFM	74.00
TUNER FM MONO	KIFM101	118.00
MICRO FM SANS FIL	KIMHF05	72.00
SIRENE ELECTRONIQUE	KISM10W	68.00
VU METRE ELECTROLUMINESCENT	KI610	147.00
GRADATEUR ANTIPARASITE	KI613	139.00
MINUTERIE UNIVERSELLE A MICRO	KI1682	756.00
ALIMENTATION REGULEE 1A	KI1823	97.00
REGUL DE VITESSE MOTEUR CA	KI2636	197.00
AMPLI BF SUPERMINI 2.5 WATTS	KI2637	76.00
ALLUMAGE ELECTRONI. VOITURE	KI2543	141.00
PRE AMPLI STEREO UNIVERSEL	KI2572	92.00
SONNETTE MUSICALE A MICROPROCES	KI2575	228.00
TIMER UNIVERSEL	KI2579	97.00
MODULATEUR LUMIERE 3 VOIES	KI2588	296.00
GRADATEUR 2A	KI2600	76.00
SIRENE TYPE KOJAK VARIABLE	KI2604	95.00
COMPTE TOURS	KI2625	285.00
COMPTEUR GEIGER MULLER	KI2645	690.00
CDE TELEPHONIQUE	KI2650	273.00
CHIEN ELECTRIQUE	KI2655	286.00

DIODES

1 N 4003 : 0,90 F

BZX 46C		BZV 48C 4.7V	4.80	BZV 48C 120V	6,80
2,7V à 33V	2.30	BZV 48C 6,8V	4.80	BZV 48C 130V	6.80
BZX 46C 34V	3.30	BZV 48C 7,5V	4.80	BZV 48C 150V	6.80
BZX 85C 3.3V	3.30	BZV 48C 10V	4.80	BZV 48C 180V	6.80
BZX 85C 4.3V	3.30	BZV 48C 12V	4 80	BZV 48C 200V	6,80
BZX 85C 4.7V	3.30	BZV 48C 15V	4.80	24 R 2	40.80
BZX 85C 5.1V	3.30	BZV 48C 16V	4.80	35 P 4	2.80
BZX 85C 5.6V	3.30	BZV 48C 18V	4.80	BAT 41	2.80
BZX 85C 6.2V	3.30	BZV 48C 20V	4.80	64 R 2	17.00
BZX 85C 6.8V	3.30	BZV 48C 22V	4.80	OA 95	2,90
BZX 85C 7.5V	3.30	BZV 48C 24V	4.80	BA 102	12,00
BZX 85C 8.2V	3.30	BZV 48C 27V	4.80	BB 105	5.30
BZX 85C 9.1V	3.30	BZV 48C 30V	4.80	OA 202	0.90
BZX 85C 10V	3.30	BZV 48C 36V	4.80	BY 214	6.50
BZX 85C 12V	3.30	BZV 48C 39V	4.80	BA 224	4.30
BZX 85C 13V	3.30	BZV 48C 43V	4.80	BY 227	2.90
BZX 85C 15V	3.30	BZV 48C 47V	4.80	BY 251	3.10
BZX 85C 18V	3.30	BZV 48C 51V	4.80	SHOTTKY	
BZX 85C 20V	3.30	BZV 48C 56V	4.80	3 A 40 V	6.20
BZX 85C 24V	3.30	BZV 48C 62V	4.80	1 N [illegible]	[illegible]
BZX 85C 30V	3.00	BZV 48C 68V	4.80	1 N 823	9 60
BZX 85C 47V	3.30	BZV 48C 75V	6.80	MSS 1000	2.90
BZX 85C 51V	3.30	BZV 48C 82V	6.80	1 N 3595	5.80
BZX 85C 75V	3.30	BZV 48C 91V	6.80	1 N 4003	0.90
BZX 85C 150V	3.30	BZV 48C 110V	6.80	1 N 4007	1,20
				1 N 4148	0.40

QUARTZ, SELFS

5,0688 : 14,90 F
LIGNE A RETARD 3722 : 180 F

32.768 KHz	7.80	14.25045 MHz	29.00	3.9 µH	8.50
1 MHz	46.80	14.31818 MHz	24.90	4.7 µH	8.50
1.008 MHz	78.50	14.740 MHz	13.50	5.6 µH	10.50
1.2288 MHz	25.00	16 MHz	14.00	6.8 µH	8.50
1.8432 MHz	24.90	16.5888 MHz	30.00	10 µH	10.50
2 MHz	24.90	17.430 MHz	42.00	12 µH	8.50
2.4576 MHz	21.90	18 MHz	34.90	15 µH	8.50
3.2768 MHz	10.90	18.4 MHz	28.00	22 µH	8.50
3.3 MHz	38.20	24 MHz	24.90	27 µH	8.50
3.579545 MHz	11.70	OSCILLATEURS		33 µH	8.50
3.6864 MHz	10.90	4 MHz	41.00	47 µH	9.90
4 MHz	10.90	4.9152 MHz	32.00	56 µH	8.50
4.096 MHz	19.00	12.288 MHz	25.00	68 µH	8.50
4.9152 MHz	10.90	15.876 MHz	34.00	100 µH	9.90
5.0688 MHz	14.90	16 MHz	87.00	120 µH	8.50
6 MHz	11.90	18 MHz	88.80	150 µH	10.50
6.5536 MHz	17.50	25.4 MHz	37.00	220 µH	10.20
8 MHz	13.20	SELFS		330 µH	10.50
8.3886 MHz	22.00	1 µH	10.50	470 µH	10.50
10 MHz	12.90	1.5 µH	10.50	680 µH	10.50
12.6 MHz	30.00	2.2 µH	9.80	1 MH	10.50
14 MHz	30.00	3.3 µH	9.90	2.2 MH	10.50

Ligne à retard 3722 ... 180.00

INTERS, RELAIS

POUSSOIR OUVERT AU REPOS : 3,60 F

A glissière	4.30
A clé	44.25
A bascule	18.20
Lumineux marche/arrêt	9.20
Bipolaire secteur plat	7.20
Fin de course	13.50
A poussoir fermé au repos	4.70
Ouvert au repos	3.60
Poussoir marche/arrêt	8.20
Poussoir lumineux	11.80
Poussoir carré Rouge GM	16.80
Unipolaire 2 Pos stab	9.80
2 positions stables pr CI	19.60
2 positions une instable	15.00
3 positions stables	12.00
3 positions instables	18.20
3 positions une instable	18.00
Bipolaire 2 posit. stab	11.50
3 positions stables	15.10

Tripolaire 2 pos stab	27.20
Commutateur rotatif 4C 3P	14.50
Commutateur rotatif 3C 4P	14.50
Commutateur rotatif 2C 6P	14.50
Commutateur rotatif 1C 12P	14.50
Sabre commut. à galette	34.80
GALETTE	
4C 3P	33.60
4C 4P	29.80
3C 5P	33.80
2C 9P	33.80
1C 12P	49.10
ROUE CODEUSE	
BCD	49.80
Décimale	49.80
Hexadécim	49.50
Flasque de roue codeuse	18.30
1 inter DIP switch	7.50
2 inters DIP switch	5.20
4 inters DIP Switch	13.40
8 inters DIP switch	19.50
Relais ILS 5V 2T	12.40

ILS 5V 2R	12.40
DIL 5V 1T	38.50
Statique 5V-220V10A	38.00
DIL 1RT	39.50
6V 2RT	38.50
6V 4RT	43.50
Auto 12V 10A	24.80
National 1RT 12V	29.00
12V 2RT	37.80
12V 4RT	41.00
24V 2RT	32.65
24V 4RT	41.00
48V 2RT	42.80
SUPPORT RELAIS	
2RT	9.90
4RT	11.20
220V 10A	75.00
Prot 80	57.80
HB 2RT 12V	46.50

PENTA 8

36, rue de Turin - 75008 **PARIS** - Tél. : 42.93.41.33
Métro : Liège, Rome, Place Clichy
Du lundi au samedi de 9 h à 19 h - FAX 43.87.08.82

PENTA 13

10, bd Arago - 75013 **PARIS** - Tél. : 43.36.26.05
Métro : Gobelins
Du lundi au samedi de 9 h à 19 h 30 - FAX 45.35.57.67

PENTA 16

5, rue Maurice Bourdet - 75016 **PARIS**
Tél. : 45.24.23.16 - Télex : 614 789 (Pont de Grenelle) - FAX 45.24.32.08
Métro : Charles-Michels - Du lundi au samedi de 9 h à 19 h 30

PENTA 13002

106, av. de la République - 13002 **MARSEILLE**
Tél. : 91.90.66.12. Métro : Joliette
Du mardi au samedi de 9 h 45 à 19 h - FAX 91.90.60.38

PENTA 44000

9, allée de l'Ile Gloriette - 44000 **NANTES**
Tél. : 40.08.02.00 - FAX 40.08.04.39 - Le lundi de 13 h 30 à 19 h
Du mardi au samedi de 9 h à 12 h 30 et de 13 h 30 à 19 h

PENTA 69007

7, av. Jean-Jaurès - 69007 **LYON** Tél. : 72.73.10.99.
Métro : Saxe - Gambetta - FAX 72.73.42.70
Du mardi au samedi de 10 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h 15

SUPER ALIMENTATION FEIS

PENTASONIC commercialise une alimentation à affichage digital permettant le contrôle simultané de l'intensité et de la tension. Les caractéristiques techniques sont excellentes, le rapport qualité/prix est remarquable.

583 F/HT 692 F/TTC

Caractéristiques : Primaire 220 volts avec interrupteur marche-arrêt, cordon équipé d'une prise terre. Secondaire 0 à 25 Volts. Courant de sortie 2 Ampères. Protection de sortie contre les courts circuits par limitation, protection au primaire par fusible. Affichage par un display de 3 digits LED de 10 mm. Façade avant avec réglage de tension et sélecteur d'affichage U/I. Sorties par 2 bornes bananes type 15 Amp. Coffret tout métal. Dimensions : 250 x 160 x 100 mm. Poids 2,9 kg.

LES MANUDAX

M-3650 : L'EXTERMINATEUR

Livré avec sa cartouchière.

ME 3650 **695F/TTC**

Ce multimètre est un tueur de laboratoire. Les amateurs les plus avertis possèdent un transistormètre, un capacimètre, un voltmètre, un ampèremètre, un fréquencemètre, un ohmmètre et un grand atelier pour utiliser cette armée d'appareils.
Le M-3650 lui réunit toutes ces fonctions plus quelques autres et tient dans la main. Son afficheur à cristaux liquides est d'une clarté exceptionnelle grâce à ses dimensions peu communes.

M-4650 : EXTERMINATOR II

Le nouveau tueur de laboratoire est arrivé chez PENTA

MD 4650 **1095F/TTC**

Afficheur à cristaux liquides 20000 points (4,5 digits). Cet appareil est un multimètre compact, solide, autonome, portable permettant les mesures et test suivants : tension AC et DC, courant AC et DC, résistance, capacité, diode, transistor hFE, continuité, fréquence. Un convertisseur A/D (dualslope) utilise la technologie C-MOS pour la mise à zéro automatique, sélection de la polarité et les indications de dépassement. Même caractéristiques que le M 3650.

L'ARME ABSOLUE, SIGNEE MANUDAX

NOUVEAU

MD 80

790 F/TTC

M-80 4000 POINTS

Comme ses prédécesseurs, ce nouveau multimètre n'a qu'une obsession : tout faire lui-même !
Calibrage automatique. Commutation par poussoir. Dans un boîtier antichoc, se loge un écran de 42 mm de haut dans lequel s'inscrit un affichage de 21 mm. Sa vitesse d'échantillonnage : 5 tests à la seconde. Maintien de l'affichage et, bien sûr, c'est également un fréquencemètre.

GENERATEURS DE FONCTIONS

GENERATEUR DE FONCTIONS 869 CENTRAD

LA QUALITE AUX SOMMETS

MG869

3490 F/TTC

Crédit total 234.50 F/mois

Caractéristiques :
Fonctions sinus, triangle, carré, tension continue, wobulation externe. Fréquences de 0,01 HZ à 11 MHz en 9 décades. Niveau de sortie 15 V crête à crête sur 50 Ohms. Rapport cyclique variable. Sortie TTL. Alimentation 220 V protégé par fusible. Consommation 25 VA. Livré avec sonde modulaire.
(Documentation sur demande)

FG2 CIRCUITMATE de BECKMAN INDUSTRIAL

MEFG2

1967 F/TTC

Caractéristiques :
De 0,2 Hz à 2 MHz en 7 gammes. Signaux carrés, triangulaires et sinusoïdaux. Rapport cyclique variable. Distorsion inférieure à 30 dB. Entrée modulation de fréquence.

ELC Géné BF 791 S de 1 Hz à 1 MHz	ME791	995 F/TTC
LSG 17 Géné HF de 100 kHz à 150 MHz	ME17	1750 F/TTC
LAG 27 Géné BF de 10 Hz à 1 MHz	ME27	1876 F/TTC
CENTRAD 368 de 1 Hz à 200 kHz	ME368	1420 F/TTC
JUPITER 2000 0,2 Hz à 2 MHz	MG2000	2890 F/TTC
BK 3010 1 MHz	MG3010	2994 F/TTC
BK 3011 Aff. digi de 0,2 Hz à 2 MHz	MG3011	3241 F/TTC
BF 3020 de 0,02 Hz à 2 MHz	ME3020	5590 F/TTC

FREQUENCEMETRE

CENTRAD 346 **1990 F/TTC**

ME346

Caractéristiques :
1 Hz à 600 MHz. Cadence de porte 0,1 S - 1 S - 10 S. 1 seule entrée commutable. 8 digits diodes 13 mm. Base de temps : oscillateur à quartz 10 MHz.

FUSIBLES

6x32 0,2A	2,50	5x20 100MA	1,40	5x20 3,15A	1,40
6x32 0,5A	2,50	5x20 160MA	1,40	5x20 4A	1,40
6x32 1A	2,50	5x20 250MA	1,40	5x20 5A	1,40
6x32 2A	2,50	5x20 315MA	1,40	5x20 6,3A	1,40
6x32 3A	2,50	5x20 500MA	1,40	5x20 7A	1,40
6x32 4A	2,50	5x20 630MA	1,40	PORTE FUSCI	1,30
6x32 5A	2,50	5x20 1A	1,40	PORTE FUS	
6x32 7A	2,50	5x20 2A	1,40	CHASSIS	4,90
5x20 0,08MA	1,40				

TUBES TV

GRAND CHOIX EN STOCK

TOUTE LA CONNECTIQUE EST CHEZ PENTA

SUPPORT DE COMPOSANTS

PLATE FORME	
14 broches A 14P	9,10
16 broches A 16P	11,50
24 broches A 24P	16,30
CONNECTEURS A SERTIR	
14 broches	12,00
16 broches	18,00
24 broches	23,70
40 broches	25,00

CLIPS TEST

14 broches	77,80
16 broches	80,00
24 broches	82,00
40 broches	136,00

SUPPORTS C.I.

A souder	
8 broches	1,50
14 broches	2,10
16 broches	2,30
18 broches	2,60
14 broches décalé	5,10
20 broches	2,90
24 broches	3,50
28 broches	4,20
40 broches	6,50
A wrapper	
8 broches	3,80
14 broches	5,80
16 broches	7,30
18 broches	8,70
20 broches	8,60
22 broches	7,20
24 broches	10,30
28 broches	12,10
40 broches	18,80
Br. à wrap vector	72,00

TULIPES

8 broches	2,50
14 broches	4,20
16 broches	4,80
18 broches	5,40
20 broches	5,80
22 broches	6,50
24 broches	7,20
28 broches	8,20
40 broches	11,50

INSERTION NULLE

16 broches	49,50
20 broches	122,00
24 broches	57,80
28 broches	75,30
40 broches	89,80

TEXTOOL

24 broches	149,00
28 broches	184,00
40 broches	240,00

PRISES CALCULATRICES

Mâle	2,90
Mâle petit modèle	7,50
Embase châssis	5,10

CONNECTEURS D'ALIMENTATION

Floppy 4 broches	19,50
Floppy mâle prolong.	17,80

FICHES RCA et CINCH

RCA mâle	2,50
Fiche RCA mâle or	9,80
RCA fem.	2,50
Fiche RCA fem. or	9,80
Embase RCA	2,50
Embase CI RCA	6,50

CANON AUDIO

3 broches mâle	29,75
3 broches femelle	34,80
3 broches embase	35,70
5 broches mâle	47,00
5 broches femelle	59,10

FICHES DIN

Mâle 5 broches	2,80
Fem. 5 broches	4,20
Emb. 5 broches	4,40
Emb. 5 broches CI	7,20
Mâle 6 broches	4,40
Fem. 6 broches	2,80
Emb. 6 broches	6,30
Mâle 7 broches	5,80
Fem. 7 broches	5,80
7 br. à verrou	48,00
Fem. pivot 7 br. à verrou	58,70
Emb. 7 broches à verrou	48,20
Mâle 8 broches	6,50
Fem. 8 broches	7,80
Emb. 8 broches	9,40

FICHES JACK

Mâle mono 2,5 mm	2,80
Fem. mono 2,5 mm	2,90
Emb. mono 2,5 mm	2,50
Mâle mono 3,5 mm	3,10
Mâle mono métal 3,5 mm	4,90
Fem. mono 3,5 mm	3,10
Fem. mono métal 3,5 mm	6,80
Emb. mono 3,5 mm	3,20
Fem. stéréo 3,5 mm	6,50
Emb. stéréo 3,5 mm	7,20
Mâle stéréo 3,5 mm	7,50
Mâle mono 6,35 mm	4,10
Mâle mono métal 6,35 mm	8,80
Fem. mono 6,35 mm	4,90
Fem. mono métal 6,35 mm	13,20
Emb. mono 6,35 mm	8,80
Mâle stéréo 6,35 mm	5,10
Mâle stéréo métal 6,35	9,60
Fem. stéréo 6,35 mm	8,10
Fem. stér. métal 6,35	13,50
Emb. stéréo 6,35 mm	7,80

FICHES COAXIALES

Mâle	3,80
Femelle	3,80
Emb.	9,60

PRISES CANON

DB 9 mâle à souder	14,70
DB 9 fem. à souder	14,70
Capot pour DB 9	15,00
DB 9 coudée mâle	24,50
DB 9 coudée fem.	34,40
DB 9 mâle à sertir	16,30
DB 9 fem. à sertir	35,60
DB 15 mâle à souder	17,20
DB 15 fem. à souder	17,50
DB 15 fem. coudée	13,50
DB 15 coudée mâle	18,70
Capots DB 15	15,40
DB 15 mâle à sertir	46,30
DB 15 fem. à sertir	48,90
DB 25 mâle à souder	18,50
DB 25 fem. à souder	23,00
Capot DB 25	17,90
Colonettes DB 25	3,80
DB 25 mâle sertir	49,50
DB 25 fem. sertir	55,80
DB 25 coudée mâle	58,10
DB 25 coudée fem.	51,00
DB 25 à wrapper	42,50
DB 37 mâle à souder	32,80
DB 37 fem. à souder	39,80
Capot pour DB 37	21,00
DB 37 coudées fem.	48,20
DB 37 fem. à sertir	32,80
DB 50 mâle à souder	54,00
DB 50 fem. à souder	48,00
Capots DB 50	27,40

CENTRONICS

Mâle 14 b. à souder	32,00
Mâle 24 b. à souder	49,00
Emb. 24 b. à souder	56,40
Mâle 36 b. à souder	38,60
Mâle 36 b. à sertir	49,20
Emb. 36 b. à souder	39,20
Emb. 36 b. à sertir	58,00
Emb. 36 b. pour CI	89,00
Mâle 36 b. à souder câble plat	64,20
Mâle 50 b. à souder	49,00
Emb. 50 b. à souder	87,00
Mâle 50 b. à sertir	58,60
Embase 50 b. à sertir	68,20

TYPE EUROPE

Mâle sans interv.	37,50
Fem. sans interv.	43,90
Mâle avec interv.	29,75
Fem. avec interv.	42,95
Mâle	44,80
Femelle	37,70

CONNECTEURS ENCARTABLES

A sertir, pas de 2,54	
2 x 10 broches	36,50
2 x 13 broches	45,00
2 x 17 broches	48,00
2 x 20 broches	24,20
2 x 25 broches	74,40
A souder, pas de 2,54	
2 x 20 broches	58,50
2 x 25 broches	53,40
2 x 25 broches mâle	57,80
2 x 31 broches IBM	58,00
2 x 34 broches	42,00
2 x 37 broches	42,00
2 x 50 broches	97,00
A souder, pas de 2,98	
6 broches	9,50
2 x 6 broches	24,80
10 broches	7,90
2 x 12 broches	27,00
15 broches	28,20
18 broches	29,20
2 x 18 broches	24,20
2 x 22 broches	49,50
2 x 43 broches	119,00
22 broches	29,30
2 x 50 broches	97,00

TYPE BERG

2 x 5 broches mâle	58,40
2 x 10 broches mâle	63,80
2 x 13 broches mâle	64,20
2 x 17 broches mâle	73,10
2 x 20 broches mâle	85,80
2 x 25 broches mâle	98,10
2 x 5 broches emb.	17,50
2 x 8 broches emb.	18,50
2 x 10 broches emb.	20,50
2 x 13 broches emb.	23,20
2 x 17 broches emb.	29,50
2 x 20 broches emb.	33,70
2 x 25 broches emb.	41,10
2 x 30 broches emb.	48,00
2 x 5 broches fem.	8,70
2 x 8 broches fem.	17,50
2 x 10 broches fem.	14,80
2 x 13 broches fem.	17,50
2 x 17 broches fem.	24,10

CONNECTEURS B.F. CONNECTEURS HP

HP mâle 4,1 S	2,90
HP fem. 5,2 S	2,45
Emb. HP fem. SFHP	1,80
Emb. HP mâle SMP	2,30
Emb. HP coupure	2,50
Prise HP à pression	7,10

AMP.

2 broches emb. mâle	4,80
4 broches emb. mâle	9,75
6 broches emb. mâle	8,40
2 broches mâle	1,95
4 broches mâle	2,50
6 broches mâle	3,90
2 broches fem.	1,95
4 broches fem.	2,50
6 broches fem.	3,80

IBM

12 broches fem.	24,10
12 broches mâle	14,80

BARRETTES ET BROCHES

Cavaliers, jumpers shunt	1,90
Barette sécable fem. 36 broches	13,30
Mâle sécable 20 broches	11,50
Tulipe en bande sécable 32 broches	9,60

CONNECTIQUE DIVERSE

Prise LEMO	
A verrouil. mâle	38,00
A verrouil. fem.	36,00
Bananes	
Mâle rapide	8,25
Mâle 4 mm	3,40
Prolongateur fem. 4 mm	3,90
Embase banane 4 mm	2,25
Mâle 2 mm	3,50
Embase 2 mm	3,50

BORNIER A VIS

2 plots pour CI	3,70
3 plots	4,80
4 plots	5,20
5 plots	6,30
8 plots	9,25
Prise tel.	42,00
Emb. tel.	25,20
Péritel mâle	18,00
Péritel fem.	23,50
Péritel châssis	6,00
BNC mâle	16,20
BNC fem.	19,50
BNC châssis	13,60
Fiche mâle PL 259	8,20

ISKRA : LA MESURE

GENERATEUR DE FONCTIONS A BALAYAGE G205

1795 F/TTC

MG205

Fréquences 0,0002 Hz à 2 MHz en 7 calibres. Sorties : sinus, triangle, carré, impulsion, rampe, sinus étalée, continue. Sortie synchro : carré, niveau TTL. Dim. 305 x 267 x 76 mm.

COMPTEUR MULTIFONCTIONS HC-F 1000

1994 F/TTC

MF1000

6 positions : Canal A : 10 Hz à 100 MHz ; Canal B : 100 MHz à 1 GHz ; Période 10 Hz à 2,5 MHz ; Trigger réglable de ± 350 mV du signal d'entrée.

PENTASONIC

PENTA 34000

3, rue Rondelet - 34000 **MONTPELLIER**
Tél. : 67.58.30.31
Du mardi au samedi de 9 h 15 à 12 h et de 14 h à 19 h

PENTA 68000

28, rue Gay-Lussac - Z.I. Nord - 68000 **COLMAR**
Tél. : 89.23.94.28
Du lundi au samedi de 8 h à 12 h et de 14 h à 19 h

PENTA 92

20, rue Périer - 92120 **MONTROUGE**
Administration et vente en gros : Tél. 40.92.04.12
Vente par correspondance : Tél. 40.92.03.05
Ouvert du lundi au vendredi de 9 h à 12 h et de 13 h 30 à 18 h 15

Prix donnés à titre indicatif et susceptibles d'être modifiés en fonction de nos approvisionnements.

PHOTOS NON CONTRACTUELLES

3 Kl.

MONTÉ REGLÉ

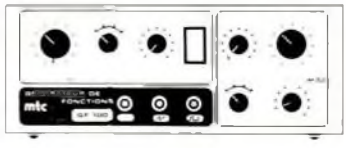
BERIC

GARANTIE TOTALE 1 AN

Actualités

LA MESURE

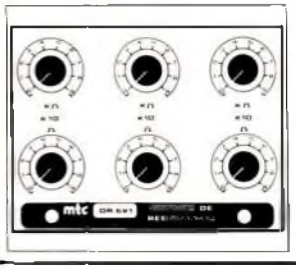
GF 100



GENERATEUR DE FONCTIONS
Entrée secteur avec fusible 220/240 V - 10 VA
Fréquences de 10 Hz à 100 KHz en 4 gammes
Sortie sinus: Impédance 200 Ohms
Distorsion inférieure à 0,5%
Réglage de 30 mV à 3 V CC
Sortie dents de scie: Z = 200 Ohms
Linéarité 1%
Réglage de 30 mV à 3 V CC
Sortie impulsion TTL: Z = 200 Ohms
Largeur de 1 µS à 100 mS
Ajustage du rapport cyclique
Dimensions: 216 × 185 × 80. Poids 2,1 Kgs

967,—

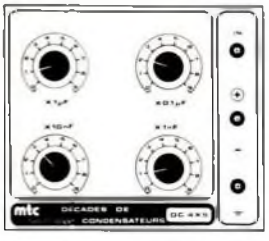
DR 6×1



DECADES DE RESISTANCES
6 Décades de 10 Ohms à 10 MOhms
Réglage par bonds de 10 Ohms
Précision des résistances 1%
Puissance admissible ¼ Watt
Dimensions 160 × 137 × 70
Poids: 420 g

540,—

DC 4×5



DECADES DE CONDENSATEURS
4 Décades de 10 nF à 10 µF
Réglage par bonds de 10 nF
Précision 10%
Capacité résiduelle inférieure à 50 pF
Possibilité d'extension de gamme
Dimensions 160 × 137 × 70
Poids 450 g

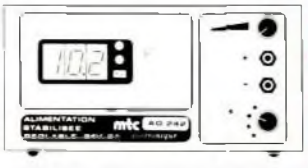
629,—

ALIMENTATIONS STABILISEES

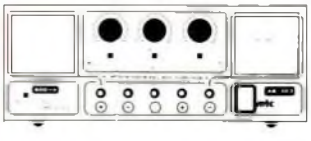
VARIABLES

AV 152 Alimentation stabilisée variable 5-15V/2,5A avec affichage analogique A/V **504,—**

AV 303 Alimentation stabilisée variable 5-30V/3A avec affichage analogique A/V **741,—**



AD 242 Alimentations stabilisée variable 3-24V/2A avec affichage digital A/V **723,—**



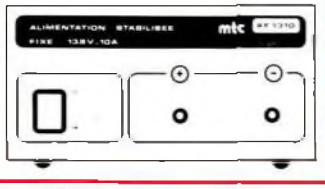
AS 303 Alimentation stabilisée de 1,5Và 30V/3A symétrique, de 3 à 60 V assymétrique, limitation différentielle 500mA avec affichage analogique A/V **NC**

FIXES

AF 133 Alimentation stabilisée fixe 13,8V 3A **338,—**

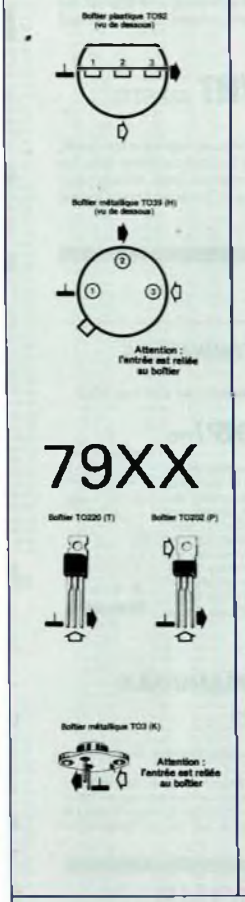
AF 135 Alimentation stabilisée fixe 13,8V 5A **433,—**

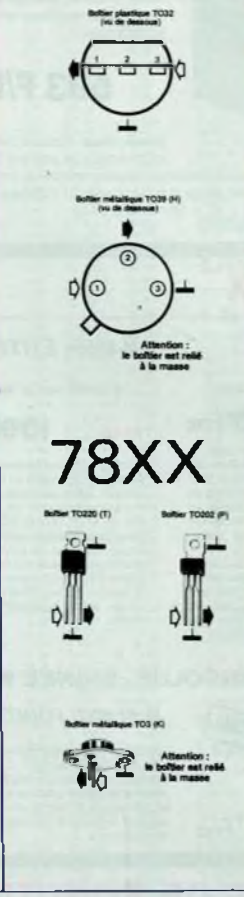
AF 1310 Alimentation stabilisée fixe 13,8V 10A **700,—**

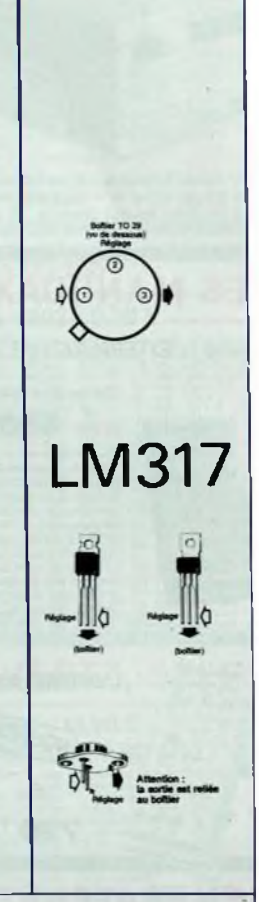


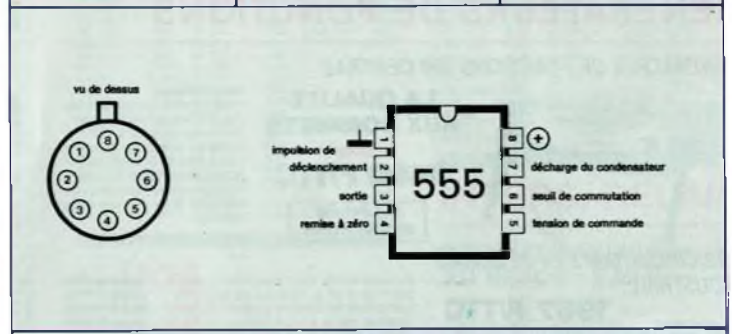
BERIC... BERIC... BERIC... BERIC... BERIC... BERIC... BERIC...

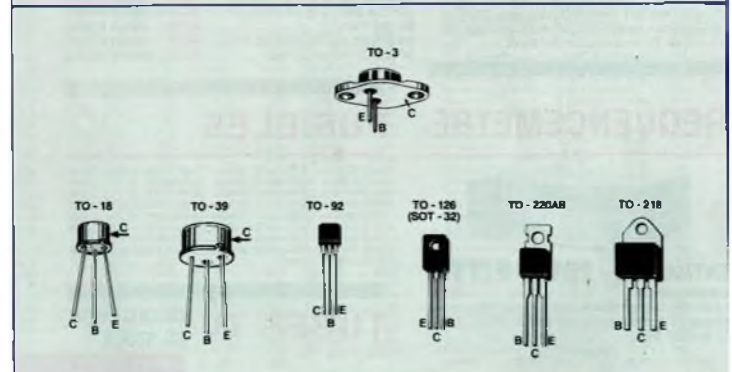
brochages

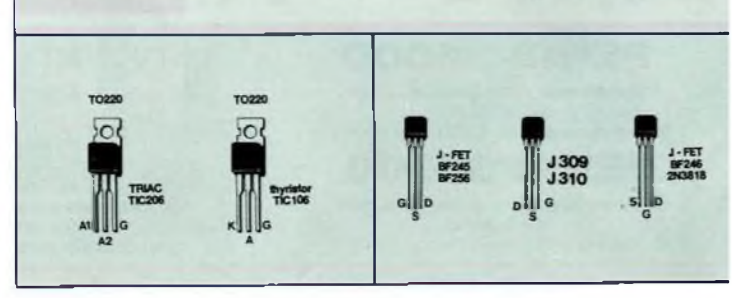












MON COUP DE CHAPEAU

titre de l'article : .....

.....

arguments : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

arguments : .....

titre de l'article : .....

.....

MON COUP DE SAVATE

PUBLICITÉ

ABONNEMENT: L'année compte 11 parutions (chaque mois sauf août).

Le paiement de votre abonnement reçu avant le 10, vous permettra d'être servi le même mois.

Les abonnements sont payables à la commande. Pour les administrations et établissements scolaires, veuillez nous adresser un bon de commande administratif.

France (métropolitaine)	étranger (et O.M.)	Suisse *	par avion
190 FF	270 FF	85 FS	370 FF

* Pour la Suisse, veuillez adresser à URS-MEYER – CH2052 FONTAINEMELON

ANCIENS NUMEROS: Les envois d'anciens numéros sont groupés une fois par mois (en milieu de mois).

Tarif: 25 FF pour le premier ou seul exemplaire — 20 FF pour chacun des numéros suivants

Indiquez les n°s voulus _____

Si vous souhaitez plus d'un exemplaire par numéro indiquez-le ici _____

— Complétez au verso — SVP —

COMMANDEZ AUSSI PAR MINITEL
3615 + ELEX

PUBLICITÉ

BON DE COMMANDE — PUBLITRONIC

Livres et circuits imprimés

Veuillez consulter la liste des titres disponibles ELEX dans les publicités en pages intérieures de la revue.

Livres	prix	quant.	total
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
platines expérimentales ELEX			
1 - 40 × 100 mm	23 F	.....	.....
2 - 80 × 100 mm	38 F	.....	.....
3 - 160 × 100 mm	60 F	.....	.....
platine DIGILEX	88 F	.....	.....
Autre référence: nous consulter		.....	.....
.....		.....	.....
.....		.....	.....
*Forfait port et emballage:			25 F*
		total net à payer:	.....

25 F par commande d'un ou plusieurs livres ou de livre(s) + platine(s).
Pour les commandes de 1 à 5 platines seules, comptez 5 F par pièce, (soit le forfait de 25 F à partir de 5 platines).

Veuillez compléter soigneusement le verso de cette carte

PUBLICITÉ

Directeur de la publication : Marinus Visser Imprimé par NDB, NL-2382 Leiden, Pays-Bas — n° CPPAP : 70184