

**PHILIPS**  
Compact  
Electronic  
Engineer

Manuel d'instruction  
**EE1050 EE1051 EE1052**

**POSSIBILITES DE MONTAGE AVEC EE 1050-1051-1052**

<b>MONTAGE</b>	<b>DEFINITION</b>	<b>BOITES</b>
1	FEUX CLIGNOTANTS ET AVERTISSEUR ELECTRONIQUE DE VOL	1050
2	CLIGNOTEUR ELECTRONIQUE A CADENCE REGLABLE	1050
3	LAMPE A ECLAT AVEC REGLAGE DE LA DUREE D'ALLUMAGE ET D'EXTINCTION	1050
4	AMPLIFICATEUR D'ELECTROPHONE	1050
5	AMPLIFICATEUR D'ELECTROPHONE AVEC PUSH-PULL DE SORTIE	1050, 1051
6	AMPLIFICATEUR D'ELECTROPHONE AVEC CORRECTION DE FREQUENCE	1050, 1051
7	LAMPE DE NUIT A ALLUMAGE AUTOMATIQUE	1050
8	DETECTEUR D'HUMIDITE	1050
9	DETECTEUR DE LUMIERE	1050
10	DETECTEUR ACOUSTIQUE DE LUMIERE	1050, 1051
11	RELAIS ACOUSTIQUE	1050
12	RELAIS ACOUSTIQUE SENSIBLE A LA LUMIERE	1050, 1051, 1052
13	APPAREIL DE LECTURE AU SON (CODE MORSE)	1050
14	APPAREIL DE LECTURE AU SON (CODE MORSE) AVEC H.P.	1050, 1051
15	GENERATEUR DE SONS VARIANT AVEC LA LUMIERE	1050
16	GENERATEUR AUDIOFREQUENCE A FREQUENCE VARIABLE	1050 + 1052
17	AVERTISSEUR SONORE A DEUX TONS	1051 + 1052
18	GENERATEUR DE SIGNAUX TELEPHONIQUES	1050 + 1052
19	CAPTEUR ET AMPLIFICATEUR TELEPHONIQUE	1050, 1052
20	CAPTEUR ET AMPLIFICATEUR TELEPHONIQUE AVEC H.P.	1050, 1051, 1052
21	LUXMETRE (APPAREIL PERMETTANT DE MESURER LA LUMIERE)	1050
22	MINUTERIE	1050
23	RECEPTEUR RADIO A ONDES MOYENNES (2 TRANSISTORS)	1050, 1052
24	RECEPTEUR RADIO A ONDES MOYENNES AVEC HAUT-PARLEUR	1050, 1051, 1052

# PHILIPS

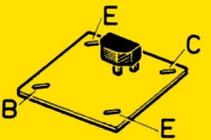
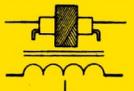
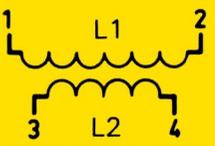
## Compact Electronic Engineer

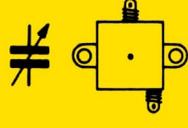
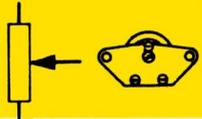
EE1050 EE1051 EE1052

### Manuel d'instruction

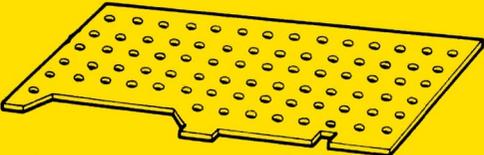
#### TABLE DES MATIERES

Liste des composants . . . . .	page 2
Instructions de montage . . . . .	page 6
Théorie générale de l'électronique . . . . .	page A1
Descriptions des circuits et caractéristiques . . . . .	page 11
Feux clignotants . . . . .	page 11
Amplificateur d'électrophone . . . . .	page 11
Lampe de nuit à allumage automatique . . . . .	page 13
Détecteur d'humidité . . . . .	page 13
Avertisseur électronique de vol . . . . .	page 14
Relais acoustique . . . . .	page 14
Appareil de lecture au son (morse) . . . . .	page 14
Le son . . . . .	page 16
Générateur audio-fréquence à fréquence variable . . . . .	page 16
Avertisseur sonore d'ambulance . . . . .	page 16
Générateur de signaux téléphoniques . . . . .	page 17
Capteur et amplificateur téléphonique . . . . .	page 18
Luxmètre (appareil permettant de mesurer la lumière) . . . . .	page 18
Minuterie . . . . .	page 18
Récepteur radio à ondes moyennes . . . . .	page 20
Contrôle final - Dépannage . . . . .	page 20
Code des couleurs des résistances et des condensateurs . . . . .	page 21

COMPOSANTS ET SYMBOLES		No.	Quantité par boîte → DESIGNATION	1050	1051	1052
		1	Transistor (T) BF 194	1	—	—
		2	Transistor (T) BC 148	1	1	—
		3	Diode (D) OA 85	—	—	1
		4	Résistance (R) <u>EE 1050:</u> 1 x 47 Ω, 1 x 220 Ω, 1 x 1000 Ω, 1 x 2200 Ω, 1 x 3300 Ω, 1 x 4700 Ω, 1 x 10000 Ω, 1 x 47000 Ω, 1 x 220000 Ω, 1 x 470000 Ω, <u>EE 1051:</u> 1 x 10 Ω, 1 x 100 Ω, 1 x 470 Ω, 1 x 1500 Ω, 1 x 4700 Ω, 1 x 10000 Ω, 1 x 15000 Ω, 2 x 22000 Ω, 1 x 47000 Ω, 1 x 100000 Ω, <u>EE 1052:</u> 1 x 10000 Ω, 2 x 22000 Ω, 1 x 100000 Ω.	10	11	4
		5	Condensateur polyester (C) <u>EE 1050:</u> 2 x 0,1 μF, 1 x 47000 pF. <u>EE 1051:</u> 1 x 22000 pF. <u>EE 1052:</u> 1 x 0,22 μF, 1 x 22000 pF.	3	1	2
		6	Condensateur électrolytique (C) <u>EE 1050:</u> 1 x 125 μF, 1 x 10 μF. <u>EE 1051:</u> 1 x 125 μF, 1 x 4 μF.	2	2	—
		7	Condensateur céramique (C) <u>EE 1052:</u> 1 x 1000 pF.	—	—	1
		8	Self de choc (L)	—	—	1
		9	Self d'antenne (L) 1 = rouge      3 = vert 2 = jaune      4 = gris	—	—	1

		10	Résistance variant avec la lumière (LDR)	1050 1	1051 —	1052 —
		12	Condensateur variable (C) 5-180 pF	—	—	1
		13	Haut-parleur 150 ohms	—	1	—
		14	Lampe 6 V, 50 mA	1	—	—
		15	Support de piles avec ressorts (pour 6 éléments R6)	1	—	—
		17	Fil isolé, mètre :	5	5	5
		40	Potentiomètre (R) (10.000 ohms)	1	—	—
		41	Ecouleur	1	—	—
		18	Bâtonnet ferroxcube	—	—	1
		19	Rondelle caoutchouc	—	—	2

	20	Ressort épingle à cheveux	1050 23	1051 23	1052 23
	21	Gros ressort conique	23	23	23
	22	Petit ressort cylindrique	18	18	18
	23	Bouton de cadran	—	—	1
	24	Plaque de montage du condensateur variable	—	—	1
	25	Petit bouton	1	—	—
	26	Support de lampe	1	—	—
	27	Cache transparent pour lampe	1	—	—
	28	Bracelet de caoutchouc	5	—	—
	29	Levier d'interrupteur	2	—	—

	30	Ressorts de contact pour levier d'interrupteur	2	1050	—	1051	—	1052
	31	Equerre d'interrupteur	4	—	—	—	—	—
	32	Vis sans tête (M3), pour bouton	1	—	—	—	—	1
	33	Ecrou carré (M3)	3	—	—	—	—	3
	36	Vis (M3 x 12)	—	—	—	—	—	2
	42	Axe de prolongement pour potentiomètre	1	—	—	—	—	—
	43	Ressort en Chrysocale	1	—	—	—	—	—
	44	Vis (M3 x 8)	2	—	—	—	—	—
	45	Vis pour montage du châssis	2	—	—	—	—	—
	46	Equerre d'assemblage du panneau avant sur la plaque de montage	2	—	—	—	—	—
	47	Pied	2	—	—	—	—	—
	48	Panneau avant	1	—	—	—	—	—
	49	Plaque de montage	1	—	—	—	—	—

## ORDRE DE MONTAGE

Vous trouverez dans cette boîte des cartes de montage numérotées de 1 à 24. Vous ne pourrez les utiliser qu'en partie si vous ne possédez pas les deux boîtes complémentaires EE 1051 et EE 1052. Nous avons indiqué sur chaque carte les boîtes nécessaires à leur utilisation. Ces cartes, une fois placées sur la plaque de montage, vous montrent comment les différents composants doivent être reliés les uns aux autres. Les pièces qui doivent être montées sur le panneau avant sont repérées par un croquis sur la carte de montage.

Vous trouverez également dans chaque boîte une carte décorative spéciale que vous fixerez sur le panneau avant. La carte que l'on doit placer pour chaque montage est indiquée ci-dessous :

Cartes pour EE 1050, pour les montages : 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 21 et 22

Cartes pour EE 1051, pour les montages : 5, 6, 10, 14, 17 et 18

Cartes pour EE 1052, 12, 16, 19, 20, 23 et 24

Avant de commencer, regardez bien quelles sont les cartes de montage et les cartes décoratives qui sont nécessaires pour le montage choisi.

Assemblez ensuite le châssis, placez les pièces importantes dont vous avez besoin sur le panneau avant, tels que haut-parleur, potentiomètre, levier, interrupteur etc. . . et commencez à monter les résistances, condensateurs, transistors . . . Le support de piles ne doit être placé qu'à la fin.

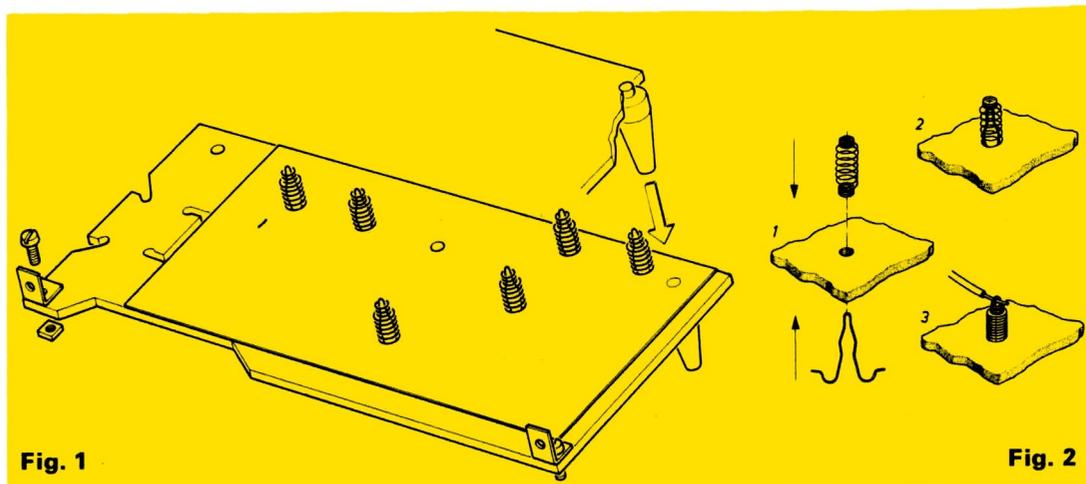
Le tableau 1 vous montre à quel endroit du panneau avant doivent être montées les différentes pièces.

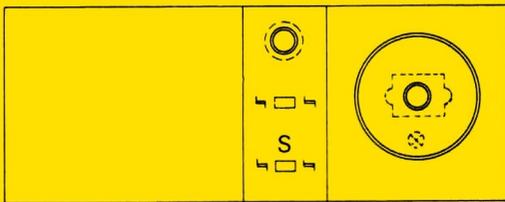
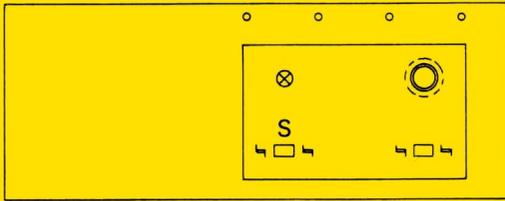
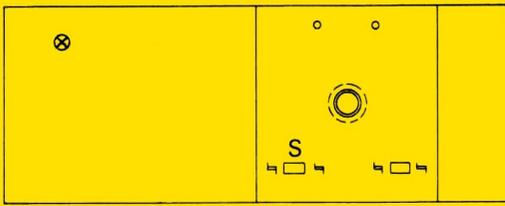
### Attention

Vérifier toujours votre montage avant la mise en circuit des piles.

## LE CHASSIS

Prenez la plaque de montage (49) et le schéma du circuit que vous voulez construire, comme il est indiqué à la figure 1. Placez alors les épingles à cheveux (20) de bas en haut dans les trous à connecter (fig. 2) à l'exclusion de ceux qui sont entourés d'un cercle et qui sont réservés à l'alimentation. Les grands ressorts (21) seront fixés sur les épingles, la plaque de montage étant posée à plat sur une table. Fixez maintenant deux équerres d'assemblage (46) à la plaque de montage avec deux vis (44) et deux écrous (33), ainsi que le panneau avant, muni de sa carte, qui sera maintenu par deux vis (45) (fig. 3).





Potentiomètre  
avec petit bouton



Interrupteur à levier



Interrupteur



Condensateur variable  
avec bouton de cadran  
et éclairage

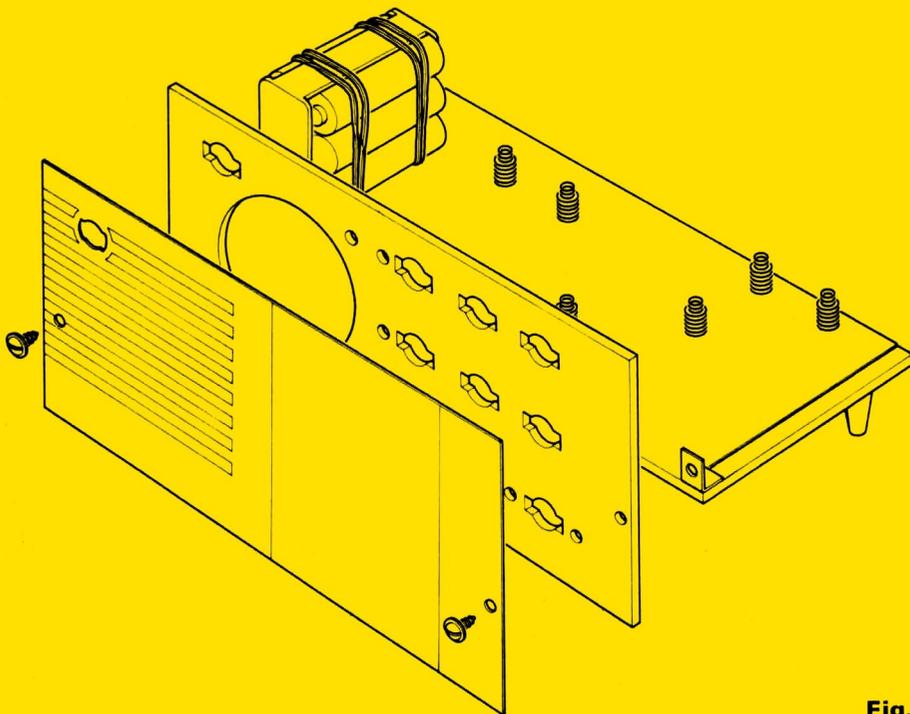


Connexions extérieures



Lampe témoin

**Tableau 1**



**Fig. 3**

Enfoncez ensuite, par en dessous, les deux pieds dans la plaque de montage.

## FIXATION DES DIFFERENTS ELEMENTS

### Haut-parleur (fig. 4)

Placez quatre épingles à cheveux dans le panneau avant en les enfonçant par devant; placez le haut-parleur sur les quatre épingles qui ressortent à l'arrière et maintenez le par quatre gros ressorts cylindriques (21).

### Potentiomètre (fig. 5)

Placez deux épingles à cheveux dans le panneau avant en les enfonçant par-devant et enfillez par-dessus deux gros

ressorts coniques. Munissez le potentiomètre (40) de son axe de prolongement (42) et enfillez les deux trous de l'ensemble sur les deux épingles à cheveux. La fixation en est assurée par deux morceaux de fil.

### Condensateur variable (fig. 6)

Fixez le condensateur au panneau avant avec deux vis (36) et deux écrous (33). N'oubliez pas d'intercaler la plaque de montage (24) sans quoi l'axe dépasserait de trop.

### Interrupteur à levier (fig. 7)

Placez deux épingles à cheveux dans le panneau avant, en les enfonçant par-dessous, et sur la partie qui ressort de

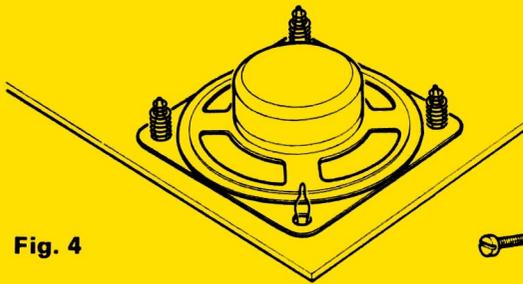


Fig. 4

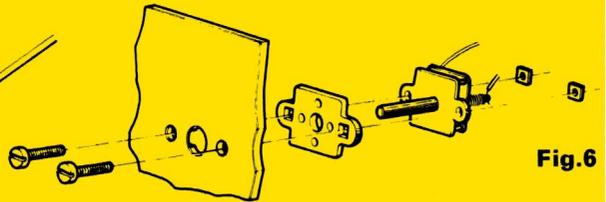


Fig. 6

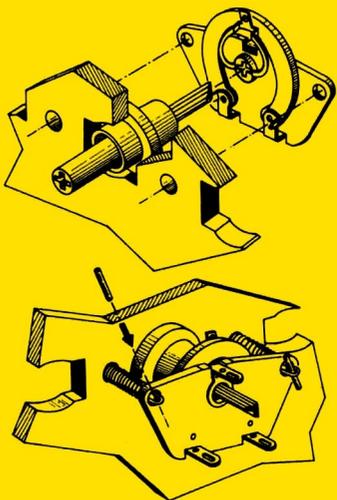


Fig. 5

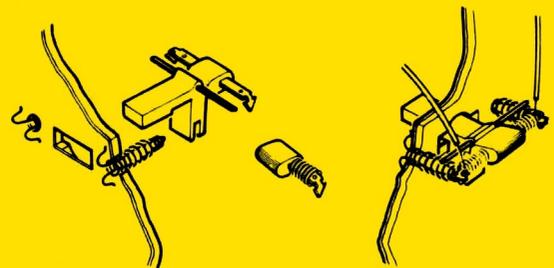


Fig. 7

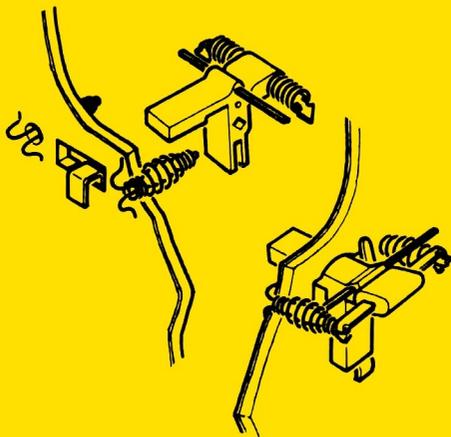


Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

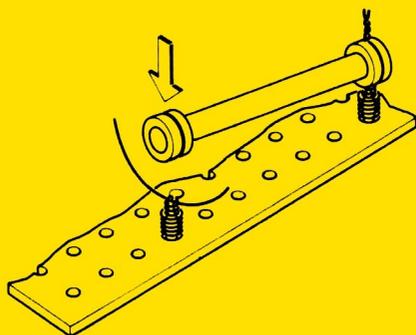


Fig. 12

l'autre côté du panneau, deux ressorts cylindriques (21) sur les épingles.

Dans chaque côté du levier, placez les deux petite équerres (31) et enfitez un ressort cylindrique (22) sur chacune d'elles. Glissez la lame de contact (30) dans la rainure du levier. Montez l'ensemble sur le panneau avant en enfilant les pointes des équerres dans l'extrémité des deux épingles à cheveux.

Connectez les fils en poussant les ressorts (22) contre le levier et en enfilant les extrémités des fils dans les trous des petites équerres.

### Interrupteur (fig. 8)

Le montage en est pratiquement le même que le précédent. Cependant, avant de relier l'interrupteur aux ressorts de contact, il faut placer le ressort en chrysocale dans le trou du passage de l'axe.

### Lampe témoin (fig. 9)

Tenez le support de lampe (26) derrière le trou prévu, faites passer la lampe (14) dans le trou et vissez la dans le support. Glissez le cache en plastique rouge (27) sur la lampe, avec les pattes de chaque côté du support de lampe.

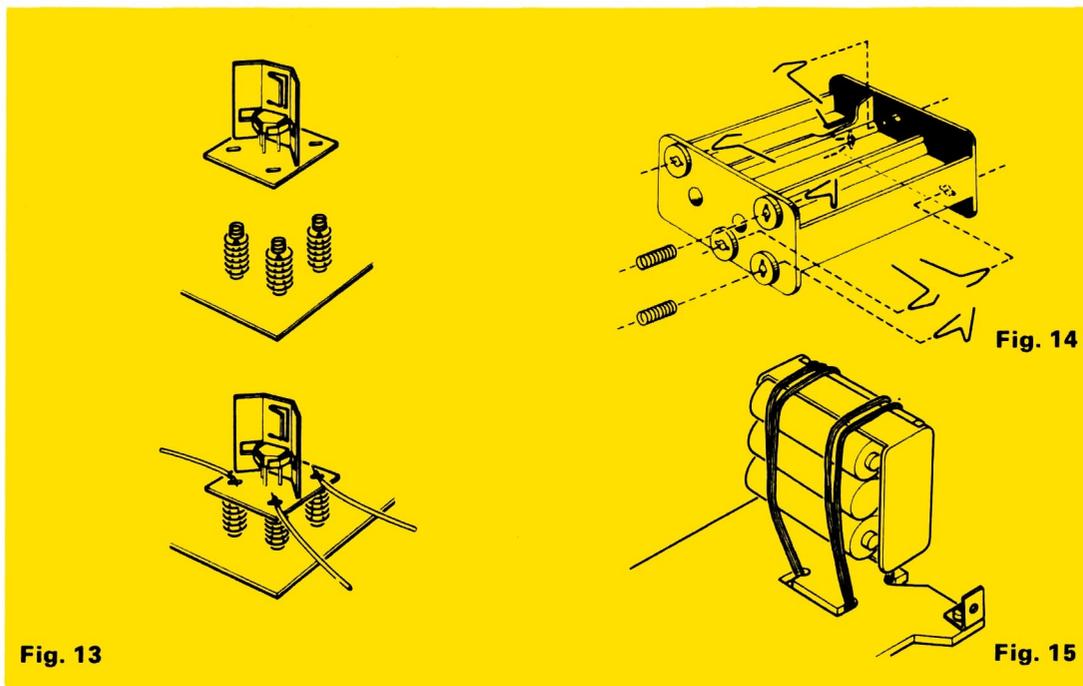
### Boutons (fig. 10 et 11)

Bouton de cadran: Vissez seulement quelques tours d'une vis sans tête (32) dans un écrou carré (33) que vous placez dans l'évidement carré du bouton. Glissez le bouton sur l'axe, placez l'index du bouton à l'alignement du trait correspondant à la lettre „P” et serrez la vis avec un petit tournevis.

Petit bouton: Faire de même, mais placez l'index en face le repère précédant le „O”.

### Cadre ferrocapture (fig. 12)

Glissez la bobine d'antenne (9) sur le bâtonnet de ferroxcube (18) et placez une rondelle de caoutchouc (19) sur chacune des extrémités. Prenez deux morceaux de



**Fig. 13**

**Fig. 14**

**Fig. 15**

fil d'environ huit cm de long, glissez les dans les épingles à cheveux sur lesquelles le cadre doit être monté et dans les rainures des rondelles de caoutchouc. Serrez les extrémités des fils en les tordant, mais en évitant de mettre en contact les fils de cuivre.

#### **Transistors (fig. 13)**

Glissez les fentes de la plaquette support sur les extrémités des trois épingles à cheveux après avoir vérifié que ces épingles étaient bien placées. Poussez la plaque vers le bas et enfillez les fils de connection dans les épingles à cheveux.

#### **Support de piles (fig. 14 et 15)**

Placez les ressorts dans le support de piles en même temps que les piles, conformément à la figure 14. Entourez le support d'un bracelet de caoutchouc pour éviter que les piles ne tombent. La position correcte de chaque pile est indiquée sur le support. Attachez l'ensemble sur la plaque de montage à l'aide de deux bracelets de caoutchouc (fig. 15).

#### **Branchement des fils au haut-parleur potentiomètre, lampe etc.**

Glissez un petit ressort cylindrique (22) sur chaque patte de contact de la pièce en question. Poussez le ressort en arrière, placez le bout dénudé (environ 7 mm) du fil dans le trou de la patte et lâchez le ressort.

#### **Connections extérieures sur le panneau avant**

Enfoncez par l'arrière du panneau une épingle à cheveux dans le trou approprié. Passez aussi l'extrémité d'un fil dénudé dans ce trou. Poussez ensuite par-dessus l'épingle un petit ressort cylindrique. Serrez le fermement pour que le fil soit bien maintenu entre le ressort et le panneau et qu'il ne puisse sortir.

#### **Descriptions des circuits et spécifications**

Vous trouverez de la page 11 à la page 20 des explications sur le fonctionnement des différents circuits.



## THEORIE GENERALE

Les ingénieurs et les techniciens de nos grands laboratoires ont conçu tous les circuits et montages de cette boîte avec le même plaisir et la même habileté dont ils ont fait preuve dans le domaine de l'électronique: la radio, le radar, la télévision et les appareils de mesure et de contrôle. Le champ d'application de l'électronique s'agrandit constamment et la demande de techniciens intelligents et qualifiés augmente de jour en jour. Le plaisir que vous allez retirer de vos expériences avec cette boîte vous incitera peut-être à faire votre carrière dans l'Electronique. Quand vous étudierez, et

plus tard dans votre travail, vous réaliserez à ce moment là combien de choses utiles vous avez apprises en effectuant ces montages chez vous.

Pour le moment, cependant, nous ne vous souhaitons que beaucoup d'amusement.

## LES ATOMES

Dans la nature, tous les corps sont composés d'atomes. Ces atomes sont composés d'un noyau entouré d'un grand nombre d'électrons. On pourrait comparer cela avec le système solaire, dans lequel le soleil est le noyau et toutes les planètes gravitent autour de lui. La plus

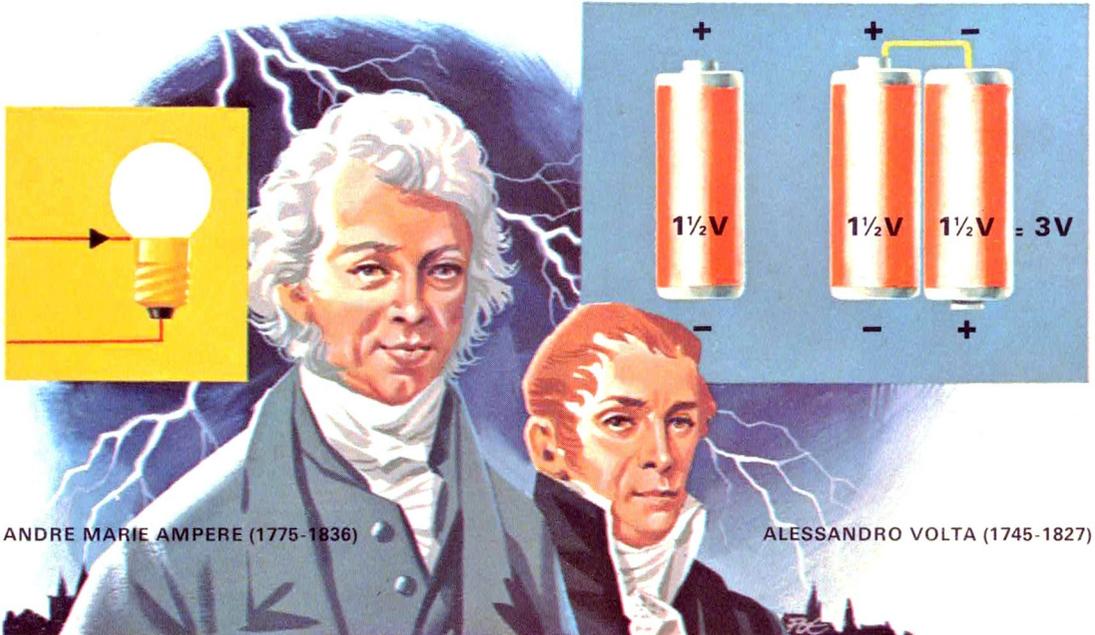
petite parcelle de matière encore perceptible se compose de millions d'atomes. Les substances diffèrent les unes des autres, eu égard à la composition du noyau et au nombre d'électrons qui gravitent autour de lui.

L'atome du corps le plus simple est celui de l'hydrogène; un seul électron tourne autour de son noyau. Un autre atome, celui de l'hélium a deux électrons.

fil de cuivre, car le cuivre est bon conducteur d'électricité.

## LES COURANTS FORTS ET LES COURANTS FAIBLES

Quand on ouvre un robinet, l'eau coule. Elle s'écoule dans un tuyau. Quand vous tournez l'interrupteur de la lumière électrique, les électrons affluent dans les fils électriques en énormes quantités. Nous



ANDRE MARIE AMPERE (1775-1836)

ALESSANDRO VOLTA (1745-1827)

L'atome de cuivre, pour sa part, a 29 électrons qui ne tournent pas tous à la même distance du noyau. Le dernier électron de l'atome de cuivre est un solitaire, qui tourne seul, loin du noyau. Cette situation en fait un privilégié: il passe facilement d'un atome à un autre atome de cuivre car il n'est pas lié à son système solaire par une force très importante: c'est un électron libre.

Il existe des milliards d'électrons libres dans une petite parcelle de cuivre, puisque celle-ci contient des milliards d'atomes. Les électrons ont tous une charge électrique négative. Un mouvement d'électrons s'appelle un courant électrique. Les électrons se déplacent facilement dans un

disons bien en énormes quantités, car quand vous allumez une grosse lampe, 6,3 millions de fois un million de fois un million d'électrons affluent dans la lampe à chaque seconde. Il est très difficile de travailler avec des nombres pareils, et c'est pourquoi un courant de 6,3 millions de fois un million de fois un million d'électrons par seconde est simplement appelé un courant d'un ampère; cela s'écrit 1 A. En électronique, on utilise des intensités plus faibles que pour le courant secteur; on utilise des courants mille ou 1 million de fois plus petits qu'un ampère; pour désigner plus aisément ces petits courants, la millième partie d'un ampère s'appelle milliampère (en abrégé mA)

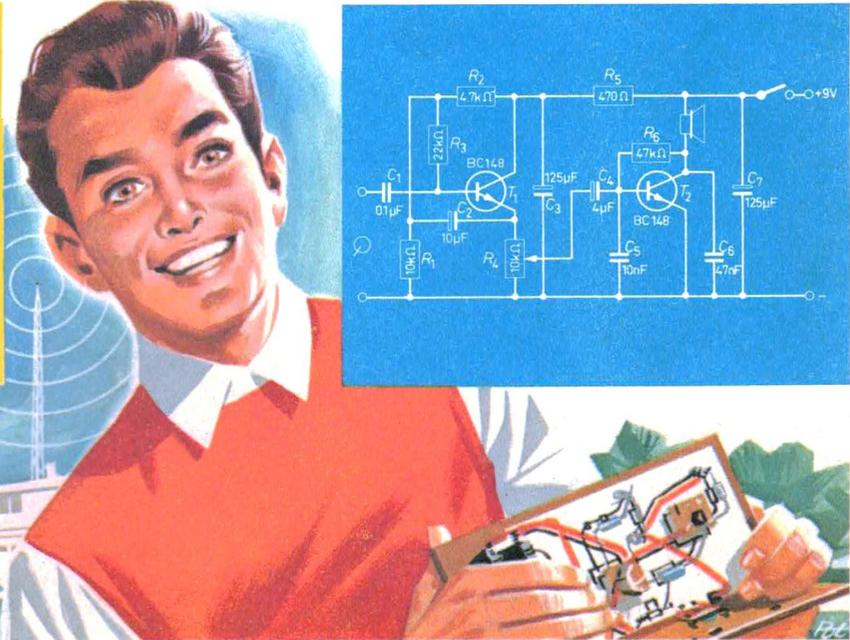
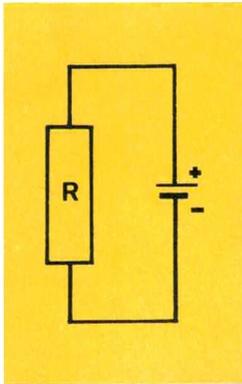
et la millionième partie d'un ampère s'appelle microampère (en abrégé  $\mu\text{A}$  -  $\mu$  est la lettre grecque mu).

## LA RESISTANCE

Vous savez que l'eau ne s'écoule pas toute seule dans les tuyaux. Elle doit être pompée parce que, lors de son cheminement dans les tuyaux, elle rencontre de la résistance. Les courants électriques ren-

Un fil de cuivre de 45 m de long et de 1 mm d'épaisseur a une résistance d'un ohm ( $1 \Omega$ ).

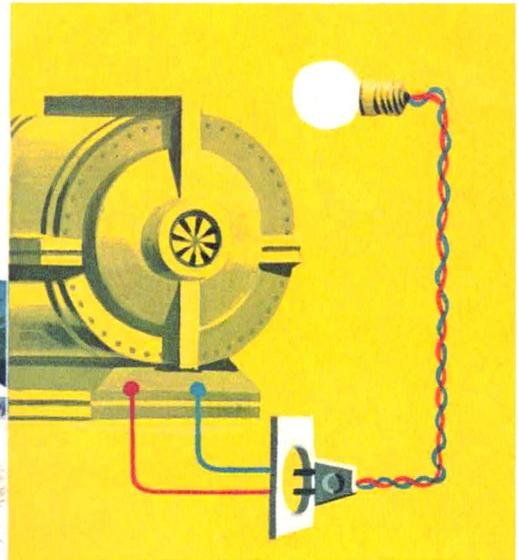
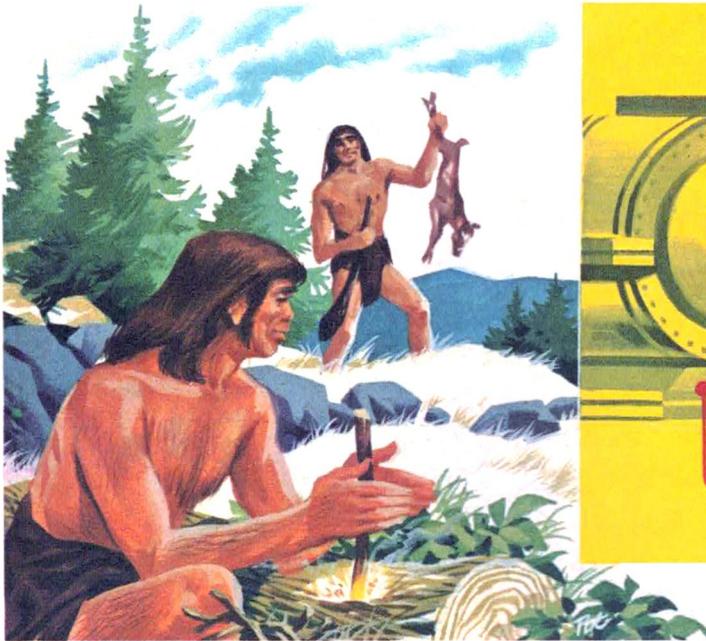
Une résistance de  $1000 \Omega$  est appelée 1 kiloohm, en abrégé  $\text{k}\Omega$ ; un million d'ohms = un mégohm, en abrégé  $\text{M}\Omega$ . Une résistance de 500.000 ohms peut donc s'écrire  $500.000 \Omega$  ou  $500 \text{k}\Omega$  ou  $0,5 \text{M}\Omega$ , suivant le cas.



contrent aussi de la résistance, même lorsqu'ils circulent le long d'un circuit en fil de cuivre, qui est cependant bon conducteur. Dans tous les cas, un circuit long offre plus de résistance au courant qu'un court, et un circuit étroit offre plus de résistance qu'un large. Dans le cas des tuyaux d'eau, la matière dont ils sont faits n'a pas d'importance. Dans les fils électriques, c'est un peu plus compliqué car s'ils ne sont pas faits avec un bon conducteur comme le cuivre, le courant ne passe pas si facilement. Par exemple, le fer a une plus grande résistance électrique que le cuivre. L'unité de résistance électrique est l'ohm, dont le symbole est la lettre  $\Omega$  (omega).

## LA TENSION

L'eau ne coulera pas toute seule dans les tuyaux, il faut toujours une force qui la pousse dans les tuyaux. De même un courant électrique a besoin d'une force, qu'on appelle tension. Cette tension peut être donnée par une batterie et l'unité de la tension est le volt. Si vous prenez un fil ayant une résistance de un ohm et que vous y branchez une pile d'une tension de un volt, un courant de un ampère passera à travers le fil. En électronique, on utilise des tensions beaucoup plus grandes et aussi d'autres beaucoup plus petites. Par exemple le tube-image d'un récepteur de TV travaille avec une tension de 18.000



volts ou 18 kilovolts (kilo = 1.000) en abrégé 18 kV. Mais dans les récepteurs de radio, on utilise des tensions de 1/1000 volt (millivolt, en abrégé mV) et de 1/1000.000 volt (microvolt, en abrégé  $\mu$ V). Les piles que nous utilisons pour nos montages ont une tension de 1,5 ou de 4,5 volts. Quand nous les connectons „en série”, elles travaillent ensemble et la tension totale est alors de  $6 \times 1,5 \text{ V} = 9 \text{ volts}$  et de  $2 \times 4,5 \text{ V} = 9 \text{ V}$ . On peut naturellement utiliser une autre source d'alimentation de courant continu de 9 volts.

Au cas où vous ne le sauriez pas, nous vous signalons que les mots ampère, ohm et volt sont les noms de savants renommés.

## LES SYMBOLES UTILISES DANS LES SCHEMAS

Dans les appareils électroniques, on utilise des composants qui sont reliés les uns aux autres au moyen de fils de cuivre. Le schéma théorique nous montre comment les connections doivent être faites. Dans un schéma, les composants sont représentés par des symboles dont vous trouverez la signification à la première partie de ce manuel. Le dernier chapitre donne les schémas de montage que vous pouvez faire.

## LA POLARITE, POSITIF OU NEGATIF ?

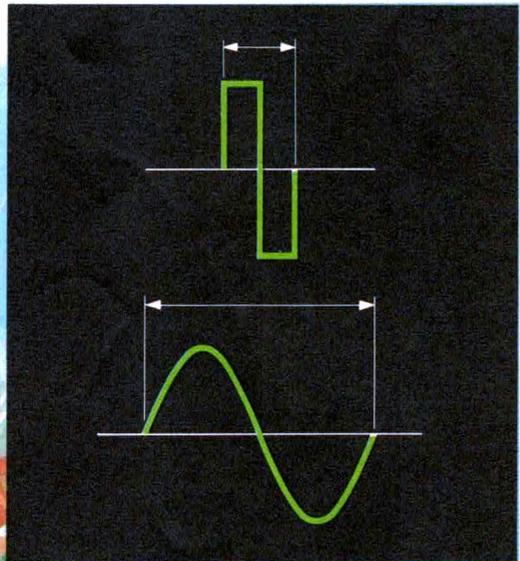
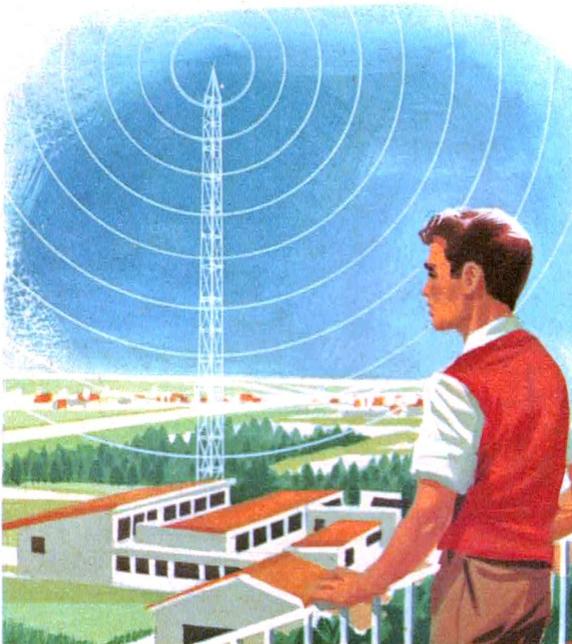
Sur une pile, les symboles sont figurés par

un signe + et un signe -. Cela indique le sens de circulation du courant. Mais attention! cette convention avait été prise avant qu'on ne connaisse l'existence des électrons. Un côté de la pile était positif et on disait que: le courant se déplace du positif au négatif. Ce n'est que plus tard que l'on a découvert que les électrons se déplacent dans le sens opposé, c'est-à-dire du négatif (—) vers

fonctionnement de l'appareil d'utilisation.

## LE COURANT ALTERNATIF

Nous avons envisagé jusqu'à présent un courant qui se déplace dans un seul sens ce qui est toujours le cas pour les conduites d'eau. Mais en électricité, cela peut être différent car, les électrons peuvent circuler un certain temps dans un sens,



le positif (+). Il ne faut pas trop en vouloir à nos ancêtres; car la science n'avait pas fait suffisamment de progrès à cette époque.

Une pile est en somme une petite boîte dans laquelle se trouvent une énorme quantité d'électrons. Les électrons se déplacent du côté négatif vers le côté positif, en passant à travers la résistance du fil.

Quand les substances chimiques qui engendrent la tension ont perdu leur force, la pile est déchargée et doit être remplacée par une autre pile. Le nombre d'heures d'utilisation d'une batterie dépend de ses dimensions, de l'intensité du courant demandée et de la durée de

puis dans le sens opposé pendant un autre moment, puis de nouveau dans la direction première. Si la circulation de l'eau dans les tuyaux était semblable, il en sortirait bien peu du robinet. Mais pour être utile, l'électricité n'a pas besoin de sortir du fil. Pour expliquer cela, référons-nous à l'homme primitif.

Cet homme allumait du feu en faisant tourner un bâton très rapidement dans un bloc de bois. La friction cause l'échauffement et, si la chaleur est suffisante, le bâton commence à se consumer. Le frottement signifie que l'on surmonte la résistance. Quand vous vous frottez les mains, elles se réchauffent car l'une des mains rencontre de la résistance en se

déplaçant sur l'autre main. Quand un courant électrique se déplace dans un fil, il y a aussi une résistance à vaincre ce qui chauffe le fil. Ceci a lieu quel que soit le sens de déplacement des électrons: de gauche à droite, de droite à gauche, ou ils vont et viennent. La force du courant et la grandeur de la résistance déterminent la quantité de chaleur développée indépendamment de la nature du courant:

## LA FREQUENCE

Pour en savoir un peu plus long sur le courant alternatif que sur le nombre des ampères, il faut connaître, par exemple, à quelle vitesse le courant se déplace à l'aller et au retour. Imaginons que le courant met une demi-seconde pour aller de haut en bas et une demi-seconde pour aller de bas en haut, c'est-à-dire l'aller et le retour en une seconde. Cet aller et retour



„courant continu“ (C.C) ou „courant alternatif“ (C.A.). Des exemples de développement de chaleur par le courant électrique vous sont tout à fait familiers: le radiateur électrique et la lampe à incandescence. Le courant alternatif a d'autres avantages sur le courant continu, nous le verrons ensuite.

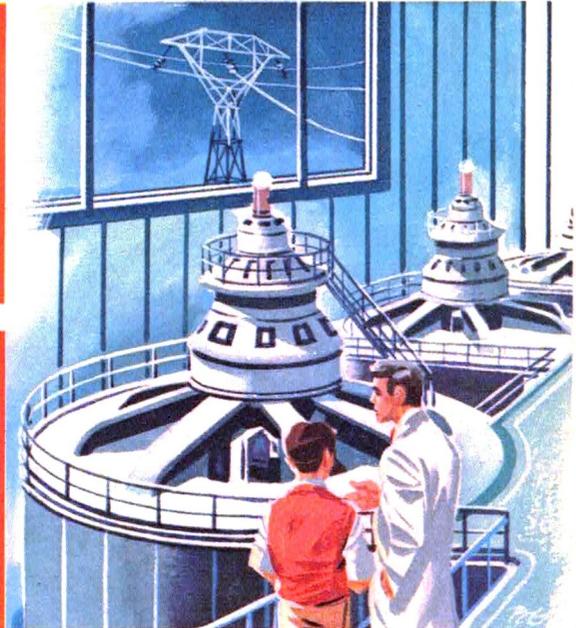
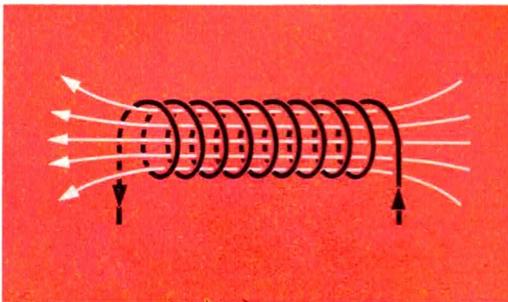
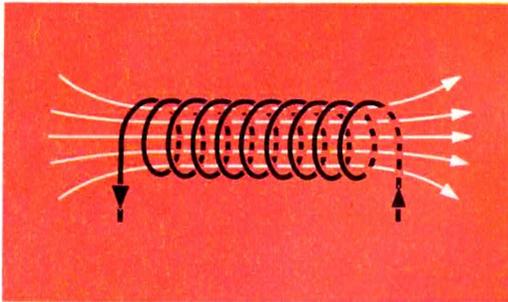
Nos prises de courant ordinaires fournissent du courant alternatif. N'y touchez pas car les tensions sont suffisantes pour causer des accidents mortels. Les piles que nous utilisons donnent du courant continu, assez fort pour faire fonctionner nos montages, mais heureusement beaucoup trop faibles pour provoquer des accidents.

par seconde est appelé „période“ (ou cycle) du courant alternatif et le nombre de périodes par seconde s'appelle la „fréquence“. Dans l'exemple cité, la fréquence est donc d'une période par seconde. La tension des prises de courant ordinaires a une fréquence de 50 ou 60 périodes par seconde, en abrégé 50 Hz (Hertz) ou 50 c/s. Hertz est le nom d'un physicien. La puissance que le secteur électrique fournit provient d'énormes générateurs rotatifs qui sont entraînés par des turbines à eau ou à vapeur.

En électronique, on utilise le plus souvent des fréquences beaucoup plus hautes. Beaucoup de stations travaillent à des fréquences de millions de Hertz. Dans un

but pratique, on parle de kilohertz (kHz) (1000 Hz) et de mégahertz (MHz) (1000.000 Hz). Dans la réalité, un courant alternatif ne travaille pas en va et vient comme montré ci-dessus, mais bien plus graduellement. Il commence graduellement dans un sens, croît et décroît graduellement, change de sens et ainsi de suite, ce qui représente une seule période. La ligne horizontale représente la valeur

magnétique se crée, similaire à celui qui existe autour d'un aimant. Une bobine comme celle-là attirera la limaille de fer ou une aiguille aimantée d'une boussole. Quand une bobine se trouve près d'un barreau aimanté, aucune tension n'est engendrée qui pourrait faire circuler un courant, de même qu'un moulin à vent immobile ne pourra créer du vent. Mais cela n'est pas définitif; sans cela la radio,



nulle. On peut voir que le courant ou la tension se déplace dans deux directions par rapport à la valeur nulle.

### LES BOBINES

Le courant alternatif circule dans les fils et dans les résistances de même façon que le courant continu. Mais quand nous faisons une bobine en enroulant du fil, il y a une différence. Une bobine offre plus de résistance au courant alternatif qu'au courant continu. Plus la fréquence est élevée, plus le courant a de difficultés pour traverser la bobine.

Comment cela s'explique-t-il? Lorsqu'un courant traverse une bobine, un champ

la télévision et beaucoup d'autres choses seraient impossibles.

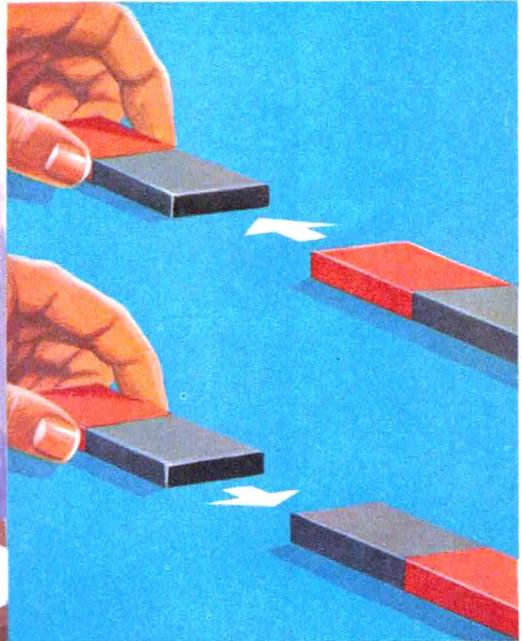
Ce qui est important, c'est que si nous déplaçons l'aimant, une tension se crée en fait dans la bobine. Un champ magnétique se déplaçant le long d'une bobine engendre un courant dans la bobine. Quand un courant circule dans la bobine, il crée un champ magnétique. Quand le courant change de direction, le champ magnétique change également de direction.

Donc, le champ magnétique est variable et engendre une tension dans la bobine. A quoi tout ceci va-t-il nous mener? Faisons passer un courant alternatif dans la bobine: ce courant alternatif (C.A.) va provoquer un champ magnétique qui, à

son tour, va produire une tension alternative.

Jusque là tout va bien. Mais ensuite? Cette nouvelle tension va-t-elle aider la précédente à envoyer un courant dans la bobine ou au contraire va-t-elle s'y opposer? En fait, la nouvelle tension va s'opposer à l'ancienne heureusement, car s'il en était autrement, le courant deviendrait sans cesse de plus en plus grand. Donc ce

bobine, la variation importante de tension n'existant plus. Nous avons donc vu que le C.C. se déplace plus facilement que le C.A. dans une telle bobine. Plus la fréquence du C.A. est élevée, plus le courant aura de difficulté à circuler dans la bobine. La résistance qu'offre une bobine au passage d'un courant alternatif d'une certaine fréquence dépend des dimensions et du nombre de tours de la bobine.



qu'on appelle la tension induite agit contre la tension appliquée et fait diminuer le courant. C'est le même effet que lorsqu'on augmente la résistance. Maintenant, plus la fréquence du courant alternatif est élevée, plus le courant change rapidement de sens et plus la tension opposée est grande. Il en résulte que, la résistance de la bobine augmente et que le courant diminue.

Evidemment, si nous avons appliqué une source de tension fixe continue, il n'y aurait pas eu de tension induite une fois que le courant aurait commencé à se déplacer. Donc le courant est alors limité seulement par la résistance du fil de la

## LE CHAMP ELECTRIQUE

Les champs magnétiques sont bien connus grâce à la boussole et à l'aimant en fer à cheval.

Mais il existe aussi un champ électrique. Un champ magnétique se crée quand un courant circule dans un fil; un champ électrique est présent autour d'un objet sur lequel il y a une tension appliquée. Vous savez que lorsque vous frottez un bâton de verre ou un disque avec un morceau de laine sèche ou un tissu de soie, le bâton ou le disque peut attirer la poussière et des petits morceaux de papier. Par le frottement, ces objets se sont chargés électriquement et les électrons viennent

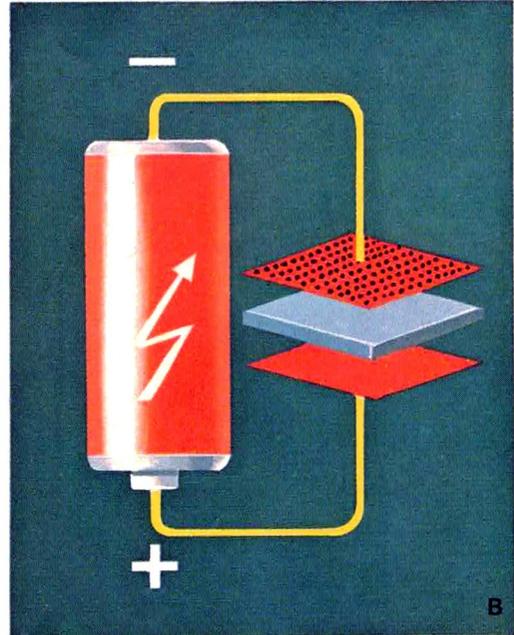
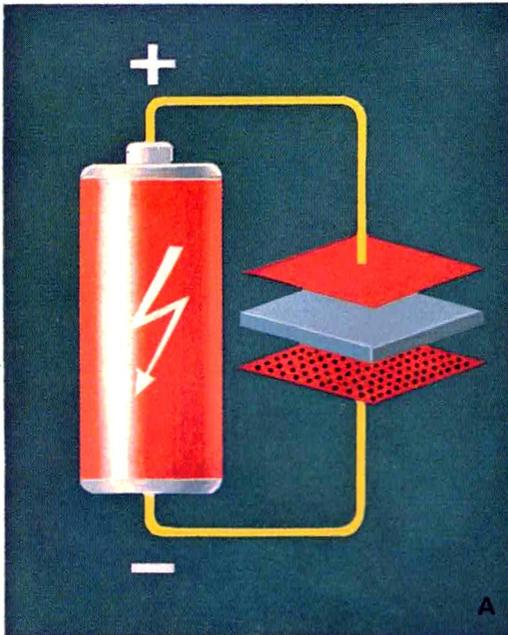
à la surface.

Ce que vous ne pouvez pas voir, c'est que le champ électrique n'attire pas seulement les particules, mais aussi attire et repousse les électrons. En ce qui concerne la répulsion, vous pouvez imaginer ce qui se passe quand deux aimants sont placés l'un à côté de l'autre. Le pôle nord de l'un attire le pôle sud de l'autre mais deux pôles nord ou deux pôles sud se repous-

sent l'un l'autre. Les électrons sont tous chargés négativement, et se repoussent donc l'un l'autre de la même manière que des pôles magnétiques de même nom se repoussent.

une chance de chasser quelques milliers de millions d'électrons hors de la pile vers la plaque. Une fois parvenus là-bas, ils ne pourront aller plus loin, car l'espace d'air ne laissera pas passer les électrons. L'air n'est pas un conducteur, mais un „isolant“.

Mais une charge électrique engendre un champ électrique qui traverse l'air de l'espace et atteint l'autre plaque. Il y a



sent l'un l'autre. Les électrons sont tous chargés négativement, et se repoussent donc l'un l'autre de la même manière que des pôles magnétiques de même nom se repoussent.

## LES CONDENSATEURS

Nous allons maintenant découvrir ce qui arrive quand deux plaques métalliques, disposées comme dans la figure A, sont raccordées à une pile. Les électrons se déplacent du pôle négatif vers la plaque métallique supérieure. Ils y sont obligés, parce qu'il y a des masses d'électrons dans la pile, tous se repoussant l'un l'autre. Le fil et la plaque métallique leur donnent

aussi des électrons dans cette plaque. En fait, il y a toujours des électrons dans un conducteur même si le conducteur n'est pas connecté à une pile. Les électrons sont donc présents dans le métal. Ils ne voyagent pas aussi longtemps qu'ils n'ont pas de raison particulière de le faire, mais ils peuvent être déplacés. Comme nous l'avons dit, les électrons sont inamicaux et impolis.

Les gens impolis qui veulent monter dans un train bondé poussent et jouent des coudes. Les électrons sont encore bien plus impolis que cela. Ils sont toujours impolis l'un envers l'autre et peuvent même se pousser à distance. Le champ électrique, émis de la plaque inférieure,

pousse les électrons hors de la plaque supérieure, le long du fil vers le pôle positif de la pile.

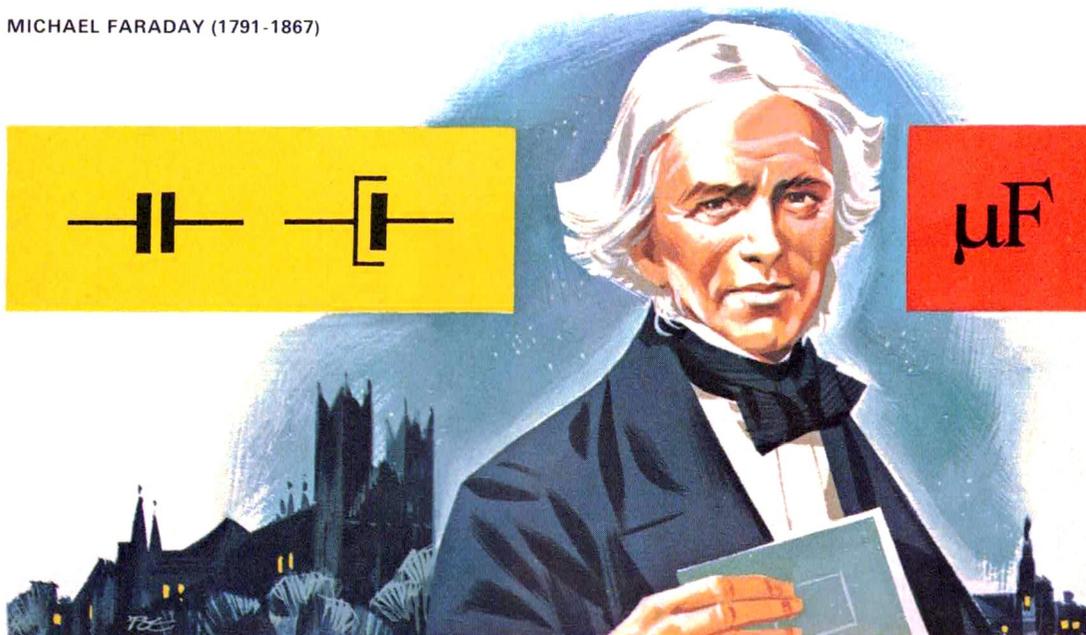
Plus la tension est élevée, plus d'électrons peuvent être expulsés.

Qu'est-il arrivé au moment où nous avons connecté la pile aux deux plaques métalliques? Un courant d'électrons s'est déplacé du pôle négatif de la pile vers l'une des plaques et de l'autre plaque vers le

telle que jusqu'au dernier, ils sont chassés dans la pile, provoquant ainsi de nouveau la circulation du courant jusqu'à ce que la plaque supérieure soit chargée d'électrons. Comparons maintenant le deuxième dessin avec celui du dessus.

D'abord, les électrons circulaient, dans le fil inférieur de gauche à droite, puis dans l'autre sens. Si nous inversons les pôles de la pile, un courant alternatif

MICHAEL FARADAY (1791-1867)



pôle positif de la pile. Et c'est tout. Dès que le „remplissage“ s'arrête, les électrons atteignent l'équilibre de l'un et de l'autre côté de l'ouverture. Ils cessent de se déplacer et plus aucun courant ne circule.

Maintenant, nous connectons rapidement la pile dans l'autre sens aux deux plaques (B) c'est-à-dire que le positif est maintenant à la plaque inférieure et le négatif à celle du haut. Le pôle négatif de la pile voit de nouveau l'occasion de chasser des électrons, cette fois vers la plaque supérieure qui est, bien sûr, „vide“. Une fois que les électrons ont atteint la plaque, ils repoussent leurs frères encore présents sur la plaque inférieure avec une force

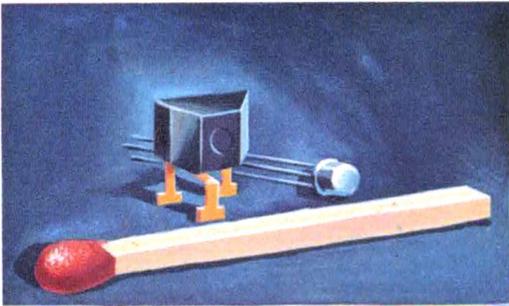
circulera dans le fil. Il est clair que si l'inversion des pôles se fait très rapidement, les électrons circuleront à l'aller et au retour beaucoup plus souvent que quand les pôles sont inversés à une vitesse lente. Au lieu d'inverser les pôles de la pile, nous pouvons aussi appliquer une tension alternative. Dans l'industrie, les courants alternatifs sont produits de beaucoup de manières, dont nous parlerons plus loin. Deux plaques de métal, parallèles, ne se touchant pas, constituent un „condensateur“. Quand la fréquence d'un courant alternatif devient plus grande, le courant passe plus facilement à travers un tel condensateur.

Le condensateur est donc le contraire de

la bobine. Il ne laisse pas passer le C.C. mais bien le C.A. particulièrement s'il a une fréquence élevée. Les dimensions du condensateur, c'est-à-dire, la grandeur des plaques et la distance entre elles, déterminent la „capacité“, c'est-à-dire l'aptitude du condensateur à emmagasiner une charge électrique. Plus grande est la capacité, plus facilement le courant alternatif peut y passer. La capacité est

des ondes hertziennes captées par votre antenne.

Nous avons besoin, par conséquent, de composants qui amplifient les courants recueillis par l'antenne. Il est possible d'amplifier, c'est-à-dire d'augmenter la grandeur des courants et tensions alternatifs par le moyen des tubes électroniques et des transistors. Nous utilisons les transistors pour la construction de nos



mesurée en farads (F). Le farad est une unité très grande, c'est pourquoi on utilise plus couramment le microfarad ( $\mu\text{F}$ ), un million de fois plus petit et le micromicrofarad ( $\mu\mu\text{F}$ ) ou picofarad (pF), qui est un million de fois plus petit que le microfarad. On fait aussi parfois usage de nanofarad (nF) égal à 1000 pF.

Ainsi:  $1 \text{ F} = 1\,000\,000 \mu\text{F}$   
 $1 \text{ F} = 1\,000\,000\,000 \text{ nF}$   
 $1 \text{ F} = 1\,000\,000\,000\,000 \text{ pF}$  ou  $\mu\mu\text{F}$

### LES SEMI-CONDUCTEURS

Un haut-parleur a besoin de beaucoup de courant, d'un courant des milliers de fois plus importants que ceux qui résultent

montages.

La manière dont fonctionne un transistor est une chose plutôt compliquée et aussi mystérieuse. Un transistor est un petit boîtier métallique ou en plastique, avec trois ou quatre fils à l'une des extrémités. Le boîtier n'est qu'une protection du transistor, le transistor proprement dit, contenu dans le tube, est fait avec des matériaux rares et coûteux comme le germanium ou le silicium. Il s'agit d'éléments précieux et utiles qui sont appelés métalloïdes par les chimistes.

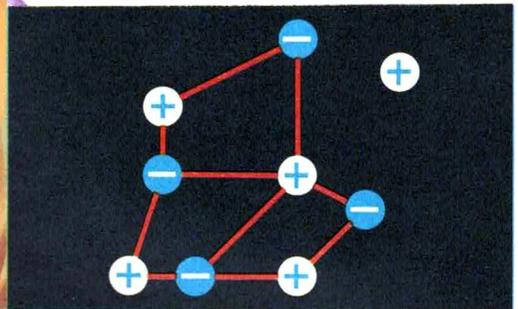
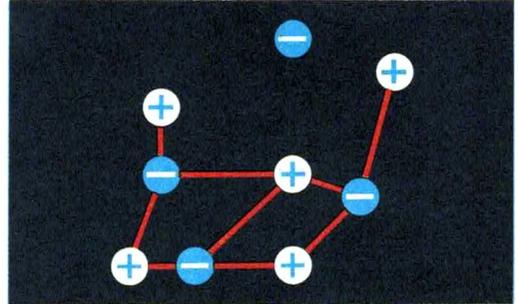
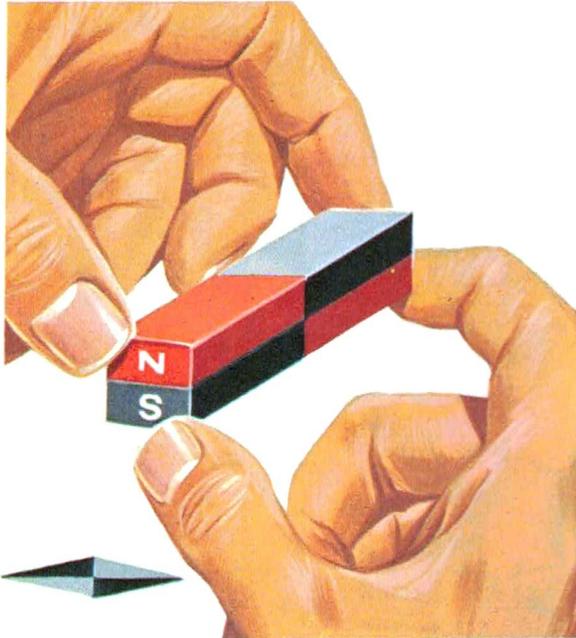
Les métalloïdes, germanium et silicium ont des propriétés similaires à celles des métaux comme le cuivre, le fer, l'argent et l'or. La plupart des métaux sont bons

conducteurs d'électricité, mais le germanium et le silicium, cependant ne le sont pas. Des substances comme le papier, le caoutchouc, le mica sont à ce point mauvais conducteurs de l'électricité, qu'on les appelle non-conducteurs ou isolants. Le germanium et le silicium ne sont pas isolants car ils sont conducteurs de l'électricité jusqu'à un certain point. On les appelle des „semi-conduc-

teurs". On pourrait aussi les appeler des „semi-isolants".

## LES ELECTRONS ET LES TROUS

Nous savons déjà que le plus petit morceau de métal visible contient des millions d'électrons. Les électrons sont de minuscules particules possédant une charge électrique. Cette charge est normale-



Le germanium ou le silicium utilisé pour les transistors doit être parfaitement pur. Si vous deviez compter tous les grains de sucre d'un sac de 2 kilos, vous trouveriez qu'il y en a environ 10 millions. Si un seul grain de sable se trouvait dans le sac de 2 kilos le sucre serait „contaminé" de la même façon que le germanium et le silicium à utiliser pour les transistors. Cela vous donne une idée de la pureté que ces matériaux doivent avoir.

négligeable, parce que d'autres charges s'opposent à celle-ci dans le métal et l'annulent. Si vous placez des aimants identiques l'un sur l'autre, avec le pôle nord de l'un sur le pôle sud de l'autre vous constaterez que les objets en fer ne sont plus attirés aussi fort que précédemment.

Dans le prochain chapitre, nous vous expliquerons comment fonctionne un transistor au silicium, le fonctionnement

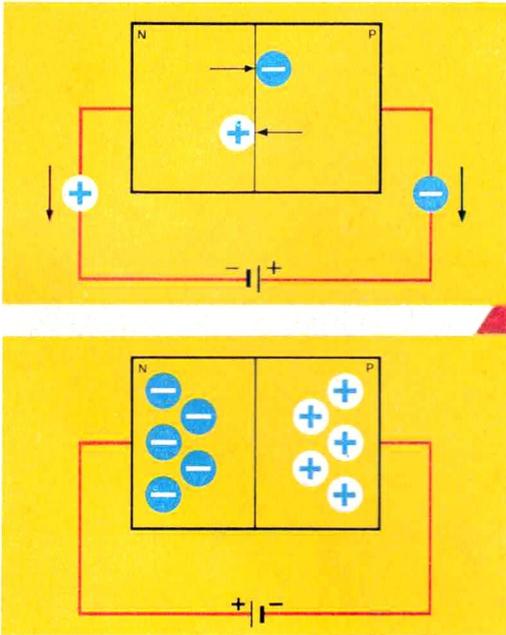
Les charges magnétiques opposées se sont annulées l'une l'autre. Comme tout dans la nature, c'est une question d'équilibre. Les charges électriques sont négatives ou positives tout comme les pôles d'un aimant sont nord ou sud. Les électrons sont tous chargés négativement. Si un électron (charge négative) sort du métal, il laissera un „trou". La charge

électrique de ce trou est à l'opposé de celle de l'électron. Les trous sont chargés positivement. Ainsi les charges des électrons mises ensemble n'annulent pas complètement les charges opposées (de tous les trous mis ensemble) qui sont en présence.

Maintenant quelle est la situation dans du silicium pur? Il est plein d'électrons et de trous. Les électrons et les trous sont

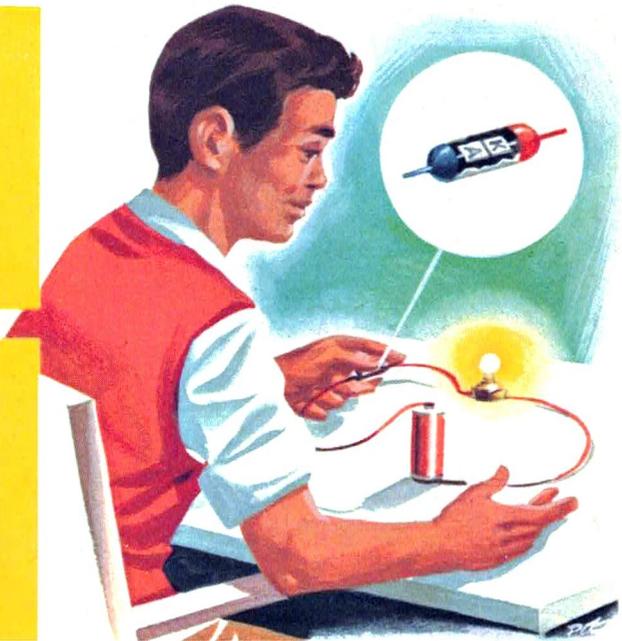
## MOUVEMENT SUR LA LIGNE DE JONCTION

Si vous placez maintenant deux petites tranches de silicium pur l'une contre l'autre, rien ne se passe, même si on y connecte une pile. Mais si on met ensemble une tranche de silicium N et une de silicium P, on trouve que le courant circule facilement à travers elles quand



pendant tous fermement fixés dans la matière. C'est la raison pour laquelle le silicium est si mauvais conducteur. Quand on introduit du phosphore dans le silicium, un certain nombre d'électrons peuvent se déplacer un peu plus facilement. Si on met du bore dans le silicium, on s'aperçoit que certains trous peuvent se déplacer un peu plus facilement.

Le silicium „dopé” avec un peu de phosphore s'appelle silicium du type N, parce que ce sont les électrons négatifs qui peuvent se déplacer. Le silicium dopé avec du bore est appelé silicium du type P parce que ce sont les charges positives qui peuvent s'y déplacer.



on branche une pile. La plaque de silicium P doit être raccordée au pôle positif de la pile et la plaque de silicium N au pôle négatif de la pile.

Le courant créé par cette tension doit être très faible pour ne pas endommager les tranches de silicium, donc ne l'essayez pas. La circulation facile du courant peut ainsi s'expliquer:

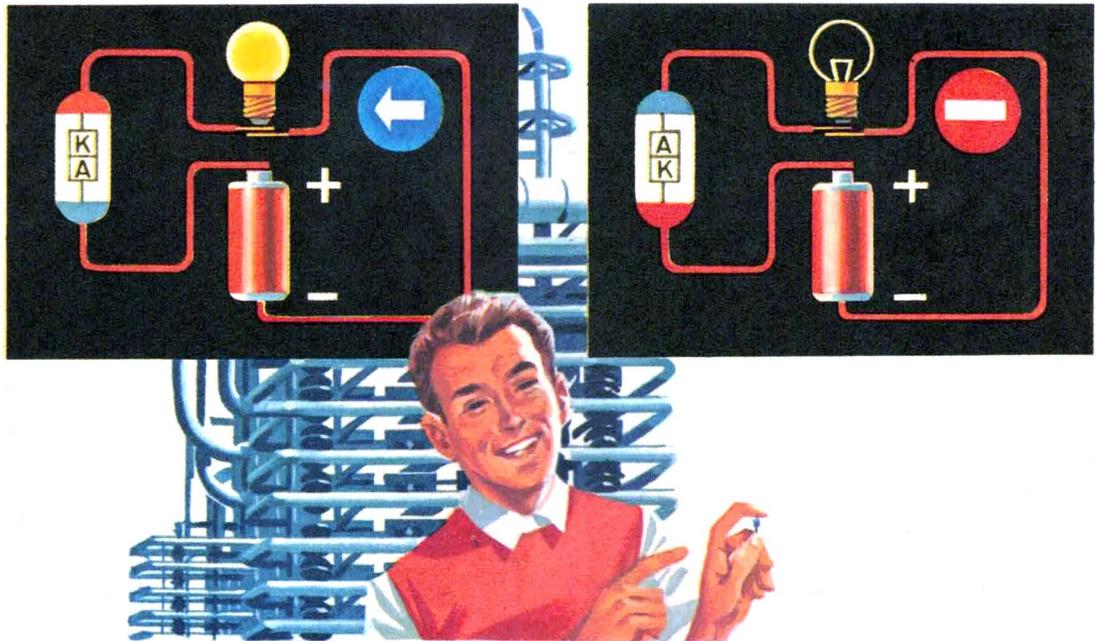
Des charges opposées, comme celles d'électrons et de trous s'attirent l'une l'autre, comme le font les pôles magnétiques opposés.

Les électrons du silicium N sont attirés par les trous du silicium P. Comme les électrons peuvent se déplacer dans leur propre tranche de silicium, les forces

d'attraction se déplaceront donc vers la jonction entre le silicium N et P et certains électrons peuvent même traverser cette jonction. Il en est de même pour les trous du silicium P. La pile a été connectée de telle manière que son pôle négatif essaie de chasser les électrons du silicium N vers le silicium P pendant que le pôle positif aide en attirant les électrons. Sous l'influence de toutes ces forces, d'autres

vement. Donc, autour de la jonction, il ne subsiste ni trous ni électrons. La pile a gagné, mais à quel prix ! Une fois que le pôle positif de la pile a entraîné tous les électrons loin de la jonction, il n'y a plus d'électrons à poursuivre par conséquent plus de courant d'électrons. Il en est de même pour les trous.

Une pareille combinaison d'une tranche de matériau N et d'une tranche de



électrons traverseront la jonction et même passeront à travers le silicium P. Pour compenser la perte, la pile fournit un nombre égal d'électrons au silicium N qui sont poussés de nouveau et tirés vers la jonction qu'ils atteindront et ainsi de suite. La même chose arrive aux trous, mais ils se déplacent dans la direction opposée. Ensuite on connecte la pile dans l'autre sens: le pôle positif vers le silicium N, le pôle négatif vers le silicium P. Le pôle positif attire les électrons dans le silicium N loin de la jonction. Le pôle négatif fait la même chose pour les trous du silicium P. Ces forces sont plus grandes que les forces qui agissent entre les trous et les électrons du silicium P et N, respecti-

matériau P est appelée une diode. Elle laisse passer le courant seulement dans un sens.

La diode convertit un courant alternatif (C.A.) en courant continu (C.C.). Il n'est pas difficile de voir ce qui arrive quand on applique une tension alternative à une diode. Pendant la demi-période, la tension du matériau P est positive et celle du matériau N est négative et le courant circule. Pendant la demi-période suivante, quand la tension est inversée, aucun courant ne passe dans la diode, le courant ne passera donc que dans un seul sens et sera donc du courant continu (C.C.), même s'il circule par intermittence. La tension alternative a été „redressée”.

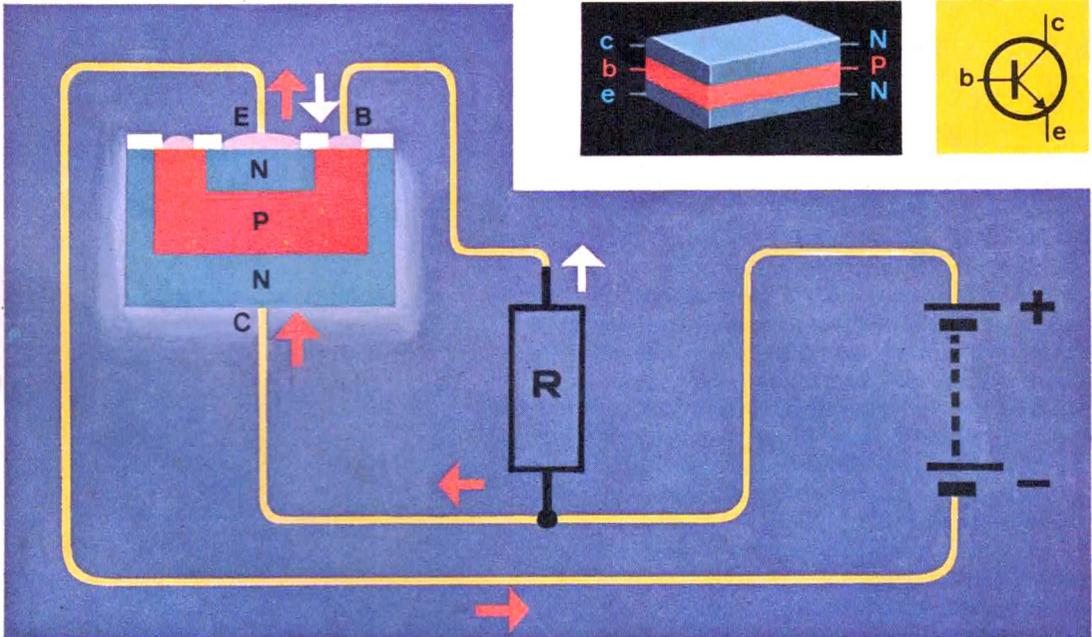
Dans nos boîtes de montage, la diode est utilisée dans les récepteurs de radio et son fonctionnement est expliqué dans le chapitre qui s'y rapporte. Les redresseurs à diode sont utilisés par exemple dans les chargeurs d'accumulateurs.

Les accus doivent être chargés avec du courant continu, mais le courant que nous avons sur les prises ordinaires est alternatif. Le chargeur d'accus contient

faite à une extrémité de la diode indique le côté négatif, c'est-à-dire le côté connecté au matériau N.

## LES TRANSISTORS AMPLIFIENT LES COURANTS ET LES TENSIONS

Les transistors utilisés dans nos boîtes de montages sont constitués par trois couches de silicium, c'est-à-dire une couche



alors un redresseur qui transforme le courant alternatif en courant continu. La diode fournie dans nos boîtes de montage ne convient pas pour cet usage (elle n'est pas assez puissante).

En regardant une diode, il est difficile de voir lequel des deux fils est connecté au matériau de type N et lequel au matériau de type P. C'est pourquoi la diode est toujours marquée du côté de la „cathode”. L'autre fil est alors du côté de l'„anode”. Il faudra ne pas perdre de vue cela lors du montage.

Dans le symbole de la diode, la flèche indique la direction dans laquelle les trous traversent la diode. Les électrons se déplacent donc en sens inverse. La marque

de silicium P entre deux couches de silicium N. La couche médiane de silicium est appelée la „base” (B). Une des couches extérieures est appelée l'„émetteur” (E) et l'autre couche, le „collecteur” (C). Imaginons que nous appliquons une tension entre le collecteur et l'émetteur du transistor (Fig. C). Il ne passera pratiquement pas de courant.

Faisons passer ensuite un courant, par l'intermédiaire de la résistance R à la base du transistor (Fig. D). Cette résistance (R) est nécessaire pour limiter le courant de base sinon le transistor serait endommagé.

Si nous mesurons les différents courants, nous verrons que le courant de collecteur

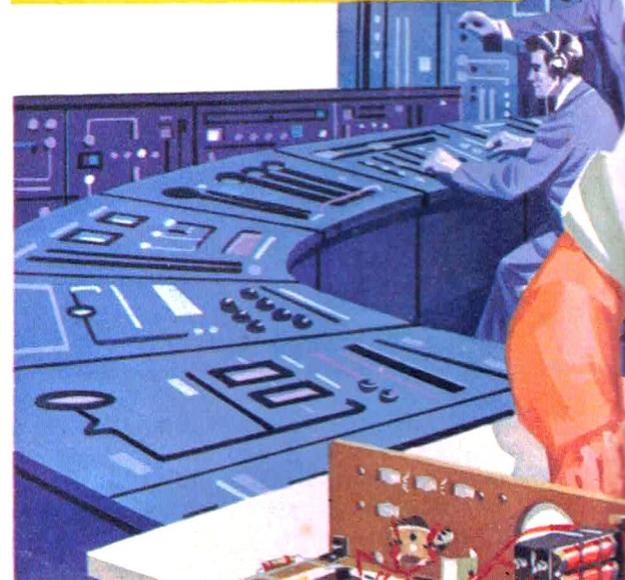
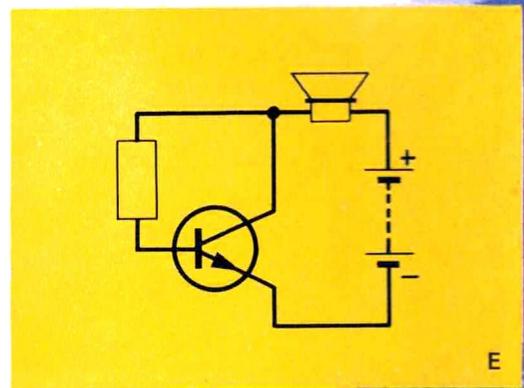
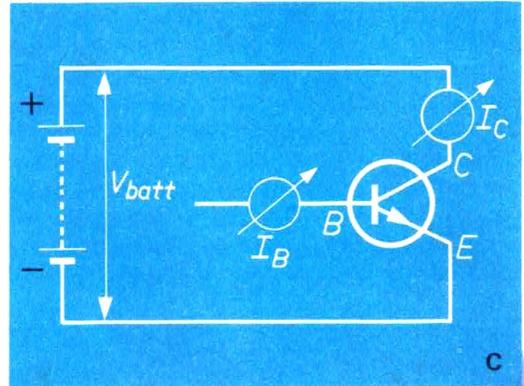
( $I_C$ ) est beaucoup plus élevé que celui qui traverse la base ( $I_B$ ).

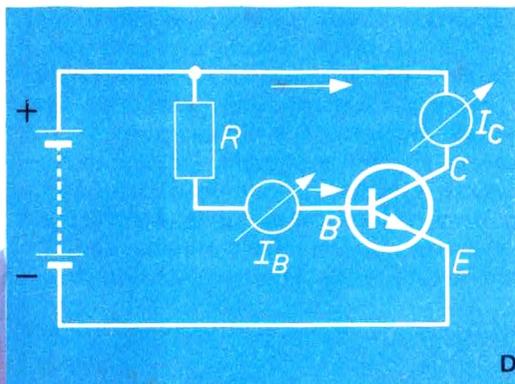
Supposons que la tension de la batterie  $V$  augmente légèrement, le courant de base ( $I$ ) deviendra aussi légèrement plus fort. Cependant, le courant de collecteur change aussi; mais le changement du courant du collecteur est beaucoup plus grand que celui du courant de la base. En d'autres termes, un petit changement du courant de la base produit un grand changement dans le courant du collecteur. Par exemple:

$V_{batt} = 4,5 \text{ V}$ Résistance = $R$	$V_{batt} = 9 \text{ V}$ Résistance = $R$	$V_{batt} = 4,5 \text{ V}$ Résistance = $\frac{1}{2} R$
$I_B = 1 \text{ mA}$ $I_E = 100 \text{ mA}$ $I_C = 99 \text{ mA}$	$I_B = 2 \text{ mA}$ $I_E = 200 \text{ mA}$ $I_C = 198 \text{ mA}$	$I_B = 2 \text{ mA}$ $I_E = 200 \text{ mA}$ $I_C = 198 \text{ mA}$

La variation du courant de base est de :  $2 - 1 = 1 \text{ mA}$ . Ainsi la variation du courant du collecteur est de  $198 - 99 = 99 \text{ mA}$ . Nous voyons que quelle que soit la tension aux bornes de  $R$ , le courant du collecteur est toujours 99 fois plus grand que le courant de base. Si nous examinons maintenant les courants seuls, nous trouvons que lorsque le petit courant de la base est doublé, le courant plus important du collecteur est aussi doublé. Lorsque, dans un circuit on change le courant de base du transistor d'une façon ou d'une autre, le courant de collecteur change en proportion.

On peut aussi raccorder une source de courant alternatif, par exemple, un microphone en série avec  $R$ . On aura alors non seulement un courant continu, mais aussi un courant alternatif qui traversera la base de notre transistor. Une telle combinaison d'un courant continu et d'un courant alternatif peut être considérée comme un courant continu qui croît et décroît périodiquement en amplitude. Nous aurons alors un courant dans le collecteur du transistor qui deviendra périodiquement plus fort et plus faible. Ces changements dans le courant du collecteur peuvent de même être considérés comme un courant alternatif qui est





superposé au courant continu normal du collecteur. Comme nous venons de le voir, ce courant alternatif sera plus grand que celui de la base 99 fois plus grand dans notre exemple. En d'autres termes, le transistor a amplifié le courant alternatif 99 fois. En pratique, l'amplification peut être bien supérieure de quelques centaines de fois, par exemple.

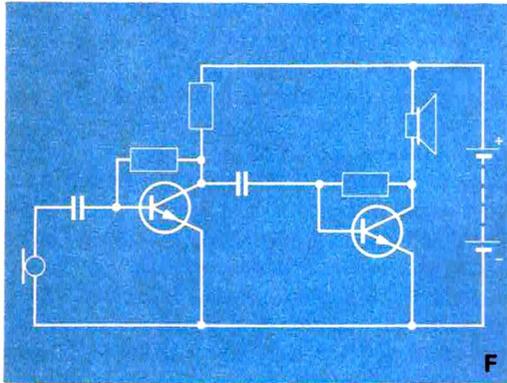
Les transistors sont utilisés pour amplifier les courants et tensions faibles donnés par un pick-up, un microphone ou un aérien de manière qu'ils puissent faire fonctionner un écouteur ou un haut-parleur. Si un transistor ne donne pas une amplification suffisante, on peut en employer deux ou même trois, l'un après l'autre (en série). En donnant une valeur correcte à la résistance, on peut être certain que la tension de base aura aussi une valeur correcte. Un transistor a donc besoin de deux sortes de tensions : une tension continue pour qu'il puisse fonctionner et une tension alternative qu'il amplifiera. Il est inutile de laisser le courant de collecteur, qui est en fait le courant de base amplifié, passer seulement dans la batterie. Nous désirons utiliser ce courant pour actionner un haut-parleur, par exemple. Ce haut-parleur est alors connecté en série avec le collecteur (Fig. E). Quand un transistor est suivi d'un autre transistor, parce que l'on désire avoir davantage d'amplification, on place une résistance en série avec le collecteur. Si le transistor ne doit pas amplifier des ondes sonores, mais une onde porteuse (dans les récepteurs de radio), une bobine ou un circuit accordé est employé à la place de la résistance.

En se servant de condensateurs, qui, comme nous l'avons vu, laisse passer le courant alternatif, mais pas le courant continu, nous pouvons faire en sorte que le courant alternatif passe d'un transistor au suivant sans laisser passer le courant continu. Si nous ne le faisons pas, le courant continu, qui accompagne le courant alternatif, bouleversera le fonctionnement du deuxième transistor.

L'emploi de condensateurs de „couplage" évite cet inconvénient. Nous

appelons ce montage un amplificateur en série. Le deuxième transistor est commandé par le premier (Fig. F). La résistance qui conduit un faible courant continu à la base est maintenant reliée au collecteur au lieu d'être branchée à la batterie. Il en résulte que le courant continu du collecteur est plus stable en quand la température change.

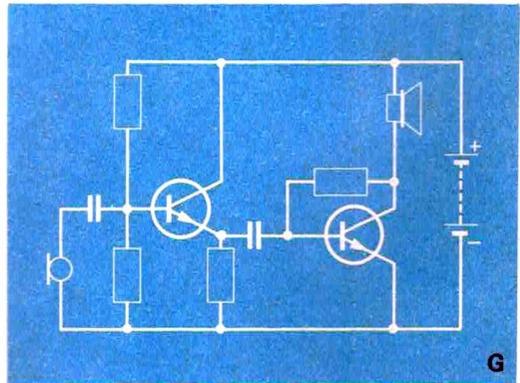
Comme le courant de l'émetteur et du



collecteur sont pratiquement les mêmes, nous pouvons aussi connecter une résistance à l'émetteur au lieu du collecteur. (Fig. G). Dans ce cas, la base est le plus souvent reliée avec deux résistances au „positif” et au „négatif” de la batterie. Le circuit a d'autres propriétés amplificatrices que celle du circuit de la fig. F. Par conséquent, il constitue l'un des montages expérimentaux de cette boîte. Un circuit avec une résistance dans l'émetteur et deux résistances connectées à la base peut également être utilisé quand une résistance est aussi reliée au collecteur (Fig. H). Dans ce cas, il est préférable de connecter un condensateur aux bornes de la résistance de l'émetteur.

Si les résistances ont la valeur appropriée la stabilisation du courant du collecteur est meilleure qu'avec une résistance entre la base et le collecteur. Mais on doit utiliser davantage de composants.

On peut aussi employer les transistors comme système de commutation. Dans ce cas, les courants de la base, et du collecteur ne sont pas modifiés par une tension alternative, mais ils ont, soit une



certaine valeur, soit une valeur nulle. C'est ce qu'on appelle un circuit „digital” dans lequel le transistor travaille comme un commutateur ou mieux comme un relais. En appliquant un petit courant de commande à la base, on peut commuter un courant plus grand dans le circuit de collecteur. Vous trouverez l'application de ce principe dans quelques-uns des montages de la boîte.

### L'ELECTRO-ACOUSTIQUE

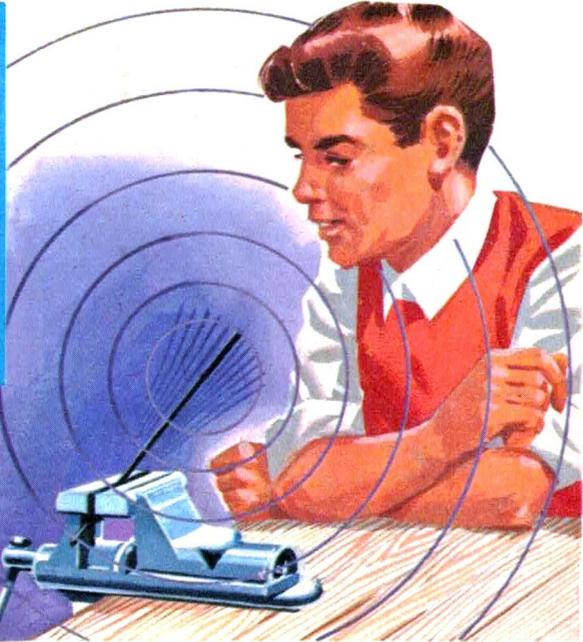
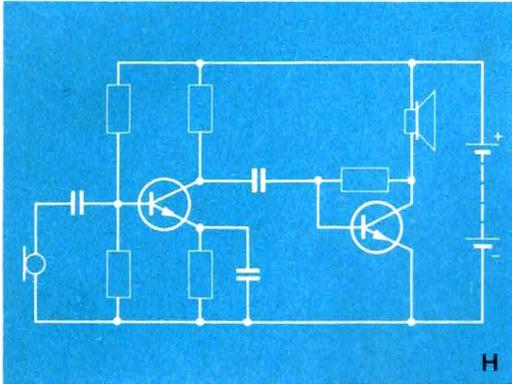
L'électro-acoustique est le mot qui désigne tout ce qui permet de capter, d'amplifier et de reproduire les sons.

Qu'est-ce que le son? Le son est ce que nous appelons les vibrations audibles

dans l'air. Quand on jette une pierre dans l'eau, elle forme des rides à la surface de l'eau. Les ondes circulaires s'agrandissent à partir du point de chute de la pierre dans l'eau. Quand vous frappez dans vos mains, vous créez dans l'air des ondes similaires. Vous ne pouvez pas les voir, mais elles existent réellement. Vous pouvez bien les entendre car nos oreilles sont faites dans le but de percevoir de

vibre et cette vibration fait vibrer l'air également. Ainsi les ondes sonores se déplacent à partir de la lame vibrante dans toutes les directions, comme dans notre exemple de la pierre jetée dans l'eau.

Si une telle onde atteint votre oreille, vous entendrez une note. Plus la lame effectue de vibrations par seconde, plus la note est aiguë. Le nombre de vibrations par seconde est appelée la fréquence de la



telles ondes sonores. Dans l'eau les vagues montent et descendent. Vous pouvez le voir parfaitement si, près de l'endroit où vous avez jeté la pierre il y a un petit morceau de bois. Il monte et descend sur les vagues alors qu'il est réellement immobile.

Dans l'air, les ondes peuvent se propager aussi de cette façon. Imaginez une lame de métal serrée dans les mâchoires d'un étau sur un établi. Si vous courbez l'extrémité libre de la lame et que vous la lâchiez, elle se détendra en dépassant sa position initiale, reviendra en arrière, ensuite en avant de nouveau et ainsi de suite, en passant chaque fois par sa position originale de repos. En fait, la lame

note. Une vibration par seconde est appelée un Hertz (1 Hz) ou une période par seconde (1 p/s), ou un cycle par seconde (1 c/s). Notre oreille peut percevoir les notes à partir d'environ 50 Hz jusqu'à environ 20.000 Hz. Un chien perçoit des notes plus élevées. Pensez au sifflet ultrasonique pour l'appel des chiens.

## LE HAUT-PARLEUR

Tous les instruments de musique sont basés sur le fait que l'air peut vibrer rapidement dans l'un ou l'autre sens. Quand nous parlons ou chantons, par exemple, l'air vibre. Le haut-parleur de notre électrophone ou de notre récepteur de



radio est un appareil qui émet des vibrations sonores. Imaginez un disque rond qui se déplace en avant et en arrière quelques centaines ou quelques milliers de fois par seconde. La vibration du disque fera vibrer l'air et donnera naissance à un son. La question qui se pose est : comment peut-on faire vibrer le disque ? Pour ce faire, fixons une bobine au disque et plaçons la bobine très près d'un aimant, par exemple, un aimant en fer à cheval avec lequel vous êtes familier. Faisons ensuite passer un courant électrique dans la bobine. Qu'arrive-t-il ? La bobine se comporte exactement comme un aimant ayant un pôle nord et un pôle sud. Quand le sens du courant est tel que le pôle

nord se trouve du côté gauche de la bobine, ce pôle nord repoussera le pôle nord de l'aimant et le disque se déplacera vers l'avant. Si on inverse le courant, les pôles magnétiques de la bobine sont changés de telle sorte qu'il y a maintenant un pôle sud du côté gauche, qui est attiré par le pôle nord de l'aimant. Le disque se déplacera alors vers l'arrière. Qu'arrive-t-il maintenant si nous faisons passer un courant alternatif dans la bobine ? C'est un courant qui change continuellement de sens par exemple, un millier de fois par seconde (nous disons alors que le courant alternatif a une fréquence de 1000 Hz). La bobine sera donc attirée et repoussée par l'aimant mille fois par seconde. Le

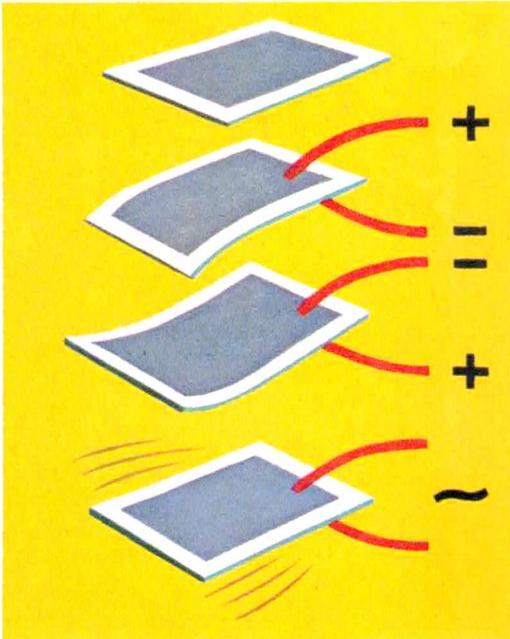


disque et la bobine qui y est fixée vibreront donc mille fois par seconde et nous entendrons clairement un son. C'est là le principe du haut-parleur. La construction pratique est un peu différente afin de donner au haut-parleur une puissance maximale avec un aimant aussi petit que possible.

### **LE MICROPHONE DYNAMIQUE**

Nous savons maintenant comment on peut transformer un courant électrique en une vibration sonore. Mais comment pouvons-nous faire l'inverse? C'est-à-dire transformer une vibration sonore en courant électrique? C'est possible avec un

microphone dont il existe plusieurs sortes. Un type, qui est très employé, fonctionne de la même façon qu'un haut-parleur, mais en sens inverse. Imaginez qu'il se produise quelque part un son et que ce son vienne frapper le disque du haut-parleur (qu'on appelle une membrane). Cette membrane commence alors à vibrer. Quand la membrane commence à vibrer la bobine fait de même. On a dit précédemment que lorsqu'une bobine se trouve dans un champ magnétique et que celui-ci varie, une tension se crée dans celle-ci. Quand la bobine vibre, sa position dans le champ magnétique change continuellement. Il en est de même pour la bobine comme si le champ magnétique



était changé. Dans la bobine en vibration d'un microphone de petites tensions sont alors créées. Ces petites tensions peuvent être amplifiées, de la manière que nous décrirons plus loin, pour alimenter un haut-parleur. Les courants alternatifs circulent maintenant dans la bobine du haut-parleur de sorte que la membrane se mette à vibrer et le son original soit ainsi reproduit.

### LE MICROPHONE A CRISTAL

Il existe aussi une autre méthode de créer le son. Il existe certains matériaux qui ont une propriété très particulière, par exemple, le „Sel de Rochelle“. Si vous en pre-



nez une petite plaque, que vous appliquez une couche conductrice sur chaque face et que vous connectez une pile aux deux couches conductrices il se produit quelque chose. La plaquette commence à se courber d'un côté. Si vous inversez alors le sens des connections de la batterie, la plaquette se déforme de l'autre côté. Vous comprenez; n'est-ce pas? Cela signifie que quand vous faites passer un courant alternatif dans une plaquette de sel de Rochelle, la plaquette se déforme dans un sens et dans l'autre avec le courant alternatif. Si vous fixez une membrane à cette plaquette de sel de Rochelle, la membrane commencera à vibrer et vous entendrez un son. Le con-

traire est aussi possible. Quand le son fait vibrer la membrane, la plaquette de sel de Rochelle est courbée d'avant en arrière et une tension se crée entre les deux couches conductrices de la plaquette. Utilisé de cette manière, cela s'appelle un microphone à cristal.

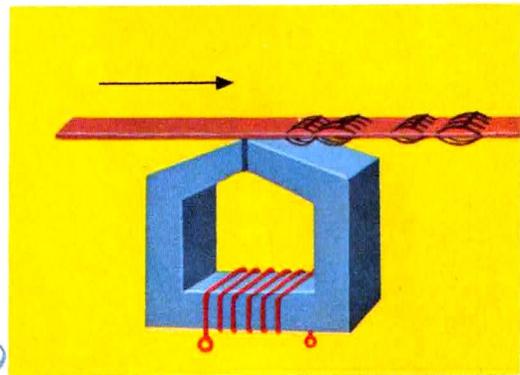
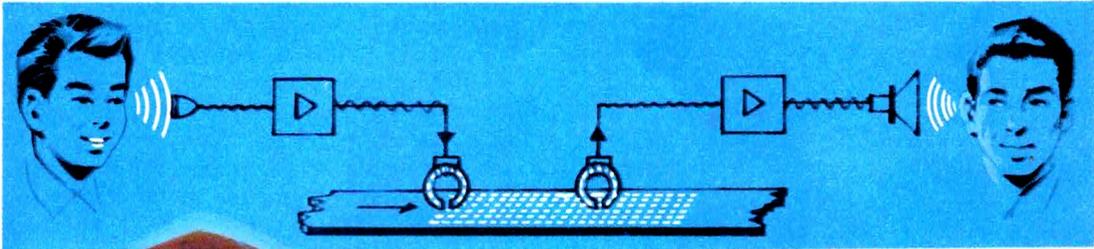
### LE PICK-UP A CRISTAL

La plupart des pick-ups employés dans les

crée une tension alternative entre les surfaces conductrices de la plaquette de sel de Rochelle. Un pick-up est, en quelque sorte, un microphone avec une aiguille à son extrémité qui vibre selon les vibrations sonores enregistrées dans le sillon.

### LE MAGNETOPHONE

De même que l'électrophone, le magné-



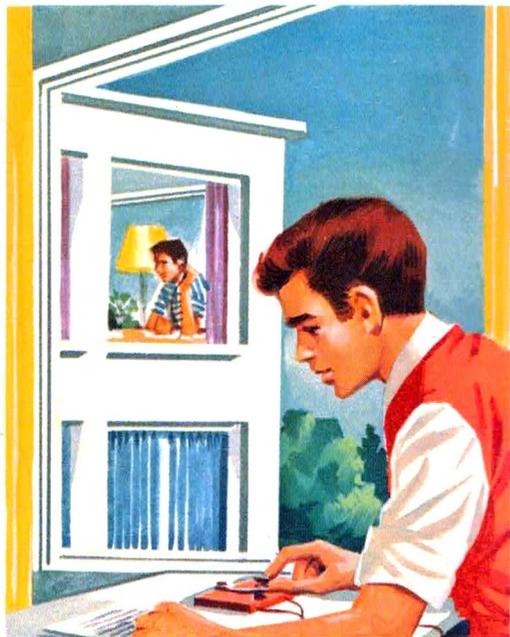
tourne-disques et les électrophones utilisent aussi des plaquettes de sel de Rochelle. Les vibrations sonores viennent du sillon du disque phonographique. Quand vous examinez le sillon avec une loupe, vous vous apercevez que ce n'est pas une ligne simple en forme de spirale, mais que la ligne s'écarte un peu de chaque côté de la spirale. La ligne ondulée du sillon correspond aux vibrations sonores du son original.

L'aiguille du pick-up, qui repose dans le sillon, est aussi sollicitée en tous sens par les ondulations du sillon. L'aiguille est fixée à une plaquette de sel de Rochelle, qui est déformée en suivant les mouvements de l'aiguille. Cette déformation

tophone permet aussi la reproduction des sons. Avec un magnétophone, nous pouvons enregistrer nous-mêmes le son qui est capté au moyen d'un microphone et ensuite amplifié électroniquement. Ce son est transmis sous la forme de variations de tension à un électroaimant qui constitue la „tête d'enregistrement". On fait défiler devant cette tête, à une vitesse constante, une bande en plastique dans laquelle est incorporée d'innombrables particules d'oxyde de fer magnétique. Les fluctuations du courant sont alors converties en variations magnétiques par l'électro-aimant. La bande sonore a la propriété de conserver la courbe des variations magnétiques. Le son est ainsi enre-

gistré sous la forme d'une inscription magnétique sur la bande sonore. Pendant la reproduction, la tête de lecture analyse la piste magnétique, en recueille les variations magnétiques et les convertit en variations de courant. Ces variations de courant sont amplifiées et transmises au haut-parleur, qui les reproduit de nouveau sous la forme d'un son.

L'inscription magnétique est conservée



sur la bande jusqu'à ce que celle-ci soit de nouveau rendue magnétiquement neutre avec une tête spéciale qui est la tête d'effacement. La tête d'effacement est aussi un aimant ou électroaimant qui, dans ce cas, est alimentée par un fort courant alternatif de très haute fréquence.

## LA TELECOMMUNICATION

Le mot télécommunication veut dire en quelque sorte „liaison à distance" ou transmission d'information, par la télégraphie, le belinographe, la téléphonie, la radiotéléphonie, et la télévision. Ce qui est important ici, c'est qu'il y a tou-

jours une distance à franchir. Un téléphone d'intérieur ou un interphone est une partie d'un équipement de télécommunication au même titre que l'installation qui sera éventuellement utilisée pour envoyer des messages aux premières personnes qui atterriront sur la lune. Mais quand de votre fenêtre vous appelez votre ami qui demeure de l'autre côté de la rue, c'est aussi, en quelque sorte, de la télécommunication. On appelle „télécommunication" quand on peut transmettre des messages à la distance que l'on désire. Nous ne pouvons pas le faire en parlant ou même en criant. Si votre ami demeure à un kilomètre de là, vous pouvez crier aussi fort que vous le pouvez, mais il ne vous entendra pas. C'est seulement par des moyens électroniques qu'il est possible de transmettre à toute distance et les télécommunications sont donc la transmission électronique à distance de l'information. Un des moyens les plus anciens de télécommunication, mais encore très utilisé, est le télégraphe. La télégraphie est particulièrement bien adaptée pour la transmission des informations à longue distance.

Un des montages de cette boîte est un télégraphe qui est un appareil qui permet d'envoyer des signaux morse. Le code morse est transmis à partir du manipulateur par les fils à l'écouteur ou au haut-parleur et ces fils peuvent être très longs. Dans cette boîte, vous ne trouverez pas un fil d'un km de long. Il ne vous est pas permis de faire passer un fil au-dessus de la rue sans avoir obtenu les autorisations nécessaires et qui ne sont pas accordées sans de sérieux motifs. Si votre ami demeure dans le même immeuble, il est peut-être possible d'établir une liaison entre votre chambre et la sienne.

## LA TELEGRAPHIE EN MORSE

Une convention internationale a décidé que la durée d'un trait est égale à trois fois celle d'un point. L'intervalle de silence entre les parties d'une même lettre a une durée égale à un point. L'intervalle de



silence entre deux mots doit être égal à cinq points. Entre deux lettres d'un même mot, la durée de l'intervalle de silence doit être égal à trois points. Vous vous apercevez que vous atteindrez sans effort la vitesse correcte si, pour le point, vous dites „ti” et pour le trait, vous dites „tâ”. Ainsi un „a” se dit ainsi: „ti-tâ”.

## LA RADIO

Vous savez certainement ce que c'est que la radio, mais probablement pas comment elle fonctionne. Un récepteur de radio ressemble un peu à un amplificateur d'électrophone, mais au lieu d'un pick-up, il a une partie dont le fonctionnement

A --	P ----
B ----	Q -----
C -----	R ---
D ---	S ---
E -	T -
F ----	U ---
G ----	V ----
H ----	W ---
I --	X ----
J ----	Y ----
K ---	Z ----
L ----	Ä ----
M --	CH ----
N --	Ö ----
O ---	Ü ----
1 -----	6 -----
2 -----	7 -----
3 -----	8 -----
4 -----	9 -----
5 -----	0 -----

Signal d'appel -----

Début de message -----

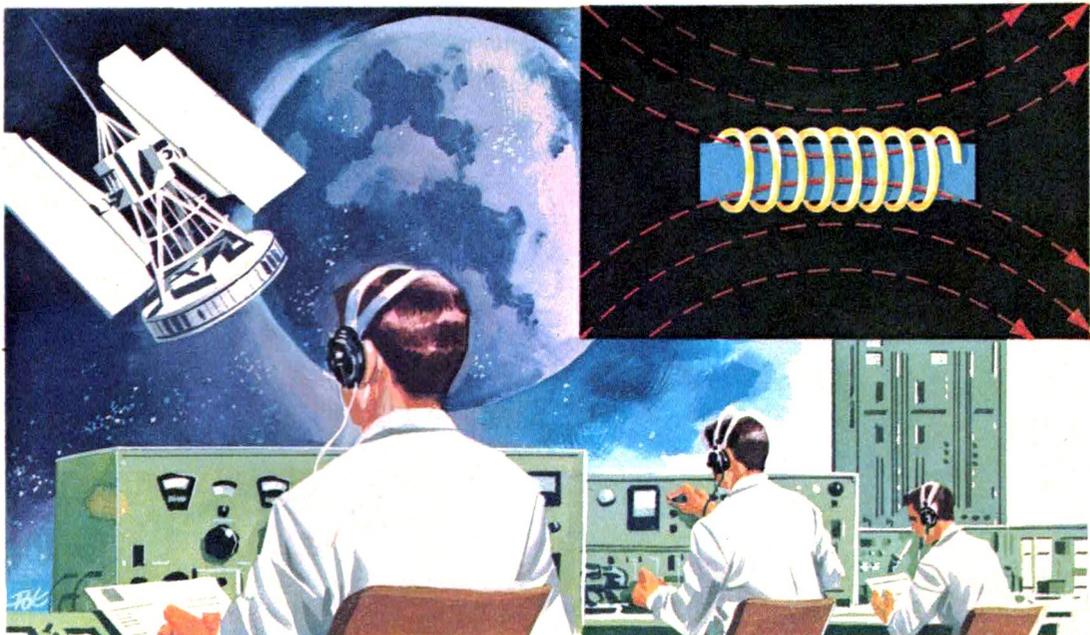
SOS (signal de détresse) -----

Erreur -----

Fin du message -----



vous est probablement nouveau. Vous rappelez-vous comment fonctionne un condensateur? Un courant alternatif peut circuler à travers les deux plaques métalliques parallèles, même quand elles ne se touchent pas. Remplaçons maintenant une de ces plaques par la „terre”. Naturellement celle-ci n’est pas en métal, mais elle peut néanmoins conduire le courant. Nous remplaçons l’autre plaque par un long fil métallique tendu au dessus de la terre. Cela constitue de nouveau une sorte de condensateur. Si nous appliquons un courant alternatif au fil métallique (qui constitue l’antenne) et au fil de terre, un courant alternatif circulera aussi dans le

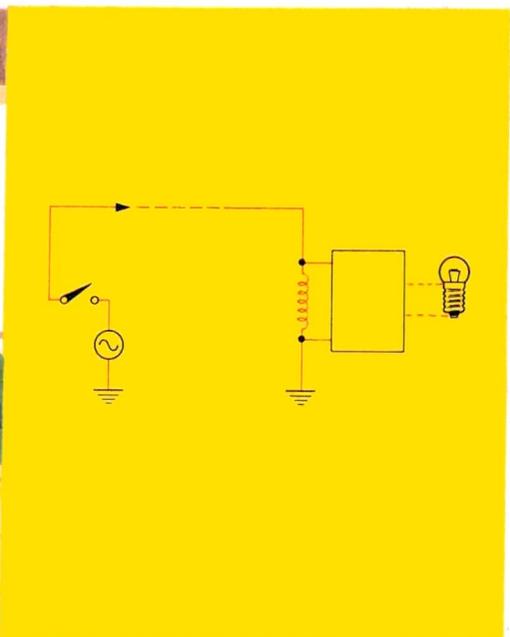
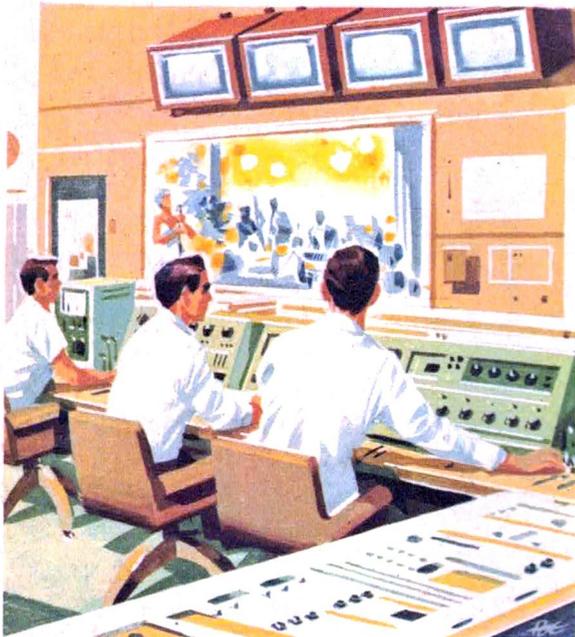


condensateur que nous avons constitué. Plus la fréquence du courant alternatif sera élevée plus le courant qui y circulera sera grand. Nous avons déjà vu que ce que nous appelons un champ électrique est créé entre les deux plaques d'un condensateur. C'est ce qui se passe ici aussi. Entre le fil d'antenne et le fil de terre un champ électrique se crée mais ce n'est pas tout. Vous savez qu'un champ magnétique est émis par une bobine quand un courant y circule. Il en est de même pour un fil tendu et un champ magnétique existe aussi autour du fil d'antenne et le fil de liaison. Que se produit-il maintenant? Quand nous appliquons un courant alternatif entre l'an-

tenne et la terre, un champ électrique et un champ magnétique se produisent ensemble et simultanément. Un champ combiné de cette nature est appelé un champ électromagnétique. Qu'arrive-t-il maintenant? Un champ électromagnétique comme celui-ci se propage très loin et très rapidement dans l'espace à peu près de la même façon que la lumière. La lumière est en fait un champ électromagnétique. Cependant les champs électromagnétiques radio dont il est question ici, se comportent d'une façon quelque peu différente. Comme on le sait, la lumière ne dépasse pas l'horizon. Cela ne se produit pas pour les ondes hertziennes sauf dans des cas spéciaux. C'est seule-

ment quand les ondes hertziennes sont de fréquences très élevées qu'elles se comportent comme la lumière et qu'elles ne dépassent pas l'horizon. On a déjà dit qu'un aérien doit se comparer à un condensateur. Tant que l'antenne n'est pas particulièrement grande, la capacité de ce condensateur est relativement petite. C'est pourquoi seul un courant alternatif de très haute fréquence

appelons la bobine d'antenne. Cette partie magnétique créera elle-même une tension dans une bobine comme on l'a déjà vu. Nous pouvons par conséquent supprimer le fil d'antenne et utiliser une bobine comme aérien de réception. Vous comprendrez, cependant, qu'une bobine ordinaire ne peut jamais recueillir un champ magnétique aussi élevé qu'une antenne extérieure qui est peut-être à



peut être appliqué avec succès à un tel aérien. Les fréquences peuvent être de 100.000 Hz (100 kHz) ou même plus élevées, par exemple 1.000.000 Hz (1 MHz). Qu'arrive-t-il maintenant quand le champ électromagnétique atteint un aérien qui est à quelque distance de l'antenne émettrice? Dans ce cas, le champ crée une tension entre le fil de l'antenne réceptrice et la terre. Si nous connectons une bobine entre l'antenne et la terre, un courant circulera dans la bobine. C'est en réalité un courant très faible mais il pourra être amplifié avec l'aide des transistors. Le champ est cependant électromagnétique et la partie magnétique de ce champ traversera directement ce que nous

dix ou à vingt mètres au-dessus de la terre et qui peut avoir une vingtaine de mètres de long. Une bonne antenne extérieure a une possibilité de réception beaucoup plus grande que n'importe quelle bobine. Qu'arrive-t-il maintenant si nous mettons un noyau de fer dans une telle bobine? Le fer a la propriété d'attirer et de concentrer le champ magnétique. Quand un champ magnétique est de très haute fréquence, le fer doux ordinaire ne peut plus le suivre et d'autres matériaux, tel que le ferroxcube, sont utilisés. Dans une bobine, un noyau en ferroxcube recueille un champ magnétique si élevé que la bobine se comporte comme une bobine beaucoup plus grande. Sans le

noyau en ferroxcube, la bobine d'antenne de votre récepteur radio devrait avoir presque un mètre de section au lieu d'un cm pour donner les mêmes résultats. Maintenant, quand nous faisons passer un courant alternatif d'une fréquence d'un MHz dans une antenne d'émission, une tension alternative de la même fréquence prendra naissance dans l'antenne de réception, même à des centaines de

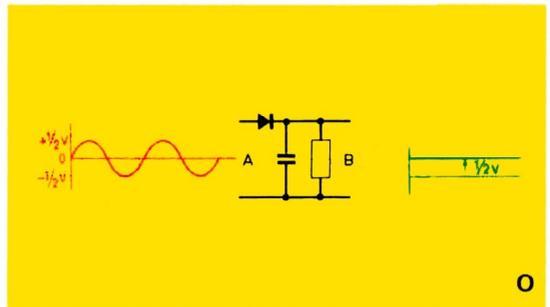
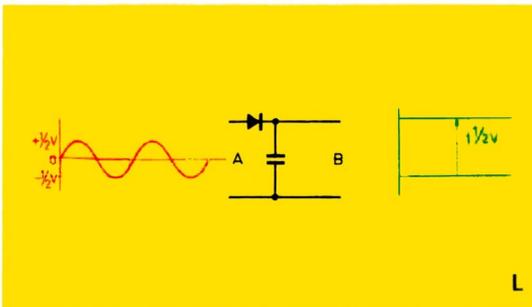
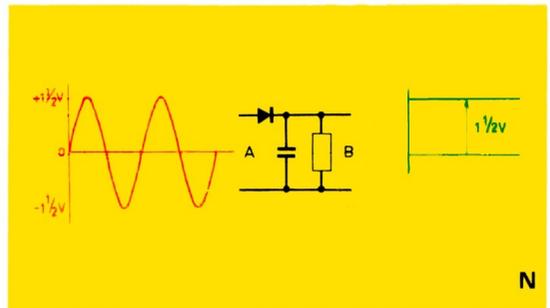
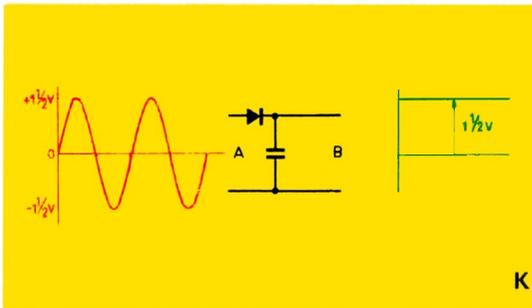
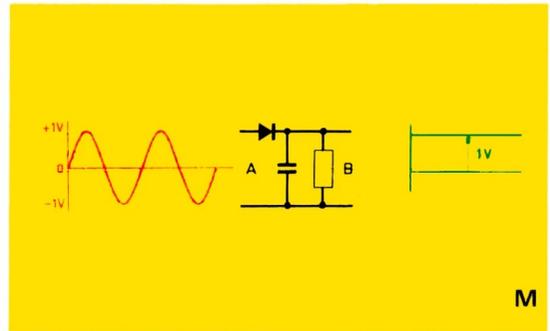
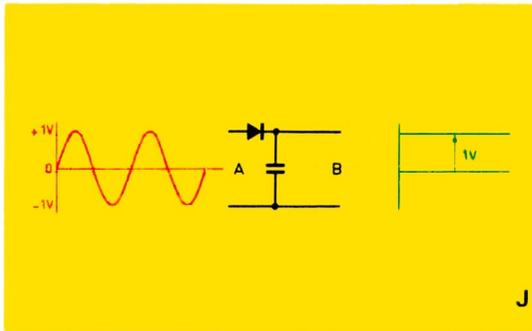
s'allume pendant le même temps et si l'émetteur fonctionne pendant une plus longue durée, par exemple pendant une demi-seconde, la lampe s'allumera pendant une demi-seconde également. Si maintenant vous placez un manipulateur dans l'antenne d'émission, le courant de l'antenne passe seulement quand vous appuyez sur le manipulateur. Si vous laissez un opérateur le faire, les points



kilomètres de distance, qu'elle soit constituée par un seul fil au-dessus du toit ou par ce qu'on appelle un cadre ferrocube, qui est constitué par une bobine avec un bâtonnet en ferroxcube. Nous ne pouvons pas entendre cette onde hertzienne directement, car une vibration d'un MHz est trop élevée pour être audible. Nous pouvons cependant l'utiliser comme support pour la musique, la parole ou les signaux morse. Prenons l'exemple du télégraphe :

imaginez que vous puissiez amplifier suffisamment les courants qui circulent dans votre bobine d'antenne pour allumer une petite lampe. Quand l'émetteur transmet pendant un temps très court, la lame

et les traits qui sont alors transmis formeront après regroupement, des lettres, des mots et des phrases. Quand un deuxième opérateur regarde la lampe du récepteur, il voit les points et les traits et déchiffre ce qui est émis à des centaines de kilomètres de distance. Quand des sons sont transmis, les choses sont un peu différentes. Supposez que vous remplaciez le manipulateur par une résistance variable. Quand la résistance est faible, une grande quantité de courant passe dans l'antenne émettrice ; si la résistance est grande un courant faible traversera cette antenne. Si on tourne le bouton de réglage de la résistance, la lampe du récepteur s'allumera plus ou moins brillam-



ment. En supposant que l'on tourne le bouton en avant et en arrière trois fois par seconde, la petite lampe du récepteur s'allumera aussi plus ou moins brillamment trois fois par seconde. Si on suppose maintenant que le bouton n'est pas tourné trois fois par seconde, mais un millier de fois par seconde, par exemple, quelle sera la forme de l'onde transmise? L'onde porteuse devient plus forte et plus faible un millier de fois par seconde. Cette cadence est trop rapide pour que la lampe puisse la suivre. Si nous remplaçons la lampe par un haut-parleur, nous entendrons . . . rien du tout! La membrane du haut-parleur devrait se déplacer en avant et en arrière un million de fois par seconde, ce qu'elle

ne pourra pas faire, car elle est beaucoup trop lourde.

De nouveau, nous désirons reproduire le 1000 Hz; nous redresserons donc l'onde porteuse qui a été modulée par cette fréquence de 1000 Hz.

Le redressement s'effectue ainsi: Quand on applique une tension alternative d'un volt aux bornes „A”, nous mesurons une tension continue d'un volt aux bornes „B” (fig. J). Seules les impulsions positives de la tension peuvent traverser la diode et charger le condensateur à un volt.

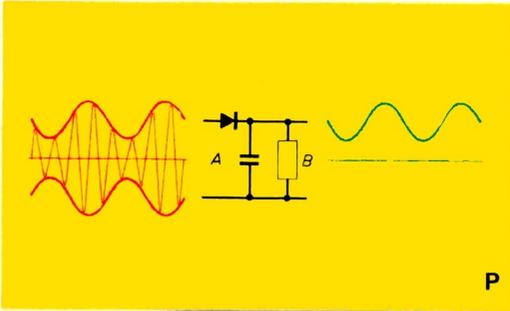
Si nous augmentons la tension alternative à un volt et demi, la tension continue augmentera aussi à un volt et demi

(fig. K). Si nous abaissons la tension alternative à un demi-volt, la tension continue restera cependant à un volt et demi car le condensateur ne peut pas se décharger (fig. L). Branchons maintenant une résistance en parallèle avec le condensateur. Qu'arrivera-t-il? Le condensateur peut se décharger dans la résistance et la tension continue suivra, en valeur, la tension alternative (fig. M, N, O).

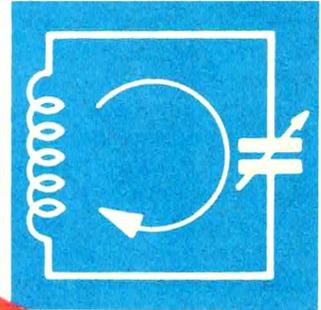
Si quelqu'un chante une note élevée devant un microphone, l'onde porteuse sera ainsi modulée par une note élevée. Si l'on chante une note basse, l'onde porteuse sera modulée par une note basse.

Ces notes seront ainsi reproduites exactement par le récepteur.

## L'ACCORD



P



Si nous avons une onde porteuse modulée, qui est en réalité une tension alternative qui varie, et que nous l'appliquons aux bornes „A” (fig. P), nous obtiendrons seulement aux bornes „B” la variation de la tension continue.

Dans la pratique, la résistance est remplacée par le haut-parleur. La variation du courant continu entraîne la bobine et le 1000 Hz est reproduit par le haut-parleur. Naturellement, il est impossible de varier la modulation de l'onde porteuse avec un bouton. A sa place, nous utiliserons un microphone comme moyen de modulation. Ainsi l'onde porteuse est modulée en relation avec les vibrations sonores qui ont atteint le microphone.

Evidemment vous savez ce que c'est que l'accord d'un récepteur de radio, qui est la recherche des stations. Mais vous ne savez probablement pas ce qui se produit. Nous avons vu que la résistance d'un condensateur diminue quand la fréquence du courant alternatif augmente. D'un autre côté, en courant alternatif, la résistance d'une bobine croît quand la fréquence augmente. Qu'arrive-t-il maintenant si nous connectons une bobine à un condensateur? A une certaine fréquence, la résistance en courant alternatif de la bobine sera exactement égale à celle du condensateur. Cela dépend essentiellement des valeurs de la bobine, du condensateur et de la fréquence du

courant. A cette fréquence, il se produit quelque chose de très curieux. Les courants qui circulent dans la bobine et le condensateur sont naturellement identiques. Ceci n'est donc pas si étrange, car comme vous le savez, la même tension et la même résistance signifient le même courant.

Ce qui est bizarre, c'est qu'ils se poursuivent l'un et l'autre. Le courant total paraît circuler dans un cercle à travers la bobine et le condensateur, mais continue de tourner en rond comme s'il ne désirait pas s'en échapper. La résistance du condensateur et de la bobine est la même pour un courant alternatif d'une fréquence particulière et le courant qui les traverse devient très grand. A toutes les autres fréquences, ce courant est beaucoup plus petit.

Si la capacité du condensateur est changée, ce phénomène connu sous le nom de „résonance", se produira alors à une autre fréquence. Tous les émetteurs transmettent une onde porteuse dont la fréquence diffère pour chaque émetteur. Pour une position donnée du condensateur d'accord, un seul émetteur fournira un courant circulaire suffisamment puissant. Le circuit est donc en résonance pour cet émetteur seul, mais pas pour tous les autres. Tous les autres sont par conséquent entendus moins clairement. Si faiblement que dans la plupart des cas, ils ne sont même pas audibles. Si on tourne maintenant le condensateur, le circuit entre de nouveau en résonance sur l'onde porteuse d'un autre émetteur que nous recevons donc à la place de l'autre.

### **LES APPAREILS ELECTRONIQUES DE MESURE, DE CONTROLE ET DE SIGNALISATION**

Dans le domaine de la technique et dans la vie journalière, on effectue beaucoup

de mesures et de contrôles. Aussi bien dans les écoles élémentaires que dans les écoles secondaires, pour ne pas parler des écoles techniques, les élèves sont harcelés par les exercices que l'on fait sur les mesures. Un mélange de tant de litres d'eau dans tant de litres de vin . . . ou un réservoir qui se vide . . . et qu'arrive-t-il quand . . . etc.

Grâce à l'électronique, vous pouvez mesurer la quantité de pétrole qui reste dans le réservoir, quelle est la température d'un four, si la farine n'est pas trop humide ou par exemple, si un mélange de deux matériaux est fait dans le rapport correct. Quand on mélange deux matières dans une machine, il est possible de mesurer, non seulement si le mélange exact est atteint, mais aussi de régler l'ouverture des robinets, de manière que le rapport de mélange soit maintenu correct.

Les contrôles permettent aussi de maintenir une température constante dans une salle, qu'il fasse chaud ou froid extérieurement. Le réfrigérateur en est un exemple. Il est aussi possible d'allumer une lampe après un certain temps qui a été déterminé à l'avance. Il permet aussi d'avertir les gens qu'une certaine période de temps s'est écoulée, par exemple, la durée de temps nécessaire pour faire un agrandissement photographique. La signalisation électronique peut être aussi utilisée comme moyen d'avertissement sous la forme d'un feu à éclats pour prévenir d'un danger en pleine mer, d'un détecteur de fumée comme indicateur d'incendie dans les immeubles ou les magasins. La signalisation électronique est donc extrêmement utile.

Vous pouvez sûrement imaginer comment vous pourrez utiliser les différents montages qui peuvent être faits avec votre boîte.

## DESCRIPTIONS DES CIRCUITS ET SPÉCIFICATIONS

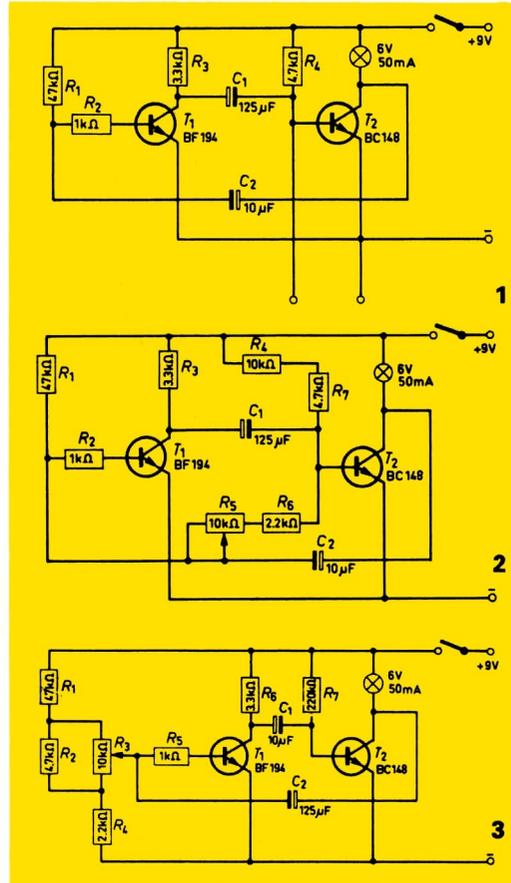
### Feux Clignotants

Les feux clignotants sont actuellement beaucoup utilisés pour des usages divers tels que: avertisseurs lumineux, indicateurs de direction de voiture, signalisation routière, balisage d'aérodromes, signalisations d'obstacles, avertisseurs d'alarme, etc... L'allumage et l'extinction de la lumière peuvent être réalisés de nombreuses façons, par exemple par des relais, qui sont remplacés maintenant de plus en plus par des transistors. Ces derniers ont l'avantage de ne pas avoir de parties mobiles sujettes à l'usure, ni de contacts qui se détériorent.

Le schéma de montage n° 1 montre comment monter les transistors pour faire un clignoteur automatique lumineux. Le transistor T2 établit et coupe le courant de la lampe tandis que les transistors T1 et T2 associés à des résistances et condensateurs déterminent le taux de commutation. Comme vous pourrez le remarquer, le rythme de l'occultation n'est pas très rapide. Il peut être augmenté en remplaçant la résistance de 47 k ohms par une de 10 k ohms.

On peut aussi se servir de ce montage pour construire un avertisseur électronique de vol. Pour cela, on relie les deux ressorts extérieurs de contact du montage à deux punaises que l'on fixe sur un montant de porte ou à un chassis de fenêtre. Un morceau de feuille de métal, placée sur la porte ou sur la fenêtre, établit le contact entre les deux punaises. La lampe reste éteinte aussi longtemps que la porte ou la fenêtre reste fermée. Dès que la porte ou la fenêtre s'ouvre, le contact est interrompu et la lampe s'allume. Si l'intrus était assez habile pour couper, le fil avant d'ouvrir la porte ou la fenêtre, le contact serait également interrompu et la lumière clignoterait.

Le réglage du rythme du clignotement est réglable d'une manière continue; un tel montage est réalisé par le montage n° 2. L'effet recherché est obtenu en connectant



tant une résistance variable en série avec une résistance fixe entre les connexions de base des deux transistors. Le montage du schéma n° 3 donne des éclats de courte durée, tels que ceux qui sont employés pour les feux de signalisation, par exemple. La durée de l'éclat est ajustée par la résistance variable R3, que l'on appelle un potentiomètre.

### Amplificateurs d'électrophone

Les premiers phonographes étaient encombrants, car pour avoir un volume sonore suffisant, on était obligé d'avoir un grand pavillon qui était relié à l'aiguille par le diaphragme.

Le son n'était pas très bon et le disque s'usait rapidement. C'est l'amplification

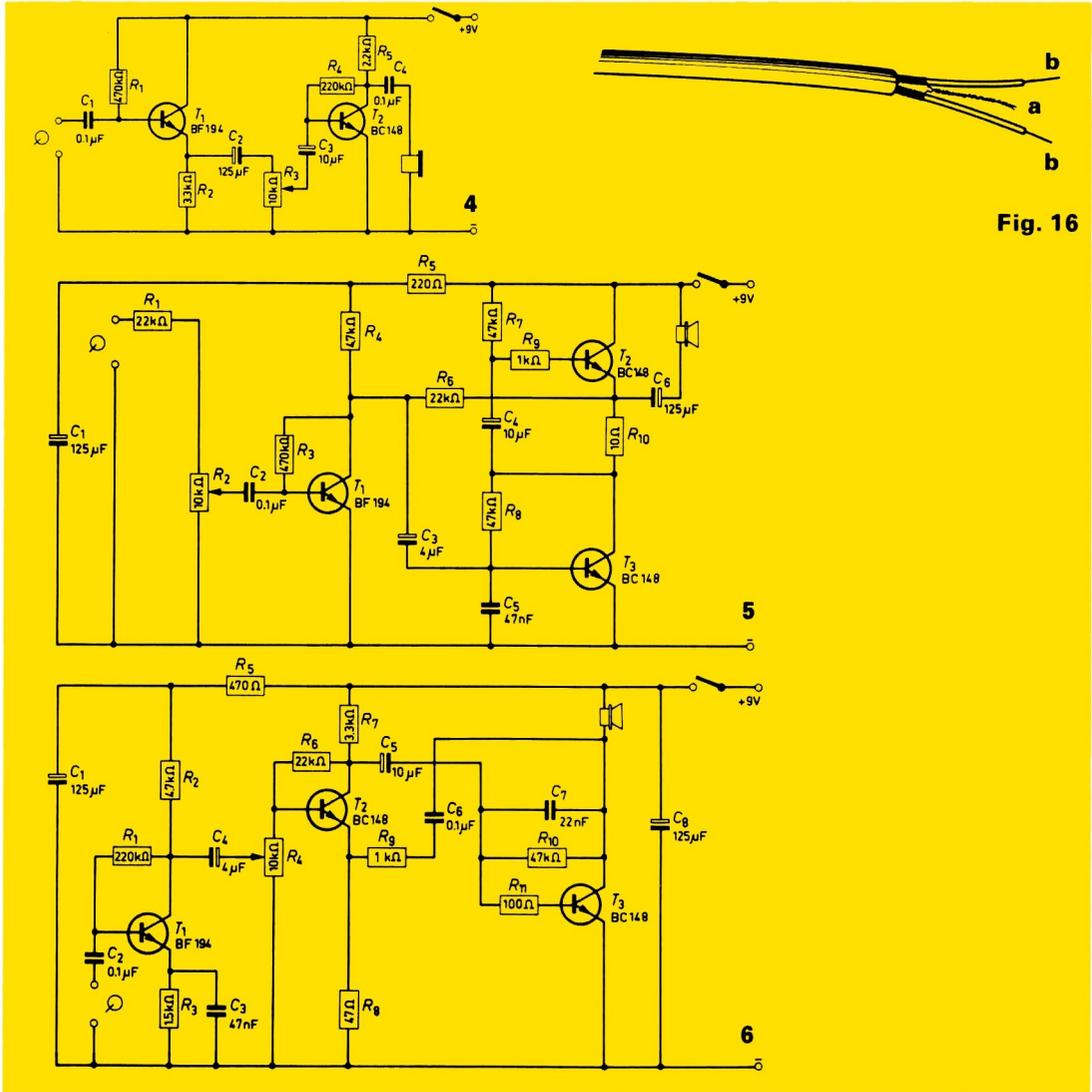


Fig. 16

électronique du son qui a permis l'utilisation de pick-ups (lecteurs) légers, de niveaux sonores plus élevés et de corriger les imperfections inhérentes à certains composants, tout en ayant un son aussi bon que possible avec les moyens disponibles. Un tourne-disques comporte un cordon blindé pour le relier à un amplificateur. Relier le blindage (a) du cordon au pôle négatif (—) de la pile et l'autre fil (ou les deux autres) à l'autre ressort de connection (fig. 16).

Le montage d'un amplificateur d'électrophone, avec un écouteur, est donné par le montage n° 4. Le volume sonore est réglé par le potentiomètre. Le montage n° 5 est celui d'un amplificateur d'électrophone avec haut-parleur. Ce montage est connu sous le nom technique d'amplificateur avec étage de sortie push-pull „single ended”.

Le montage n° 6 est prévu avec une réserve d'amplification qui permet de corriger les déficiences de la courbe de

réponse de fréquence des pick-ups. Les pick-ups ont tendance à reproduire certaines parties des fréquences hautes et basses avec moins de sensibilité que les fréquences moyennes. Cet amplificateur corrige cette tendance en amplifiant ces fréquences plus que les autres. Une meilleure reproduction du disque est ainsi obtenue.

### Lampe de nuit (ou de stationnement) à allumage automatique

Dès que le jour tombe, l'éclairage public s'allume. Est-il commandé par une personne? Non, car cela se fait automatiquement. Le montage n° 7 fait de même; car la résistance L.D.R., dont la valeur change avec la variation de la lumière, commande le commutateur qui est constitué par deux transistors. Le seuil du niveau de la lumière qui fait déclencher le commutateur est réglé par le potentiomètre. Quand la L.D.R. reçoit moins de lumière, la valeur de sa résistance augmente, ce qui fait diminuer le courant dans le transistor T1 et dans la résistance R4 de 3,3 k ohms. La tension sur le collecteur de T1 et sur la base de T2 augmente, ce qui rend le transistor T2 conducteur, et la lampe s'allume. L'effet de la commutation est amplifié par le moyen de la résistance R5 de 220 k ohms.

Quand la lumière environnante revient, l'effet contraire se produit et la lampe s'éteint de nouveau. En plus de l'allumage et de l'extinction automatique des lampes pour l'éclairage public, cette application est utilisée aussi pour la mise en service de l'éclairage nocturne des vitrines, de panneaux publicitaires, de parkings ou de lampes de secours.

### Détecteur d'humidité

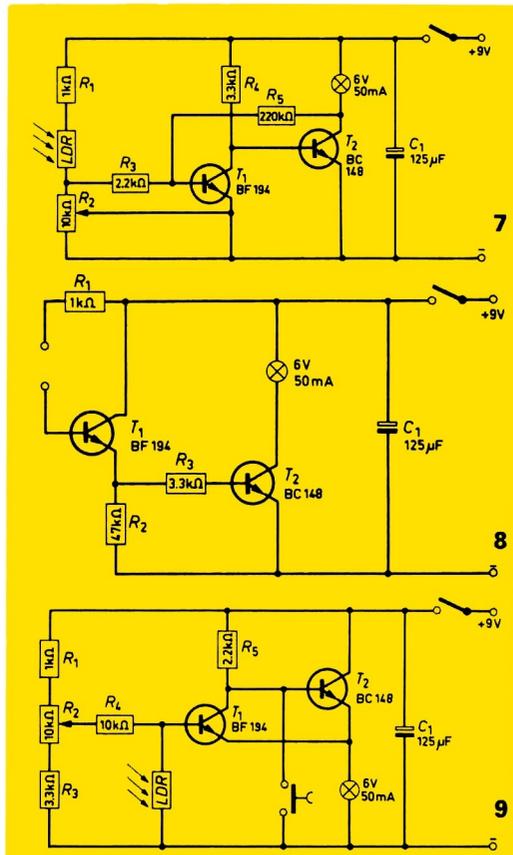
Vous avez certainement entendu parler de l'auto décapotable dont la capote se referme automatiquement quand il commence à pleuvoir. Comment cela peut-il se faire?

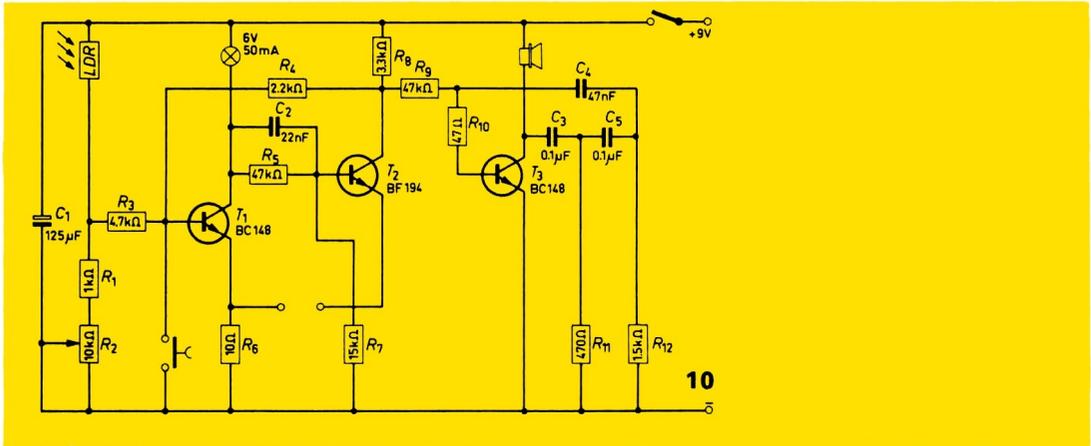
Prenons un morceau de papier (pas du type imperméable) et attachons y avec du ruban adhésif deux fils nus écartés l'un de

l'autre. Le papier sec ne conduit pas l'électricité s'il n'a pas été spécialement conçu spécialement pour cet usage.

Or à moins qu'elle soit pure, l'eau est conductrice de l'électricité. Et quand l'eau est absorbée par le morceau de papier, celui-ci étant humide devient conducteur de l'électricité. On utilise cette propriété dans le montage n° 8 pour allumer une lampe. Le courant, circulant entre les deux fils dans le papier humide est amplifié dans deux étages et fait allumer la lampe. Quand la pluie s'arrête de tomber, la papier redevient sec et la lampe s'éteint de nouveau. Dans notre voiture, c'est la commutation d'un moteur qui fait refermer la capote.

Le contrôle du remplissage d'un récipient se fait en plaçant deux électrodes à sa partie supérieure, quand l'eau les atteint elle établit le contact et la lampe s'allume.





### Avertisseur électronique de vol

Le schéma de montage n° 9 donne le circuit d'une telle installation qui allume une lampe à distance quand un cambrioleur s'introduit dans une pièce sombre et examine les lieux avec une lampe électrique. Quand la lumière atteint la résistance L.D.R. sa résistance diminue. La tension sur la base du transistor T1 décroît, la tension sur la base de T2 augmente et T2 fait allumer la lampe. Celle-ci reste allumée, même quand la L.D.R. n'est plus éclairée de sorte que vous pouvez apercevoir que quelqu'un est entré dans la pièce. Le circuit peut être remis dans son état primitif en enfonçant le bouton. Le potentiomètre permet de régler le niveau de lumière qui déclenche le dispositif d'alarme.

Le montage n° 10 ne réagit pas seulement à la lumière, mais aussi à l'ouverture d'une porte ou d'une fenêtre de la même manière que celle qui a été décrite par le montage n° 1. En plus de la lampe qui s'allume, ce système d'alarme peut aussi commander un avertisseur sonore. Il est remis dans son état primitif de la même façon que dans le montage N° 9.

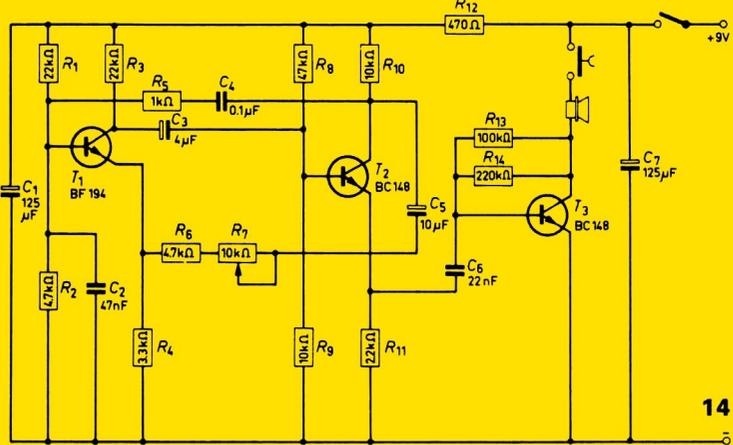
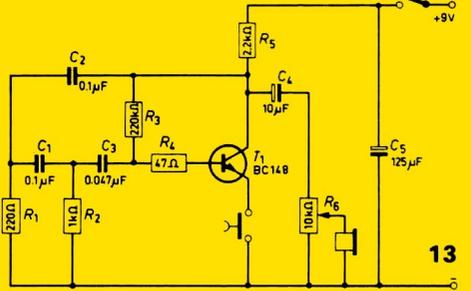
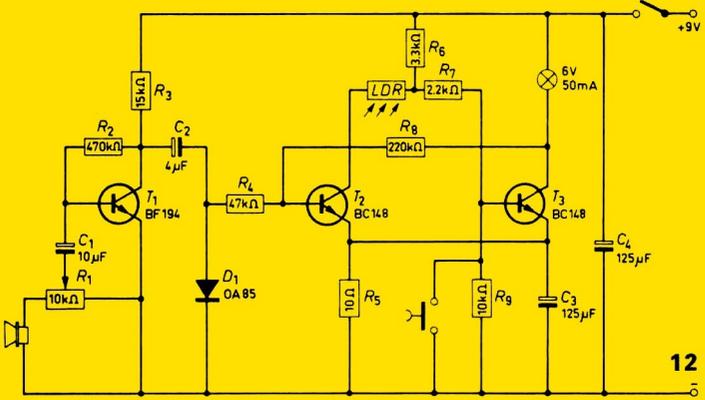
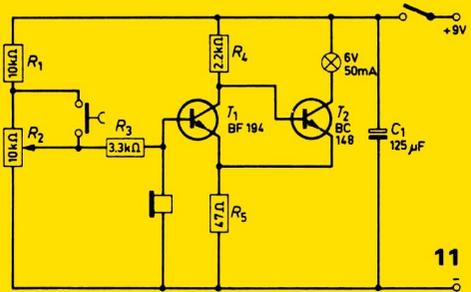
### Relais acoustique

Les ondes sonores font commuter un circuit comme dans le cas de l'avertisseur électronique de vol. Le schéma de mon-

tage n° 11 utilise un écouteur comme microphone. La tension créée dans le microphone, par le son qui l'atteint, fait varier le point de fonctionnement du transistor ce qui a pour effet d'allumer la lampe. L'ajustage de la sensibilité se fait par le réglage du potentiomètre qui doit se faire avec précision pour obtenir le meilleur fonctionnement. Le bouton permet de remettre le circuit en état de fonctionnement quand celui-ci a été déclenché. Un autre circuit, très sensible et qui fonctionne aussi sous l'action de la lumière, est donné par le montage N° 12. Le haut-parleur sert de microphone et le potentiomètre permet de régler la sensibilité du montage. Un bouton remet le circuit prêt à fonctionner. Ce montage est parfaitement approprié comme avertisseur contre les cambrioleurs car il est sensible à un faible bruit.

### Appareil de lecture au son (code morse)

Pour pouvoir envoyer des messages en Code Morse, il est nécessaire d'apprendre la lecture au son avec un appareil d'entraînement. Le montage n° 13 constitue un tel appareil. Chaque fois que l'on appuie sur le bouton, il se crée un son qui est reproduit par le haut-parleur, et dont l'intensité est réglée par le potentiomètre. Le montage n° 14 est similaire, mais il comprend une sortie pour haut-parleur. De plus, deux ressorts en parallèle sur le cir-



cuit du bouton permettent de brancher un véritable manipulateur.

### Le son

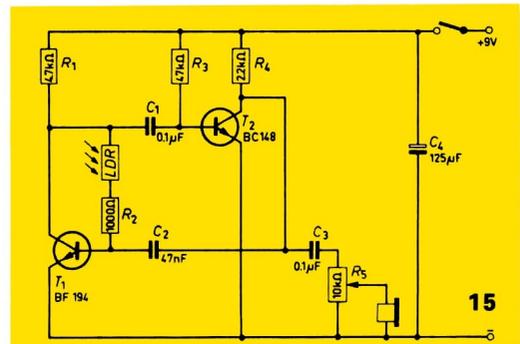
Le son est créé électroniquement pour un grand nombre d'emplois. Un des exemples en est l'appareil de lecture au son. Mais il existe aussi des instruments de musique dans lesquels le son est produit électroniquement, comme c'est le cas des orgues électroniques.

Il existe une autre branche dans laquelle les sons jouent un rôle important, c'est dans la transmission de l'information par les radiosondes, les fusées et les satellites. Le montage n° 15 en est un exemple; dans ce générateur, la hauteur du son est déterminée par la L.D.R. La résistance de la L.D.R. est changée sous l'influence des variations de lumière. Quand, par conséquent, nous connectons cette L.D.R. entre la base et le collecteur de T1 une variation de lumière fera modifier la hauteur du son produit. Si ce son est transmis d'une radio sonde, nous connaissons le niveau de la lumière à laquelle cette radio sonde se trouve. Ce moyen de mesure à distance est connu sous le nom de „téléométrie" et de plus pour les fusées et engins similaires, on s'en sert pour faire les mesures à des endroits où il serait impossible à un être humain de vivre à cause de la chaleur, de la pression, de la radio-activité, etc.

### Générateur audiofréquence à fréquence variable

Le montage n° 16 est celui d'un bon générateur audiofréquence. Le principe est la production de deux fréquences qui sont trop élevées pour être audibles. Ces deux fréquences sont ensuite mélangées et la différence en est audible. En faisant varier l'une des deux fréquences, la différence en résultant est alors audible dans l'écouteur.

Le mélange des deux fréquences est fait au moyen du potentiomètre. Quand le couplage entre les deux générateurs est faible, la fréquence audio en résultant est



faible. Par ailleurs, un couplage serré fait que l'oscillateur variable a tendance à osciller à la même fréquence que l'autre oscillateur. La différence de fréquence est nulle et on n'entend rien.

Le réglage du générateur se fait de la façon suivante:

- 1° tourner le condensateur variable complètement vers la gauche.
- 2° tourner le potentiomètre jusqu'à ce que l'on entende un son. (modifier aussi légèrement la position de la bobine sur le bâtonnet de ferroxcube).
- 3° déplacer la bobine sur le bâtonnet jusqu'à ce que vous entendiez un son de fréquence très basse. La rotation du condensateur variable vers la droite fait augmenter la hauteur du son.
- 4° tourner le potentiomètre vers la droite pour augmenter le niveau sonore. Un couplage trop serré peut empêcher la production des notes les plus basses du son. Un réglage soigneux des réglages divers donnera le résultat recherché.

Ce modèle de générateur audiofréquence est employé souvent dans les laboratoires, car il donne une large gamme de fréquences par la rotation d'un seul bouton.

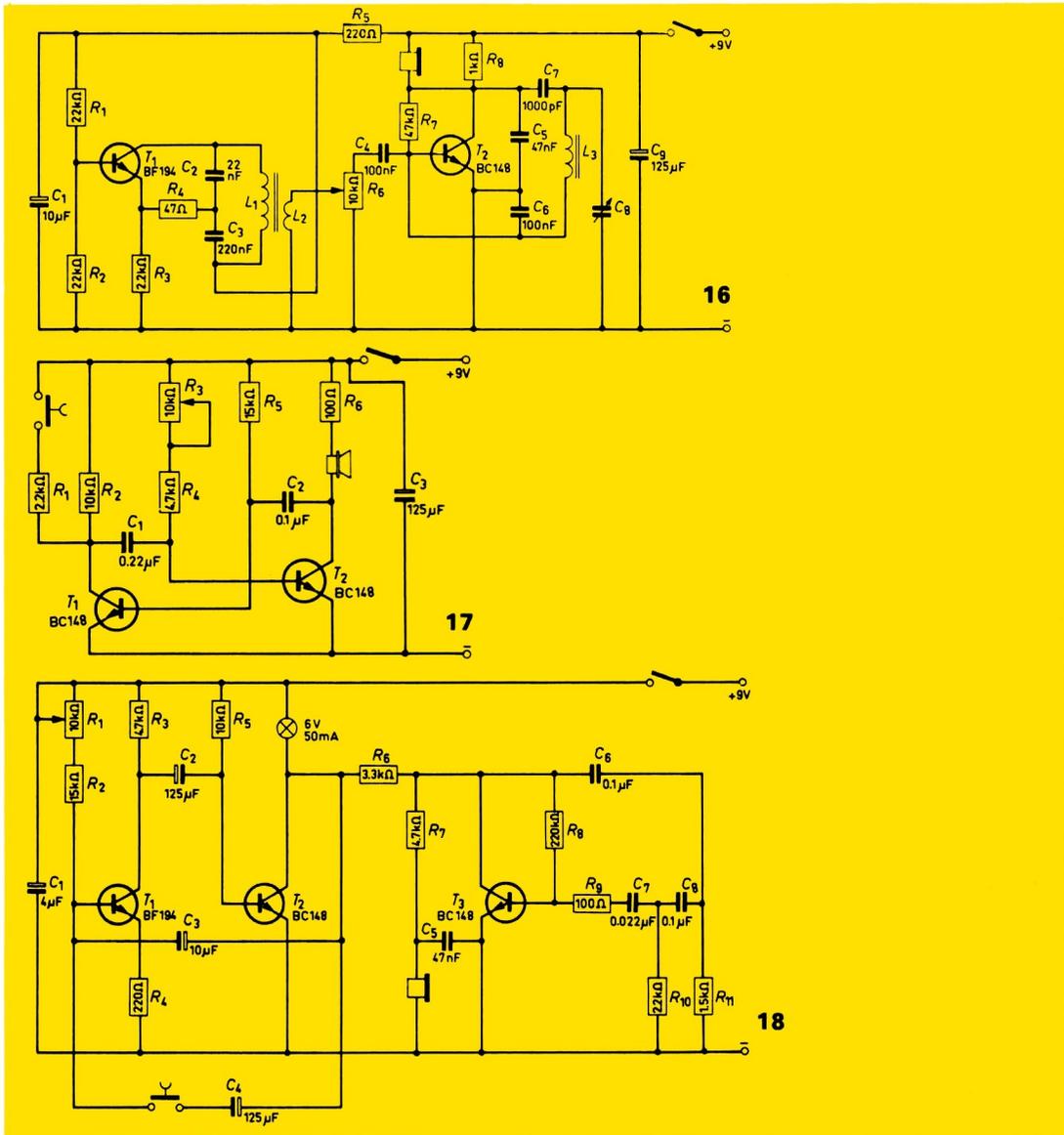
### Avertisseur sonore d'ambulance

La tonalité typique à deux tons des ambulances peut être reproduite avec le montage n° 17. La hauteur peut être changée avec le potentiomètre. Une des notes est produite par l'enfoncement du

bouton et l'autre en le relâchant. Ce circuit ressemble beaucoup, en fait, à celui que l'on utilise pour les feux clignotants, à l'exception de valeurs des résistances et des condensateurs. La commutation des transistors est trop rapide pour que l'on puisse la voir avec une lampe, mais elle est cependant audible dans le haut-parleur.

### Générateur de signaux téléphoniques

Le schéma de montage n° 18 est celui d'un générateur de signaux que l'on peut entendre au téléphone. On entend le signal d'appel dans l'écouteur en appuyant le bouton de droite. En relâchant le bouton, c'est le signal d'occupation qui est entendu. Le schéma de principe est celui



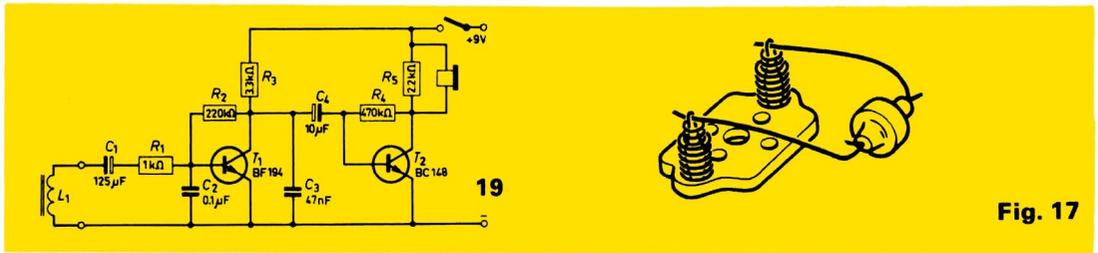


Fig. 17

du montage des feux clignotants qui commute la mise en et hors circuit d'un générateur audiofréquence. Le son correct est obtenu par le réglage du potentiomètre.

### Capteur et amplificateur téléphonique

Avec le montage n° 19 vous pouvez entendre à l'écouteur les conversations téléphoniques sans faire de connections sur l'appareil téléphonique. C'est avec la bobine de choc de la boîte que vous captez les ondes électromagnétiques qui proviennent du transformateur de l'appareil téléphonique. Ces ondes donnent naissance à un courant dans la bobine qui est amplifié pour le rendre audible dans l'écouteur. Pour trouver l'emplacement le plus sensible sur l'appareil téléphonique décrochez le téléphone et déplacez à l'extérieur de l'appareil la bobine en la faisant pivoter jusqu'à l'obtention du son maximal. Fixez la bobine à cet endroit avec du ruban adhésif. La façon de connecter une bobine de captation à un cordon d'une certaine longueur est montrée par la fig. 17. Quelques mètres de fil peuvent être utilisés pour relier la bobine à l'amplificateur. Ecartez le fil de la bobine du cordon téléphonique pour éviter de recueillir des ronflements.

Le montage n° 20 est réalisé avec un haut-parleur et un réglage du volume sonore. Quand le microphone du téléphone est placé à proximité du haut-parleur, il se produit un sifflement. Il suffit dans ce cas de réduire le volume sonore par le potentiomètre ou d'écartier l'amplificateur davantage du téléphone.

### Luxmètre

Il est possible de monter un luxmètre avec

la résistance L.D.R. Le montage n° 21 comprend une commutation par transistor avec une lampe et un potentiomètre pour déterminer le niveau de la lumière qui atteint la L.D.R. Pour chaque niveau de la lumière, on peut trouver une position du potentiomètre pour laquelle la lampe est sur le point de s'allumer ou de s'éteindre.

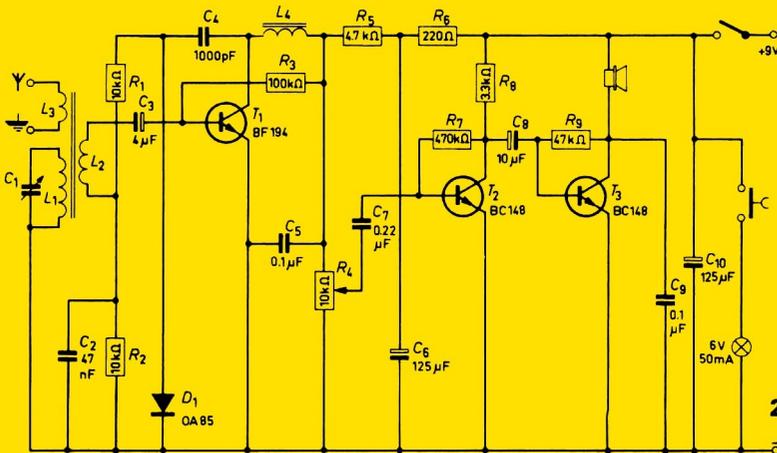
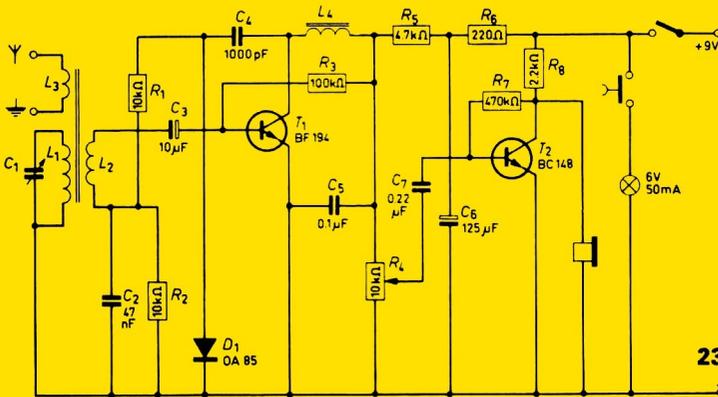
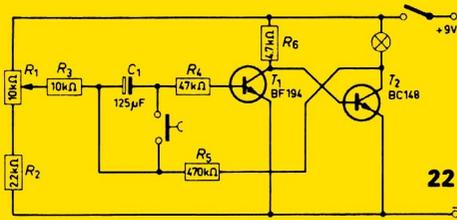
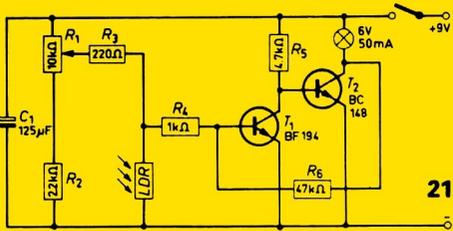
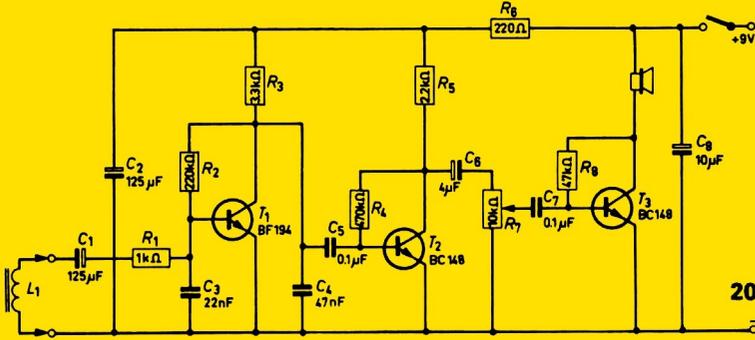
Pour tout autre niveau de la lumière, on devra changer le réglage du potentiomètre. La position de l'index du potentiomètre constitue donc un point de mesure selon la quantité de lumière qui atteint la L.D.R.

Il serait impensable de faire actuellement de la photographie sans luxmètre. Dans l'industrie, un éclairage pauvre est la cause de mauvais travail et par conséquent l'éclairage constitue une partie importante dans la conception de usines modernes. On se sert des luxmètres pour déterminer le niveau de la lumière nécessaire.

### Minuterie

Le réglage des traitements automatiques nécessite souvent un interrupteur qui détermine le temps nécessaire pour l'accomplissement particulier d'une fonction. On peut penser, par exemple, aux machines à laver domestiques entièrement automatiques dans lesquelles chacune des phases du cycle de la machine est en action pendant un temps prédéterminé. Dans les chambres noires pour la photographie, les films et papiers sensibles sont exposés à la lumière pendant un temps soigneusement contrôlé.

Le montage n° 22 est une minuterie qui allume la lampe. Le temps d'extinction de la lampe est fixé par la valeur de C1 et la



tension variable qui est déterminée par le potentiomètre. Plus la tension est élevée, plus court est le temps d'allumage de la lampe.

### Récepteur radio à Ondes Moyennes

Un des montages de cette boîte, le plus compliqué, peut être réalisé avec les montages n° 23 et 24. Comme les composants sont très rapprochés les uns des autres, on doit soigner le montage pour éviter des court-circuits. Le résultat sera un récepteur de radio pour la réception des stations sur les Ondes Moyennes. La sensibilité maximale, avec les pièces dont on dispose, est obtenue avec le montage appelé „réflexe”. Dans ce schéma, le transistor T1 sert à amplifier le signal d'abord en radio-fréquence, ensuite après détection, en audiofréquence. Pour placer l'index du

bouton, tourner le condensateur variable complètement à droite, placer ensuite l'index à l'alignement du trait correspondant à la lettre P et serrer la vis du bouton. Chaque récepteur comporte un réglage de volume sonore et une sortie pour un haut-parleur existe sur le montage n° 24. Comme le récepteur est équipé d'un cadre incorporé qui est sensible à la direction, il est nécessaire d'orienter le récepteur pour avoir la réception optimale. Le grand avantage de ce cadre est qu'il est moins sensible aux interférences provenant des sources dans d'autres directions. Pour économiser les piles, la lampe d'éclairage du cadran est seulement mise en service quand on appuie sur le bouton. L'éclairage du cadran est encore plus efficace quand l'intérieur du bouton est blanc.

### CONTRÔLE FINAL

Pour terminer l'assemblage, lire les instructions se rapportant à chaque appareil et voir s'il n'y a pas de remarques spéciales, telles que: raccordement de la self d'accord, haut-parleur supplémentaire, manipulateur, etc. . . . Si vous avez respecté les différents points indiqués dans les instructions générales de montage et dans les instructions particulières à chaque appareil, votre travail est terminé. Contrôlez si aucun point ne vous a échappé et si les différents éléments sont en place, si les fils ne se touchent pas entre eux et si les condensateurs électrolytiques sont correctement reliés. S'assurer enfin que les transistors sont branchés correctement. Vous pourrez alors mettre votre appareil en service. Si vous n'avez commis votre appareil en service. Si vous n'avez commis aucune erreur, votre appareil fonctionnera du premier coup. S'il n'en était pas ainsi, lire le chapitre „Dépannage”.

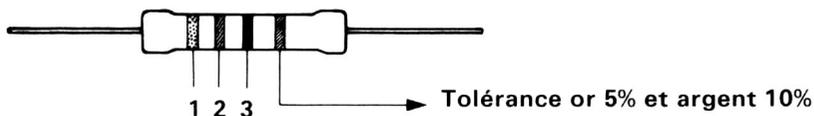
### DÉPANNAGE

Si un appareil ne fonctionne pas correcte-

ment, couper immédiatement l'interrupteur et vérifier les points suivants:

- 1° Contrôlez les connexions. Comparez-les avec celles indiquées sur la feuille de montage. Assurez-vous que vous n'avez oublié aucune connexion et aucun composant. Assurez-vous que les fils font bon contact dans les ressorts de pression et qu'ils ne se touchent pas entre eux.
- 2° Assurez-vous que vous n'avez pas confondu le pôle positif et le pôle négatif du support de piles.
- 3° Assurez-vous que les transistors sont montés de façon correcte (collecteur, base, émetteur et éventuellement blindage).
- 4° Assurez-vous que la diode a été montée dans le bon sens.
- 5° S'assurer que les condensateurs électrolytiques sont branchés correctement, c'est-à-dire que la gorge située sur leur boîtier se trouve du même côté que celle qui est dessinée sur le schéma de montage, également repéré par le signe +.
- 6° Assurez-vous, à l'aide du code de couleur, que les résistances que vous avez utilisées sont de valeur correcte.
- 7° Contrôler l'ampoule et les piles.

## CODE DES COULEURS DES RESISTANCES ET DES CONDENSATEURS



Couleur	(1ère bague) (1er chiffre)	(2ème bague) (2ème chiffre)	(3ème bague) (multiplicateur)
noir	0	0	x 1
brun	1	1	x 10
rouge	2	2	x 100
orange	3	3	x 1000
jaune	4	4	x 10 000
vert	5	5	x 100 000
bleu	6	6	x 1 000 000
violet	7	7	
gris	8	8	
blanc	9	9	

### Résistances

10 ohms brun noir noir  
 47 ohms jaune violet noir  
 100 ohms brun noir brun  
 220 ohms rouge rouge brun  
 470 ohms jaune violet brun  
 1000 ohms brun noir rouge  
 1500 ohms brun vert rouge  
 2200 ohms rouge rouge rouge  
 3300 ohms orange orange rouge  
 4700 ohms jaune violet rouge

10.000 ohms brun noir orange  
 15.000 ohms brun vert orange  
 22.000 ohms rouge rouge orange  
 47.000 ohms jaune violet orange  
 100.000 ohms brun noir jaune  
 220.000 ohms rouge rouge jaune  
 470.000 ohms jaune violet jaune

### Condensateurs

1000 pF brun noir rouge

### AVERTISSEMENT

Ne touchez pas les prises de courant ordinaires car les tensions sont suffisantes pour causer des accidents mortels.

**PHILIPS**

