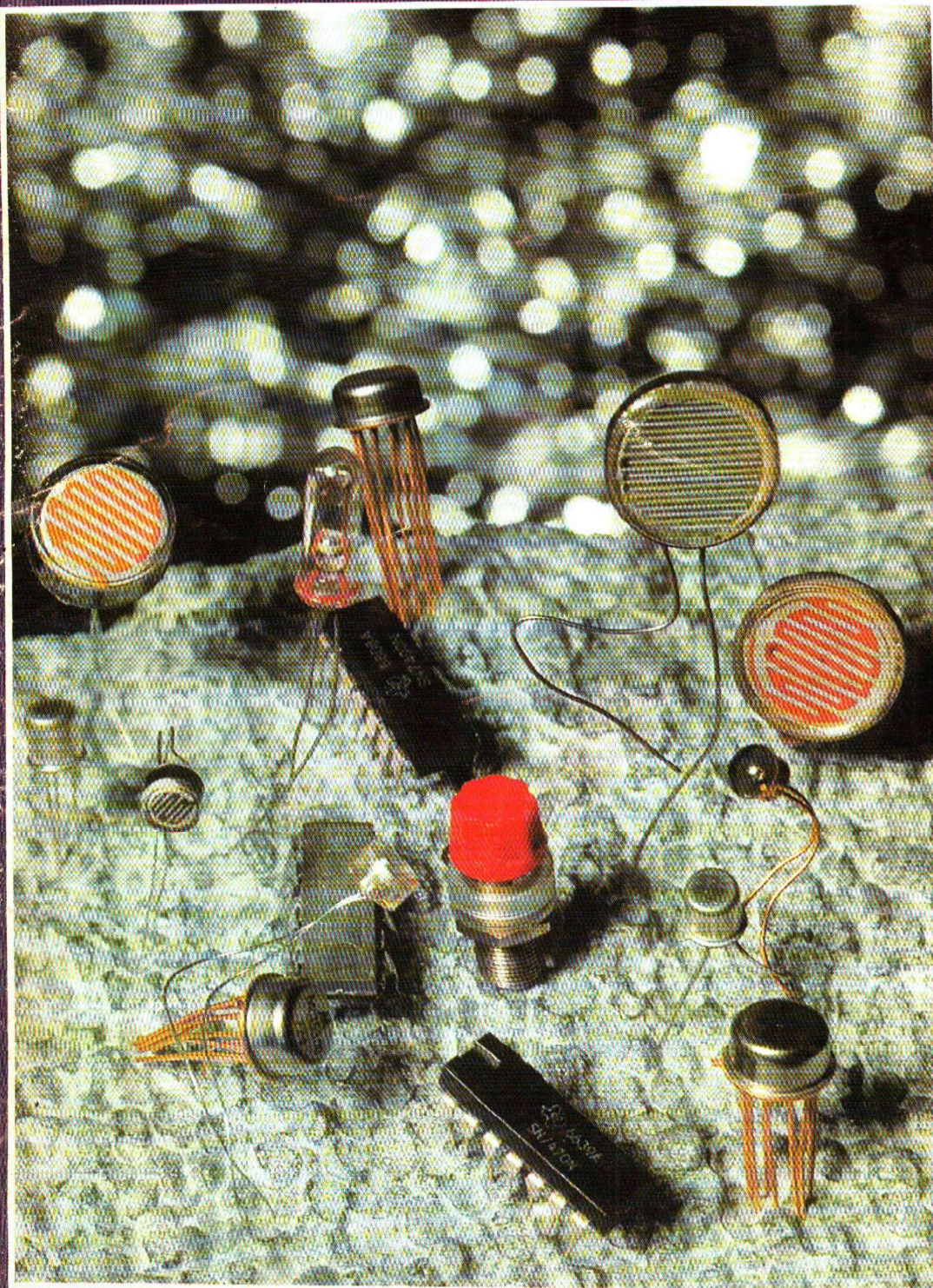


# RADIO PLANS

Revue mensuelle d'électronique appliquée. sept. 1974 n° 322

3f.50



**un transistormètre**

**une alimentation 9 V**

**un modulateur de  
lumière à 5 canaux**

**un amplificateur pour  
magnétophone K7**

*(voir sommaire détaillé page 23)*

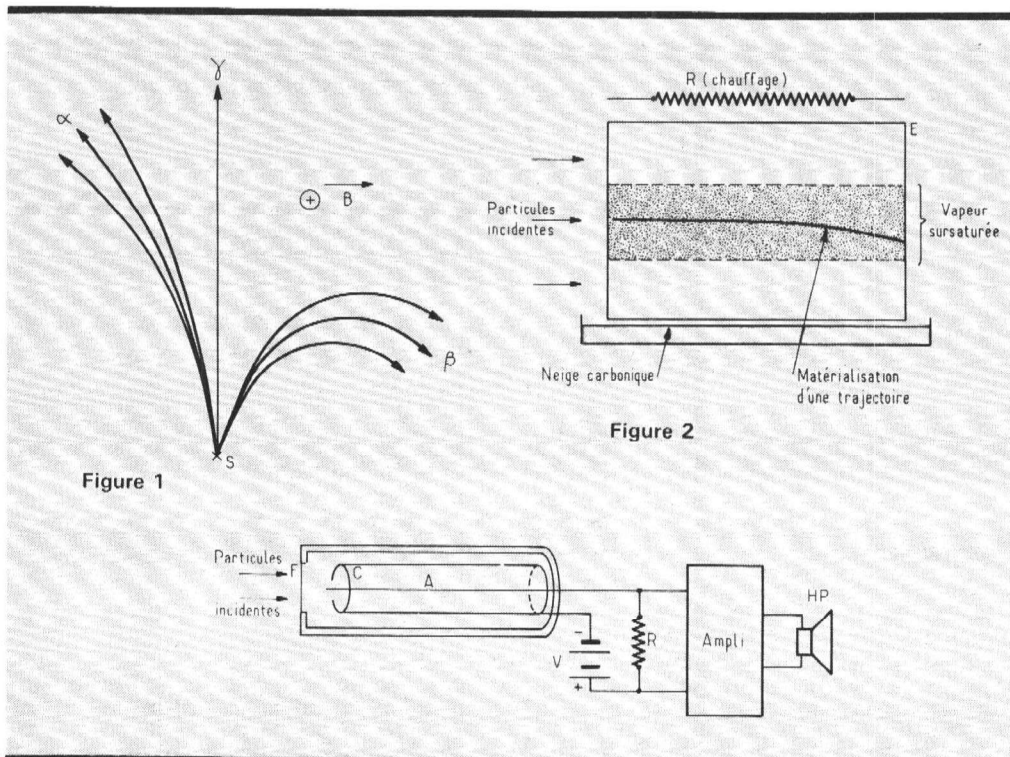


## la radioactivité

### I - LA DECOUVERTE DE LA RADIOACTIVITE

La première observation accidentelle des phénomènes radioactifs, qui remonte à 1867, a été effectuée par Niepce de Saint-Victor, neveu de Nicephore Niepce. Il avait rangé, au voisinage des sels d'uranium, des plaques photographiques enfermées dans des enveloppes de papier noir, rigoureusement étanches à la lumière. Or au développement, ces plaques montraient un voile, et avaient donc été impressionnées par un rayonnement autre que la lumière.

L'expérience, renouvelée en 1896 par le physicien français Henri Becquerel, confirmait ces résultats, et conduisit plusieurs physiciens dont Becquerel, mais aussi Pierre et Marie Curie, Rutherford, etc..., à analyser systématiquement cette forme inconnue de rayonnement. Elle illustre d'admirable façon comment, guidée par le génie d'un physicien, une expérimentation extrêmement simple peut ouvrir la voie à des découvertes fondamentales.



## II - LA COMPOSITION DES RAYONNEMENTS RADIOACTIFS

En faisant passer dans un champ magnétique le faisceau émis par un corps radioactif, on constate qu'il se décompose en trois rayonnements, comme le montre la **figure 1**. Dans cette figure, S est la source radioactive, par exemple de l'uranium. Le champ magnétique, perpendiculaire au plan de la figure, est orienté de l'avant vers l'arrière. Les particules décrites alors sont trois types de trajectoires.

Les **rayons** sont faiblement déviés par le champ magnétique, et le sens de déviation prouve qu'il s'agit de particules portant des charges électriques positives. On a pu, ultérieurement, les identifier à des noyaux d'hélium, formés de 2 neutrons et de 2 protons. Ces noyaux sont animés d'une vitesse relativement faible, de quelques milliers de kilomètres par seconde.

Les **rayons**  $\beta$ , déviés en sens inverse, portent donc une charge négative. Il s'agit d'électrons, de charge  $-e$ , et animés de vitesses allant de 100 000 à près de 300 000 kilomètres par seconde, donc très proche de la vitesse de la lumière dans le dernier cas.

Enfin les **rayons**  $\gamma$  ne sont pas déviés. Par contre, ils se révèlent très pénétrants, et traversent par exemple une épaisseur de plusieurs centimètres de plomb. Leur nature est identique à celle de la lumière ou des rayons X : il s'agit donc d'un rayonnement électromagnétique, dont la très courte longueur d'onde est comprise entre 1/1000 et 1/100 d'angström ( $10^{-10}$  à  $10^{-8}$  mètres).

## III - OBSERVATION DU RAYONNEMENT RADIOACTIF

Si leur découverte fait intervenir un phénomène physico-chimique dans les sels d'argent d'une plaque photographique, les rayonnements radioactifs peuvent être observés, indirectement, par différents autres procédés. Nous nous bornerons à en citer deux, dont l'un permet la matérialisation des trajectoires, et l'autre le comptage des particules.

### Utilisation d'une chambre à brouillard

Les chambres à brouillard modernes, descendantes de la célèbre chambre de Wilson, sont constituées comme l'indique la **figure 2**. Une enceinte de verre E contient un mélange de vapeurs d'eau et d'alcool, c'est-à-dire d'eau et d'alcool à l'état gazeux, invisibles. La partie supérieure de l'enceinte est chauffée électri-

quement par effet Joule, grâce à une résistance R, tandis que la partie inférieure est refroidie par de la neige carbonique.

Il en résulte, de haut en bas de l'enceinte, une variation continue de la température, accompagnée d'une variation de pression. Si les températures sont bien choisies, on rencontre une zone où existe de la vapeur sursaturée, c'est-à-dire en concentration telle qu'elle devrait se condenser et passer à l'état liquide. Mais si aucun « germe » de condensation n'existe, les corps restent cependant à l'état gazeux.

L'apparition d'un germe produit immédiatement une condensation dans son voisinage. C'est le cas par exemple quand une particule  $\alpha$  ou  $\beta$  traverse la zone sursaturée S. Elle laisse alors derrière elle une traînée composée de microscopiques gouttelettes d'eau, qui matérialisent de façon visible la trajectoire.

### Utilisation d'un compteur de Geiger-Muller

Le principe de fonctionnement de ce compteur est illustré par la **figure 3**. Une enceinte contient de l'argon sous faible pression, de l'ordre de 5 cm de mercure. Deux électrodes y sont placées : l'anode A constituée d'un fil, et la cathode C, de forme cylindrique, qui l'entoure. Une source de tension continue maintient entre A et C une différence de potentiel V de quelques centaines de volts, juste inférieure à la tension nécessaire pour ioniser l'argon. Le rayonnement étudié pénètre par une fenêtre de mica F qui se laisse traverser même par les particules les plus légères donc par les rayons  $\beta$ .

En l'absence de rayonnement, aucun courant ne circule entre anode et cathode. Par contre, chaque particule qui pénètre ionise un ou plusieurs atomes d'argon. Ceux-ci, accélérés par la différence de potentiel anode-cathode, donnent à leur tour d'autres ions. Finalement, à chaque particule incidente correspond une impulsion de courant, que la résistance R transforme en impulsion de tension. Celle-ci, amplifiée, actionne soit un haut-parleur qui compte auditivement les coups, soit un galvanomètre.

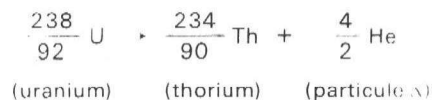
## IV - LES MECANISMES DE LA RADIOACTIVITE

L'émission de radiations radioactives met en jeu des transformations dans le noyau de l'atome de l'élément. La nature de ces transformations diffère selon le type du rayonnement,  $\alpha$ ,  $\beta$  ou  $\gamma$ . Nous allons, pour le préciser, utiliser certaines notations définies dans le numéro 319 de Radio-Plans, ou nous avons étudié les réactions nucléaires.

### Le rayonnement $\alpha$

Nous avons vu que les rayons  $\alpha$  sont constitués de noyaux d'hélium,  ${}^4_2\text{He}$ , formés de 2 protons et 2 neutrons. Cette émission résulte de la dissociation d'un

atome lourd radioactif, en un autre atome dont la masse atomique a diminué de quatre, et en une particule  $\alpha$ . A titre d'exemple, la transmutation de l'uranium donne du thorium et une particule  $\alpha$ , conformément à la réaction :



On voit que la masse atomique, en passant de l'uranium au thorium, a bien diminué de quatre, tandis que le numéro atomique, qui caractérise le nombre de protons, n'a diminué que de deux : il y a eu émission de deux protons, et de deux neutrons.

### Le rayonnement $\beta$

Les particules  $\beta$ , qui sont des électrons, n'existent pas à l'origine dans le noyau de l'atome émetteur. Leur apparition résulte de la transformation d'un neutron, ne portant aucune charge électrique, en un proton de charge  $+e$ . La conservation de la charge totale implique donc l'émission d'une particule de charge  $-e$ .

Un exemple en est fourni par la transmutation du plomb en bismuth. Ces deux éléments ont la même masse atomique, 214. Mais le plomb enferme dans son noyau 82 protons et 132 neutrons, alors que le noyau du bismuth contient 83 protons et 131 neutrons. La réaction correspondante s'écrit :

### pour ceux qui désirent réaliser des appareils tels que

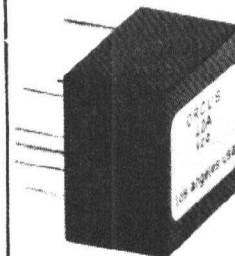
- Voltmètres digitaux.
- Convertisseurs analogiques numériques.
- Fréquencemètres.
- Instruments de musique électronique.
- etc.

### ORCUS INTERNATIONAL

(Los Angeles - U.S.A.)

a mis au point le

## 40 A - VCO



- 1 Hz à 100 kHz,
- Gamme rapport 5 000, par ex. : 5 Hz à 25 kHz,
- Haute linéarité, etc.

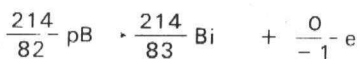
159 F  
T.T.C.

25 x 25 x 15 mm

Documentation / Schémas  
et Liste des Revendeurs : 1 F

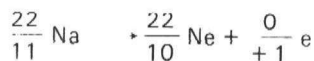
### LAREINE MICROÉLECTRONIQUE

53, rue N.-D.-de-Nazareth  
75003 PARIS



(plomb) (bismuth) (électron)  
particule  $\beta^-$

Remarquons au passage qu'il existe un autre type de rayonnement  $\beta$ , où les particules émises sont analogues à des électrons, mais de charge positive  $+e$  : on les appelle des positons. Un exemple en est donné par la transformation du sodium en néon :



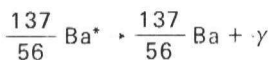
(sodium) (néon) particule  $\beta^+$ ,  
positive

On voit que cette fois, un proton s'est transformé en neutron, puisqu'il y a conservation de la masse atomique, mais diminution d'une unité du numéro atomique.

## Le rayonnement « gamma »

Dans la production de rayons  $\gamma$ , qui sont des radiations électromagnétiques, il n'y a pas émission d'une des particules du noyau, ni transformation de neutrons en protons ou inversement. Cette émission énergétique résulte simplement du changement d'énergie du noyau, qui passe d'un état excité à un état moins excité. On ne peut donc parler de transmutation, puisque les corps de départ et d'arrivée ont une structure identique. Mais le deuxième est stable, tandis que le premier ne l'est pas.

Un exemple en est fourni par le rayonnement  $\gamma$  du baryum ; dans la réaction, on caractérise par un astérisque le noyau instable :



(baryum instable) (baryum stable)

Si  $W$  est l'énergie perdue par le noyau, la fréquence  $\nu$  du rayonnement  $\beta$  est donnée par

$$W = h\nu$$

où  $h$  est la constante de Planck (voir R.P. n° 318).

## V - LES LOIS DE LA RADIOACTIVITE

### Variation du nombre d'atomes radioactifs

Supposons qu'on parte, à l'instant  $t=0$ , d'une certaine quantité de substance radioactive formée de noyaux de type A, qui après transmutation donnent des noyaux de type B non radioactifs. Appelons  $N$  le nombre d'atomes radioactifs à un instant quelconque. Pendant un petit intervalle de temps  $dt$  autour de cet instant  $t$ , la diminution  $dN$  du nombre d'atomes radioactifs est évidemment proportionnelle à  $dt$ . Elle est aussi proportion-

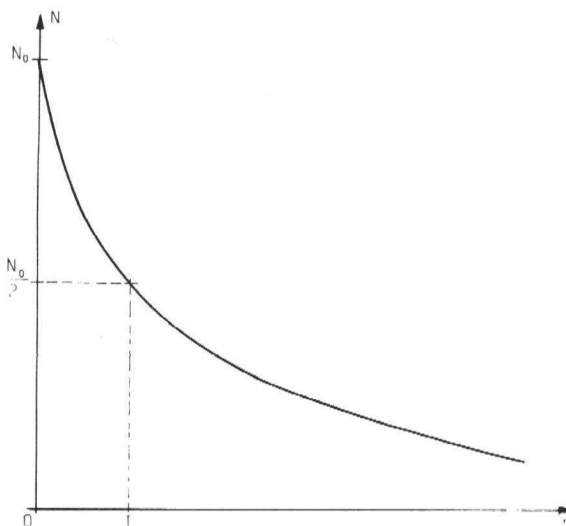


Figure 4

nelle au nombre  $N$  de ces atomes. Si on appelle  $\lambda$  le coefficient de proportionnalité, on aura donc

$$dN = -\lambda N dt \quad (1)$$

Puisqu'il s'agit d'une diminution du nombre  $N$ , la quantité  $dN$  est négative, et nous devons introduire un signe « moins » dans le deuxième membre.

Par une intégration de la relation (1), on peut montrer qu'à un instant  $t$  quelconque, le nombre  $N$  d'atomes radioactifs du type A est :

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

où  $N_0$  est ce même nombre à l'instant  $t=0$ , et où  $e$  est le nombre 2.7, base des logarithmes népériens.

Le nombre  $N$  d'atomes radioactifs décroît donc de façon exponentielle, comme le montre la courbe de la figure 4.

### Période d'un élément radioactif

En partant de la courbe de la figure 4, on définit une quantité  $T$  appelée « période » de l'élément radioactif. Par définition,  $T$  est le temps nécessaire pour que, partant d'un nombre  $N$  d'atomes A, on n'en trouve plus qu'un nombre  $N_0/2$ .

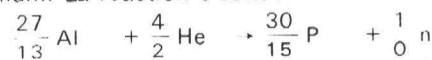
La période est caractéristique de chaque élément, et peut prendre des valeurs extrêmement diverses. Par exemple, celle du rhénium est de  $3 \cdot 10^{12}$  années (soit 3 000 milliards d'années !), tandis que celle du polonium n'est que de 4,2 microsecondes.

## VI - RADIOACTIVITES NATURELLE ET ARTIFICIELLE

Il existe dans la nature un certain nombre d'éléments naturellement radioactifs, comme ceux que nous avons cités au cours de cet article.

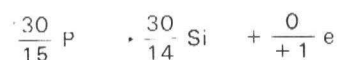
Mais, en 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie ont découvert qu'en bombardant certains éléments par divers projectiles, tels que des neutrons, des protons, des noyaux d'hélium, etc..., on pouvait artificiellement créer des éléments radioactifs.

Par exemple, la première expérience des Joliot-Curie a porté sur la transformation de l'aluminium en phosphore radioactif, par bombardement avec des noyaux d'hélium. La réaction s'écrit :



(aluminium) (noyau d'hélium) (phosphore) (neutron)

A son tour, le phosphore se désintègre naturellement. Il s'agit donc d'un élément radioactif, qui donne des rayons  $\beta^+$ .



(phosphore) (silicium) (positon - particule  $\beta^+$ )

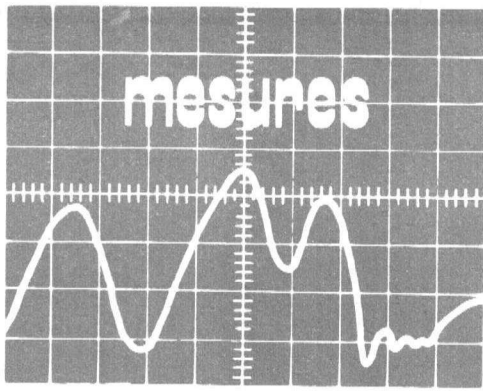
**Abonnez-vous**

à

**Radio-Plans**

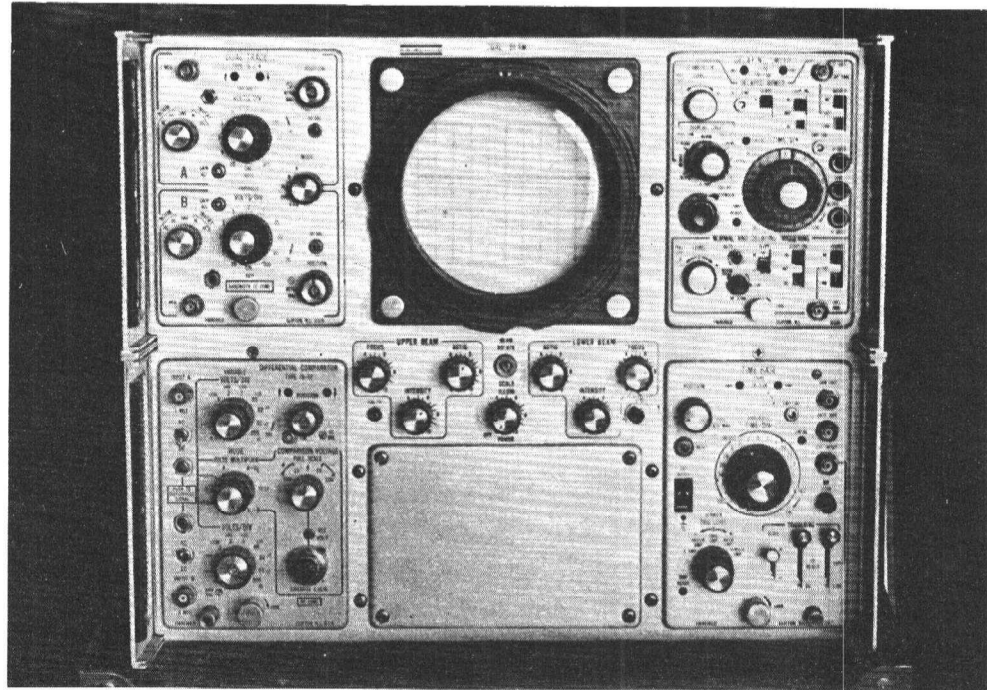
L'abonnement d'un an  
donnant droit à 12 numéros :

- France : 35 F
- Étranger : 41 F



# STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT D'UN OSCILLOSCOPE

**Atténuateurs  
et  
sondes**



La nécessité d'examiner à l'oscilloscope des signaux d'amplitude éventuelle très faible, impose aux amplificateurs une forte sensibilité d'entrée, atteignant couramment une dizaine de millivolts par centimètre, et parfois moins (voir Radio-Plans n° 320).

Dans ces conditions, l'application aux entrées de signaux de forte amplitude, ne peut se faire qu'à travers un diviseur de tension qui en prélève seulement une partie. Ces diviseurs, réglables pour toute une gamme de sensibilités, constituent les atténuateurs.

La réalisation pratique d'un atténuateur se trouve compliquée par les exigences qu'on lui impose : atténuation identique de toutes les fréquences dans la bande passante de l'amplificateur, grande impédance d'entrée.

## I - PRINCIPE DE L'ATTENUATION D'UN SIGNAL

Il est très simple, et connu de tous. Appliquons à l'entrée du circuit de la **figure 1**, une tension sinusoïdale d'amplitude  $v_e$ . Les résistances  $R_1$  et  $R_2$  forment un diviseur, et on recueille à la sortie une tension sinusoïdale d'amplitude  $v_s$ , telle que :

$$v_s = v_e \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Malheureusement, il est impossible de réaliser dans la pratique, un atténuateur conforme au schéma simple de la **figure 1**. En effet, des capacités parasites (capacité d'entrée de l'amplificateur, capacités de câblage), viennent se mettre en parallèle sur la résistance  $R_2$ . Notons  $C_p$  la capacité équivalente à l'ensemble de celles que nous avons citées : le schéma réel de l'atténuateur devient alors celui de la **figure 2**. La relation que nous avons écrite plus haut, entre  $v_e$  et  $v_s$ , reste toujours valable, mais à condition de remplacer  $R_2$  par l'impédance  $Z_2$  résultant de la mise en parallèle de  $R_2$  et de  $C_p$  :

$$v_s = v_e \frac{Z_2}{R_1 + Z_2}$$

Comme l'impédance de  $C_p$ , donc celle de  $Z_2$ , diminuent quand la fréquence augmente, les fréquences élevées sont davantage atténuées que les fréquences basses.

## II - PRINCIPE DE LA COMPENSATION EN FREQUENCE

Une atténuation égale de toutes les fréquences, serait obtenue en remplaçant aussi la résistance  $R_1$  par une impédance  $Z_1$ , dont la loi de variation en fonction de la fréquence soit la même que celle de  $Z_2$ . Un tel résultat s'obtient en plaçant, en parallèle sur  $R_1$ , une capacité  $C_1$  telle que les deux constantes de temps soient égales :

$$R_1 C_1 = R_2 C_p$$

L'atténuateur compensé prend alors la structure indiquée dans la **figure 3**. On notera que, dans cette figure,  $C_1$  est un véritable condensateur, tandis que  $C_p$ , capacité parasite du circuit, n'est pas matérialisée par un condensateur réel.

## III - NECESSITE DU REGLAGE DES ATTENUATEURS

Le choix du rapport d'atténuation et de l'impédance d'entrée, détermine celui des

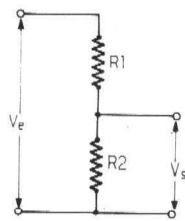


Figure 1

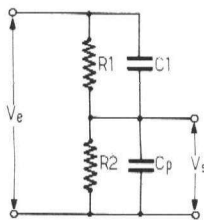


Figure 3

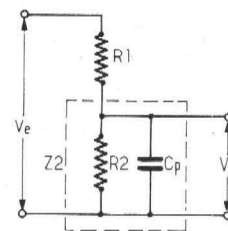


Figure 2

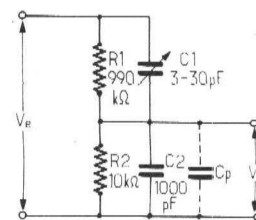


Figure 4

résistances  $R_1$  et  $R_2$  des figures précédentes. Supposons par exemple qu'on désire une impédance d'entrée de 1 MΩ, et un rapport d'atténuation de 100. La première condition fixe la somme  $R_1 + R_2$ , qui doit valoir 1 MΩ. On vérifiera alors facilement qu'il faut prendre :

$$R_1 = 990 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

Il suffit de se procurer des résistances de cette valeur pour que soit résolu le problème du rapport d'atténuation, avec une précision qui dépend uniquement de celle des résistances.

Le problème de la capacité de compensation en fréquence ne se résout pas aussi facilement. En effet, sa valeur dépend de nombreux paramètres difficiles à prévoir : position des fils de câblage, caractéristiques du transistor à effet de champ placé à l'entrée, etc... Il est possible de ne connaître qu'un ordre de grandeur : 10 pF est une valeur assez courante.

Dans ces conditions, il est indispensable de pouvoir régler  $C_1$  après montage de l'appareil, donc d'utiliser un condensateur ajustable. Essayons d'en déterminer la valeur sur l'exemple numérique précédemment cité, en admettant que l'ordre de grandeur de la valeur de  $C_p$  soit 10 pF.

On aura :

$$C_1 = \frac{R_2}{R_1} C_p \neq 0,1 \text{ pF}$$

Une capacité aussi faible est pratiquement impossible à réaliser, surtout si on la veut ajustable.

Dans la pratique, on choisira donc pour  $C_1$  un condensateur ajustable de valeur raisonnable, par exemple un 3-30 pF, dont la valeur moyenne sera de l'ordre de 10 pF. Pour obtenir l'égalité des constantes de temps, on est alors amené à doubler  $C_p$  d'un vrai condensateur  $C_2$ , branché en parallèle sur  $R_2$ , et dont la valeur serait ici 1 000 pF. Finalement, l'atténuateur compensé devient conforme au schéma de la **figure 4**.

## IV - REALISATION D'ATTENUATEURS A RAPPORTS MULTIPLES

Pour l'exploitation commode de la surface utile d'un écran d'oscilloscope, il est nécessaire que l'échelonnement des rapports d'atténuation soit suffisamment resserré. La gamme 1, 2, 5 est la plus fréquemment retenue, bien qu'on rencontre parfois la gamme 1, 3, 10, par exemple sur certains appareils allemands.

Supposons alors que la sensibilité la meilleure soit 10 mV/cm, et qu'on veuille atteindre 50 V/cm avec l'échelonnement 1, 2, 5. Les différentes sensibilités seront :

10	}	mV/cm	}	1	}	V/cm
20		2				
50		5				
100		10				
200		10				
500		50				

soit au total 12 positions, donc 12 rapports d'atténuation.

On pourrait songer à prolonger la structure de l'atténuateur de la **figure 4**, pour obtenir un atténuateur du type de la **figure 5**, que nous n'avons représenté qu'avec 4 positions pour simplifier le dessin. On s'aperçoit bien vite qu'une telle réalisation est impossible, pour deux raisons. D'abord, les valeurs des différentes capacités ajustables sortent du domaine pratiquement réalisable. Ensuite, le réglage de chaque étage de la cellule atténuatrice interfère sur celui des autres étages, et il devient impossible de procéder au réglage de la compensation en fréquence. On limitera donc une telle disposition à un maximum de 3 rapports d'atténuation, utilisable sur les oscilloscopes de service où le réglage continu du gain couvre un rapport 10.

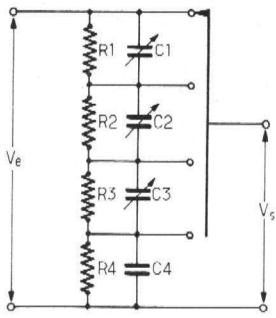


Figure 5

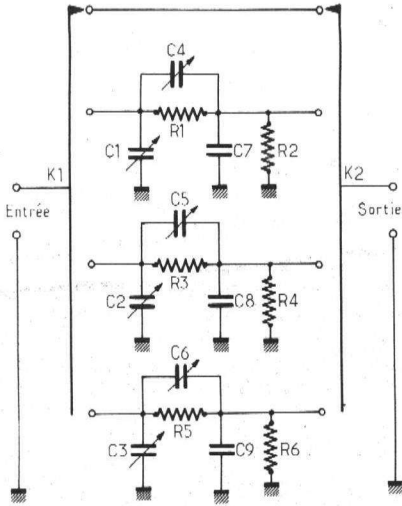


Figure 6

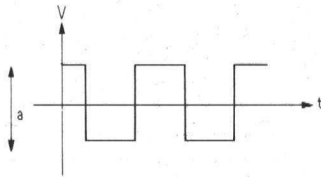


Figure 8

Pour réaliser un atténuateur à positions multiples, on est donc amené à regrouper plusieurs cellules d'atténuation élémentaires, dont chacune fournit un rapport fixé. On arrive alors au schéma de la **figure 6**, que nous avons volontairement limité à 4 positions pour simplifier le dessin. Chacune des cellules est évidemment compensée en fréquence, le réglage s'effectuant à l'aide des condensateurs ajustables  $C_4$ ,  $C_5$  et  $C_6$ . Par exemple,  $C_4$  sert à égaliser les constantes de temps  $R_1 C_4$  et  $R_2 C_1$ .

Dans l'atténuateur représenté à la **figure 6**, la mise en service de l'une ou l'autre des cellules, entre l'entrée de l'oscilloscope et celle de l'amplificateur, est assurée par un commutateur  $K$  à deux galettes. On remarquera que la première position, correspondant à la sensibilité maximale de l'appareil, n'introduit aucune atténuation, puisque la liaison est directe.

On peut s'interroger sur le rôle des condensateurs  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$ , ajustables, placés en tête de chaque cellule. En l'état actuel de notre étude, ce rôle ne peut

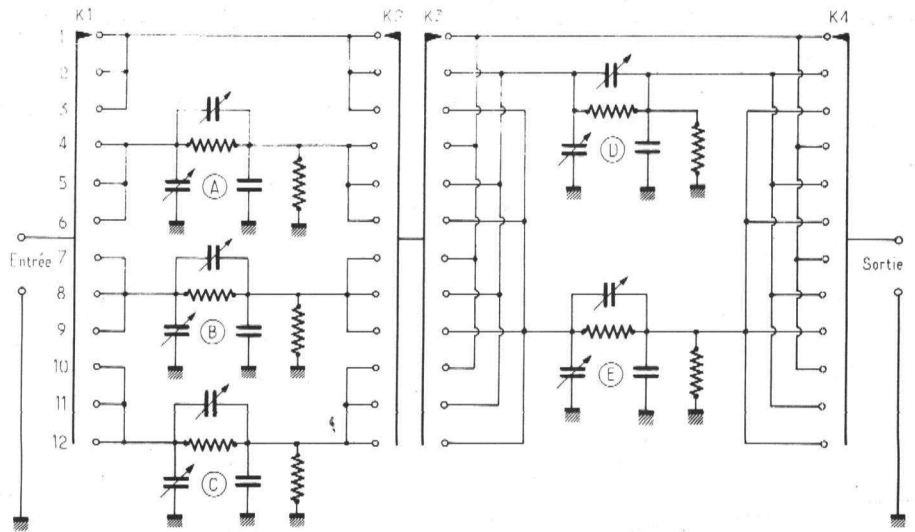


Figure 7

qu'apparaître néfaste, puisqu'il se réduit à augmenter la capacité d'entrée de l'oscilloscope, les condensateurs cités n'intervenant pas dans la correction en fréquence de l'atténuateur. Nous verrons leur justification un peu plus loin, en traitant du problème des sondes.

Dans un atténuateur du type de la **figure 6**, et conçu par exemple pour 12 rapports différents, on trouve 11 cellules nécessitant, outre les condensateurs, 22 résistances de précision, à 1 % ou même 0,5 %. Comme il s'agit là de composants coûteux, on a cherché à étudier d'autres structures d'atténuateurs, permettant une réduction du nombre des composants. La **figure 7** montre un exemple de réalisation pour 11 sensibilités différentes, et qui ne met en jeu que 5 cellules, donc 10 résistances de précision au lieu de 20. On voit que grâce à l'utilisation d'un commutateur à 4 galettes, il est possible de brancher de différentes façons, une ou deux cellules en cascade.

Supposons par exemple que les rapports des différentes cellules, notées A, B, C, D et E sur la **figure 7**, soient respectivement 1/10, 1/100 et 1/1000 pour A, B et C, et 1/2 et 1/5 pour D et E. La position 4 du commutateur, qui ne met en jeu que la cellule A, introduit une atténuation dans le rapport 10. La position 5 branche en cascade les cellules A et D, ce qui correspond à un rapport 20. Dans la position 12, les cellules C et E sont en service, et l'atténuation atteint le rapport 5 000.

## V - METHODE PRATIQUE DE REGLAGE DES ATTENUATEURS

Prévoir une compensation en fréquence par l'utilisation d'un ou de plusieurs condensateurs ajustables, implique qu'on dispose d'une méthode de vérification de l'égalité des différentes constantes de

temps, donc de l'égalité d'atténuation de toutes les fréquences. On pourrait naturellement songer à utiliser un générateur de sinusoïdes, et à vérifier pour chaque cellule, en couvrant toute la gamme des fréquences désirées, qu'il n'y a pas d'atténuation vers les fréquences élevées. Inutile de dire que cette méthode, outre qu'elle exige des générateurs HF, serait singulièrement longue et fastidieuse à appliquer.

Heureusement, on peut utiliser pour effectuer ces réglages les propriétés des signaux rectangulaires, que nous allons d'abord rappeler en quelques mots.

On sait que tout signal périodique, quelle que soit sa forme, peut être considéré comme la somme de signaux sinusoïdaux. Si  $f$  est la fréquence du signal considéré, les différentes sinusoïdes composantes ont pour fréquences respectives  $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ , etc... L'amplitude de chacune d'elles dépend de la forme du signal résultant. Si celui-ci est un signal rectangulaire parfait (montées et descentes parfaitement verticales, paliers horizontaux et sans aucun dépassement), d'amplitude  $a$  (**figure 8**), on montre mathématiquement qu'il est la somme de sinusoïdes de fréquences  $f$ ,  $3f$ ,  $5f$ ..., donc uniquement les multiples impairs de  $f$ , dont les amplitudes sont respectivement  $2a/\pi$ ,  $2a/3\pi$ ,  $2a/5\pi$ , etc...

Supposons maintenant que le signal soit envoyé à travers un atténuateur qui atténue de préférence les fréquences élevées : à la sortie, en effectuant la somme des différentes composantes sinusoïdales, on ne retrouve plus le signal de départ. Physiquement, cette altération se traduit par un allongement des temps de montée et de descente, et l'apparition d'un « arrondi » aux points de raccordement avec les paliers horizontaux.

Si au contraire les fréquences élevées sont surtransmises (sur-correction de l'atténuateur), la déformation résultante se traduit par un dépassement après chaque montée et chaque descente du signal.

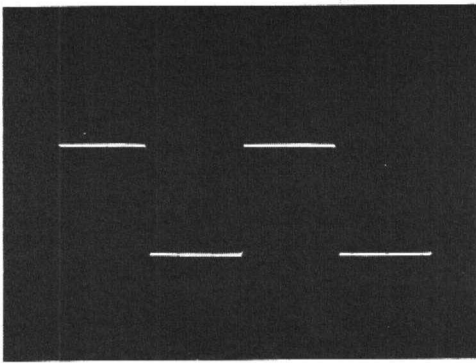


Figure 9

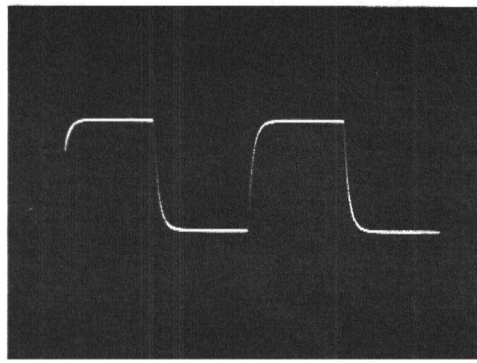


Figure 10

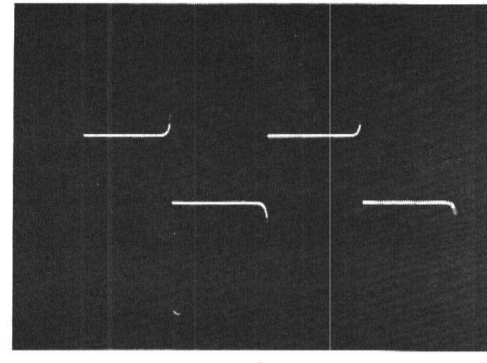


Figure 11

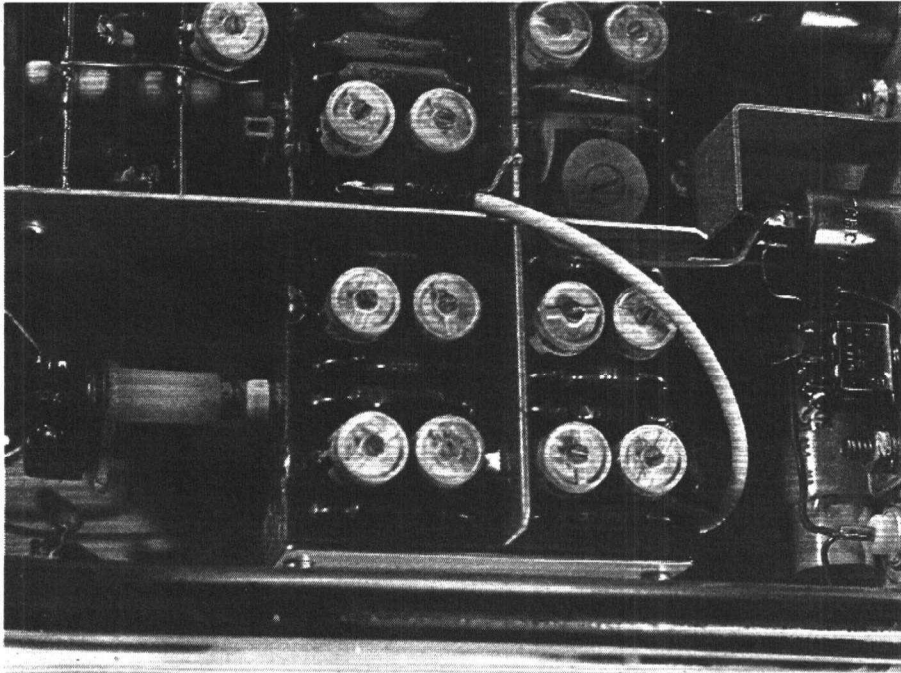


Figure 12

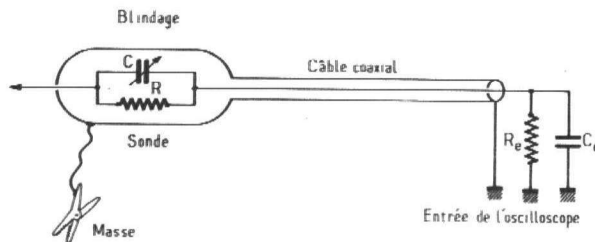


Figure 13

Pratiquement, le réglage des atténuateurs s'effectue donc en appliquant à l'entrée un signal rectangulaire de quelques kilohertz, aussi parfait que possible, et en observant directement sur l'écran de l'oscilloscope la qualité de la transmission. Les oscillogrammes des figures 9, 10 et 11 montrent respectivement les cas d'un réglage parfait, d'une sous-correction, et d'une sur-correction.

Nous terminerons ce paragraphe en donnant, à la figure 12, la photographie de l'atténuateur d'un oscilloscope de laboratoire, sur laquelle on distingue aisément les capacités de réglage.

## VI - LES SONDES A FAIBLE CAPACITE

Le branchement, sur un circuit testé, de l'entrée d'un oscilloscope, perturbe nécessairement le signal observé, puisqu'elle s'accompagne de la mise en parallèle, sur la sortie étudiée, de l'impédance d'entrée de l'oscilloscope. Cette dernière comporte d'une part une résistance, normalisée à 1 MΩ sur la plupart des appareils, et une capacité dont la valeur atteint couramment 20 à 30 pF.

Pour minimiser la perturbation introduite, la seule solution consiste à augmenter l'impédance d'entrée de l'oscilloscope, donc à augmenter la résistance et à diminuer la capacité. Comme celle-ci comprend normalement la capacité des fils de liaison allant du circuit étudié à l'entrée de l'oscilloscope, il serait illusoire de chercher à obtenir sa réduction au niveau des atténuateurs. Pour cette raison, on utilise des sondes à faible capacité et forte résistance.

Une telle sonde n'est pas autre chose qu'un atténuateur supplémentaire, comme le montre le schéma de la figure 13. Si on appelle  $R_e$  et  $C_e$  les résistance et capacité d'entrée de l'oscilloscope,  $R$  et  $C$  celles de la sonde, on voit que cette dernière introduit une atténuation dans le rapport :

$$\frac{R}{R_e + R}$$

Le plus souvent, on s'en tient à un rapport d'atténuation de 10. Si la résistance d'entrée de l'oscilloscope est 1 MΩ, celle de la sonde vaut donc 9 MΩ, et la résistance totale atteint 10 MΩ. De même, si la capacité d'entrée de l'oscilloscope seul est de 30 pF, le condensateur ajustable de la sonde sera réglé sur une valeur voisine de 3 pF (en fait, celle-ci doit tenir compte de la capacité parasite du câble coaxial de liaison, qui est aussi corrigé par  $C$ ). On arrive alors à une capacité d'entrée totale elle-même voisine de 3 pF.

Naturellement, l'utilisation d'une sonde à faible capacité entraîne une perte de sensibilité, par une atténuation supplémentaire dans un rapport 10. Avec la grande sensibilité des oscilloscopes modernes, cet inconvénient est rarement gênant.

Les photographies des figures 14 et 15 montrent un exemple de réalisation pratique d'une sonde à faible capacité.

Il est évident que le réglage du condensateur de compensation en fréquence  $C$ , incorporé à la sonde, doit être le même pour toutes les positions de l'atténuateur d'entrée de l'oscilloscope. Cette condition impose donc que les capacités d'entrée soient elles-mêmes égales pour toutes les cellules d'atténuation, ce qui ne peut être réalisé a priori. On trouve là la justification des condensateurs tels que  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  de la figure 6, qui permettent de réaliser cette



## VII - COMMUTATION CONTINU-ALTERNATIF

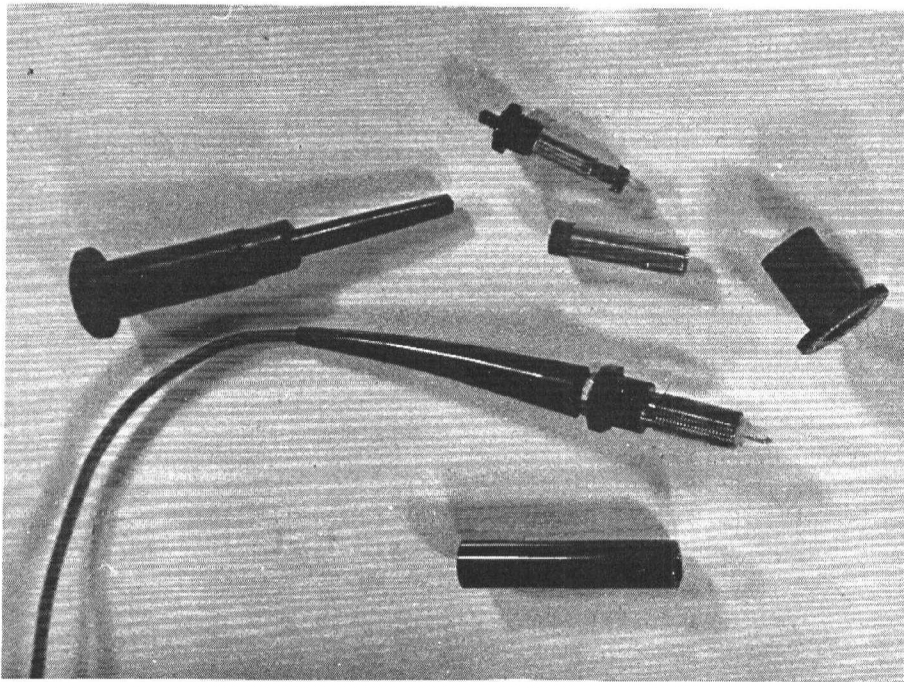


Figure 14

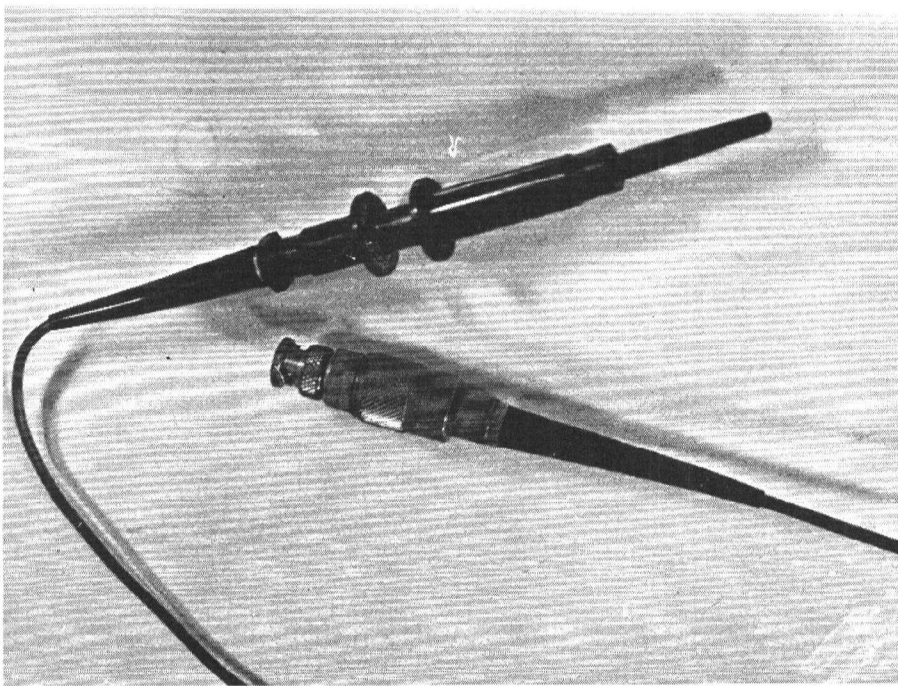


Figure 15

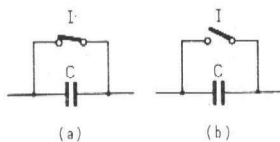


Figure 16

égalité. Pratiquement, et à l'aide de signaux rectangulaires, on règle donc la sonde sur la position de l'atténuateur qui correspond à une transmission directe (position 1 dans la figure 7). Ensuite, sans toucher à la sonde, on passe sur chacune des autres positions, et on ajuste la capacité correspondante de l'oscilloscope.

Les oscilloscopes dont la bande passante part de zéro, c'est-à-dire qui transmettent les tensions continues, comportent tous un inverseur continu-alternatif : dans la première position, la liaison est directement établie entre les bornes d'entrée et l'atténuateur précédant l'amplificateur vertical.

Dans la deuxième position au contraire, un condensateur placé en série dans l'entrée, élimine une éventuelle composante continue. La bande passante de 3dB débute alors vers des fréquences généralement voisines d'une dizaine de hertz.

On comprendra l'intérêt d'un tel dispositif grâce à l'exemple suivant : supposons qu'on veuille étudier la tension de sortie d'une alimentation. Il est intéressant de mesurer à la fois sa valeur moyenne, donc la composante continue et l'ondulation résiduelle qu'y s'y superpose. Or les ordres de grandeur de ces deux tensions sont extrêmement différents. Il est possible, par exemple, d'avoir une tension de sortie de 50 volts, avec une ondulation résiduelle de moins de 5 millivolts crête à crête.

Pour observer la tension continue, on adoptera par exemple une sensibilité de 10 V/cm, qui donnera sur l'écran une déviation de 5 cm. Mais il est bien évident que l'ondulation, qui correspondrait dans ces conditions à une déviation de moins de 5 microns, est absolument invisible, puisque très inférieure même à l'épaisseur du trait.

Pour la rendre commodément visible, il faudrait descendre à une sensibilité de 5 mV/cm. Mais, si on y superpose la tension continue, la déviation atteindrait théoriquement 100 mètres... En supprimant la composante continue, on centre donc la partie intéressante de l'oscillogramme sur la ligne de référence zéro.

### Réalisation pratique

La commutation continu-alternatif peut s'effectuer très simplement, et ne nécessite qu'un interrupteur et un condensateur. Le schéma est celui de la figure 16, où l'inverseur est représenté en (a) dans la position « continu », et en (b) dans la position « alternatif ».

*Prochain article de la série :  
Synoptique général — Les oscillos bi-courbes.*

## sommaire

<b>CENT EXPÉRIENCES</b>	<b>36</b>	<b>N° 5 : association de transistors.</b>
<b>COMMENT FAIRE ?</b>	<b>53</b>	<b>L'aménagement de son laboratoire.</b>
<b>IDÉES</b>	<b>71</b>	<b>Quelques montages à circuit intégré.</b>
<b>INITIATION</b>	<b>49</b>	<b>La photographie et la réalisation des circuits imprimés. les agrandisseurs.</b>
<b>MESURES</b>	<b>66</b>	<b>Structure et fonctionnement d'un oscilloscope : atténuateurs et sondes.</b>
<b>MODULES RADIO-PLANS</b>	<b>45</b>	<b>Spécial Ampli à filtre électronique 3 voies : Interconnexions.</b>
<b>MONTAGES PRATIQUES</b>	<b>24</b>	<b>Transistormètre à indicateur lumineux.</b>
	<b>30</b>	<b>Alimentation 9 V/100 mA pour récepteur à transistors.</b>
	<b>32</b>	<b>Amplificateur pour magnétophone à cassettes.</b>
	<b>38</b>	<b>Antiparasite électronique pour récepteurs.</b>
	<b>57</b>	<b>Modulateur de lumière à 5 canaux.</b>
<b>MUSIQUE</b>	<b>76</b>	<b>Générateur de notes utilisant le SAH 220.</b>
<b>PAGE DU PHYSICIEN</b>	<b>63</b>	<b>La radioactivité.</b>
<b>RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES</b>	<b>41</b>	<b>Caractéristiques et équivalences des transistors par A. Lefumeux.</b>
<b>DIVERS</b>	<b>75</b>	<b>Nouveautés - Informations</b>
	<b>82</b>	<b>Répertoire des annonceurs.</b>

**Notre couverture : Assemblage de composants électroniques (Cliché Max FISCHER)**

Société Parisienne d'Éditions  
Société anonyme au capital de 1 950 000 F  
Siège social : 43, rue de Dunkerque, 75010 Paris.

Direction - Rédaction - Administration - Ventes :  
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.  
Tél. : 202.58.30.

Radio Plans décline toute responsabilité  
quant aux opinions formulées dans les articles,  
celles-ci n'engageant que leurs auteurs.

Président-directeur général - Directeur de la  
publication :  
**Jean-Pierre VENTILLARD.**

Directeur technique :  
**André EUGÈNE.**

Rédacteur en chef :  
**Jean-Claude ROUSSEZ**

Secrétaire de rédaction :  
**Jacqueline BRUCE**

Les manuscrits publiés ou non  
ne sont pas retournés.

Tirage du précédent numéro :  
86 000 exemplaires



Copyright © 1974  
Société Parisienne d'Édition.  
Publicité : **Jean BONNANGE.**  
44, rue Taitbout, 75009 Paris.  
Tél. : 874-21-11 et 744-22-50

Abonnements :  
2 à 12, rue de Bellevue, 75019 Paris.  
France : 1 an 35 F  
Étranger : 1 an 41 F  
C.C.P. 31.807-57 La Source.  
Pour tout changement d'adresse, envoyer la  
dernière bande accompagnée de 1 F en timbres.



## appliquée aux circuits imprimés

## Les agrandisseurs

*E. — Alors, mon vieux M ! Crois-tu que le temps est venu de parler de l'agrandisseur ?*

*M. — Pourquoi pas ! Sais-tu au moins comment est fait cet appareil ?*

*E. — Je sens la question piège. En gros, je dirai qu'il y a une lanterne qui comporte un passe-vues et une optique qui projette l'image agrandie du négatif sur le margeur.*

*M. — Ce que tu dis là n'est effectivement pas faux. Mais ce n'est pas avec ces notions squelettiques que tu pourras juger un agrandisseur lorsqu'il te faudra en choisir un. Enumérons plutôt les éléments constitutifs de l'appareil. Il y a d'abord un plateau sur lequel se trouve tout le reste. Il y a le bâti qui est fixé sur le plateau et qui porte l'ensemble de la lanterne. Il y a sur ce bâti le système qui permet d'éloigner ou rapprocher l'ensemble de la lanterne du plateau, c'est-à-dire de faire varier le rapport d'agrandissement. Enfin, il y a la lanterne qui comporte, de haut en bas : la source de lumière ; le condensateur ; le passe-vues et l'optique avec son système de mise au point.*

*E. — Ça fait en effet beaucoup de choses à considérer.*

*M. — Oui, et pour pouvoir en parler intelligemment, voyons un peu ce qu'on attend d'un agrandisseur.*

Il y a d'abord les qualités mécaniques. Il faut que l'ensemble soit bien stable ; un agrandisseur « branlant » ne peut donner que des images floues, même avec la meilleure optique qui soit. Il faut également que l'ensemble soit suffisamment rigide pour que le parallélisme du passe-vues par rapport au socle soit respecté en position basse comme en position haute. Il faut que les commandes opèrent en douceur, sans à-coups, que ce soit pour le positionnement haut et bas ou pour la mise au point.

Voyons maintenant les qualités optiques. Il faut que l'éclairage du négatif soit bien réparti, ou, ce qui revient au même, que l'éclairage du plateau ou du margeur soit bien uniforme. L'image projetée doit être bien nette, de bord à bord. Les formes projetées doivent être fidèlement rendues, c'est-à-dire par exemple qu'un carré sur le négatif ne devienne ni un losange ni un trapèze, mais qu'il reste un carré.

*E. — C'est beaucoup à la fois tout cela !*

*M. — Ce n'est pas beaucoup. C'est même le minimum que l'on puisse demander à un agrandisseur.*

Voyons maintenant comment les diverses parties d'un agrandisseur influent sur son comportement. D'abord, le plateau.

*E. — Si j'ai bien compris, il doit être robuste et indéformable.*

*M. — Exact. En fait, la solidité du plateau est un peu fonction du poids de l'agrandisseur et peu de constructeurs livrent un appareil avec un plateau trop faible. Là où il faut être vigilant, c'est dans la faculté du plateau à se déformer.*

*E. — Pourquoi se déformerait-il ?*

*M. — Je vais te citer un exemple : comme beaucoup de gens, mon ami B... avait installé son laboratoire dans la salle de bains, et ceci d'une manière qu'il croyait particulièrement astucieuse. Il posait son agrandisseur sur deux lattes de bois posées en travers de la baignoire. Jusqu'au jour où sa femme ayant laissé du linge à tremper, sous l'action de l'humidité agissant d'un seul côté, le plateau a tellement cintré que c'était visible à l'œil nu.*

*E. — En quelle matière était-il ce plateau ?*

*M. — La face supérieure en aggloméré garni de formica. La face inférieure n'était pas vernie.*

*E. — Que faut-il choisir alors ?*

*M. — Il faut au moins que les deux faces soient habillées de la même matière, et si possible que ce soit du latté de bonne épaisseur. Des nervures en métal sur les côtés, en dessous, ne seraient pas un inconvénient, au contraire. Avant d'aller plus loin, je vais te dire une évidence : ce n'est pas la peine de choisir avec soin un plateau indéformable, si l'on pose l'agrandisseur sur une table de guingois.*

*E. — Evidemment ! Maintenant, la colonne ?*

*M. — Oui, mais la colonne, très souvent n'en est pas une.*

*E. — Ah bon !*

*M. — Il existe plusieurs types de colonnes ayant toutes leurs avantages :*

1) **La colonne tubulaire droite.** Ce type de colonne est généralement associé à un bras porte-lanterne suffisamment long pour qu'à l'agrandissement maximum l'image reste bien dégagée du pied de la colonne. L'avantage de ce type de pied c'est que le centre de l'image est toujours au même endroit, au centre du plateau, ce qui est parfois assez commode.

2) Une variante de ce type de colonne est constituée de **deux colonnettes parallèles et verticales** portant la glissière de la lanterne et d'une **troisième colonnette en biais**, venant assurer la rigidité par l'arrière. Dans ce type de colonne droite, on fait l'ajustage en hauteur de la lanterne en déplaçant le bras par la glissière qui entoure la colonne le long de celle-ci.

Ce mode de déplacement est le même lorsque la colonne est inclinée, qu'elle soit tubulaire ou en profilé simple ou double. Mais dans ce cas, la fixation de la lanterne se fait par un bras beaucoup plus court, donc, plus rigide.

E — Il y a donc plutôt intérêt à choisir un agrandisseur à colonne inclinée ?

M — Oui, mais ce n'est pas le seul critère. Un dernier type d'agrandisseur est celui dit à **parallélogramme** : sur une colonne droite, à poste fixe se trouve le plateau qui porte les quatre bras qui forment, avec le plateau porte-lanterne, deux parallélogrammes ; ainsi, dans toutes les positions, les deux plateaux restent parallèles. Un ressort, judicieusement placé, sert généralement de contrepois.

E — Mais c'est un système compliqué et qui doit coûter cher, non ?

M — C'est vrai, mais les avantages sont multiples. Ce type de bras se prête admirablement à l'adjonction d'un système de mise au point automatique et de ce fait, la plupart des agrandisseurs de ce type sont effectivement automatiques. Et même ceux qui ne le sont pas sont d'un maniement extrêmement commode, malgré de petits défauts.

E — Lesquels, par exemple ?

M — En position haute, l'image vient se placer assez près du pied pour que certains margeurs ne puissent être utilisés dans ce cas précis. Mais c'est un très petit inconvénient.

E — Le format n'a-t-il rien à voir avec le choix des colonnes ?

M — Non, il y a tous les types de colonnes dans tous les formats. Depuis le 24 x 36 jusqu'au 10 x 12,5 cm. Passons maintenant à la lanterne. Ici, il faut ouvrir une parenthèse pour dire un mot des divers types d'éclairages possibles.

E — Lampes au tungstène, iode, fluorescentes, etc. ?

M — Non, c'est plus important. Ecoute-moi bien — Il y a trois types d'éclairage :

- 1) L'éclairage diffus.
- 2) L'éclairage semi-dirigé.
- 3) L'éclairage ponctuel ou dirigé.

E — A quoi s'appliquent ces termes ?

M — Bonne question ! Les termes s'appliquent à la manière dont est éclairé le **négatif** qui se trouve dans l'agrandisseur. Et cela comme suit :

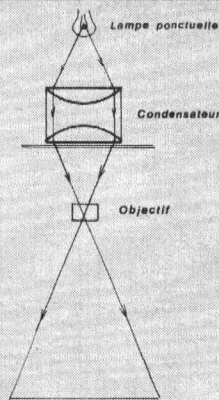
— **Eclairage diffus** : le négatif reçoit son éclairage d'une plaque translucide diffusante, qui à son tour est éclairée d'une manière appropriée : tubes fluorescents circulaires ou disposés côte à côte.

— **Eclairage ponctuel** : le négatif est éclairé par une lampe claire à filament court et gros, généralement à bas voltage (appelée lampe ponctuelle) par l'intermédiaire d'un condensateur dont le diamètre est légèrement supérieur à la diagonale du format du négatif à couvrir.

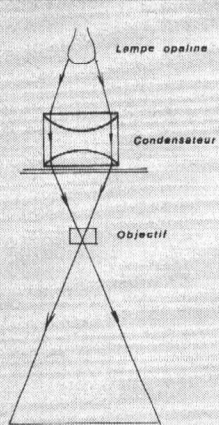
— **Eclairage vernis diffus** : c'est un compromis entre l'éclairage ponctuel et l'éclairage diffus. Le négatif est éclairé par un condensateur, mais la source de lumière est une lampe opaline qui présente ainsi une certaine surface.

E — Jusque-là, je comprends. Mais je t'avoue que je n'en vois pas l'intérêt. J'imagine qu'avec les trois solutions on obtient toujours une image sur le plateau, non ?

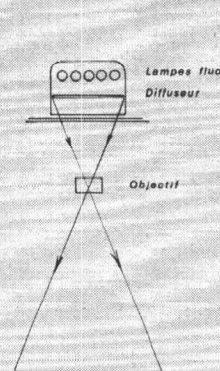
M — Oui, mais les résultats sont très différents. Pour les comprendre il faut se rendre compte que s'il y a une image sur le plateau c'est que le négatif lorsqu'il est éclairé devient lui-même source de lumière.



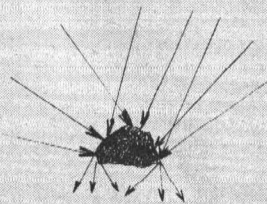
**Eclairage ponctuel :**  
l'image du filament de la lampe ponctuelle se forme dans le plan du diaphragme de l'objectif. Impossibilité de diaphragmer l'objectif.



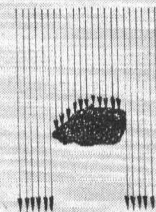
**Eclairage semi-dirigé :**  
la lampe se forme toujours dans l'objectif mais, elle est diffuse et occupe une large surface : on peut diaphragmer. identique au précédent, à part l'emploi d'une lampe opaline. L'image de



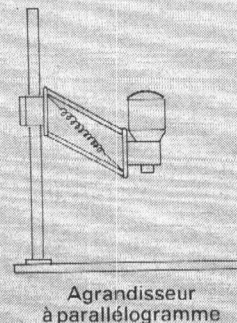
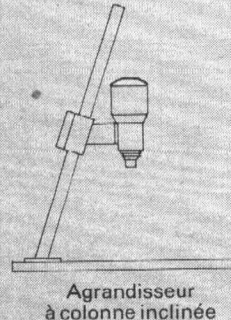
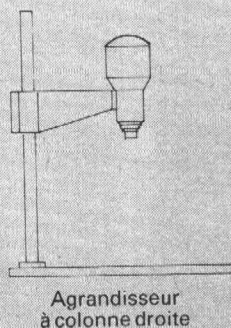
**Eclairage diffus :**  
Pas de condensateur. La source de lumière est un diffuseur, éclairé à son tour par une source de lumière dite froide.



En lumière diffuse chaque grain reçoit la lumière d'une multitude de directions. Par diffraction et réflexion il devient à son tour source de lumière.



En lumière dirigée chaque grain s'interpose dans le faisceau cohérent de lumière et fait écran, sans réflexion et avec un minimum de diffraction.



Y compris les grains d'argent qui composent l'image, les petites poussières qui adhèrent au négatif, les rayures, etc. Prenons le cas des particules d'argent qui forment l'image. Dans un éclairage diffus chaque particule reçoit de la lumière d'une multitude de directions, les rayons provenant de toute la surface du diffuseur. Abondamment éclairé à son tour, il diffuse un maximum de lumière. Il devient donc moins « noir ». En revanche, dans un éclairage ponctuel les rayons parviennent tous d'une direction bien déterminée : l'objectif de l'agrandisseur. Dans ce faisceau bien ordonné, chaque grain sert uniquement d'écran à la lumière qui

se passe et ne diffuse qu'un minimum de lumière : il est donc d'un « noir » maximum. Pratiquement, cela se traduit de plusieurs manières :

1) Dans un éclairage diffus le contraste diminue et la résolution s'obtient. Inversement, dans un éclairage ponctuel, le contraste est maximum et la résolution également.

2) Dans un éclairage diffus, les petites poussières et les rayures qui ne sont pas très opaques deviennent tellement lumineuses qu'on ne les voit pratiquement plus sur le tirage final. A l'inverse, dans un éclairage ponctuel, on voit les moindres poussières et rayures sur le négatif.

3) La conséquence directe de tout ce qui précède, c'est que le grain du négatif se voit le plus avec un éclairage ponctuel, et le moins avec un éclairage diffus.

Il faut aussi que je te dise que pour des raisons trop complexes à exposer ici, dans un éclairage ponctuel, il est impossible de diaphragmer l'objectif de l'agrandisseur. En conséquence on réserve ce mode d'éclairage aux microfilms et à la photographe.

E — Et l'éclairage vernis diffus qu'est-ce qu'il devient dans tout cela ?

M — L'éclairage semi-diffus ou semi-dirigé (fais ton choix) constitue le meilleur compromis possible : il donne une excellente définition sans les défauts de l'éclairage ponctuel. C'est pourquoi l'énorme majorité des agrandisseurs sur le marché ont des lanternes à éclairage vernis dirigé. Cela signifie que toutes les lanternes comportent :

1) Une boîte à lumière contenant une lampe opaline.

2) Un condensateur.

3) Un passe-vues.

4) Un objectif dans une monture à mise au point.

E — A quoi sert en fin de compte l'éclairage diffus dans ce cas ?

M — On le réserve au portrait généralement. En effet, par son manque de définition on ne voit plus les petites ridicules, et on y acquiert (à bon compte) une peau de bébé.

E — Revenons s'il te plaît à des éléments qui me permettront de faire un choix d'agrandisseur.

M. — D'accord. La boîte à lumière, par sa conception (aération, surface de radiation) est faite pour accepter des lampes jusqu'à un certain wattage maximum. Si on ne dépasse pas cette valeur, précisée par le constructeur toutes les boîtes à lumière, en principe, se valent. Elles ne diffèrent finalement que par la forme.

E — Et les lampes qu'on y utilise ?

M — Il y a en effet deux types de lampes, La lampe à forme ordinaire et l'oignon. L'oignon est censé donner un meilleur éclairage. En fait, je n'ai personnellement fait que des expériences malheureuses avec les oignons : ils donnent un éclairage irrégulier du plateau, du moins dans les agrandisseurs dans lesquels je les ai essayés. Je te conseillerai donc d'utiliser le type normal qui est lui, sans problème. Maintenant le condensateur. Là, c'est plus délicat. Il faut non seulement que le condensateur couvre entièrement le format pour lequel il est conçu, mais aussi, il faut que sa focale propre soit accordée à la focale de l'objectif d'agrandissement.

E — Et comment le vérifier ?

M — C'est très simple. Pour ce qui est de la couverture, comme je te l'ai déjà dit, il faut que le diamètre du condensateur soit au moins légèrement supérieur à la diagonale du format du négatif. Pour la focale, on procède à une petite expérience très simple. On met un négatif dans le passe-vues, et on met au point sur le plateau de manière à avoir un agrandissement moyen, soit entre 18 x 24 et 24 x 30. Cela fait, on retire sans rien changer aux réglages le négatif du passe-vues et on retire également l'objectif de l'agrandisseur et on souffle de la fumée à l'endroit de l'objectif. Si on voit

les rayons lumineux converger à l'endroit où se trouvait l'objectif, la focale du condensateur est convenable.

E — Si j'ai bien compris, il faut un condensateur différent pour chaque format du négatif.

M — Pas pour chaque format de négatif, mais pour chaque objectif de focale différente.

E — Ah bon ! Il ne faut donc pas dire qu'un agrandisseur fait X formats s'il n'est pas fourni avec X optiques et X condensateurs.

M — C'est exprimé de façon peu scientifique, mais c'est cela. Le passe-vues à présent.

Il en existe un très grand nombre de modèles, plus ou moins pratiques. Leur rôle est de maintenir le négatif bien à plat. Pour les films 35 mm l'épaisseur du support fait que le problème de la planéité est pratiquement inexistant. Pour les formats plus grands (6 x 6 et 6 x 9) le problème est déjà plus complexe. Les passe-vues sont en gros de deux types : les passe-vues avec et sans verres. Les passe-vues sans verres sont très commodes d'utilisation et très suffisants à la condition :

1) d'utiliser dans l'agrandisseur un verre anticalorique.

2) d'utiliser une lampe de faible puissance dans la boîte à lumière.

E — Je ne vois pas le rapport.

M — C'est très simple. Ce sont les rayons infra rouges qui viennent chauffer le film. La gélatine sèche un peu plus, et le film bombe. Adieu la planéité ! Si l'on met au point au centre, les bords sont flous et vice-versa.

E — Et quand on ne peut empêcher le film de bomber ?

M — On utilise des passe-vues avec verres. Malheureusement les passe-vues avec verres ont de sérieux inconvénients ! Il est pratiquement impossible de les débarasser entièrement de la poussière. Un autre inconvénient : on risque de créer des anneaux de Newton quand on met en contact intime le dos (brillant) de la pellicule et une lame de verre. Toutefois, certains fabricants livrent des verres spécialement traités pour éviter la formation de ces anneaux.

E — Il faut donc un passe-vues par format.

M — C'est souhaitable. Il existe pourtant des passe-vues dits « universels » avec verres qui ont sur le côté des butées réglables pour la largeur des diverses pellicules et, soit des caches amovibles qu'on échange, soit des caches mobiles qu'on règle au format. Les ennuis commencent avec ce type de passe-vues quand on veut y positionner non plus une bande de film, mais une vue individuelle coupée dans un film.

E — Et cela se conçoit !

M — A présent, voyons la pièce maîtresse de l'agrandisseur : l'objectif.

E — Est-ce que les objectifs sont vendus avec l'agrandisseur ou bien est-ce que l'on peut utiliser n'importe quel objectif ?

M — Il n'existe pas de règle, sauf en ce qui concerne les agrandisseurs automatiques. Les cames de ces appareils sont taillées pour un objectif donné et on ne peut échanger les objectifs même s'ils ont la même focale.

E — Pourquoi cela ?

M — La focale marquée sur l'objectif n'est que la focale nominale, la focale réelle est toujours légèrement différente. Et la taille de la came tient compte de la focale réelle.

Pour les appareils à mise au point manuelle, on peut généralement — à condition que la monture s'y prête — monter l'objectif de son choix.

E. — Mais alors, l'idéal serait de monter sur l'agrandisseur l'objectif qui a servi à la prise de vues ?

M — C'est là, en effet, une croyance très répandue, encore qu'assez fallacieuse. Il faut que l'objectif de prise de vues soit



Sans quitter vos occupations actuelles et en y consacrant 1 ou 2 heures par jour, apprenez

### LA RADIO ET LA TÉLÉVISION

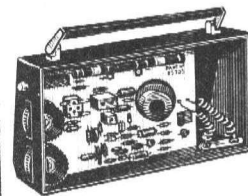
qui vous conduiront rapidement à une brillante situation.

- Vous apprendrez Montage, Construction et Dépannage de tous les postes.
- Vous recevrez un matériel de qualité qui restera votre propriété.

Pour que vous vous rendiez compte, vous aussi, de l'efficacité de notre méthode, demandez aujourd'hui même, sans aucun engagement pour vous, la

*première leçon gratuite !*

Si vous êtes satisfait, vous ferez plus tard des versements minimes à la cadence que vous choisirez vous-même. A tout moment, vous pourrez arrêter vos études sans aucune formalité. Si vous habitez en France possibilité d'études gratuites au titre de la Formation Continue



Notre enseignement est à la portée de tous et notre méthode VOUS ÉMERVEILLERA

STAGES PRATIQUES SANS SUPPLÉMENT

Documentation seule gratuite sur demande.

Documentation + 1<sup>re</sup> leçon gratuite :

— contre 2 timbres à 0,50 F pour la France.

— contre 2 coupons-réponse pour l'Étranger.

**INSTITUT SUPÉRIEUR DE RADIO-ÉLECTRICITÉ**

Établissement privé

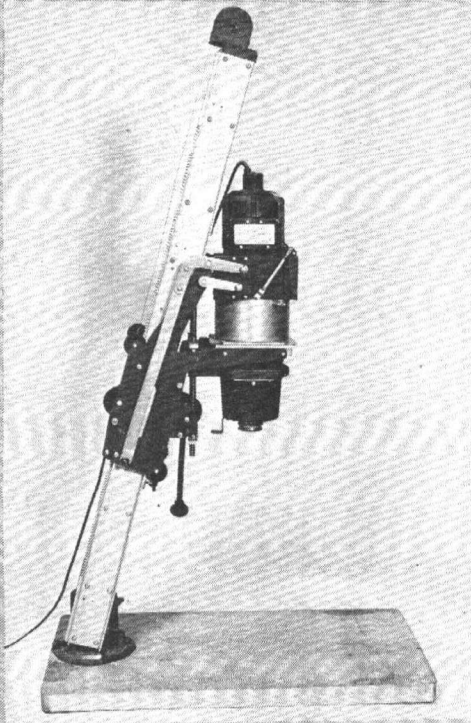
Enseignement à distance tous niveaux

(Membre du SNEC)

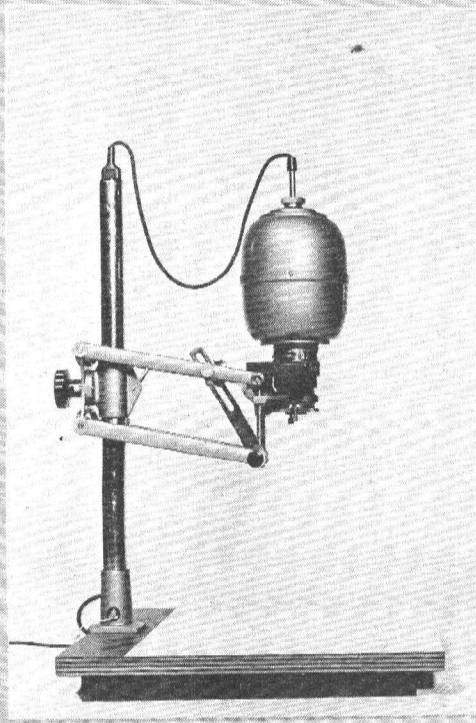
27 BIS, RUE DU LOUVRE, 75002 PARIS

Métro : Sentier

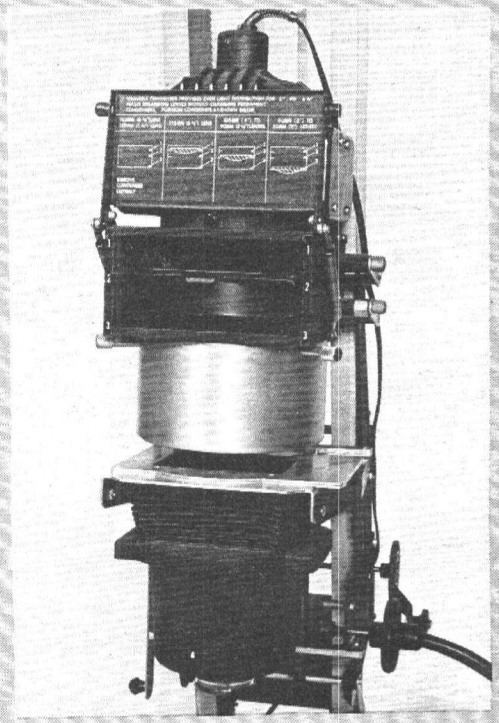
Téléphone : 231-18-67



Un agrandisseur à colonne inclinée. La colonne est un double profilé d'aluminium extrêmement rigide. Remarquer l'importance de l'embase qui assure la fixation sur le plateau, assurant une stabilité maximum.



Un agrandisseur à parallélogramme uniquement pour le format 24 x 36. Il en existe pour tous les formats. Ce système est très commode d'utilisation. Il se prête également à l'adjonction de systèmes de mise au point automatiques par cames circulaires, particulièrement compacts et robustes.



Une lanterne d'agrandisseur dit « universel ». On voit sur ce modèle, au-dessus du condensateur principal fixe, le logement (ouvert) du condensateur auxiliaire, qui, en prenant diverses positions modifie la focale du condensateur pour l'ajuster à la focale de l'objectif utilisé pour les divers formats.

exceptionnel pour que cela soit vrai. En effet, une optique d'agrandisseur et une optique de prise de vues sont conçues de manière totalement différente. Une optique de prise de vue est conçue pour donner son meilleur rendement pour une distance de 10 m environ, tandis qu'une optique pour l'agrandissement est conçue pour donner le meilleur d'elle-même

quand elle travaille au rapport 1 : 1. On a donc intérêt à utiliser dans un agrandisseur une optique d'agrandisseur. Pour exploiter dans les meilleures conditions les possibilités d'un agrandisseur on a intérêt à utiliser pour chaque format la focale appropriée.

- E* — Quelles sont-elles ?  
*M* — Pour le 24 x 36 —  $F = 50-60$  mm  
 Pour le 6 x 6 —  $F = 75-80$  mm  
 Pour le 6 x 9 —  $F = 105$  mm  
 Pour le 9 x 12 —  $F = 135$  mm  
 Pour le 10 x 12,5 —  $F = 150$  mm etc.

*E* — Cela ne semble pas très compliqué. En fait, cette série ressemble aux focales « normales » de prises de vues.

*M* — Pas tout à fait.

*E* — Alors, tout ce qu'il y a à faire c'est de prendre une optique de la focale « ad hoc » ?

*M* — Un objectif, en agrandissement comme en prise de vues, ce n'est pas seulement une question de focale. L'ouverture non plus n'est pas un problème. D'ailleurs, à de rares exceptions près, les objectifs ouvrent tous à  $f = 5,6$  (ou  $f = 4$  pour les focales courtes). Le problème c'est la qualité de l'objectif.

*E* — Il faut acheter un objectif cher ?

*M* — Bien sûr, dans la gamme chère, il y a la garantie d'un bon objectif. Mais il existe également des objectifs acceptables dans la gamme moins chère.

*E* — Comment les reconnaître ?

*M* — Comme toujours : en faire l'essai. Les défauts à rechercher sont en nombre restreint : les lignes droites se trouvant à côté des bords de l'image, doivent rester des lignes droites sur l'agrandissement et non des courbes et si tu distingues nette-

ment sur un fort agrandissement le grain du négatif sur toute la surface projetée, il y a de fortes chances pour que cet objectif te donne entière satisfaction, et il y a fort à parier que tu ne découvriras jamais ses défauts cachés. Et sans que cela te gêne !

*E* — Ah oui ! A propos de lignes droites, tu m'as dit tout à l'heure « qu'un carré doit rester un carré... »

*M* — Oui, mais lorsqu'un carré est déformé en losange par exemple, ce n'est pas dû à l'objectif proprement dit. Cela est — si j'ose dire — un défaut global de l'agrandisseur.

*E* — Cela veut donc dire que l'appareil est hors d'usage ? Comment cela se peut-il ?

*M* — C'est une affaire de parallélisme de trois éléments :

- 1) Le plan du passe-vues
- 2) Le plan de l'objectif
- 3) Le plan du plateau

Quand ces trois plans ne sont pas parallèles, il y a déformation et également difficulté de mise au point partout sur le plateau. Ces trois plans étant mobiles, les uns par rapport aux autres, on comprend alors la nécessité d'une construction stable et rigide, surtout au niveau du pied de la colonne qui est généralement le point faible.

*E* — Et quand je tombe sur un agrandisseur faussé, que dois-je faire ?

*M* — Au mieux, tu le confies à celui qui te l'a vendu pour le faire réviser.

*E* — Ça au moins, c'est simple ! Maintenant, nous sommes prêts pour l'utilisation ?

*M* — Oui, je le crois. On commence le mois prochain.

**Max Fischer**

**POUR CONSERVER  
VOTRE COLLECTION,  
PROCUREZ-VOUS**

**Le relieur  
RADIO-PLANS**

**10 F (+ 1,20 F de port)**

**RADIO PLANS**

2 à 12, rue de Bellevue

75019-PARIS

C.C.P. 31.807 57 LA SOURCE