

THEORIE



Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

- TRADUCTEURS ELECTRO-ACOUSTIQUES -

Sous le nom de traducteurs électro-acoustiques on comprend tous les dispositifs qui transforment l'énergie acoustique en énergie électrique et vice versa.

Dans cette catégorie, par conséquent, rentrent les microphones, qui opèrent la transformation de l'énergie acoustique en énergie électrique, et les haut-parleurs qui accomplissent l'opération inverse.

Dans la présente leçon, nous parlerons de ces traducteurs, en laissant pour une prochaine leçon, les électrophones ou "pick-up", qui appartiennent aussi à la catégorie des traducteurs électro-acoustiques.

1- MICROPHONE

Le but du microphone est de fournir une tension de sortie, proportionnelle au son qui frappe le microphone.

Il est important que celui-ci puisse suivre toutes les variations du son, c'est-à-dire qu'il soit fidèle, parce qu'il est le premier élément de la chaîne de transmission des sons à travers l'espace ; une distorsion quelconque dans la génération de la tension serait notablement amplifiée avec un effet désastreux sur la qualité du son transmis.

Les microphones que l'on emploie actuellement, se basent sur des principes physiques différents ; il y en a à variation de résistance, à variation de flux (électrodynamiques), à variation de capacité et à effet piézoélectrique.

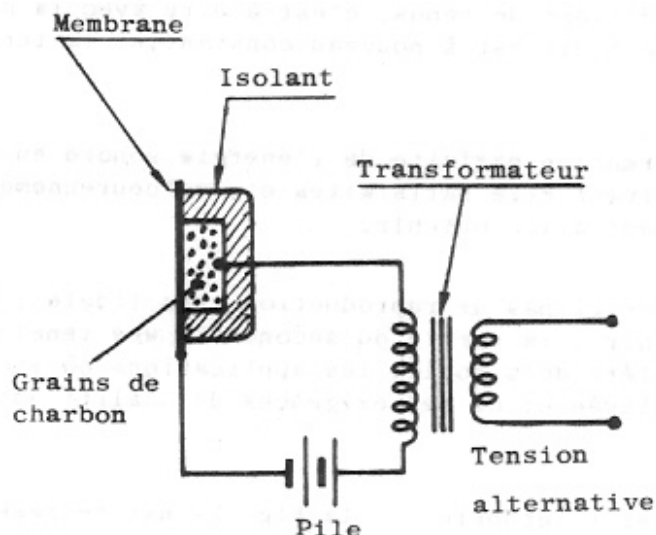
Je vais vous exposer maintenant les différents types de microphones.

1.1- Microphones à variation de résistance -

La Fig. 1- représente d'une manière schématique, un microphone du type à variation de résistance ; il est appelé MICROPHONE A CHARBON, parce que l'élément sensible est formé de grains de charbon contenus dans une capsule.

Sur la figure, on peut distinguer la lamelle flexible nommée MEMBRANE, le support isolant et les bornes de raccordement au circuit extérieur, qui est lui-même formé d'une pile et d'un transformateur à deux enroulements, que l'on appelle parfois TRANSLATEUR : cette dernière dénomination est en fait la plus juste, mais ne

s'emploie pratiquement aujourd'hui que dans les services techniques des P.T.T.



Lorsque le microphone est au repos et qu'aucun son ne frappe la membrane, il y circule un courant continu, dont l'intensité dépend de la tension fournie par la pile, de la résistance de la couche de charbon contenue à l'intérieur de la capsule, et de la résistance du fil qui forme l'enroulement primaire du transformateur.

Dès qu'une onde sonore frappe la membrane, celle-ci se déforme et comprime les grains de charbon contenus dans la capsule en faisant varier la résistance électrique de toute la couche.

Si la résistance d'un élément dans le circuit alimenté par la pile varie, l'intensité du courant dans le circuit varie aussi et de même, la magnétisation du noyau du transformateur.

- Fig. 1 -

Au secondaire, on obtient alors une tension induite, proportionnelle aux variations du courant dans le primaire.

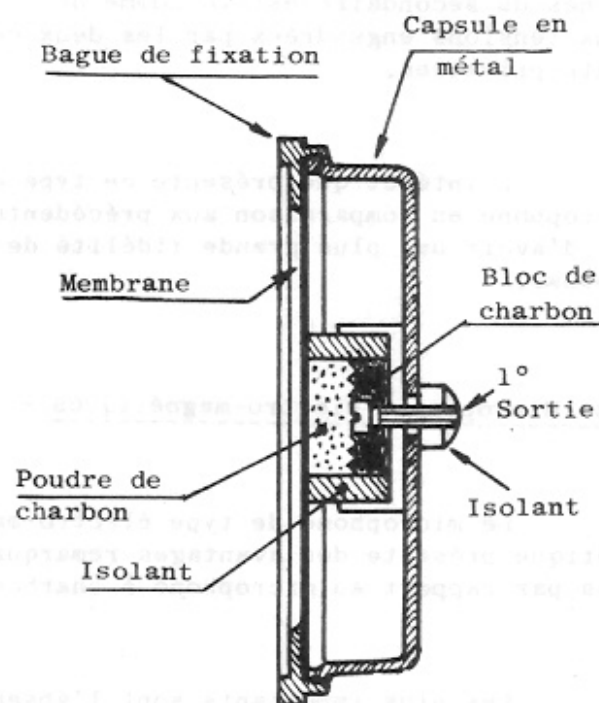
Si l'on retourne aux conditions de repos, c'est-à-dire avec la membrane en équilibre, le courant dans le circuit est à nouveau constant, et la tension aux bornes du secondaire devient nulle.

Pour obtenir une transformation parfaite de l'énergie sonore en énergie électrique, plusieurs conditions doivent être satisfaites et, malheureusement, dans la pratique, on réussit difficilement à les obtenir.

Aussi, ce microphone n'a-t-il pas de reproduction très fidèle ; mais il présente le notable avantage de fournir à la sortie du secondaire une tension d'amplitude suffisante ; son emploi est préféré dans toutes les applications où l'on ne peut pas disposer d'une amplification élevée et où les exigences de qualité sont modestes.

On l'emploie couramment en téléphonie ; à la Fig. 2- est représentée une capsule microphonique du type normal.

Un grave défaut qui limite encore les possibilités d'emploi de ce type de microphone est qu'il présente un bruit de fond important dû aux irrégularités de contact entre les différents grains de charbon.



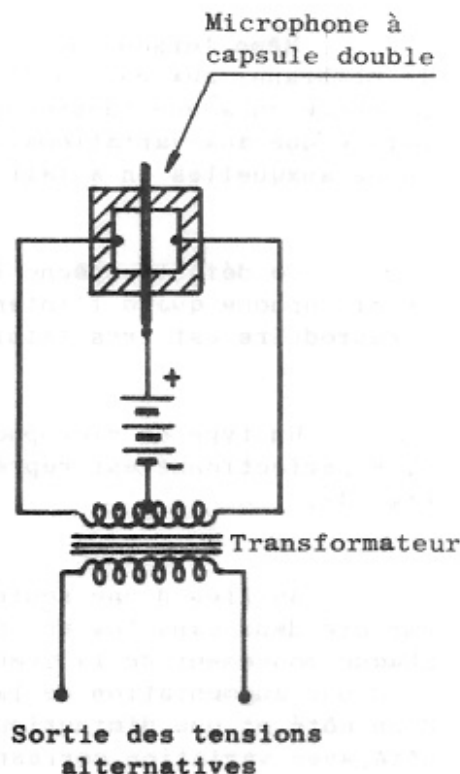
N.B. La seconde sortie se fait
par le corps

Même lorsqu'aucun son ne frappe la membrane, aux points d'attache du microphone on a une tension parasite très petite due aux variations de la résistance auxquelles on a fait allusion.

Ce défaut empêche l'emploi de ce microphone quand l'intensité du son à reproduire est très faible.

Un type de microphone à charbon plus perfectionné est représenté à la Fig. 3-.

Au lieu d'une seule capsule, on emploie deux capsules en opposition : à chaque mouvement de la membrane, correspond une augmentation de la résistance d'un côté et une diminution de l'autre côté, avec variation correspondante des deux courants qui passent dans les deux parties du primaire du transformateur.



- Fig. 3 -

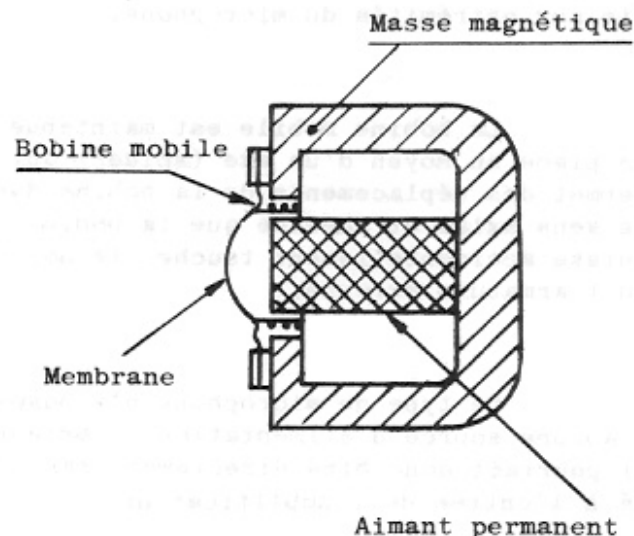
La tension qui se manifeste aux bornes du secondaire est la somme des deux tensions engendrées par les deux courants primaires.

L'intérêt que présente ce type de microphone en comparaison aux précédents est d'avoir une plus grande fidélité de réponse.

1.2- Microphones électro-magnétiques -

Le microphone de type électro-magnétique présente des avantages remarquables par rapport au microphone à charbon.

Les plus importants sont l'absence de bruit de fond et une plus grande fidélité.



- Fig. 4 -

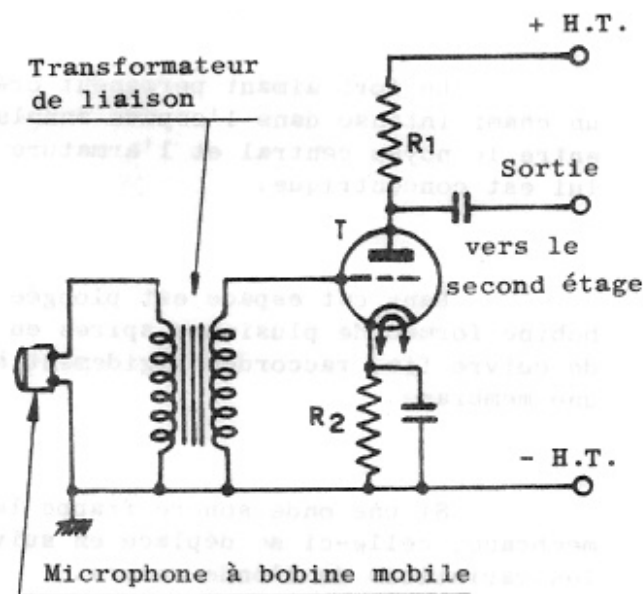
Pour comprendre son principe de fonctionnement, il est suffisant d'étudier la Fig. 4-.

Un fort aimant permanent crée un champ intense dans l'espace annulaire entre le noyau central et l'armature qui lui est concentrique.

Dans cet espace est plongée une bobine formée de plusieurs spires en fil de cuivre fin, raccordée rigidement à une membrane.

Si une onde sonore frappe la membrane, celle-ci se déplace en suivant les variations de l'onde sonore.

La bobine qui lui est raccordée se déplace également.



- Fig. 5 -

Les spires de la bobine mobile deviennent le siège de forces électromotrices induites qui s'ajoutent, et cette force électromotrice résultante est recueillie aux extrémités du microphone.

La bobine mobile est maintenue en place au moyen d'un axe (spider) qui permet des déplacements de la bobine dans le sens axial et empêche que la bobine puisse accidentellement toucher le noyau ou l'armature externe.

Ce type de microphone n'a besoin d'aucune source d'alimentation extérieure, il pourrait donc être directement raccordé à l'entrée de l'amplificateur.

Mais, la tension de sortie étant assez faible, il est convenable d'interposer un transformateur avec secondaire à nombreuses spires, et primaire à peu de spires.



- Fig. 6 -

Le schéma complet du microphone, combiné avec son amplificateur est représenté à la Fig. 5-.

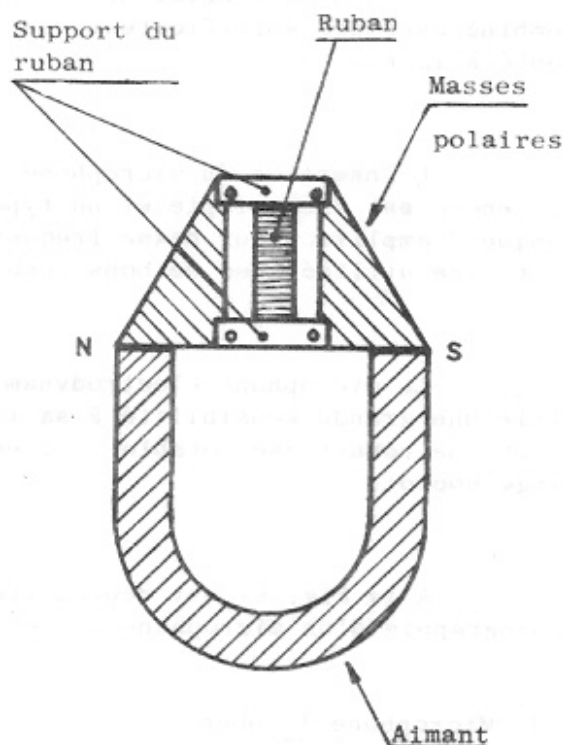
L'insertion du microphone dans le schéma est très simple et un type quelconque d'amplificateur basse fréquence, peut être utilisé avec de bons résultats.

Le microphone électrodynamique allie une grande sensibilité à sa fidélité et une robustesse notable : il est d'un large emploi.

A la Fig. 6- est reproduite la photographie d'un microphone de ce type.

1.3- Microphone à ruban -

On peut dire que ce nouveau type



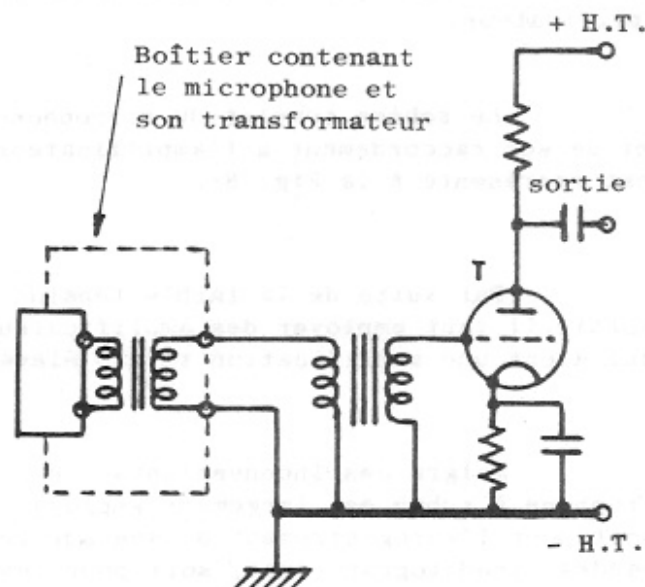
dérive du microphone électro-dynamique.

Au lieu de la bobine mobile il y a un seul conducteur qui remplit à la fois les deux fonctions de membrane et de bobine.

Pour obtenir un tel résultat, le conducteur est d'une forme plate, c'est-à-dire qu'il apparaît comme une lame posée entre les deux masses polaires d'un fort aimant permanent (Fig. 7).

Cette lame extrêmement légère, se déplace lorsqu'elle est frappée par l'onde sonore et elle coupe transversalement les lignes de force du flux, en devenant le siège d'une force électromotrice induite.

- Fig. 7 -



- Fig. 8 -

L'extrême légèreté de la lame lui permet de suivre avec une très grande fidélité toutes les variations de l'onde sonore.

Nous pouvons donc affirmer que le microphone que nous venons de décrire est d'une qualité élevée.

Le seul inconvénient notable est que la tension de sortie présente une valeur très faible.

Il faut alors recourir à un transformateur élévateur de tension avec un rapport assez grand.

Dans la plupart des cas, on emploie

même deux transformateurs connectés l'un à l'autre, le premier, intégré dans le microphone, étant souvent associé à un préamplificateur.

Le schéma complet du microphone et de son raccordement à l'amplificateur, est représenté à la Fig. 8-.

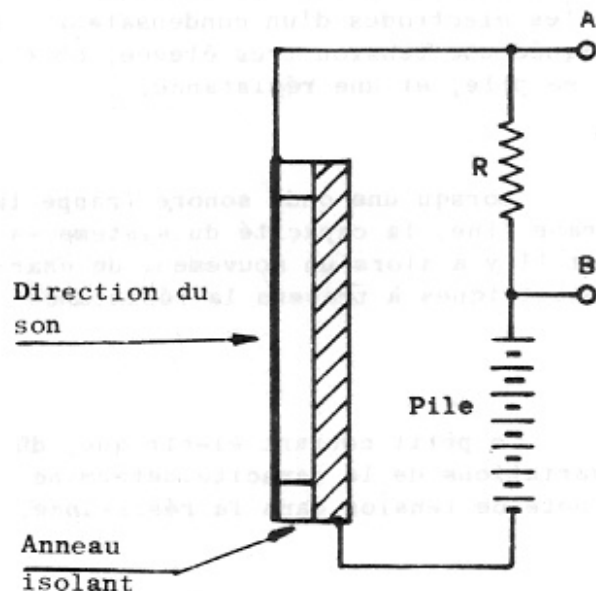
Par suite de la faible tension de sortie, il faut employer des amplificateurs qui aient une amplification totale élevée.

Malgré ces inconvénients, le microphone à ruban est largement employé, soit pour l'enregistrement du son sur les bandes cinématographiques, soit pour les transmissions radiophoniques.

A la Fig. 9- vous pouvez observer la photographie de ce type de microphone.



- Fig. 9 -



La prise de la tension variable
se fait entre A et B.

- Fig. 10 -

1.4- Microphones à condensateur -

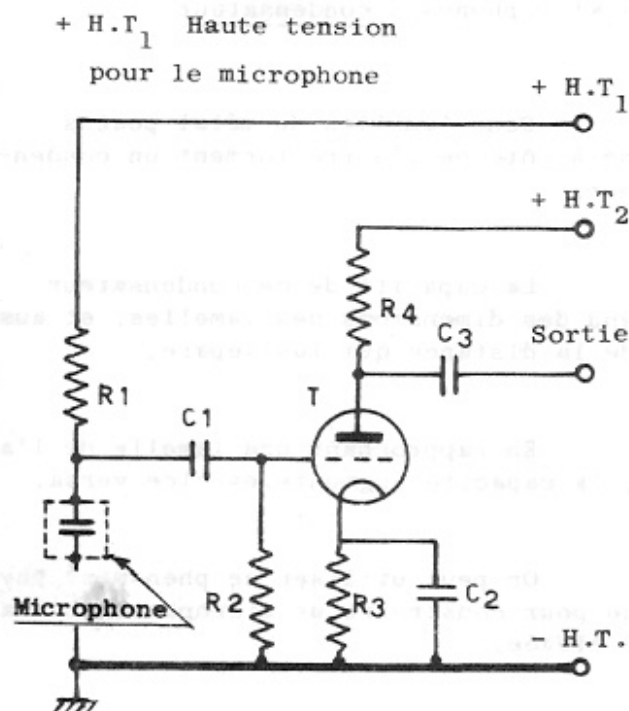
Deux lamelles de métal posées l'une à côté de l'autre forment un condensateur.

La capacité de ce condensateur dépend des dimensions des lamelles, et aussi de la distance qui les sépare.

En rapprochant une lamelle de l'autre, la capacité augmente, et vice versa.

On peut utiliser ce phénomène physique pour construire un microphone de qualité élevée.

La Fig.10- représente un système formé par une lamelle très épaisse, isolée d'une membrane très fine placée à proximité.



C₁ ne laisse passer que les tensions alternatives.

- Fig. 11 -

Entre ces deux parties qui forment les électrodes d'un condensateur, est appliquée une tension très élevée, obtenue par une pile, et une résistance.

Lorsqu'une onde sonore frappe la membrane fine, la capacité du système varie et il y a alors un mouvement de charges électriques à travers la résistance "R".

Ce petit courant électrique, dû aux variations de la capacité, détermine une chute de tension dans la résistance.

Cette tension est appliquée à l'entrée de l'amplificateur.

Le microphone à condensateur a une fidélité de réponse élevée, mais il présente



quelques inconvénients d'ordre pratique et son emploi reste limité aux appareils de qualité remarquable (étalons).

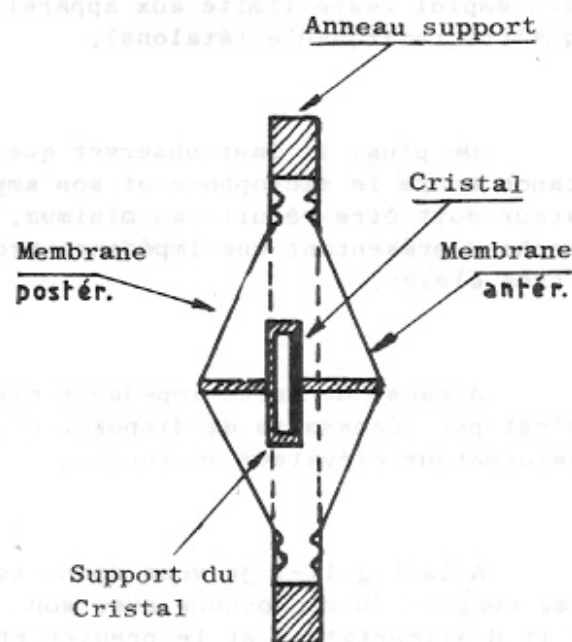
De plus, il faut observer que la distance entre le microphone et son amplificateur doit être réduite au minimum, le microphone présentant une impédance propre très élevée.

A cause de cette impédance élevée, il n'est pas nécessaire de disposer d'un transformateur élévateur de tension.

A la Fig.11-, je vous donne le schéma complet du microphone avec son circuit d'alimentation et le premier étage d'amplification.

Vous trouverez sa photographie à la Fig. 12-.

- Fig. 12 -



1.5- Microphones piézoélectriques -

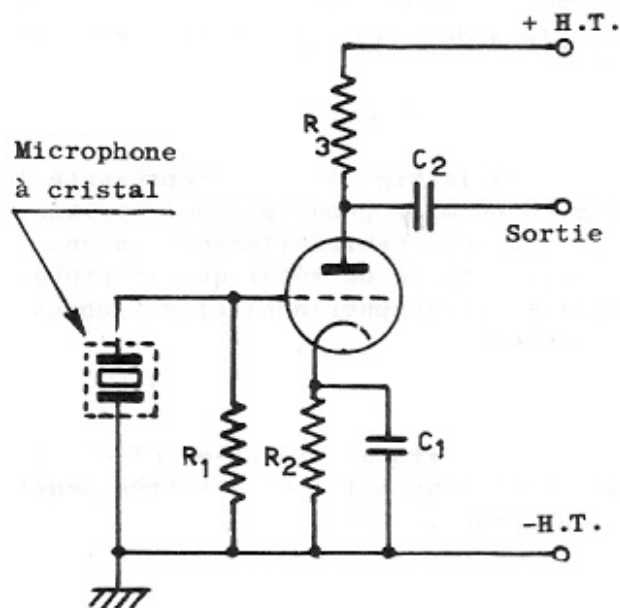
Ces derniers types de microphones sont basés sur l'application d'un principe physique important.

Certains cristaux ont la propriété d'engendrer des tensions électriques lorsqu'ils sont soumis à des vibrations mécaniques.

Les cristaux qui présentent le plus fortement cette propriété sont le Sel de Rochette, la tourmaline et le quartz.

Pour utiliser les propriétés de ces cristaux, il faut les couper selon un axe cristallographique bien déterminé et obtenir une lamelle d'une certaine épaisseur.

- Fig. 13 -



- Fig. 14 -

Sur ses deux faces on applique des armatures métalliques qui ont pour but de recueillir les tensions électriques apparaissant sous l'effet de pression.

Si la pression est déterminée par l'onde sonore qui frappe la lamelle, on obtient un véritable microphone.

La réalisation pratique n'est pas très difficile; c'est pour cette raison qu'il présente l'avantage d'être économique tout en conservant une sensibilité notable.

Sa fidélité n'est cependant pas très bonne, mais elle est plus que suffisante pour des emplois normaux.

En général, le microphone piézoélectrique est de bonne qualité, apte aux



- Fig. 15 -

emplois les plus différents et particulièrement commode parce qu'il peut être accouplé à des amplificateurs à gain modéré.

A la Fig. 13- est représenté le schéma d'un microphone piézoélectrique; le cristal est habituellement contenu dans une capsule de métal qui le protège des agents atmosphériques et des chocs accidentels.

Le cristal craint en effet la chaleur et l'humidité et est très sensible aux chocs.

Pour obtenir un bon rendement avec l'amplificateur, il faut se rappeler que le microphone cristal se conduit comme un générateur de tension avec une impédance interne élevée: par conséquent

la résistance de grille du premier tube doit être de valeur très élevée.

La Fig. 14- représente le schéma du microphone avec le circuit d'entrée de l'amplificateur.

Ici il n'est pas nécessaire d'employer un transformateur d'adaptation, car sa tension de sortie est déjà très élevée ainsi que son impédance. Il tend à renforcer les fréquences les plus élevées de la gamme des sons et, il y a lieu de placer dans l'amplificateur, des circuits de correction pour équilibrer la courbe de réponse finale de l'ensemble.

A la Fig. 15- vous pouvez observer l'aspect extérieur d'un microphone à cristal.

=====

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 15ème LECON

THEORIQUE

- 1- Il fonctionne avec des impulsions successives de courant, qui provoquent le déplacement d'une aiguille sur un cadran où sont indiquées les lettres de l'alphabet.
- 2- Avec des impulsions successives de courant, qui agissent sur un électro-aimant commandant la plume qui écrit.
- 3- Avec des impulsions de courant qui déclenchent un électro-aimant en synchronisme avec la roue imprimeuse du récepteur, ce qui permet d'imprimer directement les lettres sur la bande.
- 4- Sur la transmission de courants alternatifs produits par le mouvement d'une membrane posée face à un aimant permanent.
- 5- Les organes de réception et de transmission du son, les organes d'appel, les organes de sélection et les organes d'alimentation.
- 6- C'est l'ensemble qui comprend le microphone et l'écouteur téléphonique.
- 7- C'est le dispositif qui permet de choisir parmi tous les abonnés d'un réseau téléphonique, celui que l'on désire.
- 8- Pour économiser un des conducteurs.
- 9- Celui d'imprimer le texte du message directement en lettres au lieu de passer par un code conventionnel.

EXERCICES DE REVISION SUR LA 16ème LECON THEORIQUE
=====

- 1- Qu'est-ce qu'un traducteur électro-acoustique ?
- 2- Qu'est-ce que le microphone ?
- 3- Comment le microphone à variation de résistance fonctionne-t-il ?
- 4- Quels sont les avantages que présente le microphone à charbon ?
- 5- A quoi sert l'aimant permanent dans le microphone électro-dynamique ?
- 6- Pourquoi doit-on employer un transformateur entre le microphone à ruban et le premier étage de l'amplificateur ?
- 7- Quels sont les types de microphone qui ont les meilleures caractéristiques de fidélité ?
- 8- Pourquoi doit-on appliquer une tension continue au microphone à condensateur pour obtenir son fonctionnement ?
- 9- Comment le microphone à cristal fonctionne-t-il ?
