

qu'on lui aura communiquée au départ. S'il y a perte d'énergie minime, le système va continuer à osciller, mais l'amplitude des oscillations diminuera progressivement ; cette diminution d'amplitude sera d'autant plus rapide que les pertes d'énergie seront plus grandes. Pour une certaine valeur de ces pertes, le système regagnera sa position d'équilibre et s'immobilisera. Le système sera dans un état correspondant à l'*amortissement critique*. Dans cet état il réagira à toutes les impulsions qu'on lui communiquera avec une fidélité parfaite, puisque, à la fin de chaque impulsion, il sera à nouveau en état d'en recevoir une nouvelle : ce qui n'est pas le cas s'il continue à osciller pendant un certain temps (fig. X-3).

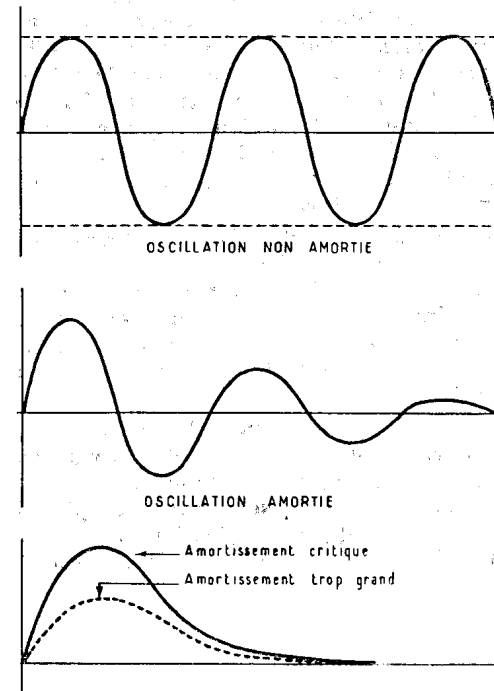


Fig. X-3

Sans amortissement l'oscillation conserve indéfiniment son amplitude bien que l'excitation qui l'a produite ait cessé.

Avec un amortissement insuffisant son amplitude diminue progressivement mais l'oscillation se prolonge plus longtemps que l'excitation qui l'a produite. A l'amortissement critique l'oscillation cesse en même temps que l'excitation.

Quand l'amortissement est trop grand l'amplitude de l'oscillation n'atteint pas son maximum et il y a perte de puissance.

Amortissement critique

Lorsqu'un système est capable de vibrer, comme c'est le cas d'un équipement mobile de haut-parleur, il est soumis à une loi bien connue. Si on déplace cet équipement et que le système soit sans pertes, il continuera à osciller indéfiniment autour de sa position d'équilibre grâce à l'énergie

Si on continue à augmenter les pertes, l'équipage n'atteindra même plus l'amplitude maximum correspondant à l'impulsion de départ et son rendement sera mauvais.

L'utilisation correcte d'un haut-parleur consiste donc, avant tout, à le mettre dans l'état correspondant à son amortissement critique. Il faut, pour cela, avoir un moyen de doser les pertes et ces pertes étant surtout d'origine ohmique seront proportionnelles au carré du courant, lequel dépendra de la résistance du circuit sur lequel se ferme la bobine mobile.

Une expérience facile à faire et montrant le bien fondé de ce que nous venons de dire est la suivante.

Prenons un haut-parleur à aimant permanent et donnons une chiquenaude sur le cône, celui-ci va effectuer quelques vibrations. Faisons maintenant la même expérience en court-circuitant la bobine mobile, l'équipage sera énergiquement freiné et s'arrêtera presque immédiatement.

Dans le premier cas, la bobine était fermée sur une résistance infinie et le courant était nul. Dans le second cas, la bobine était fermée sur sa propre résistance ohmique, donc elle était le siège d'un fort courant.

Il est possible de faire en sorte que la bobine soit fermée sur cette résistance ohmique et même sur une résistance plus faible en neutralisant par un effet de résistance négative la résistance propre de la bobine, tout cela par l'effet de charge de l'amplificateur.

Si le haut-parleur est de bonne qualité, il ne sera pas nécessaire de descendre au-dessous de la résistance ohmique de la bobine mobile. Pour les fréquences basses, l'amortissement joue un rôle capital et une bobine mobile en fil de cuivre sera préférable à une bobine d'aluminium à cause de sa plus faible résistance ohmique. On sera même souvent obligé d'ajouter une résistance à celle de la bobine pour assurer l'amortissement critique.

Il va de soi, que plus l'amortissement naturel du haut-parleur sera grand, moins il faudra avoir recours à un amortissement extérieur.

Moyens de réaliser l'amortissement critique

On peut, dans le cas où la résistance du circuit assurant l'amortissement critique est supérieure à la résistance ohmique de la bobine, déterminer expérimentalement cette résistance. Il suffit de posséder un oscilloscope et de réaliser le petit appareillage suivant.

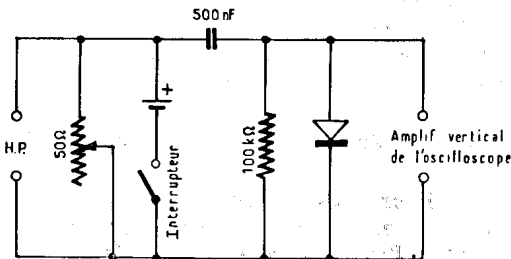


Fig. X-4

Système permettant de voir si un H.-P. peut être amené à l'amortissement critique et les conditions à réaliser dans ce but.

Il se compose d'un générateur d'impulsion constitué par une pile d'1,5 volt et d'un interrupteur qu'on ouvre et ferme successivement; d'un potentiomètre ayant une résistance totale égale à environ 4 fois la résistance du HP à essayer (entre 10 et 50 Ω).

La capacité de 500 nF et la résistance de 100 K Ω ont pour but de stabiliser la trace de l'oscilloscope et le détecteur au germanium de ne faire enregistrer à l'oscilloscope que les impulsions provenant de l'ouverture du circuit; celles qui correspondent à la fermeture étant court-circuitées par le détecteur.

En observant la forme des impulsions pour différentes valeurs de la résistance du potentiomètre on déterminera la valeur de la résistance qui donne une impulsion dépourvue d'oscillations parasites. On s'arrêtera au moment précis où ces oscillations disparaissent.

La résistance du potentiomètre sera celle qu'il faut ajouter à celle du haut-parleur pour obtenir l'amortissement critique.

Le haut-parleur ainsi essayé devra être dans ses conditions de fonctionnement normal c'est-à-dire fixé, sur le meuble ou le baffle, ou dans l'enceinte pour lesquels il est prévu.

Facteur d'amortissement

Si le haut-parleur a une impédance Z et que le transformateur de sortie a un rapport de transformation: n , le haut-parleur assurera à l'étage final une charge égale à n^2Z .

Réciproquement si l'amplificateur a une impédance de sortie Z_s , elle se présentera sur la bobine mobile avec une valeur égale à $\frac{Z_s}{n^2}$; et ce sera elle qui amortira le haut-parleur.

L'amortissement peut donc être représenté par le rapport $\frac{Z_s}{n^2Z}$. On

l'appelle: facteur d'amortissement.

Prenons un exemple qui fera mieux comprendre de quoi il s'agit.

Un push-pull de lampes EL84 utilisées en pentodes sans réaction négative de tension a une impédance de sortie de plaque à plaque de 76 K Ω . La résistance de charge de plaque à plaque conseillée est 8 000 Ω .

Le facteur d'amortissement est dans ce cas: $\frac{8\ 000}{76\ 000} = 0,1$.

Utilisons ces lampes à charge cathodique, c'est-à-dire, en attaquant le transformateur de sortie par les cathodes au lieu de l'attaquer par les plaques; l'impédance de sortie étant sensiblement égale à l'inverse de la pente sera pour chaque lampe environ 90 Ω soit 180 Ω de cathode à cathode.

Le facteur d'amortissement sera dans ce cas $\frac{8\ 000}{180} = 44$.

Dans le premier cas le haut-parleur sera shunté par une résistance
 $\frac{76\ 000}{n^2}$ égale à $\frac{180}{n^2}$ alors que dans le deuxième cas il sera shunté par une
 résistance égale à $\frac{180}{n^2}$.

On conçoit que dans le premier cas le haut-parleur fonctionnera
 pratiquement à circuit ouvert. En effet si $n = 30$, ce qui correspond
 à un haut-parleur ayant une impédance de $9\ \Omega$, la résistance shuntant
 le haut-parleur sera $\frac{76\ 000}{900} = 84\ \Omega$, valeur très grande comparée à $9\ \Omega$.

Dans le deuxième cas, elle sera $\frac{180}{900} = 0,2\ \Omega$.

Le haut-parleur sera pratiquement en court-circuit. Il est incontes-
 table que la reproduction sera incomparablement meilleure avec la
 deuxième façon de procéder.

Ceci explique pourquoi les lampes triodes ou les pseudo-triodes
 (pentodes connectées en triodes) ont la préférence des amateurs de haute
 fidélité.

Des 6L6 montées en triodes ont une résistance interne de $1\ 700\ \Omega$
 et une charge de plaque de $6\ 000\ \Omega$. Le facteur d'amortissement est
 $\frac{6\ 000}{1\ 700} = 3,5$.

La même lampe utilisée en tétrade a un facteur d'amortissement de
 $\frac{2\ 500}{22\ 500} = 0,11$.

Or, nous l'avons vu dans le chapitre consacré à la réaction, il existe
 deux moyens de réduire l'impédance de sortie d'un amplificateur d'une
 part la *réaction négative de tension* qui jusqu'ici a été à peu près la
 seule à être employée et la *réaction positive d'intensité*.

On peut en utilisant conjointement les deux modes de réaction
 obtenir un facteur d'amortissement suffisant ; la réaction positive permet
 même d'obtenir un effet de résistance négative qui, si besoin est, peut
 permettre d'amener à l'amortissement critique un haut-parleur dont la
 seule résistance ohmique est déjà trop importante.

Avant de se servir de ce deuxième type de réaction, il faudra tirer
 tout le parti possible du premier mode car il sert en outre à corriger
 les distorsions ; le deuxième type de réaction agit, lui dans le sens
 opposé, aussi faut-il en user avec ménagement.

Avec un amplificateur à triode, bien construit, ayant un excellent
 transformateur de sortie, il sera possible d'obtenir avec la seule réaction

négative de tension un facteur d'amortissement convenable mais avec un
 amplificateur à pentodes, l'obtention d'un facteur d'amortissement de 10
 alors qu'il est normalement de 0,1 exige une réaction négative de tension
 ayant un facteur de correction égal à 100, ce qui correspond à 40 db,
 or il est difficile de dépasser 25 db sans risque d'instabilité. A ce
 moment une réaction positive d'intensité s'imposera pour amener à la
 valeur voulue l'impédance de sortie. La tâche sera d'autant plus lourde
 que le haut-parleur aura un médiocre amortissement naturel.

L'impédance d'un haut-parleur variant avec la fréquence, le facteur
 d'amortissement ne sera pas le même tout au long du registre musical.

Si on utilise plusieurs haut-parleurs assurant chacun la reproduction
 d'une partie du registre musical, l'impédance sera pratiquement cons-
 tante dans la gamme affectée à chaque haut-parleur.

L'impédance nominale d'un haut-parleur est donnée à une certaine
 fréquence 400 ou 1 000 c/s ; elle peut varier dans le rapport de 1 à 10
 pour un mauvais haut-parleur ; l'impédance moyenne d'un HP est voisine
 de deux fois son impédance nominale. Il sera prudent d'en tenir compte
 dans un projet d'amplificateur.

Amortissement électrique

Nous avons vu qu'à la résonance, la vitesse de l'équipage mobile
 augmente. Quand la bobine va accélérer son mouvement la variation du
 flux magnétique va augmenter et le courant induit va freiner le mouve-
 ment de la bobine en créant des pertes d'autant plus grande que le
 champ magnétique sera plus grand (aimant à fort champ) et que la
 résistance du circuit : bobine mobile — secondaire du transformateur de
 sortie, sera petite. La résonance pourra donc être atténuée par l'ampli-
 ficateur qui permet d'agir sur la résistance du circuit.

Ceci n'est utile qu'aux fréquences basses pour lesquelles les mouve-
 ments de l'équipage mobile ont une grande amplitude.