

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 23155**

---

(54) Amplificateur basse fréquence à découpage ou modulation de largeur d'impulsion pour reproduction sonore ou toute amplification basse fréquence.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). H 03 F 3/00.

(22) Date de dépôt..... 11 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 24 du 17-6-1983.

---

(71) Déposant : HAMELIN Gilbert. — FR.

(72) Invention de : Gilbert Hamelin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

Depuis l'apparition de l'enregistrement de la transmission et de la reproduction des sons, un parmi les problèmes de base a été d'amplifier un signal électrique de faible niveau pour l'amener à beaucoup plus grande puissance à l'instrument de reproduction sonore proprement dit qu'est le haut parleur.

Le haut parleur transforme les variations de tension ou plus exactement les variations de courant qui lui sont appliquées en mouvements d'une membrane qui reproduit les sons en transmettant des variations de pression.

L'amplificateur, entre les différents moyens de transmission acoustique et le haut parleur, bien que simple intermédiaire, pose pourtant des problèmes délicats qui se traduisent par des nécessités technologiques synonymes de prix élevé.

Les difficultés portent sur les points suivants :

- LINEARITE : La "Sortie" : commande vers le haut parleur, doit être l'image fidèle du signal d'entrée : signal reçu.

Il ne doit pas y avoir de distorsion, c'est-à-dire qu'une onde pure à l'entrée doit être pure, sans déformation à la sortie.

- RENDEMENT : c'est une notion un peu complexe où plusieurs considérations sont prises en compte :

La puissance totale absorbée sur la source d'alimentation, malheureusement toujours supérieure à celle fournie au haut parleur, ne doit dépasser celle-ci que le moins possible : c'est le rendement.

Comme cette puissance est continuellement variable selon le son complexe à transmettre, l'amplificateur a évidemment une certaine difficulté à adapter sa capacité de puissance à celle instantanément nécessaire.

En pratique, l'amplificateur est prévu pour la puissance instantanée maximum à produire (puissance crête) qui se trouve déterminée, en fonction du haut parleur choisi par des valeurs maximales de tension et de courant.

Dans l'état actuel de la technique, le haut parleur est donc commandé par une onde observable en tension ou en courant à l'oscilloscope identique à celle qui est appliquée à l'entrée, et conforme aux définitions habituelles de fréquence, d'amplitude, pour décrire une onde électroacoustique.

Les transistors de sortie, ont évidemment à leurs bornes, à chaque instant la différence de tension entre l'alimentation et la tension aux bornes du haut parleur, avec le courant prélevé par le haut parleur.

Inévitablement une puissance, fraction importante de la puissance utile est dissipée dans les transistors de sortie qui doivent être dimensionnés en conséquence et refroidis.

La présente invention décrit un amplificateur basé sur un principe différent, ou, au lieu d'amplifier en puissance le signal proposé, on va par un artifice, commander le haut parleur par une onde rectangulaire à fréquence ultrasonique, donc, inaudible, à rapport cyclique variable.

Les avantages importants sont :

- 10 - Puissance dissipée extrêmement faible dans les semi-conducteurs de commande qui sont, soit saturés, soit "ouverts" (non conducteurs);
- Linéarité excellente pratiquement parfaite de la commande.

La conséquence évidente est de faire un amplificateur plus petit ; pas de chaleur à dissiper, moins cher : car les composants de puissance sont à performances finales égales, plus petits que les composants habituels pour ce genre de problème, et cet argument est bien sûr extrêmement important pour tout développement industriel et commercial.

20 La présente description concerne une réalisation particulière, mais très simple, quoique donnant tous les avantages du système et utilisant des composants très classiques.

D'autres façons de faire peuvent naturellement être envisagées pour aboutir au même résultat qui est finalement la commande du haut parleur par une onde rectangulaire ultrasonique à rapport cyclique variable, représentative du son à transmettre.

Figure I (Planche unique)

L'amplificateur opérationnel A 1 (en fait comparateur à réponse rapide) est monté selon une technique très connue, en oscillateur.

30 en a, on a une onde en dents de scie dont l'amplitude dépend du rapport R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> et la fréquence des composants R<sub>3</sub> C.

R<sub>4</sub> R<sub>5</sub> est un diviseur (1/2) pour faire fonctionner le circuit vers le milieu de la tension d'alimentation.

La fréquence peut être choisie, par exemple, entre 50 KHZ à 100 KHZ, mais ceci n'a aucune nécessité d'être précis et le fonctionnement reste bon du moment que cette fréquence est largement ultrasonique.

Le deuxième amplificateur A 2 compare la dent de scie du signal recentré derrière la capacité C 2 sur la ligne médiane de la dent de scie, puisque ramené à U/2 par R 6.

A 2 délivre donc des impulsions rectangulaires à rapport cyclique variable comme indiqué sur les graphiques (onde en 6)

Les étages suivants n'ont pour but que d'amplifier ce signal rectangulaire pour l'amener sous la même tension d'alimentation (ou, une, éventuellement plus élevée) à une commande de courant plus importante.

L'étage de sortie est du type complémentaire, un transistor est coupé quand l'autre conduit et réciproquement.

La capacité C 3 de forte valeur (500 à 1000  $\mu F$ ) commande le haut parleur dont l'autre extrémité est à la masse.

Le haut parleur reçoit donc, directement transmise par C 3 l'aide rectangulaire à rapport cyclique variable.

La qualité de la reproduction est tout aussi parfaite que celle obtenue avec une onde normale, acoustiquement on note même certains avantages :

- les fréquences très basses ou très hautes, sont parfaitement reproduites, puisque dans l'amplificateur lui-même, les limites sont au-delà de l'audible :
  - très basse fréquence et même fréquence zéro, à part le condensateur d'entrée qui pourrait éventuellement être supprimé ;
  - très haute fréquence acoustique audible, puisque la limite est la porteuse elle-même, donc dans les ultrasons, inaudible.
- La puissance sonore générée par le haut parleur est nettement supérieure, pour une puissance totale absorbée à l'alimentation identique à celle obtenue avec une commande classique.

Les avantages apparaissent de façon évidente en plus de la grande simplicité du circuit :

- Dissipation très faible dans les étages de sortie de l'ordre de dix fois moins que dans un amplificateur traditionnel ;
- Linéarité quasi parfaite, par principe, spécialement pour les petits signaux, ce qui est une des principales difficultés des amplificateurs traditionnels.

Ici, le fonctionnement près du zéro du signal d'entrée ne correspond à aucune discontinuité dans le système - la linéarité est totale.

Enfin, pas de nécessité de réglages, ni sur l'entrée des comparateurs : les performances des amplificateurs opérationnels actuels sont telles que la comparaison se place d'elle même

en niveau relatif avec des composants standards, ni sur la sortie après les comparateurs où le fonctionnement en tout ou rien permet des tolérances très larges des composants.

REMARQUES : - Linéarité de la dent de scie, sensibilité.

5 Plus la dent de scie est grande (R 2/R I plus grand) moins elle est linéaire, puisqu'il s'agit, en fait, d'exponentielles, et plus la sensibilité diminue : variation relative plus petite du rapport cyclique pour un même signal d'entrée basse fréquence.

10 Inversement, plus la dent de scie est petite, plus les segments qui la constituent sont proches de droite et plus la sensibilité augmente.

15 Cette deuxième hypothèse paraît plus favorable: on pourrait donc régler le circuit en tendant dans ce sens, mais, la limitation viendra des instabilités qui pourrait en résulter, dues au grand gain nécessaire alors à l'amplificateur et aux dérivés de ces paramètres d'entrée (tension de décalage, courants de polarisation) qui risquent de provoquer la sortie du circuit de sa zone de fonctionnement correct.

20 Une amélioration possible, en particulier si l'on veut recevoir un signal d'entrée de grande amplitude serait de faire le fonctionnement en dents de scie à courant constant, cela est tout à fait inutile pour les signaux arrivant normalement à un tel amplificateur.

25 - Il n'y a pas de contre réaction, comme cela se pratique sur les amplificateurs classiques pour atténuer les défauts - ici, elle est tout à fait inutile.

30 Il serait, cependant, possible avec un tel amplificateur d'asservir la position de la membrane du haut parleur à représenter le signal incident, il suffirait selon la technique normale des asservissements de faire la différence entre le signal représentant la position effective de la membrane et le signal incident et d'appliquer cette différence à l'amplification pour ramener la membrane à la position souhaitée.

- R E V E N D I C A T I O N S -

- I - Amplificateur basse fréquence de puissance comportant un générateur de signaux en forme de dents de scie, un comparateur recevant ladite dent de scie sur une de ses entrées, et le signal basse fréquence sur l'autre, de telle façon que sa sortie soit un signal rectangulaire modulé en rapport cyclique en fonction du signal basse fréquence et sous cette forme de modulation représentant celui-ci, des étages de puissance amplifiant ce signal rectangulaire pour l'appliquer à un haut parleur caractérisé par le fait qu'une onde basse fréquence disponible sous la forme habituelle d'un mélange d'ondes de fréquences et d'amplitudes variables continuellement, est transformée en une onde rectangulaire à fréquence ultrasonique, c'est-à-dire inaudible à l'oreille humaine, dont le rapport cyclique instantané (rapport entre le temps niveau haut par rapport au temps niveau bas) est lié linéairement à la valeur instantanée du signal incident.
- 2 - Amplificateur caractérisé par le fait qu'une onde rectangulaire à rapport cyclique variable représentative d'une onde basse fréquence, selon la revendication I est appliquée à un haut parleur.
- 3 - Système générateur caractérisé par le fait qu'il fait fonctionner un haut parleur, pour qu'il produise des sons habituels en lui appliquant des signaux rectangulaires à fréquence ultrasonique modulés en rapport cyclique variable.
- 4 - Système d'amplificateur caractérisé par la transformation d'une onde basse fréquence, transportant un signal sonore, par la technique du découpage en onde rectangulaire à rapport cyclique variable pour diminuer considérablement la puissance perdue dans les étages de puissance, en les faisant fonctionner en "tout ou rien" (saturé ou coupé)
- 5 - Système générateur de sons caractérisé par le fait de transmettre un signal rectangulaire à rapport cyclique variable produit par des semi-conducteurs ou tout élément de comutation, à un haut parleur à travers une capacité.

1/1

