

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31.03.09.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.10.10 Bulletin 10/39.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : STMICROELECTRONICS (GRENO-
BLE 2) SAS Société par actions simplifiée — FR.

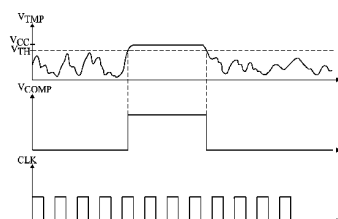
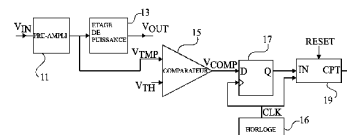
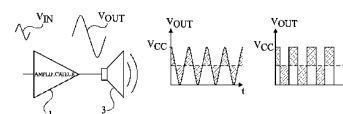
⑦2 Inventeur(s) : RABARY VINCENT, CITTADINI
ROBERT, HUFFENUS ALEXANDRE et PILLONNET
GAEL.

⑦3 Titulaire(s) : STMICROELECTRONICS (GRENOBLE
2) SAS Société par actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET BEAUMONT.

⑤4 PROCÉDE DE MESURE DU TAUX DE SATURATION D'UN AMPLIFICATEUR AUDIO.

⑤7 L'invention concerne un procédé de mesure du taux
de saturation d'un étage de sortie audio, ce procédé com-
portant les étapes suivantes: analyser un signal d'entrée ou
de sortie (V_{TMP}) de l'étage de sortie (11, 13) au cours de pé-
riodes d'horloge successives, et compter le nombre de pé-
riodes d'horloge, parmi ces périodes successives, pendant
lesquelles ledit signal est à un état correspondant à une sa-
turation de l'étage.



PROCÉDÉ DE MESURE DU TAUX DE SATURATION D'UN AMPLIFICATEUR AUDIODomaine de l'invention

La présente invention concerne les dispositifs audio comportant notamment un amplificateur de sortie relié à un haut-parleur, l'amplificateur de sortie étant susceptible d'entrer en
5 état de saturation.

Exposé de l'art antérieur

Un dispositif audio comporte généralement des étages amont, dont la fonction principale est de traiter et/ou de décoder et de pré-amplifier un signal audio stocké sur un
10 support quelconque, par exemple une mémoire interne, un disque optique ou tout signal audio incident, et un amplificateur de puissance de sortie, dont le rôle est de produire un signal audio analogique adapté à des haut-parleurs de sortie.

La figure 1A représente de façon schématique la partie
15 terminale d'un dispositif audio. Un amplificateur 1 reçoit un signal audio V_{IN} , produit par des étages amont, et fournit un signal audio V_{OUT} , image amplifiée du signal V_{IN} , à un haut-parleur 3. L'amplificateur 1 a une amplitude de sortie maximale V_{CC} déterminée par sa tension d'alimentation.

20 Les figures 1B et 1C représentent des exemples d'évolution du signal audio V_{OUT} en fonction du temps.

La figure 1B représente un cas d'utilisation optimale de l'amplificateur 1, c'est-à-dire que l'amplitude du signal audio de sortie est maximale (égale à V_{CC}).

La figure 1C représente un autre exemple d'évolution
5 du signal audio V_{OUT} en fonction du temps. Dans ce cas, l'amplificateur 1 est fortement saturé et le signal de sortie est écrêté. Les caractéristiques du signal sonore sont alors dégradées, notamment par l'introduction d'harmoniques indésirables.

10 La puissance du signal de sortie V_{OUT} est égale à l'aire de la surface délimitée par la courbe représentative du signal et par la droite représentant le point milieu, ou potentiel continu de mode commun, de l'amplificateur 1. Cette surface est représentée par les zones hachurées des figures 1B
15 et 1C. Du fait de l'écrêtage des pics du signal, la puissance de sortie augmente avec la saturation. La puissance d'un signal de sortie optimal, tel que représenté sur la figure 1B (amplitude égale à V_{CC} et pas d'écrêtage), correspond à la puissance nominale de l'amplificateur 1. En cas de très forte saturation
20 (figure 1C), la puissance du signal de sortie V_{OUT} peut doubler par rapport à cette puissance nominale. En outre, le signal comporte alors un grand nombre d'harmoniques distinctes, pouvant être critique pour le haut parleur.

Ainsi, un écrêtage en cas de saturation, implique de
25 prévoir un haut-parleur 3 capable de supporter jusqu'à deux fois la puissance nominale du signal de sortie. Ceci est regrettable et contraire aux objectifs courants de miniaturisation.

On cherche donc une solution alternative à l'écrêtage du signal audio de sortie V_{OUT} en cas de saturation.

30 Une méthode de protection, couramment désignée dans la technique par les termes anglo-saxons "soft-clipping", consistant à systématiquement arrondir, par filtrage, les crêtes du signal audio, permet de s'affranchir des légères saturations. Un inconvénient de cette méthode réside dans la diminution de la
35 puissance nominale de l'amplificateur. De plus, le signal est

distordu, même lorsque l'amplificateur n'est pas saturé. Cette protection est en outre inefficace contre les fortes saturations.

On utilise aussi des procédés de commande automatique de gain, couramment désignés dans la technique par le sigle AGC (automatic gain control). Ces procédés consistent à ramener les pics trop intenses du signal audio à l'amplitude de sortie maximale V_{CC} de l'amplificateur 1. Des moyens de mesure de la valeur moyenne de la tension V_{OUT} de sortie sont reliés à des moyens de contrôle du gain de l'amplificateur 1. De tels procédés ont pour effet de renforcer les parties de faible amplitude du signal et d'atténuer les parties fortes. Un inconvénient de ce type de procédé réside dans la perte d'information d'amplitude du signal audio. En outre, la mesure de la valeur moyenne de la tension V_{OUT} à la sortie de l'amplificateur 1 introduit des retards dans l'ajustement du gain.

Un taux de saturation maximal dans le signal V_{OUT} pouvant être supporté par le haut parleur 3 sans entraîner de dommages est généralement déterminé (par exemple par simulation). Il est donc souhaitable de pouvoir déterminer avec précision le taux de saturation du signal de sortie V_{OUT} . Les solutions existantes de mesure du taux de saturation, notamment basées sur des mesures du niveau moyen de la tension de sortie V_{OUT} , sont imprécises et introduisent des retards.

Résumé

Un mode de réalisation de la présente invention vise à proposer un procédé permettant de mesurer avec précision le taux de saturation d'un amplificateur de sortie de dispositif audio.

Un mode de réalisation de la présente invention vise en outre à proposer un procédé permettant d'adapter le gain de l'amplificateur de sortie à la saturation mesurée.

Un objet d'un mode de réalisation de la présente invention est de permettre de choisir un compromis optimal entre

la puissance utile émise par l'application, la distorsion du signal sonore, et la protection du haut-parleur.

Un objet particulier d'un mode de réalisation de la présente invention est d'appliquer de tels procédés à des dispositifs audio dans lesquels l'amplificateur de sortie est un amplificateur de classe D.

Ainsi, un mode de réalisation de la présente invention prévoit un procédé de mesure du taux de saturation d'un étage de sortie audio, ce procédé comportant les étapes consistant à analyser un signal d'entrée ou de sortie de l'étage de sortie au cours de périodes d'horloge successives, et compter le nombre de périodes d'horloge, parmi ces périodes successives, pendant lesquelles ledit signal est à un état correspondant à une saturation de l'étage.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'étage de sortie audio comprend un amplificateur de classe D.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé comprend en outre la détermination de ce que ledit nombre est :

- inférieur ou égal à une première valeur,
- compris entre la première valeur et une seconde valeur,
- supérieur à la seconde valeur.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la première valeur est égale à 0.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la seconde valeur est comprise entre 30 et 60 pourcent du nombre de périodes d'horloge successives considérées pour compter ledit nombre.

Un mode de réalisation de la présente invention prévoit un procédé d'ajustement du gain d'un étage de sortie audio en fonction du taux de saturation de cet étage, le taux de saturation étant mesuré comme ci-dessus, ce procédé comportant les étapes consistant à établir le gain à une valeur nominale, réduire le gain si ledit nombre est supérieur à la seconde valeur et si le gain est supérieur à une valeur minimale,

maintenir le gain constant si ledit nombre est compris entre la première valeur et la seconde valeur, et augmenter le gain si ledit nombre est inférieur à la première valeur et si le gain est inférieur à sa valeur nominale.

5 Selon un mode de réalisation de la présente invention, la réduction et l'augmentation du gain se font par incréments.

 Un mode de réalisation de la présente invention prévoit un dispositif de mesure du taux de saturation d'un étage de sortie audio, comportant un générateur de signal d'horloge, des moyens pour analyser, au cours de périodes d'horloge
10 successives, un signal d'entrée ou de sortie de l'étage de sortie, et des moyens pour compter le nombre de périodes d'horloge, parmi ces périodes successives, pendant lequel ledit signal est à un état correspondant à une saturation de l'étage.

15 Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'étage de sortie comporte un amplificateur de puissance fournissant un signal à états discrets.

 Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'amplificateur de puissance est un amplificateur de classe D.

20 Brève description des dessins

 Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

25 la figure 1A, précédemment décrite, représente de façon schématique la sortie d'un dispositif audio ;

 les figures 1B et 1C, précédemment décrites, sont des chronogrammes partiels et schématiques représentant deux exemples d'évolution de la tension de sortie V_{OUT} de
30 l'amplificateur de sortie 1 ;

 la figure 2 représente un exemple d'architecture de l'étage de sortie d'un dispositif audio selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

 les figures 3A à 3C sont des chronogrammes partiels et
35 schématiques représentant des exemples d'évolution des tensions

en fonction du temps en différents points de l'étage de sortie de la figure 2 ;

la figure 4 représente, de façon schématique, des étapes d'un procédé d'ajustement du gain d'un amplificateur de sortie d'un dispositif audio en fonction de la saturation ;

la figure 5 représente un exemple d'architecture de l'étage de sortie d'un dispositif audio selon un second mode de réalisation de l'invention ; et

les figures 6A à 6C sont des chronogrammes partiels et schématiques représentant des exemples d'évolution des tensions en différents points de l'étage de sortie de la figure 5.

Description détaillée

Par souci de clarté, de mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références aux différentes figures. En outre, les chronogrammes des figures 1A, 1B, 3A à 3C, et 6A à 6C ne sont pas tracés à l'échelle.

La figure 2 représente un exemple d'étage de sortie d'un dispositif audio. Un amplificateur de puissance 1 reçoit un signal audio V_{IN} , produit par des étages amont (non représentés), et fournit un signal audio V_{OUT} , image amplifiée du signal V_{IN} . L'amplificateur 1 est composé d'un étage pré-amplificateur 11 et d'un étage de puissance 13. Un comparateur 15 reçoit le signal V_{TMP} de sortie de l'étage pré-amplificateur 11 et une tension continue V_{TH} dont le niveau correspond à une saturation de l'amplificateur 1. Un générateur de signal d'horloge 16 fournit un signal d'horloge CLK. Une bascule D 17, pilotée par le signal d'horloge CLK, reçoit, via une borne d'entrée D, le signal de sortie V_{COMP} du comparateur 15. La bascule 17 recopie l'état (haut ou bas) de son entrée D sur sa sortie Q à chaque front montant du signal d'horloge CLK. La sortie Q de la bascule D 17 est connectée à une borne d'entrée IN d'un compteur 19. Le compteur 19, piloté par le signal d'horloge CLK, incrémente sa valeur de sortie à chaque front montant du signal CLK, si l'entrée IN est à l'état haut. Un

signal RESET commande la remise à zéro de la valeur de sortie CPT du compteur 19 après un nombre choisi de périodes d'horloge.

Les figures 3A à 3C, sont des chronogrammes partiels et schématiques représentant des exemples d'évolution des tensions en différents points de l'étage de sortie de la figure 2. La figure 3A représente le signal de sortie V_{TMP} de l'étage pré-amplificateur 11. La figure 3B représente le signal de sortie V_{COMP} du comparateur 15. La figure 3C représente le signal d'horloge CLK.

10 Lorsque le signal V_{TMP} dépasse la tension V_{TH} correspondant à une saturation de l'amplificateur 1, le signal de sortie V_{COMP} du comparateur 15 est à un état haut. Lorsque V_{TMP} ne dépasse pas la tension V_{TH} , V_{COMP} est à un état bas. A chaque front montant d'horloge, la bascule 17 mémorise l'état de la sortie V_{COMP} du comparateur 15. Ainsi, la sortie CPT du compteur 19 indique le nombre de périodes d'horloge pendant lesquelles l'amplificateur 1 est en état de saturation.

Pendant un intervalle de temps choisi, le pourcentage des périodes d'horloge pendant lesquelles l'amplificateur est saturé, constitue une indication précise du taux de saturation de l'amplificateur 1. La précision de la mesure est déterminée par la fréquence du signal d'horloge. Pour une mesure précise, la fréquence du signal d'horloge doit être supérieure aux plus hautes fréquences devant être reproduites par le dispositif audio. En outre, l'intervalle de temps pendant lequel est déterminé le taux de saturation doit être suffisamment long pour permettre de réaliser des mesures sur des signaux de basses fréquences. On pourra par exemple utiliser une horloge cadencée à 250 kHz et réaliser des mesures du taux de saturation sur des intervalles de temps compris entre 1 et 20 ms, soit 250 à 5000 périodes d'horloge.

La figure 4, illustre de façon schématique des étapes d'un procédé d'ajustement du gain de l'amplificateur de sortie 1 en fonction de la saturation. Le gain de l'amplificateur 1 est variable et peut prendre l'une de quatre valeurs discrètes

successives $G1$ à $G4$, avec $G1 > G2 > G3 > G4$. La valeur $G1$ correspond au gain nominal de l'amplificateur 1. La valeur $G4$ correspond au gain minimal de l'amplificateur 1. Pour réaliser un tel dispositif à gain variable, on pourra utiliser des commutateurs
5 pour sélectionner des résistances de détermination de la valeur du gain.

Le procédé d'ajustement du gain en fonction de la saturation comporte les étapes suivantes :

- mesurer le taux de saturation TSAT de l'amplificateur 1
10 pendant un intervalle de temps, selon le procédé décrit ci-dessus en relation avec les figures 2 et 3A à 3C,
- si TSAT est supérieur à une valeur haute TSAT1 correspondant à un état de forte saturation, et si le gain n'est pas égal à sa valeur minimale $G4$, réduire le gain d'un incrément,
- 15 - si TSAT est inférieur à une valeur basse TSAT2 correspondant à un état de saturation négligeable, et si le gain n'est pas égal à sa valeur nominale $G1$, augmenter le gain d'un incrément,
- si TSAT est compris entre TSAT1 et TSAT2, correspondant à un
20 niveau de saturation toléré, maintenir le gain inchangé.

L'intervalle de temps pendant lequel est mesuré le taux de saturation TSAT peut être fixé de façon distincte selon que la décision résultant de cette mesure est une diminution, un maintien, ou une augmentation du gain. Par exemple, une
25 diminution ou un maintien du gain résulteront d'une mesure du taux de saturation sur un intervalle de temps de 1 à 2 ms alors qu'une augmentation du gain résultera d'une mesure du taux de saturation sur un intervalle de temps de 10 à 20 ms.

On peut ainsi mesurer finement la saturation de
30 l'amplificateur 1 et adapter le taux de saturation de l'amplificateur 1 quels que soient les critères de qualité sonore, de puissance émise, et de protection du haut-parleur visés.

Un aspect de la présente invention est d'appliquer les
35 procédés de mesure du taux de saturation et d'ajustement du gain

décrits ci-dessus au cas où l'amplificateur de sortie est un amplificateur de classe D. Dans ce cas, le procédé de mesure de saturation est tout particulièrement efficace et simple à mettre en oeuvre.

5 La figure 5 représente un exemple d'étage de sortie d'un dispositif audio selon un mode particulier de réalisation de l'invention dans le cas où l'amplificateur de sortie est un amplificateur de classe D. Un amplificateur de classe D 21 reçoit un signal audio V_{IN} , produit par des étages amont, et un
10 signal d'horloge CLK, produit par un générateur de signal d'horloge 20. L'amplificateur 21 fournit un signal audio V_{OUT} , image amplifiée du signal V_{IN} .

Un amplificateur de classe D est un amplificateur ayant un étage de sortie dont les transistors de puissance sont
15 utilisés comme des interrupteurs. Le signal de sortie V_{OUT} est donc à états discrets. Comme cela sera expliqué plus en détail ci-après en relation avec les figures 6A à 6C, le signal d'entrée V_{IN} est généralement converti en une série d'impulsions (V_{OUT}) dont la valeur moyenne est proportionnelle à l'amplitude
20 du signal V_{IN} à un instant donné. Un tel procédé est couramment désigné dans la technique par les termes "modulation de largeur d'impulsion", ou par le sigle PWM (pulse width modulation). Pour retrouver l'image amplifiée du signal d'entrée V_{IN} à partir du signal discret V_{OUT} on peut utiliser un filtre passe-bas, afin
25 d'éliminer les composantes à hautes fréquences introduites par la modulation de largeur d'impulsion. Dans le cas d'un dispositif audio, le haut-parleur fait généralement office de filtre passe-bas. On peut donc directement appliquer au haut-parleur 3 le signal discret V_{OUT} . Les amplificateurs de classe D
30 sont fréquemment utilisés dans les dispositifs audio, notamment en raison des faibles déperditions de puissance qu'ils génèrent. Typiquement, 80 à 95% de la puissance d'alimentation consommée est restituée au haut-parleur.

Les figures 6A à 6C sont des chronogrammes partiels et
35 schématiques illustrant le fonctionnement de l'amplificateur de

classe D 21 de la figure 5. Un signal triangulaire TRS de même fréquence que le signal d'horloge CLK est produit dans le bloc amplificateur 21. L'amplificateur 21 comporte un comparateur, non représenté, qui reçoit le signal d'entrée V_{IN} et le signal triangulaire TRS. Le signal de sortie V_{OUT} de l'amplificateur 21 est lié au signal de sortie de ce comparateur, c'est-à-dire qu'il est à l'état haut quand $V_{IN} < TRS$ et à l'état bas quand $V_{IN} > TRS$. L'amplitude V_{CC} du signal triangulaire TRS est déterminée par la tension d'alimentation de l'amplificateur.

10 Lorsque $V_{IN} > V_{CC}$, l'amplificateur n'est plus capable de reproduire le signal audio de façon proportionnelle. On dit qu'il est en état de saturation. Pour un bon fonctionnement, la fréquence du signal d'horloge CLK doit être supérieure aux plus hautes fréquences devant être reproduites par le dispositif

15 audio. On pourra par exemple utiliser une horloge cadencée à 250 kHz.

La figure 6A représente le cas d'un signal d'entrée V_{IN} nul. Le signal de sortie V_{OUT} est alors un signal périodique, de même fréquence que le signal d'horloge CLK, et de rapport cyclique égal à 50%.

20

La figure 6B représente le cas d'un signal d'entrée V_{IN} continu positif, de valeur inférieure à l'amplitude V_{CC} du signal triangulaire TRS. Le signal de sortie V_{OUT} est alors un signal périodique, de même fréquence que le signal d'horloge CLK, et de rapport cyclique inférieur à 50%.

25

La figure 6C représente le cas d'un signal d'entrée V_{IN} continu positif, de valeur supérieure à l'amplitude V_{CC} du signal triangulaire TRS. Il s'agit d'un cas de saturation de l'amplificateur 21. Le signal de sortie V_{OUT} reste alors à l'état bas.

30

En fonctionnement non saturé (figures 6A et 6B), le signal de sortie V_{OUT} est à l'état haut à chaque front descendant du signal d'horloge CLK. Si le signal de sortie V_{OUT} est à l'état bas lors d'un front descendant du signal d'horloge CLK, c'est que l'amplificateur est saturé (figure 6C).

35

Comme l'illustre la figure 5, une bascule D 23, pilotée par le signal d'horloge CLK, reçoit le signal de sortie V_{OUT} de l'amplificateur 21 sur son entrée D. Un compteur 25 est piloté par le signal d'horloge CLK. L'entrée IN du compteur 25 est connectée à la sortie Q de la bascule 23. La valeur de sortie CPT du compteur 25 est incrémentée à chaque front montant du signal CLK si son entrée IN est à l'état bas. Un signal RESET commande la remise à zéro de la valeur de sortie CPT du compteur 19 après un nombre choisi de périodes d'horloge.

10 Ainsi, la sortie CPT du compteur 25 indique le nombre de périodes d'horloge pendant lequel l'amplificateur 21 est en état de saturation.

On peut en déduire avec précision le taux de saturation de l'amplificateur 21 pendant un intervalle de temps choisi.

15 On pourra réaliser des mesures du taux de saturation sur des intervalles de temps compris entre 1 et 20 ms, soit 250 à 5000 périodes d'horloge si l'on utilise une horloge cadencée à 250 kHz.

20 La présente invention propose donc un procédé de mesure du taux de saturation s'appliquant de façon particulièrement avantageuse aux dispositifs audio comportant un amplificateur de sortie de classe D. En effet, de tels dispositifs disposent déjà d'une source de signal d'horloge et de moyens de comparaison pour fournir un signal discret caractérisé par des sauts d'impulsion chaque fois que l'amplificateur est en état de saturation. La mise en oeuvre du procédé de détermination du taux de saturation décrit ici ne nécessite alors que l'ajout d'une quantité réduite de portes

25 logiques pour réaliser les fonctions de la bascule D 23 et du compteur 25.

30 Des modes de réalisation particuliers de la présente invention ont été décrits. Diverses variantes et modifications apparaîtront à l'homme de l'art. En particulier, les phases et les niveaux des signaux périodiques décrits précédemment peuvent

35

être inversés, et les circuits pilotés par des signaux d'horloge peuvent être déclenchés indifféremment sur des fronts montants ou sur des fronts descendants de l'horloge. En outre, l'invention ne se restreint pas aux seuls étages de sortie
5 comprenant une bascule D et un compteur tels que décrits précédemment. L'homme de l'art saura mettre en oeuvre le fonctionnement recherché quel que soit le dispositif utilisé pour compter le nombre de périodes d'horloge au cours desquelles l'amplificateur est saturé. L'homme de l'art saura mettre en
10 oeuvre le fonctionnement recherché quelle que soit la classe de l'amplificateur de sortie utilisé. Le mode de réalisation particulier de l'invention décrit précédemment en relation avec les figures 5 et 6A à 6C ne se restreint pas aux seuls dispositifs audio comportant un amplificateur de classe D
15 produisant un signal de sortie à modulation de largeur d'impulsion (PWM) mais s'applique à tout dispositif audio produisant un signal de sortie à états discrets. Dans l'exemple décrit ci-dessus en relation avec la figure 4, le gain peut prendre quatre valeurs distinctes. L'invention ne se limite bien
20 entendu pas à ce seul cas particulier. D'autre part, des exemples de valeurs numériques ont été donnés dans les descriptions précédentes, notamment concernant les fréquences d'horloge et les intervalles de temps de mesure du taux de saturation. L'invention ne se restreint pas à ces seuls cas
25 particuliers. L'homme de l'art saura adapter l'invention pour mettre en oeuvre facilement un procédé de commande automatique du gain (AGC) connu dans l'art antérieur.

REVENDICATIONS

1. Procédé de mesure du taux de saturation d'un étage de sortie audio, comportant les étapes suivantes :

analyser un signal d'entrée ou de sortie (V_{TMP}) de l'étage de sortie (11, 13) au cours de périodes d'horloge successives, et

compter le nombre de périodes d'horloge, parmi ces périodes successives, pendant lesquelles ledit signal est à un état correspondant à une saturation de l'étage.

2. Procédé de mesure du taux de saturation selon la revendication 1, dans lequel l'étage de sortie audio comprend un amplificateur de classe D.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, comprenant en outre la détermination de ce que ledit nombre est :

- inférieur ou égal à une première valeur,
- compris entre la première valeur et une seconde valeur,
- supérieur à la seconde valeur.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la première valeur est égale à 0.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel la seconde valeur est comprise entre 30 et 60 pourcent du nombre de périodes d'horloge successives considérées pour compter ledit nombre.

6. Procédé d'ajustement du gain d'un étage de sortie audio en fonction du taux de saturation de cet étage, le taux de saturation étant mesuré selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, ce procédé comportant les étapes suivantes :

établir le gain à une valeur nominale ($G1$),
réduire le gain si ledit nombre est supérieur à la seconde valeur et si le gain est supérieur à une valeur minimale ($G4$),

maintenir le gain constant si ledit nombre est compris entre la première valeur et la seconde valeur, et

augmenter le gain si ledit nombre est inférieur à la première valeur et si le gain est inférieur à sa valeur nominale (G1).

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel la
5 réduction et l'augmentation du gain se font par incréments.

8. Dispositif de mesure du taux de saturation d'un étage de sortie audio, comportant :

un générateur de signal d'horloge (16 ; 20),
des moyens (15) pour analyser, au cours de périodes
10 d'horloge successives, un signal d'entrée ou de sortie de l'étage de sortie, et

des moyens (17, 19 ; 23, 25) pour compter le nombre de périodes d'horloge, parmi ces périodes successives, pendant lequel ledit signal est à un état correspondant à une saturation
15 de l'étage.

9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel l'étage de sortie comporte un amplificateur de puissance fournissant un signal à états discrets.

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel
20 l'amplificateur de puissance est un amplificateur de classe D.

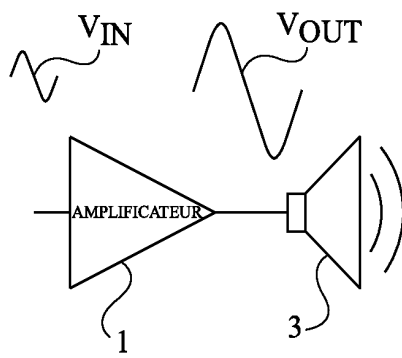


Fig 1A

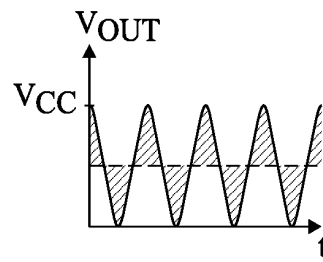


Fig 1B

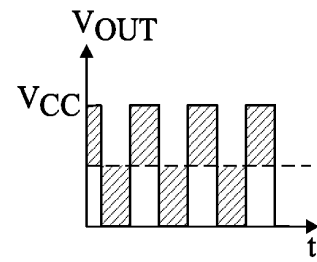


Fig 1C

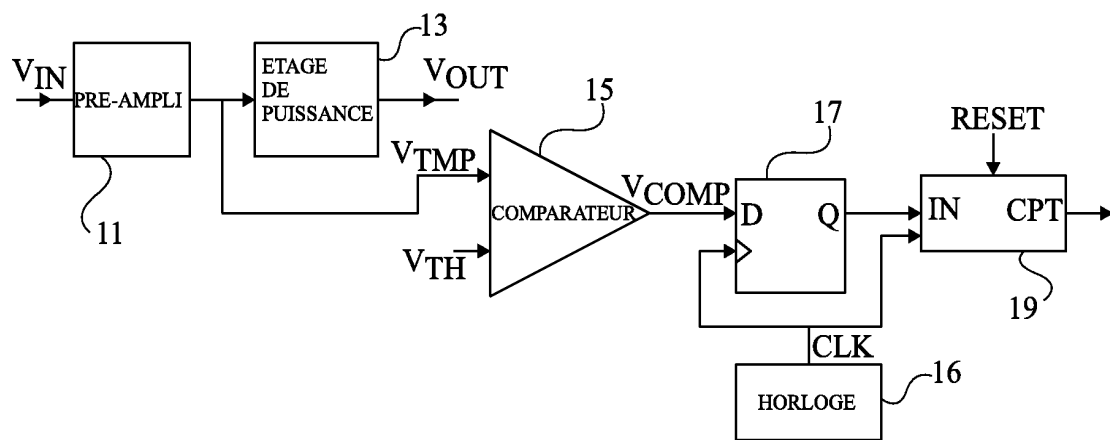


Fig 2

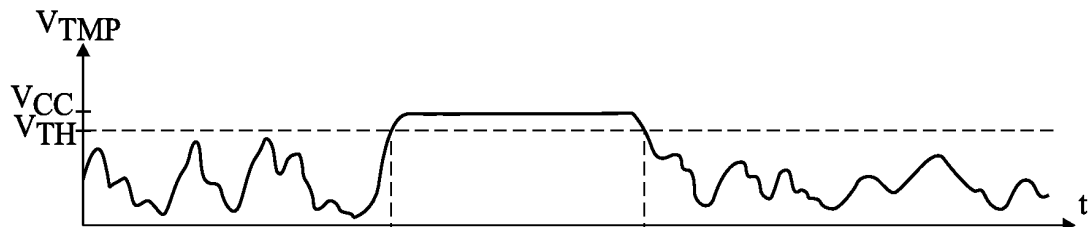


Fig 3A

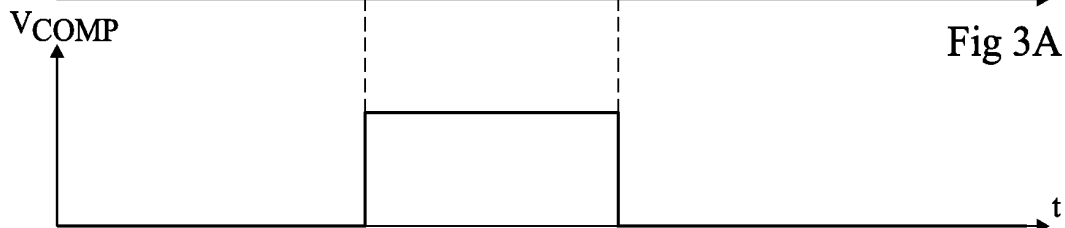


Fig 3B

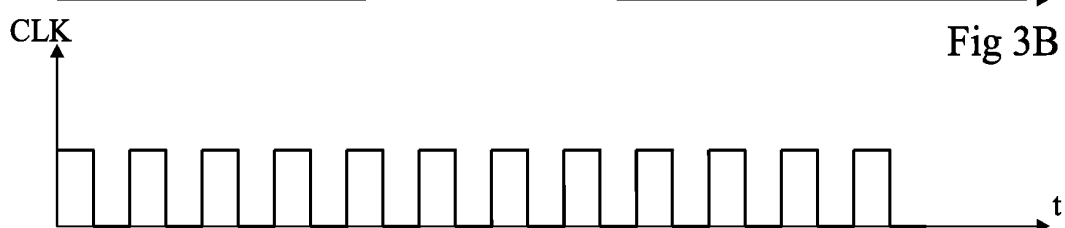


Fig 3C

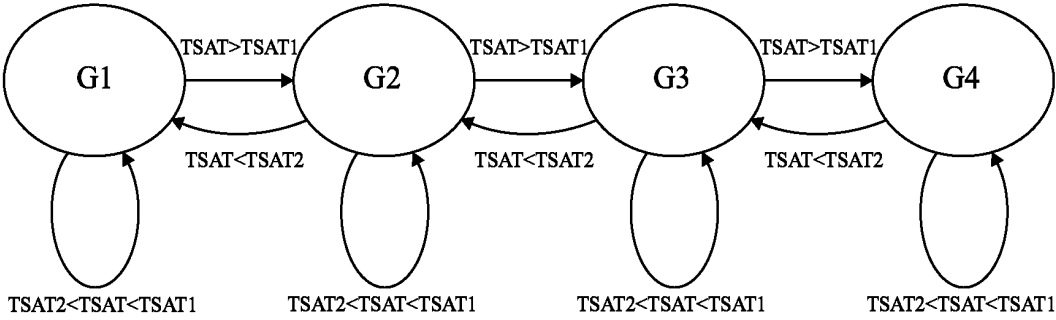


Fig 4

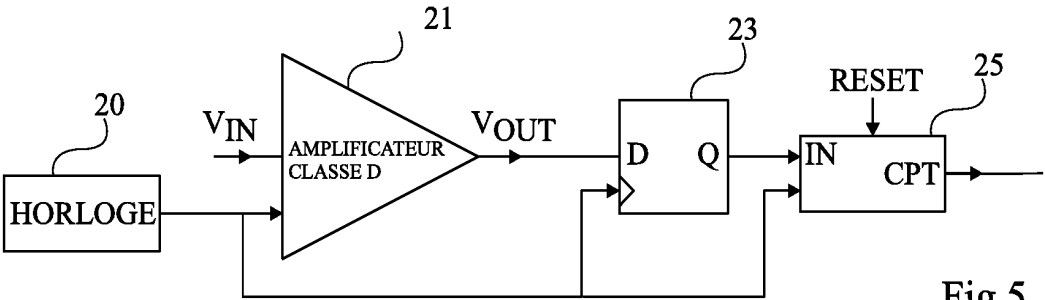


Fig 5

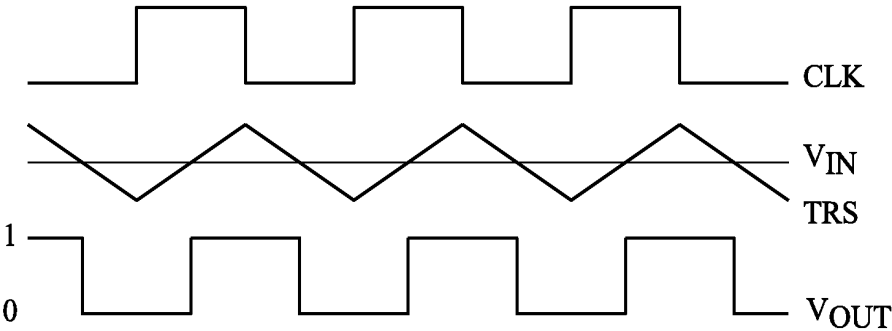


Fig 6A

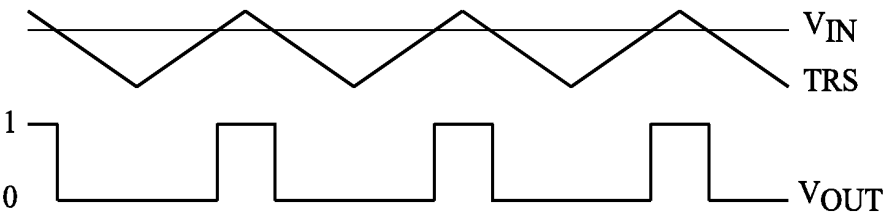


Fig 6B

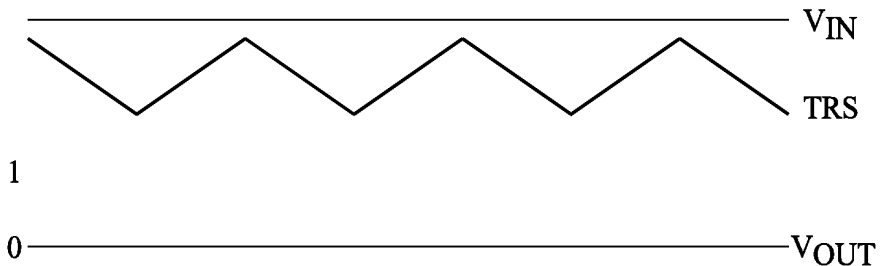


Fig 6C



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 721171
FR 0952063

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 633 940 A (WASSINK DERK JAN CHRIS [NL]) 27 mai 1997 (1997-05-27) * abrégé; figures 1-4 * * colonne 3, ligne 58 - colonne 5, ligne 12 * * colonne 3, ligne 25-34 * -----	1-10	H03G3/20 H03F3/217
X A	US 2004/184621 A1 (ANDERSEN JACK B [US] ET AL) 23 septembre 2004 (2004-09-23) * alinéas [0002] - [0006], [0008], [0009], [0047] - [0057]; revendication 9; figures 4-7 * * abrégé * -----	1-3,8-10 4-7	
X A	EP 1 128 549 A (VISTEON GLOBAL TECH INC [US]) 29 août 2001 (2001-08-29) * abrégé * * figure 5 * -----	1,2,8-10 3-7	
X	US 2006/008095 A1 (TSUJI NOBUAKI [JP]) 12 janvier 2006 (2006-01-12) * alinéas [0047], [0048], [0053] - [0060], [0065], [0067], [0068]; figures 1-8 * -----	1,2,8-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H03F H03G
A	US 6 314 278 B1 (ZAMAT HASSAN [US]) 6 novembre 2001 (2001-11-06) * abrégé; figures 1-8 * -----	1-10	
A	US 2008/018508 A1 (FILIPOVIC DANIEL F [US] ET AL) 24 janvier 2008 (2008-01-24) * alinéas [0003], [0010], [0023], [0031]; figures 1-8 * -----	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 octobre 2009		Fritzsche, H	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0952063 FA 721171**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **30-10-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5633940	A	27-05-1997	AUCUN	
US 2004184621	A1	23-09-2004	AUCUN	
EP 1128549	A	29-08-2001	DE 60106308 D1	18-11-2004
			DE 60106308 T2	09-03-2006
			US 6577737 B1	10-06-2003
US 2006008095	A1	12-01-2006	AUCUN	
US 6314278	B1	06-11-2001	AUCUN	
US 2008018508	A1	24-01-2008	WO 2008014293 A1	31-01-2008