



NONE 82 . 17/7/03 .

Subwoofer asservi

Explications du schéma.

Pas de DSP pour une fonction aussi simple que performante. Quatre AOP et un ampli différentiel. C'est pas cher et je vous garantis que ça marche.

A1 est le préamplificateur de l'accéléromètre. Le gain est ajustable avec P1. L'accéléromètre se connecte sur un jack stéréo. Rouge au +V via un filtre anti ronflement, blanc sortie polarisée au V- par une 180Kohm, noir à la masse.

A2 est un inverseur (gain -1) qui permet de remettre en phase la sortie de l'accéléromètre par rapport au signal audio. Les deux filtres 20Kohm/25nF et 1Kohm/680nF filtrent les modes propres de l'accéléromètre à 1KHz.

Attention: si vous utilisez un autre accéléromètre que le ACH-01, le préampli pourrait être différent et la nécessité de A2 remise en cause.

A3 est l'adaptateur de ligne du signal audio. Les composants en entrée de A3 limitent la bande passante et le niveau de bruit. Le filtre 1uF/10Kohm en sortie de A3 est un filtre passe haut qui corrige le gabarit final de réponse. Ce filtre sera à ajuster.

A4 permet de renvoyer le signal audio filtré sur la sortie OUT1. Cette sortie sera utilisée en phase de mise au point.

A5 est un ampli différentiel dont le gain est réglable de 5 à 20 au moyen de P2. L'entrée inverseuse (2) reçoit le signal de l'accéléromètre et l'entrée non inverseuse (3) reçoit le signal audio. Le filtre 1Kohm/3uF en sortie corrige le gabarit final de réponse et évite l'auto-oscillation sur la fréquence propre de l'accéléromètre. OUT2 est la sortie asservie qui se branchera en final sur l'ampli de puissance.

L'alimentation est générée au moyen d'un pont de diode 1A et d'une capa de 470 uF. La résistance de 10 ohms réduit l'appel de courant. Un boîtier prise AC/AC ou AC/DC devra être utilisé. En AC la tension devra être comprise entre 12 et 24V efficace, en DC la tension devra être comprise entre 18 et 28V. Du fait du pont de diode en entrée, le sens du branchement de l'alim DC est sans importance. Attention de ne jamais dépasser 35V en sortie du pont de diode. Une tension intermédiaire est générée par la zener Z1 qui sert de point de référence médian et sera pris comme masse. La tension de Z1 devra être choisie à environ la moitié de la tension de sortie du pont de diode. La tension sur Z1 doit être soigneusement filtrée par un 220uF et un 1uF. La diode D1 sert uniquement à éviter l'inversion de polarité sur la masse à la décharge des capas de filtrage à la coupure de l'alim.

Choix des composants: Il faut absolument choisir des AOP stables à gain 1, de plus A1 doit être à entrée FET. J'ai choisi le OP249 qui est un AOP double pour l'audio professionnelle et qui est parfait à tous points de vues (disponible chez RS).

L'ampli différentiel pourrait être réalisé avec 3 AOP mais j'avais un INA118 sous la main, c'est un petit bijou. L'AD 620 pourrait aussi être utilisé, il est tout aussi valable et moins cher.

J'ai câblé le tout sur un CI genre veroboard avec support DIL pour les AOP. Pas de CAO pour un circuit aussi simple. A ces fréquences, le câblage ne pose aucun problème.

Mise au point.

Votre montage est câblé, vérifié, les tensions sont bonnes, vous êtes sûr de vous ? OK on y va.

Attention, il faut être très méticuleux sinon on peut casser du matos et aussi les oreilles !
Prudence !

Phase 1: Mode non asservi

Mettre les potentiomètres P1 et P2 à mis course.

Brancher l'accéléromètre.

Brancher un géné BF sur IN réglé à 50Hz. Niveau 0V

Brancher une entrée de l'oscilloscope sur TP1 et l'autre sur TP3 (en couplage AC).

Brancher l'ampli de puissance sur OUT1 gain à mis course.

OUT 2 reste non branché pour l'instant.

Mettre l'alim en route (brancher la prise).

Augmenter doucement le niveau du géné BF. Le signal étant transmis à l'ampli par A3 et A4, un son doit se faire entendre sur le HP. Si ce n'est pas le cas c'est que votre circuit à un PB !

Vous devez constater la présence de la tension BF sur TP3.

Régler P1 pour avoir un niveau identique sur TP2 que sur TP3. Si vous y arrivez c'est que l'accéléromètre et son préampli fonctionnent.

A ce niveau là vous pouvez déjà faire varier la fréquence et faire un relevé amplitude et phase entre TP2 et TP3 qui vous servira de base pour apprécier l'évolution en mode asservi.

Phase 2 : Passage en mode asservi.

1 : Une remarque importante est à faire ici. Il faut absolument comprendre le nouveau paradigme suivant: Le gain de l'ampli de puissance ne sert plus à régler le niveau de puissance de sortie. Il n'a d'ailleurs plus aucun effet sur celui-ci. Le gain de l'ampli de puissance devient un gain de boucle au même titre que le gain de l'ampli différentiel A5. Ces deux gains se multiplient. L'asservissement va maintenant faire en sorte que la tension sur TP2 suive fidèlement la tension sur TP3 qui est la référence de l'asservissement que le HP doit suivre. Donc si vous voulez augmenter le niveau sonore il faut baisser le gain de A1 en réglant P1. Pour rétablir l'équilibre, l'asservissement fera en sorte de solliciter plus fortement le HP pour augmenter la tension sur TP2, et le niveau sonore sera plus fort.

Si vous avez bien compris ce principe on peut continuer la mise au point. Si vous n'avez pas compris, revenez en 1 : ... (ou posez-moi des questions)

Mettre le gain de l'ampli de puissance à zéro.

Brancher maintenant l'ampli de puissance sur OUT 2.

Augmenter progressivement le gain de l'ampli de puissance.

Vérifier à l'oscilloscope que les tensions sur TP2 et TP3 se superposent d'autant mieux que le gain de l'ampli augmente. L'erreur entre les tensions sur TP2 et TP3 diminue proportionnellement à l'augmentation du gain de boucle. L'accélération du HP suit d'autant plus fidèlement le signal audio que l'erreur est faible donc que le gain est élevé. C'est ça le principe de l'asservissement. Les distorsions disparaissent le déphasage diminue, la bande passante augmente : le bonheur !

Attention, il y a une limite au gain. Un méchant sifflement va se produire. Vous êtes arrivé au max du gain possible qui met en cause la stabilité. Il faut revenir un peu en arrière pour laisser un peu de marge. Si vous êtes arrivé au max du gain de l'ampli sans que ça siffle, vous pouvez alors jouer sur P2 pour augmenter le gain de A5. Même principe, quand ça siffle il faut revenir en arrière.

Voilà ce n'était pas si compliqué ! Maintenant il faut faire un premier relevé amplitude/phase en mode asservi.

Si la courbe de réponse ne vous convient pas, vous allez jouer sur deux réglages: R1 et C1.

Pour R1 vous pouvez essayer plusieurs valeurs entre 1 Kohm et 15 Kohm (vous pouvez mettre un potentiomètre) et regarder l'effet du réglage sur la courbe de réponse.

Pour C1 vous pouvez essayer plusieurs valeurs entre 0.5uF et 3 uF.

Il faut être patient. Il est plus facile de déterminer expérimentalement les bonnes valeurs que de vouloir modéliser et déterminer théoriquement ces valeurs.

A tout moment si le système se met à osciller il faut réduire le gain de l'ampli ou de A5 via P2. Tout devrait bien se passer si vous êtes méthodiques.

Didier Durand (None82) le 17/07/2009. Tous droits réservés. Cette publication peut-être utilisée librement à des fins d'expérimentation personnelle à l'exclusion de toute utilisation commerciale.