

**Étude fonctionnelle
et
structurelle complète.**

Étude globale préliminaire

Sur le schéma structurel, encadrer chaque fonction principale.

Pour chaque fonction principale, réaliser un tableau définissant son rôle et caractérisant chacune de ses entrées et sorties :

Rôle	...	
Entrée(s)

Sortie(s)

Découplages d'alimentation :

Normalement, chaque composant doit avoir à ses bornes, pour chaque entrée d'alimentation consommant une quantité de courant significative en électronique et devant être « propre », un condensateur électrolytique de valeur élevée (souvent 10uF) en parallèle avec un condensateur de faible valeur (souvent 10 ou 100nF).

Cela vient du fait que l'on voudrait un seul condensateur de valeur élevée, mais malheureusement ces derniers étaient dans le passé systématiquement électrolytique et donc d'ESR élevée. Donc pour avoir une réponse plus rapide pour les variations les plus rapides et les plus petites de la tension d'alimentation, on plaçait en parallèle un condensateur de technologies à faible ESR mais limitées à de faibles valeurs.

Cela à changé !

- Expliquer ce qu'est l'ESR,
- Expliquer pourquoi jusqu'à quelques dizaines de microfarads, on peut désormais utiliser des condensateurs céramiques multicouches (voir leurs documentations constructeurs),
- Expliquer quels sont les avantages à supprimer les condensateurs électrolytiques,
- Rechercher sur Internet au moins un produit ayant abandonné l'usage des condensateurs électrolytiques.

Donc dans notre système, tous les découplages d'au maximum 100uF sont fait uniquement avec un condensateur céramique multicouche.

Étude de FA

L'alimentation nécessite une attention toute particulière. Pour cette raison sont présents nombreux condensateurs de découplage, au plus près des composants concernés. De même, en particulier sur la carte DSP (non étudiée ici) sont présentes des ferrites et des résistances associées à des condensateurs pour éviter que les parasites rejetés par les commutations internes des circuits logiques affectent la qualité des signaux analogiques.

Expliquez le rôle de :

- CDALIM1 (plastique ou céramique) et CDALIM2 (électrolytique), et le fait qu'il faille mettre deux condensateurs au lieu d'un seul,
- RCON associée au connecteur RAPC712s (ce dernier court-circuite les pattes « - » et « C- » lorsque rien n'est connecté,
- RBPALIM associée à PON.

Concernant la LED (Avago HLMP-CB15-P0000, ou Kingbright Corp WP7113PBC/A) indiquant que le système est sous tension :

- Calculer / relever le courant la traversant :
 - AVAGO : en utilisant la courbe « figure 2 » page 7 de la documentation AVAGO,
 - KingBright Corp : en utilisant la courbe appropriée, page 3 de la documentation KingBright Corp,

- Puis en y traçant la droite de fonctionnement de la branche LEDALIM + RLEDALIM,
- Et en relevant le point de fonctionnement.
- justifier que ce courant est suffisant, à partir de sa documentation et des exigences de notre système.

Concernant la protection de notre système vis-à-vis d'une alimentation externe inappropriée :

- Expliquer quel rôle peut jouer la diode zener ZALIM, et ce qui manque pour qu'elle puisse jouer pleinement son rôle,
- Expliquer pourquoi il est hors de question de placer un régulateur de tension,
- Proposer un système plus complet (et sans destruction), mais néanmoins simple et économique pour éviter qu'une alimentation inappropriée puisse endommager notre système. Cette conception doit être appuyée par des raisonnements et calculs, et un schéma structurel doit être proposé (voir les relais, fusibles, varistances, zener, etc...).

Mesures :

- Relever la tension au point TVDD par rapport à la masse générale de notre système TGND.

Etude de FE

FE peut être découpée en plusieurs sous fonctions, dont la carte d'extension qui peut ensuite posséder son propre découpage fonctionnel.

Prendre le schéma structurel, et découper FE en trois sous fonctions :

- FE1 : La carte d'extension et ses connections USB
- FE2 : La gestion des boutons poussoirs
- FE3 : La prise en charge de la LED bicolore.

Puis pour chacune d'entre elles, réaliser un tableau définissant son rôle et caractérisant chacune de ses entrées et sorties, et lui donner un titre. Dessiner le schéma fonctionnel de degré 2 de FE.

Pour FE2 : *doc MC14043&44-B-D.PDF*

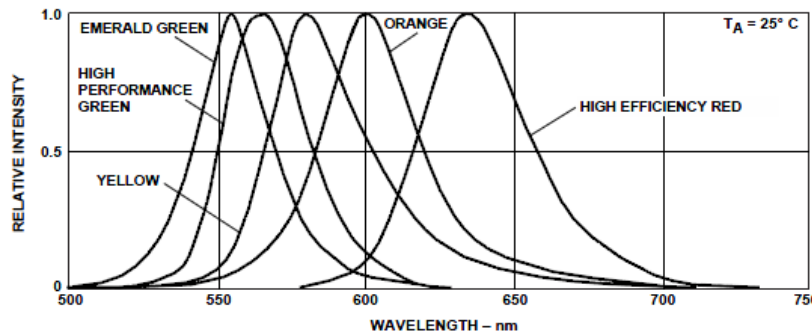
TRUTH TABLE

S	R	E	Q
X	X	0	High Impedance
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	1	No Change

X = Don't Care

- Expliquer quel est le rôle du 4044,
- Justifier la valeur des résistances RxBPx.

Pour FE3 : *docs 5989-4264EN.pdf et BC846ALT1-D.PDF*



- Justifier l'utilisation de transistors bipolaires,
- Donner le niveau logique issu de la carte d'extension permettant d'allumer chaque LED,
- Justifier les valeurs des résistances RLEDx1 et RLEDx2 afin de pouvoir commander les LED avec une tension 0/5V ou 0/3.3V,
- Comme lors de l'étude de la LED de la fonction FA, calculer / relever le courant traversant chaque LED,
- Si l'on utilise 300 ohms dans les deux cas, dire à quoi on peut s'attendre.

Mesures :

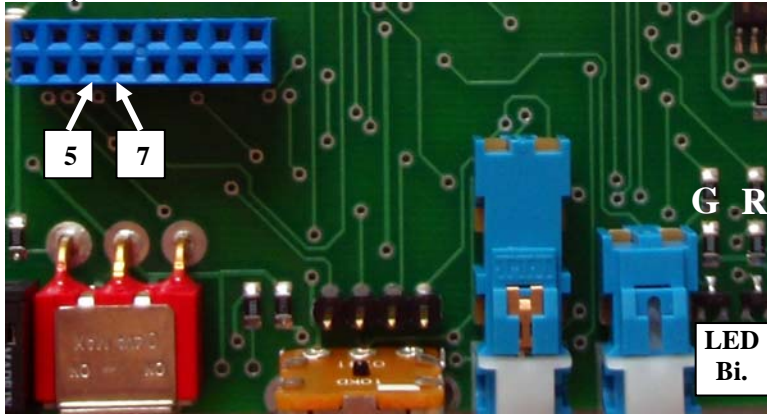
FE2 :

- Relever lors d'un appui sur un bouton poussoir, par exemple BP1, le signal obtenu en sortie du 4044, soit TBP1.
- Puis agrandir chaque basculement, et contrôlez qu'il n'y aucun rebond.

- À ce stade, on peut contrôler le temps que met le signal pour basculer (de 5% à 95% de l'excursion).

FE3 :

- Relever la valeur des résistances de collecteur du votre HiFiBox.
- Tester l'allumage des LEDs à partir du connecteur d'extension.



- Régler finement l'alimentation de laboratoire à 5V (ou bien utiliser la sortie fixe 5V).
 - Mettre hors tension l'alimentation de laboratoire et la HiFiBox.
 - Brancher le 0V de l'alimentation avec le 0V de la HiFiBox, et la sortie avec RLEDR1 via l'entrée 5 du connecteur d'extension (en utilisant par exemple une patte de résistance).
 - Vérifier avec un multimètre en testeur de continuité que l'alimentation est bien connectée à la résistance RLEDR1 !
 - Mettre sous tension la HiFiBox puis l'alimentation, et vérifier que la LED rouge s'allume bien.
 - Faire de même avec la LED verte (entrée 7 du connecteur).
 - Ensuite refaire les mêmes tests mais avec l'alimentation à 3.3V.
- Conclure sur le bon pilotage des LEDs dans les deux tensions, et commenter le choix de la valeur de résistance de collecteur.

Étude FP1



Le pilotage des haut-parleurs en classe D est effectué par le tpa2008d2 de Texas Instruments.

Nous allons à la fois étudier le fonctionnement et le câblage de ce dernier.

Le document constructeur se nomme slos413c - tpa2008d2 datasheet - may 2004.pdf.

Attention : le but n'est pas de recopier la documentation ni d'être exhaustif, sinon la documentation suffit en elle-même. Donc les réponses doivent être courtes, ciblées, faire des choix pour mettre en relief ce qui est important.

Étude de la documentation : doc slos413c - tpa2008d2 datasheet - may 2004.pdf

- Faire une rapide présentation du composant (5 lignes maximum).
- Citer les avantages de ce composant, en faisant un excellent choix pour réaliser un petit amplificateur (en rapport avec la consommation, la tension d'alimentation, le type de classe D particulier, le S.O.C., protections diverses –p.19), etc...).
- Relever ce qui distingue le tpa2008d2 d'une amplification de classe D traditionnelle. Expliquer et justifier les avantages au niveau du fonctionnement, et les bénéfices à la fois pour le son et pour la mise en œuvre des haut-parleurs.
- Expliquer et commenter le rendement de cet amplificateur de classe D.

Mise en œuvre du tpa2008d2 :

- Expliquer le rôle et justifier les valeurs de :
 - COSCR et ROSCR,
 - CIRP et CIRN,
 - CDPR2L et CDPL2R,

- CBYPR,
 - CDP2R,
 - RVOL et PVOL, et expliquer comment fonctionne la commande de volume intégrée au tpa2008d2.
- Expliquer quel est l'intérêt d'avoir utilisé deux tpa2008d2, en relation avec le fait qu'une alimentation de 5V était imposée dans le projet pour des raisons de coût, de portabilité et de compatibilité entre les différents composants actifs.

Conclure sur les tpa2008d2.

Après avoir terminé tout ce TP, rechercher quels sont les autres composants de T.I. ou d'autres fabricants, pouvant se substituer au tpa2008d2 et réaliser un tableau comparatif.

Mesures :

TOUTES LES CONNEXIONS, ET MODIFICIATIONS DOIVENT ÊTRE FAITS AVEC LA HiFiBox HORS TENSION !

La fréquence de la PWM :

- Relever la fréquence de notre PWM sur TOSCR avec la sonde en 1X puis en 10X.
- Expliquer pourquoi les valeurs relevées sont différentes, et inférieures à la valeur théorique et réelle.
- Proposer une méthode pour effectuer la mesure plus précisément.
- Expliquer pourquoi, alors que le signal de fréquence généré est disponible sur la broche 10 du tpa2008d2, il n'est pas possible d'en faire le relevé avec l'oscilloscope. Expliquer quel serait la condition sur notre sonde pour pouvoir faire le relevé sur cette broche.

La PWM :

ATTENTION : la PWM est un signal différentiel, il n'est pas référencé à la masse. Donc pour en faire le relevé, il faudrait relever chaque potentiel avec une sonde (soient deux sondes), puis demander à l'oscilloscope de faire la différence.

Une autre solution, plus confortable est d'utiliser une sonde différentielle. Cela permet de s'affranchir des problèmes de liaison à la masse que provoquer une sonde mal branchée.

Donc une sonde différentielle vous est fournie. Veuillez en prendre soin et bien l'éteindre après usage. Une sonde différentielle est extrêmement coûteuse et relativement fragile du côté de sa connexion avec l'oscilloscope !

Relevé de la PWM : cela peut être fait avec deux sonde et en demandant à l'oscilloscope de faire la différence

- Relever le signal pilotant les haut-parleurs sur deux périodes (avec si possible sur le même oscillogramme, le signal sur COSC et le signal audio en entrée) en procédant à une capture unique sur l'oscilloscope :
 - Au repos,
 - Avec un volume faible : faire au moins deux relevés, de moyenne positive puis négative,
 - Avec un volume fort (juste le temps de la mesure !) : faire au moins deux relevés, de moyenne positive puis négative,
- Annoter, commenter et comparer à ce qui est expliqué dans la documentation.
- Conclure sur les spécificités de la classe D utilisée par le tpa2008d2.

Conformité de la PWM au signal source.

- Relever le signal source issu de votre lecteur audio sur la voie droite : point TRIN.
- Relever sur une autre voie le signal représentant la tension moyenne envoyée vers le haut-parleur correspondant, et pour cela, placer un filtre RC entre les deux points :
 - Choisir une fréquence de coupure permettant de ne conserver convenablement que les fréquences audibles, et plus particulièrement celles inférieures à 1kHz,
 - Choisir raisonnablement un couple R + C permettant d'obtenir cette fréquence de coupure basse,
 - placer sur une sortie différentielle du tpa2008d2 de la voie droite (R et C en série !),
 - Placer la sonde différentielle sur... la résistance, car on veut un filtre passe bas,
 - Faire le relever avec l'oscilloscope.

Attention : si le relevé n'est pas satisfaisant, et que la sonde est bien branchée, alors c'est que soit la fréquence de coupure choisit n'est pas adéquate, soit le couple R + C n'est pas adapté à notre montage et notre sonde.
- Lorsque les deux courbes sont nettes et les plus proches possibles, enregistrer le relevé, l'annoter et le commenter.
- Conclure sur la commande de nos haut-parleurs avec la classe D utilisée par le tpa2008d2, et la fidélité avec le signal d'origine (pour ce que permet la qualité de notre relevé avec un vulgaire filtre passif du premier ordre).



Nous allons étudier les caractéristiques de nos haut-parleurs AS07104PO-WR-R : *doc AS07104PO-WR-R.pdf*

- Expliquer tout d'abord pourquoi il était nécessaire d'utiliser des haut-parleurs de 4Ω au lieu de 8Ω .
- En vous référant à la documentation de ces haut-parleurs, relever leurs avantages dans la réalisation de notre système.
- Expliquer quel est le sens de la valeur « 4Ω » fournie par le constructeur dans sa documentation.
- Expliquer pourquoi ne pas prendre des haut-parleurs de 8Ω , plus courants et moins chers.

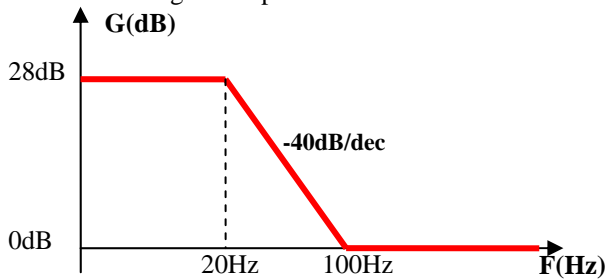
Bande passante :

- Relever la bande passante de nos haut-parleurs.
- Sachant que le but est d'obtenir une courbe plate en fréquence de 20Hz à 20kHz, il existe deux solutions :
 - Utiliser les deux sorties de chaque tpa2008d2 pour brancher deux haut-parleurs qui se complètent, associés éventuellement à des filtres pour parfaire la courbe plate en fréquence de 20Hz à 20kHz,
 - Ajouter un filtre actif d'ordre 2 (sur le connecteur d'extension) qui compense l'atténuation de -40dB/décade environ apportée par nos HPs en dessous de 100Hz lorsque l'on va dans le sens des fréquences décroissantes (sinon $+40\text{dB/décade}$ lorsque f croît jusqu'à 100Hz).

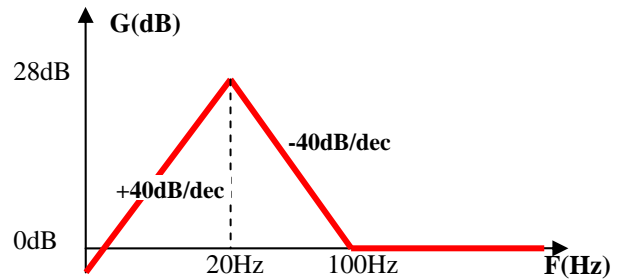
Donner les avantages et inconvénients de chaque solution para rapport à : la courbe en fréquence que l'on peut obtenir, la simplicité de mise en œuvre, le coût, le volume maximum que l'on peut obtenir en qualité HiFi et en qualité non HiFi (sons graves atténués), etc...

Filtre de correction :

Il faudrait donc un filtre qui amplifie le signal de $+40\text{dB/décade}$ lorsque l'on va dans le sens des fréquences décroissantes, à partir de 100Hz. Deux gabarits possibles :



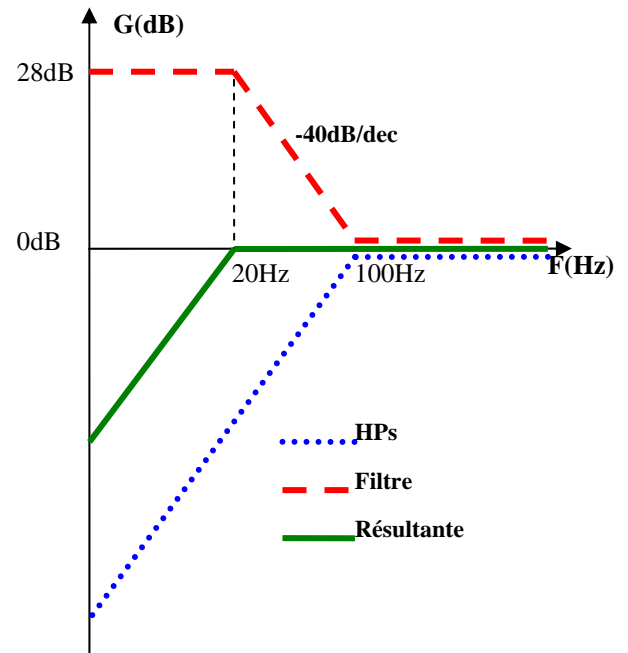
OU



Mais le second est inutile, car les HPs amènent déjà leur atténuation en dessous de 100Hz.

Ainsi nous obtiendrons :

- **Rechercher une structure de l'électronique pour réaliser ce filtre actif, et en dimensionner les composants.**



Conclure sur les AS07104PO-WR-R.

Après avoir terminé tout ce TP , rechercher les avantages que pourraient amener les technologies récentes (kevlar, noyaux spéciaux, châssis, etc...), rechercher des exemplaires de hauts parleurs de puissance similaire qui pourraient améliorer notre système sur divers aspects mais avec en priorité l'élargissement de la bande passante. Faire s'il y a lieu un tableau comparatif et conclure.

Mesures :

- Relever l'impédance du HP en régime continu.
- Relever l'impédance du haut parleur en régime alternatif, à 1kHz et à 10kHz. Ces mesures pourront être traitées avec un *RLC meter*.
- Donner le schéma équivalent série RL au haut-parleur AS07104PO-WR.
- Conclure sur le choix de haut-parleurs de la HiFiBox.

Etude globale et bilan

Conclure avec :

- **les avantages et inconvénients de notre système,**
- **une liste d'améliorations possibles, avec pour chacune les apports et ce que cela implique en travail, modifications et coût**

SCHEMA STRUCTUREL

AMPLI HI-FI 4x3W / 8Ω

NOTES

