
MINIPROJET 2020 LTSPICE

COMMENTAIRES CORRECTIONS

Le document ci-dessous regroupe les commentaires liés aux corrections des rapports du miniprojet.

AMPLIFICATEURS

UTILISATION D'AMPLIS SUIVEURS

Dans le montage que vous avez réalisé il n'y a que peu d'utilité d'amplificateur suiveurs sur le chemin du signal, pour la bonne et simple raison que vos signaux étaient déjà issus d'amplificateurs pouvant fournir largement assez de courant sur leur sortie au vu des charges connectées.

La question est plus pertinente pour ce qui est de la création d'une tension AGND. Dans un pareil cas de figure, il faudra particulièrement être attentif aux conditions de charge (impédance minimale, capacité éventuelle, à voir sur le datasheet) de votre ampli suiveur, pour éviter qu'il n'oscille. La fonction de transfert d'un filtre utilisant ce type de référence est également à surveiller, car elle peut subir des modifications significatives.

FILTRE 1^{ER} ORDRE AVEC AMPLI

Peu de remarques sur cet étage. Pour les groupes qui ne l'ont pas fait, une analyse AC est le meilleur moyen de passer une information quant à la bande passante et au gain. Une analyse purement transitoire est beaucoup plus difficile à interpréter d'autant plus si l'amplificateur du filtre sature. Pour mémoire, le filtre en régime sinusoïdal normal, ne doit transformer le signal qu'en amplitude et en phase. Si le signal est en plus transformé dans sa forme (signal écrêté, triangle, comportement non linéaire) c'est que vous êtes confrontés aux limites de l'amplificateur (saturation, sleew-rate) et dans ce cas les informations sur le gain et la phase ne sont plus pertinentes.

CONVERSION A/D

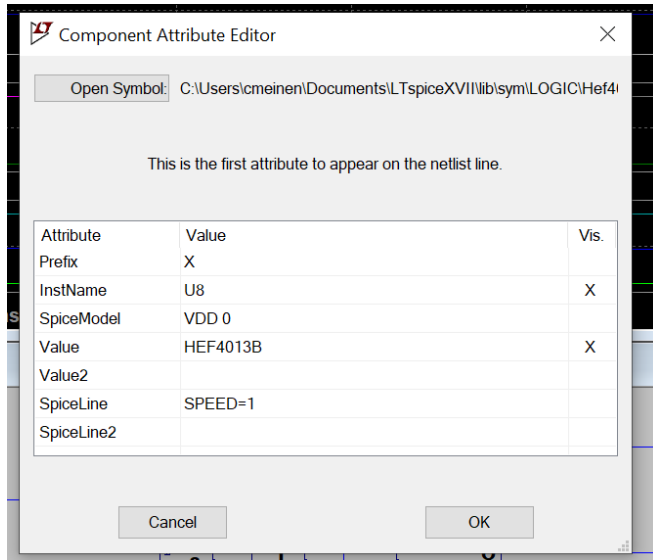
On peut envisager d'utiliser un circuit logique, inverseur ou simple buffer, comme convertisseur analogique numérique. On devra alors s'assurer que :

- La tension d'entrée analogique est compatible avec la plage d'alimentation du circuit logique.
- Les seuils de commutation du circuit digital sont compatibles avec les seuils que l'on désire implémenter. Contrairement à un montage comparateur où vous avez le libre choix de ces seuils, les différentes familles digitales ont des seuils imposés par des normes.
- On peut aussi au besoin utiliser des circuits digitaux avec des entrées à trigger de Schmitt, là encore il faudra s'assurer de la compatibilité des seuils.

LOGIQUE

FAMILLES ET ALIMENTATIONS

Différents circuits logiques CMOS sont disponibles sous LTSpice, CD, HEF. Soyez attentifs en faisant vos schémas à vérifier les valeurs des alimentations par défaut de ces circuits (généralement un clic droit sur le composant). Ceci vous permettra de vous assurer que les paramètres d'alimentations passé au simulateur sont cohérents avec les tensions que vous utilisez. Changez ces paramètres au besoin en cliquant sur la ligne « SpiceModel » qui contient la description des bornes d'alimentation, ci-dessus VDD 0 par exemple.



Je vous invite à parcourir la page <https://www.ti.com/logic-circuit/overview.html> afin de voir la quantité de familles logiques existantes.

PATTES D'ENTRÉES NON CONNECTÉES

Ne laissez pas les entrées des circuits digitaux en l'air (en tout cas ceux dont vous n'êtes pas certains qu'une résistance de pull-up ou de pull-down est implémentée dans le circuit intégré). Les entrées en l'air sont sources de beaucoup d'ennui : oscillation, états indéterminés, voir même échauffement et destruction du composant. La simulation peut également avoir des comportements erratiques ou incorrects si des pattes de RESET, CLR, ST etc sont laissées sans connexions. En pratique, quand vous avez plusieurs portes dans un circuit intégré prenez l'habitude de connecter les entrées inutilisées à la masse ou au VDD en fonction de la patte. Cette pratique est à étendre en analogiques aux amplis non utilisés d'un chip qui en contiendrait plusieurs.

TIMERS

Il vous était proposé plusieurs timers pour réaliser ce projet, famille du 555 et dans la famille logique le CD4538. Une des caractéristiques qui nous intéressait particulièrement avec le CD4538, outre le fait que le chip contient deux timers, est que ces derniers sont retriggerables. Il est possible de trouver certains 555 également dotés de cette fonctionnalité (en fonction du fabricant) mais ce n'est pas le cas des circuits que vous avez au labo. Un petit montage permet également « d'ajouter » cette fonctionnalité au 555 de base... pourquoi pas. Ne perdez toutefois pas de vue le nombre d'éléments supplémentaires que vous devez alors câbler sur votre plaque Hirschmann. J'aurai tendance à choisir l'alternative la plus simple.

SYNCHRONISATION

La simulation peut vous faire croire que certains phénomènes sont synchronisés alors qu'ils ne le sont pas. Ainsi, les signaux de clocks délivrés par un timer local ne seront certainement pas synchrones avec le signal reçu par le récepteur, à moins qu'un dispositif spécial réalisant cette synchronisation ne soit implémenté. De fait, vouloir échantillonner un signal avec une fréquence d'horloge qui ne soit pas au minimum deux fois plus rapide que celle du signal considéré va vous faire louper des informations voir « théorème de Shannon » :

https://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9or%C3%A8me_d%27%C3%A9chantillonnage

DESIGN GENERAL DE LA LOGIQUE

Certains ont implémenté une logique gourmande en nombre et variétés de portes. Si cela se fait facilement en simulation, c'est une autre histoire sur une plaque de test. Six types de portes logiques différentes, c'est au minimum six circuits intégrés de 14 ou 16 pattes à câbler (et avec des capas de découplages s'il-vous plaît), ça devient vite cauchemardesque quand un fil saute de sa position d'origine. Privilégiez la simplicité.

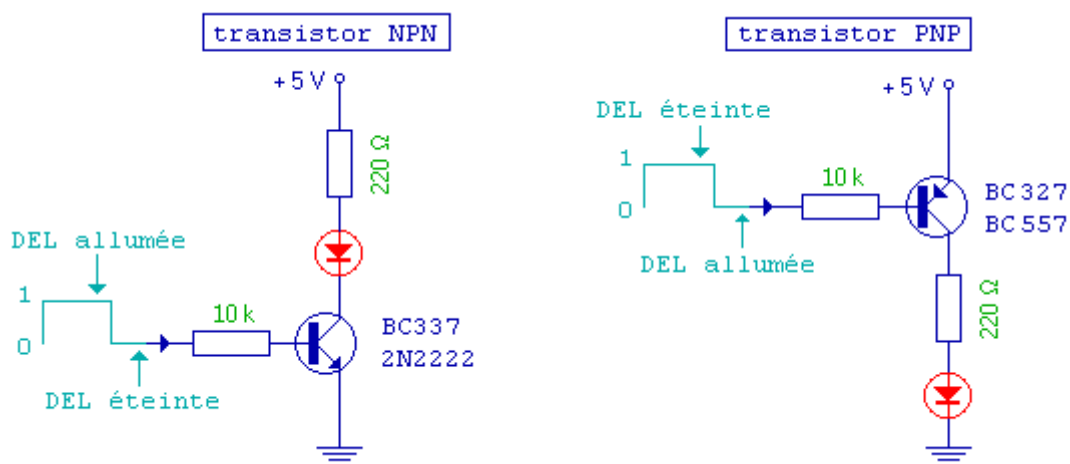
ACTUATEUR

AVEC UN TRANSISTOR BIPOLAIRE EN COMMUTATION

EMPLACEMENT DE LA CHARGE

Vous avez utilisé pour votre actuateur un transistor bipolaire en commutation. Dans ce cas de figure votre transistor doit soit être bloqué soit en saturation.

La charge que vous pilotez et son éventuelle résistance permettant de limiter le courant qui y circule doit absolument être positionnée dans la branche du collecteur (voir schémas ci-dessous). Mettre la charge (diode, résistance etc.) dans la branche de l'émetteur peut conduire à un fonctionnement dégradé de votre étage qui peut aller jusqu'à la destruction du transistor. Le transistor fait office de switch (passant ou ouvert) il ne fait pas office à proprement parler d'amplificateur de courant.



Source <https://www.abcelectronique.com/annuaire/cours/cache/773/transistors-bipolaires.html>

RÉSISTANCE DE BASE

La résistance de base est indispensable, car quand le transistor conduit, la tension de la base est fixée à une tension U_j supérieure à la tension de l'émetteur (dans le cas du NPN). Si vous attaquez la base de ce transistor avec une sortie de porte logique ayant un état haut de 5V vous aurez donc un court-circuit entre le 5V et la tension U_j imposée au travers de la tension V_{be} .

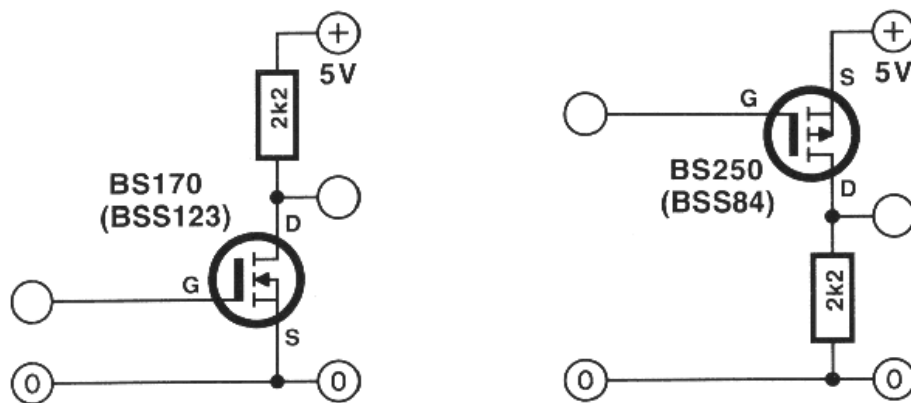
UTILISATION DU BÉTA

Toujours pour le bipolaire, ne faites pas un design basé sur le Béta du transistor pour avoir un courant de collecteur donné (par exemple je veux $I_c = 20\text{mA}$ donc je fixe $I_b = 20\text{mA} / \beta$). Béta est un paramètre trop versatile pour être utilisé de cette façon. Ok en revanche pour utiliser sa valeur minimale pour connaître le courant de base minimum à fournir pour être certain de saturer dans tous les cas, et ajoutez encore une marge.

En guise de rappel : en régime de saturation la loi $I_c = I_b \cdot \beta$ n'est plus vraie. Le courant d'émetteur est en revanche toujours $I_b + I_c$. Le courant est fixé par les éléments externes au transistor.

AVEC UN TRANSISTOR MOS EN COMMUTATION

La charge que vous pilotez doit être dans la branche du drain. Souvenez-vous que c'est la tension V_{gs} ou V_{sg} qui pilote l'ouverture ou la fermeture de votre transistor. On peut prévoir une résistance de pull-up pull-down sur la gate (quelques dizaines de kOhms) et éventuellement une résistance en série sur le gate pour rendre la commutation moins rapide et atténuer les effets transitoires sur la charge.



Dans ce cas de figure, le transistor est soit bloqué, soit en régime linéaire (souvenez-vous que le nom des régions de fonctionnement est inversé entre le MOS et le bipolaire).

REMARQUES GÉNÉRALES

NORMALISATION DES VALEURS DES COMPOSANTS

Pensez à la normalisation des valeurs des composants. Ces valeurs, pour les résistances, les selfs et les capacités sont ordonnées dans une décade (de 1 Ohm à 10 Ohms par exemple) selon un numéro de série indiquant le nombre de valeurs normalisées dans cette décade. La série E12 contient 12 valeurs par décades et nous avons généralement en standard la série E24 au labo, avec une tolérance pour les résistances de +/- 5%. La série E96 propose elle une tolérance de 1%. Normaliser dans la série E24 vous permettra de trouver les valeurs au labo pour vos tests.

NOMS DES NŒUDS SUR LES SCHÉMAS

Ne donnez pas des noms différents à un nœud sur un schéma, même si l'outil vous permet de le faire avec différents labels. C'est une grosse source d'erreur et de mélange en tous genres.

MESURE DES FRÉQUENCES DE COUPURE

Un petit rappel semble nécessaire. Sur un circuit passe bande vous donnant en bande passante un gain de 20dB les fréquences de coupures sont situées, par définition, à -3dB du plateau des 20dB, donc à 17dB. C'est une mesure relative.

TENSIONS DE SEUIL DES DIODES ET DES LEDS

Toutes les diodes n'ont pas la même tension de seuil. Si pour une diode au silicium normale vous aurez bien un U_j d'environ 0.7V, vous n'aurez plus que 0.3V pour une diode au Germanium.

Les LEDS ont des U_j beaucoup plus importantes (1,2V et plus) qui dépendent encore de la couleur de la LED. Consultez le datasheet quand il s'agit de dimensionner une résistance de protection en courant.

DIFFÉRENCE ENTRE AMPLIFICATEURS ET COMPARATEURS

Vous trouverez dans le commerce ces deux grandes familles de composants. C'est au niveau de leur construction interne qu'une différence est à rechercher. Leurs emplois étant différents les performances demandées à un amplificateur sont différentes de celles demandées à un comparateur et justifient pleinement l'existence de ces deux types de circuits. Ainsi dans la mesure du possible, on utilisera un circuit adapté à la fonctionnalité demandée.