

Amplificateur pour l'étude d'un bruit (bruit thermique)

Photographie du système :

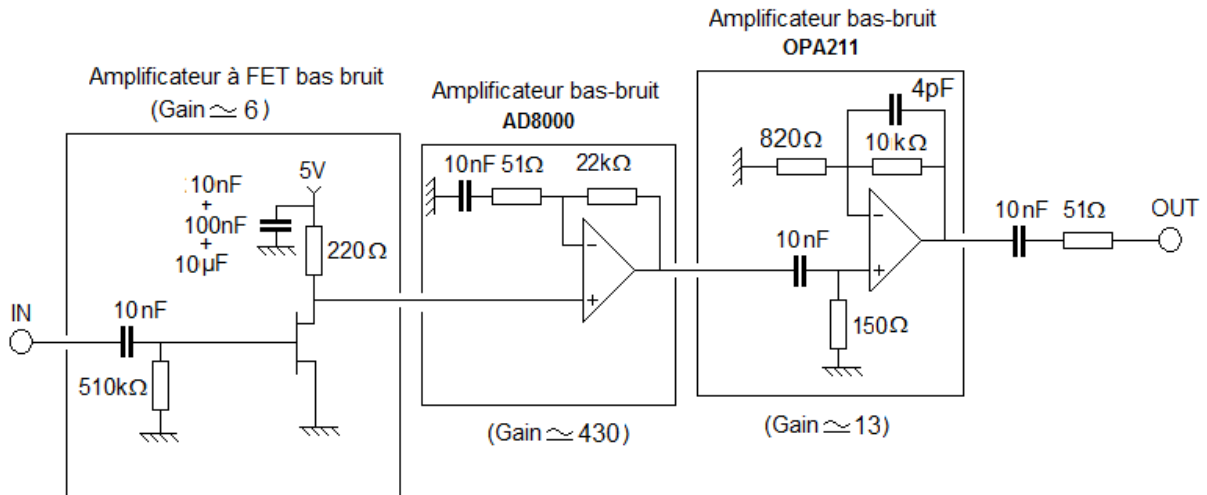


Structure de l'amplificateur :

Le boîtier est essentiellement un système amplificateur réalisé à partir d'éléments bas bruit. L'étage d'entrée est un amplificateur à transistor à effet de champ BF868 (FET=« field effect transistor »). Il est suivi d'un étage amplificateur bas bruit, large bande, réalisés avec un amplificateur opérationnel à contre-réaction de courant AD8000 câblé en amplificateurs non inverseur avec un amplificateur bas bruit à contre réaction de tension de produit gain bande plus faible (OPA211). La chaîne d'amplification filtre les basses fréquences et notamment le bruit en $1/f$ et les composantes parasites à 50 Hz, ce qui conduit donc, globalement à un système passe-bande. Le gain maximal est voisin de 30000 (et est légèrement différents d'un boîtier à l'autre... il faut le mesurer précisément avant chaque étude) et la bande équivalente de bruit proche de 1MHz.

Il s'alimente avec une alimentation continue linéaire +15V/0/-15V). Pour étudier le bruit thermique produit par la résistance dont la valeur est indiquée par le bouton tournant, on place le contacteur sur le symbole de masse et on regarde le signal qui sort sur la borne BNC « OUT »

Le schéma de l'ensemble est résumé sur la figure suivante :



Les résistances à étudier

En entrée, inclus dans le boîtier, on peut placer une résistance dont on cherchera à étudier le bruit thermique. Plusieurs valeurs de résistances sont proposées, et on peut choisir la valeur voulue au moyen d'un cavalier. Les valeurs proposées sont le court-circuit pour connaître les autres causes de bruit en l'absence d'amplification, 0 Ω, 51 Ω, 100Ω, 180 Ω, 270Ω, 390 Ω, 510Ω, 680 Ω, 820Ω et 1kΩ. Ces valeurs sont données à 1%.

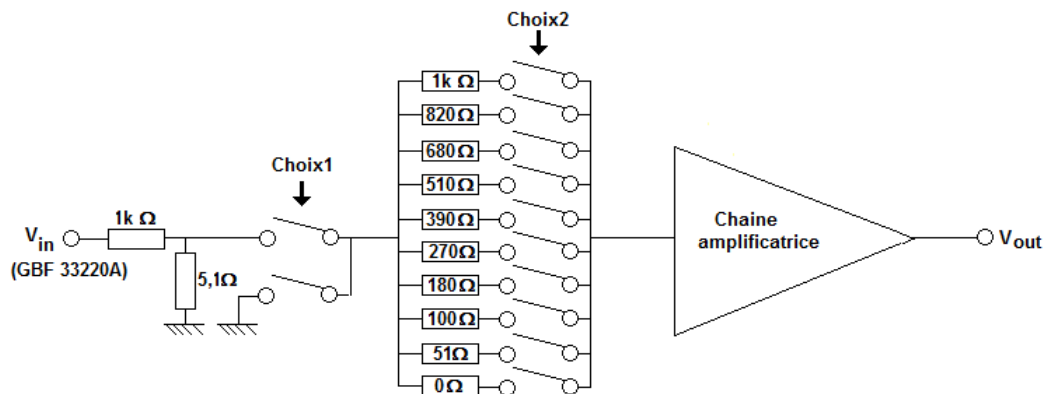
Caractérisation de l'amplificateur :

Comme nous l'avons dit précédemment, le gain maximal de l'amplificateur au comportement passe-bande est voisin de 30000, mais pour remonter à la densité spectrale de bruit thermique en entrée de l'amplificateur, il faut connaître précisément ce gain maximal.

Pour faire cette mesure sans avoir de problème de saturation (pas plus de 15V max en sortie avec un gain de 30000 signifie moins de 0,5mV en entrée...), on a placé, pour la mesure de gain un atténuateur (simple pont diviseur de tension) qui abaisse la tension du générateur appliqué en entrée d'un facteur proche de 200 (5,1/1005,1).

Un contacteur permet de choisir d'appliquer le signal d'un GBF pour caractériser l'amplificateur, ou de mettre le pied des résistances source de bruit à la masse pour étudier le bruit. Pour l'étude de l'amplificateur, le contacteur est positionné sur l'entrée BNC « GBF » sur laquelle on applique le générateur avec un très faible signal d'entrée et la sortie de l'amplificateur est disponible sur la sortie BNC « OUT ».

Le boîtier se présente donc globalement sous la forme suivante :



Remarque : actuellement, le système permet d'étudier de bruit thermique, mais l'amplificateur permettrait également d'étudier le bruit de photon. Pour ça des bornes sont déjà disponibles (borne banane noire et blanche côte à côte ainsi que la sortie BNC DC qui sont inutilisées) mais le dispositif n'est pas encore opérationnel.