

La régulation de la puissance dans les émetteurs HF BLU.

Robert BERRANGER, F5NB.

Article publié dans Radio-REF de janvier 2003.

Les transceivers du commerce sont équipés de multiples potentialités et il n'est pas toujours aisé d'en comprendre le fonctionnement. Cet article a pour but d'aborder la partie « régulation de puissance » en expliquant la problématique et en décrivant les solutions courantes utilisées. Bien connaître le fonctionnement de son émetteur, permet de bien le régler.

Pourquoi une régulation (limitation) de puissance ? A cela trois raisons principales :

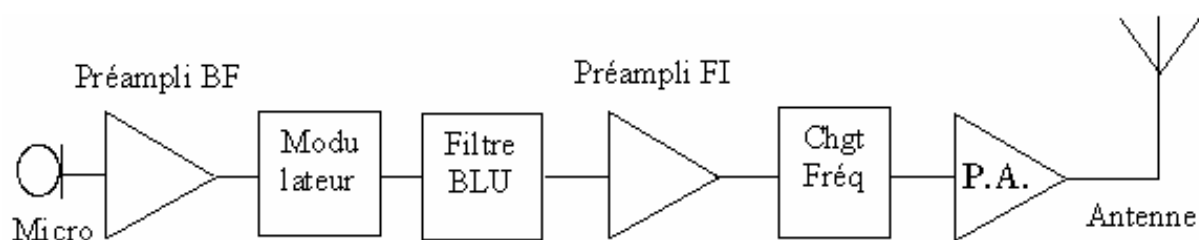
- Ne pas perturber les autres usagers (QRM, TVI et autres brouillages)
- Ne pas détruire son émetteur (température trop élevée) ou un accessoire (coupleur antenne)
- Avoir une bonne qualité de modulation avec un niveau optimal de puissance crête.

Causes de variations de puissance :

- Variations du niveau de sortie micro dues à la modification de la distance micro-locuteur, et à la modification de la puissance d'élocution (causes externes d'entrée)
- Variations de l'impédance de charge (sécurité au ROS) et sécurité des accessoires (ampli booster, coupleur, transverter, etc...) que nous appellerons causes externes de sortie.
- Variations du gain de la chaîne d'émission (causes internes généralement beaucoup plus faibles que les causes externes)

Remèdes :

Pour comprendre la méthode qui va être utilisée pour apporter les remèdes, il est bon de rappeler la fonctionnalité des éléments principaux d'une chaîne d'émission déca BLU.



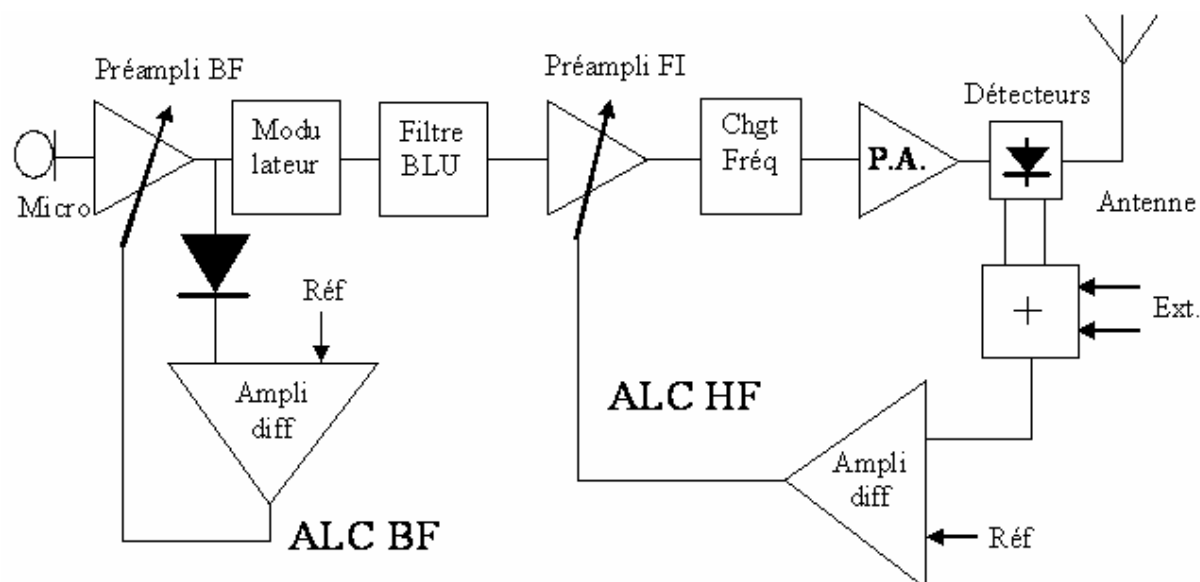
Synoptique simplifié d'une chaîne émission BLU décamétrique

La chaîne peut être décomposée en deux parties principales, avant, et après le filtre BLU. Avant le filtre BLU, une distorsion ou un écrêtage n'aura de conséquences que sur la qualité de la modulation (compréhension). Après le filtre BLU toute distorsion ou écrêtage aura en plus des conséquences sur l'environnement avec un étalement de la bande de modulation (QRM) et production d'harmoniques (brouillages).

Le modulateur est en général un modulateur AM avec réjection de la porteuse (DSB). La réjection de la porteuse étant une constante, on a tout intérêt à avoir un niveau de modulation crête le plus élevé possible pour avoir une réjection relative de la porteuse la plus élevée également. Nous ne sommes limités que par la distorsion dans le modulateur.

En résumé, pour avoir les performances optimales, il est nécessaire que le niveau crête de modulation soit constant à l'entrée du modulateur. Nous aurons donc besoin d'une boucle de régulation du niveau entre le micro et le modulateur.

Pour la régulation de la puissance en fonction des causes externes de sortie, nous aurons une deuxième boucle de régulation qui agira non seulement après le modulateur, mais après le filtre BLU qui apporterait un retard préjudiciable au temps de réponse de la boucle.



Synoptique simplifié d'une chaîne émission BLU avec boucles d'ALC

« ALC » signifie « Automatic Level Control », soit « Contrôle automatique du niveau ». Nous allons examiner séparément chaque boucle d'ALC.

ALC BF.

Il réalise une fonction similaire au Contrôle Automatique de Gain (CAG) dans un récepteur, c'est à dire que c'est un système bouclé qui agit sur le gain d'une chaîne d'amplification pour avoir un niveau de sortie constant quel que soit le niveau d'entrée (dans certaines limites). Détermination de ces limites dans le cas d'un micro.

On fixera le gain maxi de la chaîne de façon que l'on obtienne un niveau de modulation de 100%, sans action de l'ALC, pour une force d'élocution moyenne et à une distance maxi raisonnable du micro (pas plus d'un mètre). Si nous nous rapprochons du micro ou si nous parlons plus fort, l'ALC baissera le gain pour ne pas sur moduler (écrêter). Si nous voulons parler loin du micro, alors nous parlerons plus fort.

Le réglage du gain maxi peut être fait par commutateur, par potentiomètre ou par circuit extérieur d'adaptation du micro (préampli pour micros peu sensibles).

Il n'est pas recommandé de pousser la sensibilité du micro car cela amène plusieurs désagréments :

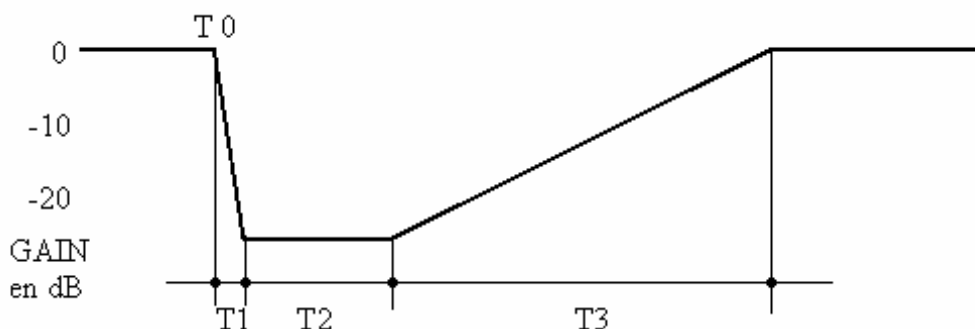
- augmentation des bruits ambiants dans les « blancs » de la parole
- augmentation de la consommation (alimentation) et de la température des circuits de puissance.
- Distorsion d'enveloppe sur toutes les attaques de la parole et diminution de la compréhensibilité (impression que l'OM « mange » son micro).

Les constantes de temps de l'ALC BF.

L'action d'un ALC bien conçu se décompose en trois temps successifs :

- un temps dit de « désensibilisation » qui doit être le plus court possible et pendant lequel le gain diminue
- un temps dit de « maintien » pendant lequel le gain mini est mémorisé et reste constant
- et un temps de « resensibilisation » pendant lequel le gain remonte progressivement

Exemple de réponse d'un ALC BF sur un « bip » unique d'un signal BF issu d'un générateur audio de signaux manipulés (entraînement au Morse).



T 0 = début de l'application du signal T1# 1 à 3 mS, T2# 0,5 à 1 sec, T3# 2 à 5 sec.

Si pendant les temps T2 et T3, le signal prend une valeur crête plus élevée que la valeur instantanée de l'ALC, on revient au début du processus (nouveau T 0).

Le temps de maintien est prévu pour éviter de fréquentes resensibilisations et désensibilisations.

Dans certains systèmes simplifiés, on peut supprimer le temps de maintien et compenser en augmentant sensiblement le temps de resensibilisation pour garder à la parole sa dynamique naturelle. De tels systèmes se rencontrent dans les enregistreurs Audio automatiques par exemple.

On peut aussi, tout en supprimant le temps de maintien, diminuer au contraire le temps de resensibilisation. Nous obtenons ainsi un hybride entre un ALC et un compresseur d'enveloppe, mais qui remplit mal les deux fonctions. Vous avez sans doute entendu de ces modulations qu'on a du mal à décoder, même avec un signal dépassant S9 de 20dB. Les blancs de la parole sont remplis du bruit du ventilateur et de la respiration de l'OM et le S-mètre reste bloqué à la crête en permanence (donner un report de 49+20, relève de l'aberration). Si ces OM pouvaient s'entendre, ils baisseraient leur niveau micro et économiseraient ainsi des watts secteur et le ventilateur pour les évacuer.

N-B : Pour un signal reçu au « ras des pâquerettes », le procédé peut avoir une certaine efficacité, mais il y a de meilleures solutions pour cela (vrai processeur de parole). Si on veut effectuer un alignement de tous les « pitch » (éclats) de la parole au maximum, il faut le faire indépendamment de l'ALC et mettre les deux systèmes en série. Ainsi on mettra toujours l'ALC en service et le compresseur seulement en cas de nécessité (DX difficiles), et raisonnablement.

Le traitement de la parole pour augmenter l'efficacité sans détériorer (trop) la qualité, fera l'objet d'un prochain article.

ALC HF.

Alors que l'ALC BF est prévu pour être toujours en service en permettant de moduler avec certitude à 100% sans distorsion, l'ALC HF ne devrait entrer en service que pour la sécurité des matériels et la prévention du brouillage (QRM).

Si on augmente volontairement le gain FI de la chaîne émission, on peut faire jouer à l'ALC HF un rôle similaire à l'ALC BF, mais ce n'est pas une bonne méthode, car on ne peut avoir une réserve de gain importante sans dégradation des performances d'émission (distorsion et bruit plancher). Se rappeler que nous sommes derrière le filtre BLU qui ne peut plus éliminer les produits hors bande de modulation. Si dans sa bande on peut prendre certaines libertés car on ne gêne finalement que soi-même, hors bande il est interdit de gêner les autres.

Si on augmente le gain de la chaîne en augmentant le niveau de modulation, c'est pire encore, car on augmente la distorsion dans le modulateur et alors la qualité de la modulation se dégrade rapidement. Pourtant, cela n'empêche pas certains OM de réguler leur niveau de modulation par écrêtage dans le modulateur (et ça s'entend).

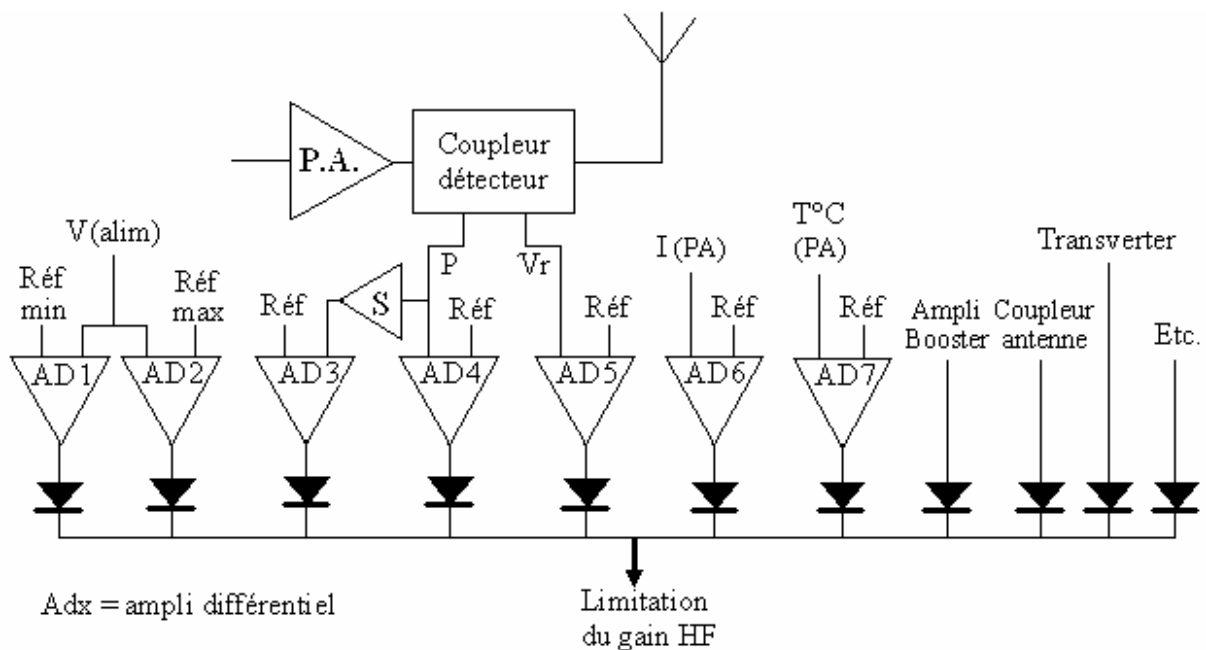
Donc, ne faire jouer un rôle de régulation de puissance à l'ALC HF que pour contrer les variations de gain de la chaîne HF (ondulation dans la bande HF et variation en fonction de la température du P.A. par ex.)

Ensuite nous avons un rôle de diminution du gain seulement (sécurité) :

- ROS trop important, soit à la sortie de l'émetteur, soit à la sortie de l'ampli booster. On diminue la puissance de sortie dans un rapport égal à $1/ROS$ (en général à partir d'un $ROS > 1,5$).
- Tension d'alim hors des limites (alimentation par batterie)
- Limitation de la puissance moyenne (en général à la puissance PEP / 2) (facultatif).
- Température maximum du dissipateur de l'émetteur
- Courant moyen maximum dans les transistors d'un ampli (cas d'un couplage de plusieurs modules amplificateurs)
- Régulation de la puissance réduite en conjonction avec une diminution de l'excitation (en particulier lors de l'émission d'un « tune » pour le réglage du coupleur d'antenne).
- Plus toutes les sécurités déportées (accessoires).

Mise en œuvre d'un ALC HF.

Un bon dessin valant mieux qu'un long discours...



Constantes de temps de l'ALC HF.

Comme il ne doit fonctionner qu'en sécurité, ses constantes de temps restent simples, sans temps de maintien. On cherche à avoir un temps de désensibilisation le plus court possible, ce qui s'obtient avec un temps de re-sensibilisation relativement court aussi.

N-B : chaque sécurité peut avoir ses propres constantes de temps.

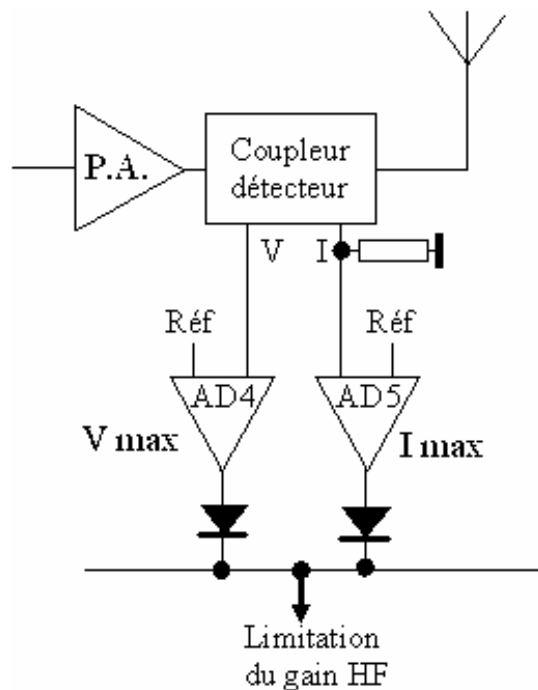
Puissance et ROS.

AD5 qui compare la tension absolue réfléchie V_r du coupleur, réalise une fonction de limitation en $1/ROS$ pour la puissance nominale à partir d'un seuil correspondant généralement à un ROS de 1,5. Mais pour une puissance réduite, la limitation intervient pour des ROS plus élevés.

AD3 limite la puissance moyenne pour ne pas trop dissiper, S est un intégrateur.

AD4 limite la puissance maximum pour ne pas écrêter dans l'ampli de sortie.

Il y a un autre moyen de limiter la puissance, c'est de limiter séparément en fonction de la tension et du courant. On est sûr ainsi de sortir la puissance maximum de sécurité, quelle que soit la nature du ROS.



Conclusion.

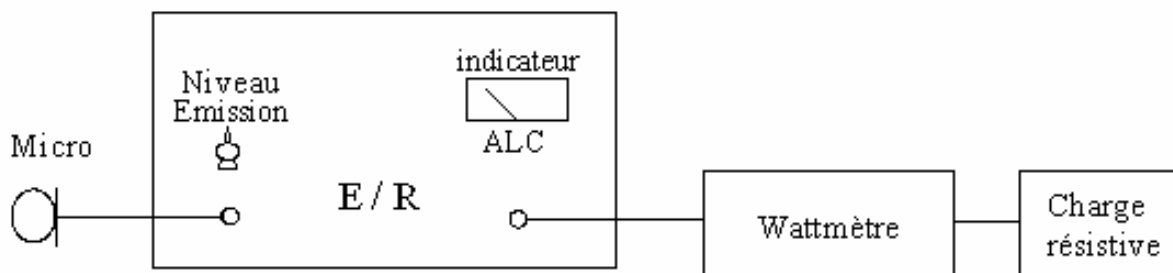
Sans entrer dans les détails de réalisation, j'espère avoir réussi à montrer les interactions entre les différents paramètres qui entrent en jeu dans les fonctions de régulation de puissance et de sécurité dans un émetteur HF.

Les ALC décrits ci dessus, sont ceux qui sont mis en œuvre dans les émetteurs professionnels. Qu'en est-il dans les stations amateurs du commerce ? Il y a tellement de déclinaisons possibles dans les circuits d'ALC dont leur but premier est bien souvent une diminution du coût en faisant des compromis plus que discutables, qu'on ne peut donner un schéma type. Les compromis les plus utilisés consistent à utiliser un compresseur comme ALC BF, un écrêteur HF comme compresseur de modulation (RF clipper), voire réguler la modulation avec l'ALC HF. Tous ces compromis se paient par une diminution de la qualité.

Découvrir le fonctionnement de son émetteur.

Si l'on ne peut demander à un exploitant de savoir concevoir son matériel (quoique, un radioamateur complet...), il est important qu'il en comprenne au moins le fonctionnement pour l'utiliser dans les meilleures conditions.

On peut découvrir le fonctionnement de son émetteur en analysant le schéma, mais aussi plus simplement en opérant certains essais dans la configuration suivante :



Le wattmètre et la charge résistive sont adaptés à l'émetteur (en général 50 Ohms)

Le wattmètre doit mesurer la puissance crête de l'enveloppe (PEP)

Le réglage du niveau émission peut s'appeler « gain micro », « modulation », « puissance », « processor OUT » (« processor IN » étant en fait la sensibilité micro), etc...

Procédure :

- Se placer à 50 cm du micro et prononcer des « Ahhh... » prolongés
- Régler le niveau émission pour se trouver à la limite du déclenchement de l'ALC
- Noter la valeur du wattmètre
- Se rapprocher du micro et parler plus fort

1) L'ALC ne se déclenche pas et le wattmètre indique une puissance à peine plus élevée.

Dans ce cas, votre émetteur est probablement (s'il fonctionne correctement) équipé de deux ALC, l'un sur la modulation (qui peut être un compresseur), et l'autre sur l'ampli HF.

Pousser ensuite le niveau émission et recommencer, alors l'ALC HF doit se déclencher et la puissance de sortie à peine augmenter.

Si tout se passe comme ci-dessus, les ALC de votre émetteur fonctionnent correctement.

2) L'ALC se déclenche et le wattmètre indique une puissance un peu plus élevée.

Dans ce cas, vous n'avez qu'un ALC HF.

Le bon réglage du « niveau émission » correspond à un déclenchement de l'ALC sur les « éclats » de la parole. Si au cours de la liaison, l'ALC tend à se déclencher moins souvent, augmenter le niveau émission, le diminuer dans le cas contraire. Eviter de trop utiliser l'ALC HF pour réguler le niveau de modulation, essayer plutôt d'ajuster la distance bouche-micro en gardant un œil sur l'indicateur d'ALC.

Il est possible que votre émetteur ait une position « compresseur » avec un ajustage du « taux » de compression. Alors, sans compresseur, vous êtes dans le cas 1), et avec le compresseur dans le cas 2). Utilisez alors la position « compresseur », mais avec le taux de compression minimum qui permette de compenser des variations raisonnables du niveau micro. N'essayez pas de moduler à tout prix à 100% en parlant du fond du shack, vos correspondants et les autres OM vous en remercieront (et vous consommerez moins de puissance secteur et économiserez votre P.A). Dans certains cas difficiles de réception

de votre émission, vous pourrez « pousser » raisonnablement la compression (sinon, on obtient l'effet inverse de celui désiré), et ensuite, n'oubliez pas de ramener la compression au minimum.

N-B : Si vous avez à la place du compresseur, un « RF clipper », ou pire, un « audio clipper », essayez de l'oublier.

Enfin, pour terminer, si l'ALC HF reste déclenché en absence de modulation, cela signifie un dysfonctionnement dans votre émetteur. N'attendez pas qu'il fume pour l'arrêter.

F5NB.