

El processat d'audio en SSB.

El perquè

Si hi ha alguna àrea generalment descuidada en els transmissors de banda lateral QRP, tant de fabricació casolana com en KIT, és l'àudio. Generalment ens limitem a connectar el primer micro que trobem... i a funcionar. Però de què ens servirà arribar a no-se-quin-DX-llunyà si movem l'agulla del s-meter però no ens arriben a entendre degut al soroll o a les interferències? L'objectiu final no és posar senyal al receptor, sinó que una persona arribi a entendre el que diem, per tant és important la qualitat de la nostra modulació.

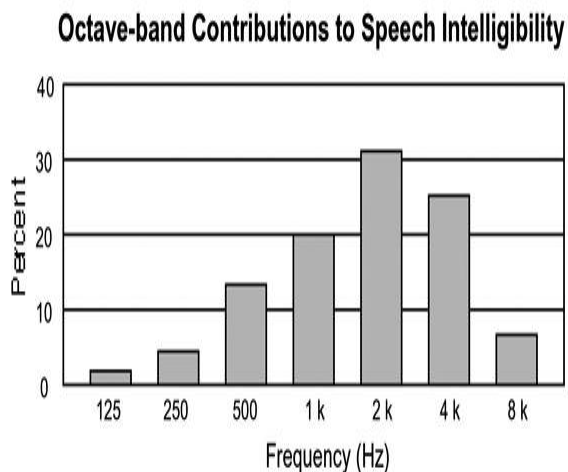
Així queda clar que el problema és com fer que la nostra veu surti entremig dels diversos sorolls. La primera proposta òbvia és: posem un amplificador linial i augmentem la potència de transmissió. Però això té diversos inconvenients: més potència implica transistors més cars, més consum de corrent (i per tant de bateria) i molt més espai a la caixa per a poder refrigerar-los. I tot això, al final, per guanyar-hi poc, ja que multiplicar per quatre la potència només ens farà guanyar només una unitat S i res ens garanteix que això faci que ens entenguin millor. I això sense considerar, a més, que qualsevol potència per sobre dels 10W PEP ens situa fora del nivell QRP en SSB! Per tant, ha d'haver-hi un camí millor.

És justament en l'apartat d'àudio on podem guanyar més per menys. Fàcilment podem millorar el to de la nostra veu i augmentar la seva potència fàcilment fins 6-12dB. Això representa com si incrementéssim la potència de sortida de 10W fins a un nivell equivalent a 40W – 160W! Com és possible aquest miracle? Doncs degut a que la veu té una potència mitjana molt per sota de la màxima, amb un pic de 10W, només té una potència mitjana de 0,5W és possible augmentar la potència mitjana sense superar la potència màxima. Per exemple, un transmissor de 10W PEP amb 10dB de compressió tindrà una potència mitjana igual que un de 100W PEP sense compressió.

El què

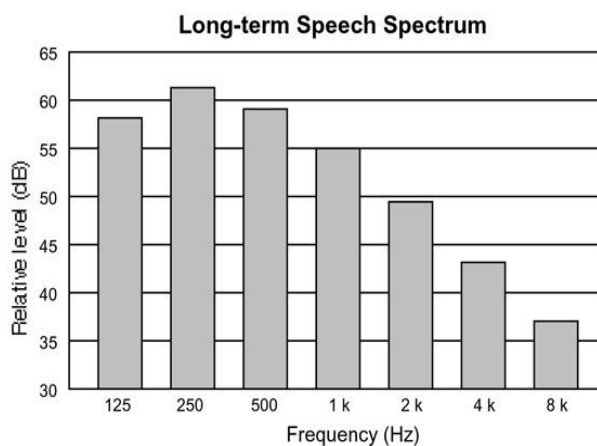
En els nostres muntatges de radioaficionat, el que ens proposem és la transmissió de veu no de música, per tant els nostres transmissors tenen uns requeriments d'àudio diferents dels que pugui tenir una cadena musical o una televisió.

La base de la qüestió és que la composició en freqüència i en intensitat de la veu humana no és per a res uniforme:



El gruix de la informació es transmet en freqüències situades entre els 300 i els 3.000Hz aproximadament. D'entrada això ens indica que posar a l'aire freqüències per sota o per sobre d'aquesta banda és perdre energia inútilment. No és casual que els filtres de cristall per banda lateral habitualment tinguin una amplada entre 2,2 i 2,7kHz ja que si fossin més estrets la veu deixaria de sonar natural i si fossin més amples malbarataríem potència del transmissor i augmentaríem el soroll en recepció.

Però dins d'aquesta banda no tota ella contribueix per igual a la comprensibilitat: s'ha comprovat que la pèrdua de les freqüències altes (agudes) dificulta molt més la comprensió de la paraula que la pèrdua de les baixes (greus). En sentit contrari, una transmissió d'igual potència i amb igual soroll, serà més comprensible si la veu "sona" aguda que si ho fa greu. Per aquest motiu en entorns sorollosos les veus femenines es poden sentir millor que les masculines.



Finalment la potència de la veu tampoc és constant ni repartida de manera uniforme en tot l'espectre. D'una banda, ni pronunciem igual de fort tots els fonemes, ni mantenim sempre el mateix to de veu ni tampoc una distància constant amb el micròfon i d'altra banda, la màxima potència es concentra en les freqüències centrals i baixes de l'espectre, amb variacions depenent del sexe i del to de veu. Això fa que la veu tingui un espectre concentrat en les freqüències més baixes i de rang dinàmic determinat per les parts més fluixes i els pics més forts. Per posar-ho en números si 0dB és el nivell de soroll ambient, la nostra veu pot anar entre els +10dB i els +40dB, això vol dir una variació de 30dB o que el fonema més fort és 1.000 vegades més potent que el més fluix, al mateix temps que la gamma de 500Hz pot ser 20dB (100 vegades) més forta que la de 1.500Hz

El com

Fins aquí veiem l'estat de la qüestió, ara es tracta de cercar solucions per aprofitar al màxim el nostre transmissor QRP.

Qualsevol cosa que fem amb l'àudio ha de passar pel nostre filtre de cristall i posteriorment per l'amplificador de sortida, per tant estarà limitada en freqüència per l'ample del filtre i en el pic de potència màxima pels 10W del pas final. Això ja ens indica dos possibles camins: equalitzar la gamma de freqüències i equalitzar els nivells de potència per a maximitzar la comprensió de la veu.

Per equalitzar les freqüències de la veu entenem amplificar-les de manera selectiva per a transmetre-les totes amb la mateixa potència relativa. Això pot aconseguir-se amb una sèrie de filtres i amplificadors combinats per a donar una resposta determinada. Aquest procediment té el problema que cal ajustar-lo per a cada operador i micròfon que s'empri, ja que les veus i la resposta a cada freqüència dels micròfons són diferents.

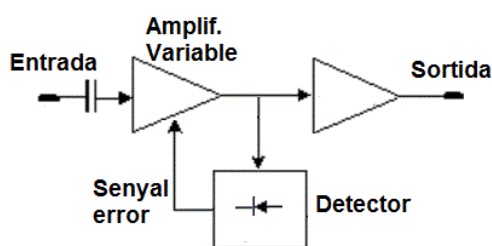
L'equalització de potència, habitualment s'anomena compressió del rang dinàmic ja que l'efecte que té és reduir una variació de, per exemple, 30dB en 20. Dit en altres paraules: intentem que el nivell de sortida sigui el més constant possible fent, per exemple, que el so més fort sigui 100 vegades més potent que el més fluix en lloc de 1000 vegades.

La compressió té l'avantatge que no depèn del to de veu de l'operador i, com que s'adapta al nivell d'entrada variable, en una mesura molt gran tampoc del micròfon. Un cop fixat el nivell

de sortida i de compressió pràcticament funcionarà bé amb tots els operadors i amb la immensa majoria de micròfons. Per contra, conforme augmentem el nivell de compressió, cada cop la veu sona menys natural fins al punt que la comprensibilitat que guanyem en incrementar la potència la perdem per distorsió. Tots els compressors tenen un límit raonable d'utilització depenent de la seva topologia.

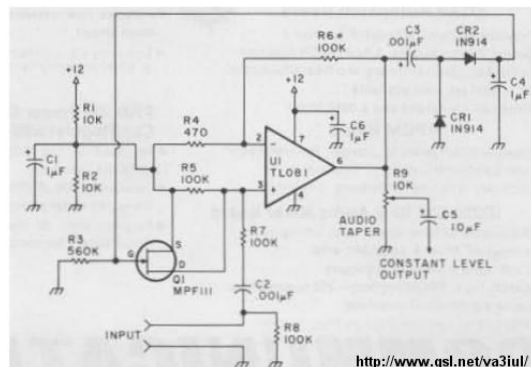
Genèricament tota la gamma de circuits destinats a millorar la veu hom els anomena processadors d'àudio o processadors de veu, però cal distingir entre les diverses classes de dispositius. La compressió analògica d'àudio, al nostre nivell d'aficionats sol fer-se amb tres tipus diferents de circuit: els compressors d'àudio (valgui la redundància), els retalladors d'àudio i els retalladors de radiofreqüència. Aquí hauria de dir que cadascun d'aquests circuits té els seus avantatges i inconvenients però en la meua opinió, l'avantatge pel darrer tipus és tan gran que esborra tots els altres.

Compressors d'àudio (AF Compressor)



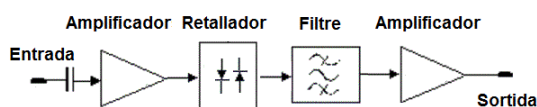
Els compressors d'àudio funcionen exactament igual que el AGC dels nostres receptors: detecten el nivell del senyal de sortida, el rectifiquen i generen una tensió de control que s'aplica a la cadena amplificadora. Això fa que un senyal feble no generi tensió de control i que sigui amplificada al màxim, mentre que un

senyal progressivament més fort va fent minvar l'amplificació per a obtenir un nivell de sortida constant. Aquesta topologia té l'avantatge de la simplicitat, l'abundància d'esquemes, el baix cost i la disponibilitat de molts circuits integrats especialitzats en aquesta funció. És el procediment més bàsic i adequat per a fer les primeres passes muntatges. Per contra, el nivell de compressió assolible és baix (generalment per sota de 6db) ja que molt aviat comença a sentir-se tots els sorolls de fons i a generar-se ecos a la sala.



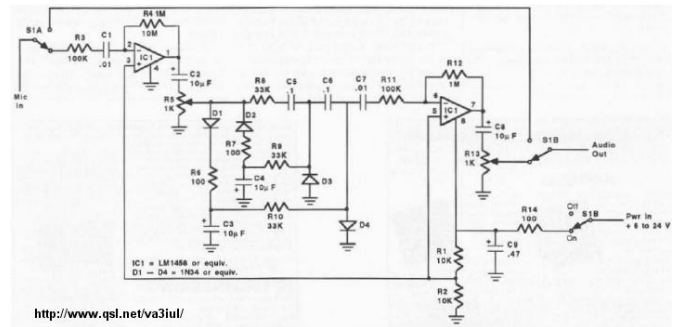
Retalladors d'àudio (AF Clipper)

Els retalladors d'àudio a diferència dels compressors sempre amplifiquen al màxim el senyal i un cop ja amplificada la passen per un circuit que n'elimina tots els pics que superin un nivell determinat. Aquest tipus de circuits són també relativament senzills de construir, barats i més eficaços que els anteriors. El problema que tenen és que el retallador, en ser un circuit no lineal



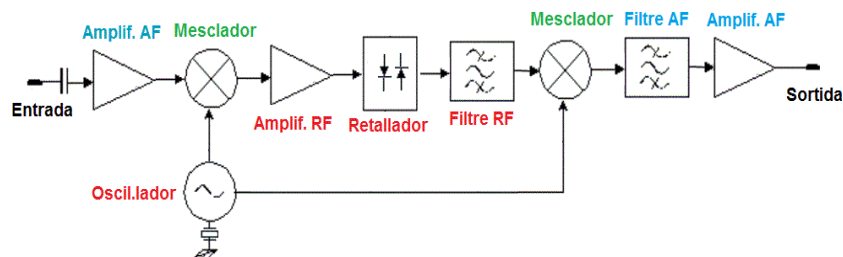
(generalment un parell de diodes) genera harmònics, els quals cauen parcialment dins de la banda de pas del filtre. Per exemple: en retallar un to de 500Hz genera harmònics de 1.000, 1.500, 2.000... que no poden eliminar-se fàcilment. Com que els harmònics

augmenten amb el cub del nivell de senyal, aviat s'arriba a un punt on la distorsió es massa gran per a ser útil. Poden obtenir-se compressions útils entre els 6-10dB.

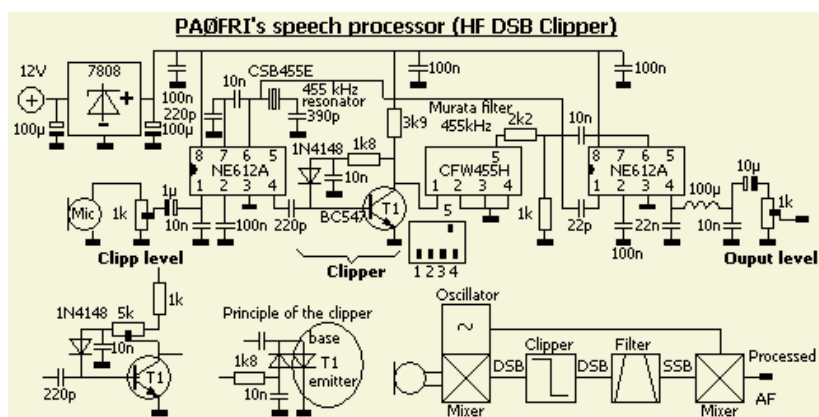


Retalladors de radiofreqüència (RF Clipper)

Finalment, els retalladors de RF superen el problema dels anteriors fent el procés en una freqüència fora de la banda de pas del filtre. Tots els equips comercials (analògics no DSP) d'alta gamma porten compressors d'aquest tipus en la cadena de freqüència intermitja. En la meua opinió, per al constructor aficionat és millor posar aquest dispositiu com un circuit exterior ja que té dos avantatges significatius respecte a incorporar-lo a la cadena de FI: és molt més fàcil de provar els seu funcionament per separat i pot fer-se en una freqüència no relacionada ni amb la FI ni amb la banda de treball, cosa que assegura que no es generarà cap classe d'espuria.



El funcionament és anàleg al d'un transceptor de SSB en miniatura: el senyal d'àudio arriba a un modulador balancejat on es mescla amb la RF provinent d'un oscil·lador a cristall, obtenint-se doble banda lateral. Aquesta RF modulada s'amplifica i passa per un retallador on, igual que en el cas anterior, es generen harmònics. Però a diferència del retallador d'àudio, aquí els harmònics són fàcilment eliminables amb un filtre. Per exemple: amb un senyal modulat de 5MHz, en retallar es generen 10, 15, 20MHz... que s'eliminen amb un filtre passabaixos o passabanda. Posteriorment el senyal passa per un detector de producte on es torna a barrejar amb el mateix oscil·lador d'abans i s'obté un altre cop àudio. L'avantatge principal és que podem obtenir uns ratis de compressió força millors que amb els altres sistemes (10-15dB). Per contra, el principal desavantatge del circuit és la complexitat i el cost.



Històricament ha estat poc utilitzat pels aficionats degut al gran nombre de components, al cost dels cristalls de quars/filtres necessaris i a la necessitat de tenir cura en la construcció mecànica ja que estem tractant amb RF.

Conclusions:

Des de tots els punts de vista, la millora de l'àudio és una de les millors inversions que pot fer l'aficionat al QRP. Fins i tot amb el circuit més senzill pot quadruplicar l'abast de les seves transmissions per un cost ridícul.

Dins de la gamma de possibilitats, els compressors d'àudio són senzills i barats. Són un muntatge adequat per a començar en la construcció domèstica d'equips. Fàcilment es troben desenes d'esquemes i molts kits a punt per muntar com per exemple els de la revista alemanya Funkamateur (<http://www.73box.com>) i els de Hamshop (<http://www.hamshop.cz>) a Txèquia.

Però sens dubte els meus favorits són els retalladors de RF. En l'actualitat amb la disponibilitat de circuits integrats de RF i cristalls de baix preu no hi ha cap inconvenient rellevant per a la seva construcció. La gamma d'esquemes i kits disponibles no és tan àmplia com els anteriors, però tot i així teniu els kits de DF4ZS (<http://jwm.de/afu/index0.htm>) a Alemanya i de Kent (<http://www.kent-electronics.nl/>) a Holanda.

I el més important: que us ho passeu bé i feu molts DX en QRP!

EA3ERT, Toni Millet, © 2015