

Nº36: RECEPTOR SUPERREGENERATIVO VHF

Joan Borniquel Ignacio, EA3-EIS, 26-12-05.
Sant Cugat del Vallés (Barcelona) ea3eis@hotmail.com

INTRODUCCION

El montaje que hoy se presenta es un clásico actualizado el cual, nos podría recordar alguno de los receptores que se llegaron a utilizar en otros tiempos. También tendremos la oportunidad de ver, su fundamento y operatividad con sus ventajas e inconvenientes.

Está inspirado en un trabajo de Charles Kitchin N1TEV y publicado en el ARRL Handbook del 98 capítulo 17-79; este origen y contenido, son suficientes para considerarlo como una buena experiencia de fin de semana.

Podrá verse por el esquema eléctrico y por la posterior realización, que es un receptor superregenerativo para VHF con un margen de cobertura de frecuencia de 117 a 146 MHz y de una gran sensibilidad (1 uV) según el autor; esta última particularidad, es la que llama más la atención de estos pequeños receptores, al incorporar un detector superregenerativo del cual, trataré de explicar un poco su principio de funcionamiento, haciendo antes una distinción, entre detectores regenerativos y detectores superregenerativos.

REGENERACION Y SUPERREGENERACION

Regeneración: El detector regenerativo, consiste básicamente en un oscilador de RF cuyo umbral de autooscilación, es controlable al poder variar manualmente el grado de acoplamiento o de realimentación positiva entre la salida y el circuito de sintonía L-C de entrada. Esta disposición, además de rectificar o detectar la señal de RF mediante el elemento activo, ya sea válvula o transistor, permite amplificar la señal de entrada de manera considerable por el efecto, de la realimentación en fase y controlada a voluntad.

Estos receptores, permiten recibir las señales en modo AM con cierta comodidad, en SSB y CW, la sintonía es posible pero crítica, otros inconvenientes, además de la selectividad, es la radiación de señal no deseada hacia la antena por tratarse de un generador de RF lo cual, produce perturbaciones en el espacio radioeléctrico y en el propio receptor si el ajuste manual de acoplamiento es excesivo. Por esta razón, este tipo de montajes con detector regenerativo acoplado directamente a la antena, están prohibidos desde hace tiempo, por las autoridades competentes en la mayor parte de países, salvo que incorporen una etapa separadora entre la antena y el detector.

Superregeneración: Este sistema es esencialmente, un detector regenerativo con la oscilación autoextinguida cuya finalidad sería la siguiente, conseguir el máximo acoplamiento en la oscilación de RF de manera constante y también, la máxima sensibilidad o amplificación de la señal de entrada en el receptor. Esta condición alternativa de extinción, se obtiene de manera estable, a partir de una segunda oscilación auxiliar, generada dentro del mismo elemento activo mediante, acoplamiento y constante de tiempo R-C cuya frecuencia, debe de estar dentro de la gama inaudible con el fin, de no ser percibida por el oído humano, que captará solamente las señales radiofónicas. Esta podría ser de manera muy sintetizada, la definición filosófica de un detector superregenerativo, más adelante en la descripción, se verá con más detalle cual es su funcionamiento.

Indicar que este tipo de receptores, siguen teniendo el mismo problema de selectividad y de perturbación exterior por lo que se recomienda, dotarles de una etapa amplificadora de RF como separador hacia la antena. En VHF en fonía y pequeños montajes muy simples, si es recomendable esta solución de pensar en un detector superregenerativo, no es factible en HF, por exigir una frecuencia de extinción demasiado baja la cual, estaría dentro de la gama audible.

DESCRIPCION

Partiendo de la entrada de Antena y siguiendo el camino de la señal, nos situamos en la etapa preamplificadora de RF la cual, actúa de separadora y adaptadora de impedancias, el elemento activo es Q1 (J310), transistor FET N conectado en puerta común, no inversor con una ganancia poco significativa, esta disposición, tiene la particularidad de aislar la posible radiación del detector superregenerativo hacia la antena y de presentar, una buena adaptación de impedancias, baja en la entrada de antena por surtidor y alta en la salida por drenador, esta señal amplificada y a través de una pequeña capacidad de 1 pF, se aplica al circuito de sintonía LC que precede la detección superregenerativa a cargo de Q2 (J310), transistor FET N conectado también en puerta común. La oscilación de RF en VHF, se produce mediante el acoplamiento en fase a través del pequeño condensador de 2 pF entre el surtidor y drenador de Q2. La segunda oscilación de extinción de unos 70 KHz, es por un lazo de realimentación positiva, entre surtidor y drenador de Q2 con una constante de tiempo RC, muchísimo más larga la cual viene dada, por la vía de las capacidades asociadas a masa, tanto en el circuito de surtidor como de drenador de Q2 con las respectivas resistencias de descarga; en esta oscilación de extinción, se producen impulsos de tendencia positiva y negativa; en la condición positiva, se establece la oscilación de RF y la detección y en la negativa se interrumpe la oscilación de RF. Es evidente que este sistema periódico de extinción en la regeneración, permite un acoplamiento óptimo de la realimentación dentro del oscilador de RF y por lo tanto esta condición, es la que produce la máxima sensibilidad o amplificación de las señales de VHF en fonía. El margen de sintonía del tanque LC, ya se ha dicho que va de 117 a 146 MHz pues bien, para conseguir un ensanche de banda en el segmento bajo de frecuencia, se ha intercalado un condensador de 22 pF en serie con el condensador variable de sintonía de 15 pF con lo cual, la banda aérea de 118 a 136 MHz, es más cómoda de sintonizar y el segmento de frecuencia más alta que no tenía demasiado interés para mí, queda comprimido. Después de la detección en Q2 y a su salida, un choque de 15 uH da paso solamente a la componente de audio y además, un filtro RC elimina la residual de RF, a continuación un potenciómetro de 100 K como control manual exterior de ganancia AF, regula la entrada de U1 (LM386), amplificador monolítico de audio bien conocido, con una ganancia máxima de 46 dB, suficiente para excitar un pequeño altavoz de 8 Ohms o auriculares mediante jack conmutador. La oscilación de extinción de 70 KHz, también está presente en la misma salida de altavoz, con una amplitud máxima de 2 Vpp, señal que no afecta para nada la buena audición radiofónica en AF por quedar fuera del espectro auditivo. En el circuito de origen, hay un potenciómetro de 10 K como control de superregeneración y otro de 500 Ohms como ajuste de extinción, ambos los he sustituido por resistencias fijas, después de establecer valores óptimos para una buena recepción en el modo AM. La alimentación del receptor, es a +10 V, con un consumo máximo de 35 mA, en el circuito de drenador de Q2, se ha incluido un diodo zener de 6,8 V, con tal de mantener la estabilidad en la tensión de alimentación del detector. Para esquema eléctrico y detalles, ver la Figura N° 1.

CONSTRUCCION

La construcción de este receptor, es muy simple y ocupa poco espacio, queda ubicado todo en una caja estanca con tapadera de aluminio, dimensiones: 125x95x55 mm, donde caben muy bien: las dos plaquetas de CI, el condensador variable de 15 pF con el mando reductor 3:1 más su soporte, conector PL de Antena, potenciómetro de 100 K para control de ganancia AF y altavoz de 8 Ohms. La circuitería, queda dispuesta en una plaqueta de RF y otra de AF, en la primera los dos transistores: Q1 y Q2 y sus componentes, con las conexiones lo más cortas posible entre ellos y el tanque LC y en la segunda, el circuito integrado U1, en esta no son necesarias tantas precauciones, pero sí el blindar las conexiones que van al potenciómetro de ganancia AF, ambas plaquetas, están

confeccionadas, con placa Repro Circuit CT-17 en fibra de vidrio y montadas con separadores M3 sobre la base de la caja. Para detalles de montaje, ver Figuras N° 2 y 3.

PUESTA EN MARCHA

En la puesta en marcha del receptor, lo que llama más la atención al conectarlo a la fuente de alimentación, es el soplo o ruido blanco que genera la superregeneración, que puede ser fuerte pero no molesta demasiado, al poder regular el nivel mediante el control de ganancia AF exterior, este soplo desaparece cuando se sintoniza una señal modulada AM. Una parte que requiere de un tanteo, es establecer los niveles de superregeneración y de extinción, mediante los controles correspondientes, una vez conseguidos dichos ajustes, opté por dejarlos en valores fijos de resistencias, con tal de simplificar el manejo. Otra cuestión importante ha sido, el establecer el margen de frecuencia de 117 a 146 MHz, variando la capacidad en serie con el condensador variable de sintonía, hasta dejarla en 22 pF y también la bobina L cuyos datos, se indican en el esquema eléctrico, estos últimos ajustes, los pude verificar mediante una señal conocida de un generador de RF, comprobando luego, la captación de los canales de la banda aérea que van de 118 a 136 MHz en modo AM, esta última prueba ha sido una grata experiencia, pues la sensibilidad del receptor es bastante buena y la selectividad, aceptable por lo menos en esta banda, dada la potencia moderada de los transmisores de VHF que llevan las aeronaves. En el caso de radiodifusión MF o en HF con señales fuertes, el comportamiento creo que sería distinto; remarcar que tanto en los detectores regenerativos como en los superregenerativos cuando están operando, se produce en ambos, un aumento relativo del Q en el circuito L-C de sintonía y por supuesto de la selectividad.

Otra cuestión a tener en cuenta es el tipo de antena a utilizar, en principio yo me he valido de mi antena para VHF (2 Metros) y los resultados dada mi situación geográfica, han sido buenos no obstante, quiero recomendar una antena más adecuada para esta aplicación, cual es una antena empleada en la recepción de los satélites meteorológicos NOAA, (137 MHz), la antena en cuestión se denomina QHA (Quadrifilar Helical Antenna), este sistema de captación además aportar ganancia, tiene un diagrama de captación multidireccional teórico, muy similar al de una semi esfera con lo cual, es el sistema ideal para captar emisiones procedentes de cualquier lugar visual del espacio. Esta antena, que permite ser alimentada por cable coaxial de 75 Ohms, me fué facilitada y construida por mi amigo Joan Bautista Ortiz Boleda, EA3-BIB, especialista en muy altas frecuencias y radio astronomía. Quiero aprovechar la oportunidad, para mostrarle una vez más mi agradecimiento y mi admiración, ver detalle de la antena QHA en la figura N° 4.

COMENTARIOS FINALES

Esta aventura superregenerativa y su soplo característico, me han traído a la memoria que hace más de medio siglo, en VHF ya nos las habíamos con este tipo de detectores, era una época sobre los años 1950-51 que la radio en plan pirata, nos proporcionaba momentos emotivos con muchos fracasos y algún que otro éxito, otros ingredientes como el conocimiento y los medios materiales eran muy precarios, hasta el punto que recuerdo, el tener que utilizar como único elemento activo de RF en un transceptor para VHF fonía AM y en las funciones: Rx-Tx, una sola válvula (EL3N), de la serie roja como detector-oscilador y para conseguir un mayor rendimiento en Tx, se la desproveía de su zócalo, dejando la ampolla sujeta al aire mediante una abrazadera de cartón y con las conexiones directamente sobre el tanque L-C. En Rx con la oscilación autoextinguida, sabíamos de la presencia del correspondiente en el eter, al escuchar el ruido molesto resultante de la mezcla, de su señal y de la propia. En fin son vivencias históricas, que no he podido pasar por alto, al contrastarlas con este momento actual. Saludos de Joan, EA3-EIS.

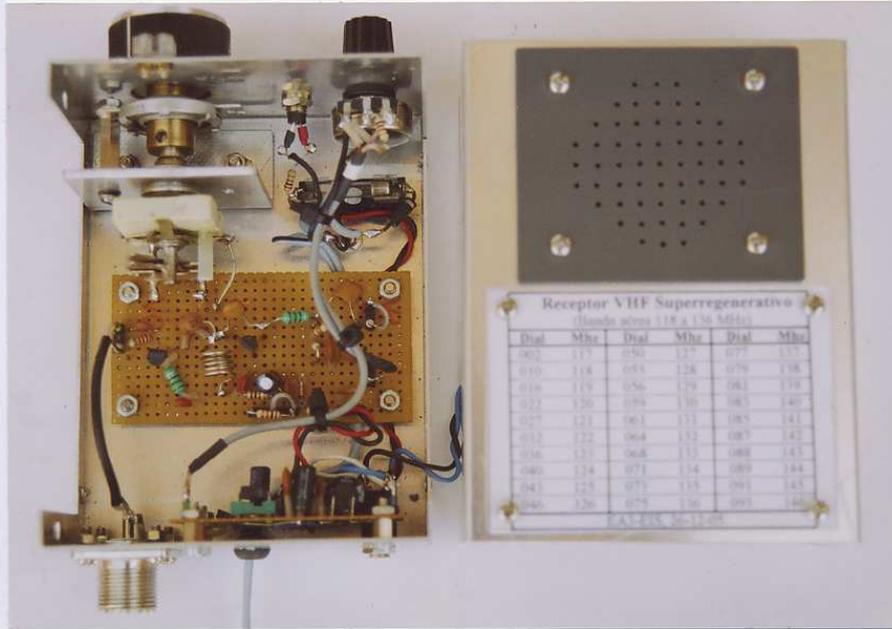


Figura N°2: Dos imágenes del receptor superregenerativo de VHF. La primera presenta, la parte interior con el condensador variable de sintonía C1, provisto de reductor 3:1 sobre el eje y mando de sintonía TUNE, led POWER y potenciómetro de ganancia AF. El fusible interior de protección y la placa con todos los componentes de RF. En el panel posterior, el conector PL de ANTENA, el jack para auriculares y la placa con la circuitería de audio. Al lado derecho la tapa que contiene, el altavoz con su mirilla de PVC y un listado de frecuencias en MHz en correspondencia con el dial.



Figura N°3: Vista exterior del receptor superregenerativo de VHF. En ella se aprecia la simplicidad operativa al mostrar, los dos únicos mandos que aparecen en el panel frontal, el de sintonía TUNE y el de amplitud AF GAIN con el led rojo de control POWER

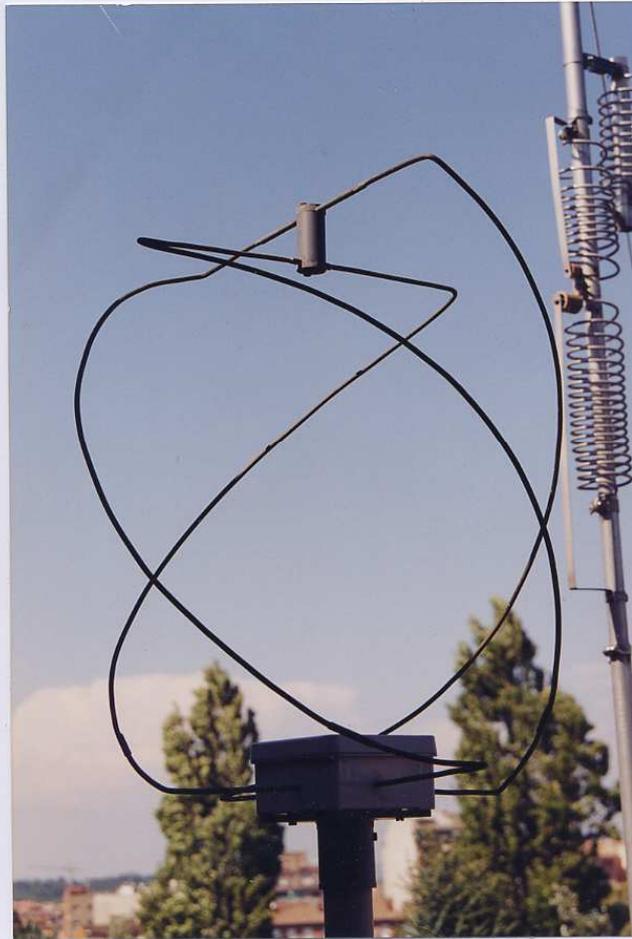


Figura N°4: Antena QHA (Quadri-filar Helical Antenna) para VHF (137,5 MHz). Según puede verse en la foto, esta antena está formada por dos loops de onda completa conectados en paralelo y dispuestos helicoidalmente en el mismo eje, desplazados 90° uno de otro. La alimentación por cable coaxial de 75 Ohms, activo y malla sobre cada extremo de los dos loops en paralelo de manera respectiva. Lo más destacable de este tipo de antena, es su diagrama de radiación multidireccional el cual, situada dicha antena sobre un punto del ámbito terrestre, tomaría a su alrededor, la forma aproximada de una media esfera; esta particularidad la hace muy apropiada de manera genérica, para la recepción y excitación de satélites en el espacio o comunicación con aeronaves en vuelo. Como ya he comentado anteriormente, esta antena fue construida por mi amigo Joan Bautista Ortiz EA3-BIB y fue utilizada, en la recepción de los satélites meteorológicos NOAA, de aquí viene su dimensionado acorde con la frecuencia de resonancia indicada al principio. Posteriormente me fue cedida con la intención, de restaurarla y llegar a utilizarla con el mismo propósito, situación última que no se llegó a producir no obstante, en esta reciente experiencia, he tenido la oportunidad de probarla en la recepción de la banda aérea (118 a 136 MHz) lo cual, me ha permitido comprobar su eficiencia aun quedando fuera del punto de resonancia óptima.

Receptor Superregenerativo de VHF					
Márgen de frecuencia: 117 a 146 MHz					
Correspondencia entre dial y frecuencia					
Dial	MHz	Dial	MHz	Dial	MHz
002	117	050	127	077	137
010	118	053	128	079	138
016	119	056	129	081	139
022	120	059	130	083	140
027	121	061	131	085	141
032	122	064	132	087	142
036	123	068	133	088	143
040	124	071	134	089	144
043	125	073	135	091	145
046	126	075	136	093	146

Canales banda aérea, sector de Barcelona (BCN)	
Función y Localización	Frecuencia en MHz
Torre cont llegadas (BCN)	118,100
Torre cont salidas (BCN)	118,325
Aproxim Este (BCN)	125,500
Aproxim Oeste (BCN)	127,700
Aproxim Mar (BCN)	118,050
Aproxim Mar (BCN)	126,500
Aproxim final (BCN)	119,100
Control tierra (BCN)	121,700
Autoriz rodadura (BCN)	121,800
Rodadura pistas (BCN)	121,850
Sector Oeste (BCN)	119,400
UIR Este (BCN)	135,350
Torre control (Sabadell)	124,600
Torre control (Sabadell)	120,800
Meteorología general	127,600
Meteorología (BCN)	118,800

Figura N°4 Bis: Aquí se presentan dos cuadros de datos orientativos, el de arriba se refiere a la correspondencia entre las marcaciones del dial de sintonía TUNE del receptor, que va de 000 a 100 y la frecuencia expresada en MHz. En el cuadro inferior, se indican los distintos canales de banda aérea, utilizados por los servicios de control del sector de Barcelona y en el constan, la función, la localización y la frecuencia, el modo de transmisión, es siempre en fonía y en modulación de amplitud (AM). El margen de frecuencia de la banda aérea, es de 118 a 136 MHz. Constatar que estas señales, son una manera eficaz de comprobar la bondad de la antena QHA de la cual, se ha hecho mención en este reportaje.