

Amplificación Regenerativa y Oscilaciones empleando Dispositivos con Resistencia Negativa

Ing. A. Ramón Vargas Patrón
rvargas@inictel.gob.pe
INICTEL

El procedimiento usual para la generación de oscilaciones entretenidas en redes L-C sintonizadas es compensar las pérdidas circuitales mediante el uso de realimentación positiva o regeneración. De esta manera, durante el encendido las oscilaciones crecerán en amplitud excitadas por el ruido térmico de los componentes.

Un oscilador en potencia deberá enfrentar una de dos situaciones posibles. La red activa sintonizada podría tener pérdida en exceso, en cuyo caso el circuito se resistirá a oscilar (Fig.1-a). Sin embargo, aún podría trabajar como amplificador regenerativo o amplificador de alta ganancia de banda angosta. La segunda situación que podría presentarse es aquella en la que el circuito oscila satisfactoriamente. En este caso la pérdida en exceso habrá sido compensada (Fig.1-b) y la salida del circuito muestra una oscilación entretenida.

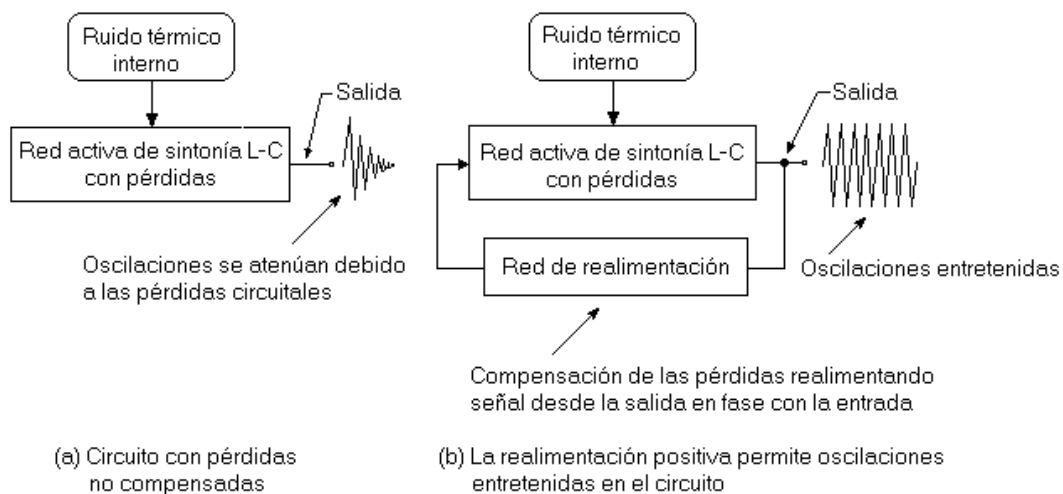


Fig.1 Situaciones que enfrenta un oscilador en potencia

En el reino analógico se distinguen dos tipos de osciladores: los que emplean la realimentación positiva y aquellos que hacen uso explícito de la resistencia negativa exhibida por cierta clase de dispositivos. Se puede demostrar que ambos tipos son equivalentes en lo que respecta a la compensación de las pérdidas resistivas. Estas son canceladas eficazmente por la resistencia negativa contribuida por el dispositivo activo y componentes reactivos asociados.

La Fig.2 muestra de manera simplificada dos formas de llevar a cabo este proceso para un circuito L-C serie y paralelo.

En la Fig.2-a la resistencia negativa se conecta en serie con la red sintonizada L-C. R_s representa la pérdida serial del circuito sintonizado. $R_T = R_s - r$ es la pérdida resistiva neta, y claramente, puede hacerse nula.

En la Fig.2-b la resistencia negativa está conectada en paralelo con la red de sintonía. R_p representa la pérdida paralela del circuito sintonizado. La conductancia neta es

$G_T = -\frac{1}{r} + \frac{1}{R_p}$ y también puede hacerse nula. En este caso particular, la pérdida resistiva neta en paralelo sería infinito, significando ello que no existen pérdidas de potencia en el circuito sintonizado L-C.

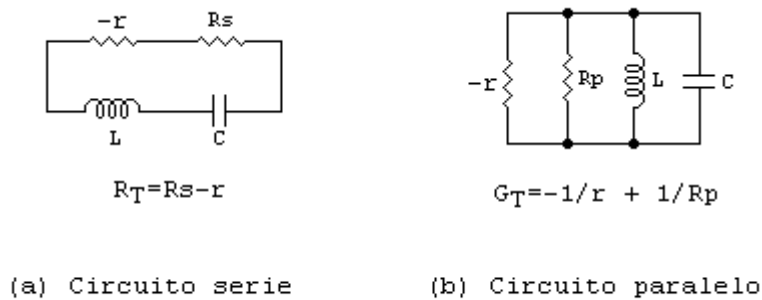
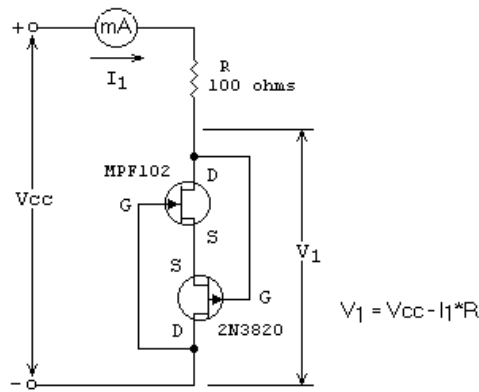


Fig.2 Compensación de las pérdidas resistivas

Si la cancelación de las pérdidas es incompleta, la ganancia de lazo del oscilador será menor que uno y por lo tanto no se obtendrán oscilaciones entretenidas. Por otro lado, si la ganancia es cercana a la unidad el circuito se comportará como un amplificador regenerativo o etapa sintonizada de alta ganancia y de banda angosta.

Existe un número de dispositivos activos que exhibe regiones de resistencia negativa en sus curvas características I-V estáticas. Estos dispositivos pueden ser empleados exitosamente en la construcción de osciladores L-C y amplificadores regenerativos. Uno de ellos es el diodo Lambda, cuya configuración básica se muestra en la Fig.3. Este dispositivo hace uso de un JFET de canal N y otro de canal P, conectados de tal manera que la caída de voltaje drenador-surtidor de cualquiera de ellos es el voltaje compuerta-surtidor aplicado al otro dispositivo.



Disposición para medir la característica estática del diodo.

El diodo Lambda implementado con un JFET MPF102 de canal N y un JFET 2N3820 de canal P.

Fig.3 El diodo Lambda básico en un montaje para medición de la característica I-V

La Fig.4 nos muestra la característica estática I-V de un diodo Lambda implementado por el autor con un JFET MPF102 de canal N y un JFET 2N3820 de canal P. La forma de la curva nos recuerda el símbolo de la letra griega lambda. El sentido de la corriente y la polaridad del voltaje son como se muestra en la Fig.3. Es por lo tanto un dispositivo unidireccional.

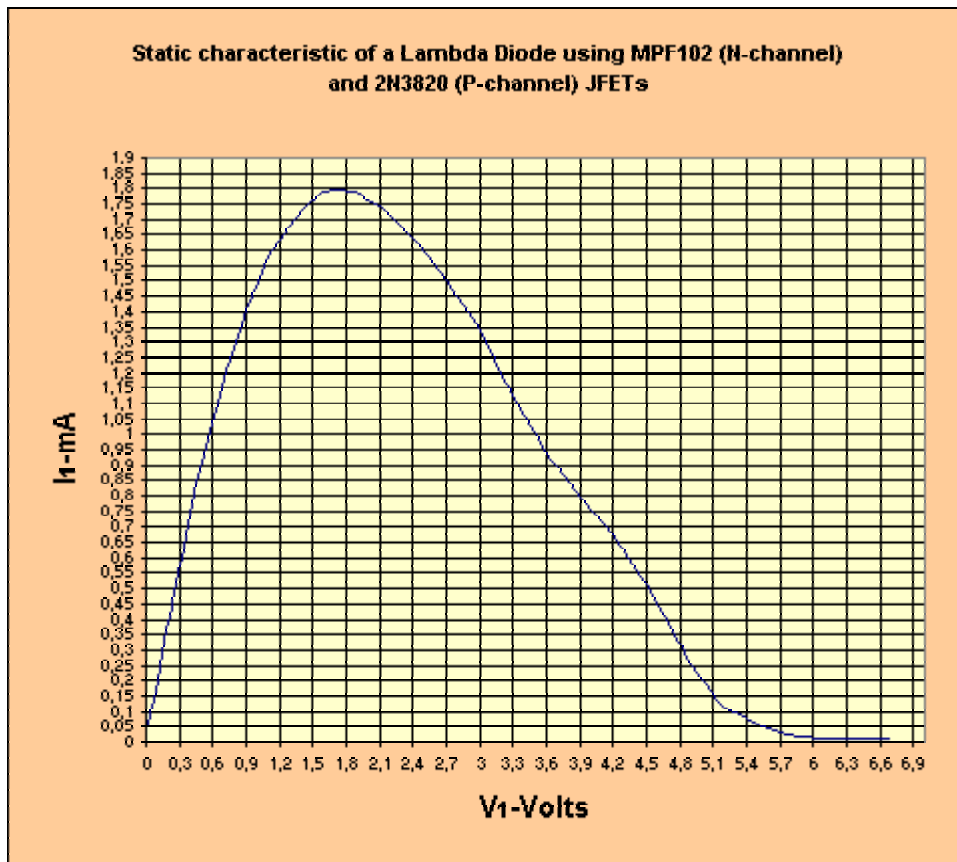
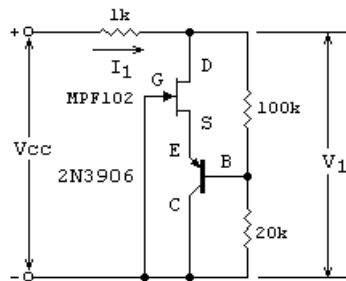


Fig.4 Curva I-V del diodo Lambda obtenida por medición

El autor también ensayó una versión modificada del diodo Lambda en la que un transistor bipolar de silicio PNP del tipo 2N3906 sustituyó al JFET de canal P. El montaje que se empleó para el ensayo se muestra en la Fig.5 y la característica estática I-V obtenida en la Fig.6. Se puede observar que existe una región de resistencia negativa entre 2Voltios y 9Voltios (región con valores negativos para $\Delta V_1/\Delta I_1$).



Los resistores de 100k y 20k suministran la polarización de base al transistor PNP y contribuyen a la estabilidad térmica del diodo Lambda.

Disposición para la medición de la característica estática I-V del diodo

Diodo Lambda sintetizado con un JFET MPF102 de canal N y un transistor bipolar 2N3906 PNP de silicio

© Ramon Vargas-Patron

Fig.5 Versión modificada del diodo Lambda y montaje para medición de la característica I-V

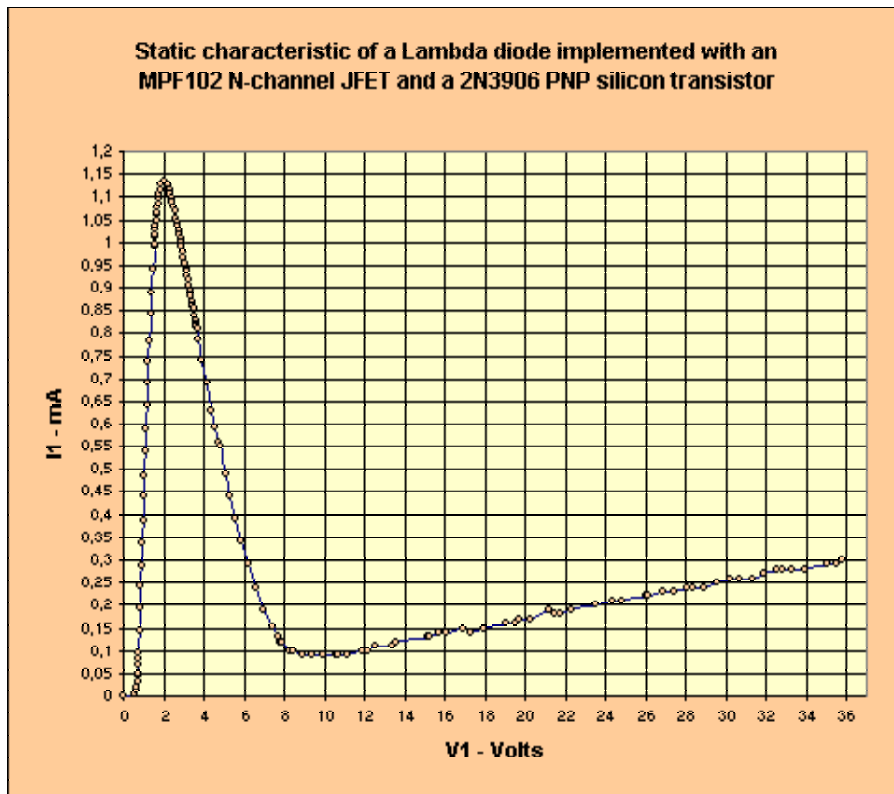


Fig.6 Curva I-V del diodo Lambda modificado

Dos aplicaciones interesantes

Usos interesantes para el diodo Lambda surgen cuando se le polariza en su región de resistencia negativa. Las aplicaciones inmediatas incluyen circuitos de oscilador y de amplificación regenerativa.

Para probar la utilidad de la configuración modificada se construyó un sencillo oscilador de audio de onda senoidal empleando al nuevo dispositivo conjuntamente con un inductor con núcleo de hierro y un audífono piezoeléctrico (Fig.7). La capacitancia intrínseca del audífono y la inductancia sintonizaron la oscilación.

El circuito osciló con valores de la fuente de poder entre 3.2Voltios y 4.68Voltios DC. La mejor forma de onda se obtuvo para 4.25Voltios DC. Una onda senoidal de baja distorsión a una frecuencia de 909Hz y con una amplitud de 2Voltios pico pudo ser medida en bornes del diodo Lambda.

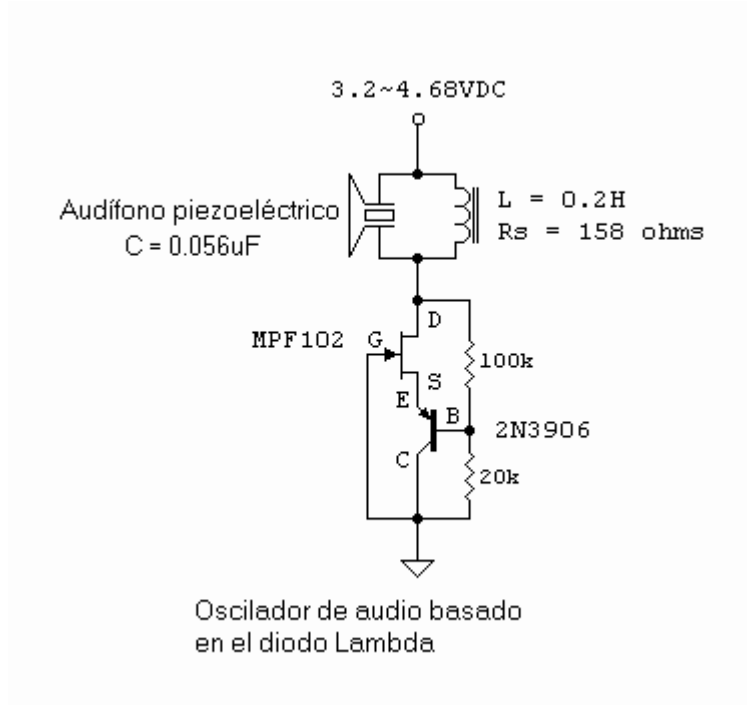


Fig.7 Oscilador de audio de onda senoidal

La segunda aplicación interesante y exitosa fue la de un receptor regenerativo para la banda de radiodifusión de onda media de 530kHz~1620kHz. Excelente selectividad y sensibilidad se obtuvieron con este receptor. Su diagrama esquemático se puede observar en la Fig.8.

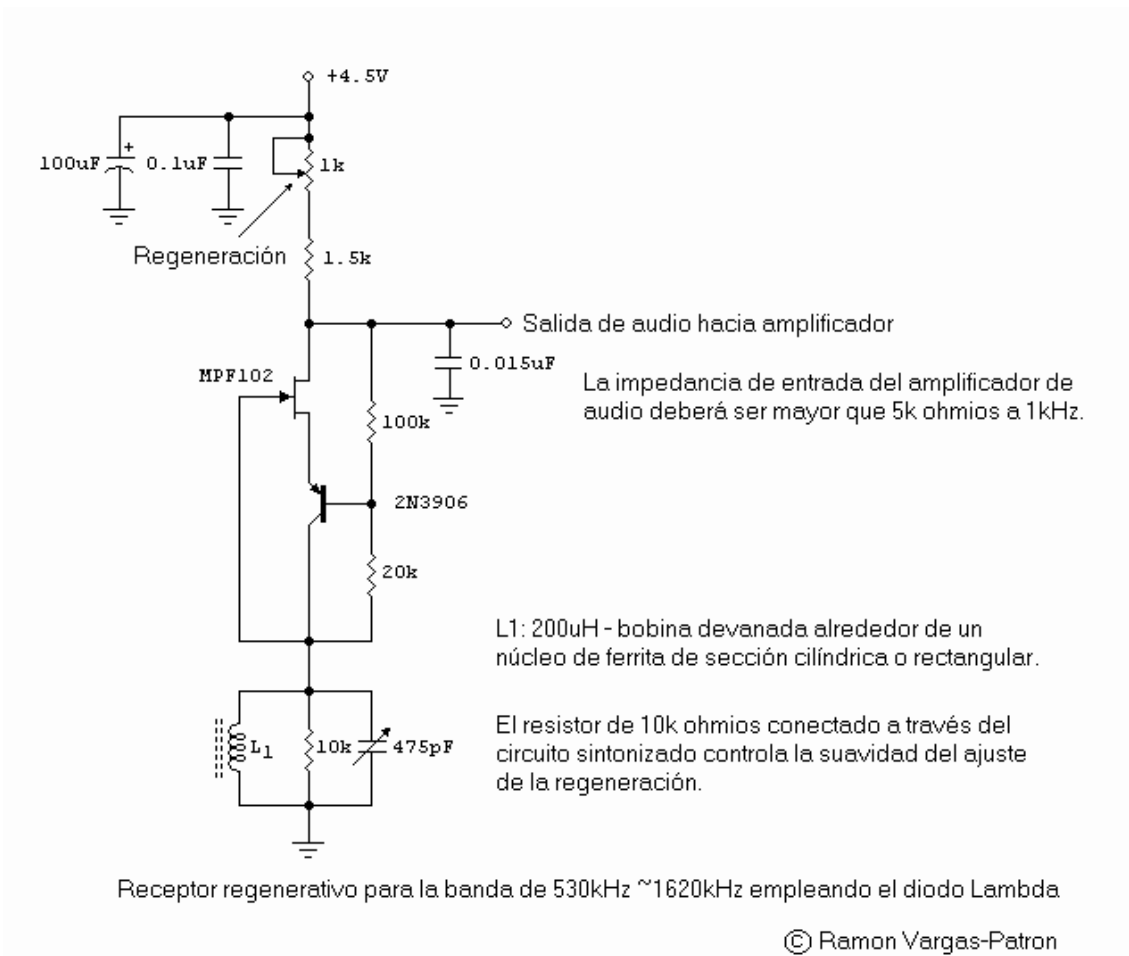


Fig.8 Receptor regenerativo para la banda de radiodifusión de onda media

La fuente de alimentación y los resistores conectados en serie polarizan al diodo Lambda en su región de resistencia negativa. El circuito debe ajustarse al umbral de oscilación para la mejor sensibilidad y selectividad. Debido a que la eficiencia de la antena de ferrita cambia con la frecuencia, cierto ajuste de la regeneración es requerido mientras el receptor se sintoniza a lo largo de la banda. El resistor de 10k ohmios en paralelo con el circuito sintonizado contribuye a un ajuste suave de la regeneración.

Ramón Vargas Patrón
Lima – Perú, Sudamérica
Octubre 31 del 2005