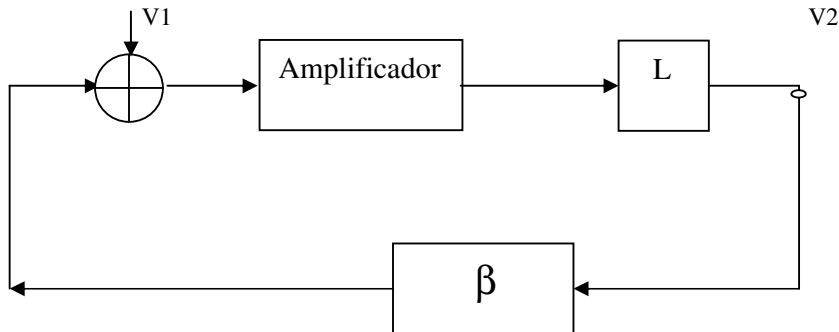


Osciladores por realimentación positiva

Diagrama en bloques:

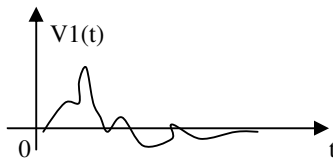


Cada bloque presenta su función distinta, aunque no correspondan físicamente a circuitos distintos.

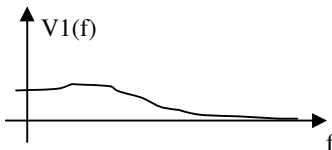
A: Amplificador de tensión, corriente o potencia.

β : Red de realimentación. Posee los elementos que determinan la frecuencia de oscilación y forman una sintonía fuertemente selectiva.

Cuando se alimenta al circuito, ocurre un transitorio de encendido debido a la carga o descarga de capacitores de paso y de polarización, más una señal de ruido presente por la existencia de todo elemento pasivo o activo, que produce no menos de un pulso inicial de forma impredecible en el tiempo:

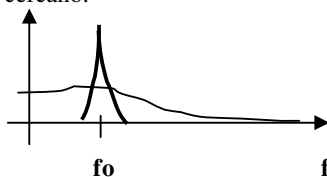


Cuyo espectro en frecuencias difícilmente no sea continuo (ya que para ser discreto, normalmente la señal temporal es periódica):

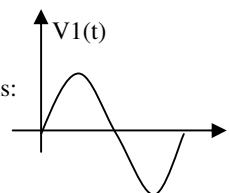


→ Cuando esta señal es amplificada se incorpora a la misma la distorsión del amplificador A, que crece con la amplitud, aportando más componentes al espectro anterior.

Al pasar la misma por β , su selectividad centrada en f_0 dejará pasar una componente y su entorno muy cercano:



Cuya salida en el tiempo es:



prácticamente senoidal.

Señal que se realimenta en forma positiva y en cada vez que lo realiza aumenta progresivamente su nivel, pudiendo llegar a la limitación por saturación del amplificador. Condición que se debe evitar para no correr el riesgo de poner en conducción junturas de colector – base (esto ocurre en la sobresaturación) de los transistores que conformen el amplificador, con lo cual podrían cargar a la red β , disminuyendo su selectividad por caída del Q_c (factor de mérito en carga).

L: Dependencia de la ganancia del lazo con la amplitud. Para pequeñas amplitudes L es una transferencia unitaria, con lo cual:

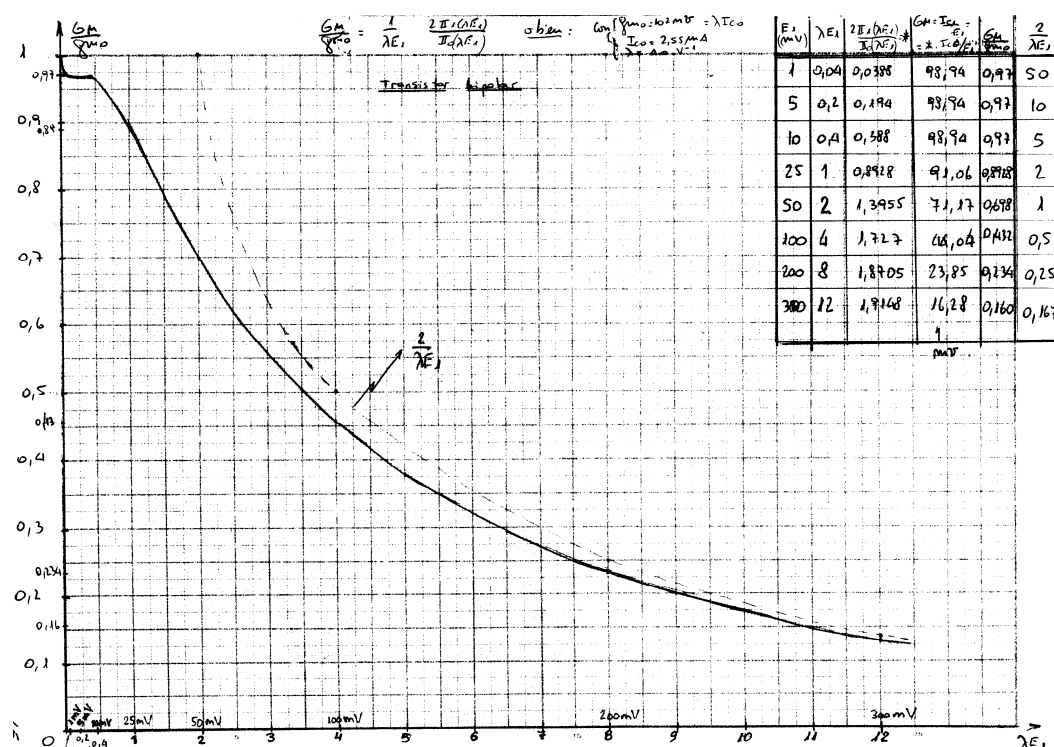
$$\frac{V2}{V1} = \frac{A}{(1 - A \cdot \beta)}$$

A medida que aumenta la señal de entrada, su nivel pico determina una auto regulación de la transconductancia del transistor bipolar utilizado como amplificador, manifestándose como una disminución que da un factor $0 < L < 1$.

$$\frac{V2}{V1} = \frac{A \cdot L}{(1 - A \cdot L \cdot \beta)}$$

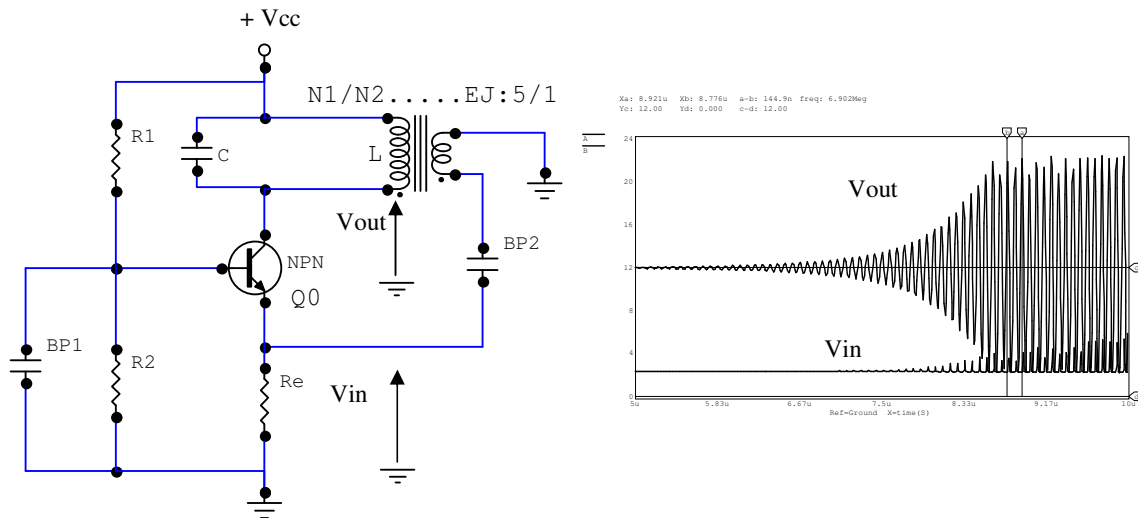
A medida que aumenta el nivel de entrada, el transistor pone en evidencia su comportamiento no lineal, modificando su transconductancia efectiva hasta lograr un equilibrio antes de la saturación.

Siendo **Gm** la transconductancia efectiva y **gm₀** la transconductancia lineal, la variación relativa $\frac{Gm}{gmo}$ en función de la señal de entrada es:



(Algunas fórmulas y relaciones del gráfico corresponden a un nivel más avanzado de matemática que el de este curso)

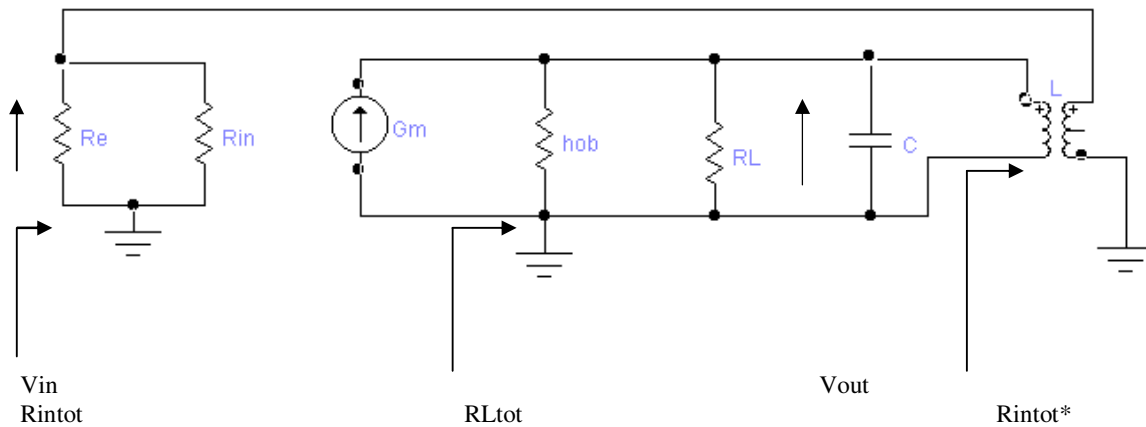
Oscilador LC



En el circuito se observa una polarización tipo base común, el cual no invierte la fase entrada_salida como el emisor común.

La realimentación es positiva mediante un transformador que no invierte y un capacitor de acoplamiento para bloquear la continua del emisor.

El circuito dinámico (si el Qc se mantiene alto como para garantizar la eliminación de armónicas superiores por alinealidad del transistor) es:



Donde:

$$R_{intot} = \frac{1}{G_{intot}} \quad R_{in} = \frac{1}{G_m} \quad R_e = \frac{1}{G_e} \quad R_L = \frac{1}{G_L} \quad R_{Ltot} = \frac{1}{G_{Ltot}}$$

Resulta la conductancia total de entrada:

$$G_{int\ ot} = G_e + G_m$$

Reflejando la misma a través del transformador hacia la salida:

$$G_{int\ ot}^* = \frac{G_e + G_m}{\eta^2}$$

Donde $\eta = \frac{N_1}{N_2}$ relación de transformación, definido N_1 como n° de espiras de primario conectado a la salida del transistor, y N_2 del secundario, conectado a la entrada del mismo.

La conductancia total de carga será analizada a la frecuencia de oscilación, donde las componentes reactivas del tanque LC se anulan, y como el Q_c y por lo tanto el Q_o son lo suficientemente altos, no hay aporte de conductancia significativa por parte de la sintonía.

$$GL_{tot} = GL + G_{int\ ot}^*$$

$$GL_{tot} = GL + \frac{G_{int\ ot}}{\eta^2}$$

$$GL_{tot} = GL + \frac{G_m + G_e}{\eta^2}$$

La ganancia total del sistema será:

$$A_v \cong G_m \bullet ZL_{tot}$$

$$\text{donde } ZL_{tot} = RL_{tot} + jX_{LC}$$

$$\text{en resonancia es: } jX_{LC} = 0$$

$$A_{v_o} \cong G_{m_o} \bullet RL_{tot}$$

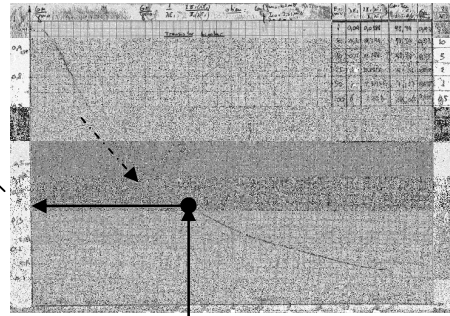
$$A_{v_o} \cong \frac{G_{m_o}}{GL_{tot}} \quad \text{siendo } A_{v_o} \text{ la ganancia con la amplitud de oscilación estabilizada o autolimitada}$$

y G_{m_o} la transconductancia efectiva en el punto de oscilación estable:

La oscilación comienza con gm_q (transconductancia lineal)

y nivel muy bajo y concluye con el valor de G_{m_o} efectiva.

$$\frac{G_{m_o}}{gm_q}$$



$$V_{in_o} = \frac{V_{sal}}{\eta}$$

Surge entonces una ganancia de tensión en el arranque de oscilación

$$A_v \cong gm_q \bullet RL_{tot} = \frac{gm_q}{GL_{tot}}$$

De valor mucho mayor al de mantenimiento de oscilación Av_o , el cual debe coincidir con la atenuación máxima del circuito en la malla β de realimentación:

$$Av_o \cong \frac{Gm_o}{GL_{tot}} = \eta$$

Entonces

$$Gm_o = \eta \bullet GL_{tot}$$

Condición de mantenimiento de oscilación

$$gm_o > \eta \bullet GL_{tot}$$

Condición de arranque de oscilación

La frecuencia de oscilación queda fijada por la resonancia del tanque LC:

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \bullet C}}$$

Esto puede deducirse de la transferencia del sistema donde para que oscile se tiene:

$$1 - A(s) \bullet \beta(s) = 0$$

En régimen permanente es $s = j\omega_{osc}$

Donde

$$\left| \begin{array}{l} |A(j\omega_{osc}) \bullet \beta(j\omega_{osc})| = 1 \\ \phi_A + \phi_\beta = 2 \bullet \pi \bullet n \\ \text{donde } n = 1, 2, 3, \dots \end{array} \right|$$

Son las condiciones teóricas para que se produzca el comienzo de la oscilación.

En realidad deberían considerarse las capacidades y cargas resistivas del circuito y sus componentes, como ser capacidades de entrada y salida del transistor, capacidad distribuida del inductor, del impreso si la frecuencia de trabajo fuera alta, etc.