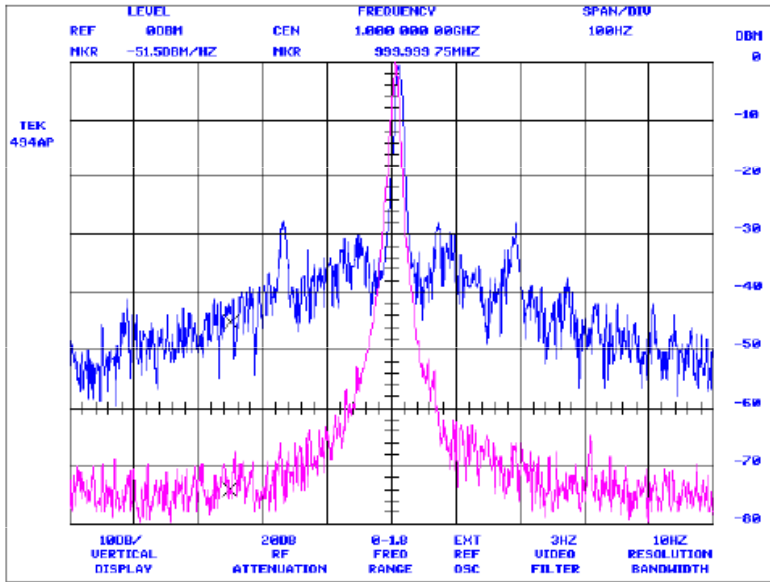


# Capítulo 11: Osciladores de microondas



Definición: Es un sistema electrónico que genera una señal de RF sin necesidad de que exista una excitación alterna a la entrada.

# ÍNDICE

ción: definición de osciladores.

os generales del diseño de osciladores.

res de un puerto de resistencia negativa.

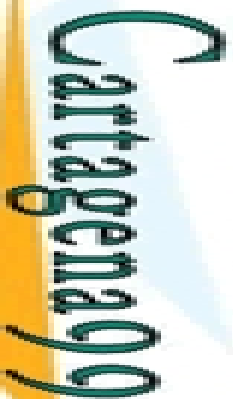
iciones de estabilidad de las oscilaciones.

res de dos puertos.

iciones de diseño de osciladores basados en transistores.

adores basados en resonadores dieléctricos.

iones.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# INTRODUCCIÓN: DEFINICIÓN DE OSCILADORES

Un oscilador es un sistema electrónico que genera una señal periódica en su salida para poder aplicar una señal alterna a la entrada.

Un oscilador generará una corriente de la siguiente forma:

$$i(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t) = A \cdot \cos(2\pi \cdot f_0 \cdot t)$$

En un oscilador ideal, tanto la amplitud  $A$  como la frecuencia  $f_0$  fluctúan alrededor de sus valores medios.

Una fluctuación ruidosa en la amplitud que generalmente tiene una potencia pequeña se denomina ruido de amplitud.

La segunda fluctuación denominada ruido de fase.

Los criterios para hacer el diseño del oscilador serán:

1. Mantener los niveles de  $A$  y  $f_0$

2. Minimización del ruido de fase.

3. En las circunstancias anteriores, ajustar la frecuencia de oscilación.

## INTRODUCCIÓN: DEFINICIÓN DE OSCILADORES (II)

Tipos:

La señal alterna de salida se obtiene a partir de la energía continua de polarización positiva.

Se puede definir el oscilador como: **un circuito que transforma la energía continua en una señal alterna.**

La señal alterna se puede estudiar en el dominio del tiempo o de la frecuencia.

Tipos:

1. Oscilador de punto de resistencia negativa, típicamente un dispositivo activo que puede ser un tubo o un transistor.

2. Oscilador de estructura resonante pasiva que fuerza una oscilación sinusoidal.

3. Oscilador de estructura de acoplamiento entre las dos anteriores.

Tipos de dispositivos activos utilizados:

Tipos de dispositivos de dos terminales:

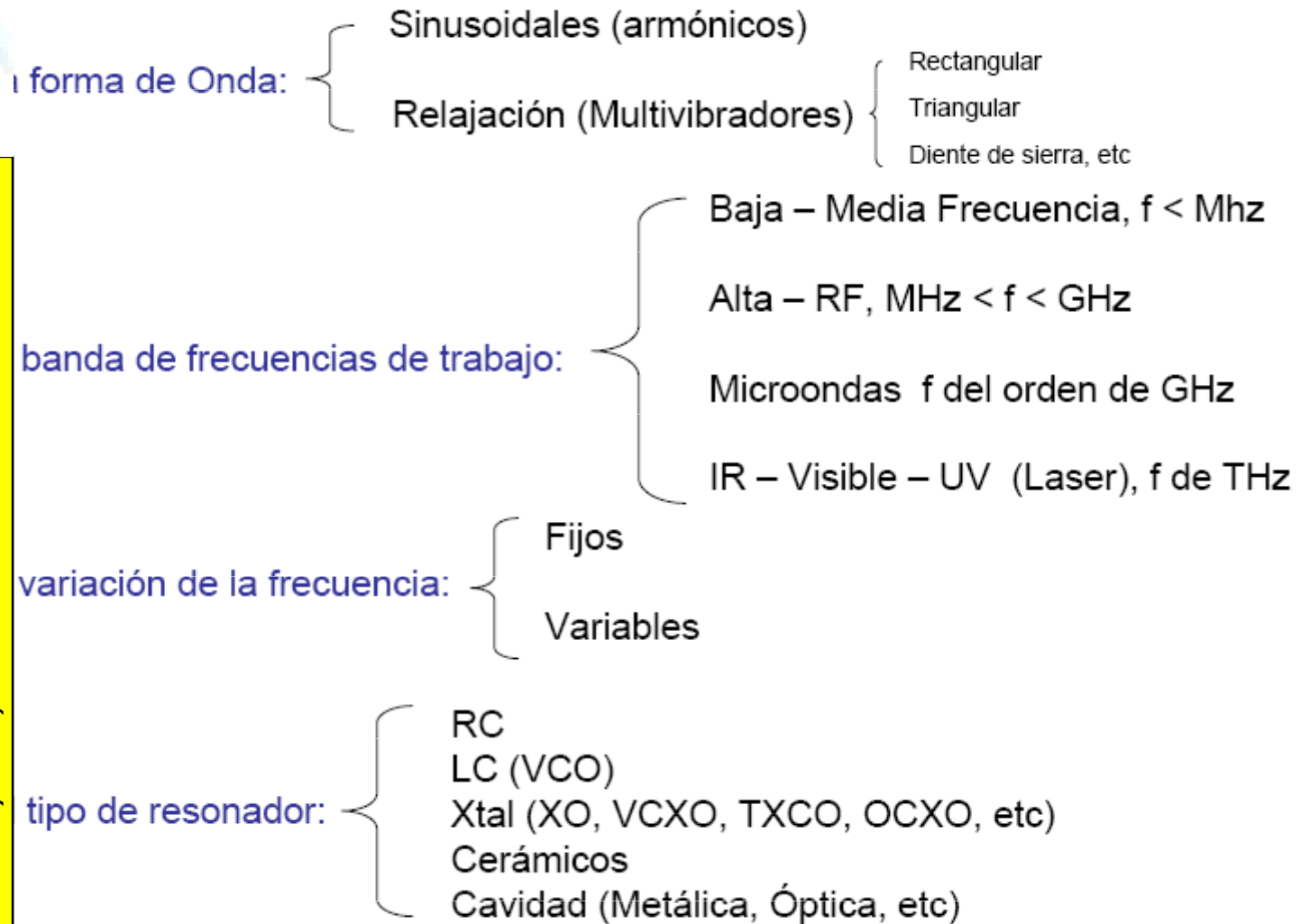
1. Modo GUNN: ruido de fase pequeño.

2. Modo IMPATT: potencia de salida alta y buena eficiencia.

Tipos de dispositivos de tres terminales: BJT y FET.



# ASIFICACIÓN DE OSCILADORES



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# RÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE UN OSCILADOR

- Frecuencia (Central, Nominal)
- Margen de Sintonía
- Estabilidad
  - Largo Plazo (Deriva con la temperatura)
  - Corto Plazo: Ruido de Fase
- Potencias y rendimientos
- Pureza Espectral: Nivel Armónicos, Nivel de Espurias
- Figura de “Pulling”
- Figura de “Pushing”

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# EDADES DE LOS RESONADORES TÍPICOS

## Propiedades de los resonadores típicos.

Tipo de resonador	Margen de Frecuencia	Factor de Calidad	Estabilidad Térmica	Comentarios
(Multivibrador)	< 10 MHz	< 10	Mala	Sintonía 1 a 2 décadas
LC	1MHz a 1 GHz	$10^4$ a $10^2$	Mediocre	Q limitados por las L
Circuitos LC integrados uO	1 GHz a 10 GHz	$10^2$ a 10	Mala	L y C integradas en AsGa
Cristal Cuarzo	100 KHz a 250 MHz	$10^6$ a $10^4$	Muy Buena (*)	Patrón
TV y cerámicas	10 MHz a 1 GHz	$10^6$ a $10^4$	Muy Buena (*)	Muy Estables
Lineas coaxiales	100 MHz a 10 GHz	$10^4$ a $10^2$	Mediocre	Fácil construcción
Cavidades guíaonda	1 GHz a 100 GHz	$10^5$ a $10^3$	Mediocre	Inestable con la Temperatura
Cavidades dieléctricas	1 GHz a 20 GHz	$10^5$ a $10^3$	Buena	Muy estables Reducido tamaño
Varactores	10 MHz a 20 GHz	$10^2$ a 10	Mala	Sintonía 1 octava
Cavidad YIG	1 GHz a 20 GHz	$10^4$ a $10^3$	Mediocre	Sintonía en 50%

Grupo de Radiofrecuencia, UC3M, Septiembre 2010.  
Tema 3: Osciladores en microondas

Subsistemas RF y antenas-3- 7



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO DE OSCILADORES

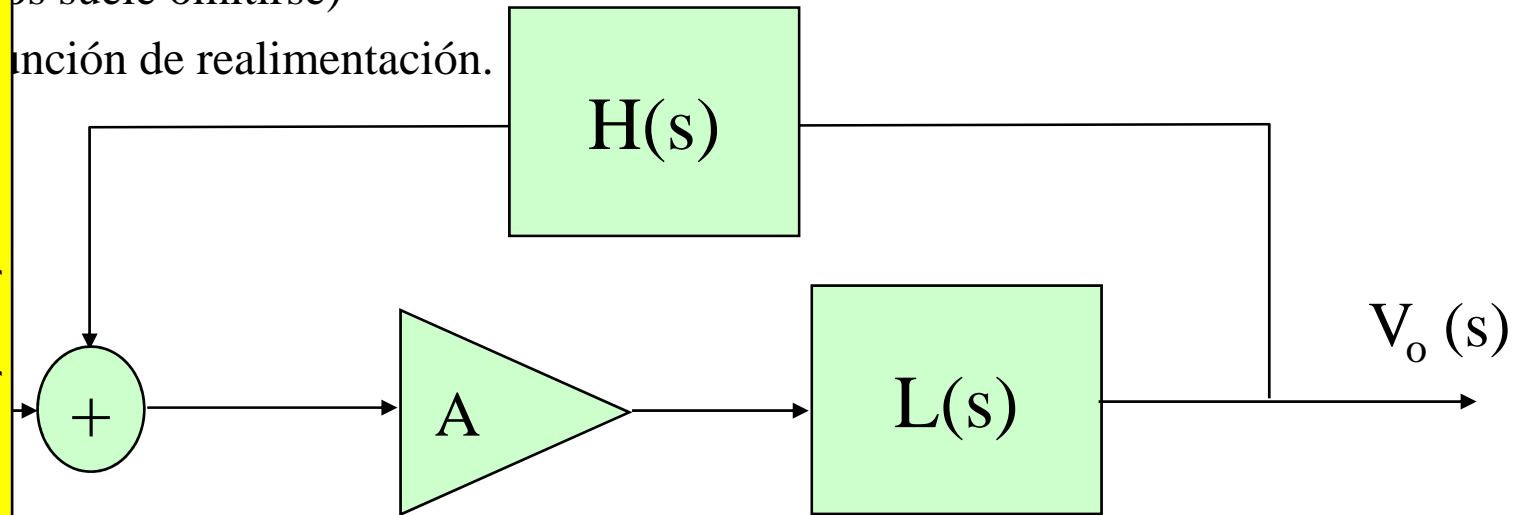
se parte de la aproximación de la teoría clásica de control con puertos de entrada y salida. Posteriormente se pasará a dispositivos de un puerto (mejor conocidos en frecuencias de microondas ya que en ocasiones la realimentación se puede hacer dentro del mismo elemento activo).

En la expresión anterior:

$H(s)$ : Función de transferencia del elemento activo.

$L(s)$ : Función de transferencia del limitador de salida del amplificador (en numerosos casos suele omitirse)

$H(s)L(s)$ : Función de realimentación.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO DE OSCILADORES

$$\frac{L(s) \cdot [V_i(s) + H(s) \cdot V_o(s)]}{A \cdot L(s)} \xrightarrow{\text{sin limitador}} \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{A}{1 - A \cdot H(s)}$$

Los polos del sistema están dados por:

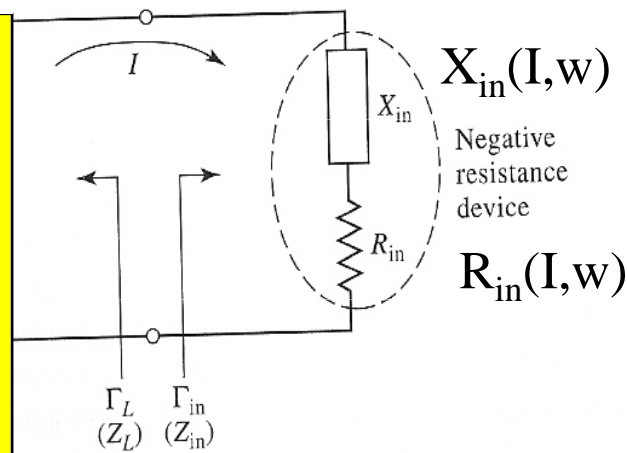
$$1 - A \cdot L(s) \cdot H(s) = 0$$

La condición de régimen estacionario, los polos están en el eje imaginario y la condición de oscilación viene dada por la condición de Barkhausen:

$$\begin{cases} \operatorname{Re}[A \cdot L(j\omega_0) \cdot H(j\omega_0)] = 1 \\ \operatorname{Im}[A \cdot L(j\omega_0) \cdot H(j\omega_0)] = 0 \end{cases}$$

# OSILADORES DE UN PUERTO DE RESISTENCIA NEGATIVA

ma circuital



la capacidad de oscilación

$$I = 0 \Rightarrow \begin{cases} R_L(\omega) + R_{in}(I, \omega) = 0 \\ X_L(\omega) + X_{in}(I, \omega) = 0 \end{cases}$$

frecuencia de oscilación

- Un oscilador puede considerarse como un dispositivo de un puerto de “resistencia negativa”.

- Entran en juego dos impedancias:

- Impedancia del dispositivo

$$Z_{in}(I, \omega) = R_{in}(I, \omega) + jX_{in}(I, \omega)$$

- Depende de la corriente y en menor medida de la frecuencia.

- Impedancia de carga del circuito a la que se transfiere la energía de la oscilación:

$$Z_L(\omega) = R_L + jX_L(\omega)$$

- Depende de la frecuencia de sintonía

Condición de oscilación:  $I \neq 0$  en la frecuencia de microondas en ausencia de señal de microondas.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# OSCILADORES DE UN PUERTO DE RESISTENCIA NEGATIVA

forma de definir la condición de oscilación:

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{-Z_{in} - Z_0}{-Z_{in} + Z_0} = \frac{Z_{in} + Z_0}{Z_{in} - Z_0} = \frac{1}{\Gamma_{in}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Gamma_L \cdot \Gamma_{in} = 1 \Rightarrow \begin{cases} |\Gamma_L| \cdot |\Gamma_{in}| = 1 \\ \arg(\Gamma_L) + \arg(\Gamma_{in}) = 2n\pi \end{cases}$$

Condición de arranque: globalmente la resistencia total debe satisfacer

$$R_T(I, \omega) = R_L + R_{in}(I, \omega) < 0$$

debe tener que ser menos negativa hasta alcanzar  $I_0$  (amplitud de oscilación) a la frecuencia  $\omega_0$ .

Además de las condiciones anteriores hay que añadir una condición de estabilidad de la oscilación.

# OSCILADORES DE UN PUERTO DE RESISTENCIA NEGATIVA

Conclusiones finales sobre la  
 de oscilación:

Incrementos iguales de frecuencia

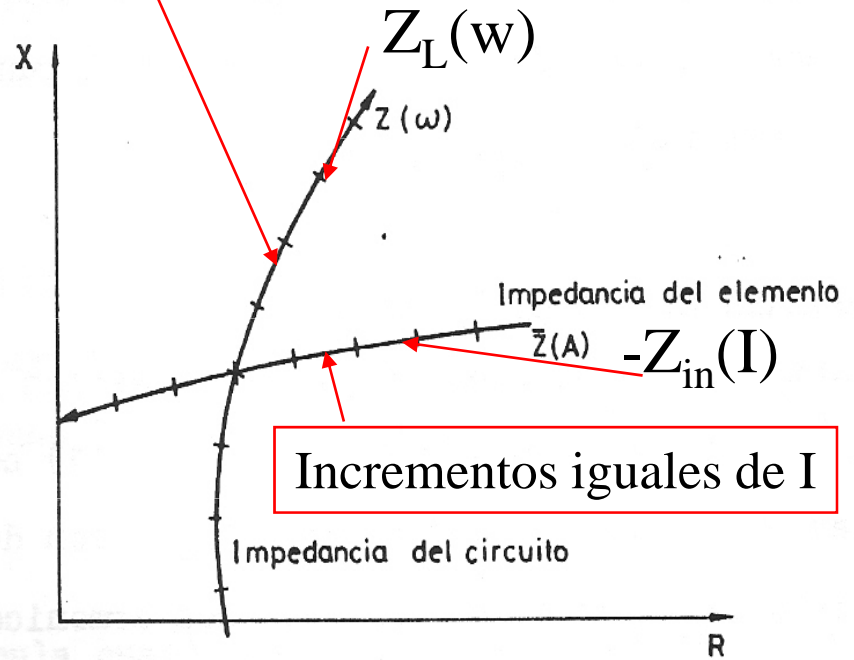
dependencia de  $Z_{in}(I, \omega)$  con  $\omega$  es  
 a por lo que pondremos  $Z_{in}(I)$   
 a representar gráficamente las dos  
 $Z_{in}(I)$  y  $Z_L(\omega)$

de la curva:

una corriente  $I$  dada el valor de  
 $\omega$  indica el punto de trabajo.

mantenemos permanente el punto de  
 de intersección de ambas curvas indica

punto de trabajo o punto de la  
 oscilación ( $I_0, \omega_0$ )



Incrementos iguales de I

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LA OSCILACIÓN DE UN OSCILADOR (I)

En: se dice que una oscilación es estable cuando cualquier variación que se produzca en los parámetros de la oscilación ( $I, w$ ), los efectos en dichos parámetros deberán compensarse de forma que no haya desplazamientos en el punto de oscilación ( $I_0, w_0$ ).

Definición del parámetro de estabilidad de la oscilación:

Desarrollo de  $Z_T(I, w)$  en serie de Taylor y extracción de condiciones.

Obtención de la representación de las curvas del elemento activo y de la carga.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



## CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LA OSCILACIÓN DE UN OSCILADOR (II)

de la primera de las condiciones:

Condición: Si una oscilación es estable, una variación de  $(I, \omega)$  en un sentido debe dar lugar a un incremento de los parámetros en sentido contrario que compense la variación anterior.

Condición de la frecuencia compleja en el plano de Laplace:

$$Z_T(I, s) = Z_L(s) + Z_{in}(I, s) = 0$$

Desarrollo en serie de Taylor alrededor de  $(I_0, s_0)$

$$Z_T(I, s) = Z_T(I_0, s_0) + \left. \frac{\partial Z_T}{\partial s} \right|_{I_0, s_0} \cdot \delta s + \left. \frac{\partial Z_T}{\partial I} \right|_{I_0, s_0} \cdot \delta I = 0$$

$$\left. \frac{\partial Z_T}{\partial s} \right|_{I_0, s_0} = -j \frac{\partial Z_T}{\partial \omega}; s_0 = j\omega_0; Z_T(I_0, s_0) = 0$$

¿qué ocurre si hay una variación en la frecuencia compleja

$$\delta s = \delta\alpha + j \cdot \delta\beta = \frac{-\left. \frac{\partial Z_T}{\partial I} \right|_{I_0, s_0}}{\left. \frac{\partial Z_T}{\partial s} \right|_{I_0, s_0}} \cdot \delta I = \frac{-j \cdot \left( \frac{\partial Z_T}{\partial I} \right) \cdot \left( \frac{\partial Z_T^*}{\partial \omega} \right)}{\left| \frac{\partial Z_T}{\partial \omega} \right|^2} \cdot \delta I$$

## CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LA OSCILACIÓN DE UN OSCILADOR (III)

Si es tal que  $\delta I > 0$ , la compensación de dicha variación deberá hacer  $\delta \alpha < 0$

$$\Rightarrow \text{Im} \left\{ \frac{\partial Z_T}{\partial I} \cdot \frac{\partial Z_T^*}{\partial \omega} \right\} < 0 \Rightarrow \frac{\partial R_T}{\partial I} \cdot \frac{\partial X_T}{\partial \omega} - \frac{\partial X_T}{\partial I} \cdot \frac{\partial R_T}{\partial \omega} > 0$$

$$\text{pero: } \frac{\partial R_L}{\partial I} = \frac{\partial X_L}{\partial I} = \frac{\partial R_L}{\partial \omega} = 0$$

$$\frac{\partial R_{in}}{\partial I} \cdot \frac{\partial (X_L + X_{in})}{\partial \omega} - \frac{\partial X_{in}}{\partial I} \cdot \frac{\partial (R_{in})}{\partial \omega} > 0$$

Termino positivo

Termino positivo pero pequeño

$$\frac{\partial (X_L + X_{in})}{\partial \omega} \gg 0 \Rightarrow \frac{L \cdot \omega}{R} \uparrow \uparrow \Rightarrow Q \uparrow \uparrow$$

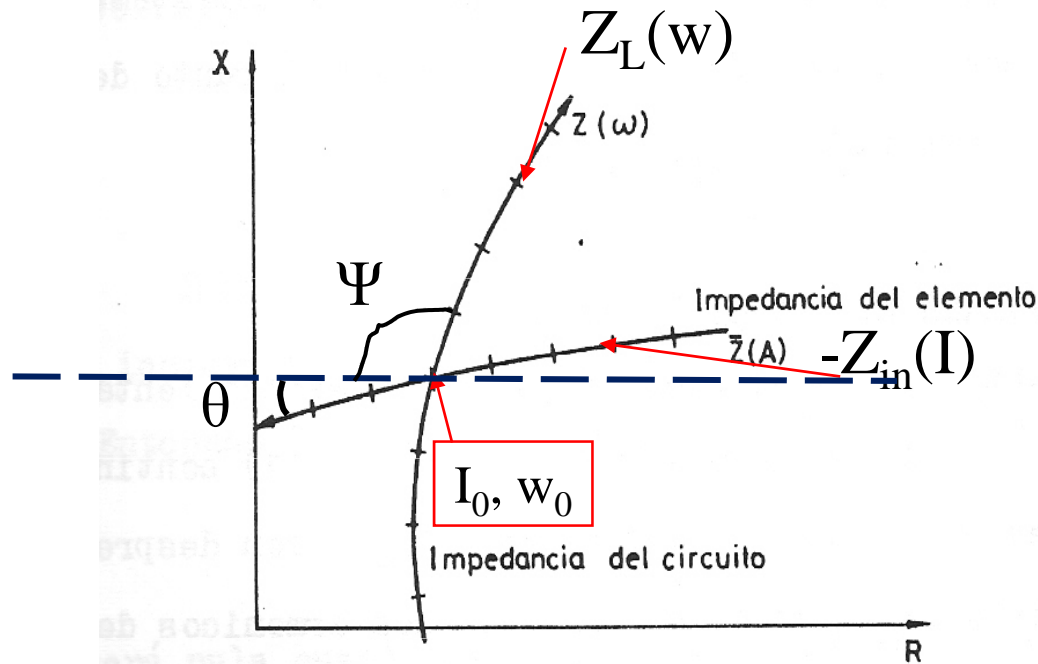
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LA OSCILACIÓN DE UN OSCILADOR (IV)

de la segunda de las condiciones:

Condición: supongamos que la corriente,  $I$ , sufre un incremento  $\delta I$  sobre el valor de corriente permanente. Si  $\delta I$  disminuye con el tiempo, el punto de intersección entre las curvas de impedancia del elemento y del circuito será estable. Recíprocamente si  $\delta I$  aumenta con el tiempo, el punto será inestable.

La figura muestra las curvas de las impedancias con los ángulos  $\Psi$  de  $Z_L(\omega)$  y  $\theta$  de  $-Z_{in}(I)$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



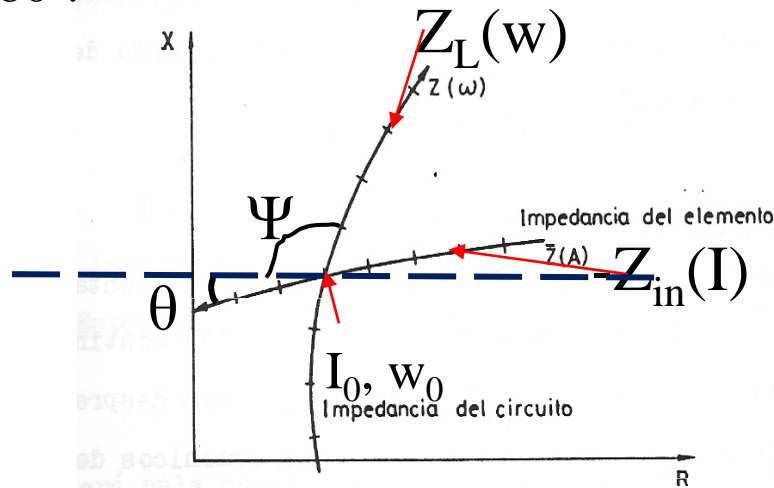
# CONDICIONES DE ESTABILIDAD DE LA OSCILACIÓN DE UN OSCILADOR (V)

Para que una oscilación sea estable en un punto  $(I_0, \omega_0)$  se tiene que verificar:

$$I_0 \cdot \left| \frac{\partial Z_{in}(I_0)}{\partial I} \right| \cdot |Z'_T(\omega_0)| \sin(\theta + \Psi) > 0$$

Donde el seno tiene que ser positivo y el ángulo  $0^\circ < (\theta + \Psi) < 180^\circ$

Nota: Para que un punto de trabajo sea estable, el ángulo medido en sentido horario entre la dirección marcada por la flecha de la curva de impedancia del elemento y la marcada por la flecha de la curva de impedancia del circuito, debe ser menor de  $180^\circ$ .



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# CONDICIONES DE OSCILACIÓN PARA REDES DE N PUERTAS (I)

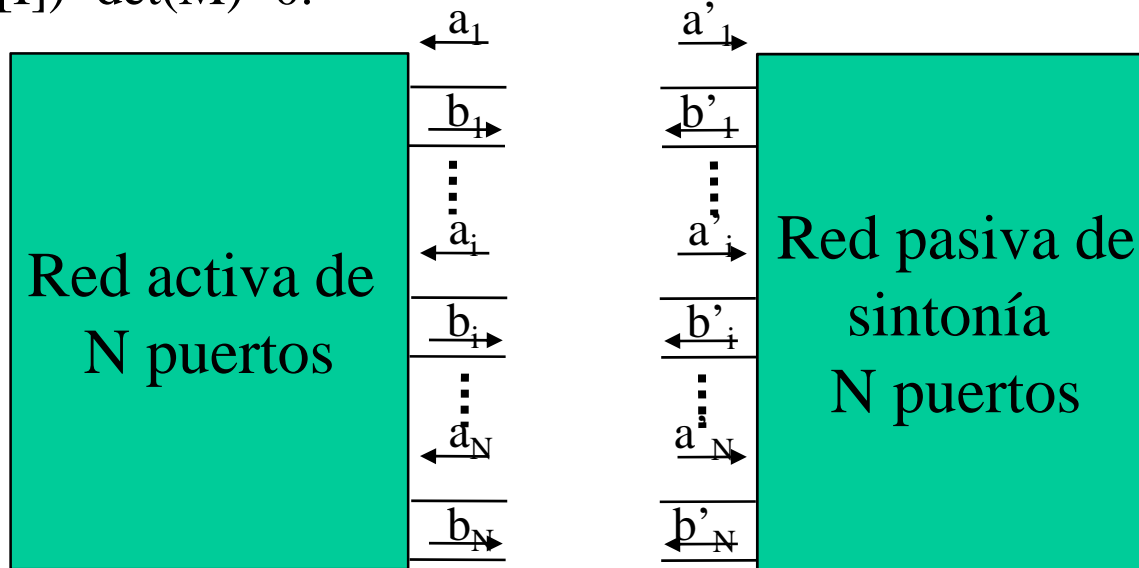
de la red activa:  $B=[S]A$

de la red pasiva de sintonía:  $B'=[S']A$

de las redes se puede poner:  $B'=A; B=A'$

entonces todas las ecuaciones en función de  $A'$  que es la excitación de la red se puede poner:  $B=[S][S']A'$  ó  $([S][S']-[I])A'=0$

Como  $A' \neq 0$ , para que el sistema anterior tenga solución es necesario que  $\det([S][S']-[I])=0$ .



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

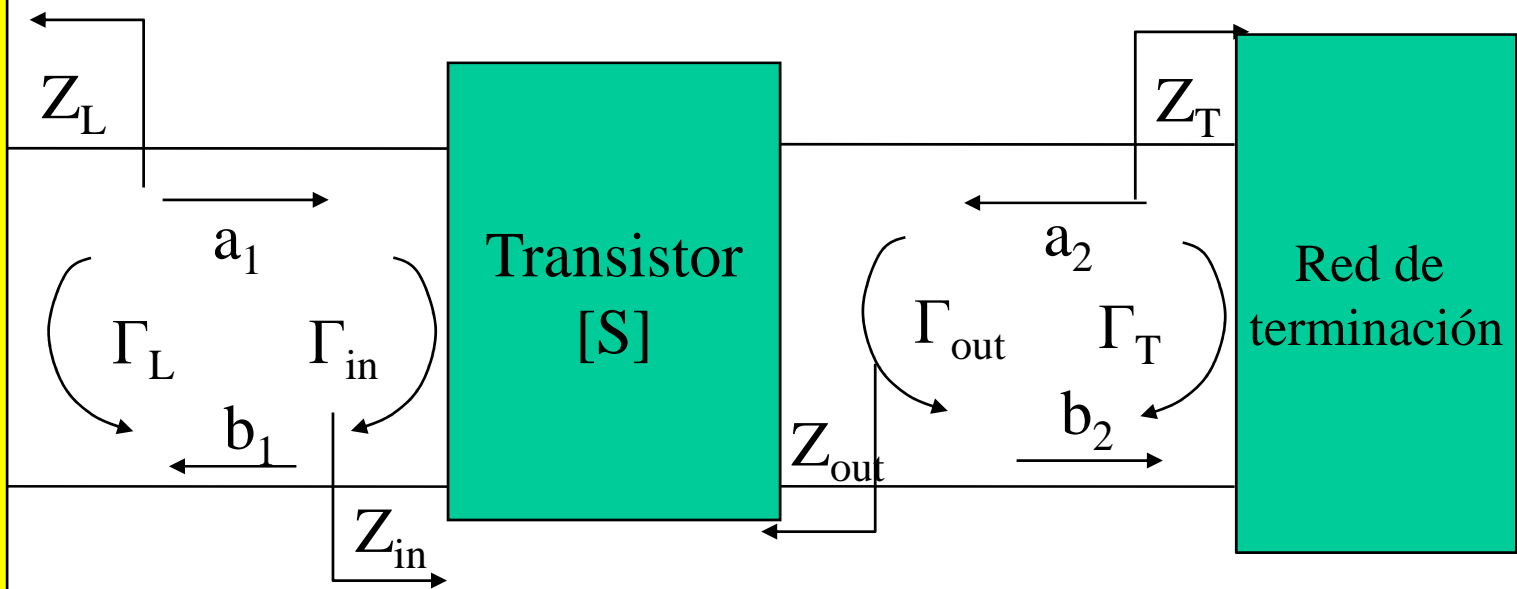
## CONDICIONES DE OSCILACIÓN PARA REDES DE N RTAS (II): particularización para redes de 2 puertas

S de la red activa y de la red pasiva vienen dadas por:

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} \\ s_{21} & s_{22} \end{bmatrix}; S' = \begin{bmatrix} \Gamma_L & 0 \\ 0 & \Gamma_T \end{bmatrix} \Rightarrow \det \begin{bmatrix} s_{11} \cdot \Gamma_L - 1 & s_{12} \cdot \Gamma_T \\ s_{21} \cdot \Gamma_L & s_{22} \cdot \Gamma_T - 1 \end{bmatrix} = 0$$

se obtienen las dos ecuaciones siguientes (que se satisfacen a la vez):

$$+ \frac{s_{12} \cdot s_{21} \cdot \Gamma_T}{1 - s_{22} \cdot \Gamma_T} \Rightarrow \Gamma_L \cdot \Gamma_{in} = 1; \frac{1}{\Gamma_T} = s_{22} + \frac{s_{12} \cdot s_{21} \cdot \Gamma_L}{1 - s_{11} \cdot \Gamma_L} \Rightarrow \Gamma_T \cdot \Gamma_{out} = 1$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

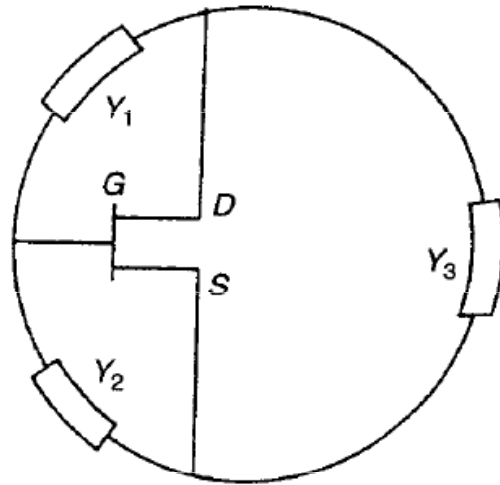
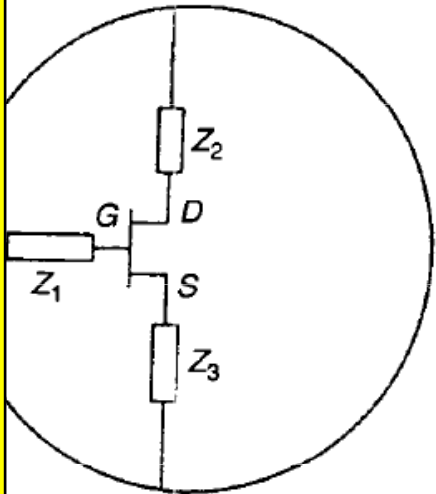
# OSCILADORES A TRANSISTOR: CONFIGURACIONES

Los osciladores se pueden clasificar atendiendo al tipo de resonador al que se basados en resonador dieléctrico (DROs), osciladores con resonadores de transmisión, osciladores sintonizados con YIG, VCOs y osciladores con filtros SAW.

Osciladores:

Configuración serie como se muestra en la figura de la izquierda.

Configuración paralelo como se muestra en la figura de la derecha.



# CRIPCIÓN DE UN TRANSISTOR COMO RED DE TRES PUERTOS

or es una red de tres puertos aunque los fabricantes, en pequeña señal, otros de dos puertos para una configuración en emisor común.

otros dados por el fabricante no suelen ser válidos para el diseño de un Esto es así porque la configuración no suele ser de emisor común o hay reactivos conectados para aumentar el carácter inestable, hay que r los parámetros.

para la obtención de los parámetros S en la configuración dada es:

rmación de los parámetros de dos puertos en configuración de emisor común a rriz de parámetros de tres puertos.

rmación de la matriz de tres puertos a una nueva matriz de dos puertos

z de tres puertos tiene las siguientes propiedades:

terminal 1 es la base (puerta), el 2 el colector (drenador) y el 3 el emisor (surtidor)

la matriz de 3 puertos todos los elementos no son independientes ya que la suma as filas y columnas es 1.

$$\sum_{i=1}^3 \hat{s}_{ij} = 1; j = 1,2,3$$

$$\sum_{j=1}^3 \hat{s}_{ij} = 1; i = 1,2,3$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

--

# DESCRIPCIÓN DE UN TRANSISTOR COMO RED DE TRES PUERTOS

tres puertos

$$\begin{bmatrix} \hat{s}_{12} & \hat{s}_{13} \\ \hat{s}_{22} & \hat{s}_{23} \\ \hat{s}_{32} & \hat{s}_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = [S]_{3 \times 3} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix}$$

relación entre los parámetros  $[S]_{3 \times 3}$

$$; j = 1, 2, 3 \Rightarrow \sum_{j=1}^3 \hat{s}_{ij} = 1; i = 1, 2, 3$$

relación entre los parámetros  $[S]_{3 \times 3}$  en función de los datos

$$\hat{s}_{12} = s_{12EC} + \frac{\sigma_{11} \cdot \sigma_{21}}{4 - \sigma}$$

$$\hat{s}_{22} = s_{22EC} + \frac{\sigma_{22} \cdot \sigma_{21}}{4 - \sigma}$$

$$\hat{s}_{32} = \frac{2\sigma_{21}}{4 - \sigma}$$

$$\hat{s}_{13EC} = \frac{2\sigma_{11}}{4 - \sigma}$$

$$\hat{s}_{23EC} = \frac{2\sigma_{22}}{4 - \sigma}$$

$$\hat{s}_{33} = \frac{\sigma}{4 - \sigma}$$

- Parámetros de la expresión anterior:

$$\sigma = s_{11EC} + s_{12EC} + s_{21EC} + s_{22EC}$$

$$\sigma_{11} = 1 - s_{11EC} - s_{12EC}$$

$$\sigma_{12} = 1 - s_{11EC} - s_{21EC}$$

$$\sigma_{21} = 1 - s_{22EC} - s_{12EC}$$

$$\sigma_{22} = 1 - s_{22EC} - s_{21EC}$$

- Transformar en la nueva red de dos puertos (supongamos que se conecta una carga de coeficiente  $\Gamma$  al emisor)

$$s_{11OL} = \hat{s}_{11} - \frac{\hat{s}_{13} \cdot \hat{s}_{31}}{\hat{s}_{33} - \Gamma^{-1}} \quad s_{12OL} = \hat{s}_{12} - \frac{\hat{s}_{13} \cdot \hat{s}_{32}}{\hat{s}_{33} - \Gamma^{-1}}$$

$$s_{21OL} = \hat{s}_{21} - \frac{\hat{s}_{23} \cdot \hat{s}_{31}}{\hat{s}_{33} - \Gamma^{-1}} \quad s_{22OL} = \hat{s}_{22} - \frac{\hat{s}_{23} \cdot \hat{s}_{32}}{\hat{s}_{33} - \Gamma^{-1}}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# OSCILADORES A TRANSISTOR

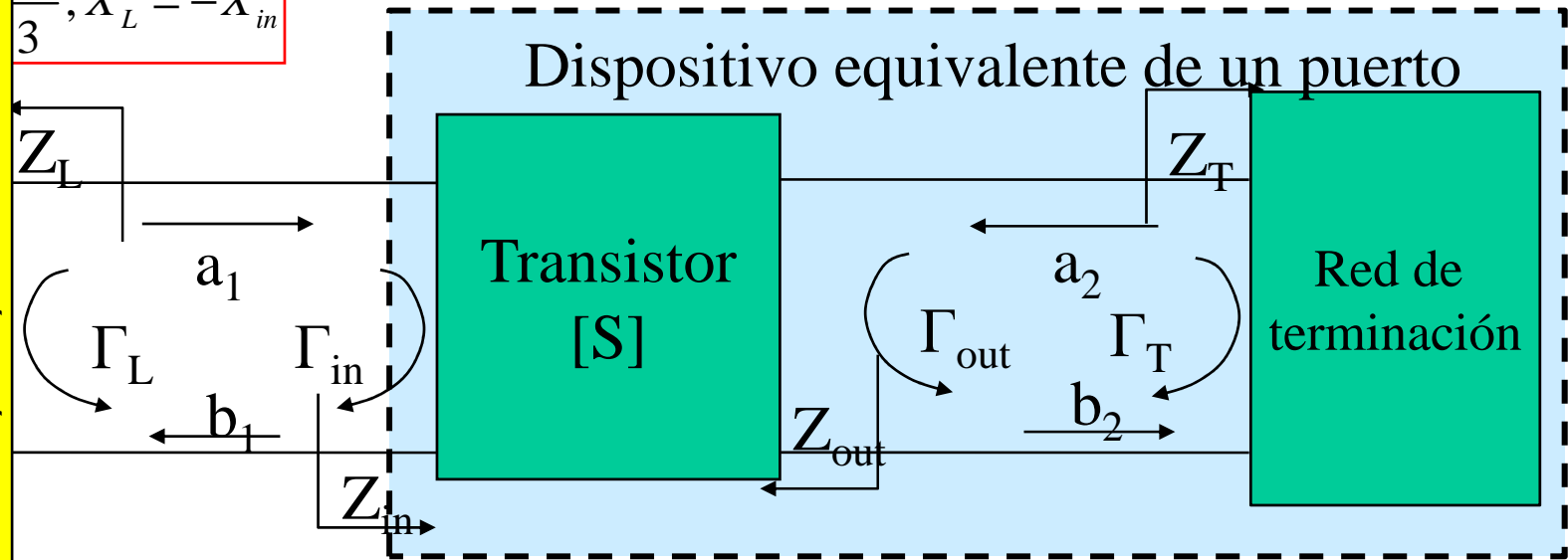
un dispositivo equivalente de un puerto una vez que se carga un en configuración INESTABLE por una carga (en dicha región).

configuraciones de transistor con gran inestabilidad, típicamente puerta emisor común (cargado por elementos reactivos). El proceso es:

conexión de la carga inestable en el plano  $\Gamma_T$ .

conexión de la carga  $Z_L$  a  $Z_{in}$ . Como se han utilizado parámetros de pequeña señal resulta:

$$\frac{R_{in}}{3}; X_L = -X_{in}$$

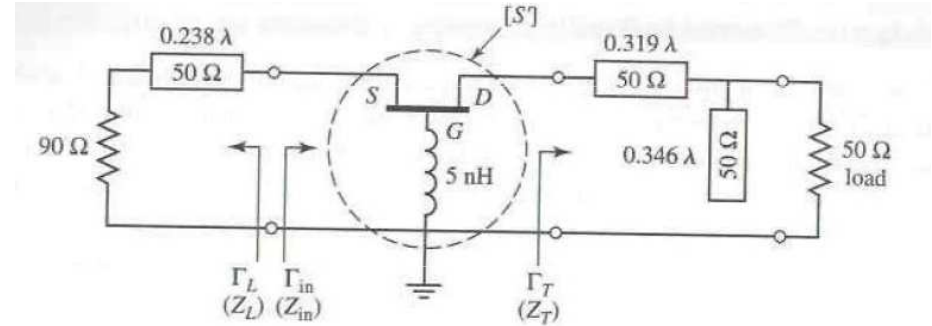


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# ADOR A TRANSISTOR: ejemplo, Pozar 11.9

diseñar un oscilador a 4 GHz en configuración en puerta común con una inductancia en serie de 5 nH para evitar la inestabilidad. Defina el circuito de salida sabiendo la matriz S.



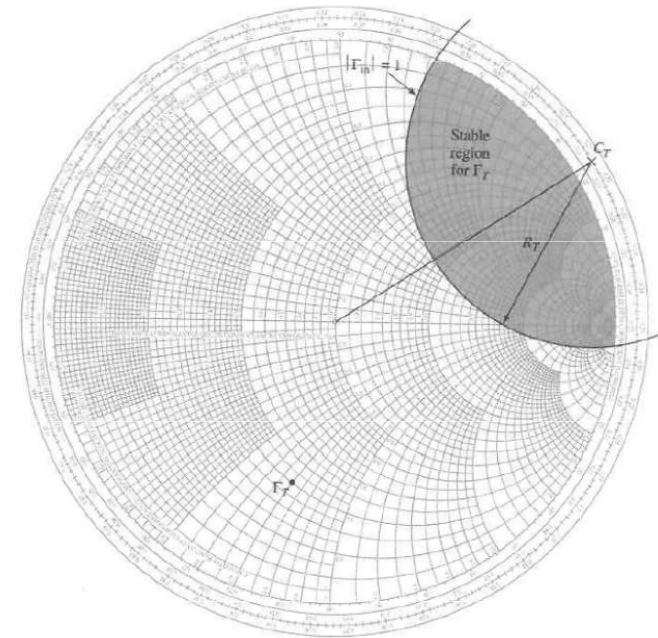
Matriz S en emisor común

$$S = \begin{bmatrix} 0.72_{-116^\circ} & 0.03_{57^\circ} \\ 2.60_{76^\circ} & 0.73_{-54^\circ} \end{bmatrix}$$

Se conecta una inductancia a partir de la configuración de 2 a 3 terminales y se define una nueva red de 2 (transistor)

a)

$$S = \begin{bmatrix} 2.18_{-35^\circ} & 1.26_{18^\circ} \\ 2.75_{96^\circ} & 0.52_{155^\circ} \end{bmatrix}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



## ADOR A TRANSISTOR: ejemplo, Pozar 11.9

Continuación.

de la circunferencia de  
en el plano  $\Gamma_T$

$$R_T = \frac{|s'_{12} \cdot s'_{21}|}{|s'_{22}|^2 - |\Delta'|^2} = 0.665$$

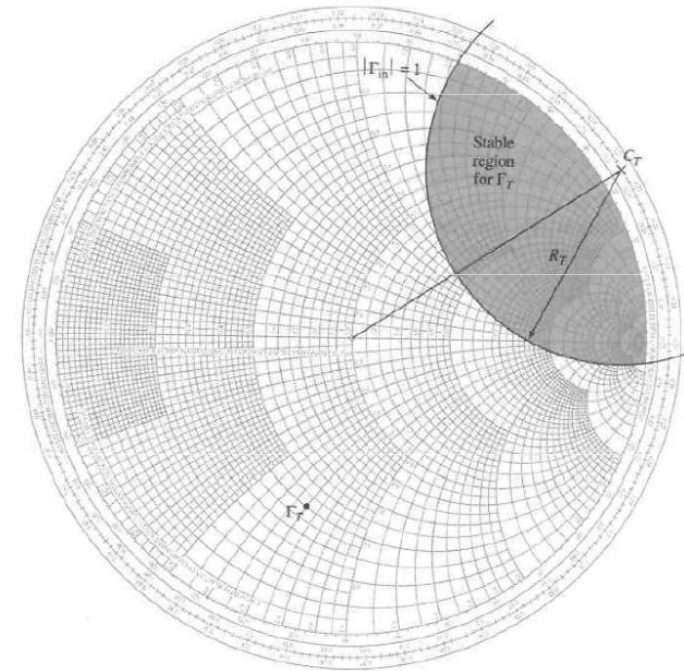
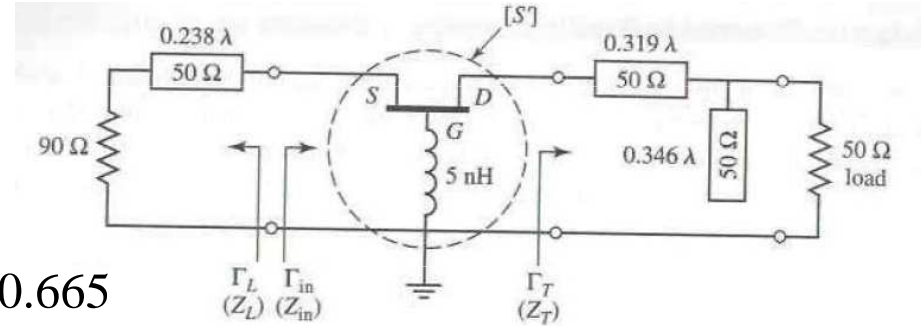
en  $\Gamma_T$  que haga  $|\Gamma_{in}| \gg 1$

$$\Gamma_{in} = 0.9 \angle -104^\circ \Rightarrow Z_T = 20 - j35$$

$\Gamma_{in}$  y después la carga  $Z_L$

$$1 + \frac{s'_{12} \cdot s'_{21} \cdot \Gamma_T}{1 - s'_{22} \cdot \Gamma_T} = 3.96 \angle -2.4^\circ$$

$$\frac{R_{in}}{3} - jX_{in} = 28 + j1.9$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVIÁ WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# OSCILADORES CON RESONADOR DIELECTRICO (DROs) (I)

demostró anteriormente la estabilidad del oscilador depende del alto calidad del resonador asociado.

caso de elementos concentrados o líneas de transmisión dicho factor es bajo.

ta cuando se utilizan cavidades, pero son difíciles de integrar.

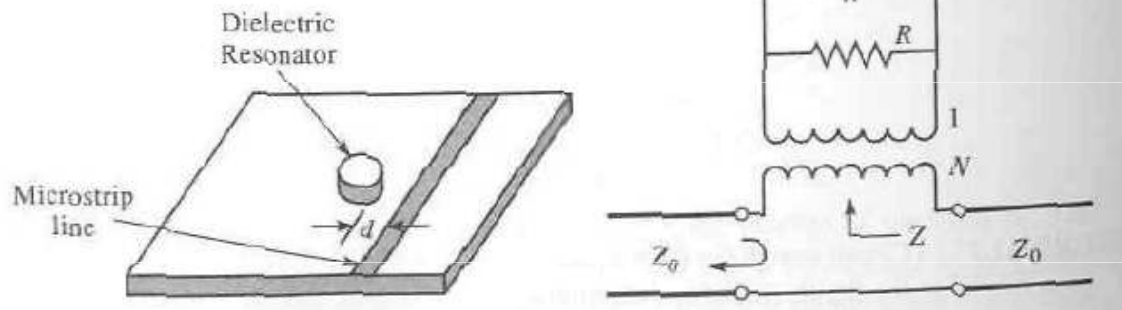
vidades dieléctricas supera las dificultades anteriores ya que tienen factores de  $Q$  de hasta varios miles y son fáciles de integrar.

ndor dieléctrico se acopla por proximidad a una línea microstrip.

pla al campo magnético desbordado en la línea microstrip.

o, el circuito equivalente del acoplamiento es serie.

oplamiento depende de la separación entre el DR y la línea.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# OSCILADORES CON RESONADOR DIELECTRICO (DROs) (II)

Impedancia de un resonador serie

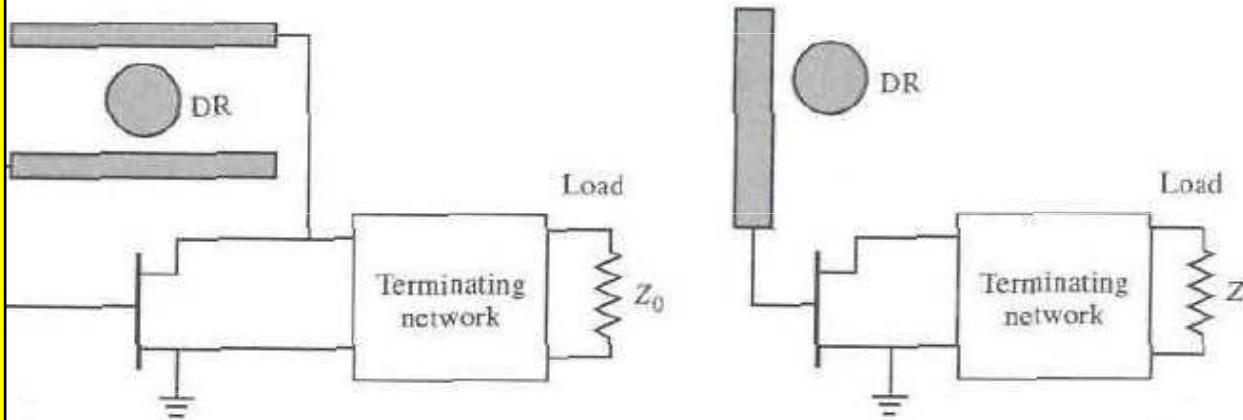
$$Z_{in} = \frac{N^2 \cdot R}{1 + j \cdot 2Q \left( \frac{\Delta\omega}{\omega_o} \right)}; Q = \frac{R}{\omega_o \cdot L}; \omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}; \Delta\omega = \omega - \omega_o$$

Factor de acoplamiento entre el resonador y la línea de transmisión del oscilador

$$s = \frac{Q}{Q_{ext}} = \frac{R / (\omega_o L)}{R_L / (N^2 \omega_o L)} = \frac{N^2 R}{2Z_0}; R_L = 2Z_0;$$

Coefficiente de reflexión vale  $\Gamma = \frac{(Z_0 + N^2 R) - Z_0}{(Z_0 + N^2 R) + Z_0} = \frac{N^2 R}{2Z_0 + N^2 R} = \frac{s}{1 + s}$

Resonador DRO basado en configuración paralela y serie



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# CONCLUSIONES

ordado el diseño de osciladores en microondas  
menzado con los principios básicos de oscilación basados en un  
vo de “resistencia negativa” de un solo puerto.  
nunciado las condiciones básicas para una oscilación estable.  
neralizado para osciladores basados en redes de dos puertos.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# BIBLIOGRAFÍA

llin, “Foundations for microwave engineering”, segunda edición, 1992,

ozar, “Microwave engineering”, tercera edición, 2007, Wiley.

ález, “Microwave transistor amplifiers, analysis and design”, segunda edición, Prentice Hall, 1984.

P. Bhartia, “Microwave solid state circuit design”, Segunda Edición, 2003.

do, J. Zapata, “Circuitos de alta frecuencia”, ETSIT Universidad Técnica de Madrid.

o de Radiofrecuencia, UC3M, Septiembre 2010.  
Tema 3: Osciladores en microondas

Subsistemas RF y antenas-3- 29



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

--