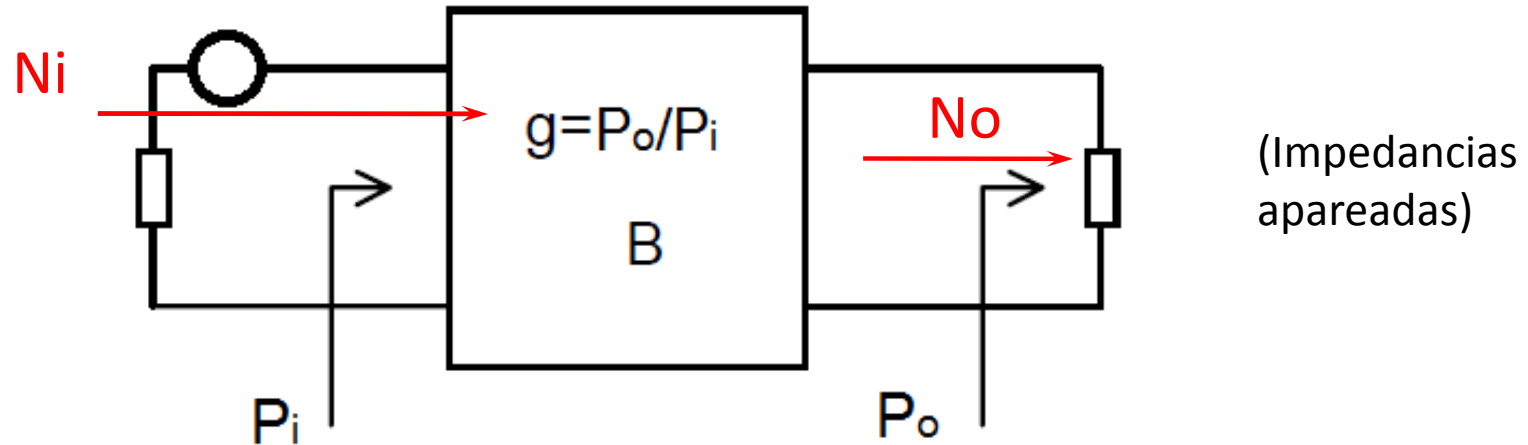


## Unidad 3

**Transmisión de señales a través de cuadripolos lineales invariantes en el tiempo.** Análisis en dominio de tiempo. Convolución. Convolución discreta. Análisis en frecuencia. Función de transferencia, amplitud y fase. Ancho de banda equivalente. Distorsión de amplitud y fase. Condiciones necesarias para transmisión sin distorsión. Retardos de fase y grupo. Efecto de alinealidades leves. Modelado de la distorsión no lineal. Análisis en tiempo y frecuencia. Puntos de intercepción de segundo y tercer orden. Ruido térmico. Modelo de resistencia ruidosa. Caracterización del ruido térmico en sistemas lineales. Número de ruido y Temperatura equivalente de ruido. **Cascada de cuadripolos. Relación señal/ruido. Rango dinámico.**

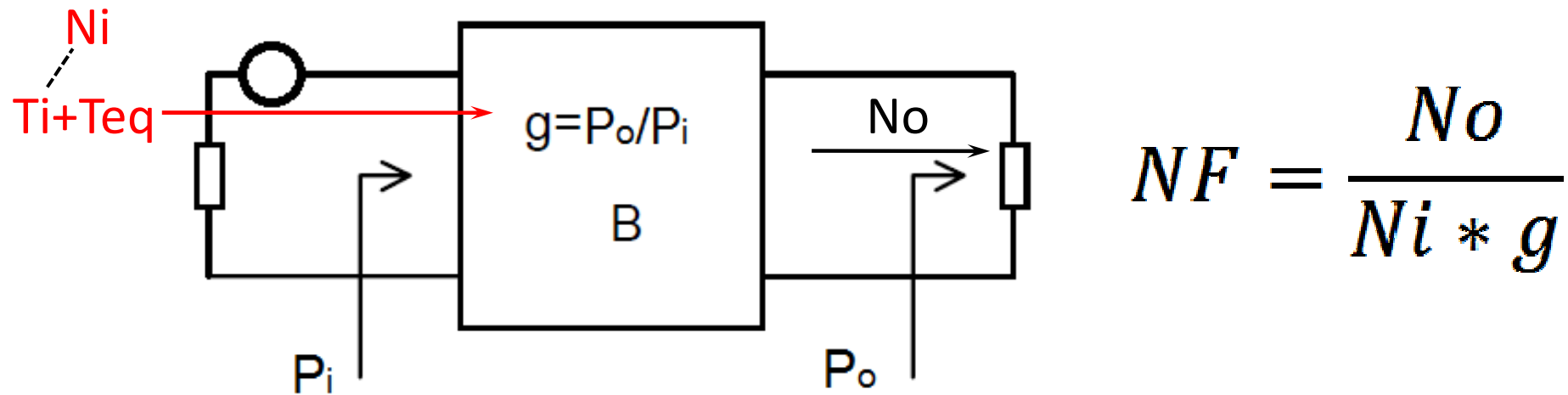
## Caracterización del ruido (térmico y otros) en **bipuertos**



### MODELOS:

- 1. Factor de ruido*
- 2. Temperaturas de ruido equivalentes*
- 3. Fuentes de tensión y de corriente de ruido*

## Caracterización del ruido térmico en bipuertos



### 2. Temperaturas de ruido equivalentes:

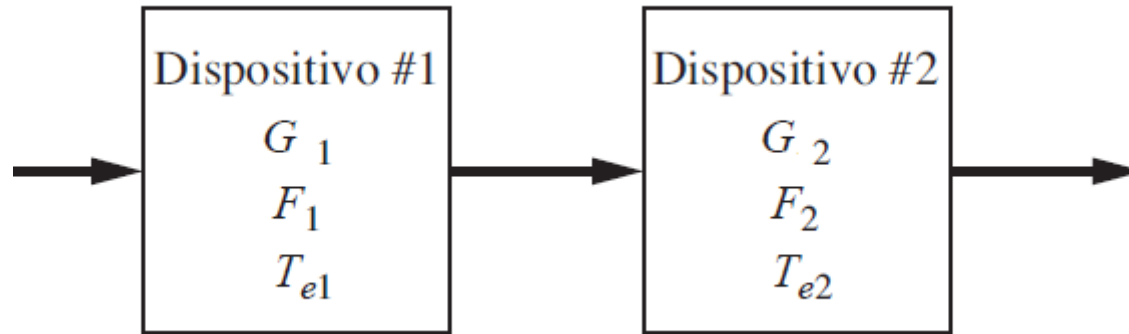
$$NF = \frac{T_i + T_{eq}}{T_i} = 1 + \frac{T_{eq}}{T_i}$$

Suponiendo  $T_i = 290^\circ\text{K}$ , Temperatura estándar:  $T_0$  ("T cero"),...

$$NF = 1 + \frac{T_{eq}}{T_0} \quad T_{eq} = (NF - 1) \cdot T_0$$

# Cascada de cuadripolos

(Couch-Cuevas-Romero, cap 8.6, p.590)



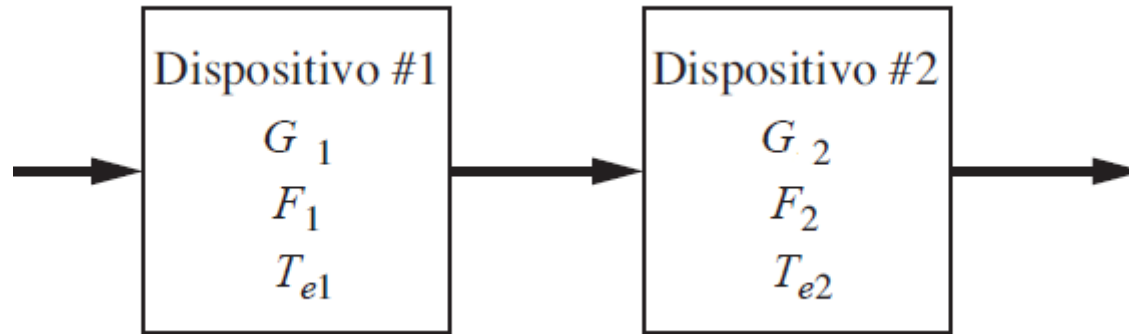
(Fig 8.22 Couch-Cuevas-Romero )

$$T_e = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} + \dots$$

$$T_e = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} + \frac{T_{e3}}{G_1 G_2} + \frac{T_{e4}}{G_1 G_2 G_3} + \dots$$

# Cascada de cuadripolos

(Couch-Cuevas-Romero, cap 8.6, p.590)



(Fig 8.22 Couch-Cuevas-Romero )

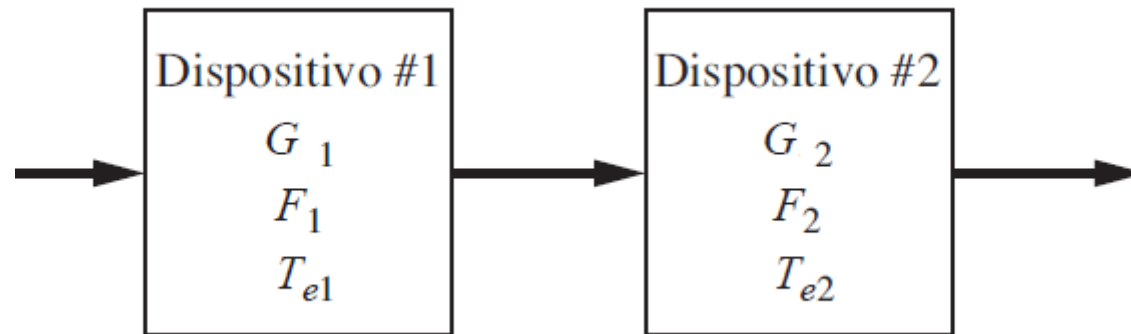
$$T_e = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} + \dots$$

$$NF_{1,2,3\dots} = NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1} + \frac{NF_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} \dots$$

**¡¡¡CUIDADO!!! Esta es la NF (y F) NOMINAL**

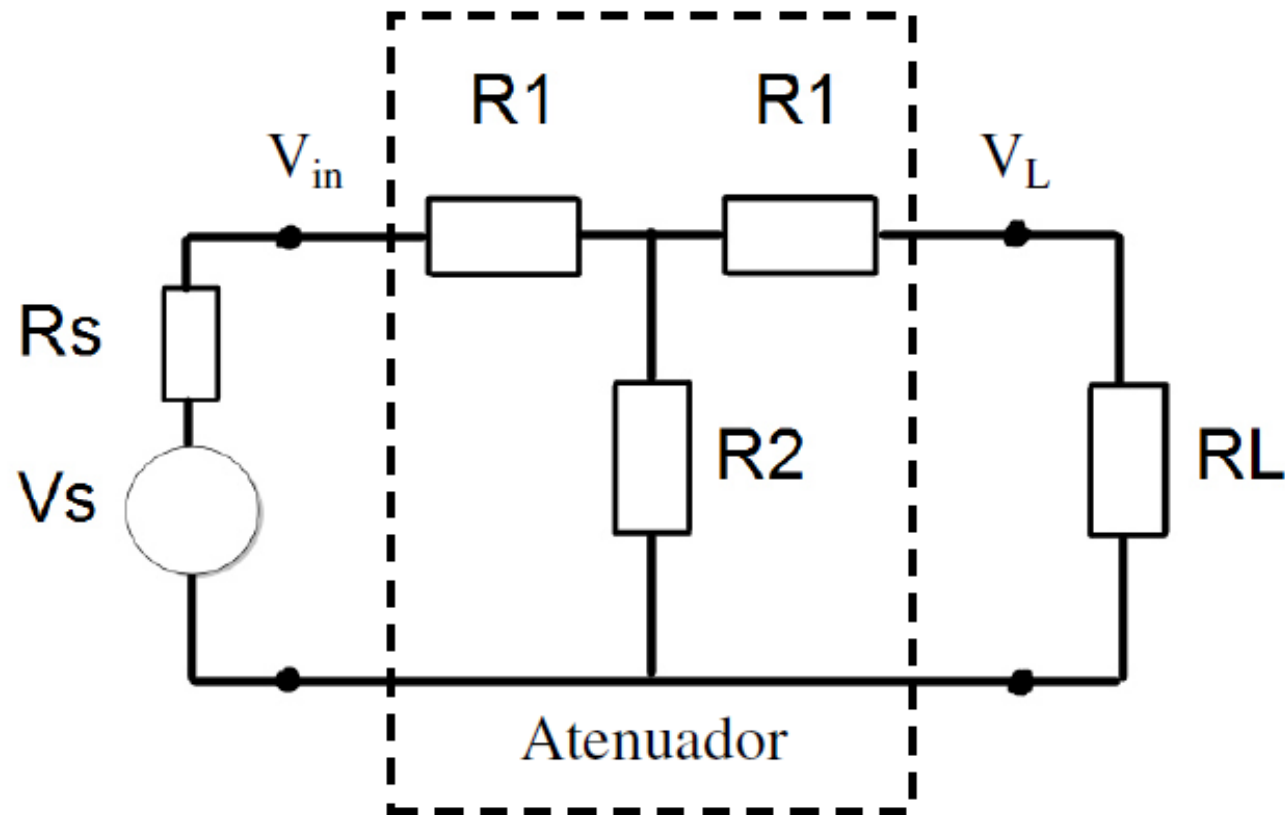
# Cascada de cuadripolos

(Couch-Cuevas-Romero, cap 8.6, p.590)



El orden de los factores... ¿¿¿???

## Factor de ruido en un atenuador



$$A_t = 1/G$$

$$NF = A_t$$

# HELA-10+

Surface Mount

# High IP3 Monolithic Amplifier



CASE STYLE: CM624

Broadband, 50&75 ohms 5 to 1000 MHz

### Maximum Ratings

Heat Slug Temperature	110°C
Storage Temperature	-40°C to +125°C
DC Voltage	+13V
DC Power	7.15W

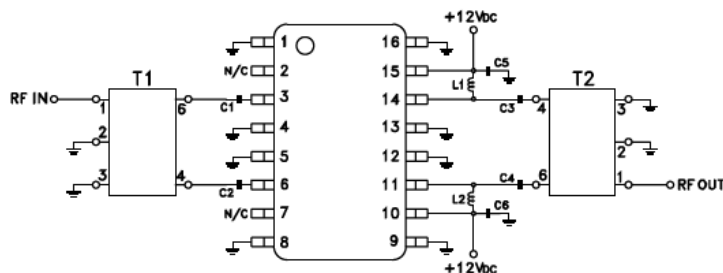
### Features

- excellent flatness,  $\pm 0.4$  dB typ.
- very high IP3, 49 dBm typ. at 150 MHz & 45 dBm typ. at 800 MHz
- very high IP2, 88 dBm typ.
- low noise figure, 3.5 dB typ.

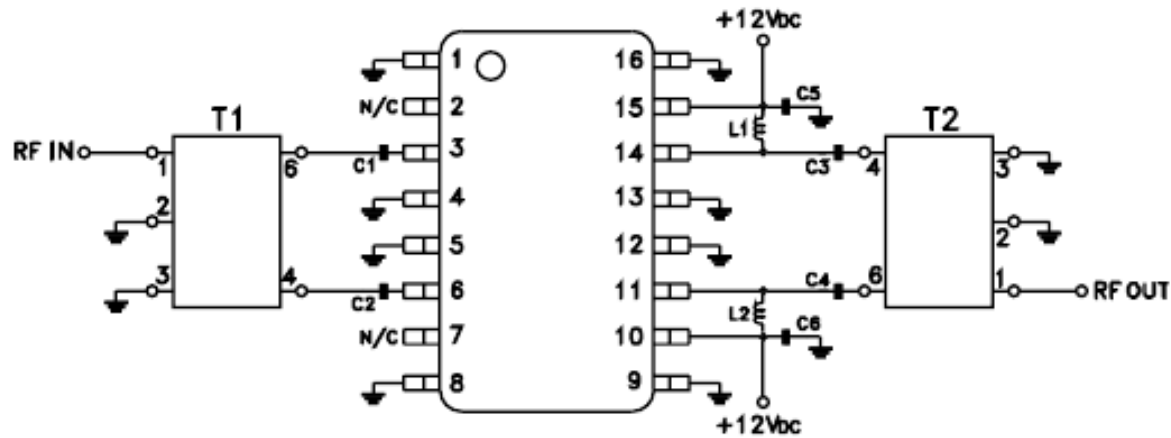
### Electrical Specifications at 25°C

KIT <sup>1</sup> NO.	FREQ. (MHz)	OHMS	GAIN <sup>2</sup> (dB)				MAXIMUM POWER (dBm)			DYNAMIC RANGE	
			Min.	Typ.	Max.	Typ. Flatness	Output (1 dB Compr.) Typ.	Min.	Input <sup>3</sup> (no damage)	NF (dB) Typ.	IP3 (dBm) Typ.
HELA-10A+	50-1000	75	9.5	12	13	$\pm 0.4$	30	26	20	3.5	47
HELA-10B+	50-1000	50	9.5	12	13	$\pm 0.4$	30	26	20	3.5	47
HELA-10C+	5-450	75	9.3	11.4	12.5	$\pm 0.4$	30	26	20	3.5	48
HELA-10D+	8-300	50	9.3	11	12.5	$\pm 0.4$	30	26	20	3.5	48

### Application Schematic Diagram



## Application Schematic Diagram



APPLICATION CIRCUIT	T1	T2	C1 TO C6	L1, L2	PCB LAYOUT	EVALUATION BOARD
A	ADTL1-18-75	ADTL1-18-75	0.01 $\mu$ F	0.75 $\mu$ H	B14-TB-30	TB-16
B	ADTL1-12	ADTL1-12	0.01 $\mu$ F	0.75 $\mu$ H	B14-TB-17	TB-17
C	ADT1-1WT	ADTL1-4-75	0.039 $\mu$ F	3.3 $\mu$ H	B14-TB-16	TB-30
D	ADT1.5-1	ADT1.5-1	0.039 $\mu$ F	3.3 $\mu$ H	B14-TB-17	TB-45

# RF Transformer

## ADT1-1WT

75Ω 0.4 to 800 MHz



CASE STYLE: CD542

### Features

- excellent amplitude unbalance, 0.1 dB typ. and phase unbalance, 1 deg. typ. in 1 dB bandwidth
- aqueous washable
- protected under US patent 6,133,525

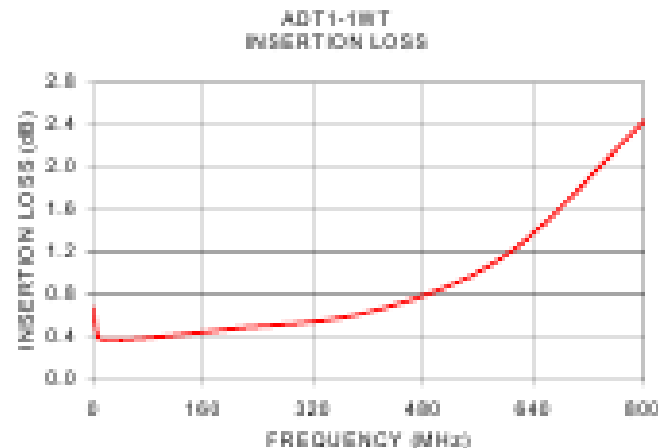
### Applications

- impedance matching
- balanced amplifier

### Transformer Electrical Specifications

Ω RATIO	FREQUENCY (MHz)	INSERTION LOSS*			PHASE UNBALANCE (Deg.) Typ.		AMPLITUDE UNBALANCE (dB) Typ.	
		3 dB MHz	2 dB MHz	1 dB MHz	1 dB bandwidth	2 dB bandwidth	1 dB bandwidth	2 dB bandwidth
1	0.4-800	0.4-800	0.5-700	1-400	1	4	0.1	0.5

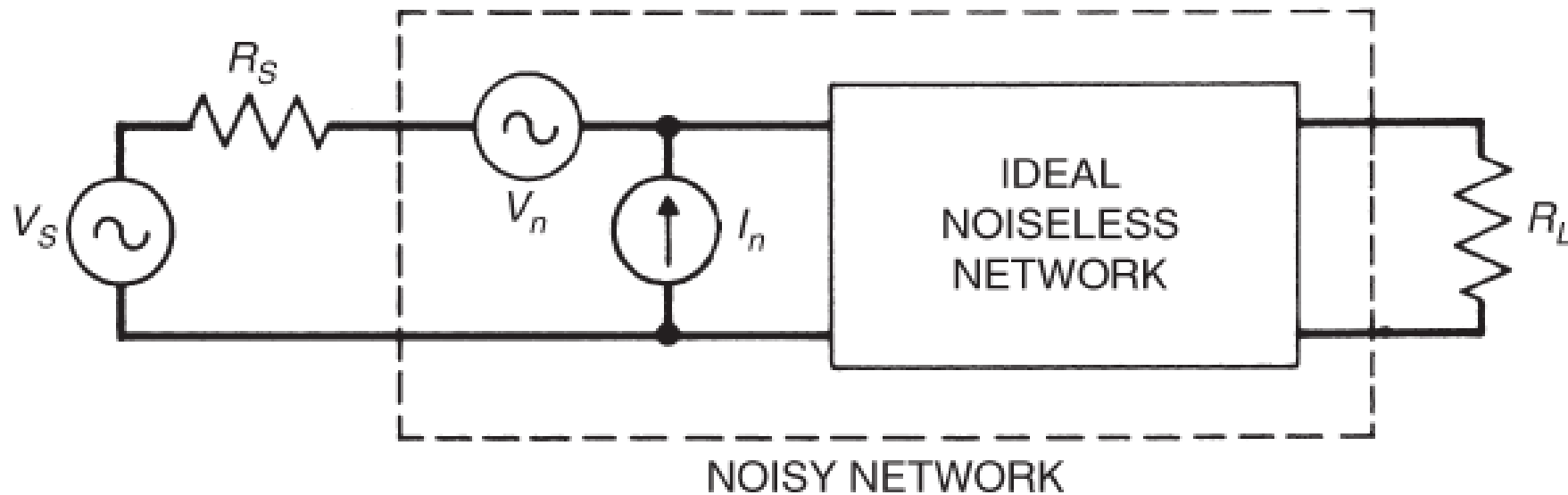
\* Insertion Loss is referenced to mid-band loss, 0.3 dB typ.



# Caracterización del ruido térmico en bipuertos

## 3. Modelo de fuentes de tensión y de corriente de ruido

Rothe and Dahlke



## OTROS

- \* Rango dinámico
- \* Otras formas de ruido similares al térmico

# Otras formas de ruido

- \* Shot

- \* Flicker

- \* Burst

- \* Avalancha

# Otras formas de ruido

## \* Shot

Debido al paso de corriente CD;  
Espectro PSD plano, como el térmico pero Independiente de la temperatura.

$$i_n = \sqrt{2 \cdot q \cdot I \cdot \Delta f}$$

## \* Flicker

Ruido 1/f; intenso en semiconductores. Dominante sobre el ruido térmico por de bajo de algunas centenas de Hertz.

## \* Burst

## \* Avalancha

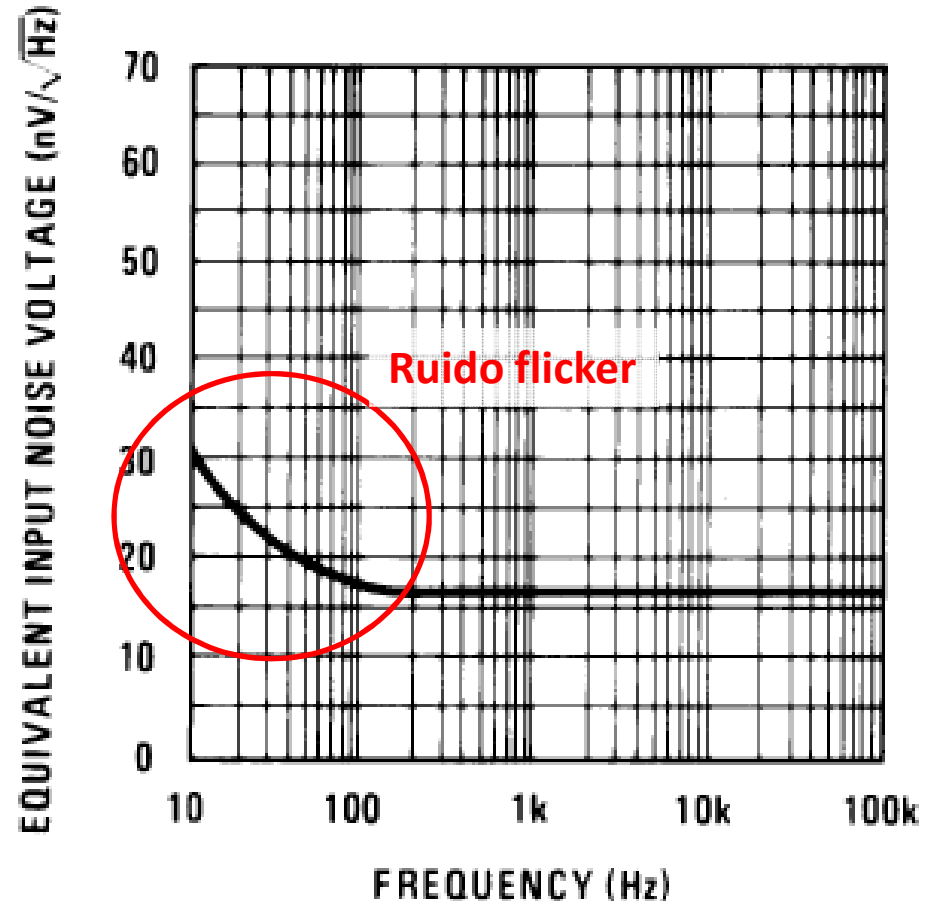
# TL082 Wide Bandwidth Dual

Check for S

## FEATURES

- Internally Trimmed Offset Voltage: 15 mV
- Low Input Bias Current: 50 pA
- Low Input Noise Voltage: 16nV/√Hz
- Low Input Noise Current: 0.01 pA/√Hz

### Equivalent Input Noise Voltage



# Otras formas de ruido

## \* Shot

Debido al paso de corriente CD;  
Espectro PSD plano, como el térmico pero Independiente de la temperatura.

$$i_n = \sqrt{2 \cdot q \cdot I \cdot \Delta f}$$

## \* Flicker

Ruido 1/f; intenso en semiconductores. Dominante sobre el ruido térmico por de bajo de algunas centenas de Hertz.

## \* Burst

Observable en semiconductores con altos dopajes como rápidos pulsos discretos, que por su sonido en la banda de audio también es llamado "ruido popcorn"

## \* Avalancha

Presente en uniones PN, inversas y en avalancha Zener. Similar al ruido shot, pero más intenso.

## RESUMEN

\* Cuando se tiene una cadena de dispositivos en cascada, la temperatura de ruido equivalente y la ganancia del primer componente tienen un efecto dominante en el desempeño del conjunto. Es deseable que el primer elemento tenga el menor nivel de ruido y la mayor ganancia posible.

\* Los cuadripolos eléctricos pasivos (atenuadores, transformadores, líneas de transmisión reales) introducen una atenuación de potencia, cuyo valor numérico (en dB) coincide con la figura de ruido correspondiente al dispositivo. Podría decirse que atenúan la señal pero no el ruido térmico. La atenuación también viene informada como "pérdida de inserción" (insertion loss).

\* El rango dinámico indica el rango de amplitudes de señal con las que puede trabajar un dispositivo (normalmente amplificador o mezclador) sin verse las señales pequeñas ahogadas por el ruido ni las más grandes modificadas sustancialmente por la distorsión no lineal. El rango viene fijado por el nivel de ruido base + 3dB, y el punto de compresión de 1 dB.

\* Además del "Térmico", existen otros tipos de ruido originados en la estructura microscópica de los materiales y la naturaleza discreta de los portadores de carga. El ruido "burst" y el de "avalancha" pueden reducirse mejorando los procesos de fabricación y cambiando el diseño de los circuitos.

El ruido shot se presenta siempre que se tenga una corriente de CD; se puede reducir al usar corrientes de CD lo más pequeñas posible. El ruido flicker, o "1/F", se nos presenta principalmente en semiconductores y también en componentes de estructura inhomogénea. Domina las bajas frecuencias.