

# Diseño y Simulación Electrónica

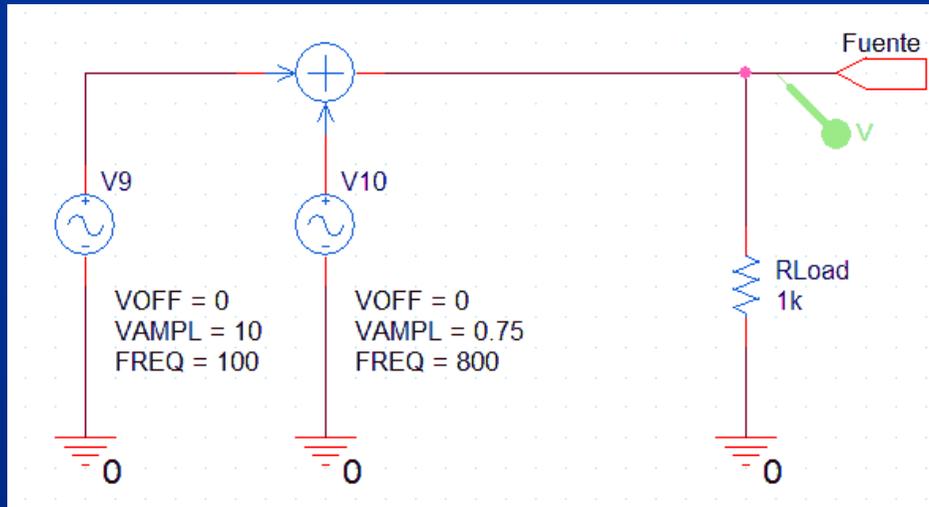
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES

INDICE de Documentos

- Análisis de Fourier
- Diseño Jerárquico con paso de variables
- Análisis de Monte Carlo
- Análisis más desfavorable (Worst Case)
- Análisis de Performances
- Creación de componentes
  - 1.- Tabla termométrica de sensor
  - 2.- Componente basado en componentes existentes



# Circuito de entrada y especificaciones

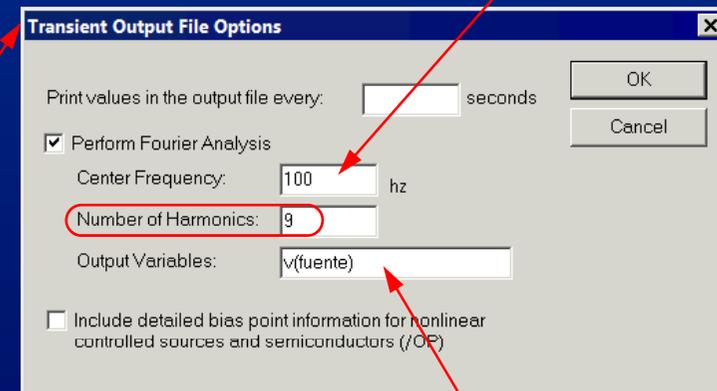
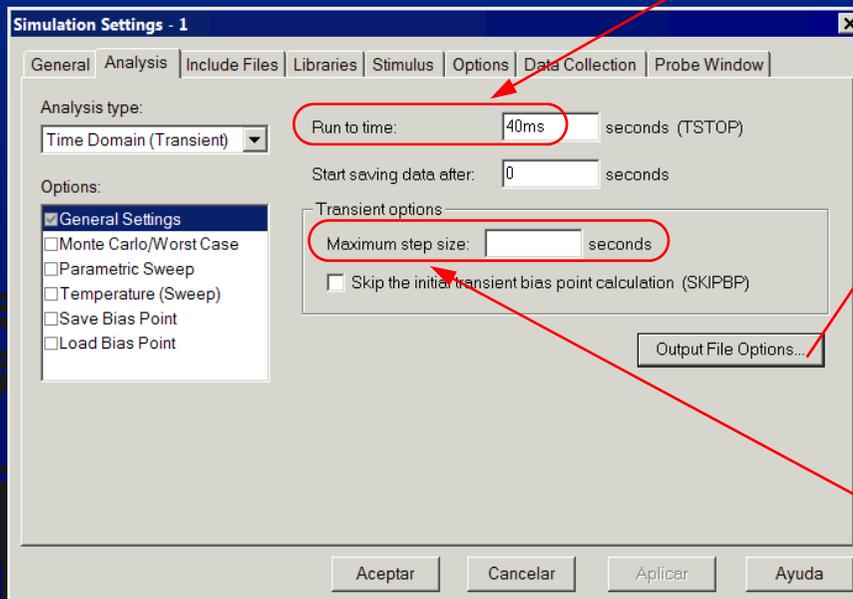


Circuito de prueba

Señal senoidal compuesta de dos senoidales.

Tiempo total de visualización

Frecuencia fundamental

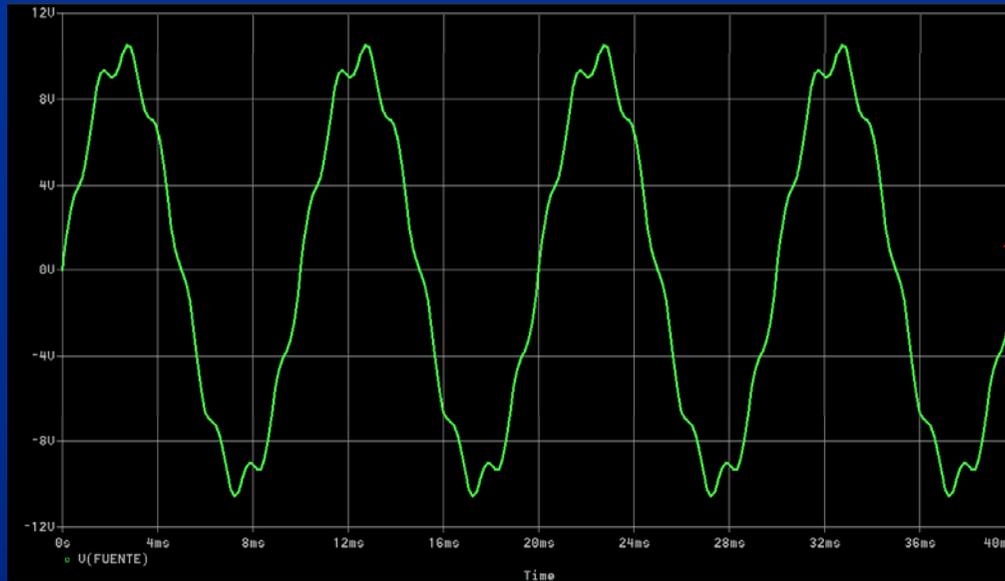


Intervalo de salto en el cálculo (Precisión)

Variable sobre la que se desea mostrar el análisis (Formato PSpice)

# Forma de onda de salida y descomposición de Fourier

DYSE - PSpice: Análisis de Fourier



Señal de salida del circuito

Descomposición de términos de Fourier (Fichero \*.OUT)

DC COMPONENT = 1.282994E-03

HARMONIC NO	FREQUENCY (HZ)	FOURIER COMPONENT	NORMALIZED COMPONENT	PHASE (DEG)	NORMALIZED PHASE (DEG)
1	1.000E+02	9.992E+00	1.000E+00	3.097E-03	0.000E+00
2	2.000E+02	5.404E-04	5.408E-05	9.009E+01	9.008E+01
3	3.000E+02	5.600E-04	5.604E-05	9.331E+01	9.330E+01
4	4.000E+02	8.917E-04	8.924E-05	8.053E+01	8.052E+01
5	5.000E+02	5.231E-04	5.235E-05	8.582E+01	8.580E+01
6	6.000E+02	5.407E-04	5.411E-05	8.963E+01	8.961E+01
7	7.000E+02	7.921E-04	7.927E-05	1.006E+02	1.006E+02
8	8.000E+02	7.124E-01	7.130E-02	6.997E-02	4.520E-02
9	9.000E+02	3.395E-04	3.398E-05	6.186E+01	6.183E+01

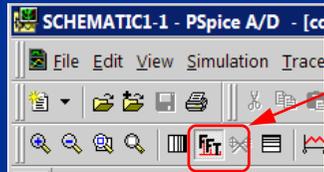
TOTAL HARMONIC DISTORTION = 7.130223E+00 PERCENT

Tensión referida a la frecuencia fundamental

Fase referida a la frecuencia fundamental

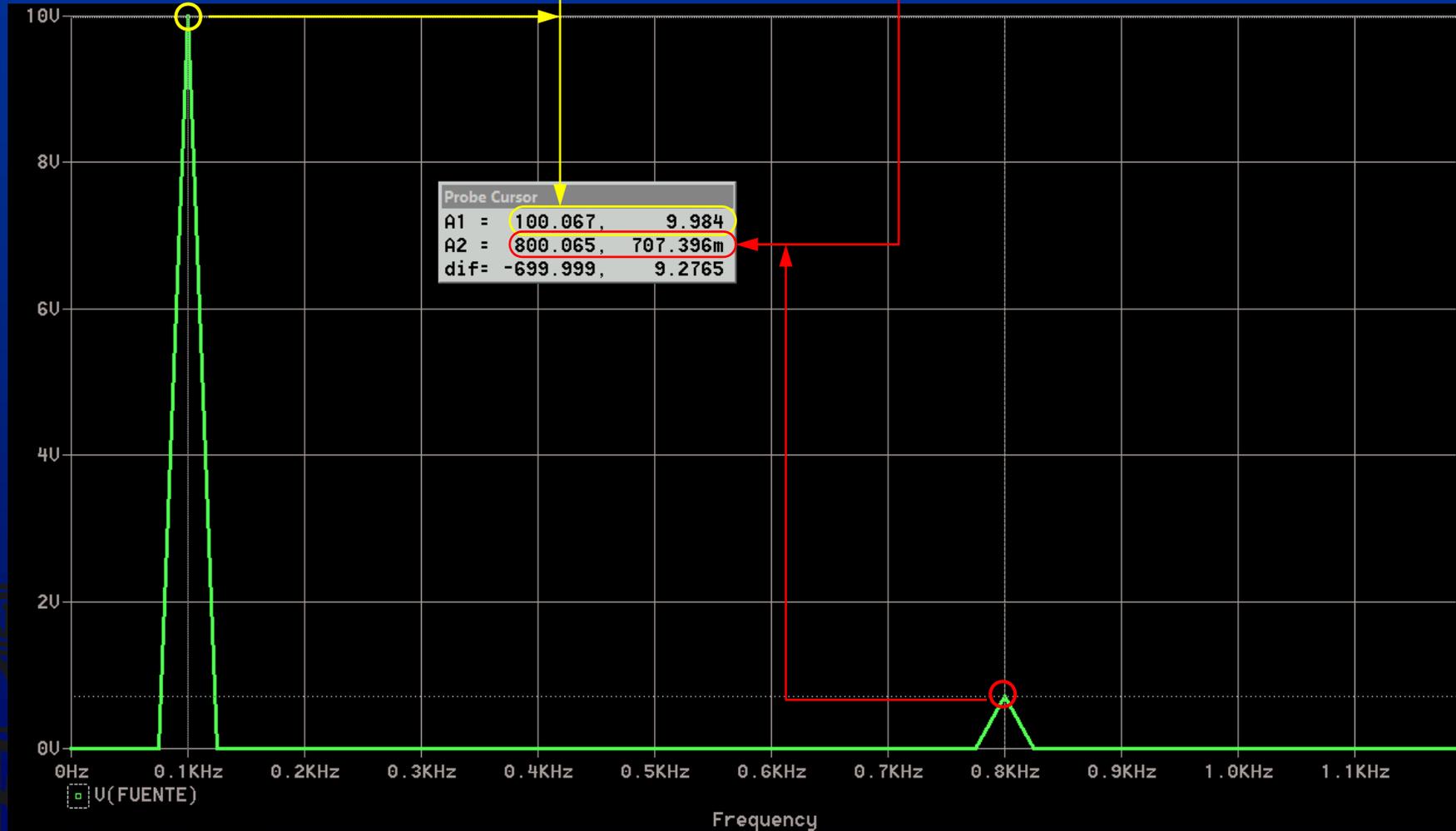


# Análisis de Fourier gráfico



Análisis FFT

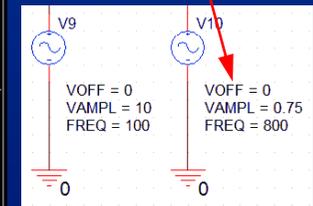
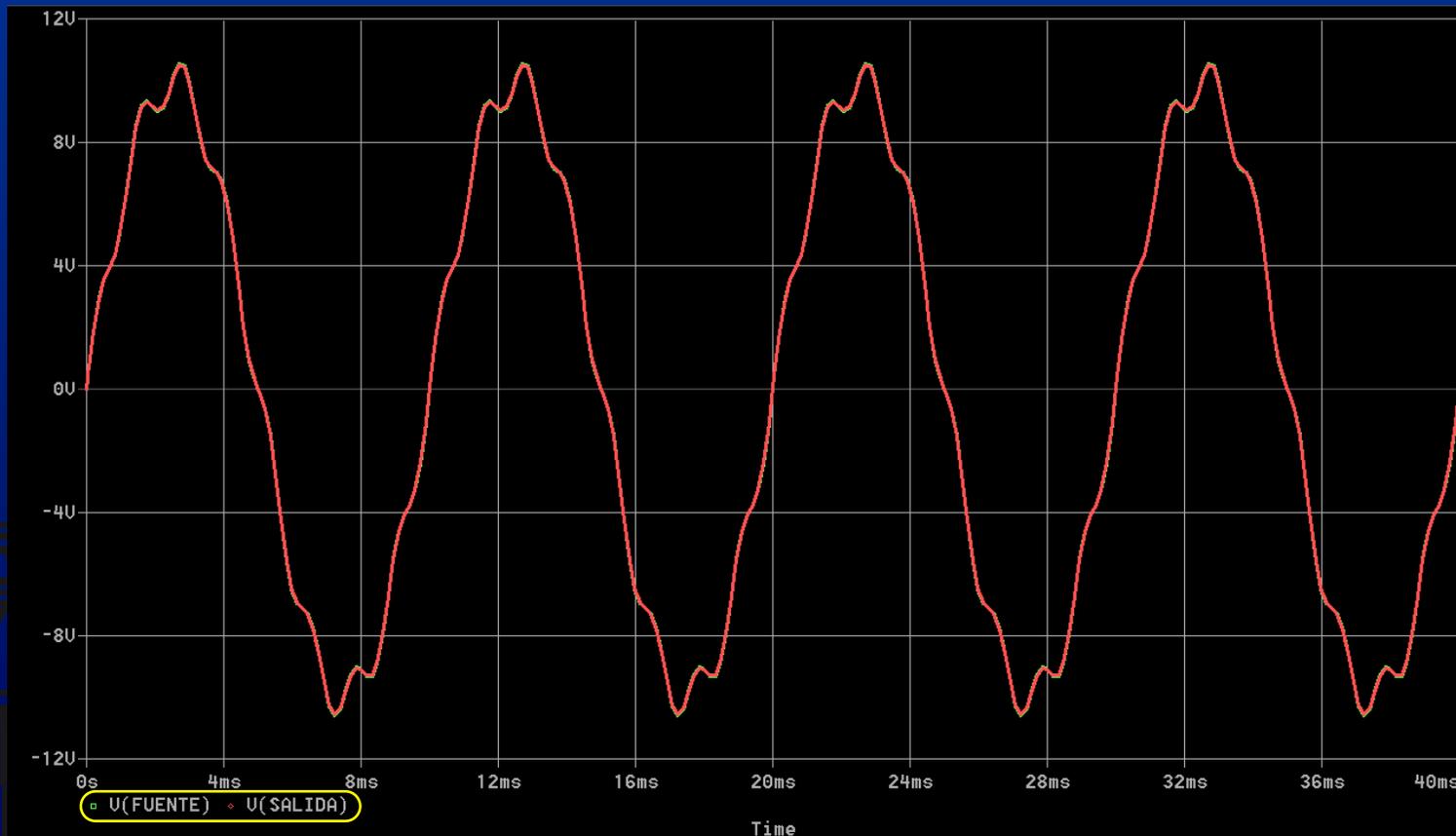
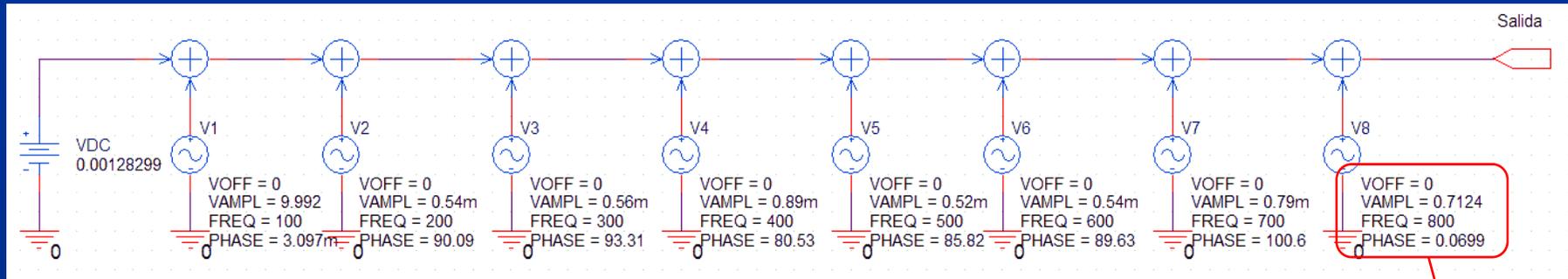
HARMONIC NO	FREQUENCY (HZ)	FOURIER COMPONENT	NORMALIZED COMPONENT	PHASE (DEG)	NORMALIZED PHASE (DEG)
1	1.000E+02	9.992E+00	1.000E+00	3.097E-03	0.000E+00
8	8.000E+02	7.124E-01	7.130E-02	6.997E-02	4.520E-02



DYSE - PSpice: Análisis de Fourier

# Reconstrucción con los datos obtenidos y comparación gráfica

DYSE - PSpice: Análisis de Fourier



La diferencia de resultados es mínima

# Comparación de datos numéricos

DYSE - PSpice: Análisis de Fourier

DC COMPONENT = 1.282994E-03

HARMONIC NO	FREQUENCY (HZ)	FOURIER COMPONENT	NORMALIZED COMPONENT	PHASE (DEG)	NORMALIZED PHASE (DEG)
1	1.000E+02	9.992E+00	1.000E+00	3.097E-03	0.000E+00
2	2.000E+02	5.404E-04	5.408E-05	9.009E+01	9.008E+01
3	3.000E+02	5.600E-04	5.604E-05	9.331E+01	9.330E+01
4	4.000E+02	8.917E-04	8.924E-05	8.053E+01	8.052E+01
5	5.000E+02	5.231E-04	5.235E-05	8.582E+01	8.580E+01
6	6.000E+02	5.407E-04	5.411E-05	8.963E+01	8.961E+01
7	7.000E+02	7.921E-04	7.927E-05	1.006E+02	1.006E+02
8	8.000E+02	7.124E-01	7.130E-02	6.997E-02	4.520E-02
9	9.000E+02	3.395E-04	3.398E-05	6.186E+01	6.183E+01

SEÑAL ORIGINAL

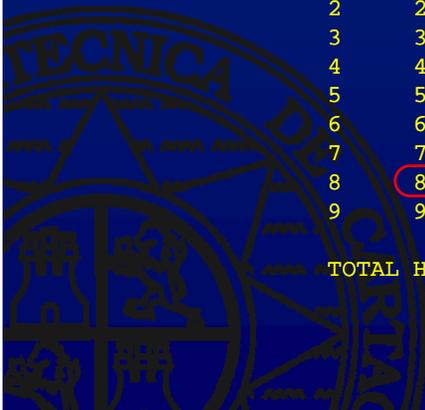
TOTAL HARMONIC DISTORTION = 7.130223E+00 PERCENT

DC COMPONENT = 2.506729E-03

HARMONIC NO	FREQUENCY (HZ)	FOURIER COMPONENT	NORMALIZED COMPONENT	PHASE (DEG)	NORMALIZED PHASE (DEG)
1	1.000E+02	9.984E+00	1.000E+00	6.093E-03	0.000E+00
2	2.000E+02	1.060E-03	1.062E-04	9.007E+01	9.006E+01
3	3.000E+02	1.098E-03	1.100E-04	9.336E+01	9.334E+01
4	4.000E+02	1.735E-03	1.737E-04	8.057E+01	8.055E+01
5	5.000E+02	1.014E-03	1.016E-04	8.575E+01	8.572E+01
6	6.000E+02	1.047E-03	1.049E-04	8.963E+01	8.960E+01
7	7.000E+02	1.533E-03	1.536E-04	1.007E+02	1.007E+02
8	8.000E+02	6.767E-01	6.778E-02	1.406E-01	9.182E-02
9	9.000E+02	3.232E-04	3.237E-05	6.034E+01	6.029E+01

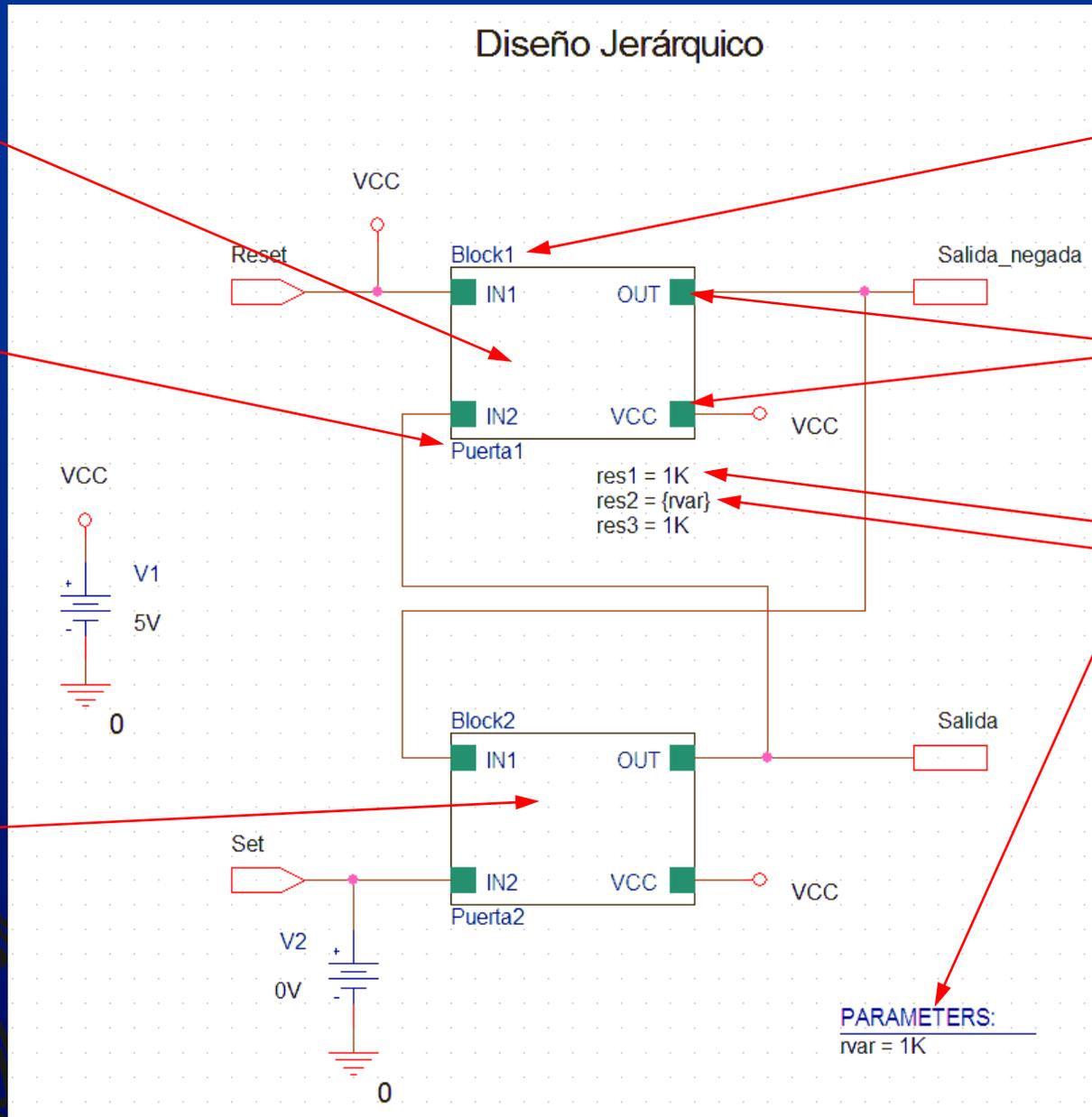
SEÑAL RECONSTRUIDA

TOTAL HARMONIC DISTORTION = 6.778252E+00 PERCENT



# Diseño jerárquico con paso de variables

DYSE · PSpice: Diseños jerárquicos



Bloque jerárquico 1

Valor (Implementación)

Bloque jerárquico 2

Nombre (Referencia)

Pin jerárquico

Paso de variables

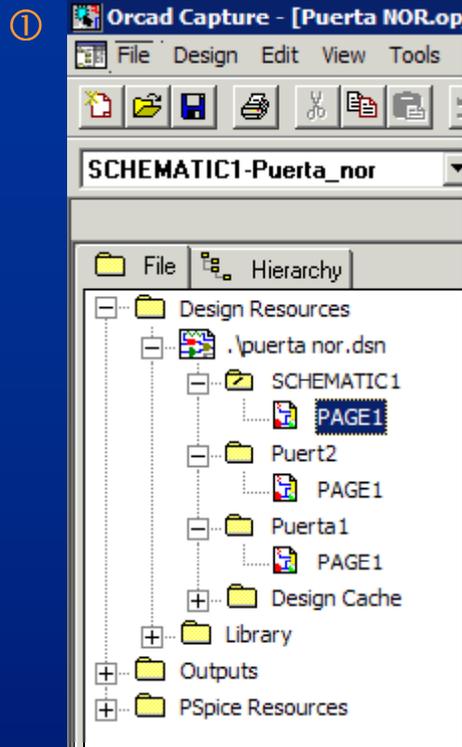
- Constantes
- Barrido paramétrico

PARAMETERS:  
rvar = 1K

**Análisis en DC**

# Diseño jerárquico con paso de variables II

DYSE · PSpice: Diseños jerárquicos



Project Manager

Este ejemplo cuenta con 3 esquemáticos de 1 hoja cada uno de ellos. Los nombres del esquemático y de la hoja pueden modificarse.

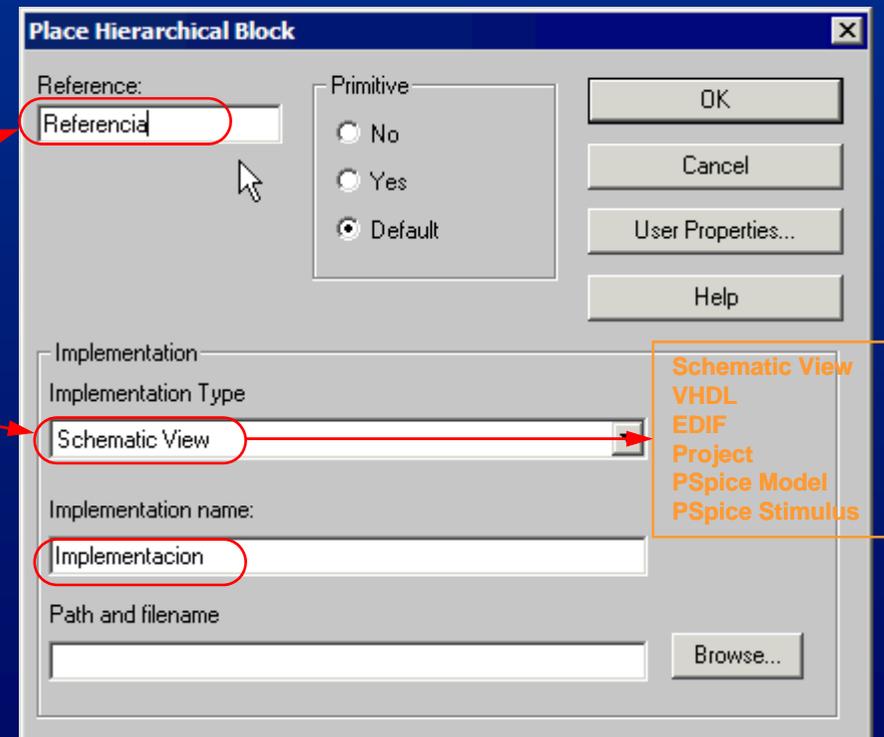


Bloque jerárquico

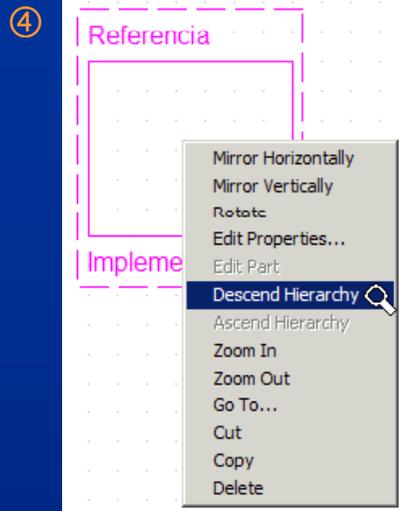
Pin jerárquico

Nombre

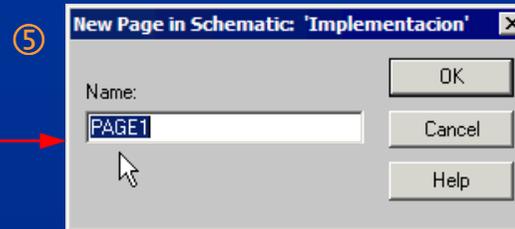
Valor



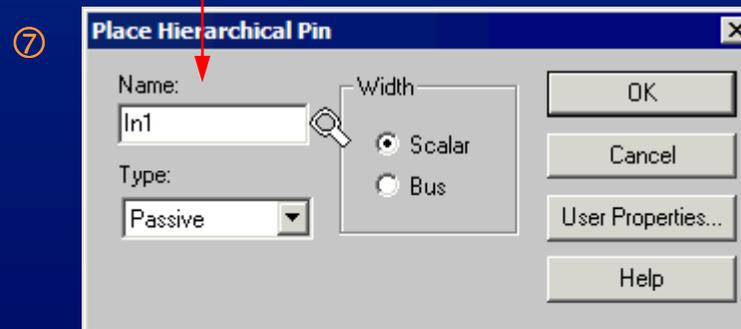
# Diseño jerárquico con paso de variables III



Al “descender en jerarquía”, nos solicita el nombre de la hoja de trabajo.



Se colocan los pines jerárquicos al bloque jerárquico para su interconexión.



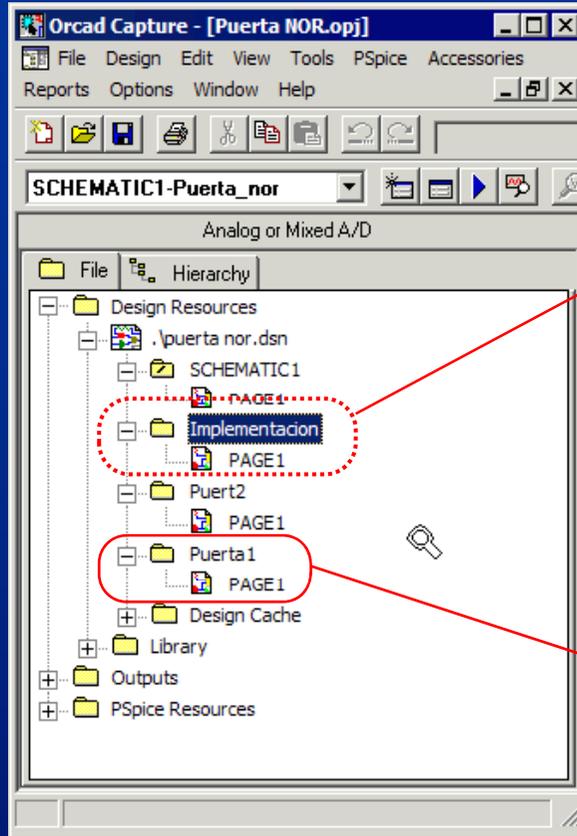
El tipo de los pines utiliza la misma estructura que los pines de una “librería normal” para Capture/Layout.



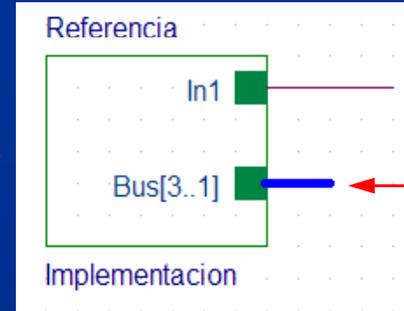
# Diseño jerárquico con paso de variables IV

DYSE · PSpice: Diseños jerárquicos

⑧



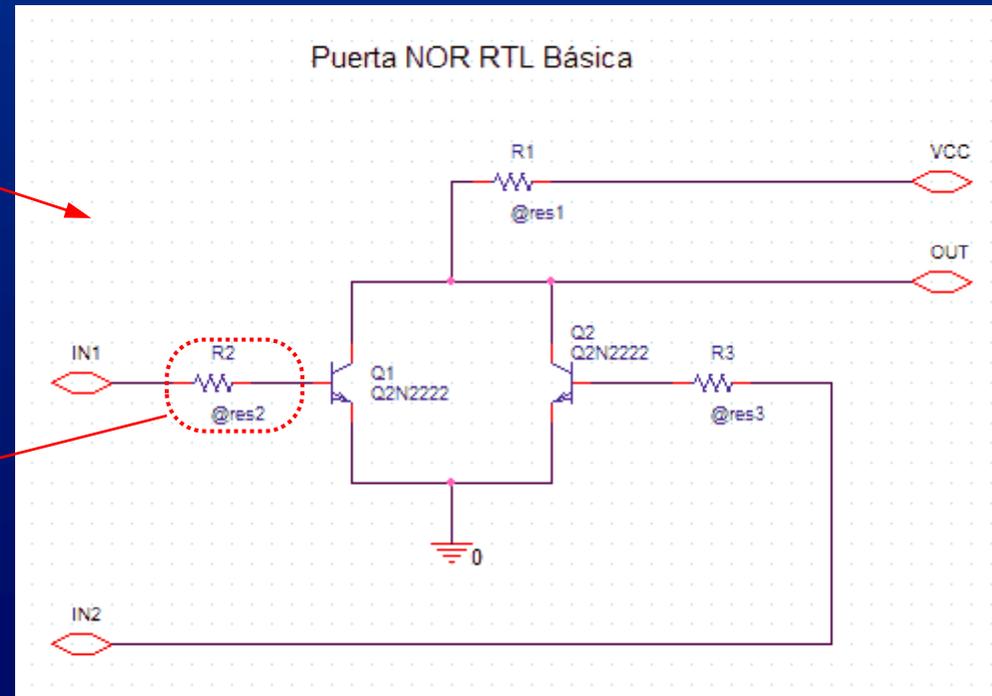
⑨



Conexión de un bit

Conexión de un bus

⑩

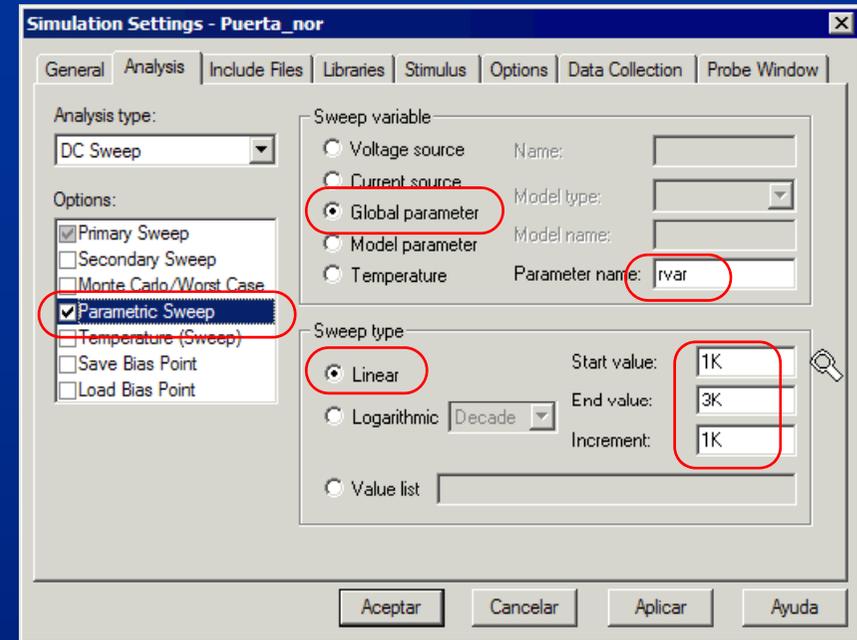
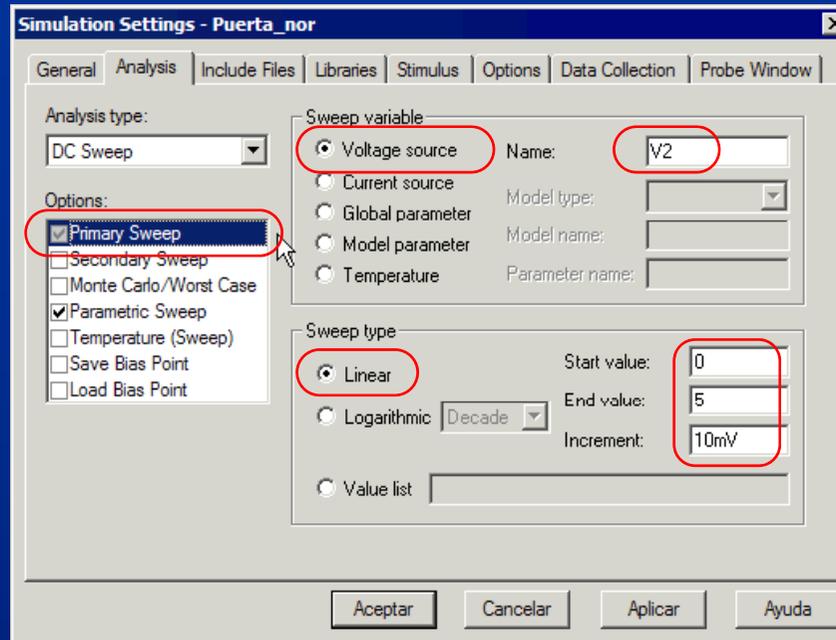


@\_nombre\_de\_la\_variable

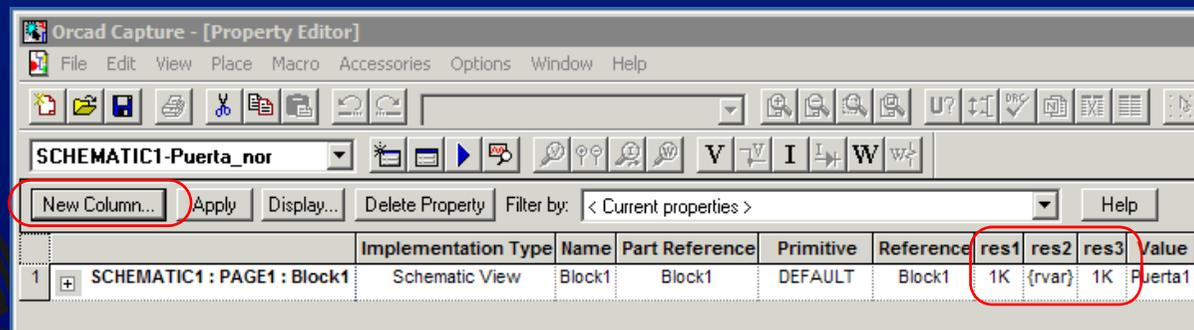


# Diseño jerárquico con paso de variables V

DYSE - PSpice: Diseños jerárquicos



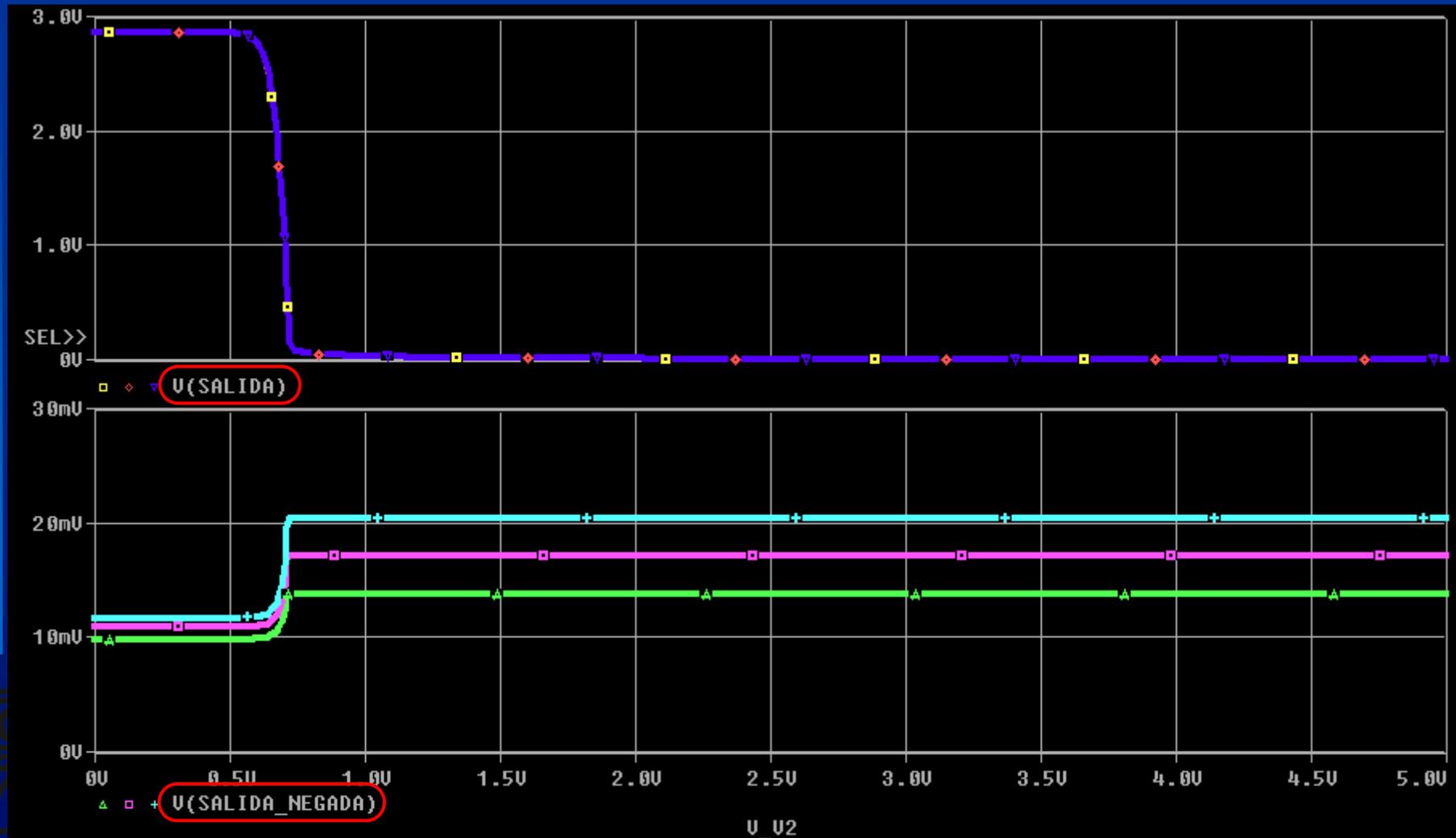
Características de la simulación



Para el paso de variables, es necesario el crear las columnas con los datos a aportar al esquemático receptor

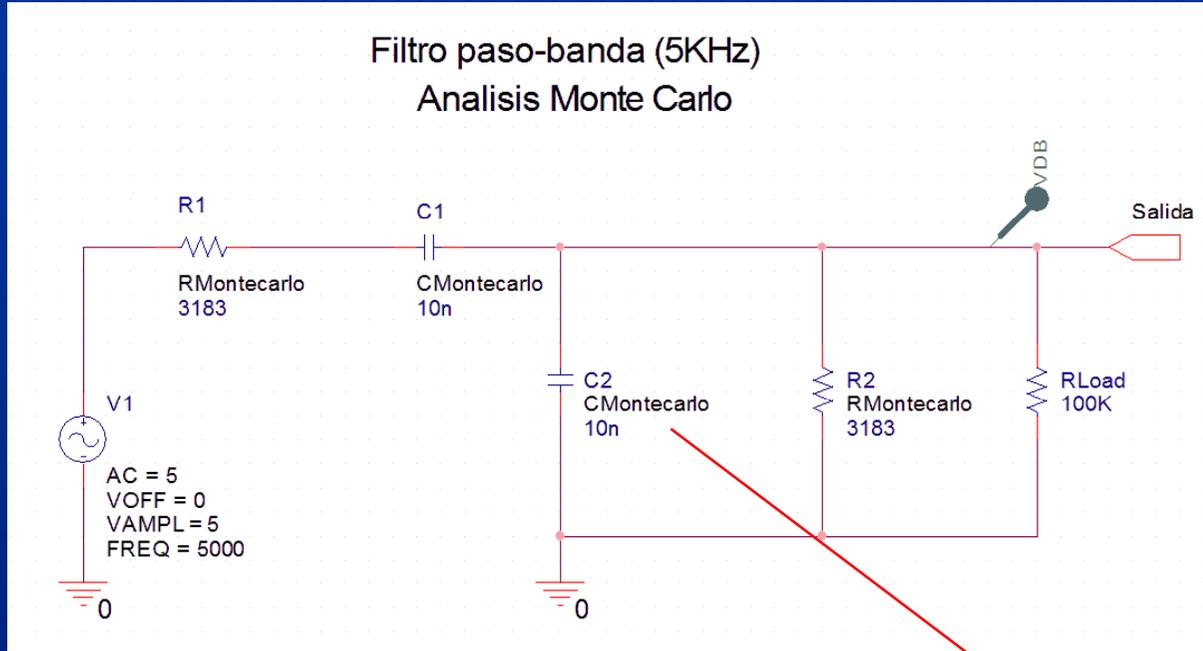
# Diseño jerárquico con paso de variables y VI

DYSE · PSpice: Diseños jerárquicos



# Análisis Monte Carlo (AC)

DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo



Tipos de modelos

- CAP
- CORE
- D
- GASFET
- IND
- ISWITCH
- LPNP
- NIGBT
- NJF
- NMOS
- NPN
- PJF
- PMOS
- PNP
- RES
- TRN
- VSWITCH

## Monte Carlo.lib

Fichero de texto donde se definen las tolerancias de los dispositivos utilizados.

```

Librería Monte Carlo.lib
* OrCAD Model Editor - Version 9.0
*$
.model CMontecarlo CAP C=1 DEV=20% LOT=10%
*$
.model RMontecarlo RES R=1 DEV=5% LOT=10%
*$
    
```

Valor del componente

Modelo de PSpice

Tolerancia del Lote de fabricación

Tolerancia del componente (Device)

## IMPORTANTE

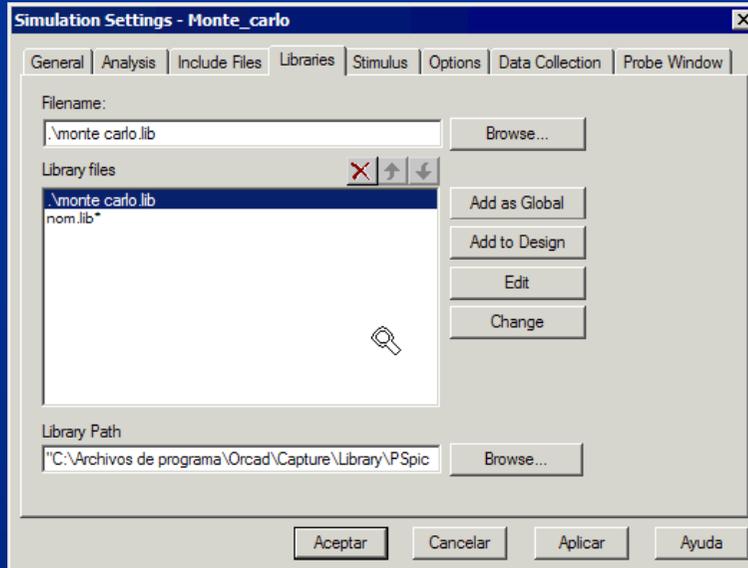
Los componentes a modelizar deben seleccionarse de la librería BREAKOUT.OLB

- CBreak
- RBreak

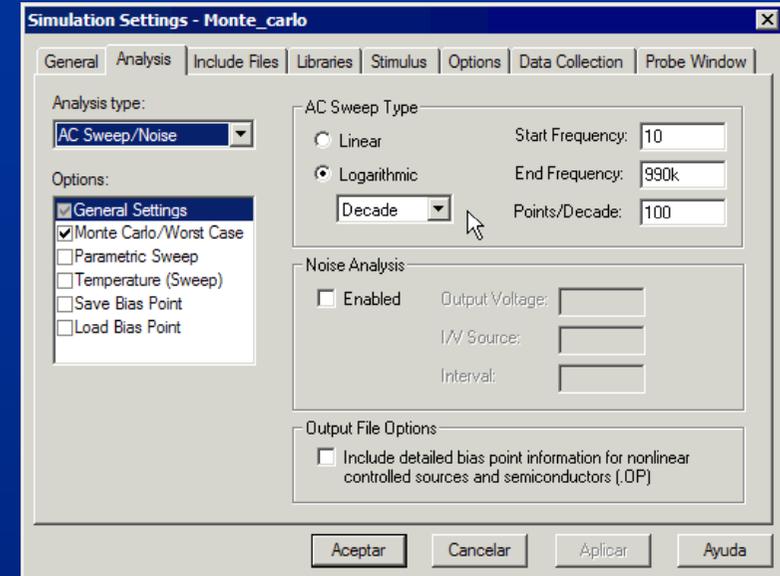


# Análisis Monte Carlo (AC) II

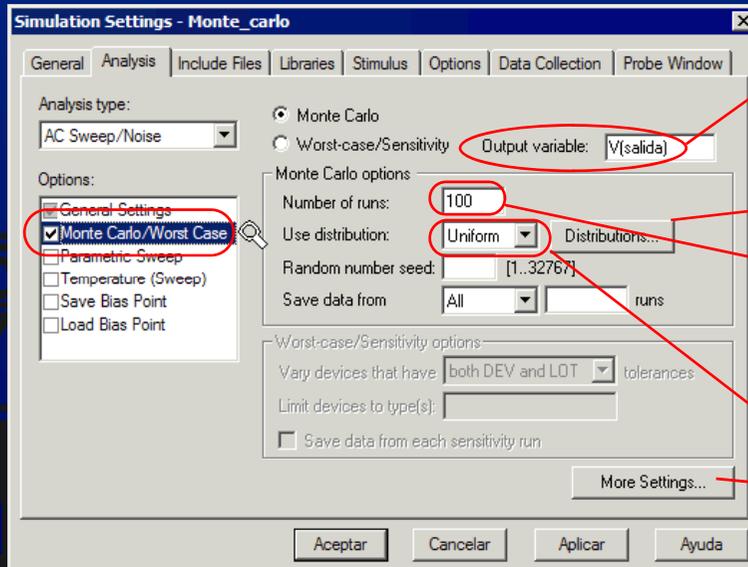
DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo



Se le indica la librería en donde estarán las especificaciones de los componentes modificados/creados.



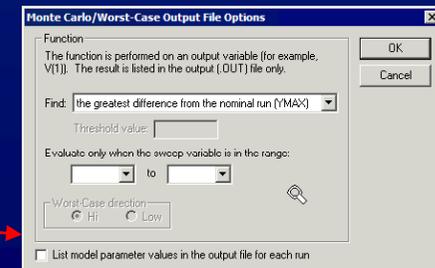
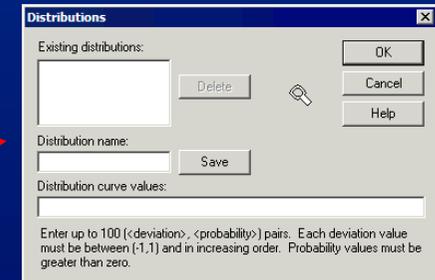
El tipo de barrido para este esquemático es de Corriente Alterna



Variable sobre la que se solicitarán los datos, V(salida)

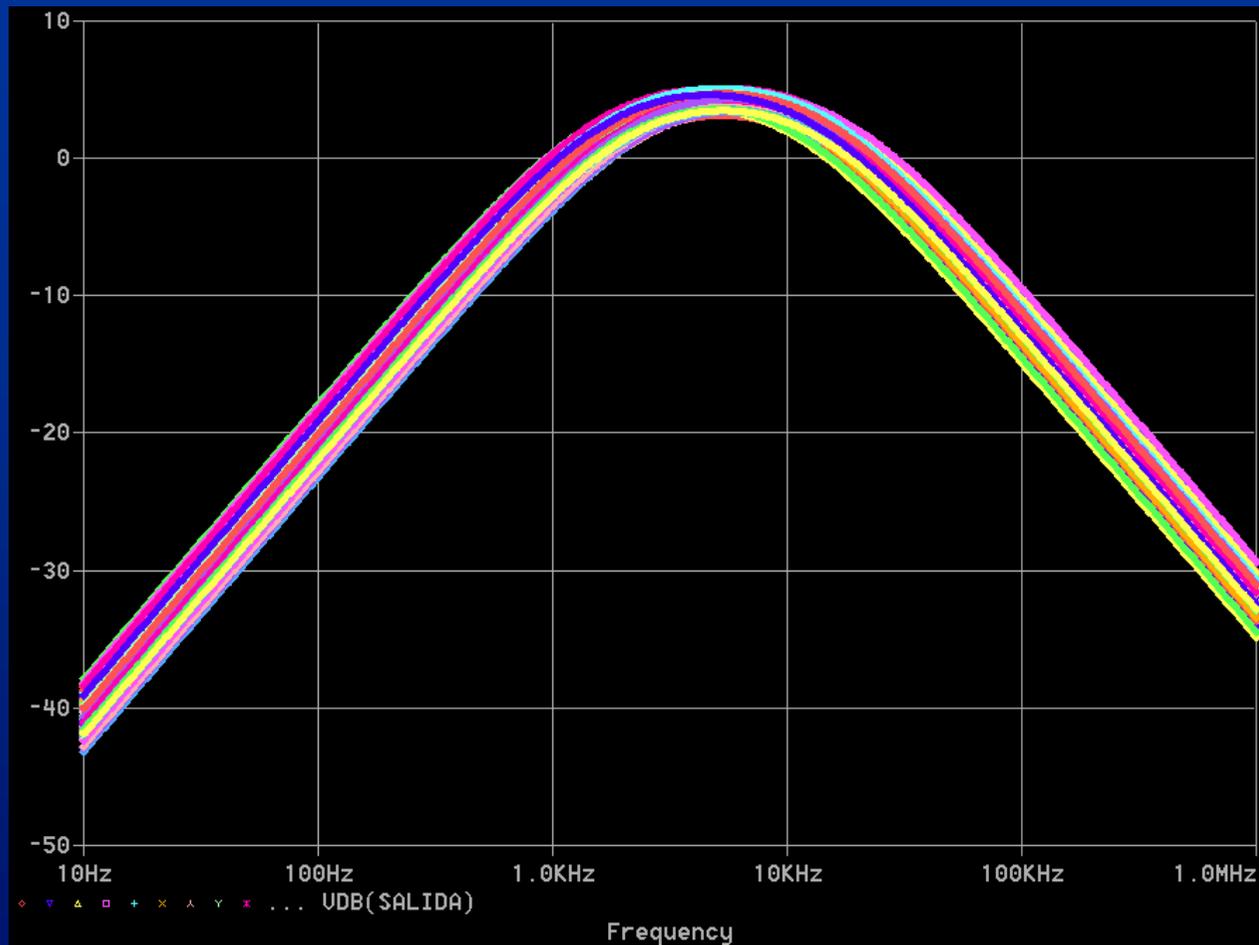
Número de ejecuciones. Debe ser alta para que los datos estadísticos sean fiables (espacio muestral).

Tipo de Distribución (Uniforme o Gaussiana).



# Análisis Monte Carlo (AC) III

DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo

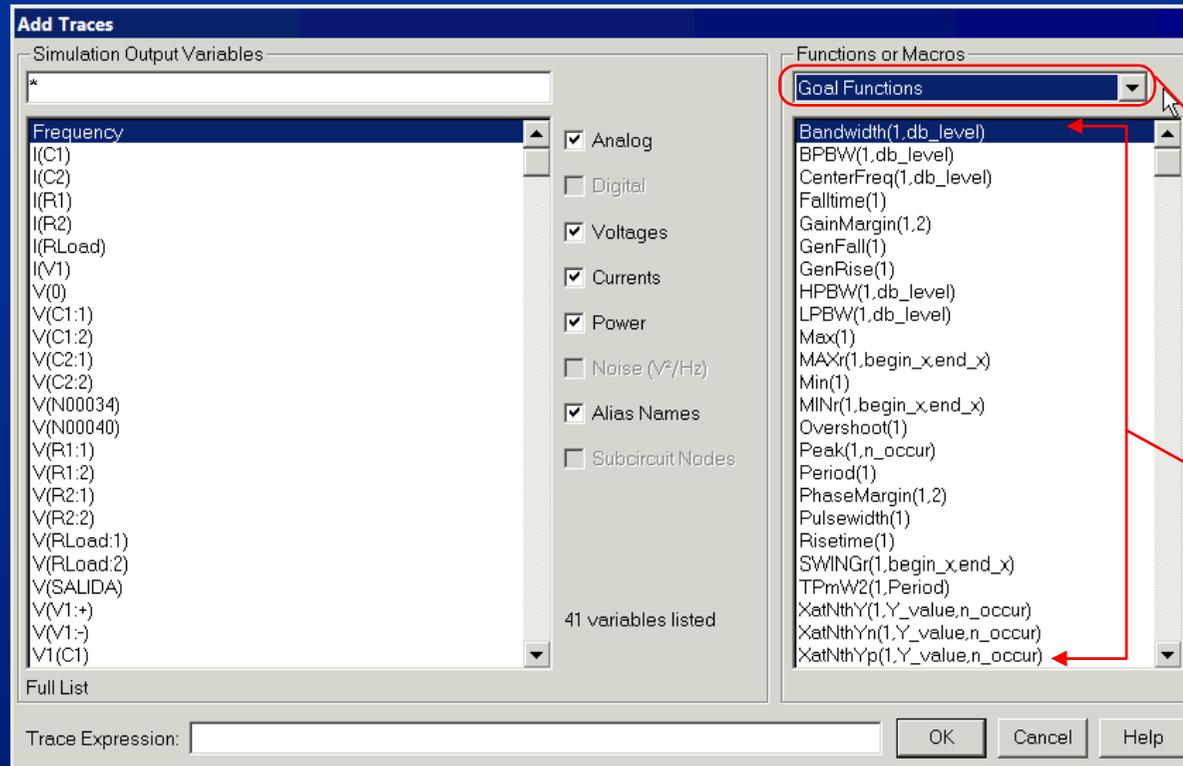


Si en estas condiciones solicitamos que nos muestre, en decibelios, la tensión de salida del circuito, nos ofrece el abanico de posibilidades de Diagramas de Bode para las 100 simulaciones que se le solicitaron en la simulación.

Esta información no nos aporta datos adicionales o no conocidos.

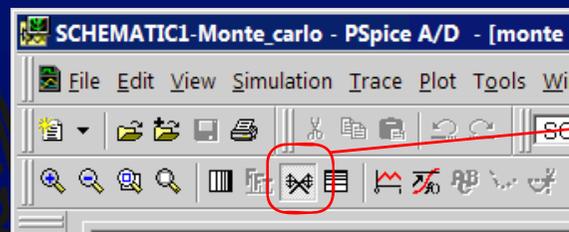
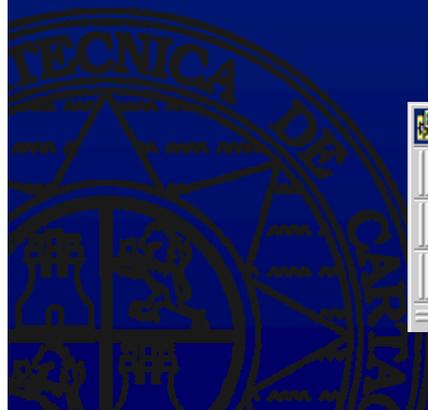
# Análisis Monte Carlo (AC) IV

DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo



En la parte de Funciones/Macros, aparecen, las “funciones objetivo”. Éstas son las nuevas funciones que se pueden solicitar para aumentar la información sobre el esquemático realizado.

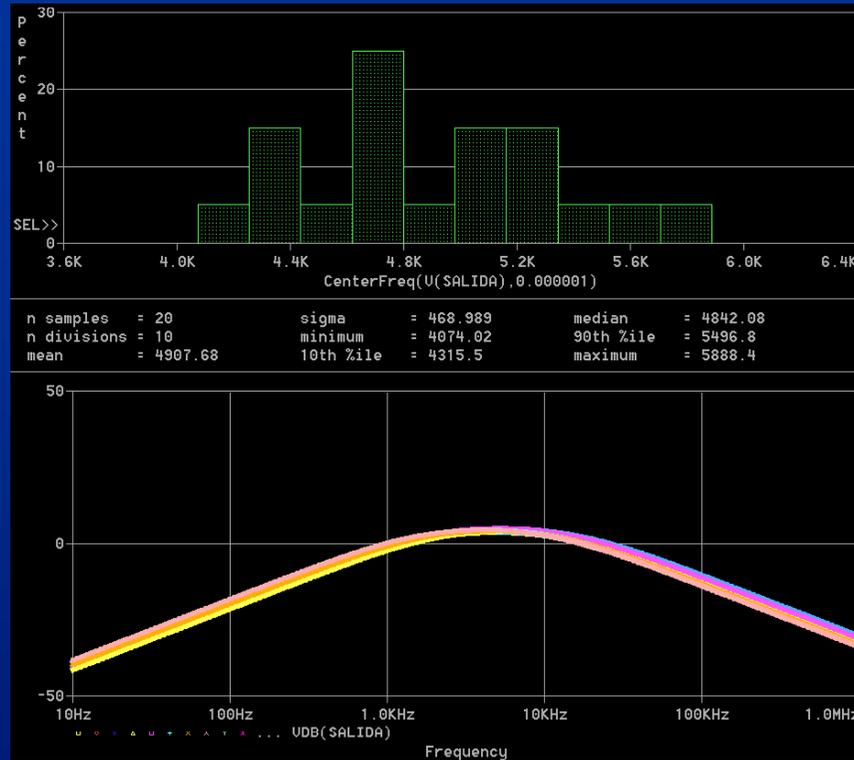
Funciones objetivo



Se solicitarán datos del “Performance Analysis”

# Análisis Monte Carlo (AC) V

DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo



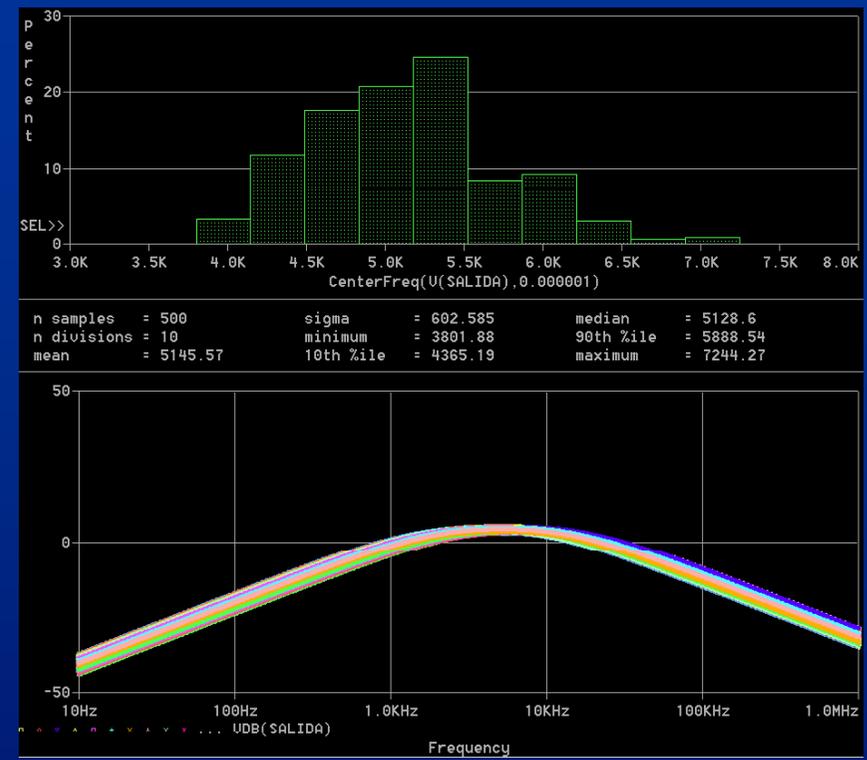
20 muestras

El 25% de las muestras tendrán una frecuencia central de 4700Hz.

- 5% Fcentral = 5KHz
- 25% Fcentral = 4500-5500Hz
- 15% Fcentral = 4200Hz
- 30% Fcentral = 5100-5300Hz

Media Fcorte = 4907Hz

**El 25% de los productos estarán fuera de especificaciones**



500 muestras

El 25% de las muestras tendrán una Fcentral de 5.3KHz.

20% Fcentral = 5.15KHz

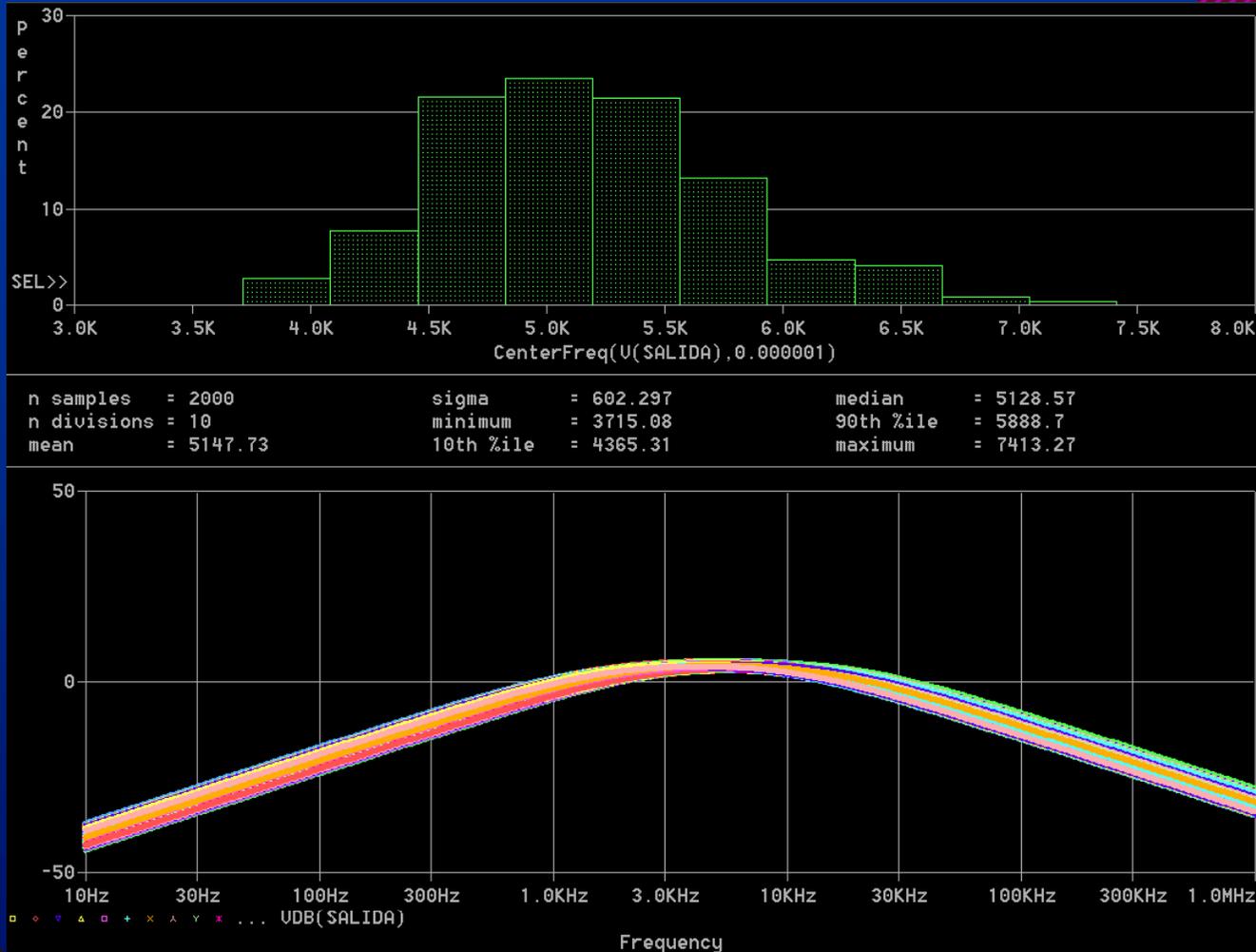
Habrá frecuencias centrales tan dispares como 3801Hz o 7244Hz

Media Fcorte = 5145z



# Análisis Monte Carlo (AC) VI

DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo



2000 muestras

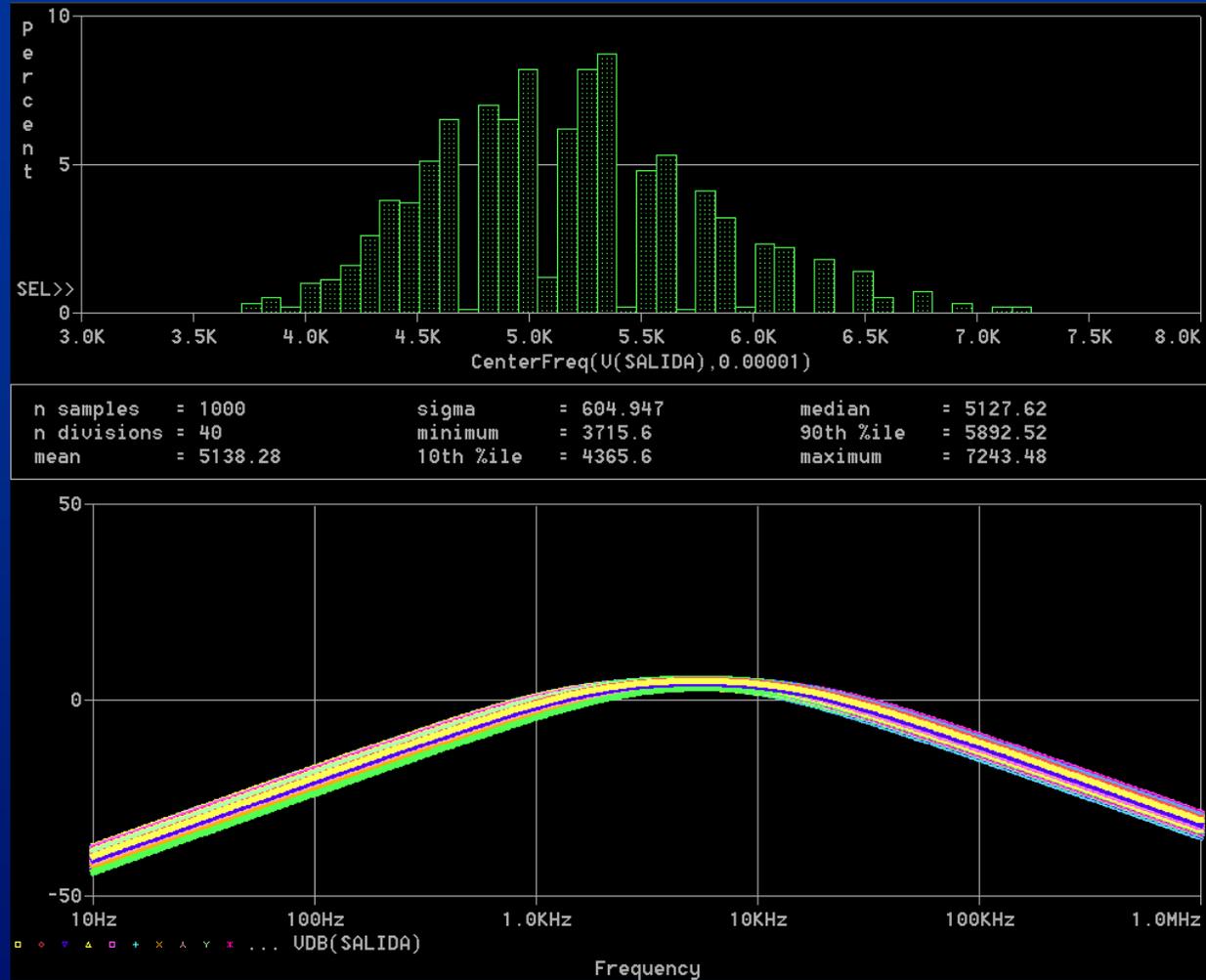
- 23.5% Fcentral de 5000Hz.
- 21.5% Fcentral = 4600Hz
- 21.45% Fcentral = 5300Hz

Media Fcorte = 5147Hz

**El 12.55% de los productos estarán fuera de especificaciones**

# Análisis Monte Carlo (AC) y VII

DYSE - PSpice: Análisis Monte Carlo

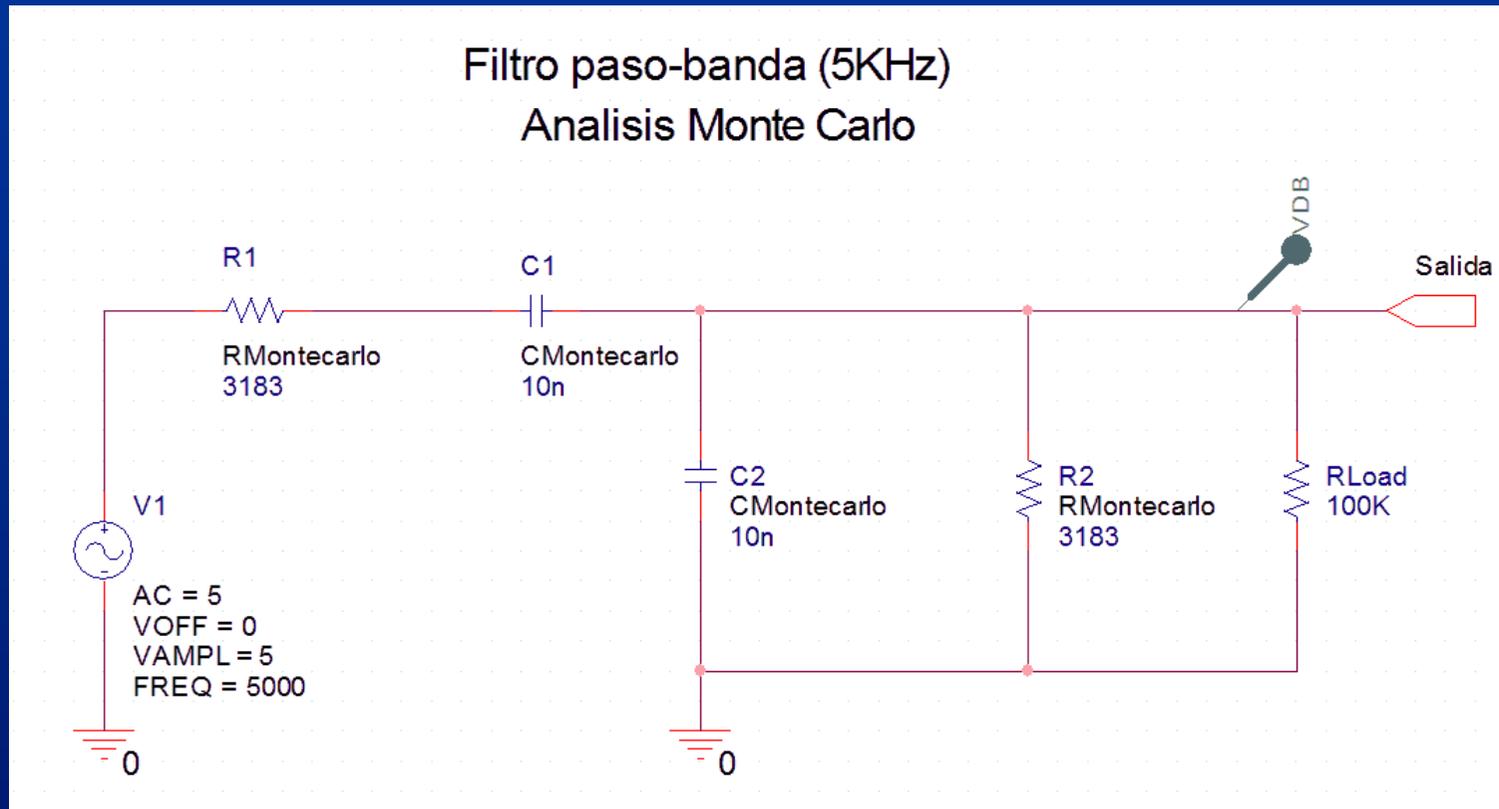


- Se puede aumentar el número de divisiones para obtener mayor precisión en el gráfico de barras.
- Sigma es la desviación estándar.
- 10%ile-90%ile son los percentiles.



# Análisis Worst Case (AC)

DYSE - PSpice: Análisis más desfavorable



El esquemático de partida es idéntico al análisis de Monte Carlo

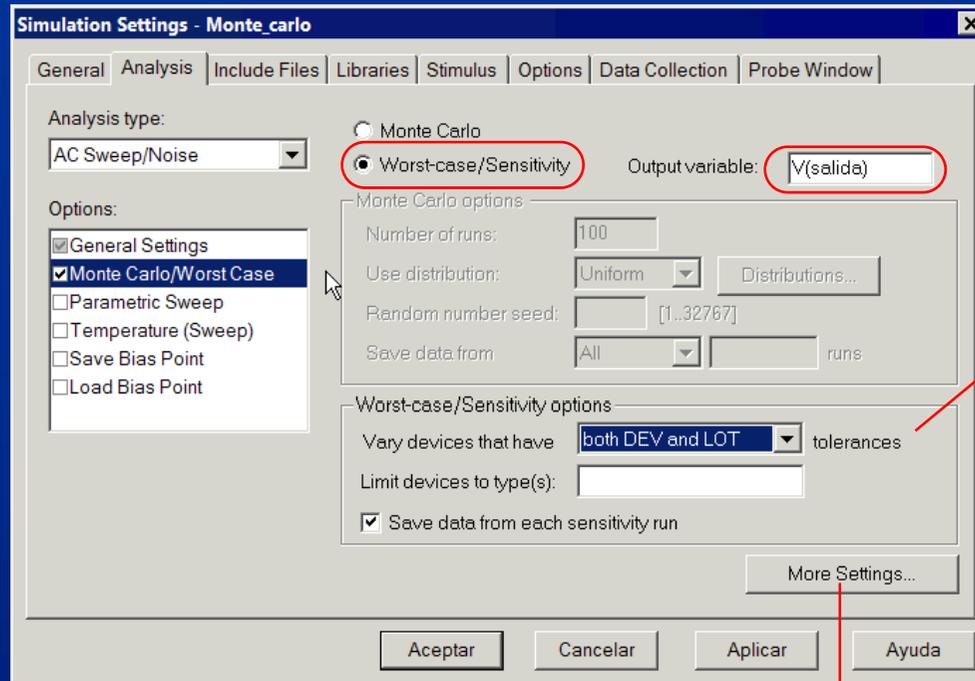
CMontecarlo DEV = 20% LOT = 10%  
RMontecarlo DEV = 5% LOT = 10%

En algunos circuitos, no todos los componentes influyen de la misma manera en la respuesta, por lo que sus márgenes de tolerancia pueden ser mayores. Con este análisis, se pueden establecer los criterios de selección de las tolerancias de los componentes de un circuito en función de su influencia global sobre el mismo.

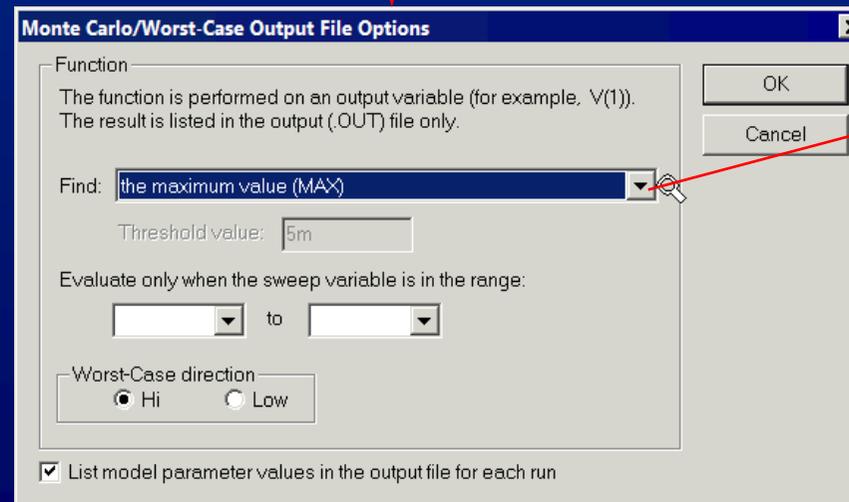


# Análisis Worst Case (AC) II

DYSE - PSpice: Análisis más desfavorable



- DEV (Devices)
- LOT (Lote de fabricación)



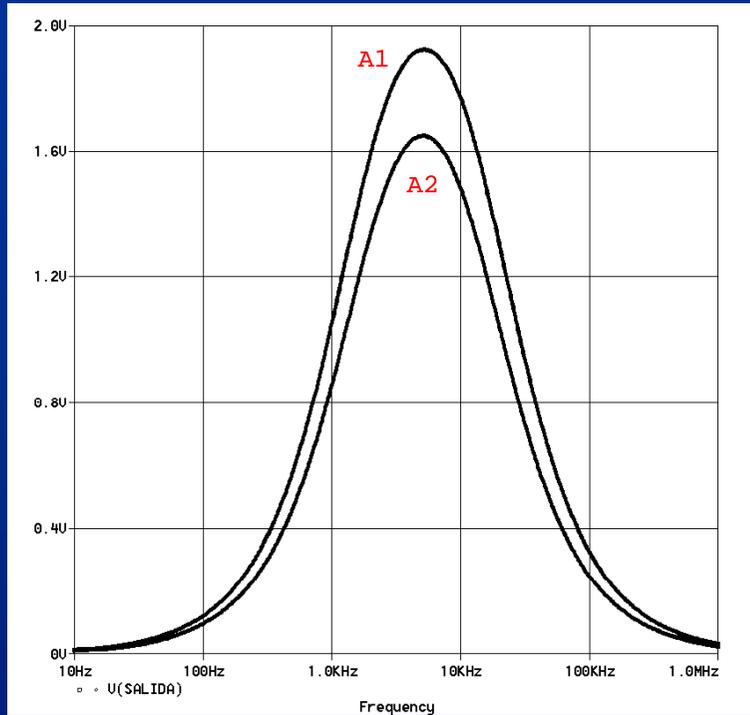
Mostrará valores del tipo

- YMAX
- MAX
- MIN
- Rise Edge
- Fall Edge



# Análisis Worst Case (AC) III

DYSE - PSpice: Análisis más desfavorable



RUN	MAXIMUM VALUE
R_R2 RMONTECARLO R	1.6497 at F = 5.1286E+03 (.3275% change per 1% change in Model Parameter)
C_C1 CMONTECARLO C	1.6497 at F = 5.1286E+03 (.3274% change per 1% change in Model Parameter)
C_C2 CMONTECARLO C	1.6486 at F = 5.1286E+03 (-.332 % change per 1% change in Model Parameter)
R_R1 RMONTECARLO R	1.6486 at F = 5.1286E+03 (-.3425% change per 1% change in Model Parameter)

La % de cambio es inferior a R1, pero la tolerancia de C2 es 4 veces mayor que R1. Por tanto, el elemento más sensible a la tensión de salida del circuito es C2.

Probe Cursor	
A1 =	5.2481K, 1.9218
A2 =	5.1286K, 1.6491
dif=	119.461, 272.673m

El caso más desfavorable corresponde con

Device	MODEL	PARAMETER	NEW VALUE
C_C1	CMontecarlo	C	1.2 (Increased)
C_C2	CMontecarlo	C	.8 (Decreased)
R_R1	RMontecarlo	R	.95 (Decreased)
R_R2	RMontecarlo	R	1.05 (Increased)

WORST CASE ALL DEVICES

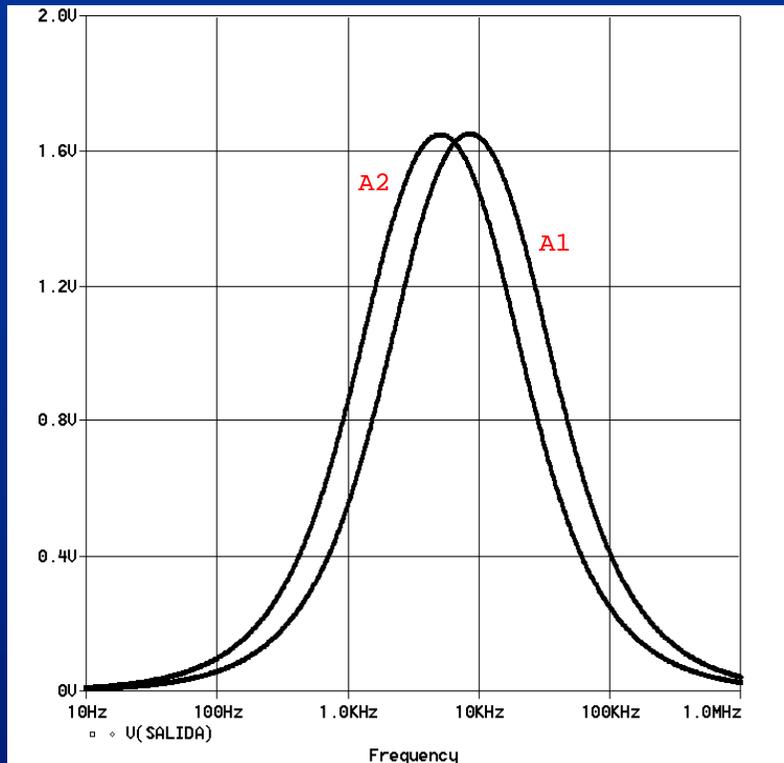
1.9218V at F = 5.2481E+03Hz  
( 116.56% of Nominal)

**Tolerancias tipo DEVICE**

La tolerancia de Dispositivo afecta a la amplitud de salida del filtro, no a los valores de las frecuencias características. Para el peor caso, tiene una diferencia de 272mV entre el valor nominal y el más desfavorable.

# Análisis Worst Case (AC) y IV

DYSE - PSpice: Análisis más desfavorable



## Tolerancias tipo DEVICE y LOTE

El caso más desfavorable corresponde con

Device	MODEL	PARAMETER	NEW VALUE	
C_C1	CMontecarlo	C	.7	(Decreased)
C_C2	CMontecarlo	C	.7	(Decreased)
R_R1	RMontecarlo	R	.85	(Decreased)
R_R2	RMontecarlo	R	.85	(Decreased)

RUN MAXIMUM VALUE

WORST CASE ALL DEVICES

1.6518V at F = 8.5114E+03Hz  
( 106.5 % of Nominal)

Probe Cursor	
A1 =	8.5114K, 1.6518
A2 =	5.1286K, 1.6491
dif=	3.3828K, 2.6358m

Para el caso más desfavorable, tiene un error de 3.3KHz, algo más del 66% sobre la frecuencia central nominal. En amplitud, la diferencia es de sólo 2.6mV

RUN

CMONTECARLO C DEVICES

RMONTECARLO R DEVICES

MAXIMUM VALUE

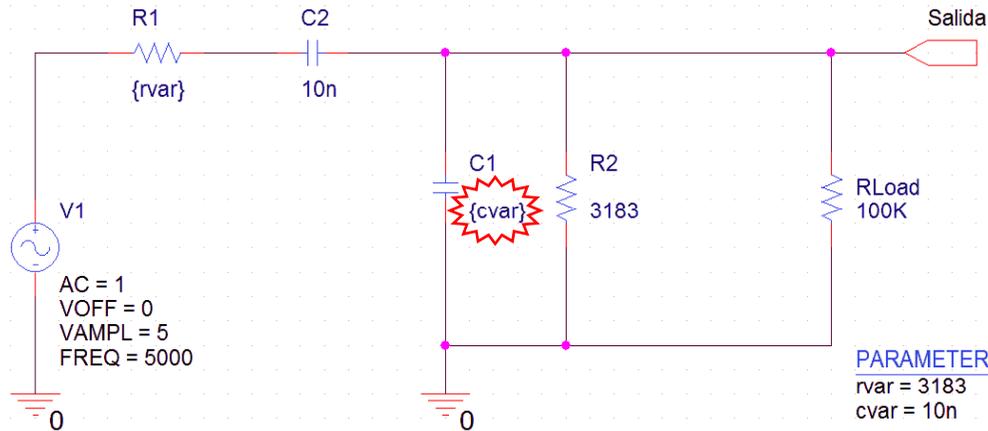
1.6491 at F = 5.1286E+03  
( -4.5540E-03% change per 1% change in Model Parameter)

1.6491 at F = 5.1286E+03  
( -.015 % change per 1% change in Model Parameter)

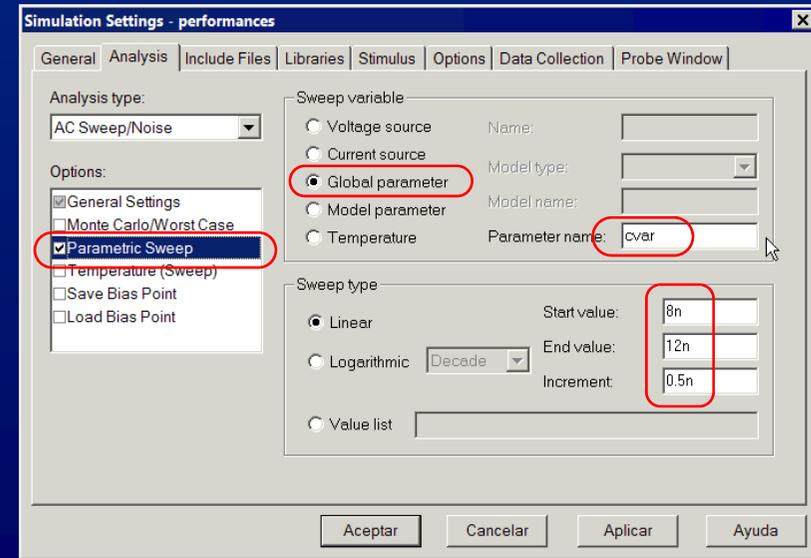
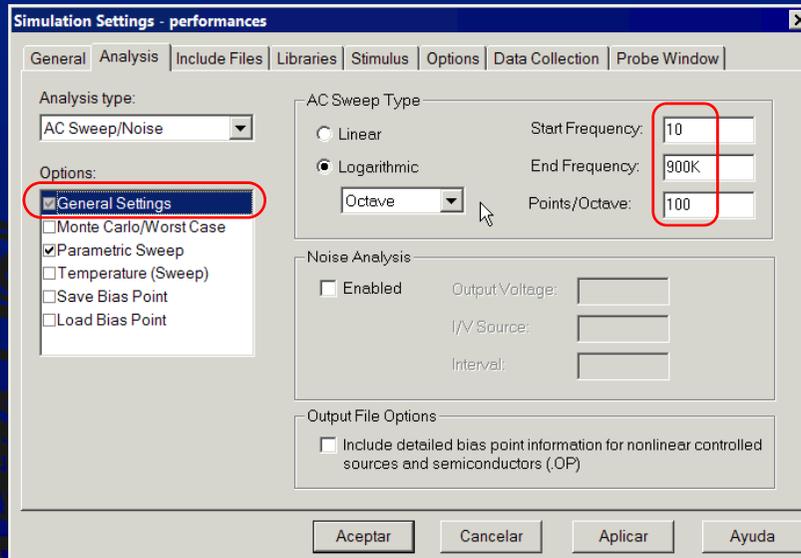
Las tolerancias de Dispositivo y Lote de Fabricación conjuntas, afectan a la Frecuencia Central del filtro y, hacen el circuito mucho más sensible a las tolerancias de los condensadores que a las resistencias. No afectan a la amplitud de salida del filtro.

# A. de Performances (Basado en el barrido paramétrico 1)

Filtro paso-banda (5KHz)  
Análisis de Performances (3183, 10n)

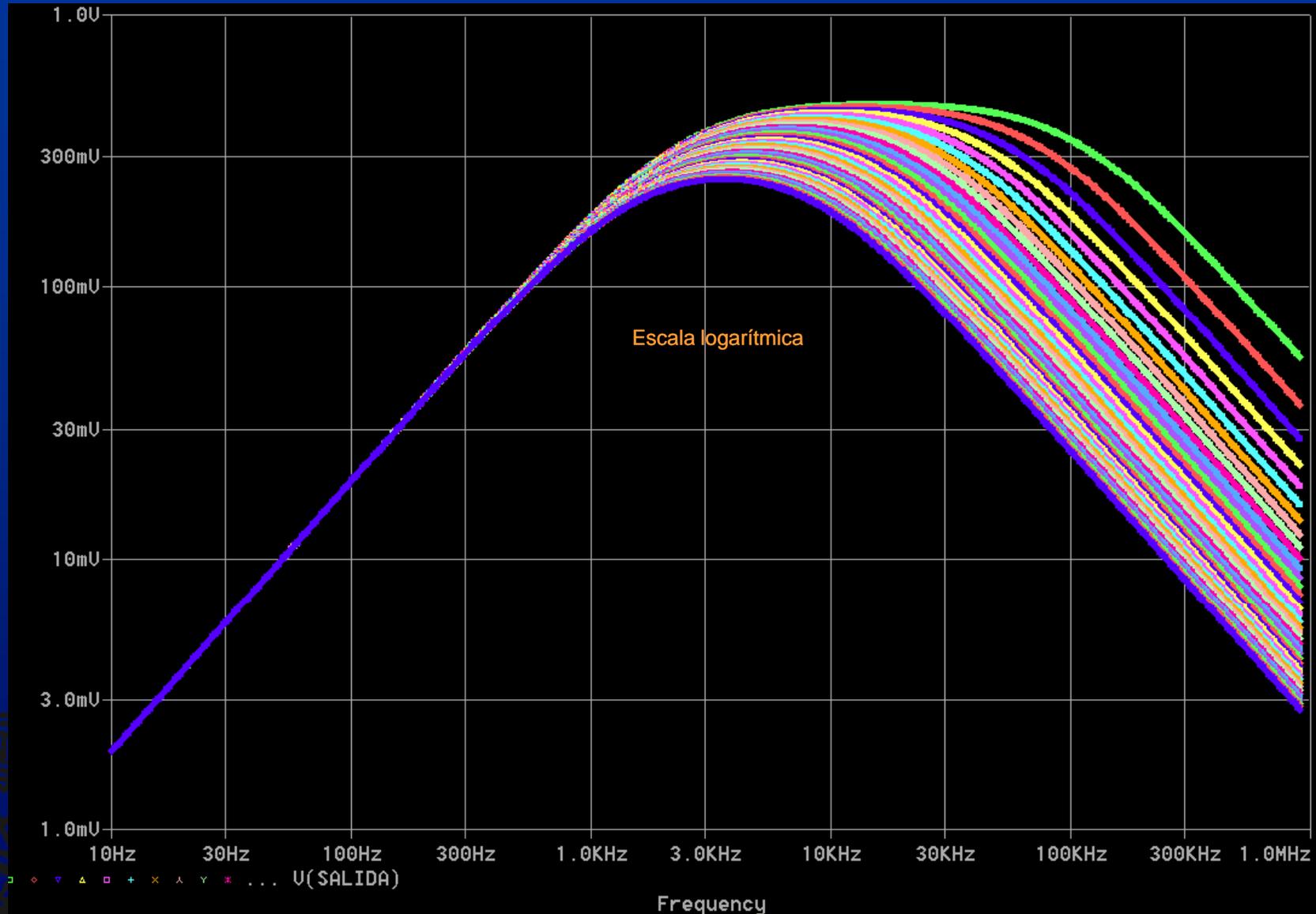


- Se desea observar el cambio en la frecuencia central del filtro como variación de un parámetro de un componente del filtro (CVAR).
- Representa los datos por unidad de variación del componente.



# A. de Performances (Basado en el barrido paramétrico 1) II

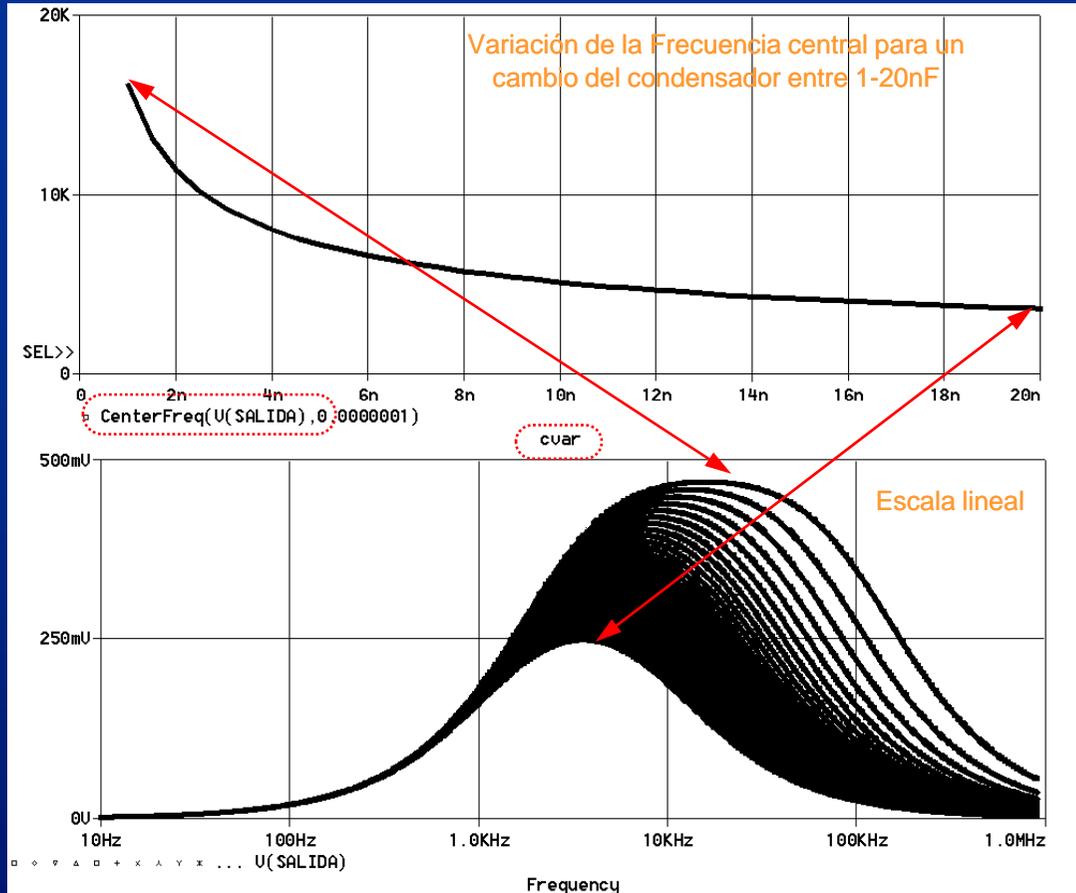
DYSE - PSpice: Análisis de Performances



Extraer conclusiones de este gráfico es complicado

# A. de Performances (Basado en el barrido paramétrico 1) y III

DYSE - PSpice: Analisis de Performances



## Caso 1

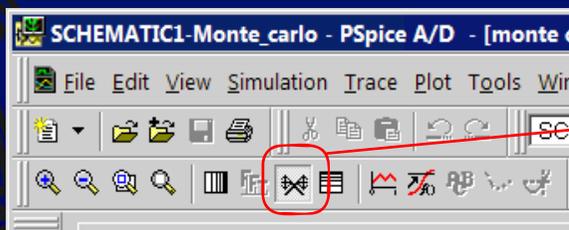
A1 = 1.0000n,	16.068K
A2 = 12.000n,	4.6465K
dif= -11.000n,	11.422K

Entre 1 y 12nF de variación del condensador, se consiguen 11.4KHz de variación de la Frecuencia central del filtro.

## Caso 2

A1 = 12.000n,	4.6465K
A2 = 20.000n,	3.5954K
dif= -8.0000n,	1.0511K

Entre 12 y 20nF de variación del condensador, únicamente se consiguen 1.05KHz de variación de la Frecuencia central del filtro.

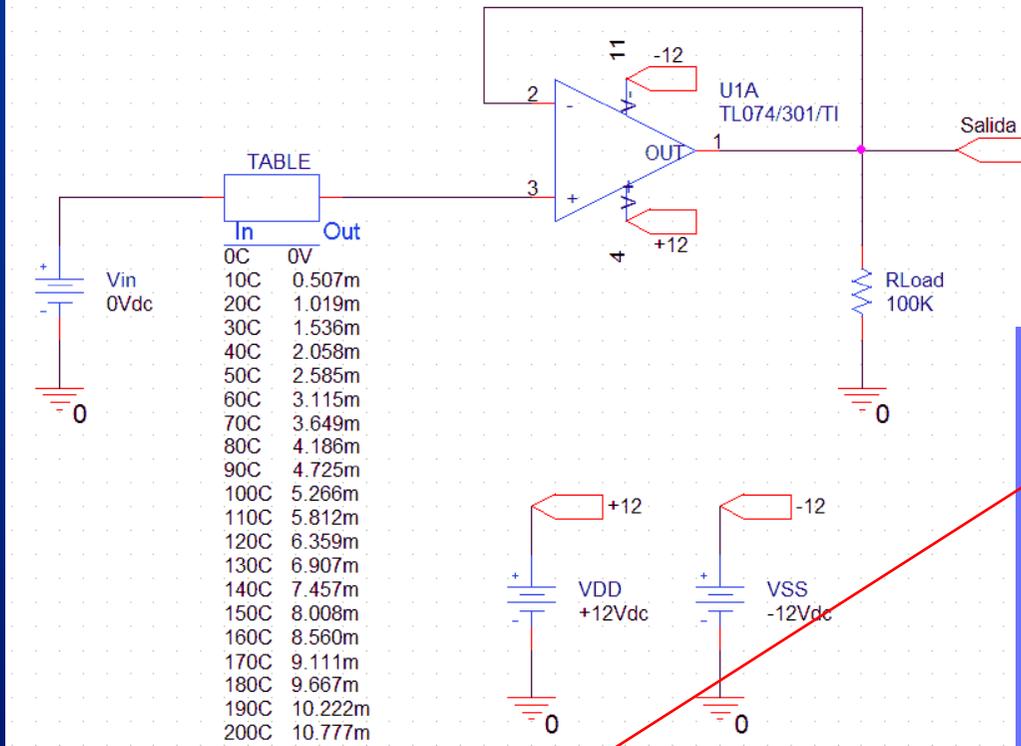


Se solicitan datos del "Performance Analysis"

# Tabla termométrica de sensor (Termopar tipo J)

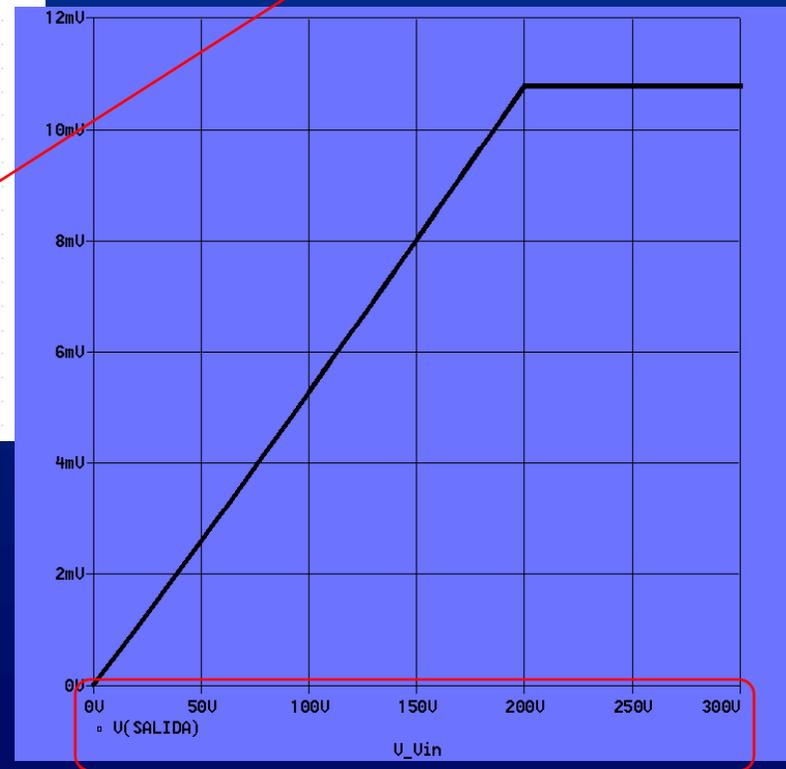
DYSE - PSpice: Creación de componentes

Tabla termométrica Termopar tipo J



**User Properties**

Properties	Name	Value	Attributes
Implementation Path			
Implementation Type		PSpice Model	
Implementation			
Name	TABLE_2.Normal	R	
Part Reference	TABLE?	R	
Pin Names Rotate	False		
Pin Names Visible	False		
Pin Numbers Visible	False		
PSpiceOnly	TRUE		
PSpiceTemplate	E"@REFDES %OUT 0 T...		
PSpiceTemplate	@ROW2  ?ROW3  \n+ @ROW3  *R		



Añadir columnas en el componente (PART) y en el esquemático

Orcad Capture - [Property Editor]

File Edit View Place Macro Accessories Options Window Help

ABM3/I

SCHEMATIC1-1

New Column... Apply Display... Delete Property Filter by: < Current properties >

	ROW10	ROW11	ROW12	ROW13	ROW14						
1 SCHEMATIC1 : PAGE1 : TABLE1	90C	4.725m	100C	5.266m	110C	5.812m	120C	6.359m	130C	6.907m	140C

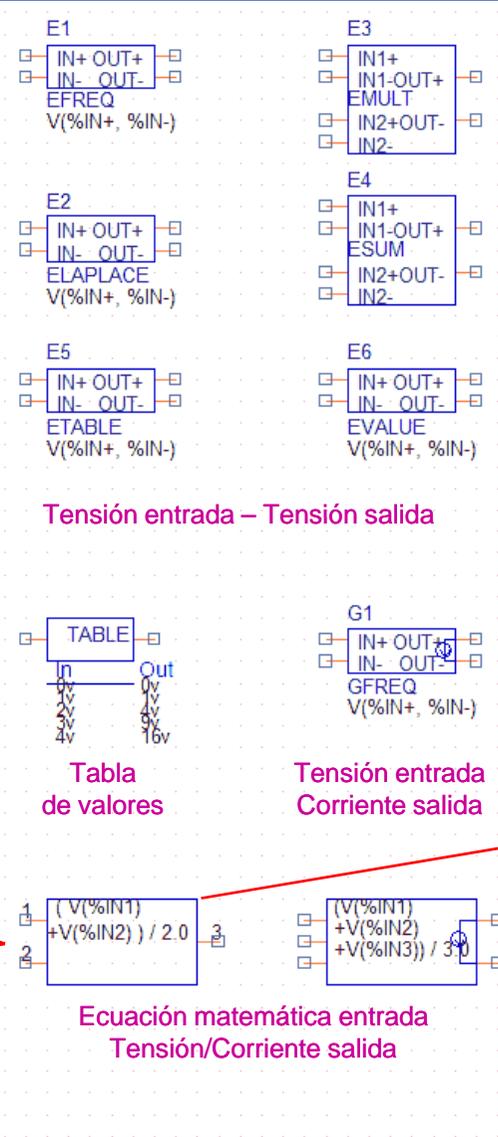
Barrido en DC de 0-200V cada 10V

# Tabla termométrica de sensor (Termopar tipo J) y II

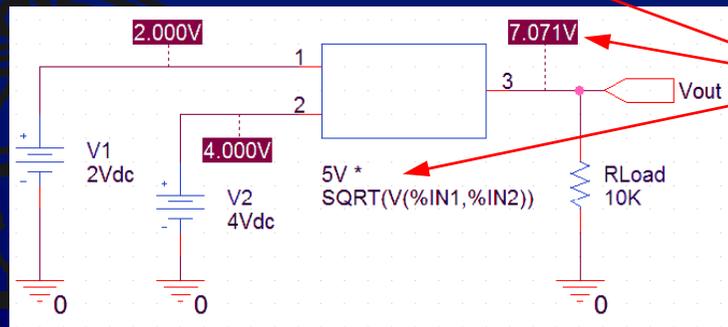
Elementos para generar tensión o corriente a través de relaciones matemáticas o tablas de conversión

Table 1 PSpice-equivalent parts

Category	Part	Description	Properties
Mathematical expression	EVALUE	general purpose	EXPR
	GVALUE		
	ESUM	special purpose	(none)
	GSUM		
	EMULT		
Table look-up	ETABLE	general purpose	EXPR
	GTABLE		TABLE
Frequency table look-up	EFREQ	general purpose	EXPR
	GFREQ		TABLE
Laplace transform	ELAPLACE	general purpose	EXPR
	GLAPLACE		XFORM



$$V_{OUT} = 5 \cdot \sqrt{(4-2)} = 5 \cdot 1.4142 = 7.071V$$



$V_{out} = 5V \cdot \text{SQRT}(V(\%IN1,\%IN2))$   
 $V(3) = 5V \cdot \text{SQRT}(V(1,2))$

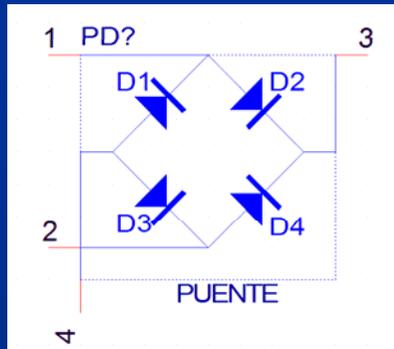
Puede contener hasta cuatro líneas de expresiones.

Librería ABM.OLB

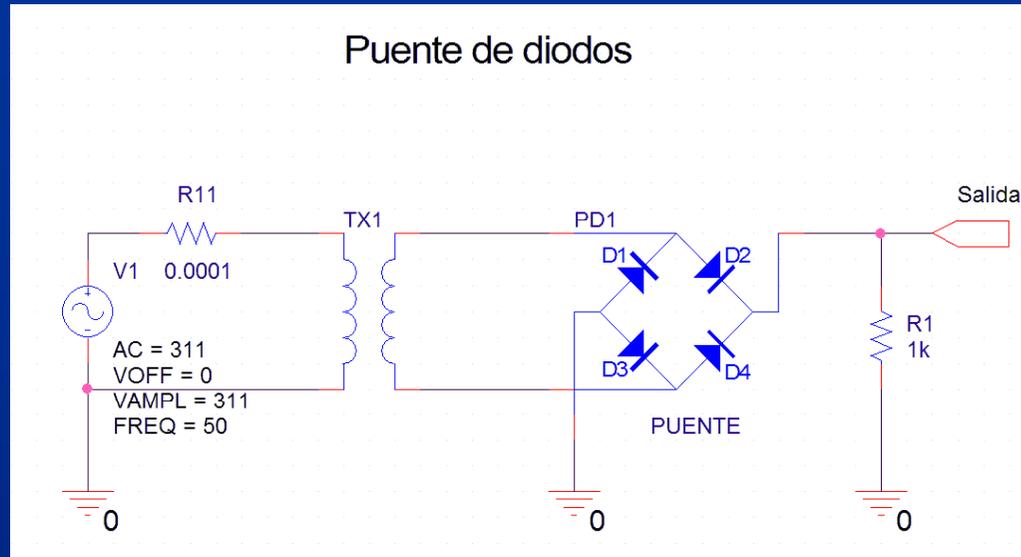
DYSE - PSpice: Creación de componentes

# Componente basado en componentes existentes (Puente de diodos)

DYSE - PSpice: Creación de componentes



Componente

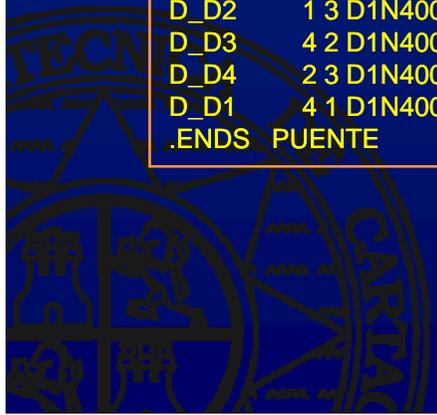
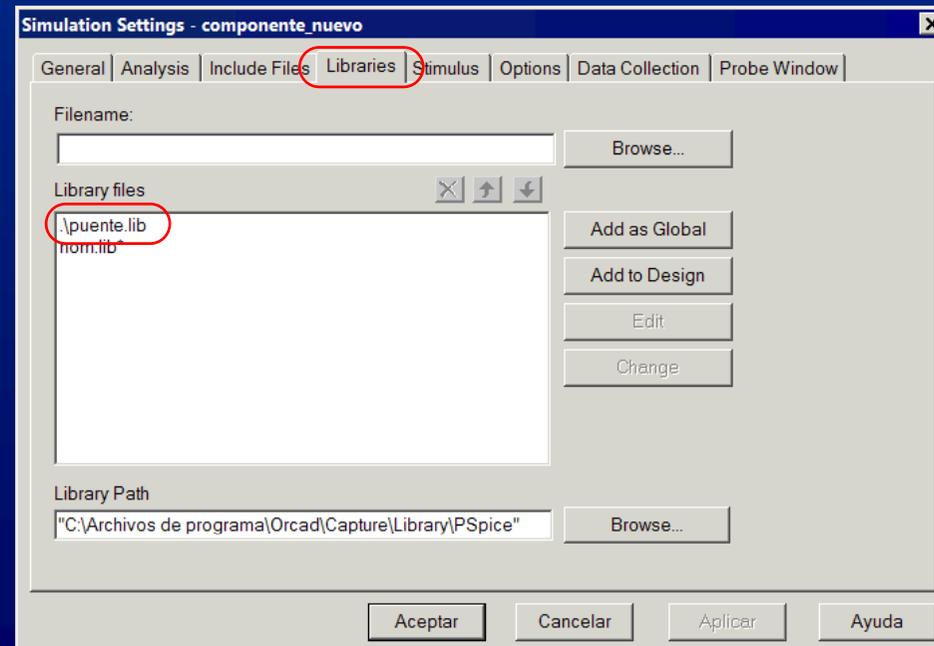


Esquemático

```

Fichero PUENTE.LIB

.SUBCKT PUENTE 1 2 3 4
D_D2 1 3 D1N4007
D_D3 4 2 D1N4007
D_D4 2 3 D1N4007
D_D1 4 1 D1N4007
.ENDS PUENTE
    
```



# Componente basado en componentes existentes (Puente de diodos) II

DYSE - PSpice: Creación de componentes



# Componente basado en componentes existentes (Puente de diodos) III

DYSE - PSpice: Creación de componentes



# Componente basado en componentes existentes (Puente de diodos) IV

DYSE - PSpice: Creación de componentes



# Componente basado en componentes existentes (Puente de diodos) V

DYSE - PSpice: Creación de componentes



# Componente basado en componentes existentes (Puente de diodos) VI

DYSE - PSpice: Creación de componentes

