



CAPÍTULO 8

Simulaciones

Índice:

SIMULACIONES

1. Motivaciones	95
2. ADC Sigma Delta	95
2.1. Estudio ideal	95
2.2. Estudio no ideal	98
3. ADC Pipeline	115
3.1. Estudio ideal	115
3.2. Estudio no ideal	117
4. ADC Flash	122
4.1. Estudio ideal	122
4.2. Estudio no ideal	123



1. Motivaciones

En este capítulo vamos a mostrar la versatilidad del programa diseñado simconverter así como la utilidad de la librería. Para ello vamos a simular un ejemplo para cada tipo de convertidor. Utilizaremos modelos concretos y veremos para cada caso un estudio detallado como el cálculo del SNDR, estudio del efecto de las no idealidades, espectro de la señal...

Tras finalizar este capítulo tendremos más claro la potencia de esta herramienta de simulación así como la utilidad en los desarrollos de los modelos que podemos dar a la misma.

2. ADC Sigma Delta

En este apartado nos vamos a centrar en la simulación de un convertidor analógico digital sigma delta de segundo orden, paso de baja y con una estructura simple.

Realizaremos dos estudios. Primeramente un estudio ideal para ver las características obtenidas dadas unas especificaciones, y posteriormente, un estudio del efecto de las no idealidades, cuantificando los valores máximos y mínimos de las variables del modelo para que el estudio de las características con iguales especificaciones, permanezca dentro del rango respecto al caso ideal.

2.1. Estudio ideal

El modelo ideal en la librería nos lo encontramos en:

1. CONVERTERS: TD Sigma Delta
2. BLOCKS: Examples
3. COMPONENTS: -
4. TYPES: TD Sigma Delta_LP_2order_ideal_simple

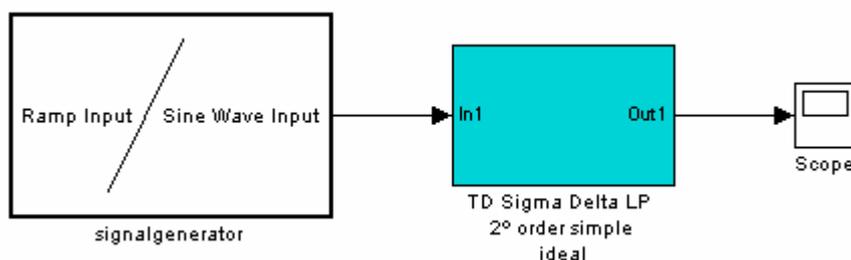


Fig. 8.1. Ejemplo: Sigma Delta LP 2orden ideal simple.



El esquema de nuestro modelo es el siguiente:

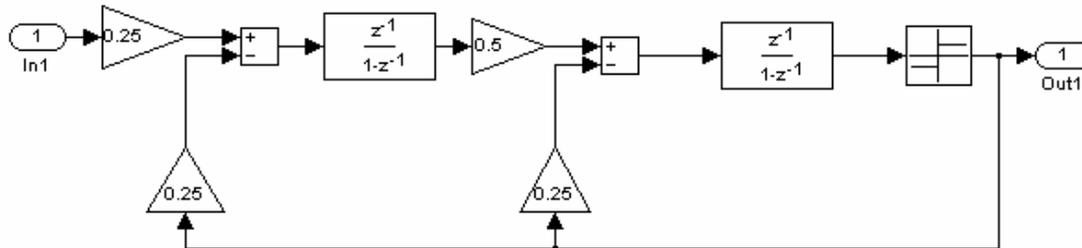


Fig. 8.2. Esquema del convertidor Sigma Delta ideal.

Todos los elementos presentados son ideales. Los valores de los coeficientes son tomados para una aplicación médica, concretamente para el estudio de un electrocardiograma.

En todos nuestros ejemplos se cargan automáticamente los valores de entrada en la zona de entradas del simulador simconverter. Para este caso en concreto, tomaremos los siguientes valores:

Inputs			
Sampling Freq	FS	Nbits	BW
16000	2	8	250
Amplit	Freq	Nsamples	MinSB
0.5	70	10	10

Fig. x.3. Valores de entrada.

Como estamos en el caso ideal, todas las variables de la zona de no idealidades las cargaremos con valor cero.

Introducimos los siguientes datos para la simulación:

- Tipo: Simulación simple¹
- Entrada: Senoidal²
- Effort: 3.

¹ Podemos realizar simulaciones simple, dados unos valores únicos de entrada obtener la salida, o simulaciones con barridos de una o dos variables, tomar un rango de valores para las entradas y obtener para cada una el valor a la salida.

² Recordar que existen dos tipos de entradas, rampa o senoidal.



El aspecto completo de la interfaz tras la simulación sería el siguiente:

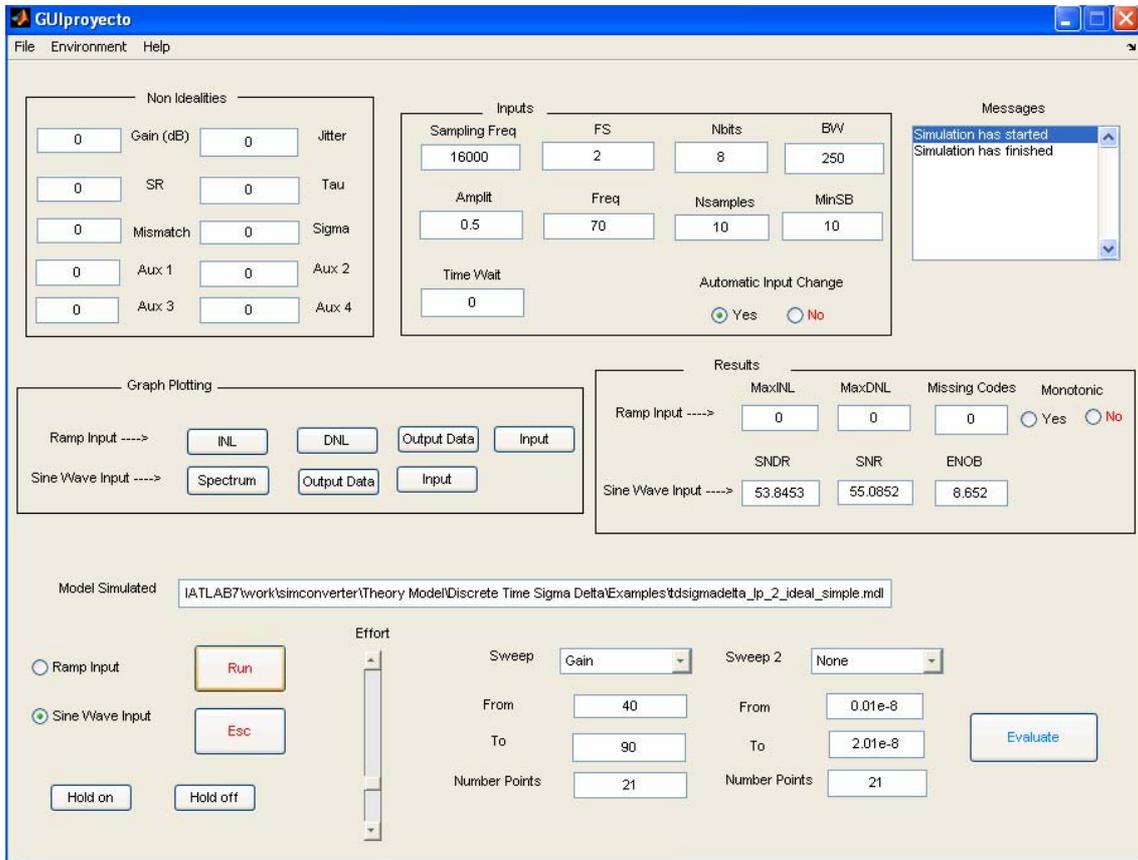


Fig. 8.4. Interfaz simulación ideal Sigma Delta.

Los valores de SNDR y SNR obtenidos son para el caso ideal:

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	53.8453	55.0852	8.652

Fig. 8.5. Valores simulación ideal Sigma Delta.

Este valor de SNDR, relación señal a ruido y distorsión, lo vamos a tomar de referencia para el estudio de las no idealidades en el segundo caso, de forma que consideramos que a nuestra señal no caiga más de 2 dB, es decir, que tras añadir todas las no idealidades se mantenga entre 51-52 dB de SNDR.

Y el espectro de salida lo muestro en la siguiente figura 8.6:

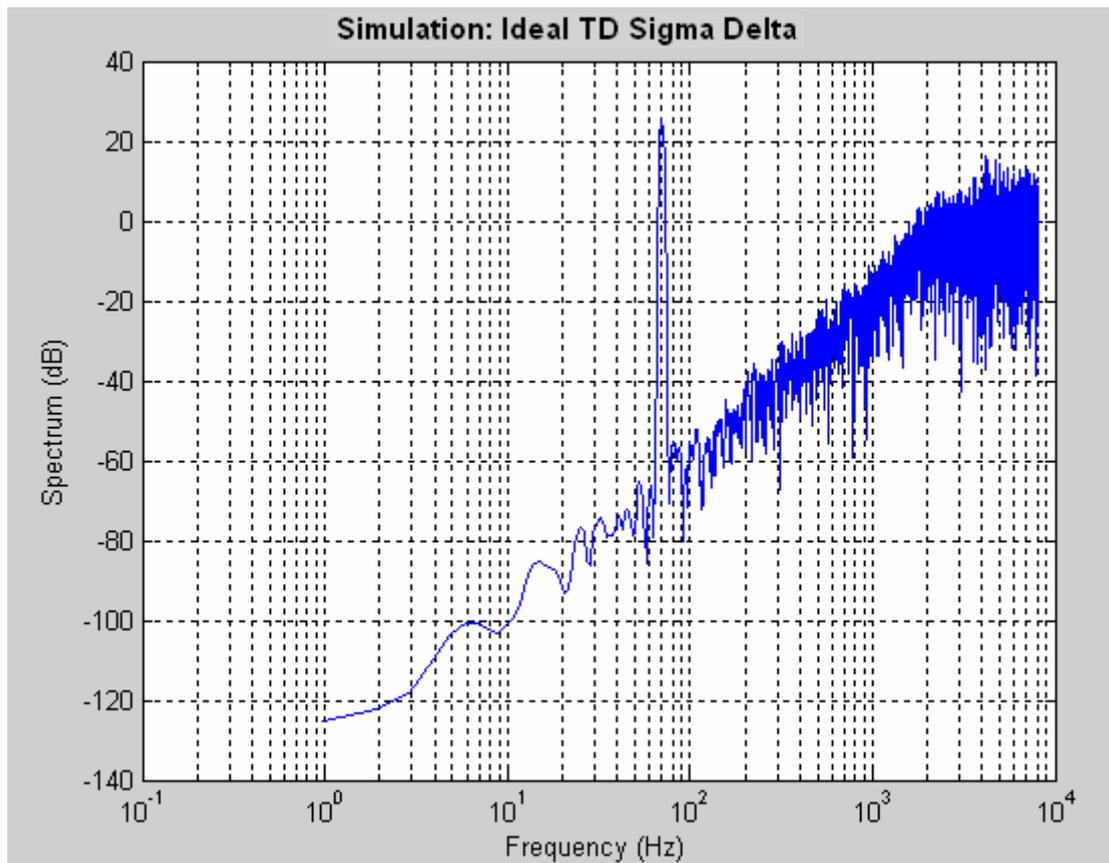


Fig. 8.6. Valores simulación ideal Sigma Delta.

Observamos como la potencia de la señal está centrada en la frecuencia de 70 Hz (frecuencia del seno de entrada) obteniendo en este valor su máximo de potencia.

2.2. Estudio no ideal

En este apartado vamos a hacer un estudio exhaustivo del efecto de las no idealidades en el modelo. Para ello vamos a estudiar una a una cada no idealidad de forma que el SNDR tras añadir todas las no idealidades al modelo se mantenga entre 51-52 dB, caiga entre 1 y 2 dB de su valor ideal.

Vamos a presentar cada modelo, especificando la no idealidad en estudio y los resultados obtenidos tras su simulación. Haremos barridos de las variables en estudio, para concretar los valores límites de forma que se cumplan las especificaciones mencionadas.



2.2.1. Ruido del amplificador operacional

El modelo de la librería que simularemos para este caso está formado por el modelo ideal sustituyendo el integrador por el modelo del integrador no ideal que incluye el ruido térmico y el ruido intrínseco de los amplificadores operacionales.

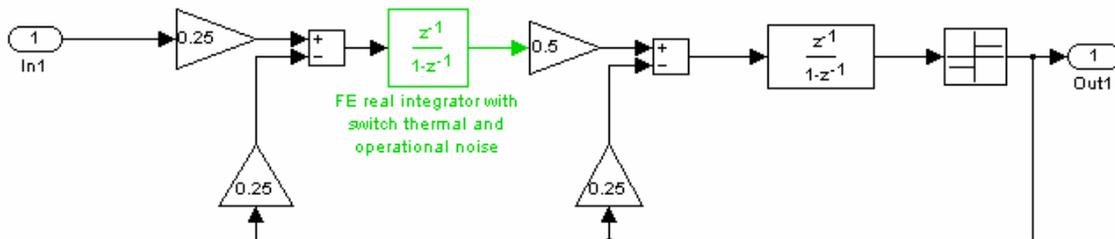


Fig. 8.7. Esquema simulación no-ideal. Ruido op y ktc.

El modelo para este caso del integrador podríamos verlo en el capítulo 7 donde vemos detalladamente cada uno. A modo de ejemplo para este caso pinchando sobre el integrador obtenemos el siguiente cuadro que nos muestra la relación entre el nombre físico y el de las variables del simulador:

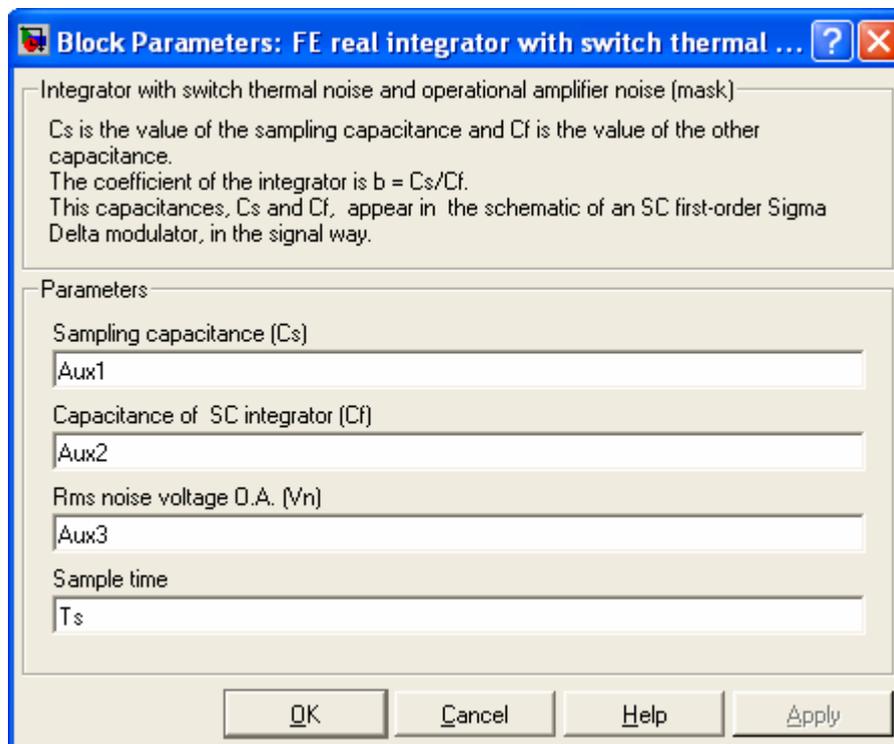


Fig. 8.8. Variables simulación del modelo del integrador no-ideal.



Tomamos unos valores de orientación para las variables y obtener una aproximación de a variación del SNDR.

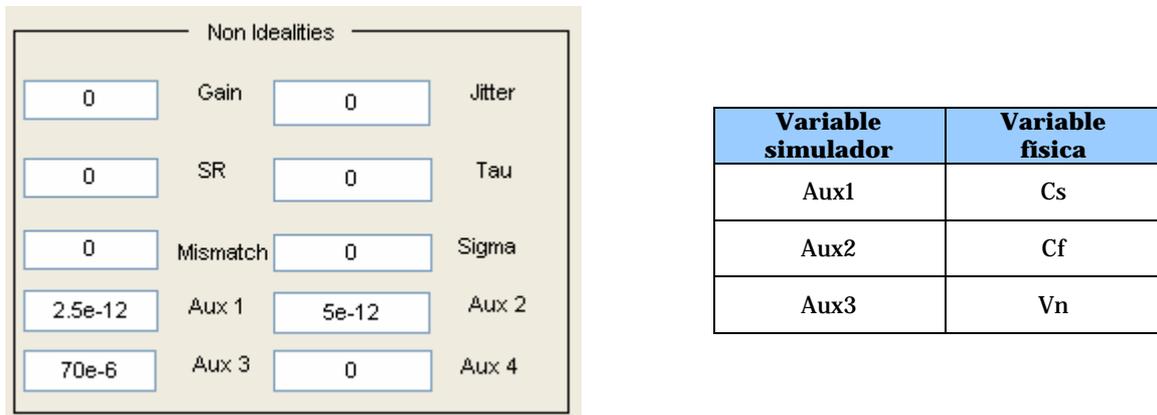


Fig. 8.9. Variables no ideales.

Los valores tras esta simulación de aproximación son:

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Aux1, Aux2, Aux3.
- Effort: 3.



Fig. 8.10. Valores simulación no-ideal Sigma Delta. Ruido op y ktc.

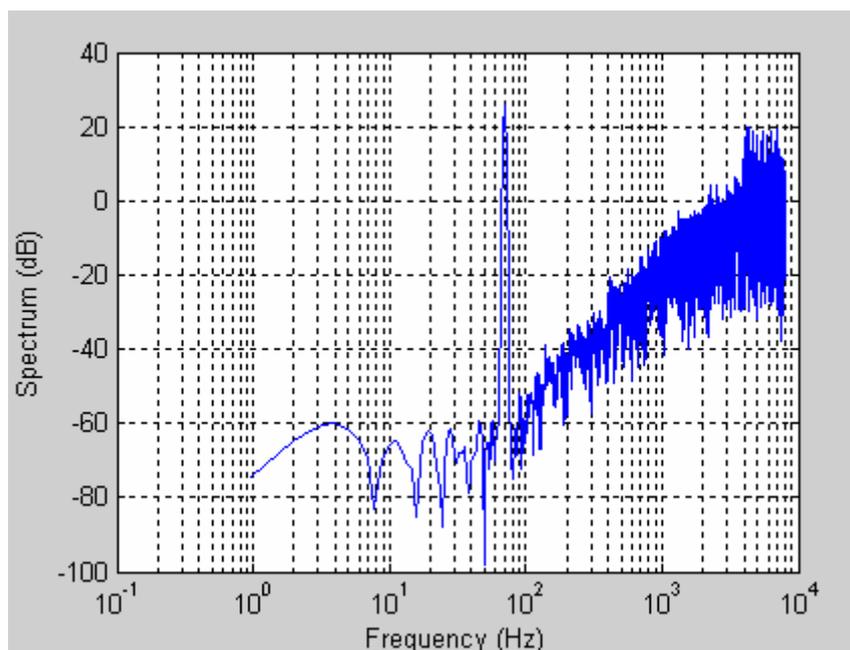


Fig. 8.11. Espectro simulación no-ideal Sigma Delta. Ruido op y ktc.



Tras esta simulación inicial, vamos a realizar un barrido doble de las variables Aux1 (Cs) y Aux2 (Cf), para encontrar un valor más apropiado de éstas de forma que se cumplan las especificaciones de SNDR.

- Tipo: Simulación barrido doble de Aux1 y Aux2
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Aux1, Aux2, Aux3.
- Effort: 3.

Los valores que hemos tomados para el barrido de ambas variables son:

Sweep	Aux 1	Sweep 2	Aux 2
From	1e-12	From	2e-12
To	20e-12	To	40e-12
Number Points	21	Number Points	21

Fig. 8.12. Variables de barrido doble. Ruido op y ktc.

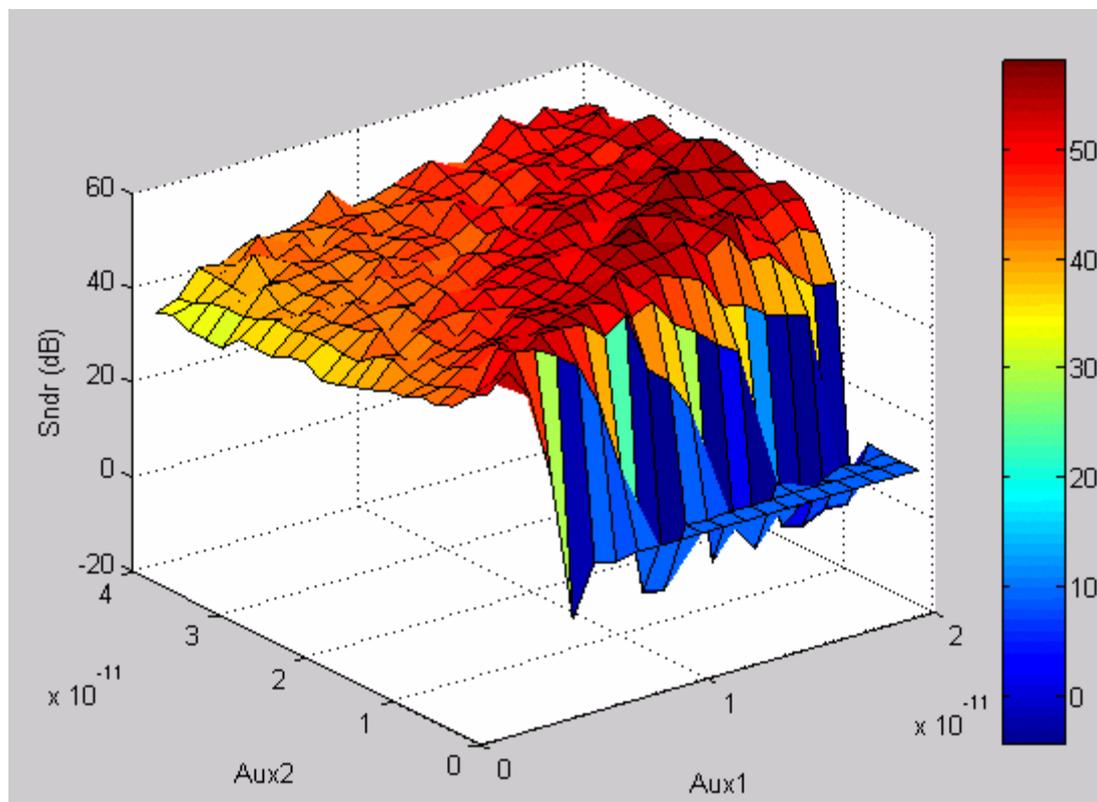


Fig. 8.13. Resultado barrido doble. Ruido op y ktc.



Según los resultados obtenidos en la gráfica de barrido doble, los valores de las variables Aux1 y Aux2 para cumplir las especificaciones deben encontrarse entre el rango:

- Aux 1 (Cs) > 1 pF
- Aux2 (Cf) > 2 pF
- Aux3 (Vn) = 70 uV.

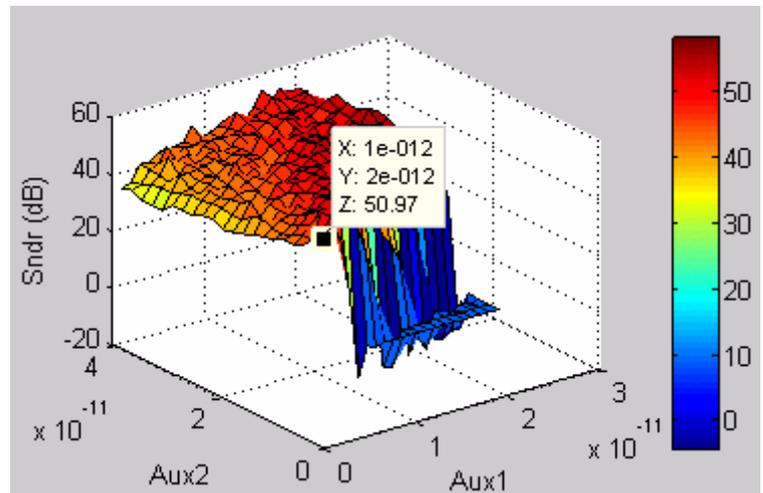


Fig. 8.14. Resultado barrido doble. Ruido op y ktc. Detalle.

Realizando ahora un barrido simple para Aux3 (Vn):

- Tipo: Simulación barrido simple Aux3
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Aux1, Aux2, Aux3.
- Effort: 3.

Los valores tomados para el barrido y el resultado obtenido los visualizamos en las figuras:

Sweep	Aux 3
From	1e-12
To	1e-2
Number Points	20

Fig. 8.15. Variables de barrido simple. Ruido op y ktc.

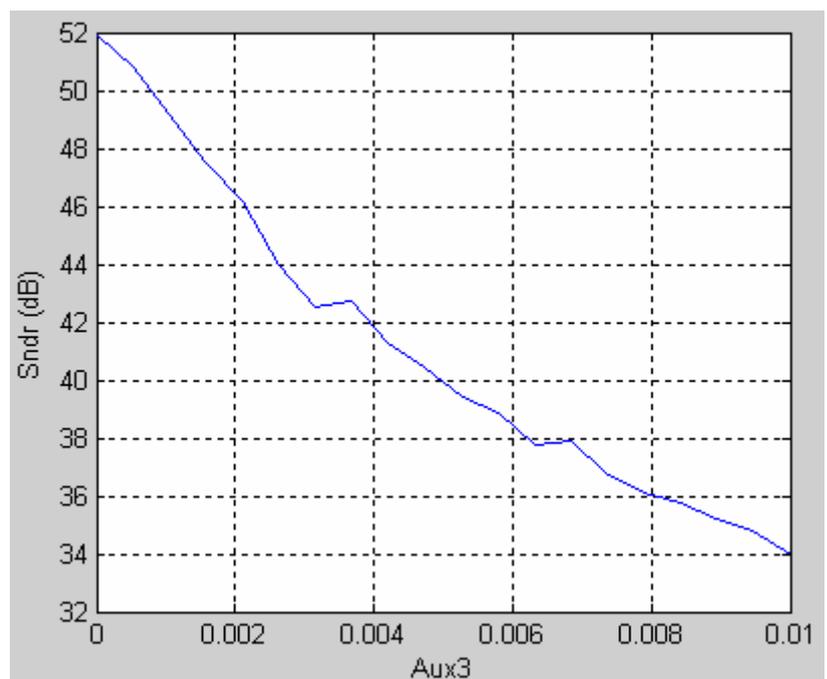


Fig. 8.16. Resultado barrido simple. Ruido op y ktc.



A la vista de la gráfica concluimos que:

- $V_n > 0.1 \text{ mV}_{\text{rms}}$

Realicemos para finalizar una simulación con estos valores para cacular el nuevo valor del SNDR. Para ello tomamos el valor más limitante de cada variable:

1e-012	Aux 1	2e-12	Aux 2
1e-4	Aux 3	0	Aux 4

Fig. 8.17. Variables ruido op y ktc.

El valor de SNDR obtenido:

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	51.8842	53.2393	8.3263

Fig. 8.18. Valores simulación ruido op y ktc.

2.2.2. Ganancia finita

Para la simulación de la ganancia finita utilizamos el diseño del siguiente modelo:

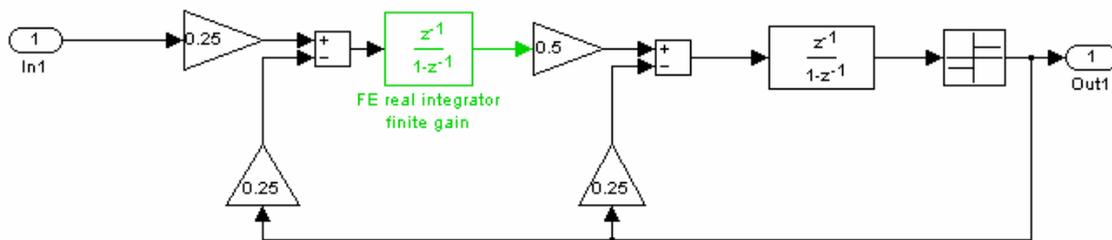


Fig. 8.19. Esquema simulación no-ideal. Ganancia Finita.

Como orientación inicial vamos a tomar el valor

Non Idealities			
30	Gain	0	Jitter
0	SR	0	Tau
0	Mismatch	0	Sigma
0	Aux 1	0	Aux 2
0	Aux 3	0	Aux 4

Variable simulador	Variable física
Gain	AodB

Fig. 8.20. Variables no ideales.



Los valores tras esta simulación de aproximación son:

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain.
- Effort: 3.

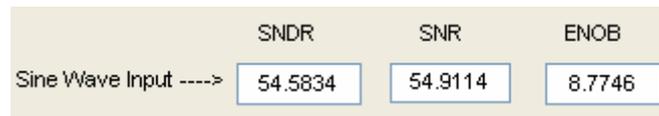


Fig. 8.21. Valores simulación no-ideal Sigma Delta. Ganancia Finita.

Ahora realicemos un barrido simple de la variable Gain, para obtener el valor de ganancia mínima que podemos utilizar para cumplir las especificaciones de SNDR.

- Tipo: Simulación barrido simple Gain
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain
- Effort: 3

Los valores que hemos tomados para ambas variables son:

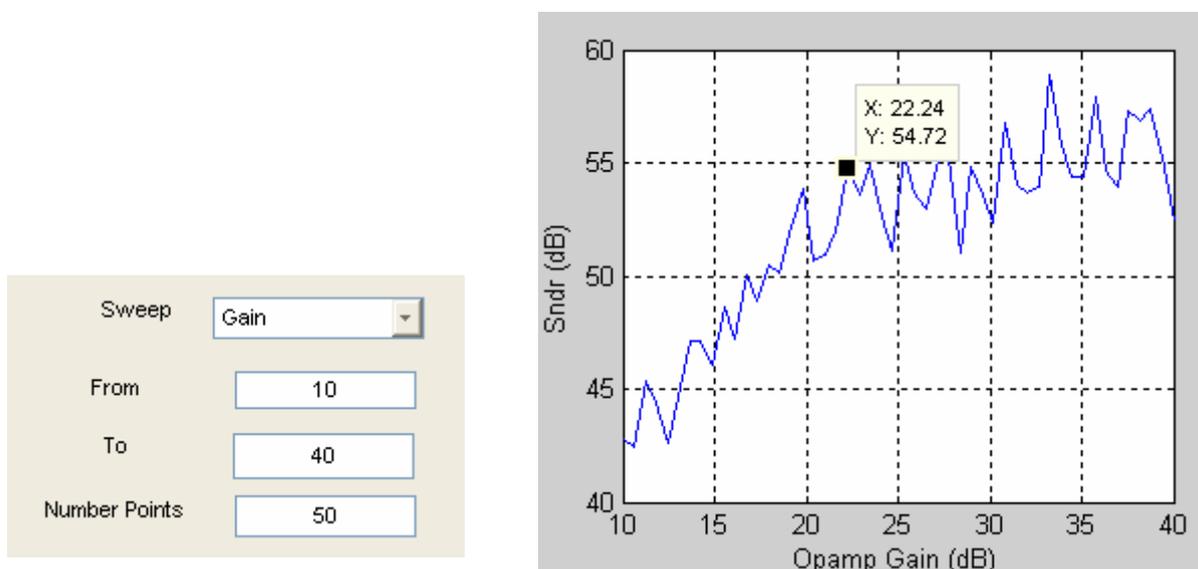


Fig. 8.22. Variables de barrido simple. Resultado. Ganancia Finita.



Concluimos que el valor mínimo de la ganancia debe ser:

- Gain > 22 dB

Para este valor realizamos una simulación obteniendo los siguientes valores y el siguiente espectro:

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain
- Effort: 3

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	52.257	52.3938	8.3882

Fig. 8.23. Valores simulación no-ideal Sigma Delta. Ganancia Finita.

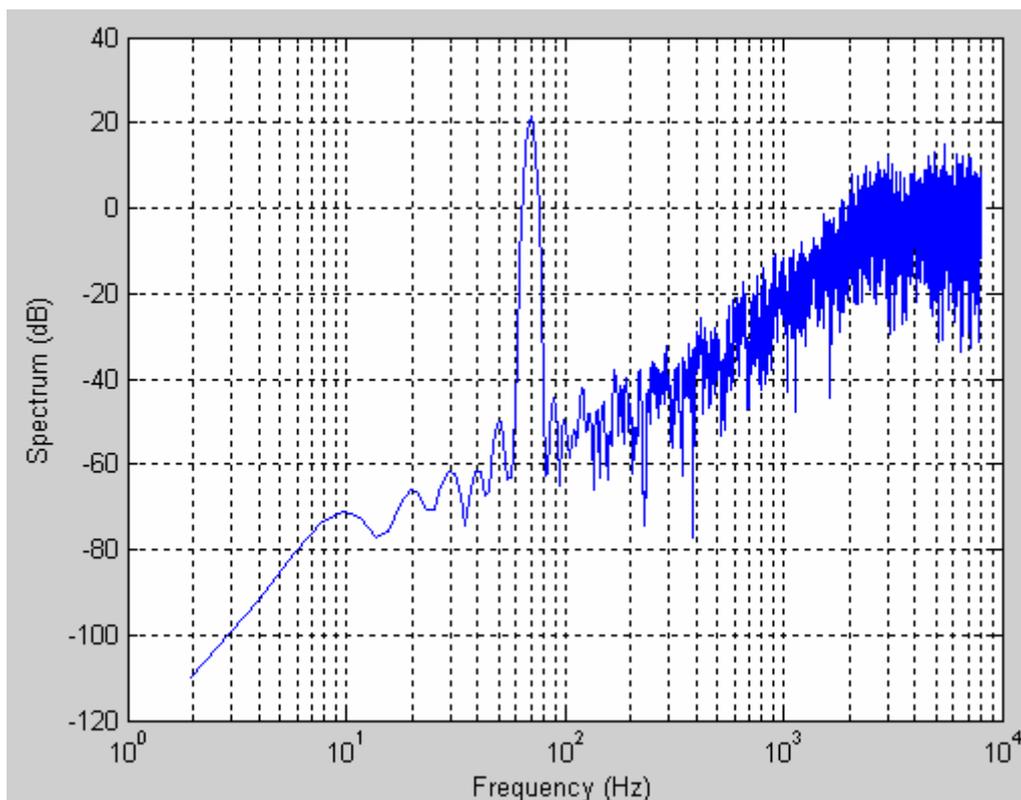


Fig. 8x.24. Espectro simulación no-ideal Sigma Delta. Ganancia Finita.



2.2.3. Slew-rate y GBW

En este apartado nos vamos a encargar de simular las no idealidades del slew-rate y del producto ganancia ancho de banda, todo ello en un mismo integrador que hemos diseñado. Lo presentamos en el siguiente esquema:

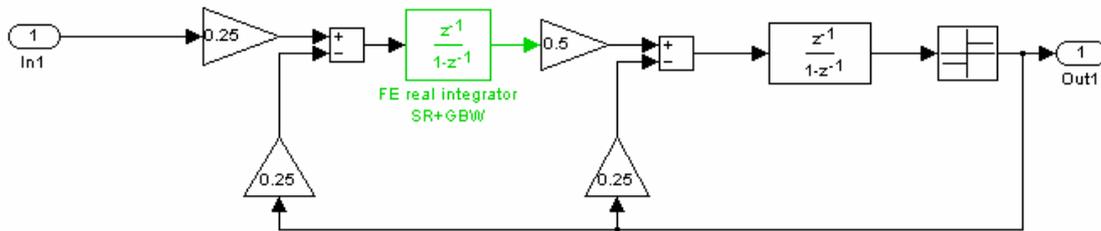


Fig. 8.25. Esquema simulación no-ideal. SR y GBW.

Inicialmente vamos a tomar unos valores orientativos³ para las variables que vamos a utilizar:

22	Gain (dB)	0	Jitter
1e+010	SR	1e-010	Tau
0	Mismatch	0	Sigma
0	Aux 1	0	Aux 2
0	Aux 3	0	Aux 4

Variable simulador	Variable física
Gain	AodB
SR	SR
Tau	Tau

Fig. 8.26. Variables no ideales.

Los valores tras esta simulación de aproximación son:

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain.
- Effort: 3.

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	55.278	57.0732	8.89

Fig. 8.27. Valores simulación no-ideal Sigma Delta. SR y GBW.

A continuación, tras una primera aproximación, realizaremos un barrido doble con ambas variables, SR y Tau, para obtener unos valores óptimos de las mismas cumpliendo las especificaciones de SNDR.

³ El valor de la ganancia, variable que necesitamos para la simulación, tomaremos 22dB ya que es el valor al que llegamos en el apartado 2.2.2.



- Tipo: Simulación barrido doble SR y Tau
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain, SR y Tau
- Effort: 3

Los valores que hemos tomados para ambas variables son:

Sweep	SR	Sweep 2	Tau
From	1e4	From	1e-6
To	1e6	To	1e-4
Number Points	25	Number Points	25

Fig. 8.28. Variables de barrido doble. SR y GBW.

Y la gráfica obtenida para estos valores:

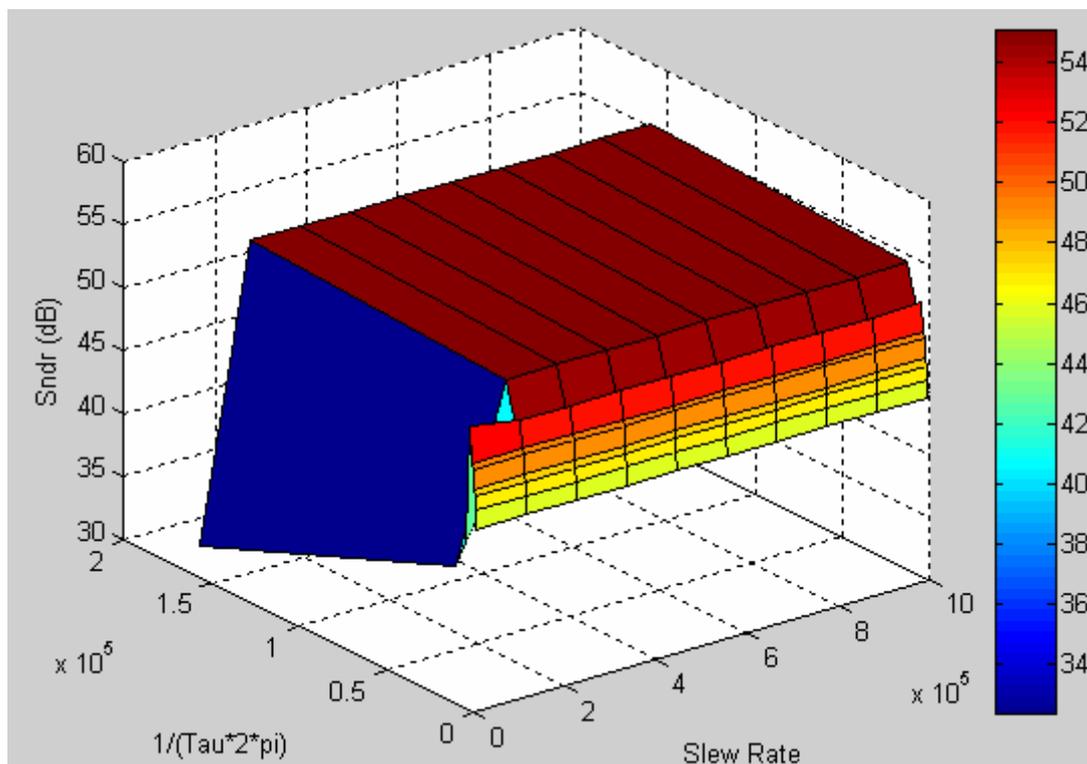


Fig. 8.29. Resultado de barrido doble. SR y GBW.



A la vista de los resultados, los valores límites que tomaremos son:

- $SR > 0.1 \text{ V/us}$
- $\text{Tau} < 10 \text{ us}$

Para estos valores, junto con el de la ganancia, obtenemos los siguientes resultados de SNDR:

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain, SR y Tau
- Effort: 3

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	54.0712	55.088	8.6896

Fig. 8.30. Valores simulación no-ideal Sigma Delta. SR y GBW.

Y el espectro obtenido lo mostramos en la siguiente figura:

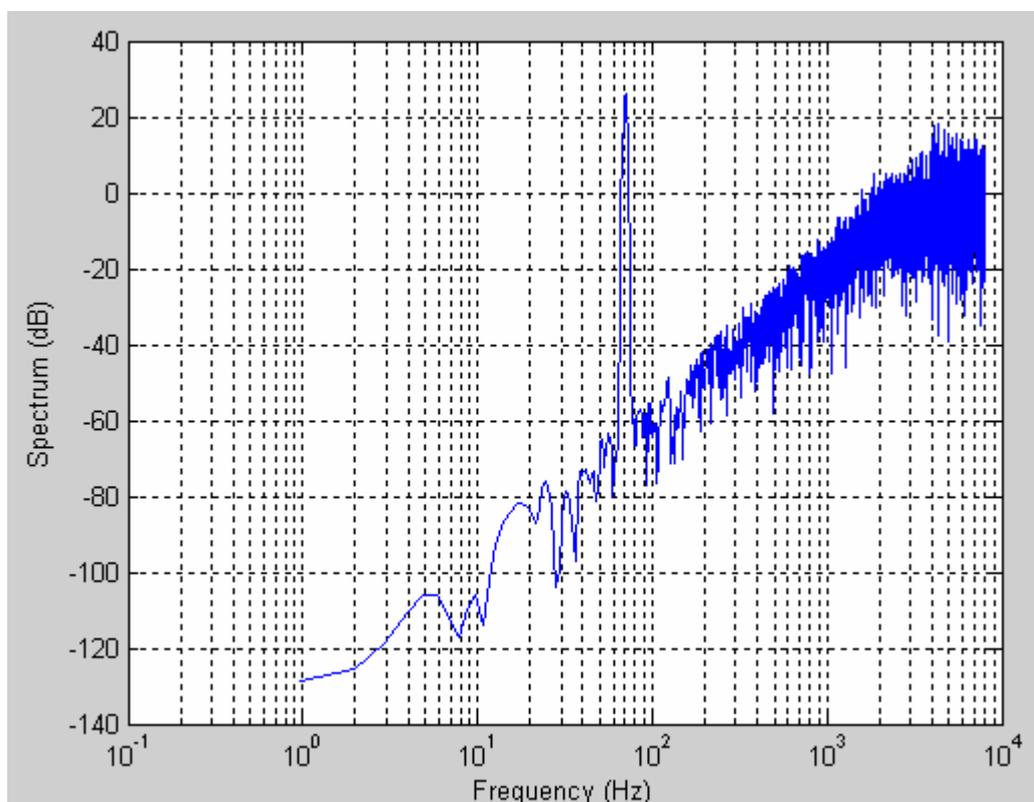


Fig. 8.31. Espectro simulación no-ideal Sigma Delta. SR y GBW.



2.2.4. Saturación en tensión

Veamos otra de las no idealidades que afectan a los integradores, y es la saturación en tensión. Idealmente la salida está entre $FS/2$ y $-FS/2$, siendo FS el fondo de escala. Estudiemos como varía el SNDR si la tensión de salida toma valores menores a $FS/2$ para el límite superior, y mayores a $-FS/2$ para el límite inferior.

El modelo que hemos diseñado para este caso:

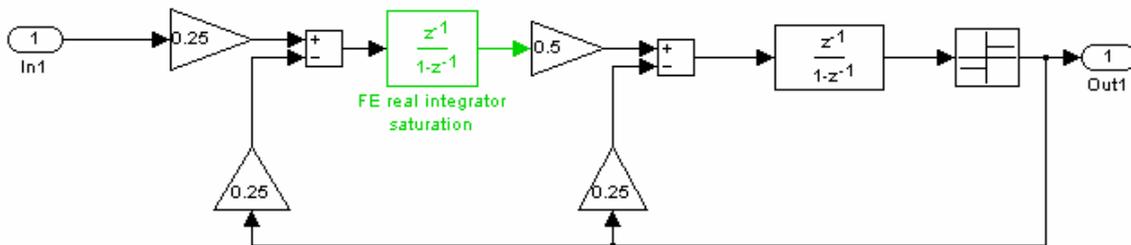


Fig. 8.32. Esquema simulación no-ideal. Saturación.

Inicialmente, vamos a dar unos valores para las variables Aux1 y Aux2, que modelan la saturación superior e inferior respectivamente. Estos valores los podemos simular de forma que no tiene porque ser Aux2 el negado del valor absoluto de Aux1.

<input type="text" value="0"/>	Gain (dB)	<input type="text" value="0"/>	Jitter
<input type="text" value="0"/>	SR	<input type="text" value="0"/>	Tau
<input type="text" value="0"/>	Mismatch	<input type="text" value="0"/>	Sigma
<input type="text" value="0.8"/>	Aux 1	<input type="text" value="-0.7"/>	Aux 2
<input type="text" value="0"/>	Aux 3	<input type="text" value="0"/>	Aux 4

Variable simulador	Variable física
Aux1	Vmax
Aux2	Vmin

Fig. 8.33. Variables no-ideales.

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Aux1 y Aux2
- Effort: 3

Obtenemos como resultado de SNDR:

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	<input type="text" value="53.8453"/>	<input type="text" value="55.0852"/>	<input type="text" value="8.652"/>

Fig. 8.34. Valores simulación no-ideal Sigma Delta. Saturación.



Veamos ahora si hacemos un barrido de ambas variables:

- Tipo: Simulación barrido doble Aux1 y Aux2
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Aux1 y Aux2
- Effort: 3

Tomando los valores para las variables:

Sweep	Aux 1	Sweep 2	Aux 2
From	0.1	From	-1
To	1	To	-0.1
Number Points	21	Number Points	21

Fig. 8.35. Valores simulación barrido doble. Saturación.

Obtenemos la siguiente gráfica que nos muestra como el SNDR aumenta a medida que los valores de V_{max} y V_{min} se acercan a los valores $FS/2$ y $-FS/2$. Para estas simulaciones hemos considerado $FS = 2$, la cual era una de las especificaciones de entrada de nuestro convertidor.

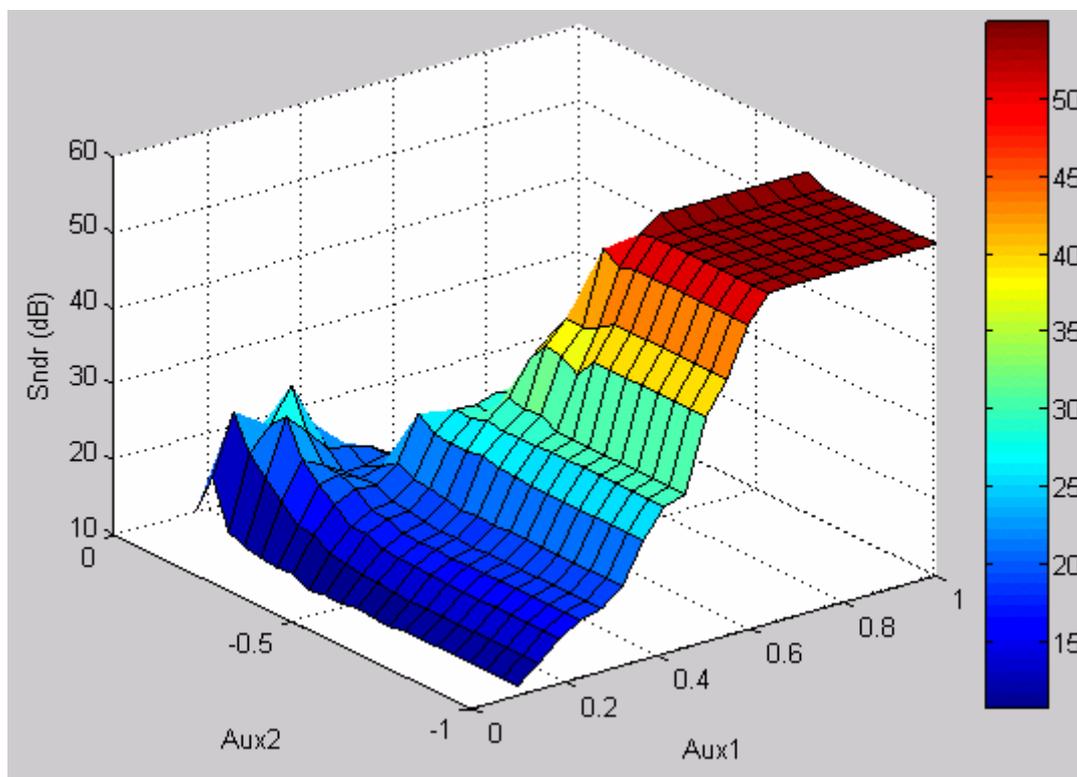
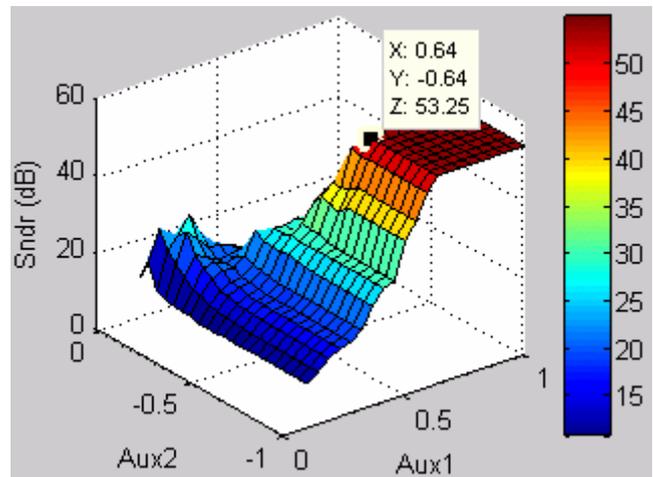


Fig. 8.36. Resultado simulación barrido doble. Saturación.



Tomaremos como valores límite para cumplir las especificaciones:

- Aux1 (Vmax) > 0.65 V
- Aux2 (Vmin) < -0.65 V



Con estos valores visualizamos el SNDR y el espectro de la señal.

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Aux1 y Aux2
- Effort: 3



Fig. 8.37. Resultado simulación simple. Saturación.

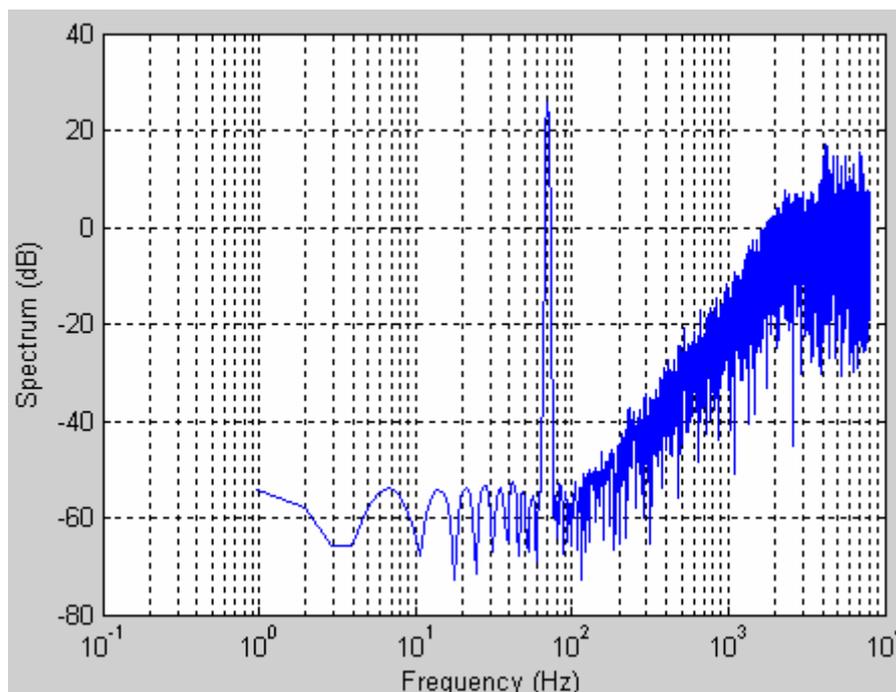


Fig. 8.38. Espectro simulación simple. Saturación.



2.2.5. Ruido Jitter

Por último, vamos a realizar un estudio del ruido jitter. Para ello introducimos el modelo diseñado del jitter a la entrada, utilizando el resto de componentes ideales.

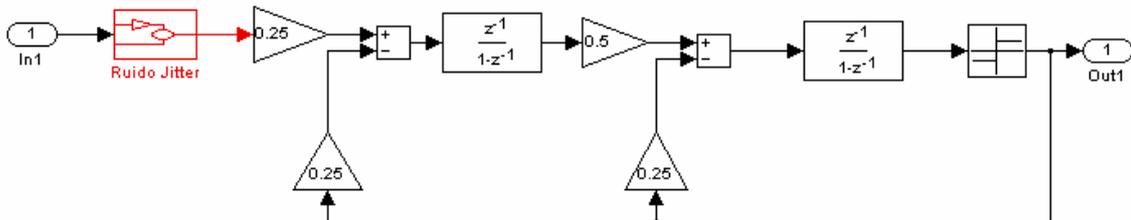


Fig. 8.39. Esquema simulación no-ideal. Jitter.

Tomamos un valor inicial de la variable Jitter, que modela la desviación del ideal, en concreto 1 ns.

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Jitter
- Effort: 3

Para este valor obtenemos:

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	53.4834	54.7101	8.5919

Fig. 8.40. Resultado simulación simple. Jitter.

Hagamos ahora un barrido para esta variable, lo que nos ofrecerá la información de hasta qué valor es posible considerar el ruido jitter de forma que no afecte negativamente a nuestras especificaciones de SNDR.

Sweep	Aux 1
From	1e-6
To	1e-12
Number Points	21

Fig. 8.41. Valores simulación barrido simple. Jitter.

Veremos como a partir que la desviación se hace mayor, el SNDR disminuirá. Tomaremos el valor aproximado a partir del cual cumpla las especificaciones.

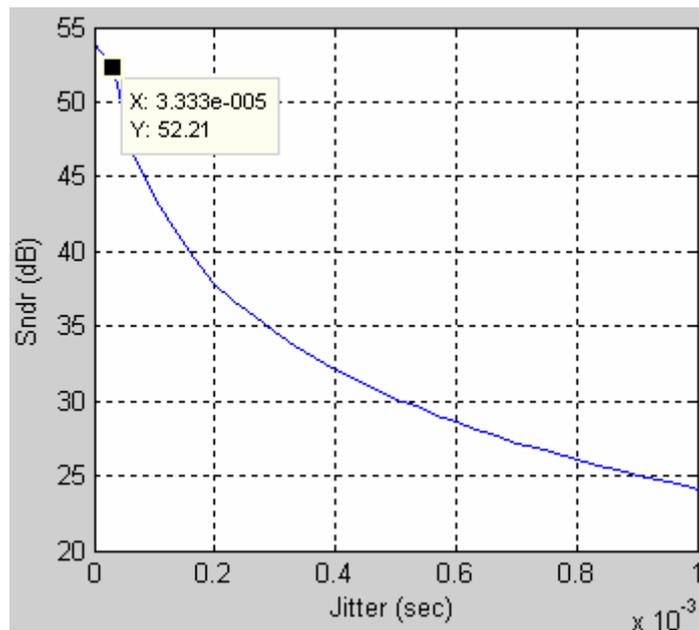


Fig. 8.42. Resultado simulación barrido simple. Jitter.

Tomaremos como límite de la especificación:

- Jitter < 30 us

Para este valor, realizamos una nueva simulación para el valor del SNDR y el espectro de la señal de salida:



Fig. 8.43. Resultado simulación simple. Jitter.

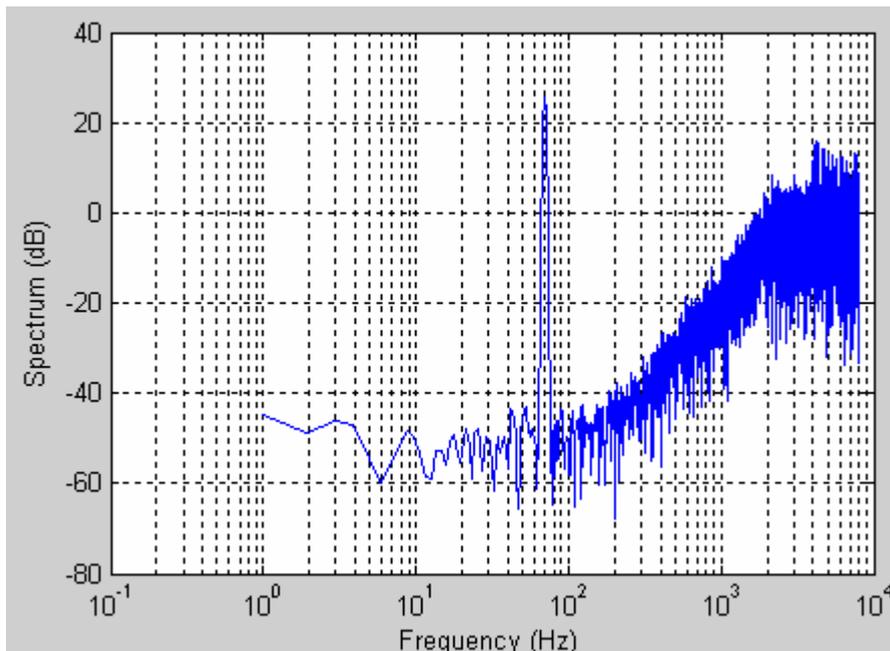


Fig. 8.44. Espectro simulación simple. Jitter.



2.2.6. Integrador con todas las no idealidades

Tras realizar un estudio exhaustivo de las no idealidades, y llegar a unos valores para cada una de las variables, vamos a realizar una simulación con todas ellas, para ver el resultado final del SNDR.

El modelo tomado es aquel con el bloque que simla el jitter a la entrada y el modelo del integrador tomado de la librería con todas las no idealidades:

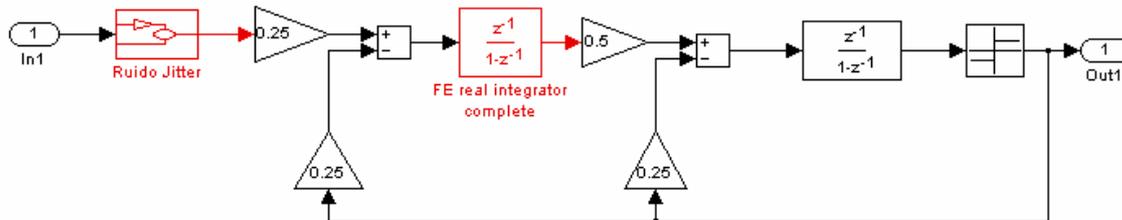


Fig. x.85. Esquema simulación no-ideal completo.

Los valores de las no idealidades son:

22	Gain (dB)	3e-005	Jitter
100000	SR	1e-005	Tau
0	Mismatch	0	Sigma
1e-012	Aux 1	0.0001	Aux 2
0.65	Aux 3	0	Aux 4

Tras realizar la simulación:

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Senoidal
- Variables no ideales: Gain, Jitter, SR, Tau, Aux1 (Cs, Cf/2), Aux2 (Vn), Aux3 (Vmax/Vmin).
- Effort: 3

	SNDR	SNR	ENOB
Sine Wave Input ---->	50.1843	51.1328	8.0439

Fig. 8.46. Valores simulación no-ideal completo.

Tomando todas las no idealidades a su valor límite obtenemos que el SNDR cae 3 dB de su valor ideal, es decir, en su caso más desfavorable. Este valor de SNDR podría aumentarse relajando los valores de alguna no idealidad.



El espectro de la señal quedaría representado en la siguiente figura:

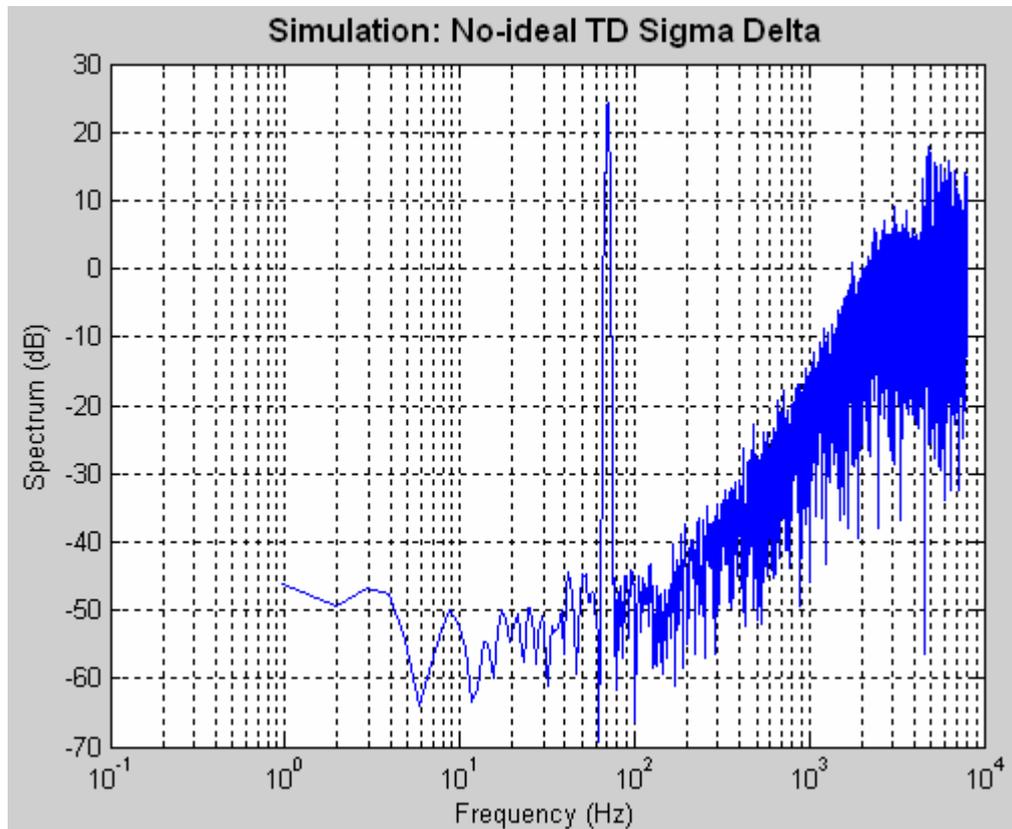


Fig. 8.47. Espectro simulación no-ideal completo.

3. ADC Pipeline

A continuación, pasaremos a detallar el estudio de un convertidor analógico digital pipeline de 10 bits. En primer lugar, mostraremos los resultados obtenidos tras un análisis ideal, y posteriormente introduciremos no idealidades al modelo para ver las variaciones del INL y DNL.

3.1. Estudio ideal

Veamos los resultados de algunas simulaciones realizadas para el caso de bloques ideales. Tomaremos como ejemplo el convertidor pipeline de 10 bits.

- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Rampa
- Modelo: pipeline_10b_ideal.mdl



El aspecto de la GUI puede verse en la figura 8.48., en la que pueden apreciarse los valores de las variables de entrada (zona de Inputs) y de las no idealidades (zona de Non Idealities), y los resultados siguientes (zona de Results):

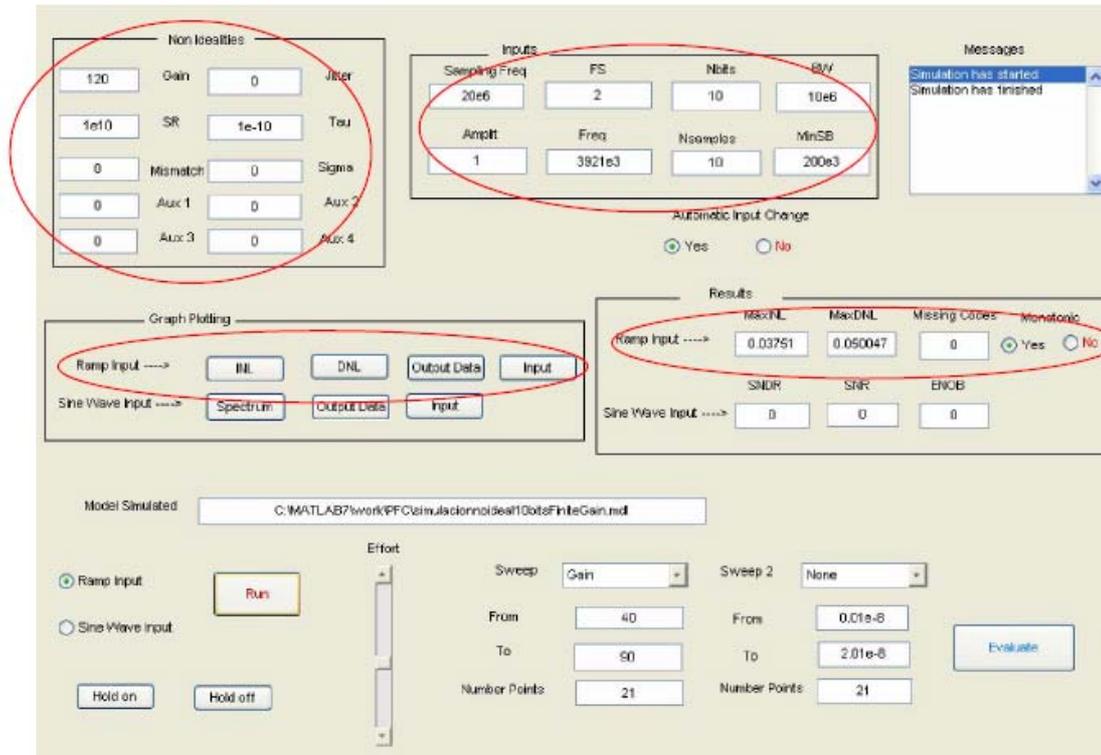


Fig. 8.48. GUI tras la simulación del pipeline ideal.

MaxINL=0.03751
MaxDNL=0.050047
Missing Codes=0

Los valores obtenidos son:

Las gráficas de INL, DNL, Output Data e Input pueden verse en las figuras 8.49(a), (b), (c) y (d) respectivamente. Puede apreciarse que el valor máximo del valor absoluto de la gráfica de INL coincidirá con el resultado MaxINL (MaxINL tiene en cuenta los códigos perdidos pero, al salir los códigos perdidos 0, coincide el máximo del valor absoluto de la gráfica con MaxINL).

De la misma forma, coincide el máximo del valor absoluto de la gráfica de DNL con MaxDNL (en MaxDNL no se tienen en cuenta los códigos perdidos, luego el máximo de la gráfica de DNL siempre coincidirá con MaxDNL).

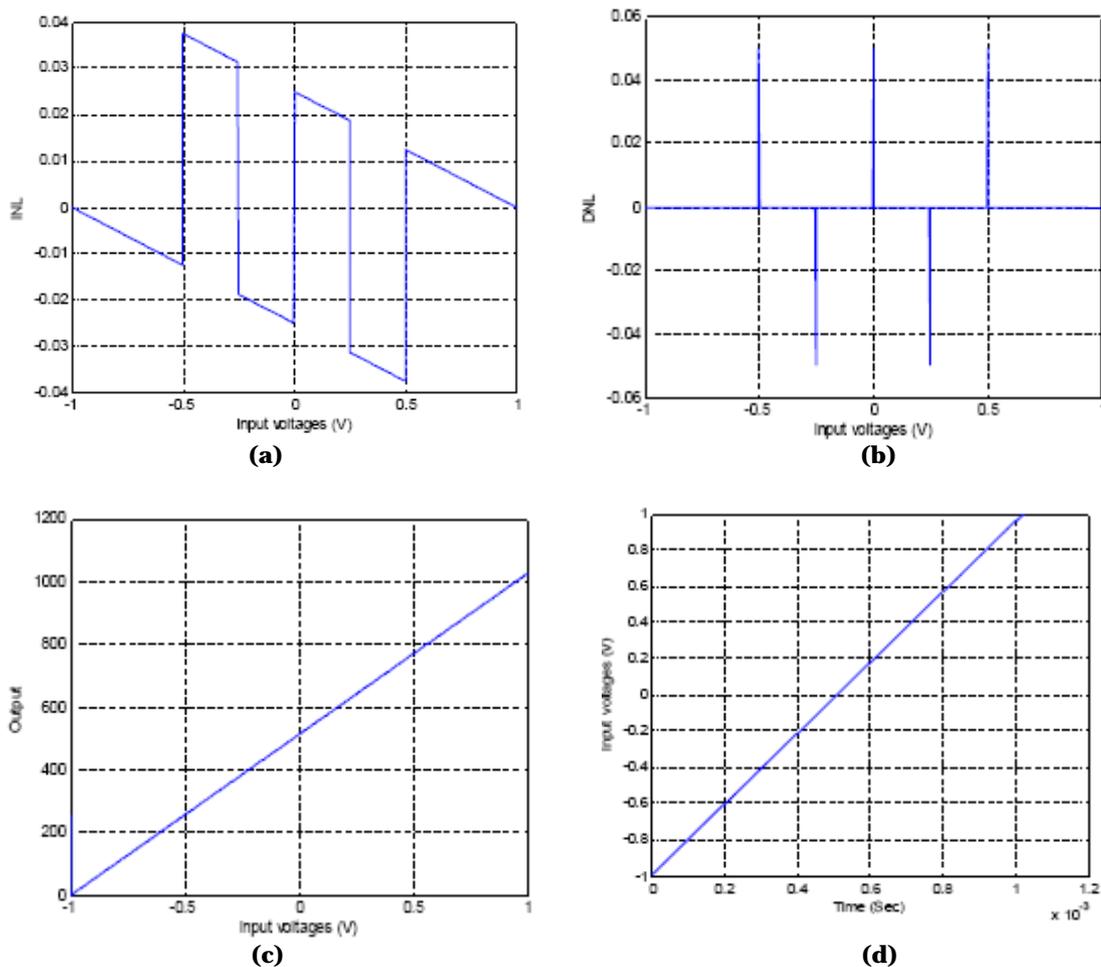


Fig. 8.49. (a) INL (b) DNL (c) Output (d) Input

3.2. Estudio no ideal

Veamos ahora unas cuantas simulaciones en el caso de que introduzcamos no idealidades.

3.2.1. Finite Gain

- Tipo: Simulación ideal
- Entrada: Seno
- Modelo: pipeline_10b_finitegain.mdl

Los resultados obtenidos: SNDR=61.9508, SNR=62.0351, ENOB=9.9985.

Las gráficas del espectro y de la entrada y salida son:

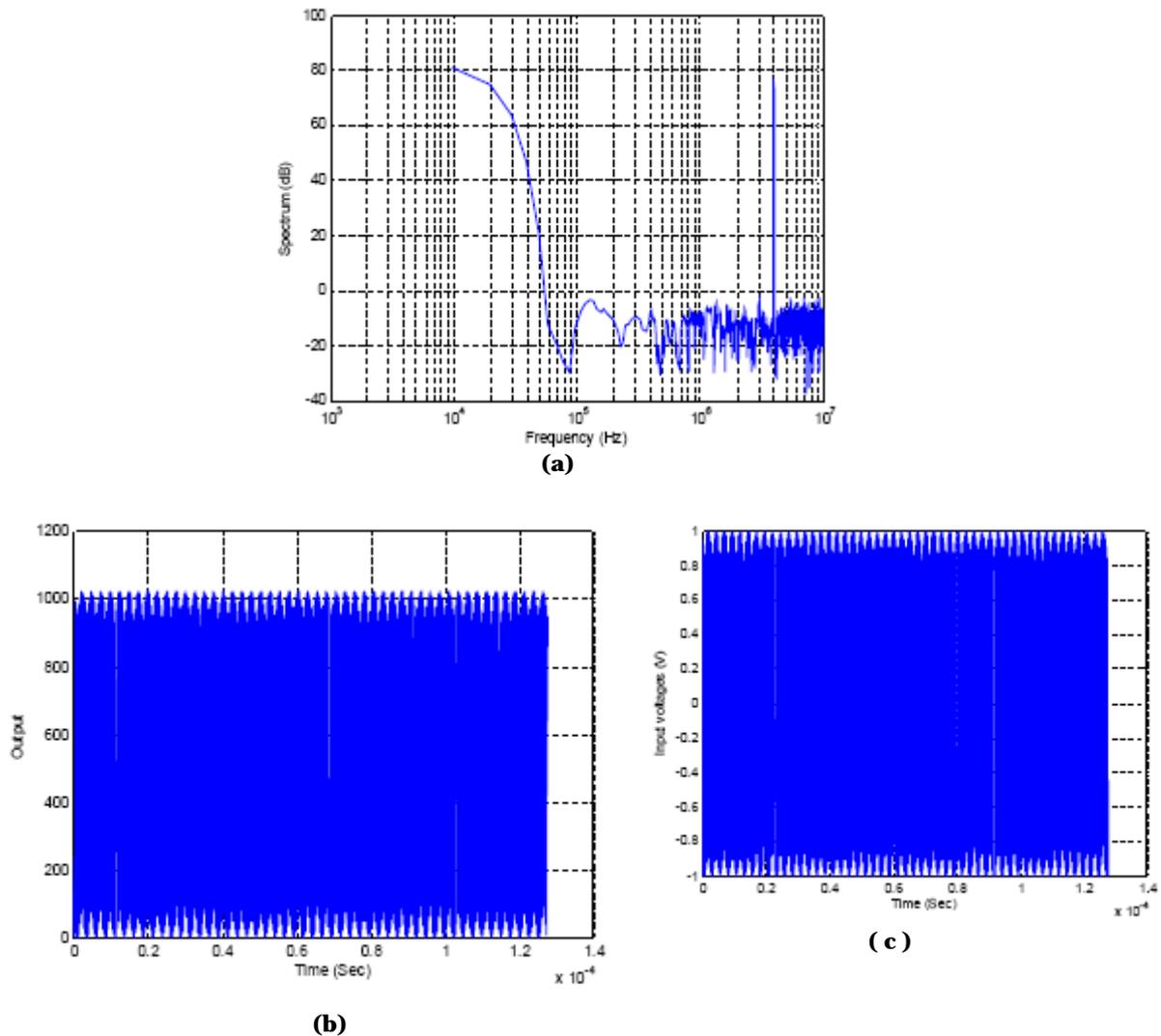


Fig. 8.50. (a) Espectro (b) Ouput (c) Input

3.2.2. Mismatch

Para este caso tomamos los siguientes parámetros de simulación:

- Tipo: Barrido simple de Desapareamiento entre Capacidades
- Entrada: Rampa
- Modelo: pipeline_10b_mismatch.mdl
- Effort: 5
- Start: -0.2
- Stop: 0.2
- Points: 41

La gráfica resultante puede verse en la figura 8.51., y una ampliación en la zona de mayor interés en la figura 8.52. De esta última se extrae que, para asegurar que INL sea menor de 0.25, el desapareamiento de las capacidades de



la primera etapa debe ser inferior al 0.02%.

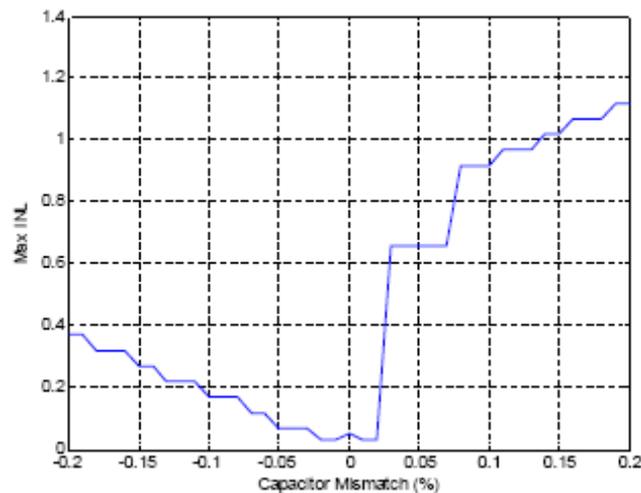


Fig. 8.51. Gráfica de MaxINL frente al desapareamiento de las capacidades de la primera etapa

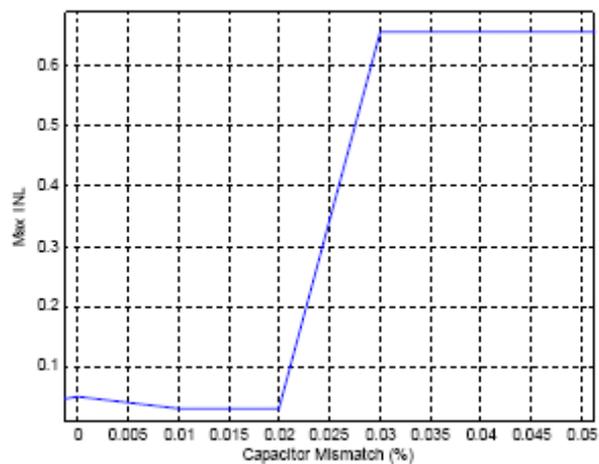


Fig. 8.52. Ampliación de la figura 8.51 en la zona de mayor interés

Si realizamos una unión entre los dos ejemplos anteriores:

- Tipo: Barrido doble de Ganancia y Desapareamiento entre Capacidades
- Entrada: Seno
- Modelo: pipeline_10b_finitegain.mdl y pipeline_10b_mismatch.mdl
- Effort: 7
- Start: 40
- Stop: 90
- Points: 21
- Start2: -0.2
- Stop2: 0.2
- Points2: 21

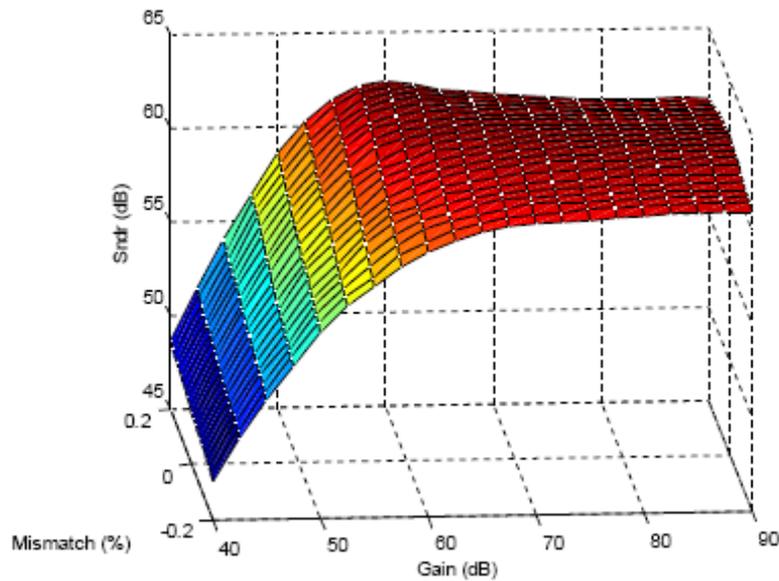


Fig. 8.53. Gráfica de SNDR frente a la Ganancia y al Desapareamiento entre Capacidades.

Y si simulamos la ganancia finita junto al jitter con los datos de simulación Effort: 7, Start: 40, Stop: 90, Points: 21, Start2: 0.1, Stop2: 1 y Points2: 21.

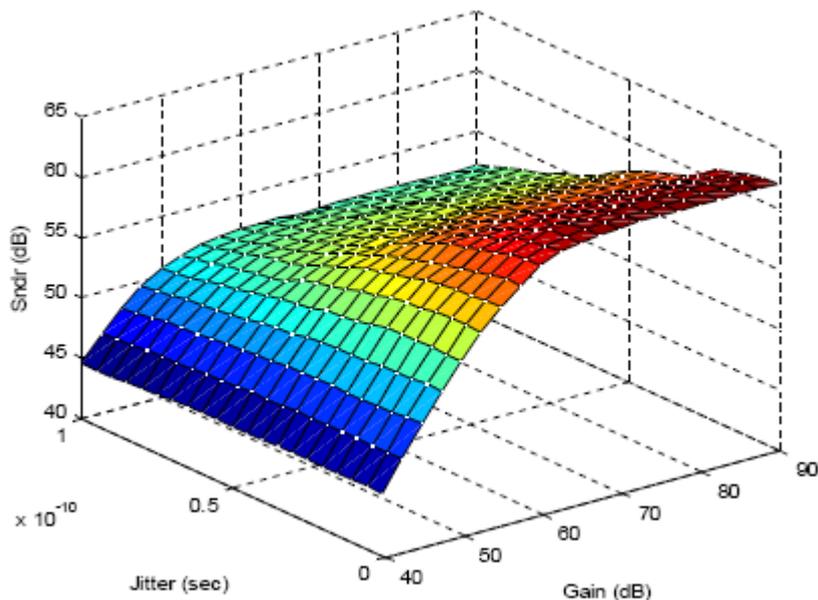


Fig. 8.54. Gráfica de SNDR frente a la Ganancia y al Jitter



4. ADC Flash

Y para completar este capítulo, vamos a realizar una simulación de un ejemplo del convertidor analógico digital Flash.

4.1. Estudio ideal

Comenzaremos con las simulaciones ideales de este convertidor, después pasaremos a los barridos simples y por último expondremos los barridos dobles:

- Tipo: Simulación ideal
- Entrada: Rampa
- Modelo: flash_offset_relay.mdl

El aspecto de la GUI puede verse en la figura 8.55., en la que pueden apreciarse los valores de las variables de entrada (zona de Inputs) y de las no idealidades (zona de Non Idealities), y los resultados siguientes (zona de Results):

MaxINL=0
MaxDNL=0
Missing Codes=0

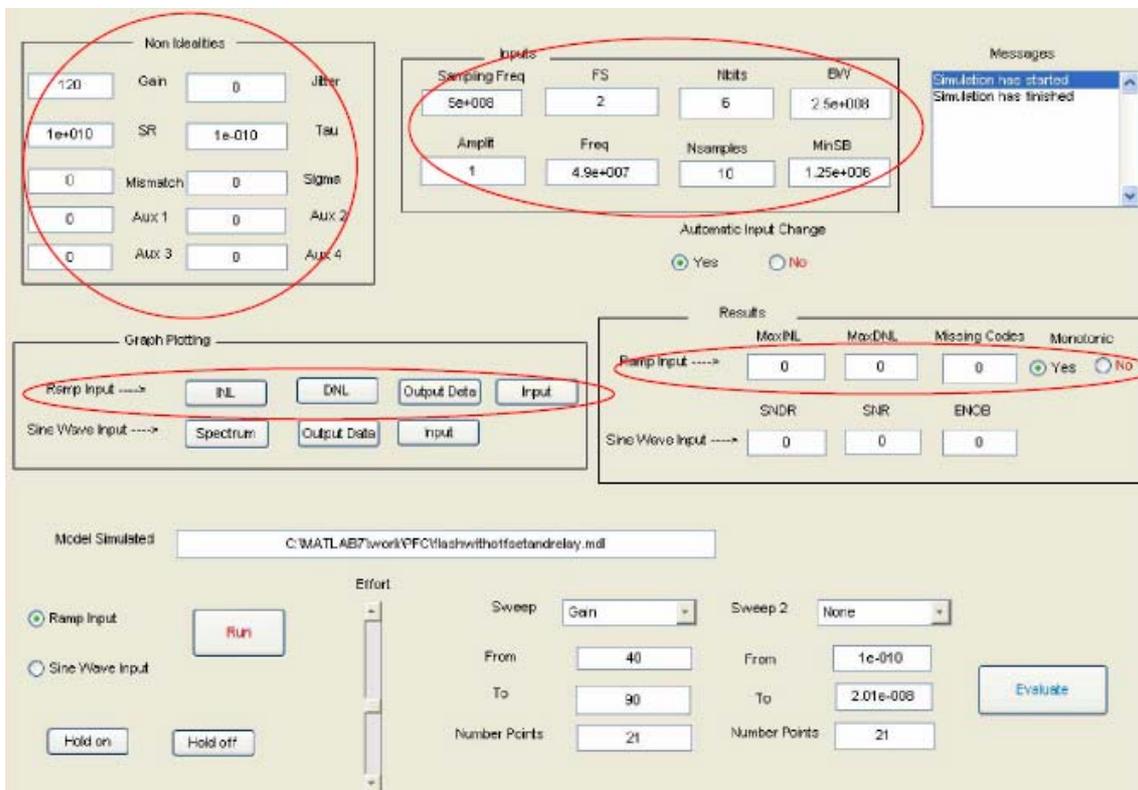


Fig. 8.55.: GUI tras Flash



Las gráficas de INL, DNL, Output Data e Input pueden verse en las figuras 8.56, 8.57, 8.58 y 8.59 respectivamente. Puede apreciarse que el valor máximo del valor absoluto de la gráfica de INL coincidirá con el resultado MaxINL (MaxINL tiene en cuenta los códigos perdidos pero, al salir los códigos perdidos 0, coincide el máximo del valor absoluto de la gráfica con MaxINL).

De la misma forma, coincide el máximo del valor absoluto de la gráfica de DNL con MaxDNL (en MaxDNL no se tienen en cuenta los códigos perdidos, luego el máximo de la gráfica de DNL siempre coincidirá con MaxDNL).

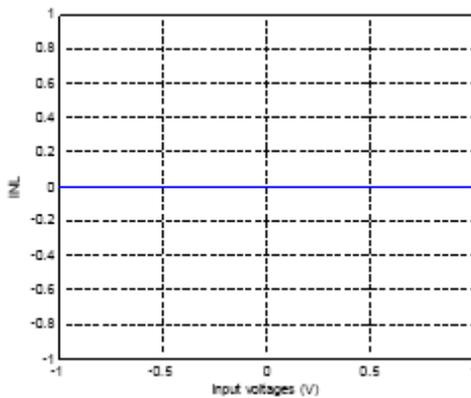


Fig. 8.56.: INL

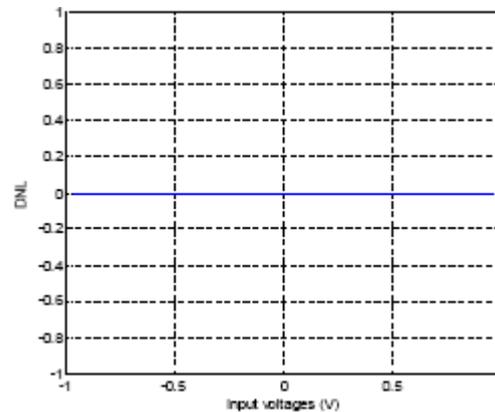


Figura 8.57.: DNL

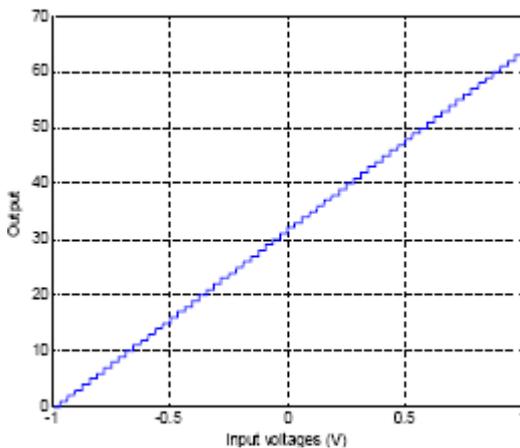


Fig. 8.58.: Output

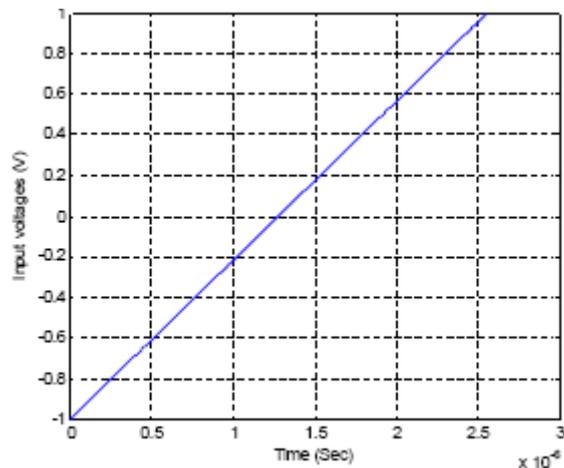


Figura 8.59.: Input



- Tipo: Simulación simple
- Entrada: Seno
- Modelo: flash_offset_relay.mdl

El aspecto de la GUI es similar al de la figura 8.55., ya que se han elegido los mismos valores de las variables de entrada y de las no idealidades, sólo hemos cambiado el tipo de entrada, por lo que ahora aparecerán los valores en la zona de Results en los cuadros de texto correspondientes a entrada seno. Se obtienen los resultados siguientes:

SNDR=37.6702

SNR=38.0628

ENOB=5.9651

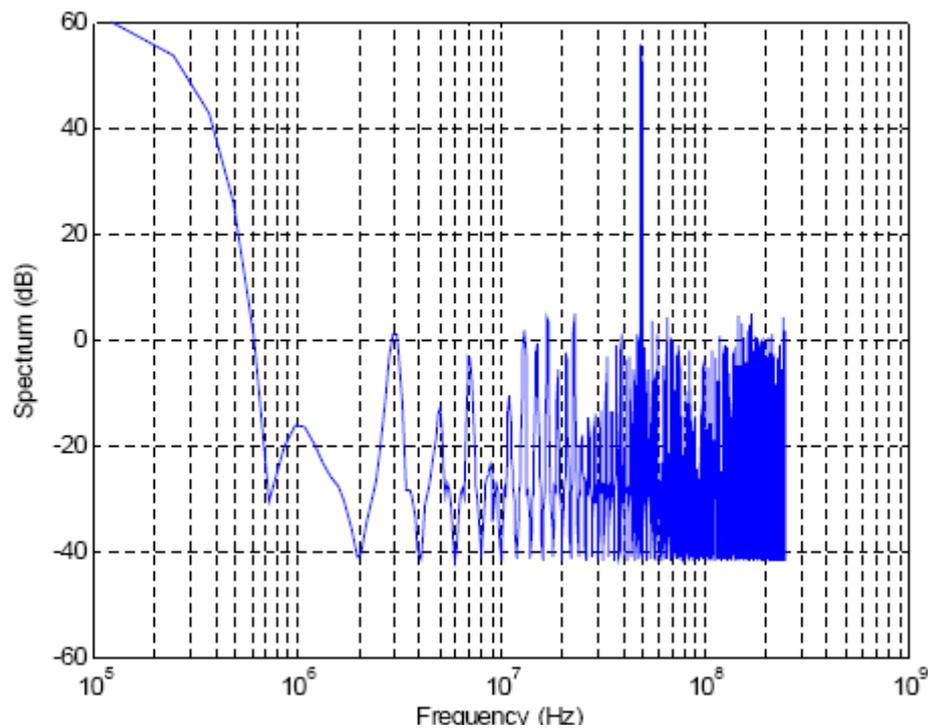


Fig.8.60 Espectro: Ejemplo flash.

4.2. Estudio no ideal

Veamos para el mismo ejemplo que tenemos en estudio, la incorporación de no idealidades.

- Tipo: Barrido simple de offset en las tensiones de referencia (Aux1)
- Entrada: Seno
- Modelo: flash_offset_relay.mdl
- Effort: 5



- Start: 1e-2
- Stop: 1e-3
- Points: 11

La gráfica resultante puede verse en la figura 8.61, en la que puede apreciarse cómo, a medida que aumentamos la desviación típica del offset en las tensiones de referencia, la SNDR tiende a disminuir, aunque a veces puede aumentar debido al carácter aleatorio de la variable, pero como hemos dicho en general tiende a disminuir.

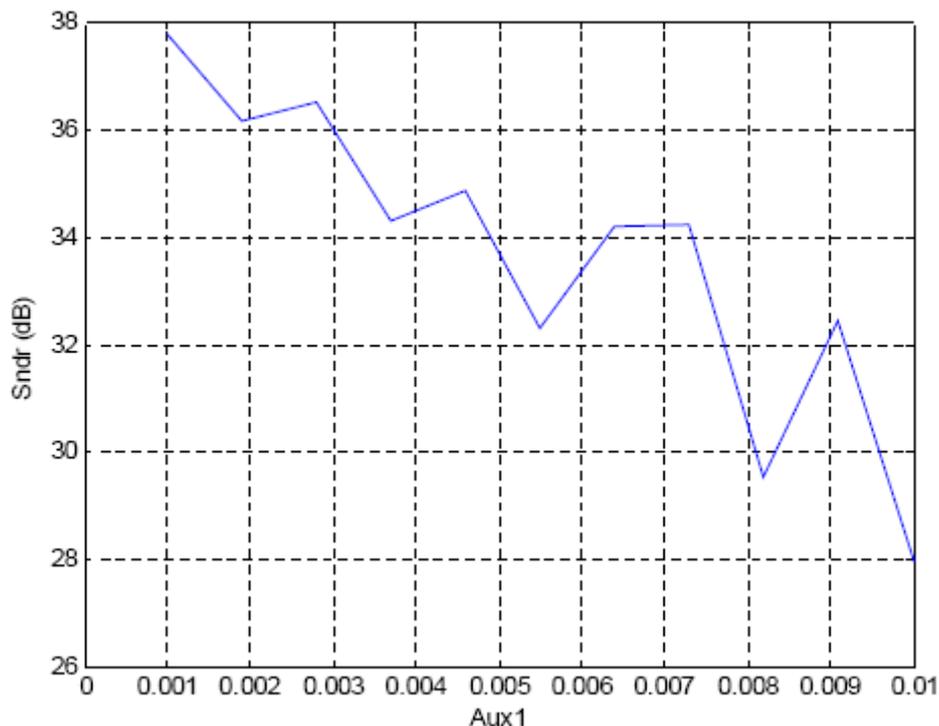


Fig. 8.61.: Gráfica SNDR frente a la desviación típica del offset en las tensiones de referencia.

Simulemos otro tipo de no idealidad, como puede ser el offset y la histéresis de los comparadores:

- Tipo: Barrido simple de offset en los comparadores (Aux2)
- Entrada: Seno
- Modelo: flash_offset_realy.mdl
- Effort: 5
- Start: 1e-2
- Stop: 1e-3
- Points: 11

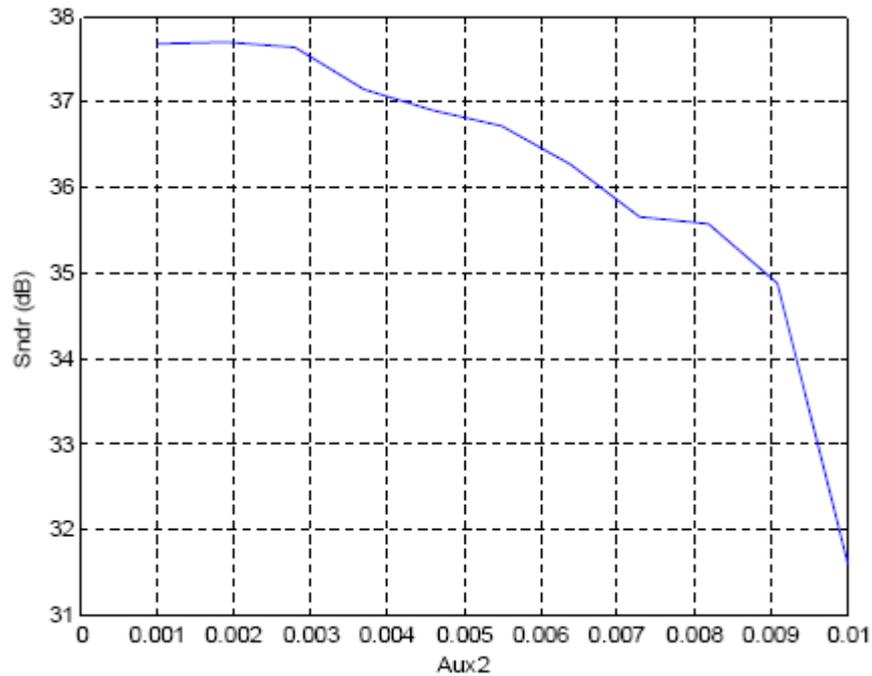


Fig 8.62: Gráfica SNDR frente a la desviación típica del offset en los comparadores

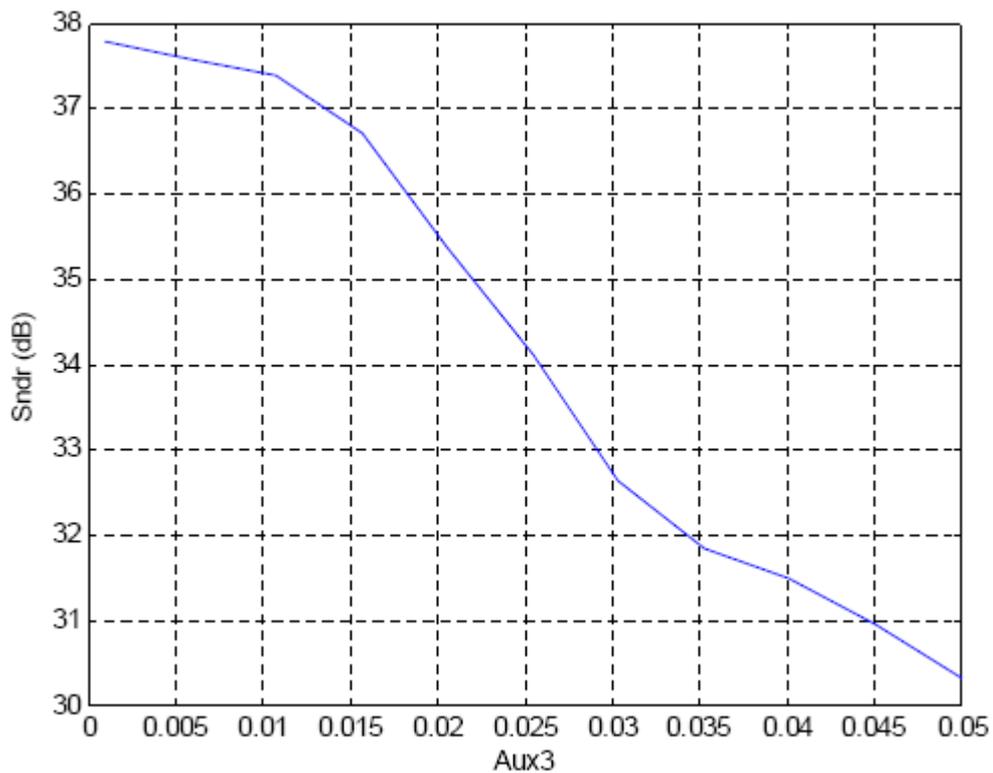


Fig 8.63.: Gráfica SNDR frente a la histéresis en los comparadores

Si realizamos una simulación realizando un barrido doble entre ambas variables obtenemos la gráfica mostrada en la Fig.8.64:



- Tipo: Barrido doble de offset en las tensiones de referencia (Aux1) e histéresis en los comparadores (Aux3)
- Entrada: Seno
- Modelo: flash_offset_relay.mdl
- Effort: 5
- Start: 1e-2
- Stop: 1e-3
- Points: 7
- Start2: 5e-2
- Stop2: 1e-3
- Points2: 7

La gráfica resultante puede verse en la figura 8.64., donde puede apreciarse que la SNDR va subiendo en la dirección en la que disminuyen la histéresis en los comparadores y la desviación típica del offset en las tensiones de referencia, aunque a veces puede disminuir debido al carácter aleatorio del offset, pero como hemos dicho en general tiende a subir en la dirección indicada.

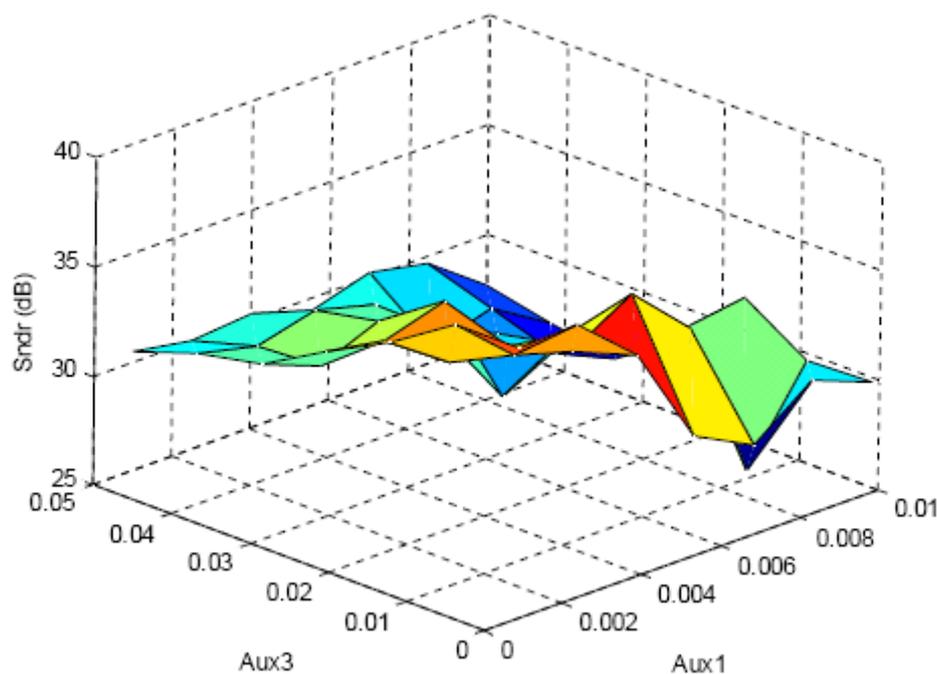


Figura 8.64.: Gráfica SNDR frente a la desviación típica del offset en las tensiones de referencia y a la histéresis en los comparadores