

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

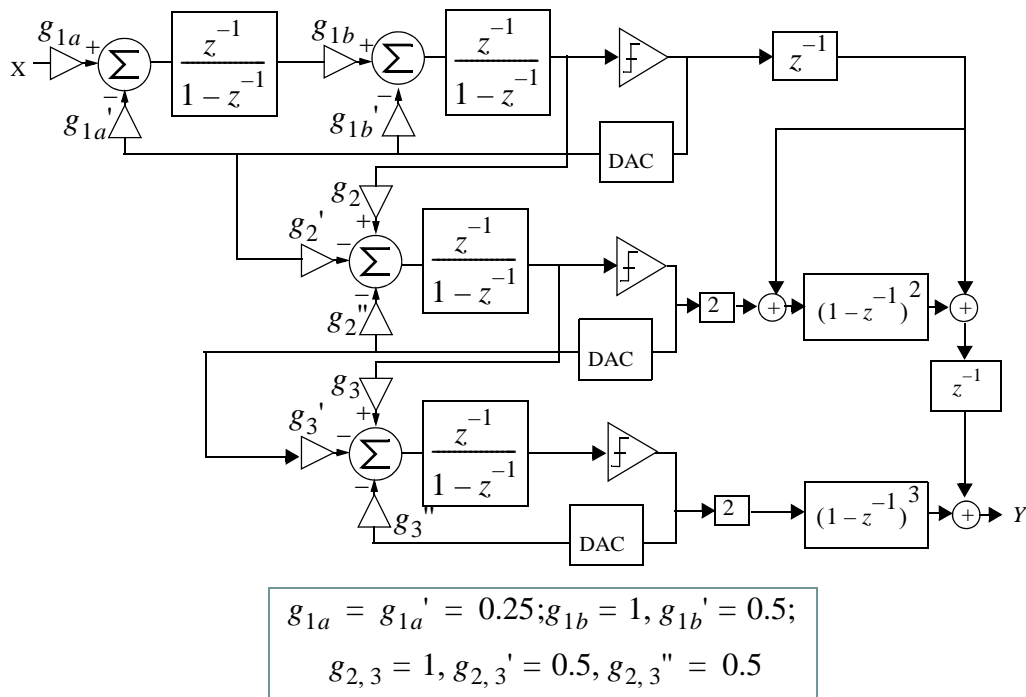


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

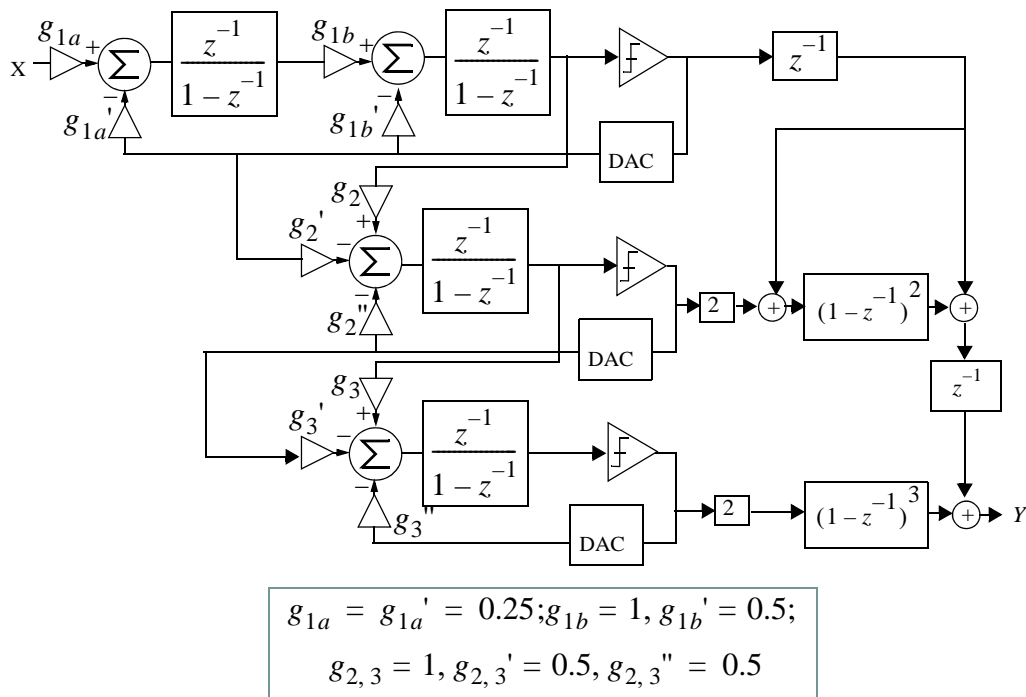


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

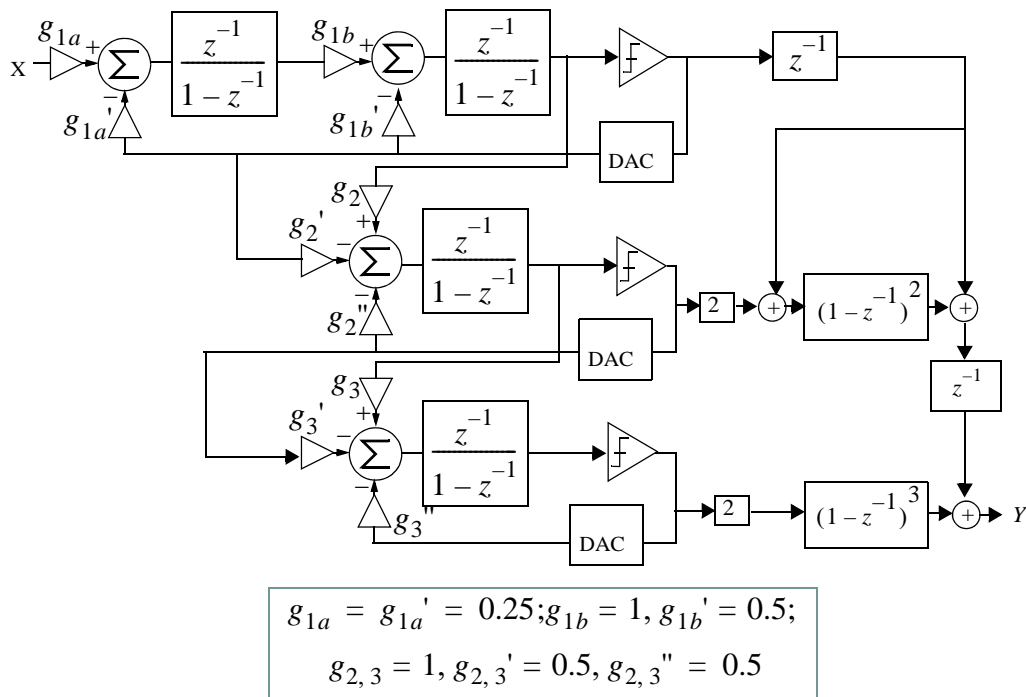


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

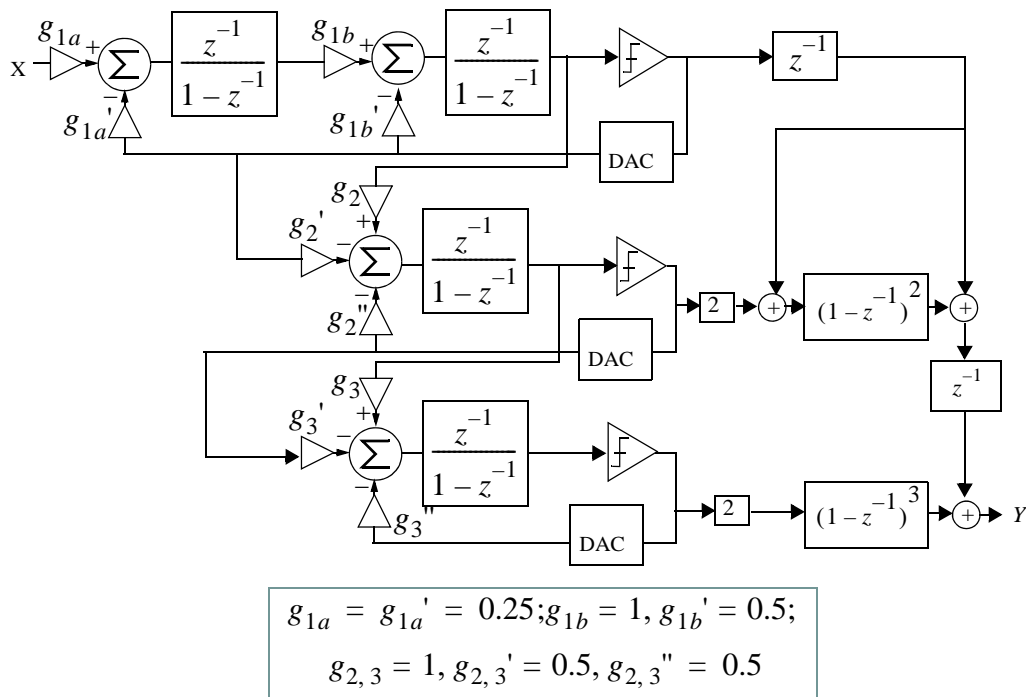


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

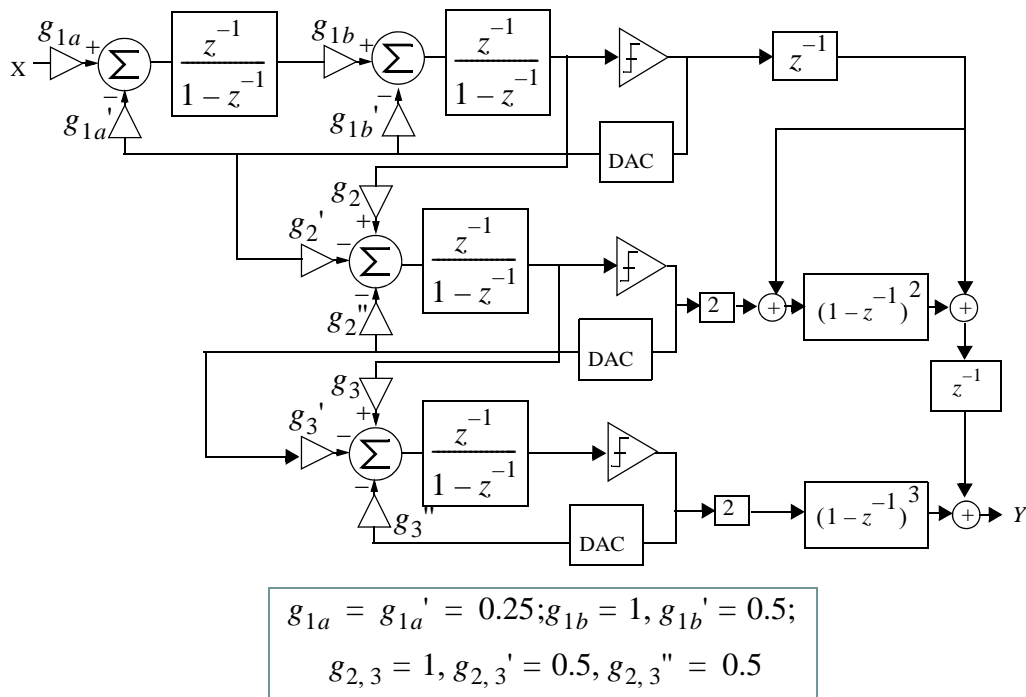


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

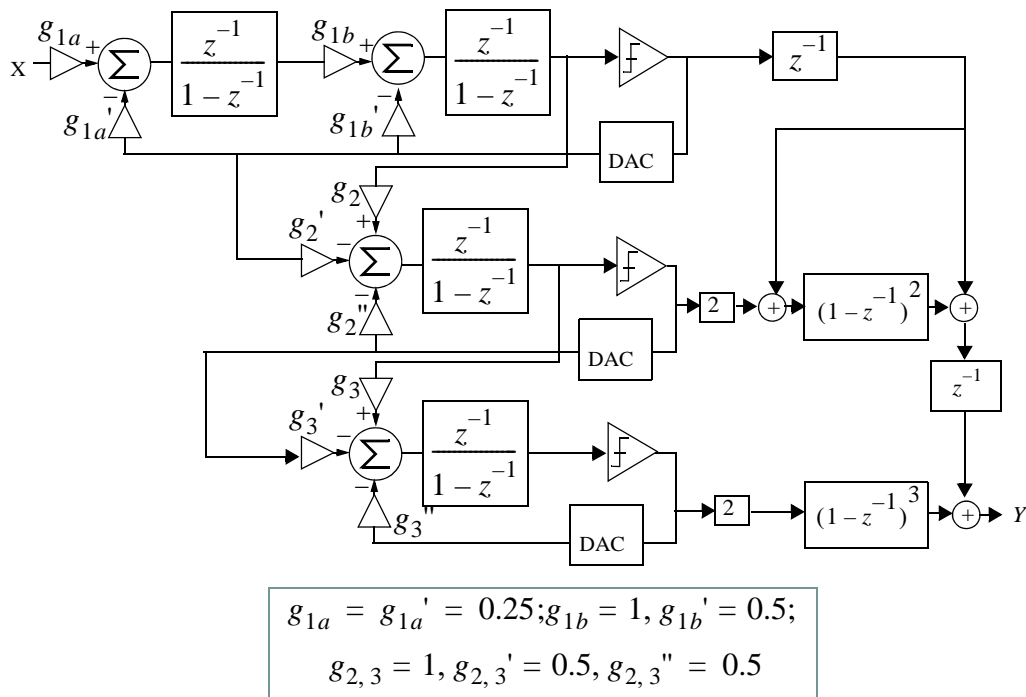


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

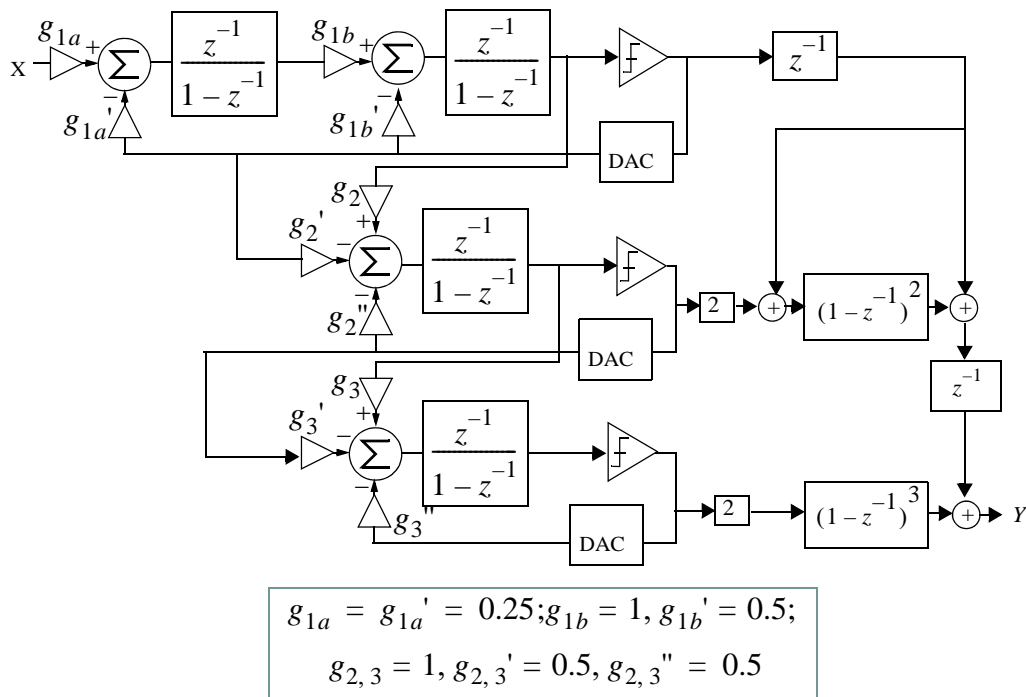


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

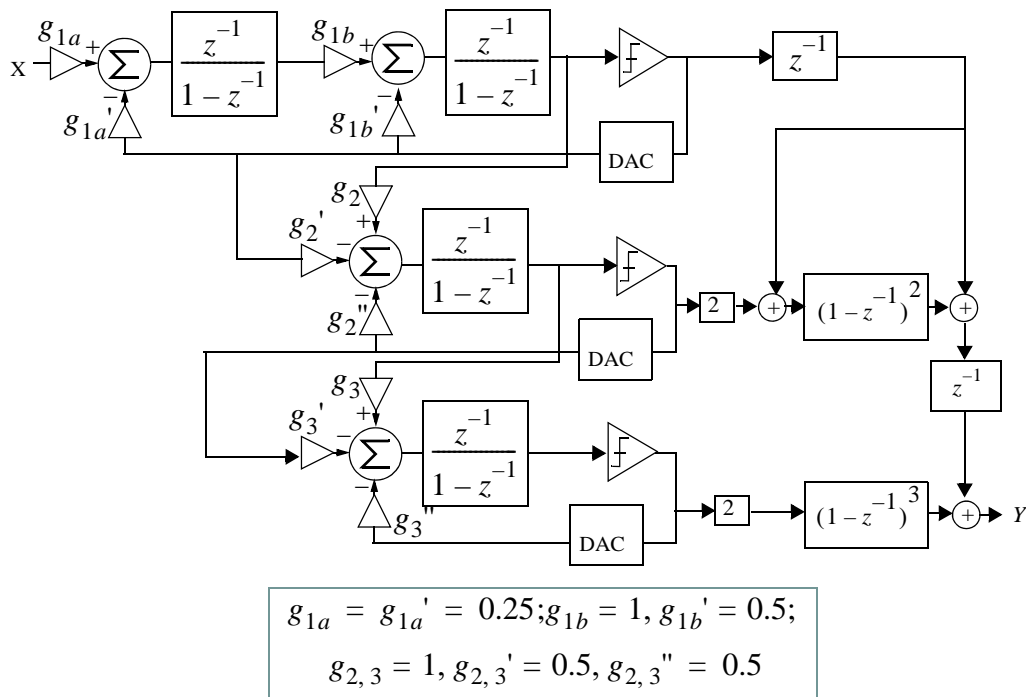


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

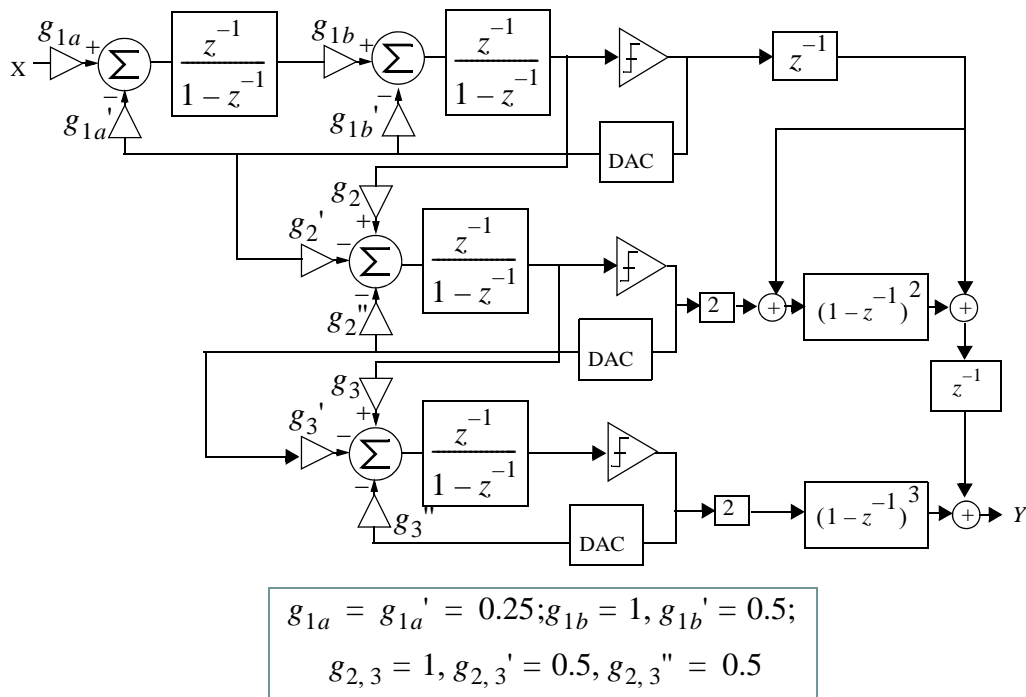


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

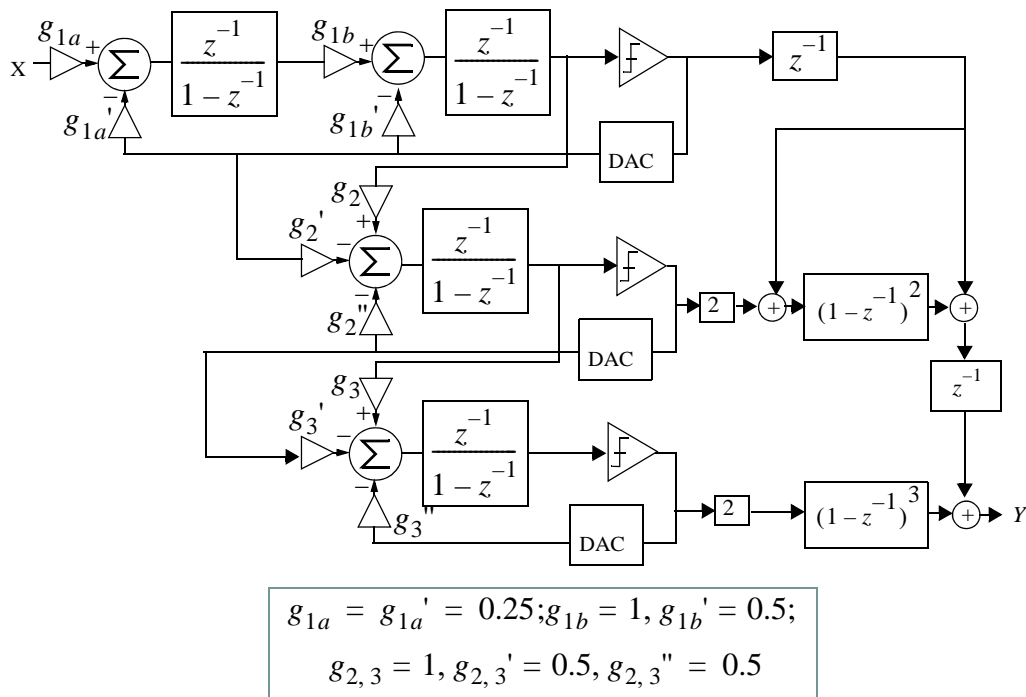


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

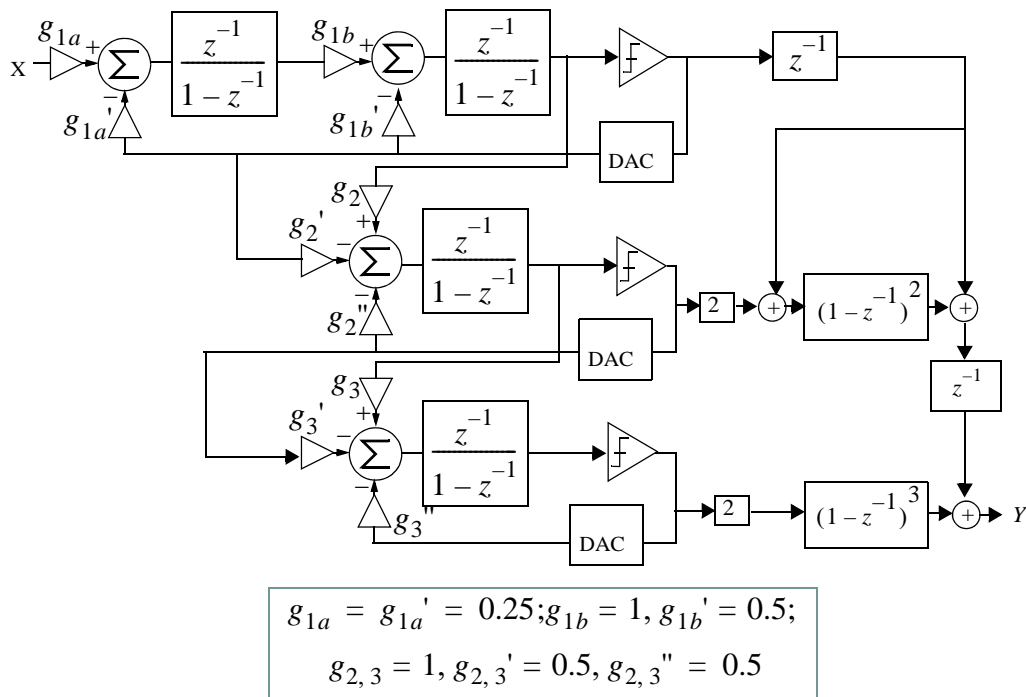


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

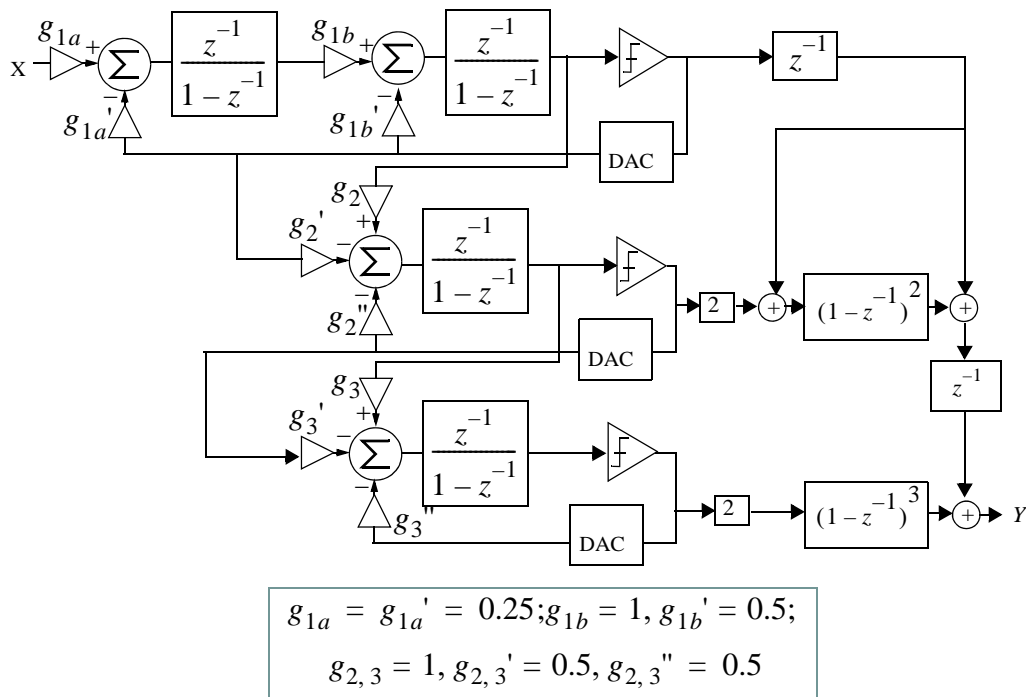


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

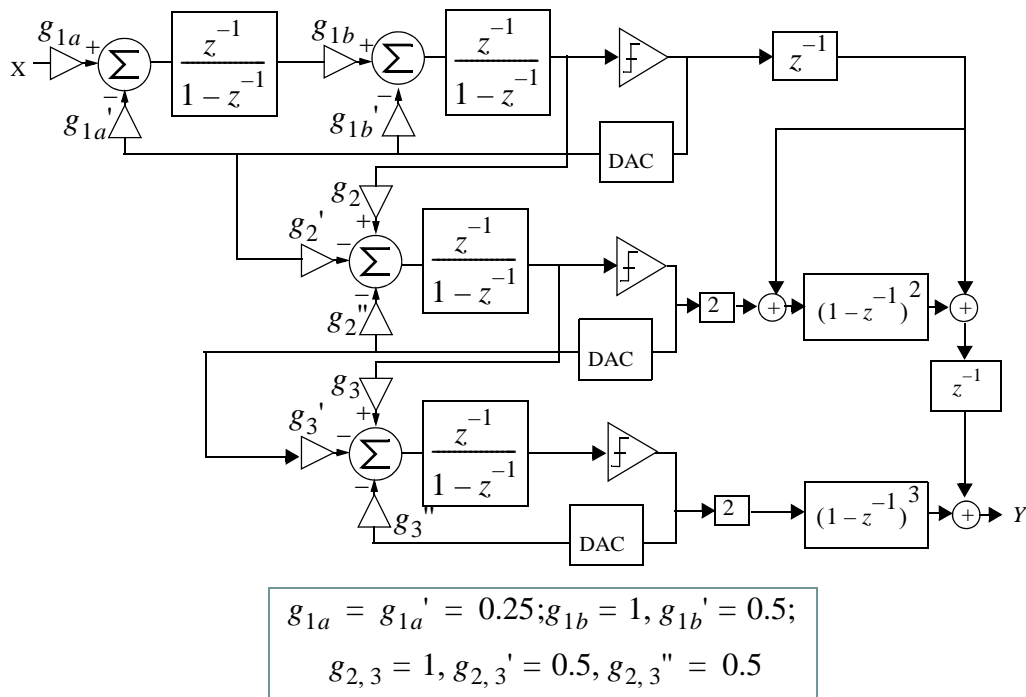


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

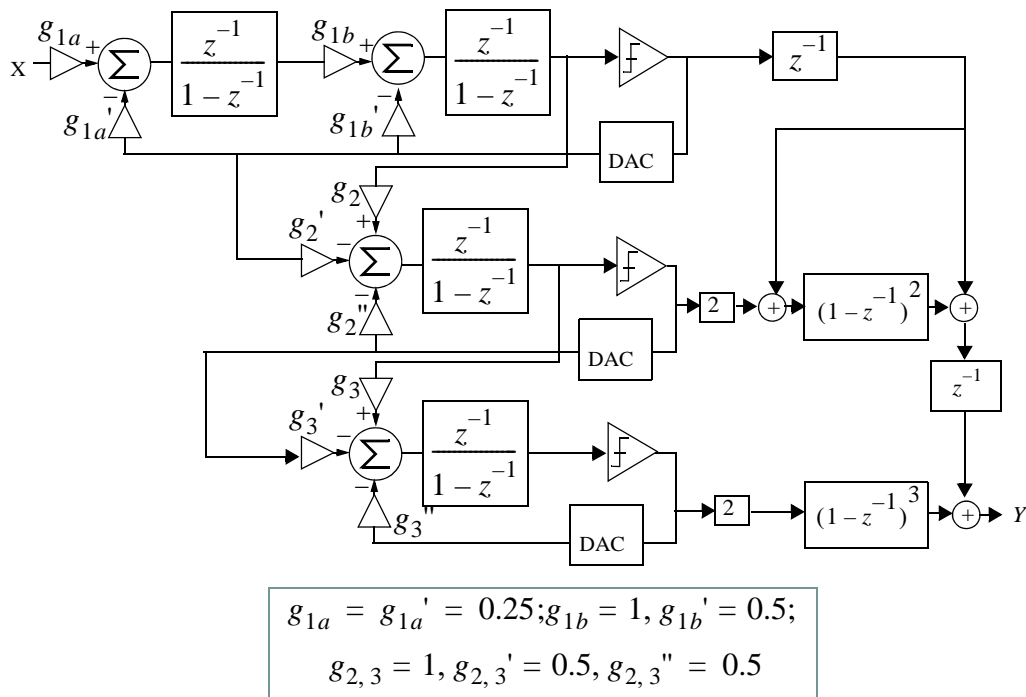


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

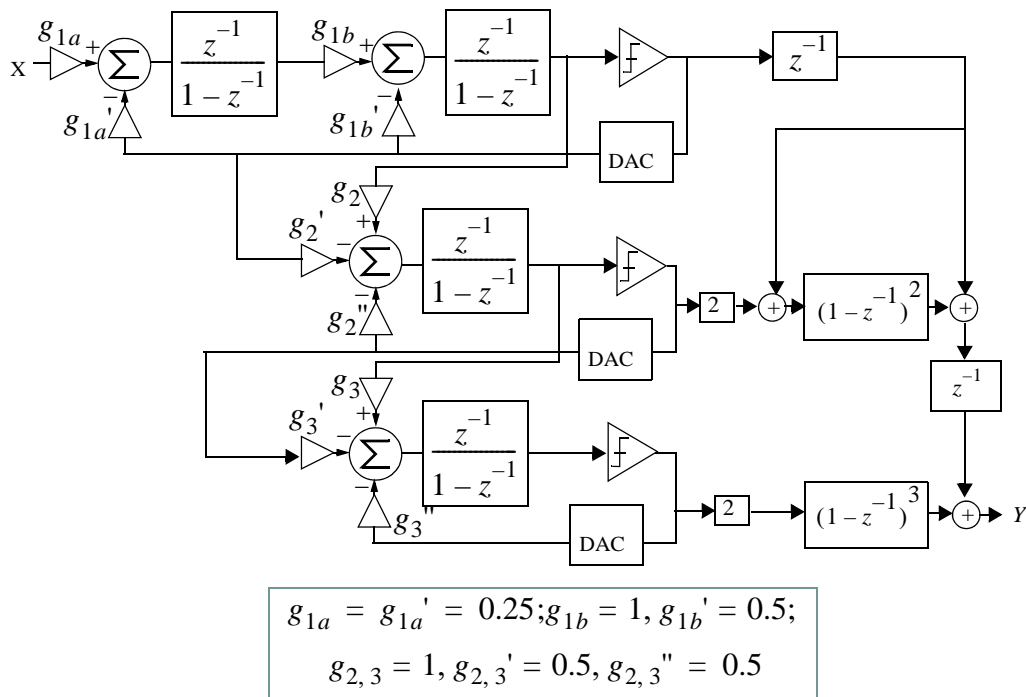


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

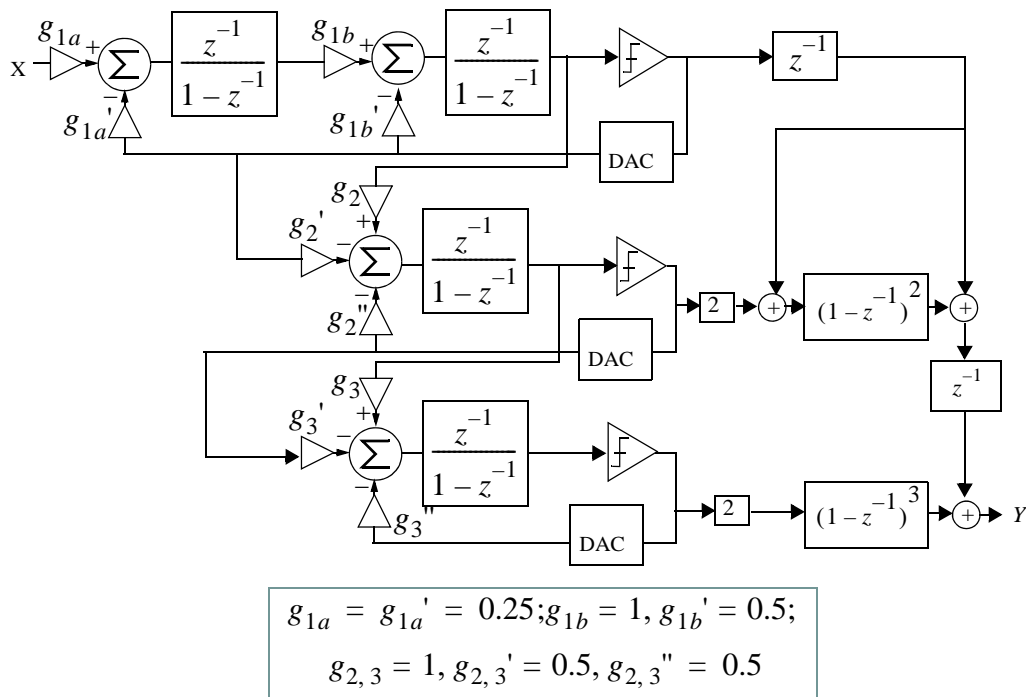


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

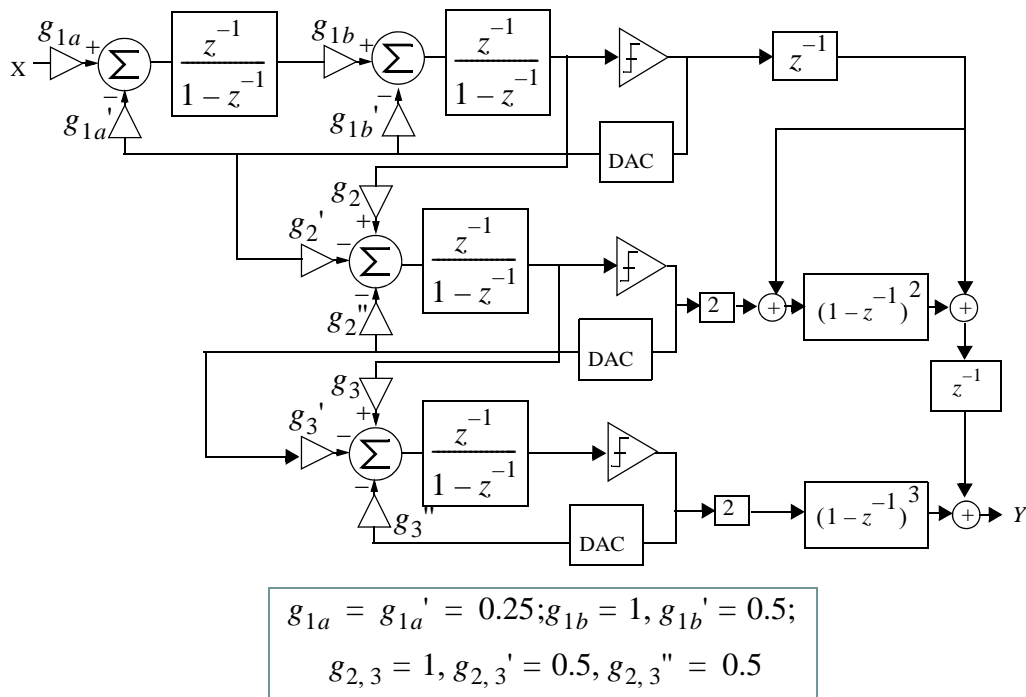


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

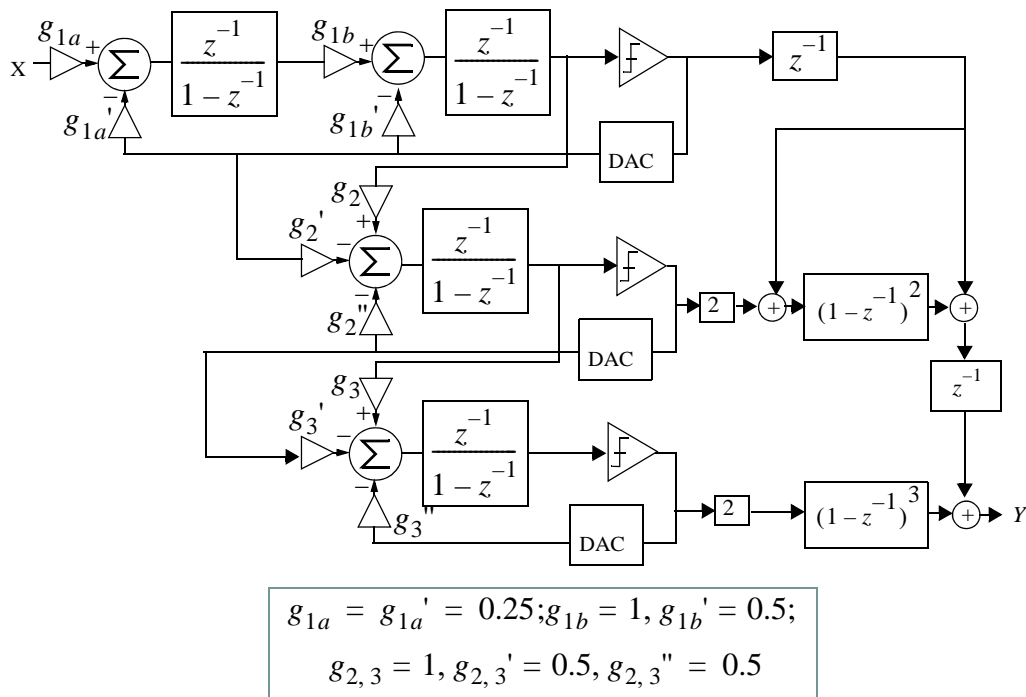


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

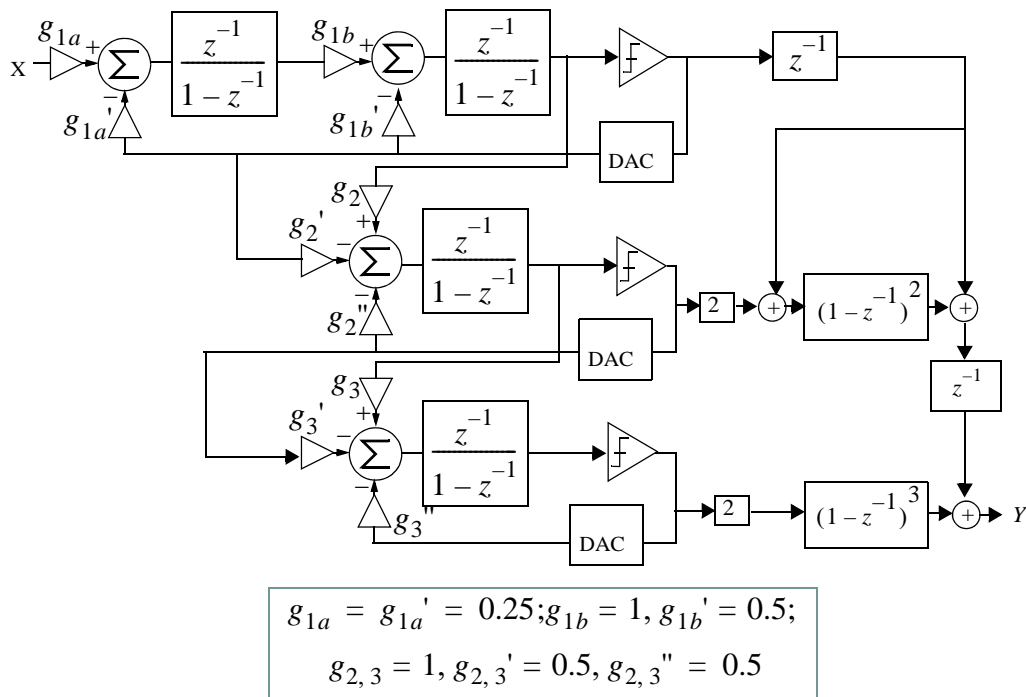


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.

Ejercicio 3

Diseño de Convertidores Sigma-Delta

1. Objetivos

Este ejercicio pretende que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos sobre convertidores sigma-delta. En particular:

- Adquiriendo una visión práctica a través de la experimentación (usando simuladores) con topologías de moduladores en cascada.
- Analizando el impacto que tienen los efectos no-ideales de los circuitos usados para construir las arquitecturas sobre la operación de los moduladores.

Se pretende además que los alumnos incrementan su nivel de familiarización con los circuitos de tiempo discreto y con los métodos usados para simularlos y diseñarlos.

2. Convertidor Analógico/Digital para una aplicación de ADSL+.

En esta aplicación se requiere una resolución en el rango de 14-bits y un ancho de banda de 2.2MHz.

- 1) *Estudio Ideal*: Estudie por simulación la viabilidad del uso del modulador de la Fig. 1 para conseguir las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva *SNR* en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo mínima que se necesita?
- 2) *Estudio Real*: Suponga que los integradores FE de la Fig. 1 se realizan mediante circuitos SC. Utilizando el modelo de comportamiento descrito en clase, estudie mediante simulación el impacto de los siguientes mecanismos de error:
 - Ganancia finita del amplificador
 - Ruido térmico
 - Ruido "jitter"
 - Producto ganancia-ancho de banda
 - "Slew-Rate"

Para cada uno de ellos obtenga las cotas necesarias para obtener las especificaciones.

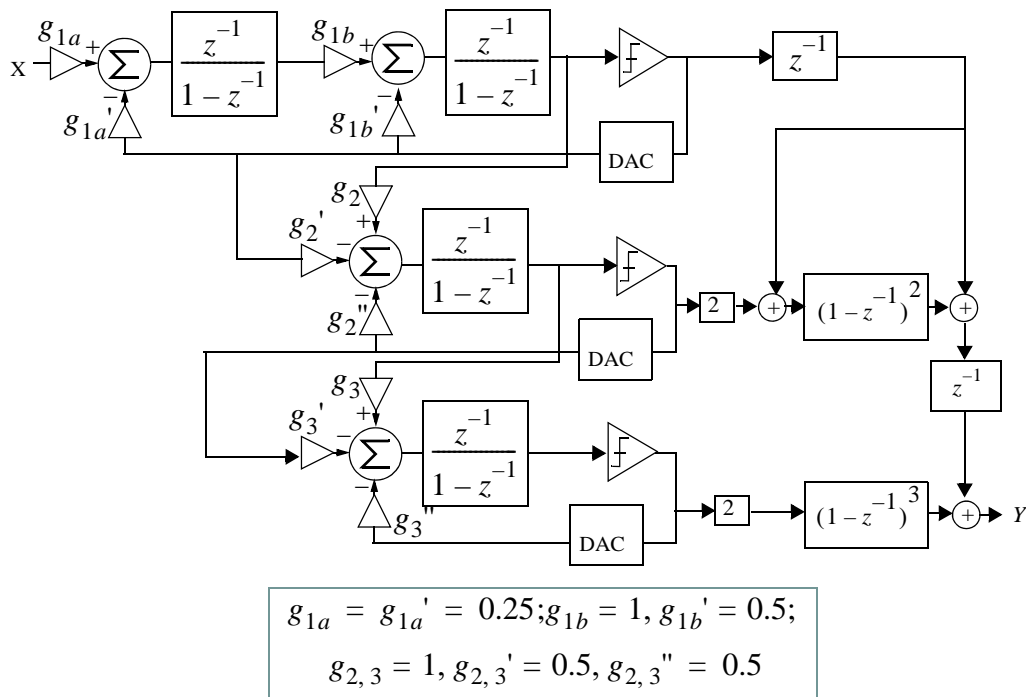


Fig. 1 Modulador $\Sigma\Delta$ LP de cuarto orden cascada 2-1-1.

3. Convertidor A/D para una aplicación de Bluetooth.

En este caso se requieren las siguientes especificaciones:

- resolución igual a 13 bits,
- ancho de banda de 1MHz y
- frecuencia central 10.7MHz (voluntario).

- 1) *Estudio ideal*: Realice una transformada $z^{-1} \rightarrow -z^{-2}$ sobre el modulador de la Fig. 1 y estudie la viabilidad del uso del modulador resultante para obtener las especificaciones anteriormente descritas. Obtenga el espectro de salida ideal de dicho modulador y una curva SNR en función de la amplitud de la entrada. ¿Cuál es la frecuencia de muestreo resultante?
- 2) *Ganancia finita*: Suponga que los resonadores del modulador resultante en el apartado 2.a se realizan mediante circuitos SC y que éstos son ideales excepto por el efecto de la ganancia finita en DC del amplificador operacional, A_0 . Obtenga el valor mínimo de ganancia necesario para conseguir las especificaciones requeridas para el convertidor A/D. Realice el ejercicio tanto para resonadores LDI como para FE y compare los resultados obtenidos en ambos casos.
 - 2.A) "Mismatch": Considere que existe un despareamiento entre los condensadores que puede modelarse como un error aleatorio de media cero y desviación estándar, σ_m . Obtenga cual es el valor máximo de σ_m para conseguir las especificaciones de Bluetooth.
 - 2.B) *No-linealidad*: Suponiendo que la ganancia del amplificador depende no linealmente de la tensión de salida como $A_V = A_0(1 + \gamma v_o^2)$. Obtenga la cota máxima de γ para que el IM_3 del convertidor esté por debajo de la resolución requerida.