



## Filtros Activos I

Bioing. Juan Manuel Reta

Sistemas de Adquisición y Procesamiento

# Contenidos

- 1 Filtros Activos
  - Métodos de Realización
- 2 Sallen-Key
  - Implementación
- 3 Múltiples Realimentaciones
  - Generalidades
- 4 Bibliografía
  - Bibliografía

# Métodos de Realización

¿Por qué emplear filtros activos?



# Métodos de Realización

¿Por qué emplear filtros activos?



A frecuencias inferiores a 1 MHz los filtros pasivos R-L-C son en general voluminosos, pesados y costosos.

# Métodos de Realización

¿Por qué emplear filtros activos?



A frecuencias inferiores a 1 MHz los filtros pasivos R-L-C son en general voluminosos, pesados y costosos.

- Reducción de Volumen y Peso
- Síntesis de elementos inductivos
- Reducción del costo de fabricación

# Métodos de Realización

Los métodos de síntesis de sistemas activos se pueden clasificar en:

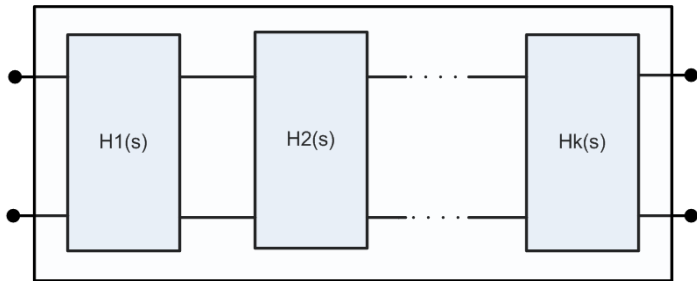
- **Métodos Directos**

# Métodos de Realización

Los métodos de síntesis de sistemas activos se pueden clasificar en:

- **Métodos Directos**
- **Métodos Indirectos**

# Generalidades



$$H(s) = H_1(s) \cdot H_2(s) \cdot H_3(s) \cdots H_k(s) = \frac{V_0}{V_i}$$



# Generalidades

La técnica en cascada soluciona el problema de implementar funciones de transferencias generales, debido a que existe un número finito de estructuras de 2do orden aptas para funciones de transferencia.

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

①  $a_2 = a_1 = 0$  Pasa bajos

# Generalidades

La técnica en cascada soluciona el problema de implementar funciones de transferencias generales, debido a que existe un número finito de estructuras de 2do orden aptas para funciones de transferencia.

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

- ①  $a_2 = a_1 = 0$  Pasa bajos
- ②  $a_2 = a_0 = 0$  Pasa banda

# Generalidades

La técnica en cascada soluciona el problema de implementar funciones de transferencias generales, debido a que existe un número finito de estructuras de 2do orden aptas para funciones de transferencia.

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

- ❶  $a_2 = a_1 = 0$  Pasa bajos
- ❷  $a_2 = a_0 = 0$  Pasa banda
- ❸  $a_1 = a_0 = 0$  Pasa altos

# Generalidades

La técnica en cascada soluciona el problema de implementar funciones de transferencias generales, debido a que existe un número finito de estructuras de 2do orden aptas para funciones de transferencia.

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

- ①  $a_2 = a_1 = 0$  Pasa bajos
- ②  $a_2 = a_0 = 0$  Pasa banda
- ③  $a_1 = a_0 = 0$  Pasa altos
- ④  $a_1 = 0$  y  $a_2 \leq \frac{a_0}{b_0}$  Pasa bajos notch

# Generalidades

La técnica en cascada soluciona el problema de implementar funciones de transferencias generales, debido a que existe un número finito de estructuras de 2do orden aptas para funciones de transferencia.

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

- ①  $a_2 = a_1 = 0$  Pasa bajos
- ②  $a_2 = a_0 = 0$  Pasa banda
- ③  $a_1 = a_0 = 0$  Pasa altos
- ④  $a_1 = 0$  y  $a_2 \leq \frac{a_0}{b_0}$  Pasa bajos notch
- ⑤  $a_1 = 0$  y  $a_2 \geq \frac{a_0}{b_0}$  Pasa altos notch

# Generalidades

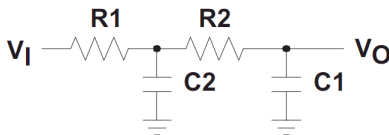
La técnica en cascada soluciona el problema de implementar funciones de transferencias generales, debido a que existe un número finito de estructuras de 2do orden aptas para funciones de transferencia.

$$H(s) = \frac{a_2 s^2 + a_1 s + a_0}{s^2 + b_1 s + b_0}$$

- ❶  $a_2 = a_1 = 0$  Pasa bajos
- ❷  $a_2 = a_0 = 0$  Pasa banda
- ❸  $a_1 = a_0 = 0$  Pasa altos
- ❹  $a_1 = 0$  y  $a_2 \leq \frac{a_0}{b_0}$  Pasa bajos notch
- ❺  $a_1 = 0$  y  $a_2 \geq \frac{a_0}{b_0}$  Pasa altos notch
- ❻  $-a_1/a_2 = b_1$  y  $a_0/a_2 = b_0$  Pasa todo

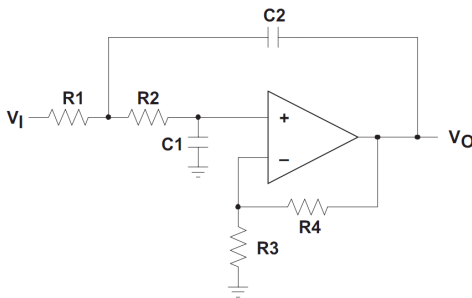
# Sallen-Key

En 1955 Sallen y Key publicaron una tabla de circuitos RC que a través de una fuente de tensión controlada por tensión VCVS, lograban implementar funciones de polos complejos.



$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{s^2 \cdot R_1 C_2 R_2 C_1 + s \cdot (R_1 C_2 + R_2 C_1 + R_1 C_1) + 1}$$

# Sallen-Key

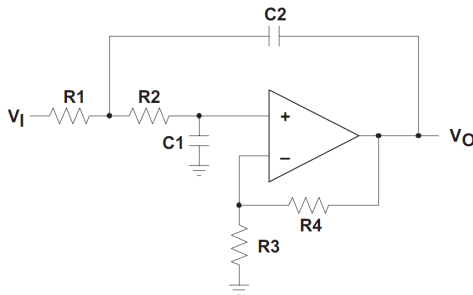


## Concepto

Al introducir una realimentación a través de  $C_2$  se logra implementar funciones de transferencia con polos complejos ubicados fuera del semi-eje real negativo.

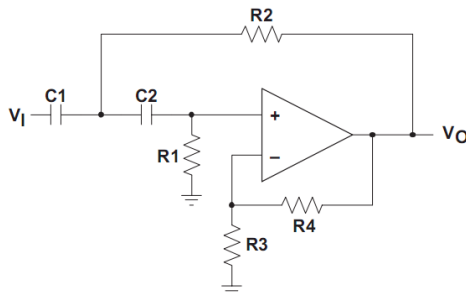


# Sallen-Key



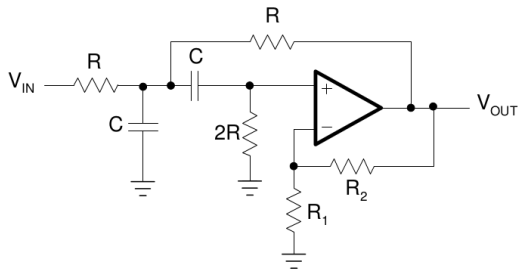
$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{K}{s^2 \cdot R_1 C_2 R_2 C_1 + s \cdot [R_1 C_1 + R_2 C_1 + R_1 C_2 (1 - K)] + 1}$$

# Sallen-Key



$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{K (R_1 R_2 C_1 C_2 s^2)}{s^2 \cdot R_1 C_2 R_2 C_1 + s \cdot [R_2 C_1 + R_2 C_2 + R_1 C_2 (1 - K)] + 1}$$

# Sallen-Key

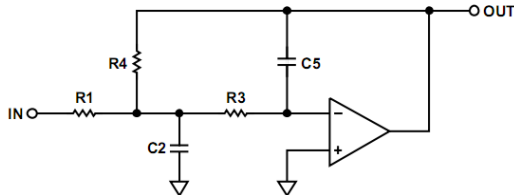


Llamando  $K = 1 + \frac{R_2}{R_1}$  nos queda:

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{G \cdot RCs}{s^2 R^2 C^2 + sRC (3 - K) + 1}$$

# Múltiples Realimentaciones

$$\frac{-H \omega_0^2}{s^2 + \alpha \omega_0 s + \omega_0^2}$$



$$\frac{V_O}{V_{IN}} = \frac{-H \frac{1}{R1 R3 C2 C5}}{s^2 + s \frac{1}{C2} \left( \frac{1}{R1} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R4} \right) + \frac{1}{R3 R4 C2 C5}}$$

# Múltiples Realimentaciones

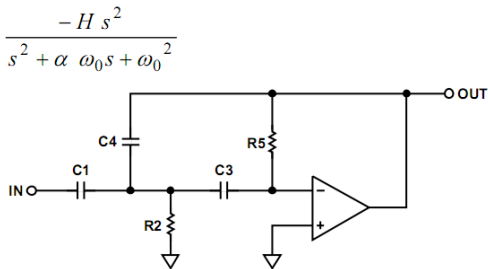
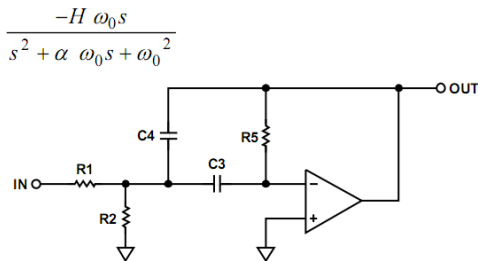


Figure 5.

$$\frac{V_O}{V_{IN}} = \frac{-s^2 \frac{C1}{C4}}{s^2 + s \left( \frac{C1 + C3 + C4}{C3 C4 R5} \right) + \frac{1}{R2 R5 C3 C4}}$$

# Múltiples Realimentaciones



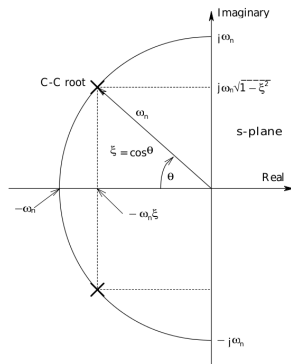
$$\frac{V_O}{V_{IN}} = \frac{-s \frac{1}{R1 C4}}{s^2 + s \frac{C3 + C4}{C3 C4 R5} + \frac{1}{R5 C3 C4} \left( \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \right)}$$

# Secciones de 2do orden

$$H(s) = \frac{H_0 \omega_n^2}{s^2 + 2\xi \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$

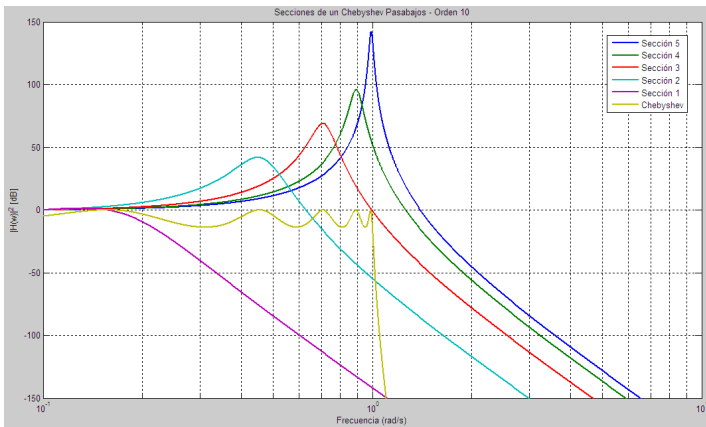
$$Q = \frac{1}{2\xi}$$

$$H(s) = \frac{H_0 \omega_n^2}{s^2 + \frac{\omega_n}{Q} s + \omega_n^2}$$



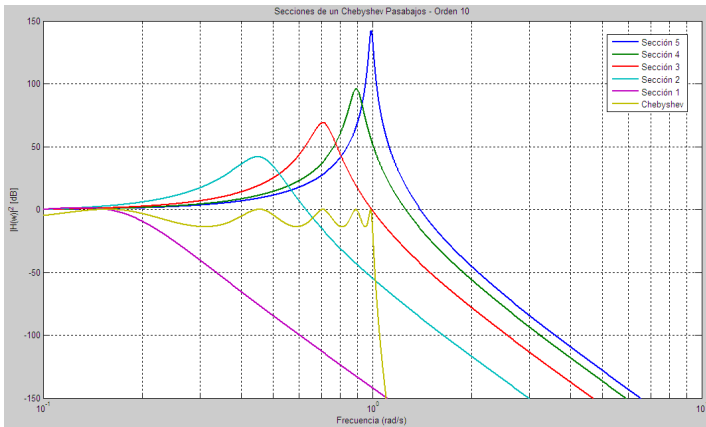
# Características

Analicemos que sucede con estas secciones en un sistema de orden superior. *Chebyshev Pasa-bajos de orden 10.*





# Características



El valor de  $Q$  puede presentarse gráficamente como la distancia entre la línea  $0 - dB$  y el punto máximo de la respuesta de ganancia del filtro.

# Bibliografía

