

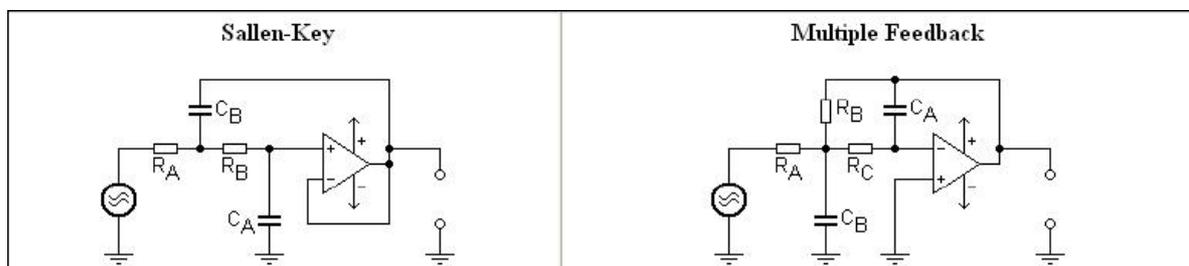
CAPÍTULO 6.- DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL FILTRO PARA DVB-T

Existen dos familias de arquitecturas de Múltiple feedback: Múltiple Feedback (entre las que estas las topologías Sallen-Key y Raush) y las estructuras Múltiple Loop Feedback (entre las que se encuentran las estructuras Follow the Leader, Leapfrog, Summed feedback...).

Al no encontrar circuito de Arquitectura multiple-loop-feedback que cumpliese con la frecuencia de corte ni con la forma esperada, aunque el circuito desde el punto de vista del ruido y de la sensibilidad actuaba de una forma más que satisfactoria, se decidió optar por la Arquitectura de Múltiple Feedback.

6.1. Arquitectura multiple feedback

Dentro de esta familia de estructuras existen dos topologías principalmente. La topología Sallen-Key y la topología de Raush.



Ambas topologías tienen la peculiaridad de que pueden implementar un par de polos complejos conjugados utilizando un único operacional, lo que

inicialmente reduciría tanto el consumo como el área inicial del circuito.

Las principales diferencias se muestran en el siguiente cuadro.

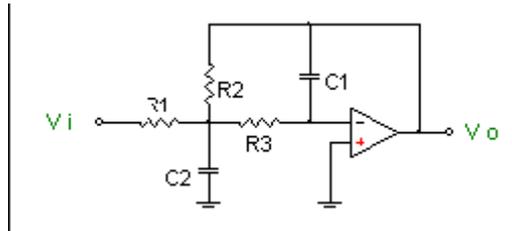
Sallen Key	Multiple Feedback
No inversora	Inversora
Ganancia unidad muy precisa	La ganancia depende del valor de las R
La capacidad de entrada es considerable	Independiente de la capacidad de entrada
Las cargas son resistivas incluso para HP	Las cargas son capacitivas

Se descartó la topología Sallen Key ya que presenta un mal comportamiento frente al ruido, ya que este empieza a crecer antes de la frecuencia de corte. En este diseño se pretendía trabajar priorizando el comportamiento frente al ruido, ya que el problema de la linealidad iba a ser menos importante porque trabajamos con amplificadores operacionales realimentados, que presentan mejor comportamiento que los operacionales de transconductancia, que no presentan realimentación alguna. Además la no conexión a tierra virtual (generado por la realimentación positiva) puede generar una distorsión interna en el operacional debido a una tensión de modo común elevada.

Atendiendo a lo anterior y a que la estructura múltiple feedback es especialmente recomendada para el diseño de filtros con Q elevados, se decide implementar la topología de Raush para el diseño del filtro.

6.1.1. Estudio de la estructura Raush

Para diseñar el filtro dividimos la función de transferencia en funciones de segundo orden e igualamos con la función de transferencia de la estructura de Raush



Para obtener la función de transferencia de este bloque, planteamos ecuaciones de nudos y aplicamos el principio de tierra virtual.

$$g_1 (V_i - V_a) = V_a s C_2 + V_a g_3 + (v_a - v_o) g_2$$

$$g_3 V_a = -V_o s C_1$$

Despejando V_a de la segunda ecuación y sustituyendo en la primera obtenemos:

$$g_1 \left(V_i - \frac{V_o s C_2}{g_3} \right) = -V_o s^2 \frac{C_1 C_2}{g_3} - V_o s C_2 - g_2 \left(V_o + V_o s \frac{s C_2}{g_3} \right)$$

Dividimos por V_i y despejamos:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-\frac{g_1 g_3}{C_1 C_2}}{s^2 + s \left(\frac{g_3}{C_2} + \frac{g_2}{C_2} + \frac{g_1}{C_2} \right) + \frac{g_2 g_3}{C_1 C_2}}$$

Rescribiendo la función de transferencia obtenemos:

$$A(s) = \frac{\frac{R_2}{R_1}}{1 + w_c C_1 \left(R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} \right) s + w_c^2 C_1 C_2 R_2 R_3 s^2}$$

Por simplicidad en la notación podemos describir la ecuación como:

$$A(s) = \frac{A_o}{1 + as + bs^2}$$

Aparentemente tenemos 5 componentes para fijar tres parámetros y esto nos dará 2 grados de libertad para trabajar y fijar el valor de resistencias y condensadores, pero estos dos grados de libertad no son tales como se demostrará a continuación:

Si fijamos los valores iniciales de los condensadores tenemos:

$$R_2 = \frac{a_1 C_2 - \sqrt{a_1^2 C_2^2 - 4b_1 C_1 C_2 (1 - A_o)}}{4\pi f_c C_1 C_2}$$

$$R_1 = \frac{R_2}{-A_o}$$

$$R_3 = \frac{b_1}{4\pi^2 f_c^2 C_1 C_2 R_2}$$

Si prestamos atención a la primera ecuación para que R2 tenga un valor real se debe cumplir que:

$$C_2 \geq C_1 \frac{4b_1(1-A_0)}{a_1^2}$$

Si atendemos a esto, no existen como se pensó en un principio los dos grados de libertad para fijar los parámetros de diseño. Para etapas con un factor de calidad pequeño esta condición no será muy restrictiva pero para etapas con un factor de calidad elevado la relación entre las capacidades puede ser del orden de 100 a 1.

En lo que respecta a la sensibilidad de esta topología obtenemos que para una variación del 1% tanto en resistencias como capacidades, se obtiene:

$$S_R^f = s_C^f = \pm 0.5\%$$

$$S_K^f = 0$$

$$S_C^Q = \pm 0.5\%$$

$$S_K^Q = \pm \frac{KR_3}{R_2 + R_3 + KR_3}$$

$$S_R^Q = \pm \frac{R_2 - R_3 - KR_3}{2(R_2 + R_3 + KR_3)}$$

$$K = R_2/R_1$$