

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

# Trabajo Práctico N°5: Filtros Activos y Celdas Teoría de Circuitos - 2019

Grupo 1:

Farall, Facundo David  
Gaytan, Joaquín Oscar  
Kammann, Lucas  
Maselli, Carlos Javier  
Müller, Malena

Profesores:

Jacoby, Daniel Andrés  
Belaustegui Goitia, Carlos  
Iñaki Iribarren, Rodrigo

30 de octubre de 2019

## ÍNDICE

<b>1. Celda Sallen-Key</b>	<b>3</b>
<b>2. Celda Rauch (Deliyannis - Friend modificada)</b>	<b>4</b>
<b>3. Celda Sedra-Ghorab-Martin</b>	<b>5</b>
3.1. Introducción . . . . .	5
3.2. La celda Sedra-Ghorab-Martin . . . . .	5
<b>4. Celda Universal</b>	<b>8</b>

## 1. CELDA SALLEN-KEY

## 2. CELDA RAUCH (DELIYANNIS - FRIEND MODIFICADA)

### 3. CELDA SEDRA-GHORAB-MARTIN

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se realiza un análisis de la celda denominada Sedra-Ghorab-Martin, y posteriormente el diseño, síntesis y análisis de un filtro activo empleando dicha celda. La principal fuente de información será el paper denominado "*Optimum configurations for Single-Amplifier Biquadratic Filters*"

#### 3.2. LA CELDA SEDRA-GHORAB-MARTIN

La celda Sedra-Ghorab-Martin (en adelante, celda SGB") es un circuito creado en el año 1980 por los miembros de IEEE cuyos nombres se reflejan en el nombre de la celda. Dicho circuito se basa en el circuito pasabanda de Deliyannis, que se reproduce a continuación.

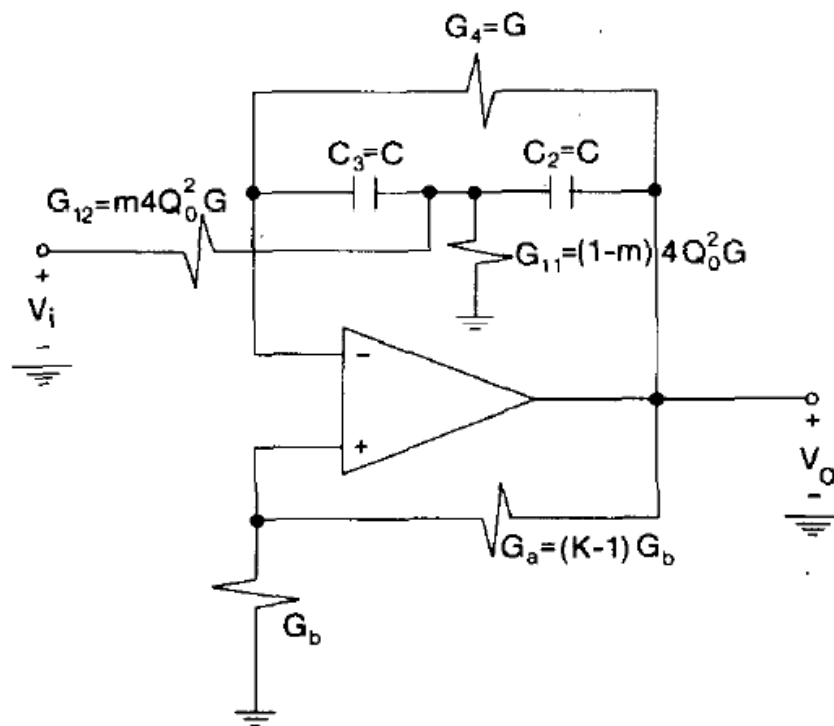


Figura 3.1: Pasabanda Deliyannis

Donde  $k$  es una constante que es directamente proporcional a la cantidad de realimentación positiva del circuito. Este circuito es posteriormente generalizado por Friend para poder construir cualquier tipo de configuración de filtro. El mismo se caracteriza por poseer una alta selectividad, empleando tanto realimentación positiva como negativa. Sin embargo, para poder sintetizar cualquier tipo de filtro es necesario cargar la red RC que se observa en la realimentación negativa del circuito 3.2, lo que hace poco realizable el diseño del mismo.

Por otro lado, se encontró que realizando una transformación complementaria sobre el circuito de Deliyannis (esto es, intercambiando la salida del amplificador operacional por masa, y procediendo análogamente con la entrada inversora y no inversora del mismo) se deriva en el circuito de Sallen-Key manteniendo una realimentación positiva. Cabe destacar que esta transformación conserva la sensibilidad de los polos del circuito, pero no así con los ceros de transmisión del mismo. Aún así, se llegó a la conclusión de que es más ventajoso implementar las configuraciones de filtros en una celda Sallen-Key con realimentación positiva (exceptuando el caso de un filtro pasabanda).

En la figura de abajo se observa como aplicando transformación complementaria y cambios en la red RC se llega a distintos circuitos con la característica de poseer una red de realimentación similares a un circuito Sallen-Key.

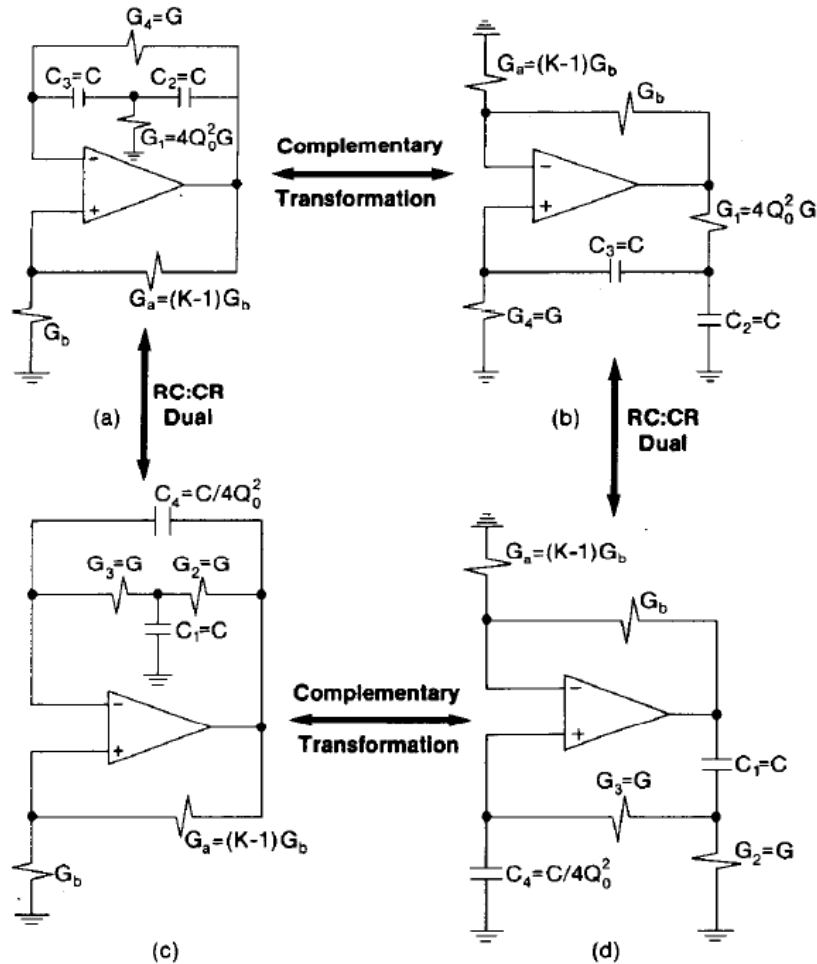


Figura 3.2: Resultados de las transformaciones

Los circuitos 3.2 b) y 3.2 d) son llamados EPF (Enhanced positive feedback), y son la base de la celda SGB. Esta característica esta dada por un coeficiente  $K > 1$ . Para los cuatro circuitos de la figura se cumplen las siguientes ecuaciones que describen el comportamiento de los mismos.

$$\frac{C}{G} = \frac{2Q_0}{\omega_0} \quad (3.1)$$

$$K - 1 = \frac{1}{2Q_0^2} \cdot \left(1 - \frac{Q_0}{Q}\right) \quad (3.2)$$

Donde  $Q_0$  es un parámetro de diseño que cumple  $Q > Q_0$ . De esta forma, los circuitos del tipo EPF permiten implementar filtros con la siguiente función transferencia de segundo orden

$$H(s) = \frac{n_2 s^2 + n_1 s + n_0}{s^2 + s \left( \frac{\omega_0}{Q} \right) + \omega_0^2} \quad (3.3)$$

Donde los coeficientes  $n_i$  determinan los ceros de transmisión, y por ende el tipo de filtro implementado por el circuito. Para poder lograr esto sin afectar la ubicacion de los polos se necesita que aquellos componentes que se encuentren conectados a masa sean desconectados de la misma, total o parcialmente (dividiéndolos). Asi, se

obtienen los dos circuitos HPB (*high-pass biquad*) y LPB (*low-pass biquad*) que se muestran en las figuras 3.3 y 3.4 respectivamente.

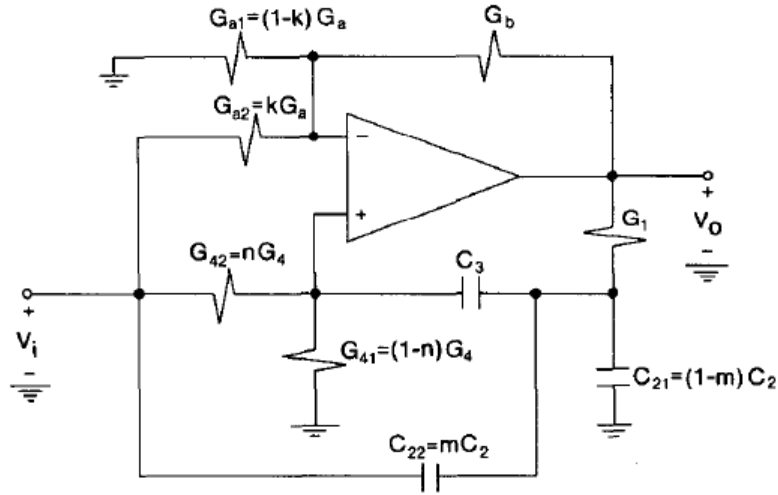


Figura 3.3: High-pass biquad

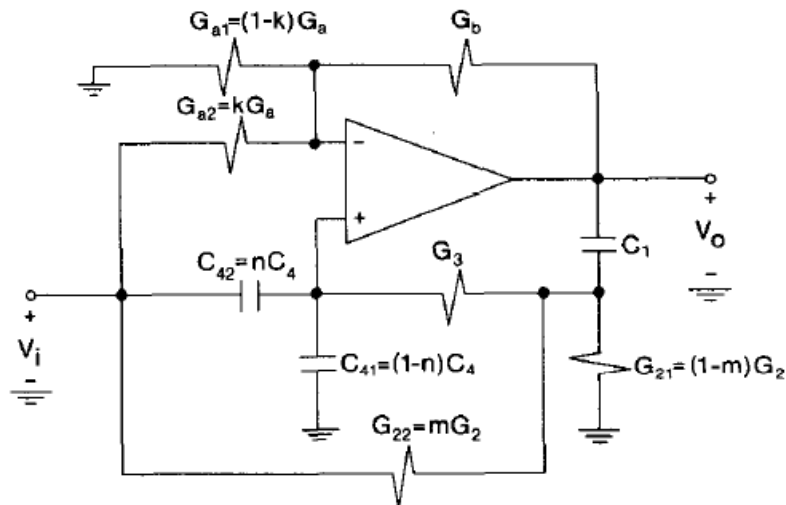


Figura 3.4: Low-pass biquad

Como sus nombres lo indican, ambos circuitos son empleados para la implementación de distintos tipos de filtros. El circuito a elegir en función de la aplicación elegida se muestra en la tabla a continuación.

#### 4. CELDA UNIVERSAL