

AKIM TAŞIYICILARLA GERÇEKLEŞTİRİLEN GERÇEK ÇOK FAZLI SÜZGEÇ KATI

Mahmut ÜN¹

Serap ÇEKLi²

^{1,2} Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik Fakültesi

İstanbul Üniversitesi Avcılar Kampüsü, 34320, Avcılar, İstanbul

¹e-posta: unmahmut@istanbul.edu.tr

²e-posta: serapc@istanbul.edu.tr

Anahtar sözcükler: Akım taşıyıcı, aktif süzgeç, çok fazlı süzgeç, frekans transfer fonksiyonları, birinci ve yüksek dereceden çok fazlı filtre

ABSTRACT

A new RC-active polyphase filter section implemented with current conveyors (CCII) is presented. The proposed section is based on first order single stage first order prototype polyphase filter and uses totally eight conventional CCII and RC components. With a cascade of these sections, higher order polyphase filter can be realized. In order to investigate the filter performance frequency transfer functions of the section are derived for non-ideal current conveyors. Furthermore the filter characteristics depending on current gains of CCII are investigated by computer simulations.

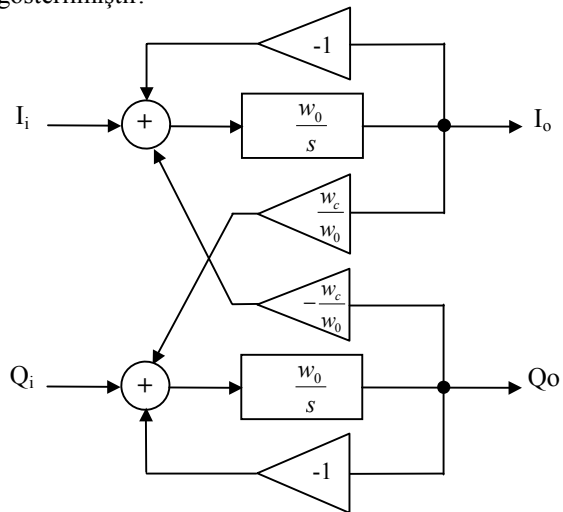
1. GİRİŞ

Çok fazlı süzgeçler, son yıllardaki telsiz haberleşme sistemleri için en temel elemanlardan biridir. Çok fazlı süzgeçler pozitif ve negatif frekansları ayırmak için kullanılır. 1970'li yıllarda pasif RC çok fazlı süzgeçler kullanıldı [1-3]. Çok fazlı süzgeçlerin bugünkü uygulamaları sıfır ve alçak IF alıcılarda yapılmaktadır. Son yıllarda IF alıcılarda kullanılan çok fazlı süzgeçlerin entegre devrelerle gerçeklenmeleri ön plana çıkmıştır [4-6].

Bu nedenle bu bildiride, klasik CCII ve RC devreleriyle gerçekleştirilen çok fazlı süzgeç katı önerilmiştir. İzleyen bölümlerde önce önerilen çok fazlı süzgeç katının tasarımı ve gerçekleştirilmesi ele alınmıştır. Daha sonra süzgeç katının performans analizi için transfer fonksiyonları hesaplanmış ve bilgisayar benzetimleri yapılmıştır.

2. AKIM TAŞIYICILARLA ÇOK FAZLI SÜZGEÇ GERÇEKLEME

Çok fazlı bir süzgecin iki diferansiyel girişi (I ve Q) ve iki çıkışı (I ve Q) vardır. Bu nedenle süzgeç dört transfer fonksiyonuyla karakterize edilir. Çok fazlı süzgeçlerde pozitiften pozitif frekanslara bir geçirme bandı, negatiften negatif frekanslara bir zayıflatma bandı, pozitiften negatif frekanslara sinyal geçişi olmaması ve bunun tersinin olması koşulları sağlanmalıdır. Böyle bir süzgecin devre sentezi ve transfer fonksiyonları bir alçak geçiren süzgeç karakteristiğinin lineer bir transformasyonu ile bulunabilir. Bu transformasyon, pozitif ve negatif frekanslar için geçirme bandı transfer fonksiyonunu farklı yapar. Böyle bir transfer fonksiyonu gerçekleyen devrenin blok diyagramı şekil 1'de gösterilmiştir.

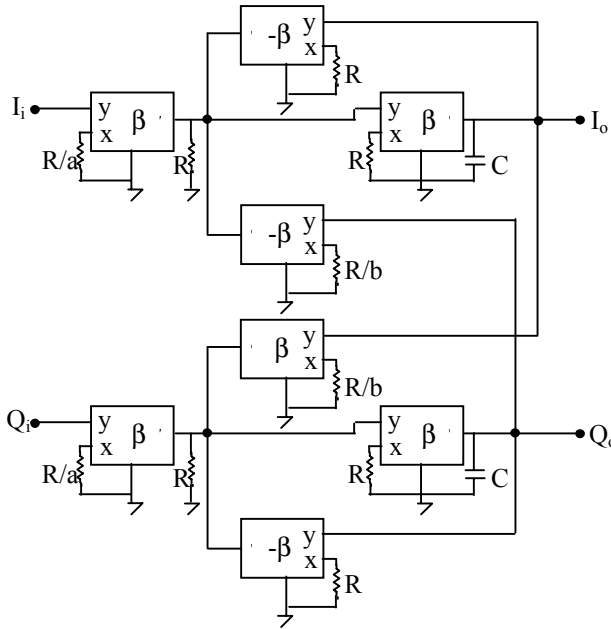


Şekil 1 Birinci dereceden çok fazlı süzgecin blok diyagramı

Daha yüksek dereceden süzgeçler, bu katların kaskat bağlanmasıyla gerçekleştirilebilir. Blok diyagramından süzgeç giriş-çıkış ilişkisi;

$$\begin{bmatrix} I_i \\ Q_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \frac{s}{w_0} & \frac{w_c}{w_0} \\ -\frac{w_c}{w_0} & 1 + \frac{s}{w_0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_0 \\ Q_0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

eşitliğiyle verilir. Burada w_0 , LP (alçak geçiren) süzgecin band genişliğini ve w_c , BP (band geçiren) süzgecin merkez frekansını gösterir. Bu blok diyagramını akım taşıyıcılarla gerçekleyen aktif RC devresi şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2 Aktif-RC gerçekleştirme

Burada a ve b değerleri süzgeç tasarımında kullanılan tasarım ölçekleme katsayılarıdır. Önerilen devrede iki gerilim tipi integral alıcı ve iki adet gerilim toplayıcı kullanılmıştır. Akım taşıyıcıların ideal olmadığı ve akım kazançlarının β olduğu varsayılarak şekil 2’de ki devrenin analizi sonucunda, ters transmisyon matrisi yardımıyla giriş-çıkış ilişkisi

$$\begin{bmatrix} I_o \\ Q_o \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta} \begin{bmatrix} a \left[\frac{RCs}{\beta^2 a} + 1 \right] & -b \\ b & \frac{RCs}{\beta^2 a} + 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_i \\ Q_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

olarak elde edilir. Burada,

$$\Delta = \left(\frac{RCs}{\beta^2} + 1 \right)^2 + b^2 \text{ olarak tanımlanmıştır.}$$

Ters transmisyon matrisini kullanarak süzgeç frekans transfer fonksiyonları kolayca hesaplanabilir [7]. Sırayla geçirme bandı transfer fonksiyonu,

$$H_P(s) = \frac{a}{2\Delta} \left[\frac{RCs}{\beta^2} + 1 + b - j \left(1 - b + \frac{RCs}{\beta^2} \right) \right] \quad (3)$$

durdurma bandı transfer fonksiyonu,

$$H_S(s) = \frac{a}{2\Delta} \left[\frac{RCs}{\beta^2} + 1 + b + j \left(1 - b + \frac{RCs}{\beta^2} \right) \right] \quad (4)$$

süzgeç transfer fonksiyonu,

$$H(s) = \frac{a}{\Delta} \left[\frac{RCs}{\beta^2} + 1 - jb \right] \quad (5)$$

ve denksizlik (mismatching) fonksiyonu, $H_m = 0$ olarak hesaplanır. $H_m = 0$ olduğundan önerilen filtre yapısıyla gerçek bir çok fazlı filtre elde edilmiştir.

Dört fazlı bir devrenin pozitif faz sıralaması için transfer fonksiyonu $H(\omega)$ ve negatif faz sıralaması için transfer fonksiyonu $H(-\omega)$ olsun. Devre diferansiyel giriş sinyalinin gösteren yalnız iki fazla sürülsün. Çıkışın aynı ve 90° faz bileşenleri sırayla V_I ve V_Q olduğuna göre gerilim transfer oranı aşağıdaki eşitlikle tanımlanır:

$$h(s) = -j \frac{H(\omega) - H(-\omega)}{H(\omega) + H(-\omega)} \quad (6)$$

(5) eşitliği kullanılarak (6) eşitliği tekrar hesaplanırsa

$$h(s) = \frac{-jRCs}{(1 - jb)\beta^2 a} \quad (7)$$

bulunur. Buradan çok fazlı filtre tasarımında kullanılan genlik ve faz hataları sırayla aşağıdaki eşitliklerle tanımlanır:

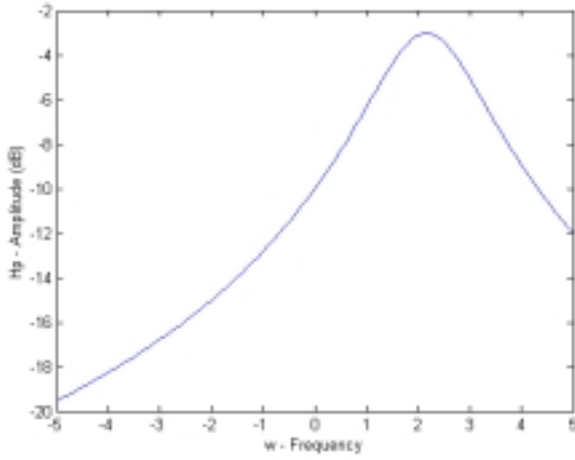
$$\text{genlik hatası} = (1 - |h|) \times 100 \quad (8)$$

$$\text{faz hatası} = \frac{-\pi}{2} - \arg(h) \quad (9)$$

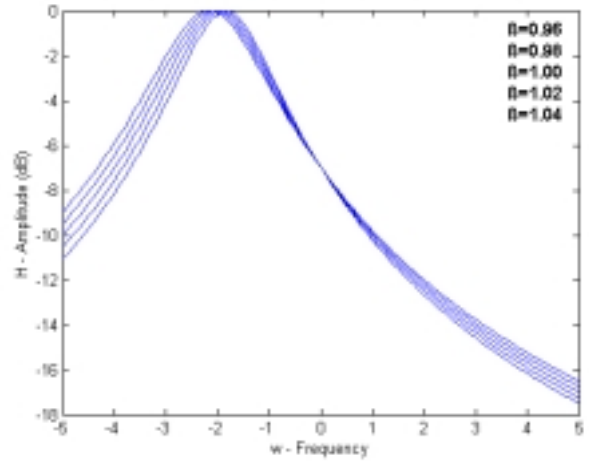
3. BENZETİM SONUÇLARI

Süzgeç frekans transfer fonksiyonlarının genliklerinin akım taşıyıcıların β akım kazanç parametresine göre değişimleri (3), (4),(5), (8) ve (9) eşitliklerinin bilgisayar benzetimleri yapılarak incelenmiştir. Benzetimlerde $RC=1$, $a=1$, $b=2$ ve $\beta=0.96, 0.98, 1.00, 1.02, 1.04$ değerleri kullanılmıştır. Benzetim sonuçlarını gösteren grafikler sırayla şekil.3, 4, 5, 6, 7 ve 8’ de gösterilmiştir. ve Benzetim sonuçlarından frekans transfer hata

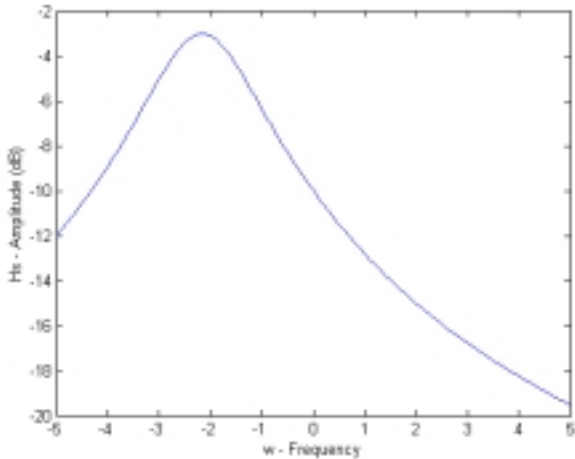
fonksiyonlarının akım taşıyıcıların kazançlarıyla ihmal edilecek kadar az değiştikleri görülmüştür. Buradan çok fazlı filtre tasarımlarının akım taşıyıcıların kazançları dikkate alınmadan yapılabilecekleri sonucuna varılır.Daha iyi filtre karakteristiği elde edebilmek için yüksek dereceden çok katlı çok fazlı filtreler tasarlanmalıdır.



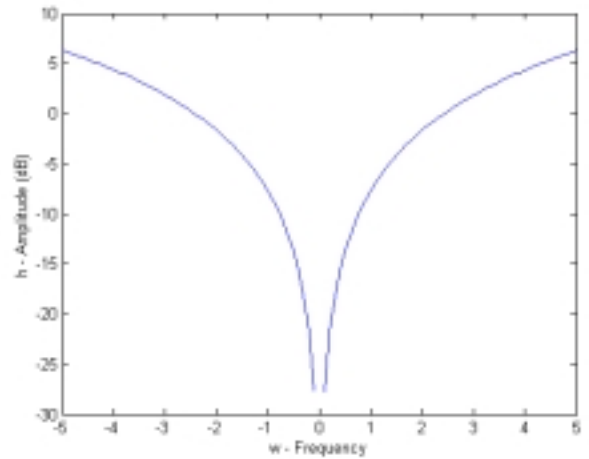
Şekil 3 |Hp| Geçirme Bandı Genliği



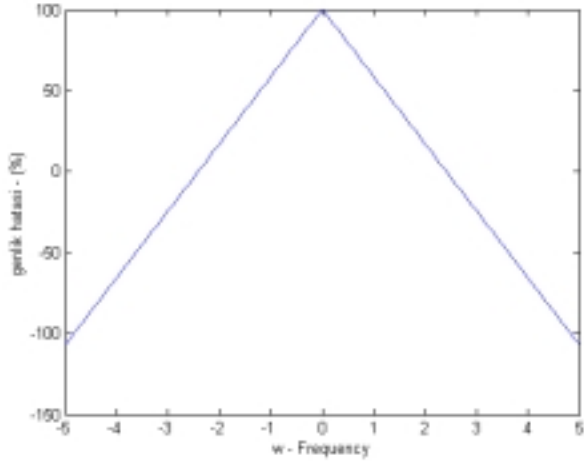
Şekil 5 |HT| Transfer Fonksiyonu Genliği



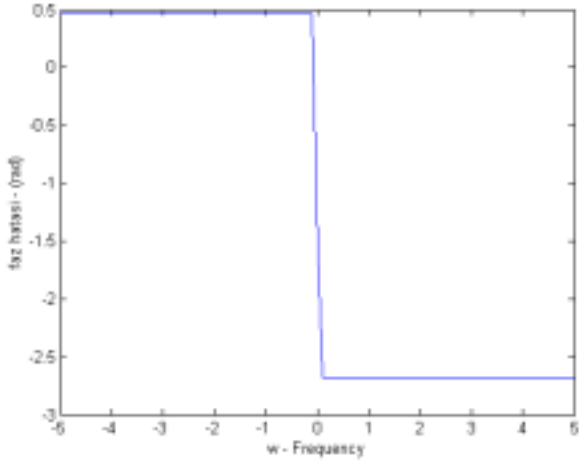
Şekil 4 |Hs| Durdurma Bandı Genliği



Şekil 6 |h| Gerilim Transfer Oranı Genliği



Şekil 7 Genlik Hatası



Şekil 8 Faz Hatası

kazanç parametresinden bağımsız olarak sıfır olması ($H_m = 0$), literatürde bulunan diğer aktif - RC devrelerine göre önemli bir üstünlük sağlamaktadır. Bundan başka filtre karakteristikleri akım taşıyıcıların kazançlarıyla değişmediğinden, çok fazlı filtre tasarımı akım taşıyıcıların kazançlarından bağımsız olarak yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Gingell M., A Symmetrical Polyphase Network, BRITISH PATENT 1174710, June 1968.
- [2] Gingell M, Single Sideband Modulation Using Sequence Asymmetric Polyphase Networks, Elect. Commun., Vol.48, no.1-2, pp.21-25, 1973.
- [3] Galol S., Ragaie F., Towfik S., RC Sequence Asymmetric Polyphase Networks for RF Integrated Transceivers, IEE TRANS.ON CIRCUITS AND SYSTEMS-II ADSP, Vol.47, no.1, pp.18-27, January 2000.
- [4] Crols J., Stayeart M., An Analog Integrated Polyphase Filter for a High Performance Low-IF Receiver, SYMP. VLSI CIRCUITS DIG.TECH. PAPERS, pp.87-88, Kyoto, Japan, June 1995.
- [5] Behbahani F., Kishigami Y., Leete J., Abidi A., CMOS Mixers and Polyphae Filters for Large Image Rejection, IEEE JOURN. SOLID-STATE CIRCUITS, Vol.36, pp.873-887, June 2001.
- [6] Tadjpour S., Cijvot E., Hegazi E., Abidi A., A 900MHz Dual Conversion Low IF GSM Receiver in 0.35 μ m CMOS, IEE JOURN. SOLID-STATE CIRCUITS, Vol.36, pp.1992-2002, December 2001.
- [7] Edward D., Wasfy B., Swomy M., New Active RC Networks for The Generation and Detection of Single Sideband Signals, IEEE CIRCUITS AND SYSTEMS, Vol.CAS-27, no.12,pp.1140-1154, December 1980.

4. SONUÇ

Bu çalışmada IF alıcılar için, RC ve akım taşıyıcılarla gerçekleştirilen birinci dereceden gerçek çok fazlı süzgeç katı önerilmiş ve önerilen devrenin performans analizi yapılmıştır. Gerçeklenen devrenin kaskad bağlanmasıyla elde edilen daha yüksek dereceden süzgeçlerin tasarımı daha sonraki çalışmalara bırakılmıştır. Ayrıca önerilen RC - aktif süzgeç katı entegre devre olarak da gerçekleştirilebilir.

Önce birinci dereceden gerçek çok fazlı süzgeç için önerilen devrenin performansını incelemek amacıyla süzgeç frekans transfer fonksiyonları hesaplanmıştır. Daha sonra frekans transfer fonksiyonlarının bilgisayar benzetimleri yapılarak, devrede kullanılan akım taşıyıcıların akım kazancına bağlı olarak süzgeç karakteristiklerinin değişimleri incelenmiştir. Önerilen devre yapısı için denksizlik fonksiyonunun akım