

# DO-CCII İLE YÜKSEK EMPEDANSLI, AKIM MODLU ÇOK FONKSİYONLU AKTİF SÜZGEÇ TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

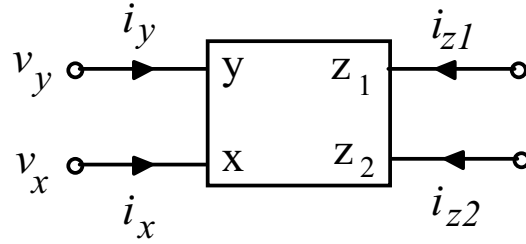
Hakan KUNTMAN Oğuzhan ÇİÇEKOĞLU Nil TARIM

## 1. GİRİŞ

- Akım modlu devreler üzerine yapılan çalışmalar gittikçe yoğunlaşmakta,
- Paralel olarak, işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (OTA), çift çıkışlı işlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (DO-OTA), akım taşıyıcı (CCII), dört uçlu yüzen nulör (FTFN), çok çıkışlı akım taşıyıcı (DO-CCII) gibi akım modlu olarak çalışan yeni ve daha değişik yapıdaki aktif elemanlar
- Akım modlu aktif elemanların band genişlikleri işlemsel kuvvetlendirici gibi gerilim modlu elemanlara göre daha geniş ve lineerlikleri de daha iyi
- Akım modlu devre uygulamalarının ilginç bir örneği de çok fonksiyonlu aktif süzgeç yapıları
- Aynı anda birden fazla temel süzgeç fonksiyonu
- DO-CCII ile gerçekleştirilen yeni bir aktif süzgeç devresi topolojisi
- Sadece topraklanmış elemanlar
- Devrede süzgecin  $Q_p$  değer katsayısı ve  $\omega_p$  akort frekansı ortogonal olarak ayarlanabilmektedir.

## 2. DO-CCII TANIM BAĞINTILARI

DO-CCII elemanı şematik olarak Şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil 1 DO-CCII sembolü

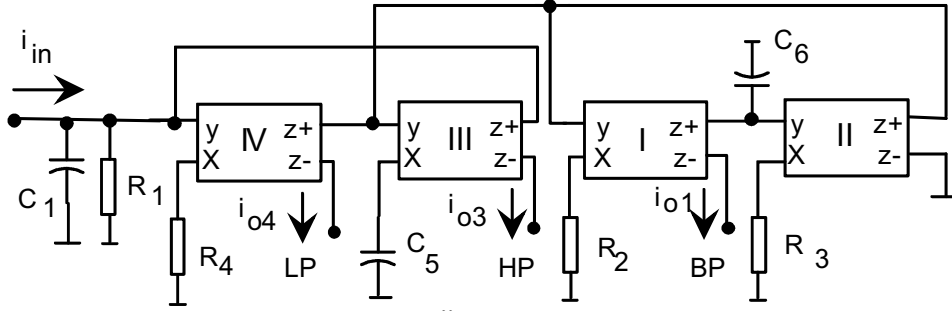
Elemanın tanım bağıntıları matrisel olarak

$$\begin{bmatrix} v_x \\ i_y \\ i_{z1} \\ i_{z2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ k & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_x \\ v_y \\ v_{z1} \\ v_{z2} \end{bmatrix} \quad (1)$$

şeklindedir.

- $k = 1$  DO-CCII+ elemanı,
- $k = -1$  DO-CCII- elemanı
- DO-CCII+ elemanında her iki z çıkışı da aynı fazda işaret verirler,
- DO-CCII- elemanında ise bu iki ucun işaretleri zıt yönlü olurlar.

### 3. ÖNERİLEN DEVRE TOPOLOJİSİ



Şekil-1. Önerilen Devre Topolojisi

Önerilen devre topolojileri Şekil-2'de görülmektedir. Girişten HP, LP ve BP çıkışlarına kadar olan devre fonksiyonları

$$H_{HP}(s) = \frac{H_1 s^2}{s^2 + \frac{\omega_o}{Q} s + \omega_o^2} \quad (2)$$

$$H_{LP}(s) = \frac{H_2 \omega_o^2}{s^2 + \frac{\omega_o}{Q} s + \omega_o^2} \quad (3)$$

$$H_{BP}(s) = \frac{H_3 \frac{\omega_o}{Q} s}{s^2 + \frac{\omega_o}{Q} s + \omega_o^2} \quad (4)$$

bağıntılarıyla tanımlanmışlardır.

Tablo-1. LP, HP ve BP fonksiyonlarına ilişkin kutup frekansı, değer katsayısı ve fonksiyonlara ilişkin kazanç değerleri

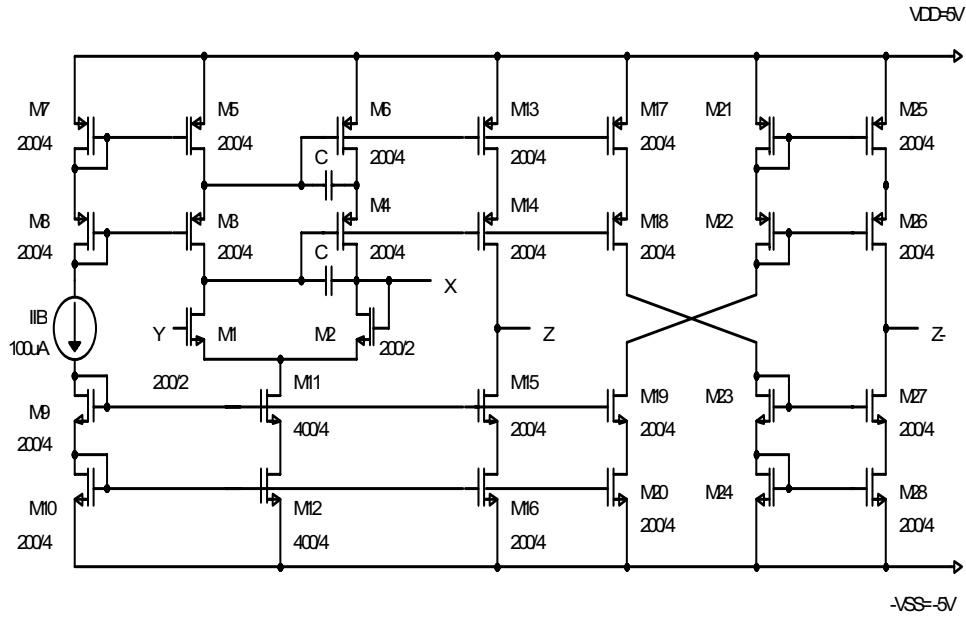
$\omega_p$	$Q_p$	$H_1$	$H_2$	$H_3$
$\frac{\sqrt{G_1 G_2 G_3}}{\sqrt{C_5 C_6 G_4}}$	$\frac{1}{C_1} \sqrt{\frac{G_1 G_4 C_5 C_6}{G_2 G_3}}$	1	$-\frac{G_4}{G_1}$	$\frac{G_4 C_6}{G_3 C_1}$

Pasif  $\omega_p$  ve  $Q_p$  duyarlılıkları

$$S_{G_1, G_2, G_3}^{\omega_o} = 1/2, S_{G_4, C_5, C_6}^{\omega_o} = -1/2, S_{C_1}^{\omega_o} = 0, S_{G_1, G_4, C_5, C_6}^Q = 1/2,$$
$$S_{G_2, G_3}^Q = -1/2, S_{C_1}^Q = -1$$

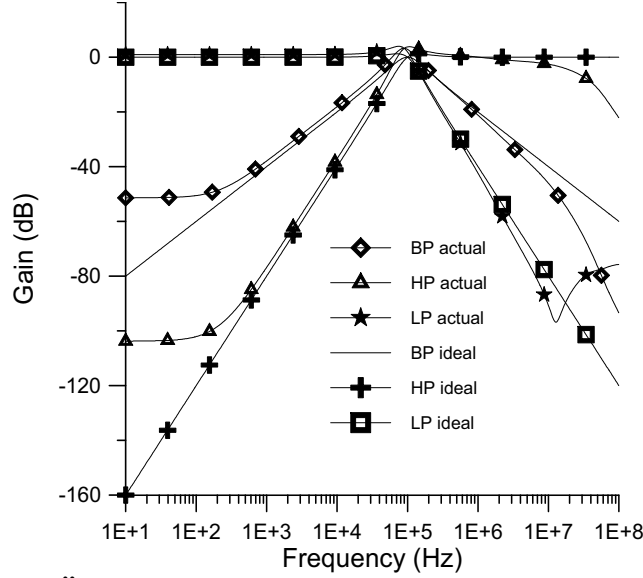
#### 4. BENZETİM SONUÇLARI

- Devrenin performansı CMOS DO-CCII- devresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
- Besleme gerilimleri  $V_{DD} = 5V$ ,  $V_{SS} = -5V$  alınmıştır.
- Simülasyonlarda TUBITAK 3u parametreleri kullanılmıştır.
- Süzgeç devredeki R ve C elemanlarının değerleri  $R_1 = 10k$ ,  $C_1 = 225pF$ ,  $R_2 = 10k$ ,  $R_3 = 10k$ ,  $R_4 = 10k$ ,  $C_5 = 159pF$ ,  $C_6 = 159pF$ .
- $f_p = 100kHz$  ve  $Q_p = 0.707$  elde edilmektedir.



Şekil-2. CMOS DO-CCII devresi

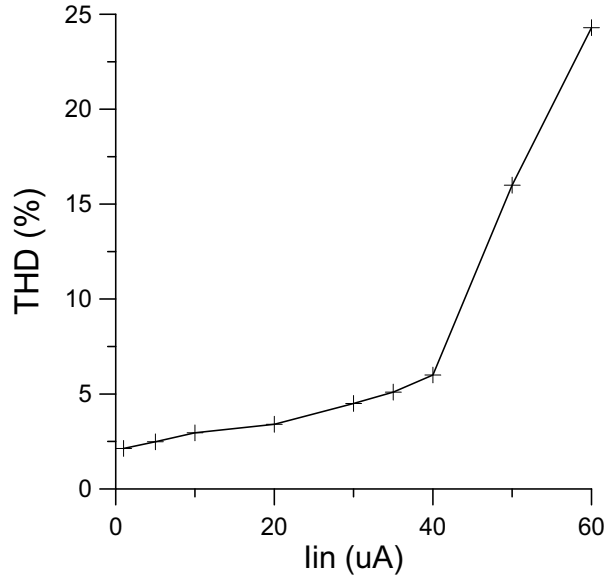
SPICE benzetim programından elde edilen frekans eğrileri teorik sonuçlarla birlikte Şekil-3 de verilmiştir.



Şekil-3. Önerilen Süzgeç yapısı için frekans eğrisi.

- Teori ile pratik arasında iyi bir uyum
- Aradaki farklar elemanın ideal olmamasından kaynaklanmaktadır.
- Devrenin büyük işaret yanıtı
- Devrenin girişine band geçiren süzgecin akort frekansında bir giriş işareti uygulanmış, uygulanan giriş işaretinin genliği artırılarak BP çıkışındaki harmonik distorsiyonunun giriş işareti genliği ile değişimi çıkartılmıştır,
- Elde edilen sonuçlar Şekil-4'de gösterilmiştir. Devrenin çıkış gerilimi

$$V_O = I_O \cdot R_L \quad (5)$$



Şekil-4. Önerilen süzgein band geçiren çıkışı için toplam harmonik distorsiyonunun giriş akımı seviyesi ile değişimi

- Girişe  $I_{in} = 20\mu A$  ve  $f_o = 100kHz$  frekanslı değişken bir akım uygulanarak çıkışa bağlanan yük değiştirilmiş, elde edilen sonuçlar Tablo-2'de verilmiştir.
- $R_L$  arttıkça yüksek frekanslarda çalışılmasına rağmen çıkış gerilimi de bununla orantılı olarak artmakta, buna karşılık çıkış akımı yük direncinden bağımsız kalmaktadır.
- Bu özellik, akım modlu çalışmanın bir sonucudur.
- Devrenin çıkış işaretindeki THD toplam harmonik distorsiyonu, incelenen geniş bölge için uygun sınırlar içerisinde kalmaktadır.

Tablo 2. Çıkış akımının ve çıkış geriliminin yük direnci ile değişimi,

$R_L$	$I_{OP}$	$V_{OP}$	THD(%)
10 $\Omega$	26.33 $\mu A$	263 $\mu V$	3.3
100 $\Omega$	26.09 $\mu A$	2.6 mV	3.3
1 k $\Omega$	26.09 $\mu A$	26 mV	3.84
10 k $\Omega$	26.04 $\mu A$	260.4 mV	3.3
100 k $\Omega$	25.84 $\mu A$	2.584 V	3.75
200 k $\Omega$	22.68 $\mu A$	4.53 V	6.69