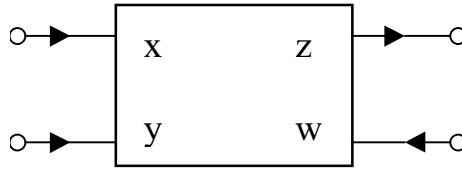


İLERİ ANALOG TÜMDEVRE TASARIMI (2004-2005 Bahar yarıyılı, Yılsonu Projesi)

Yapılan tasarımı, hesapları, benzetimleri, elde edilen sonuçları, bunların yorumunu kapsamlı biçimde içeren bir rapor hazırlanacaktır. Hazırlanan rapor **31 Mayıs 2005 Salı** akşamına kadar teslim edilecektir.

N-kuyulu 0.5µm CMOS teknolojisi kullanılarak bir FTFN (Dört uçlu yüzen nulör) devresi tasarlanacaktır. Devre blok olarak Şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil-1. FTFN devre sembolü

FFN için tanım tanım bağıntıları

$$V_x = V_y$$

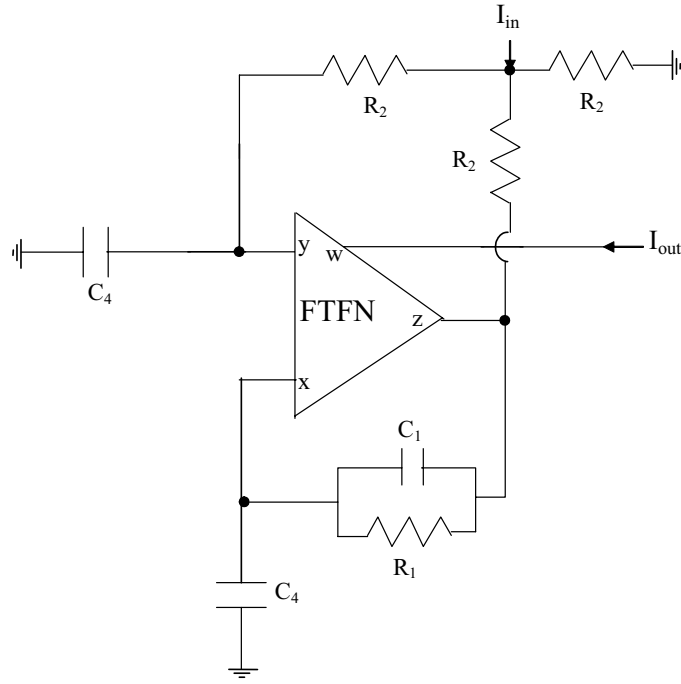
$$I_x = I_y = 0$$

$$I_z = I_w$$

şeklindedir. Bu bağıntılarda V_x , V_y , I_x , I_y büyüklükleri X ve Y uçlarının gerilim ve akımlarını, I_z ve I_w büyüklükleri de Z ve W uçlarının akımlarını göstermektedir. CMOS FTFN devresinin sağlanması gereken özellikler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Özellikler:

Parametre	Sağlanması beklenen değer
Besleme Gerilimi	$V_{DD}=2.5V, -V_{SS}=-2.5V$
Giriş dengesizlik gerilimi	1mV
Güç Tüketimi	<10mW
Açık çevrim gerilim kazancı	$\geq 80dB$
Açık Çevrim Geçiş İletkenliği	$\geq 100mA/V$
Kesim frekansı	$\geq 10MHz$
Birim kazanç band genişliği	$\geq 250MHz$
Faz Payı	$\geq 45^\circ$
Çıkış akımı salınımı	$\geq 0.5mA$
Akım izleme hatası	$\leq \%1$
Gerilim izleme hatası	$\leq \%0.05$



$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = - \frac{s/3C_1R_2}{s^2 + s\left(\frac{1}{C_1R_1} + \frac{1}{3C_4R_2} - \frac{1}{3C_1R_2}\right) + \frac{1}{3C_1C_4R_1R_2}}$$

$$Q = \frac{\sqrt{3C_1C_4R_1R_2}}{3C_4R_2 + C_1R_1 - C_4R_1}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{3C_1C_4R_1R_2}}$$

Şekil-2 FTFN yapısı ile band geçiren süzgeç ve ilgili bağıntılar [1,2,4]

Verilen özellikleri sağlayan FTFN devresini n-kuyulu 0.5µm CMOS teknolojisi ile gerçekleştiriniz. Bunun için :

a- Uygun bir devre topolojisi oluşturunuz, devredeki tranzistorların boyutlarını ve kutuplama akımlarını belirleyiniz.

SPICE benzetim programı yardımıyla devrenin

b- DC geçiş karakteristiğini çıkartınız; $I_z = f(V_{IN})$, $I_w = f(V_{IN})$, $[V_{IN} = V_X - V_Y]$.

c- Açık çevrim gerilim kazancının frekansa bağımlılığını inceleyiniz,

d- Geçiş iletkenliğinin frekansa bağımlılığını inceleyiniz. $G_m = G_m(f)$.

d- Çıkış empedanslarının frekansla değişimlerini inceleyiniz.

e- Tasarladığınız CMOS FTFN devresinin başarımlarını ayrıca bir tablo halinde veriniz.

f- Tasarladığınız devrenin başarımlarını Şekil-2 de verilen aktif süzgeç devresi üzerinde gösteriniz, $C_1 = C_4 = 0.5nF$, $R_1 = 3k$, $R_2 = 1k$ alınacaktır. Bunun için süzgecin frekans karakteristiğini ideal durum ve tasarladığınız aktif elemanla kurduğunuz devre ile SPICE programı yardımıyla çıkartınız.

g- Aktif süzgece akort frekansında sinüs biçimli bir işaret uygulayınız, çıkışı küçük değerli bir dirençle referansa bağlayınız, giriş seviyesini artırarak her bir giriş akımı seviyesi için çıkış işaretindeki THD toplam harmonik distorsiyonu inceleyiniz; THD toplam harmonik distorsiyonunun giriş işaretine bağımlılığını grafik olarak veriniz.

h- Distorsiyonun hızla artmaya başladığı seviyeden biraz daha düşük bir giriş işareti seviyesi uygulayarak ve bu seviyeyi sabit tutarak çıkışa bağlayacağınız yük direncinin değerini arttırınız, her bir yük direnci değeri için çıkış geriminin seviyesini ve çıkış gerilimindeki THD toplam harmonik distorsiyonunu belirleyiniz, V_o-R_L ve THD- R_L değişimlerini grafik olarak veriniz.

Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

Yol gösterme: Dört uçlu yüzen nulör, geçiş iletkenliği çok büyük, ideal durumda sonsuz olan bir çift çıkışlı geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi (DO-OTA) gibi düşünülebilir.

Kaynaklar:

1. U. Çam, H. Kuntman, CMOS four terminal floating nullor (FTFN) design using a simple approach, *Microelectronics Journal*, Vol.30, No. 12, pp.1187-1194, 1999.
2. U. Çam and H. Kuntman, A new CMOS realisation of four terminal floating nullor (FTFN), *International Journal of Electronics*, Vol. 87, No.7, pp 809-817, 2000.
3. U. Çam, A. Toker, H. Kuntman, Novel CMOS FTFN realisation based on translinear cells, *Electronics Letters*, Vol.36, No.15, pp.1255-1256, 2000.
4. S. I. Liu, Cascadable current-mode filters using single FTFN, *Electronic Letters*, **31**, pp.1965-1966, 1995.

Kaynak Seminer Ödevleri:

5. C. Togur, CMOS four terminal floating nullor (FTFN) design using a simple approach, Seminer Ödevi, İleri Analog Tümdevre Tasarımı, 20 Nisan 2005.
6. A. E. Kılıç, A new CMOS realisation of four terminal floating nullor (FTFN), Seminer Ödevi, İleri Analog Tümdevre Tasarımı, 20 Nisan 2005.

Önemli Not: Notların son verilme tarihi otomasyon tarafından saptanmakta, bu tarihten sonra sistem notların girişine kapatılmaktadır. Notların son girilme tarihi 3 Haziran 2005 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, öngörülen ödev teslim tarihi olan 31 Mayıs 2005 gününün hiçbir şekilde aşılması gerekmektedir. Aradaki günler değerlendirme evresine ayrılmıştır.