

Mikron Altı Teknoloji ile Düşük Gerilimli CMOS Farksal OTRA

Osman Ceylan

504061221

- Hazırlayanlar
 - Alper Duruk
 - Prof. Dr. Ece Olcay Güneş
 - Prof. Dr. Hakan Kuntman
- Şubat 2006

Başlıklar

- Akım Modlu Devreler
- OTRA
- Önerilen OTRA Yapısı
 - Besleme Katı
 - Giriş Katı
 - Kazanç Katı
 - Tampon Katı
- OTRA Benzetim Sonuçları
- MOS-C Süzgeç Tasarımı
- Benzetim Sonuçları

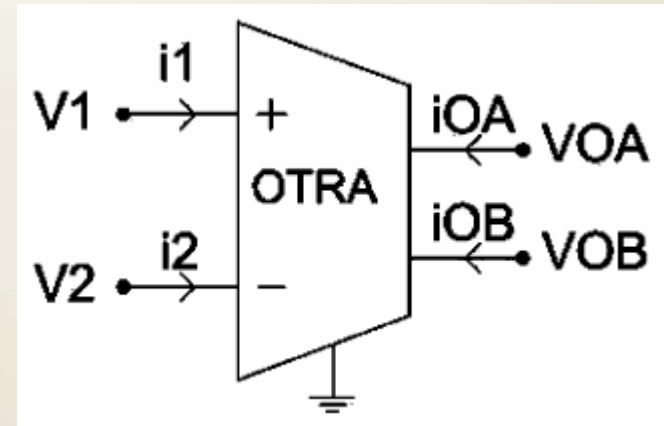
Akım Modlu Devreler

- Yüksek frekans uygulamalarındaki gelişmeler yeni ihtiyaçları gündeme getirdi:
 - Akım modlu devreler
 - Daha yüksek bant genişliği
 - Düşük giriş ve çıkış direnci
 - Bant genişliğinden bağımsız kazanç

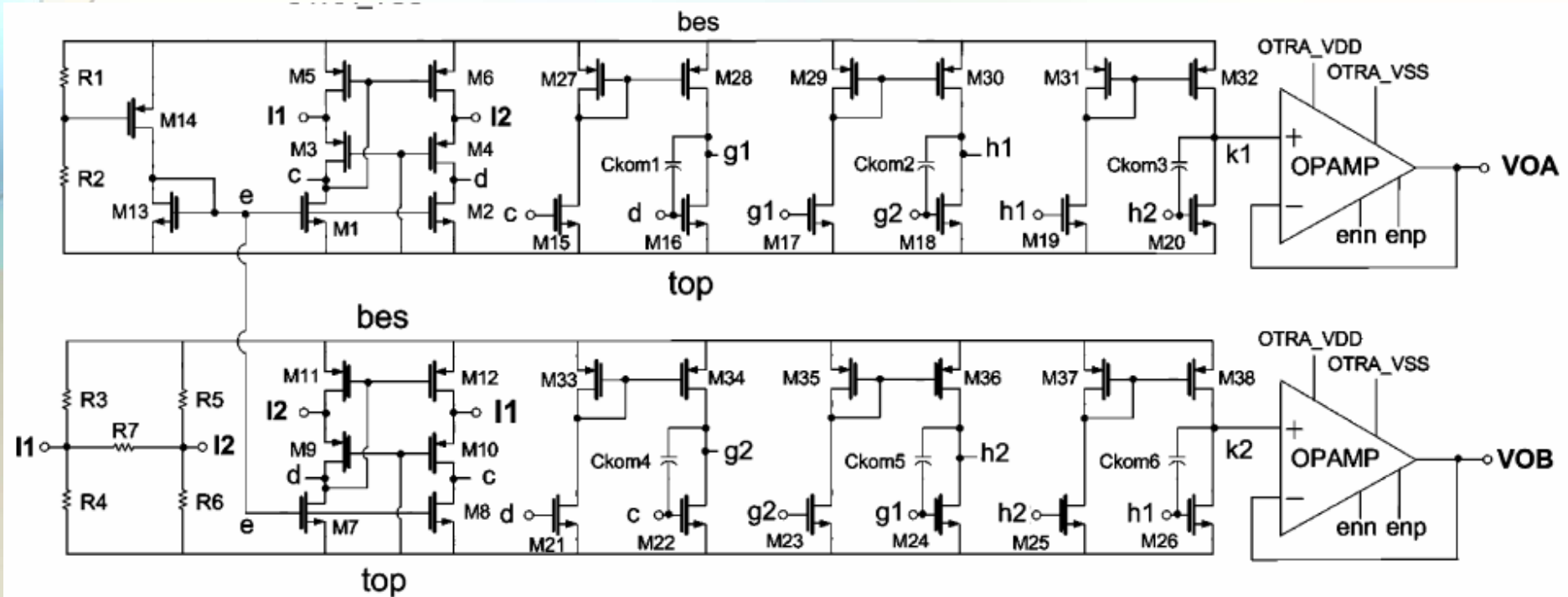
OTRA

- 5 uçlu
- Geçiş direnci, $R_m = \infty$
 - Negatif geri besleme ile kullanılmalı
 - Akım geribeslemeli OP-AMP'lara benzer
 - Farklı ikişer adet düşük empedanslı giriş ve çıkışa sahiptir
 - Giriş uçları sanal topraklı olduğu için kaskod bağlamaya uygundur

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_{OA} \\ V_{OB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ R_m & -R_m & 0 & 0 \\ -R_m & R_m & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_{OA} \\ I_{OB} \end{bmatrix}$$

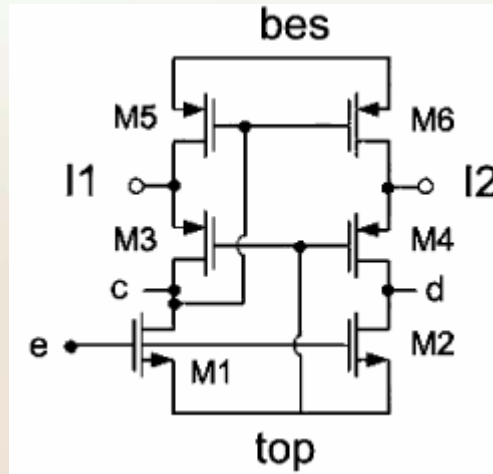


Önerilen Farksal CMOS OTRA Yapısı

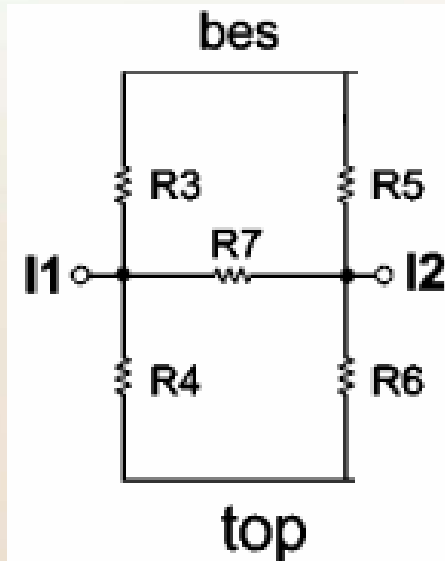


OTRA Giriş Katı için Temel Hücre

- Düşük gerilimli akım aynası yapısı
 - Giriş akımı I1 ve I2 doğrudan uygulanır
 - c ve d düğümlerindeki gerilim değişimi giriş akımları farkına göre oluşur

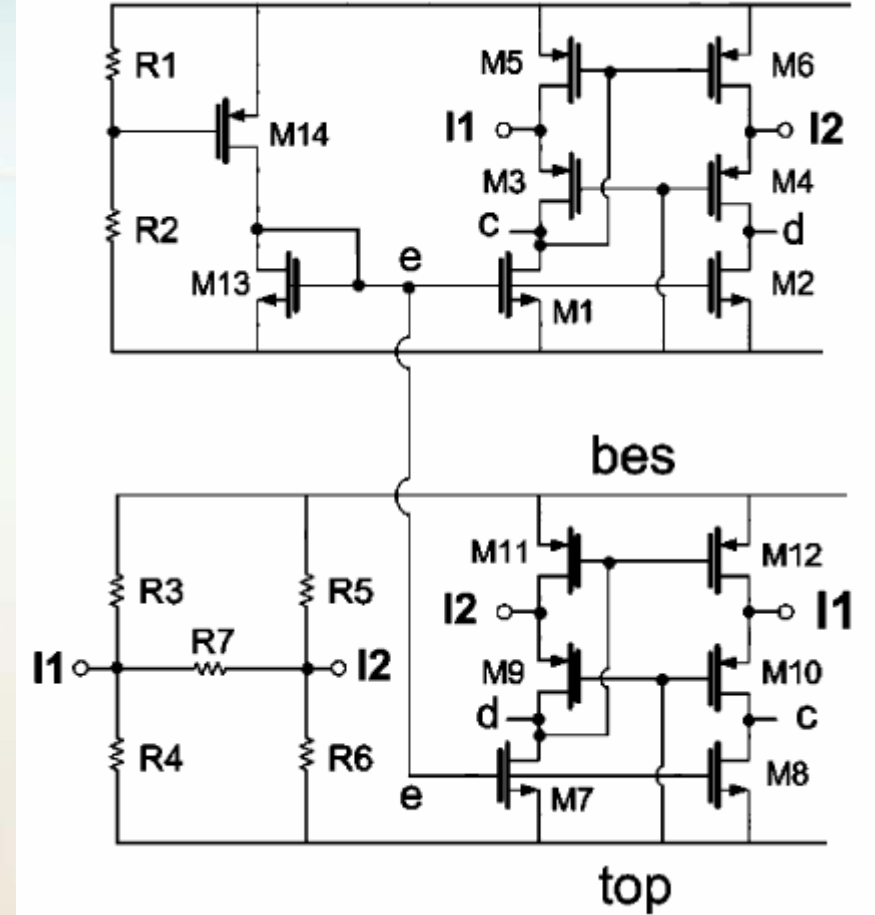


- Direnç yapısı da I1 ve I2 akımlarına bağlıdır
 - R2-R6 12k
 - I1 ve I2 için kutuplama gerilimini toprak seviyesinde tutarlar
 - R7 (30 ohm) giriş direncinin düşük olmaya zorlar



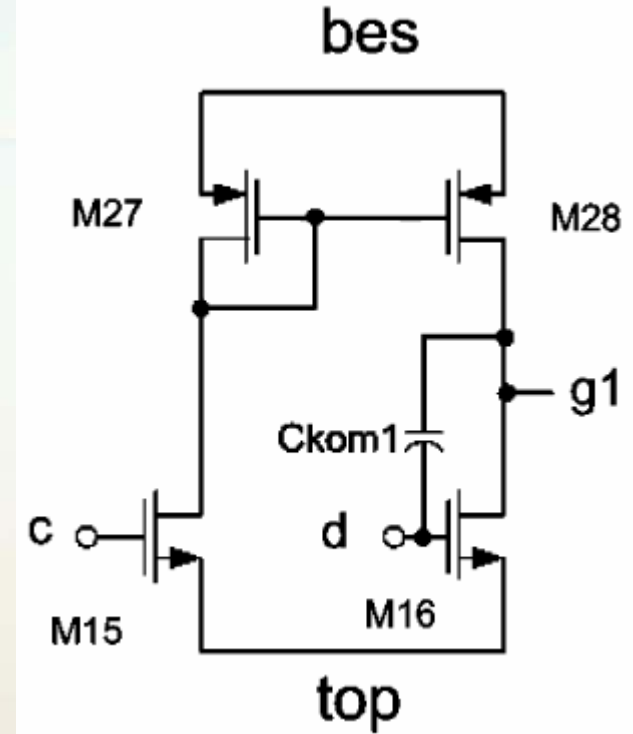
Simetriklik

- Tek bir hücre simetrik değil
 - I1 pseudo-diyot (M5) bağlantıya sahip, I2 değil
- I2 için aynı özelliğe sahip başka bir hücre gereklidir



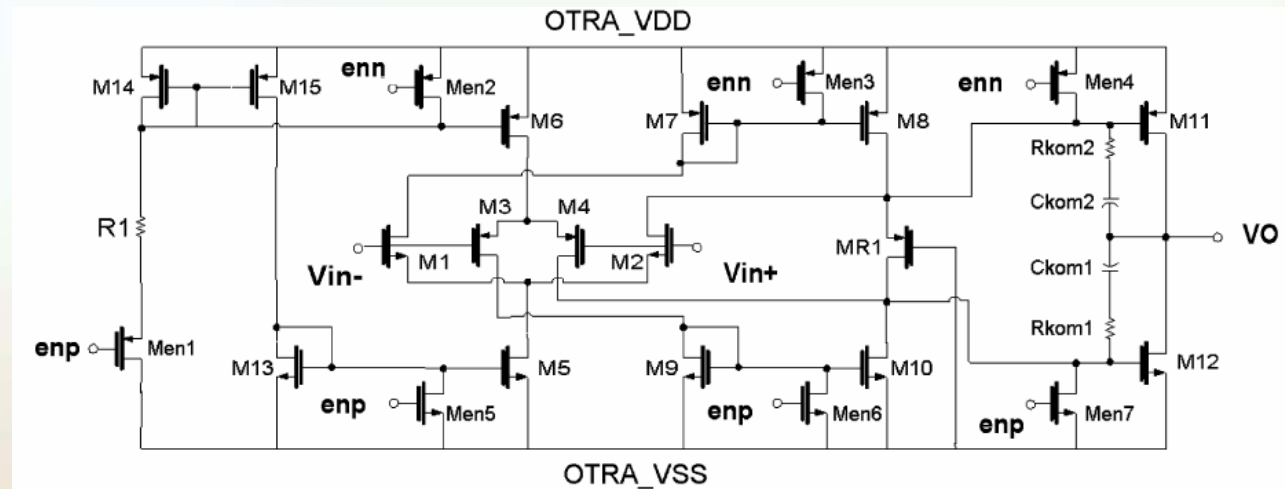
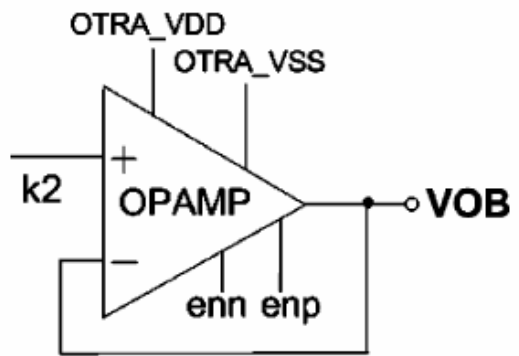
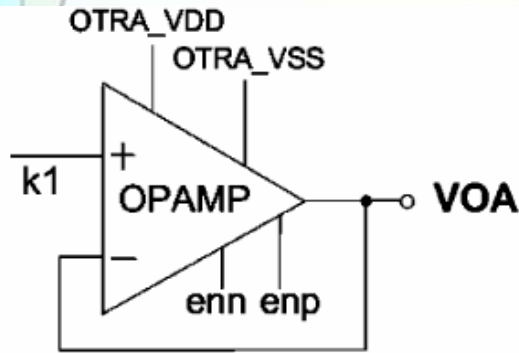
Temel Kazanç Katı

- M15, M16, M27, M28
- İki farklı giriş işaretini tek işaret haline getirir
- Simetriklik için aynı yapı girişlerin yerleri değiştirilerek tekrar kullanılmıştır
- Kazanç katı iki kez kullanılmıştır



Tampon Katı

- Birim kazançlı bir kuvvetlendirici ile çıkışlar tamponlanmıştır.



Sonuçlar

- CADENCE
- STMicroelectronics CMOS 0.13 μm teknolojisi

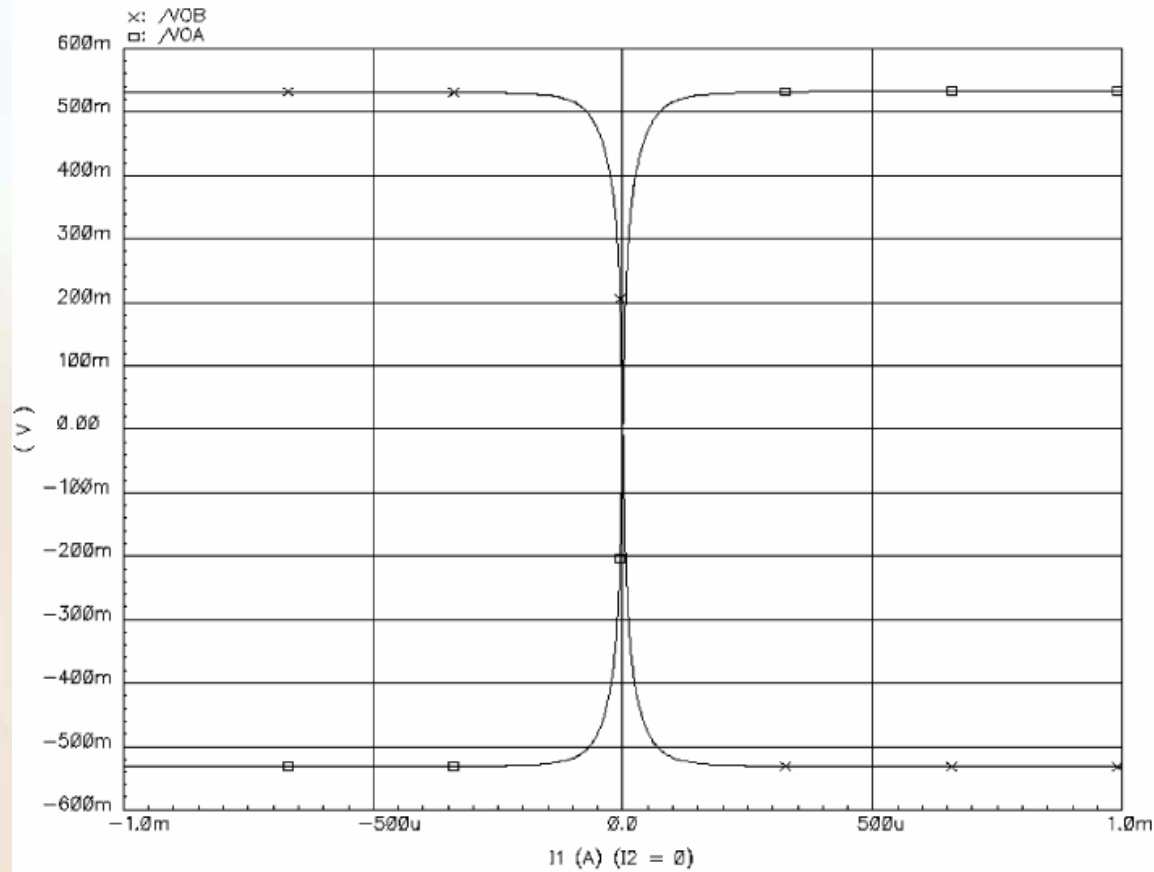
Transistor	W/L
M1, M2, M7, M8	64 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M3, M4, M9, M10	200 $\mu\text{m}/0.15 \mu\text{m}$
M5, M6, M11, M12	20 $\mu\text{m}/0.15 \mu\text{m}$
M14	12.24 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M13	5 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M15–M26	1 $\mu\text{m}/0.25 \mu\text{m}$
M27–M38	3.34 $\mu\text{m}/0.25 \mu\text{m}$
Men1, Men2	28.8 $\mu\text{m}/0.13 \mu\text{m}$
Men3, Men4	13.6 $\mu\text{m}/0.13 \mu\text{m}$
Mbes	561 $\mu\text{m}/0.15 \mu\text{m}$
Mtop	140 $\mu\text{m}/0.15 \mu\text{m}$
Mbescap, Mtopcap	64.84 $\mu\text{m}/5.28 \mu\text{m}$
Ckom1–Ckom6	5 fF
R1	6 k Ω
R2–R6	12 k Ω
R7	30 Ω

OTRA

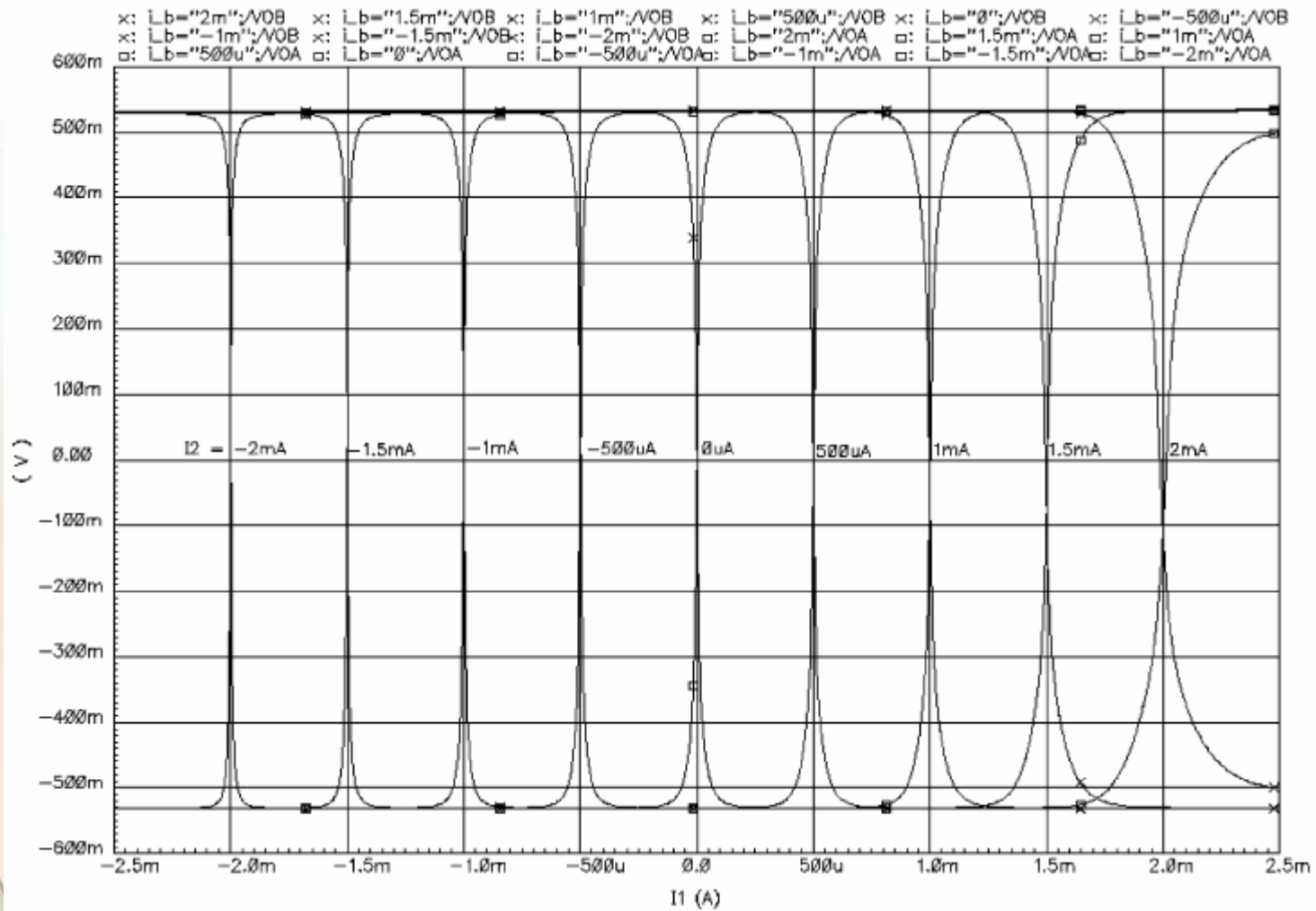
Transistor	W/L
M1, M2	8.5 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M3, M4	41 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M5	11.2 $\mu\text{m}/0.4 \mu\text{m}$
M6	32.64 $\mu\text{m}/0.4 \mu\text{m}$
M7, M8	8.7 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M9, M10	3.57 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M11	175 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M12	70 $\mu\text{m}/0.3 \mu\text{m}$
M13	3.4 $\mu\text{m}/0.4 \mu\text{m}$
M14, M15	8.16 $\mu\text{m}/0.4 \mu\text{m}$
MR1	1 $\mu\text{m}/10 \mu\text{m}$
Men1	43.2 $\mu\text{m}/0.13 \mu\text{m}$
Men2–Men7	1 $\mu\text{m}/0.13 \mu\text{m}$
Ckom1, Ckom2	400 fF
Rkom1, Rkom2	1400 Ω
R1	6 k Ω

OPAMP

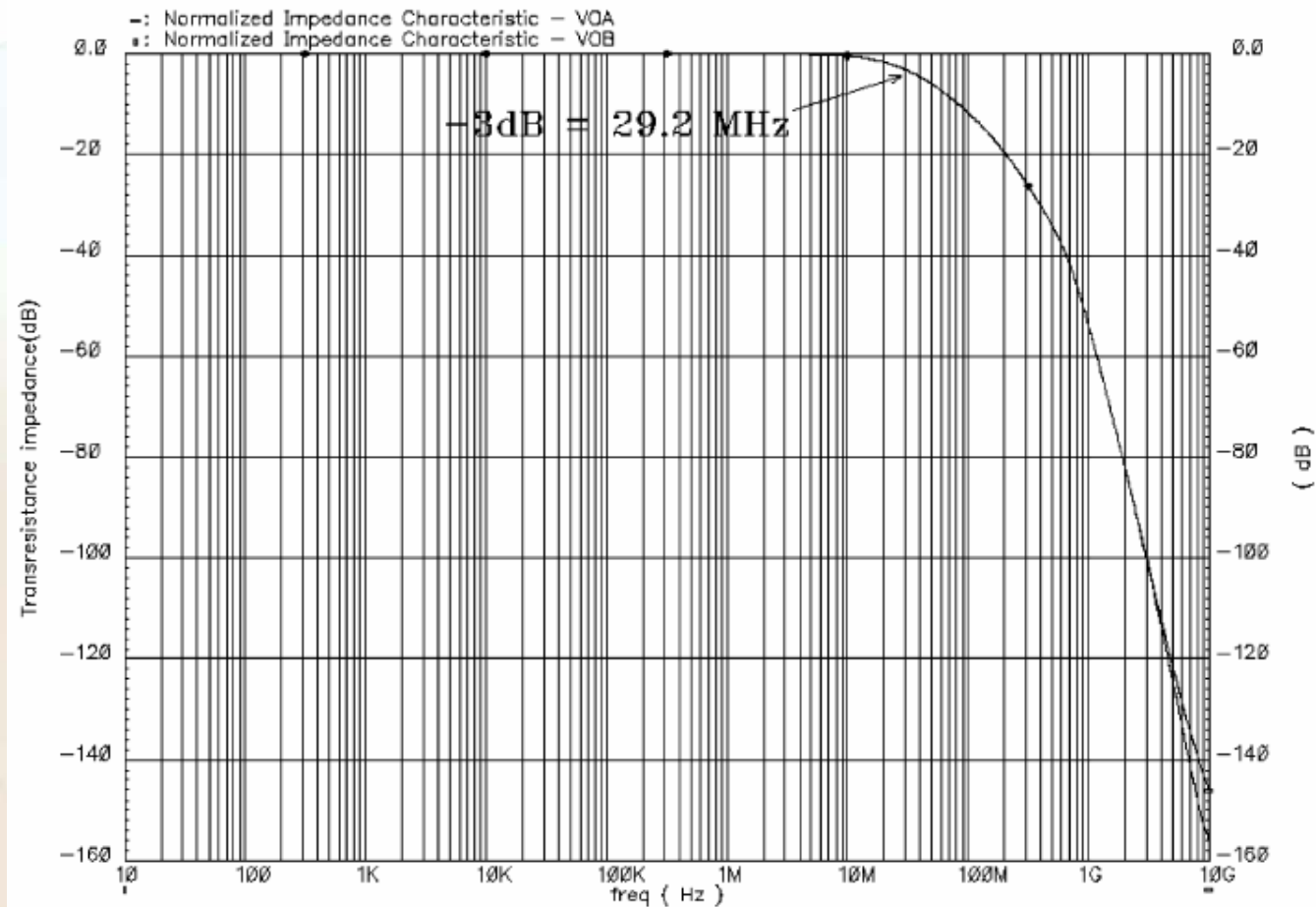
- Besleme gerilimi ± 0.6 Volt
- Yük kapasiteleri 5 pF
- Çıkış en yüksek gerilime akım farkı $100\mu\text{A}$ iken ulaşıyor
- En yüksek çıkış gerilimi 0.531 mV
- En düşük çıkış gerilimi -0.531 mV



- I_2 , -2mA 'den 2mA 'e $500\mu\text{A}$ 'lik adımlarla artırılıyor



- Geçiş iletkenliği direnci: 38660 V/A
- 29.2 MHz (-3dB)
- Birim kazanç-bantgenişliği 2.51 GHz



- Tasarlanan OTRA'nın özellikleri
 - CMOS 0.13 μm STMicroelectronics teklonojisi
 - CADENCE ile doğrulanmış
 - 1.2 V çalışma gerilimi
 - 38660 V/A geçiş direnci
 - 29.2 MHz (-3dB) çalışma frekansı

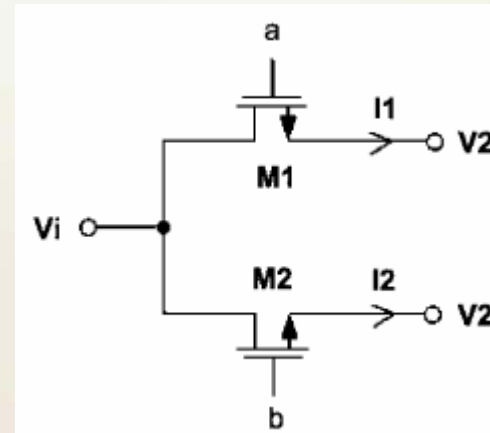
Genel MOS-C Süzgeç Tasarımı

- İki NMOS doğrusal bölgede çalıştırılırsa doğrusal olmayan etkiler engellenir ve kaynak ile savak gerilimleri eşit olur

$$I_1 - I_2 = G(V_i - V_2)$$

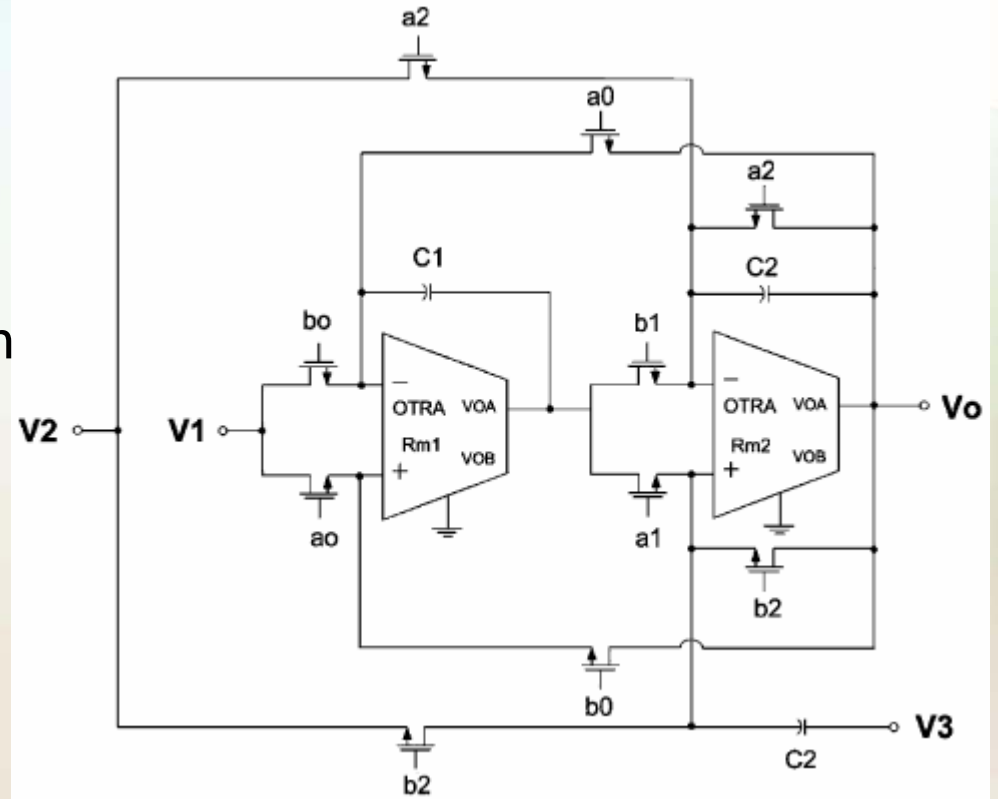
$$G = K_n(V_a - V_b)$$

$$K_n = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L}$$



- Girişler uygun seçilerek aşağıda yapı alçak geçiren, üst geçiren, bant geçiren, bant söndüren ve tüm geçiren süzgeç olarak kullanılabilir.

- $V_2=0, V_3=0$ alçak geçiren
- $V_1=0, V_3=0$ bant geçiren
- $V_1=0, V_2=0$ üst geçiren
- $V_1=V_3=V_i, V_2=0$ bant söndüren
- $V_1=V_3=V_2=V_i$ tüm geçiren



$V_2 = 0, V_3 = 0 \rightarrow$ Lowpass,

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{G_1 G_0}{s^2 C_1 C_2 + s C_1 G_2 + G_1 G_0}$$

$V_1 = 0, V_3 = 0 \rightarrow$ Bandpass,

$$\frac{V_0}{V_2} = \frac{-s C_1 G_2}{s^2 C_1 C_2 + s C_1 G_2 + G_1 G_0}$$

$V_1 = 0, V_2 = 0 \rightarrow$ Highpass,

$$\frac{V_0}{V_3} = \frac{s^2 C_1 C_2}{s^2 C_1 C_2 + s C_1 G_2 + G_1 G_0},$$

$V_1 = V_3 = V_i, V_2 = 0 \rightarrow$ Band reject (Notch)

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{s^2 C_1 C_2 + G_1 G_0}{s^2 C_1 C_2 + s C_1 G_2 + G_1 G_0}$$

$V_1 = V_2 = V_3 = V_i, \rightarrow$ Allpass,

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{s^2 C_1 C_2 - s C_1 G_2 + G_1 G_0}{s^2 C_1 C_2 + s C_1 G_2 + G_1 G_0}$$

Kesim frekansı

$$f_{(-3 \text{ dB})} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{G_1 G_0}{C_1 C_2}}$$

Kalite çarpanı

$$Q = \frac{1}{G_2} \sqrt{\frac{G_0 G_1 C_2}{C_1}}$$

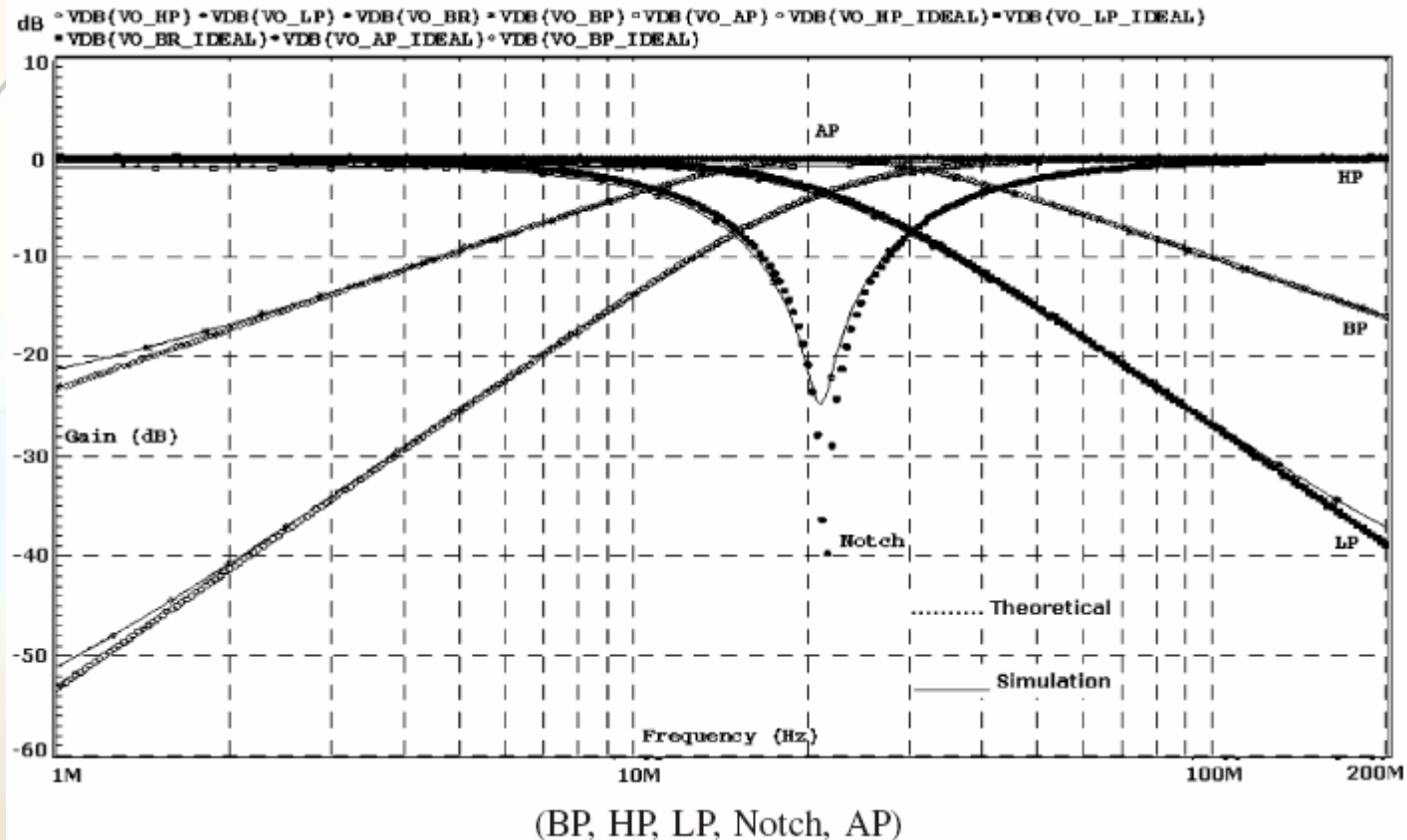
Duyarlılık

$$S_{G_0}^{\omega_0} = S_{G_1}^{\omega_0} = -S_{C_1}^{\omega_0} = -S_{C_2}^{\omega_0} = \frac{1}{2}, \quad S_{G_2}^{\omega_0} = 0,$$

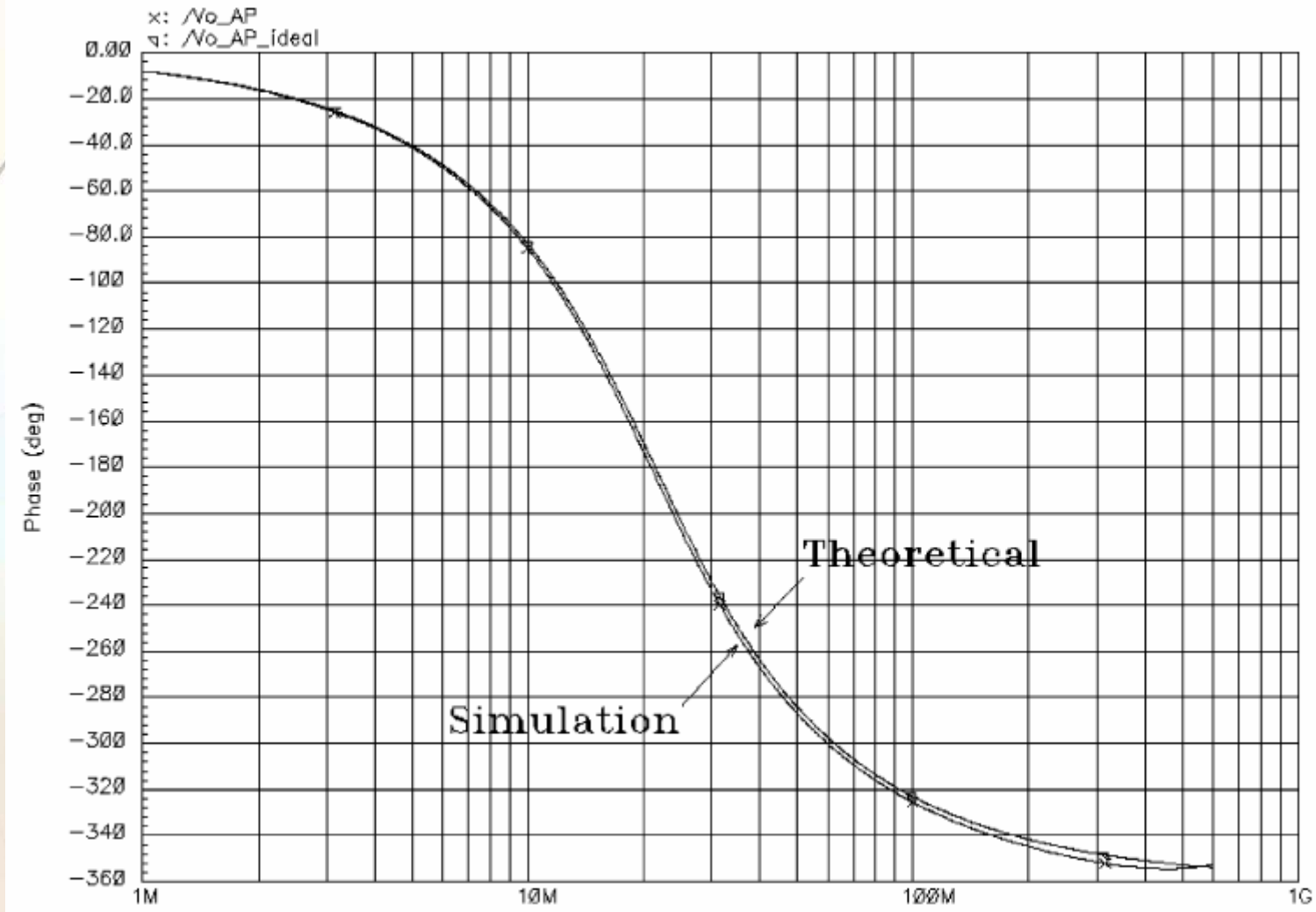
$$S_{G_0}^Q = S_{G_1}^Q = S_{C_2}^Q = -S_{C_1}^Q = \frac{1}{2}, \quad S_{G_2}^Q = -1.$$

- Süzgeç denemesi için kesim frekansı olarak 22.5 MHz seçilmiştir (cep telefonlarının ikinci ara frekans katı)
 - Yüzey akustik dalga (SAW) süzgeçleri yerine önerilmiştir
 - Kayıp fazla (7dB civarı)
 - Pahalı
 - Empedans uyumu sağlamak için ek elemanlara ihtiyaç duyuluyor
- $C_1=C_2=5\text{pF}$
- $V_{a0}=V_{a1}=V_{a2}=0.6\text{V}$
- $V_{b0}=V_{b1}=V_{b2}=0.3\text{V}$
- NMOS için $L=1\mu\text{m}$, $W_{a0}=W_{b0}=3\mu\text{m}$,
 $W_{a1}=W_{b1}=21.33\mu\text{m}$, $W_{a2}=W_{b2}=11.33\mu\text{m}$

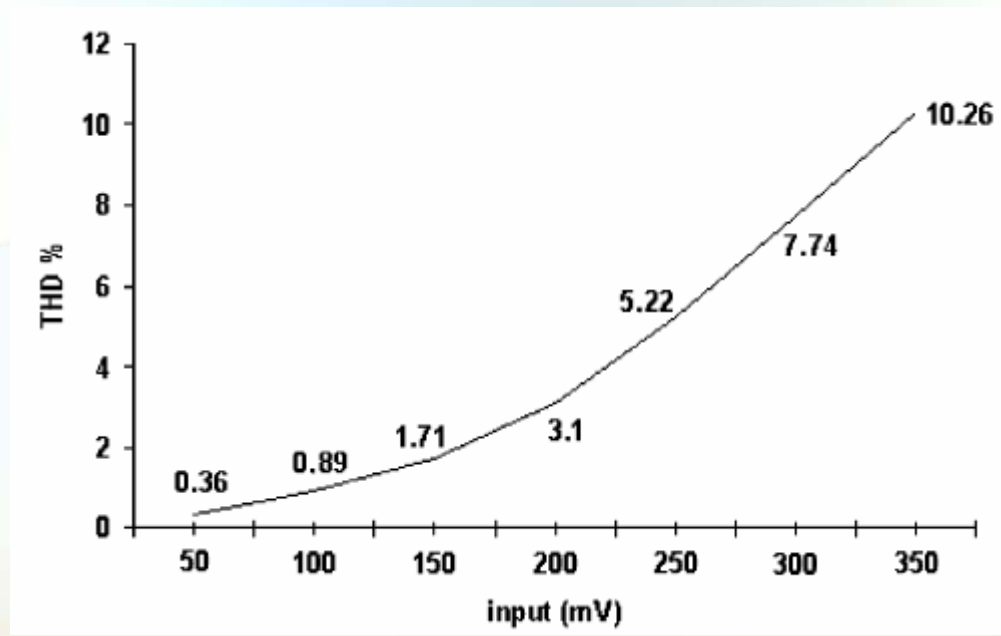
Frekans Yanıtı



Filter type	Simulated cut-off frequency (-3 dB) (MHz)	Cut-off frequency error (%)
LP	22.0	-2.2
HP	22.9	1.8
BR	21.7	-3.6
BP	22.1	-1.8
AP	21.5	-4.4



Faz Yanıtı



THD

Sonuçlar

- Düşük gerilim ile çalışabilen yeni bir CMOS OTRA tasarlanmıştır.
- Akım modlu bu yapı yüksek frekanslı uygulamalar için uygundur.
- OTRA, CADENCE benzetim programı ile denenmiştir ve 29.2MHz geçiş direnci kazancı bant genişliğine sahiptir.
- 2 OTRA ile genel bir MOS-C süzgeç yapısı gerçekleştirilmiş ve teorik sonuçlar ile benzetim sonuçlarının çok yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Sorular

- Teşekkürler