

ikinci Kuşak Eviren Akım Taşıyıcı Uygulamaları

Hazırlayan

Bilge AKDOĞAN

504071205

Özet

- Amaç
- Giriş
- İkinci Kuşak Eviren Akım Taşıyıcı (ICCCII)
 - CMOS ile Gerçeklenen ICCII
- Önerilen ICCII- Tabanlı Osilatörler
 1. Tek ICCII- tabanlı osilatörler
 2. İki ICCII- tabanlı osilatörler
 3. Üç ICCII- tabanlı osilatörler
- İdeal Olmayan Durumda Osilasyon
- Tasarım Örneği
- Benzetim Sonucu

Amaç

Tümdevre gerçeklemeleri için uygun bir yapı olan, ikinci kuşak eviren akım taşıyıcı (ICCI) kullanarak osilatörler tasarlamak

Giriş

- İşlemsel kuvvetlendiriciler (opamp), tüm devre uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Fakat
 - Kazanç-bant genişliği(GBW) sınırlı,
 - Yükselme eğimi(SR) de çok düşüktür.
- GBW, osilatörler için çok önemli.
- Bu nedenle opamp, yüksek frekanslarda, osilatörler için yetersiz kalır.

Giriş

- **Akım modlu yapılar**, opamp yerine bir çok uygulamada kullanılırlar. (Opamp gibi gerilim modlu devreler düşük frekanslarda baskın kutup oluşturur.)
- Akım modlu devrelerin düğüm empedansları ve gerilim salınımları düşüktür. Bu durum, zaman sabiti ve parazitik kapasitelerin dolum-boşalım sürelerini de küçük tutmuş olur.
- Sonuç olarak SR oldukça yüksek olacaktır.

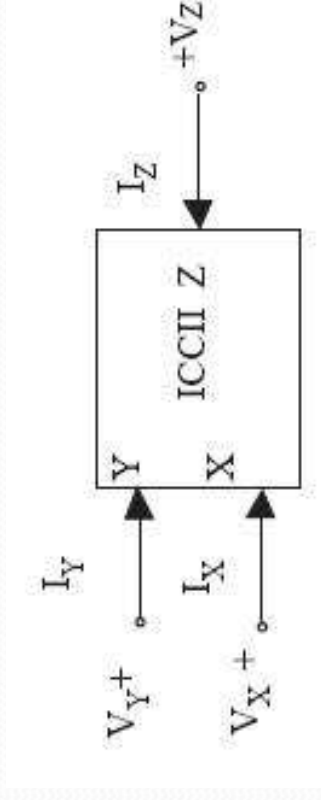
Giriş

- Öncelikle akım taşıyıcı(CCII), akım geri beslemeli işlemsel kuvvetlendirici(CFOA), daha sonra elektronik olarak kontrol edilebilen akım taşıyıcı(ECCII), farksal gerilim akım taşıyıcı(DVCC), farksal fark akım taşıyıcı(DDCC), üçüncü nesil akım taşıyıcılar(CCIII), dört uçlu yüzen nulör(FTFN) gibi aktif devre elemanları literatürde yerini aldılar.

Giriş

- Tüm bunların sonucu olarak ICCII Avad ve Soliman tarafından, CCII' dan yola çıkarak tasarlanmıştır.
- CCII'nin önemli avantajlarını barındırır.
- Akım taşıyıcılarla tasarlanmış osilatör yapıları literatürde mevcut olsa da, ICCII ile tasarlanan osilatörler bu çalışmayla **ilk kez** önerilmiştir.

İkinci Kuşak Eviren Akım Taşıyıcı



Şekil-1 ICCII devre sembolü

- Şekil-1 de görülen yapıya sahip ve

$$\begin{bmatrix} I_y \\ V_x \\ I_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_y \\ I_x \\ V_z \end{bmatrix} \quad (1)$$

matrisini sağlayan aktif devrelerdir.

İkinci Kuşak Eviren Akım

Taşıyıcı

- (1) matrisini sağlayan değerler ideal durum için geçerlidir.
- İdeal olmayan durumda açık denklemler,

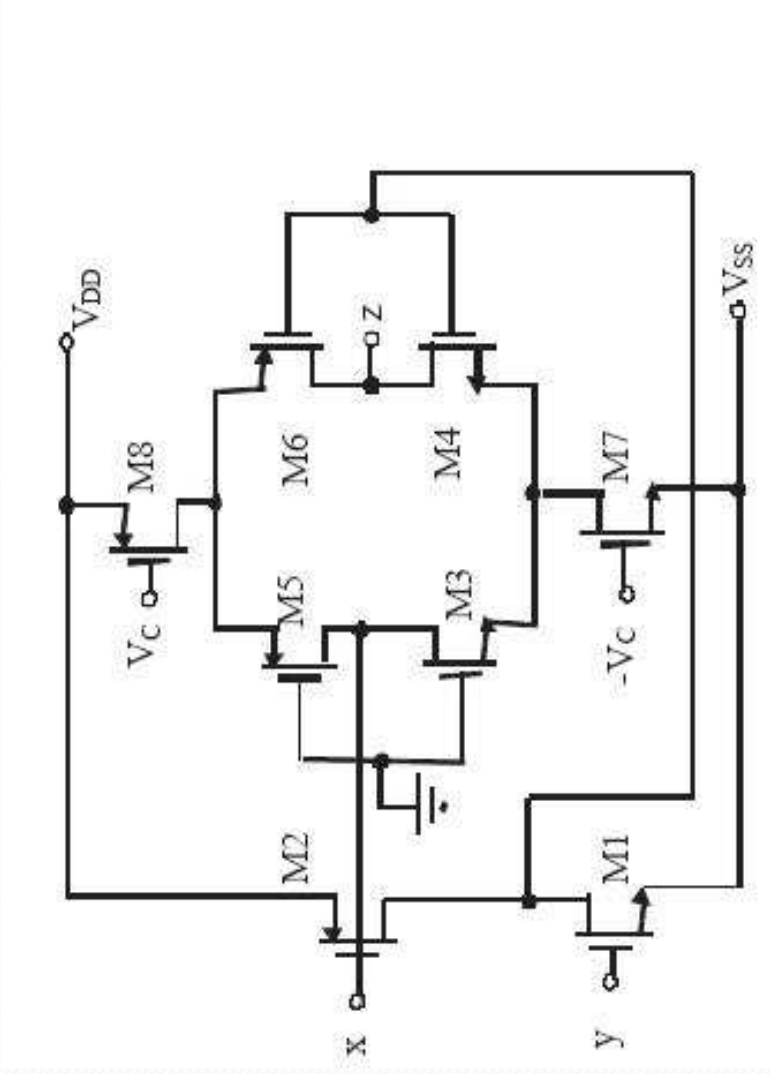
$$\begin{aligned}v_y(t) &= -\beta v_x(t) \\i_y(t) &= 0 \\i_z(t) &= \pm \alpha i_x(t)\end{aligned}\quad (2)$$

ϵ_V ve ϵ_i olarak tanımlanan hata katsayılarıyla birlikte

$$\alpha = (1 - \epsilon_i), \quad \beta = (1 - \epsilon_V) \quad (3)$$

verilmiştir.

CMOS ile Gerçeklenen ICCII



Şekil – 2 a CMOS ile gerçekleştirilen ICCII-

CMOS ile Gerçeklenen

ICCI-

- Şekil – 2 a’da görülen devre, basit bir eviren türden negatif akım taşıyıcı örneğidir.
- Girişler: M1-M2
- X-Y uçları arasındaki DC offset gerilimi çok büyük.
- M1-M2 arasındaki bağıntı

(4)

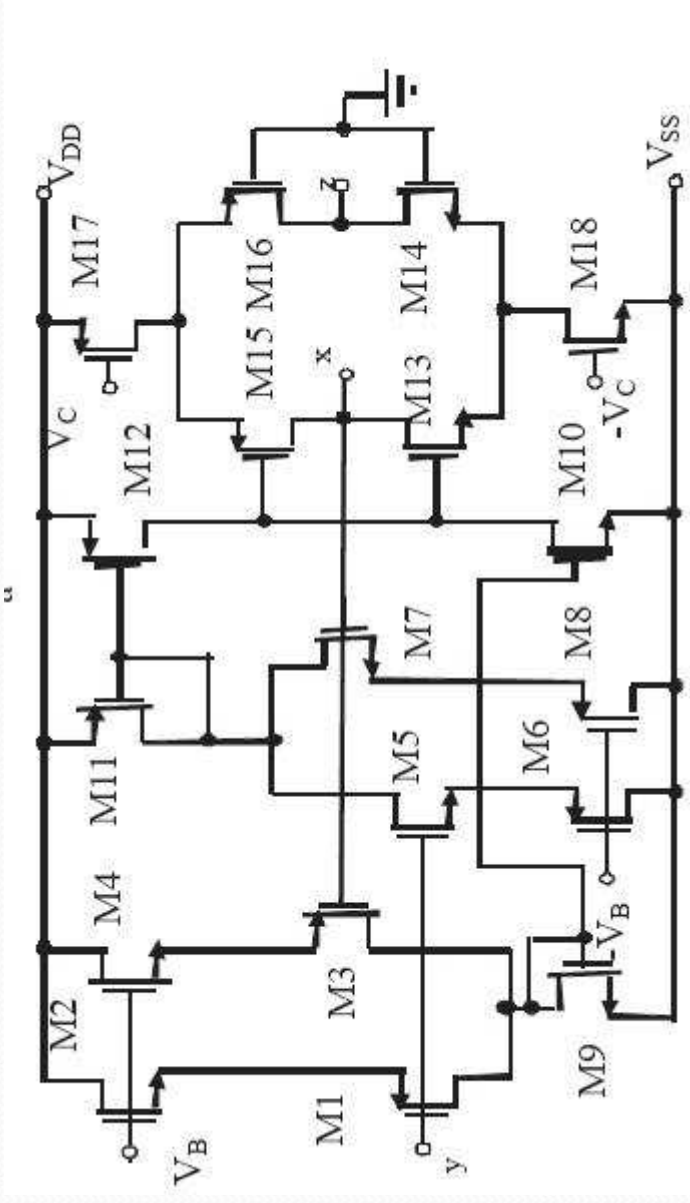
$$\frac{(W/L)_1}{(W/L)_2} = \frac{\mu_p}{\mu_n}$$

Şeklinde olmalıdır.

CMOS ile Gerçeklenen

ICCI-

- Bu offset farkının düşürülmesi için Şekil – 2 b devresi kullanılmaktadır.



Şekil – 2 b CMOS ile gerçekleştirilen ICCII-

CMOS ile Gerçeklenen

ICCI-

- Şekil – 2 a'daki kısıtlamalar, CMOS transistörler ve akım aynaları kullanılarak giderilmiştir.
- DC Offset değerini ortadan kaldırmak için, kontrol gerilimleri arasındaki fark, PMOS ve NMOS eşik gerilimleri arasındaki fark kadar olmalıdır.

Önerilen ICCII- Tabanlı Osilatörler

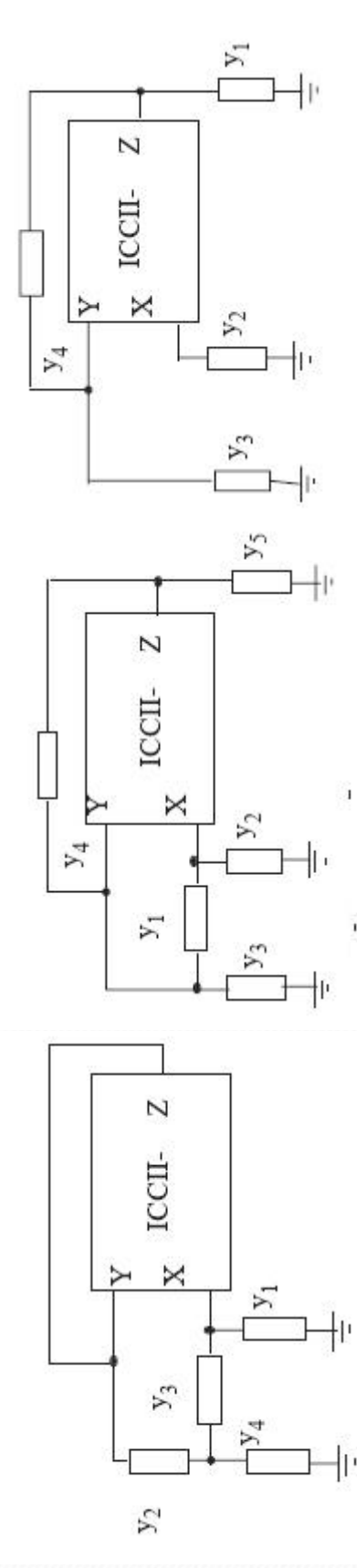
3 bölümde incelenebilir:

1. Tek ICCII- tabanlı osilatörler
2. İki ICCII- tabanlı osilatörler
3. Üç ICCII- tabanlı osilatörler

1. Tek ICCII- Tabanlı

Osilatörler

- CCII bazlı osilatör yapılarından yola çıkarak elde edilen tek ICCII- tabanlı osilatör örnekleri Şekil – 3 te, karakteristik denklemleri Tablo – 1de verilmiştir.



a) Topoloji-1 b) Topoloji-2 c) Topoloji-3
Şekil – 3 Önerilen tek ICCII- tabanlı osilatör topolojileri

1. Tek ICCII- Tabanlı Osilatörler

Tablo – 1 Tek ICCII- Tabanlı Osilatörlerin karakteristik denklemleri

Topology	Characteristic equation
1	$y_1(y_2 + y_3 + y_4) = y_4(y_2 - y_3)$
2	$y_3(y_4 + y_5) + y_5(2y_1 + y_4) = y_2y_4$
3	$y_1(y_3 + y_4) = y_4(y_2 - y_3)$

Hatırlatma: Karakteristik denklemi $s^2-bs+\Omega o^2=0$ olan bir osilatörün, osilasyon yapabilmesi için, b değeri 0 olmalıdır. Ωo da osilasyon frekansıdır.[4]

1. Tek ICCII- Tabanlı

Osilatörler

Circuit no	Admittances					Oscillation frequency (ω_0^2)	Oscillation condition
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5		
1	sC_1	sC_2	G_3	G_4	-	$\frac{G_3G_4}{C_1C_2}$	$C_1(G_3 + G_4) = C_2G_4$
2	G_1	G_2	sC_3	sC_4	-	$\frac{G_1G_2}{C_3C_4}$	$G_1(C_3 + C_4) = C_4G_2$
3	G_1	G_2	sC_3	sC_4	G_5	$\frac{2G_1G_5}{C_3C_4}$	$G_5(C_3 + C_4) = C_4G_2$
4	G_1+sC_1	G_2+sC_2	sC_3	G_4	-	$\frac{G_1G_4-G_2G_4}{C_1C_3}$	$C_3G_1 + C_1G_4 + C_3G_4 = C_2G_4$

Tablo – 2 Tek ICCII- Tabanlı Osilatörlerin Osilasyon Koşulları ve Frekansları

- **Devre 1 – Devre 2 : $2R - 2C$**
- Osilasyon frekansı ve koşulu birbirinden bağımsız ayarlanamaz
- Tek Frekans Osilatörleridir. (SFO)

1. Tek ICCII-Tabanlı

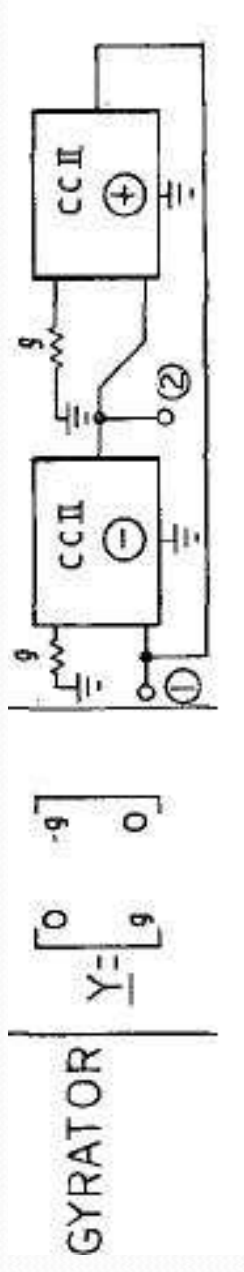
Osilatörler

- **Devre 3:** 5 pasif elemanlı (3R – 2C)
- R1 değeri sadece osilasyon frekansı için etkilidir, osilasyon koşulunu etkilemez.
- R2 ise sadece osilasyon koşulunu etkiler. Osilasyon frekansı, R2den bağımsızdır.
- **Devre 4:** 6 pasif elemanlı (3R – 3C)
- R2 sadece osilasyon frekansını, C2 de yalnızca osilasyon koşulunu etkiler
- Bu devreler Değişken Frekans Osilatörleridir (VFO)

2. İki ICCII- Tabanlı

Osilatörler

- Sedra-Smith jiratorü olarak bilinen devreden yola çıkılarak ulaşılmıştır. [2]

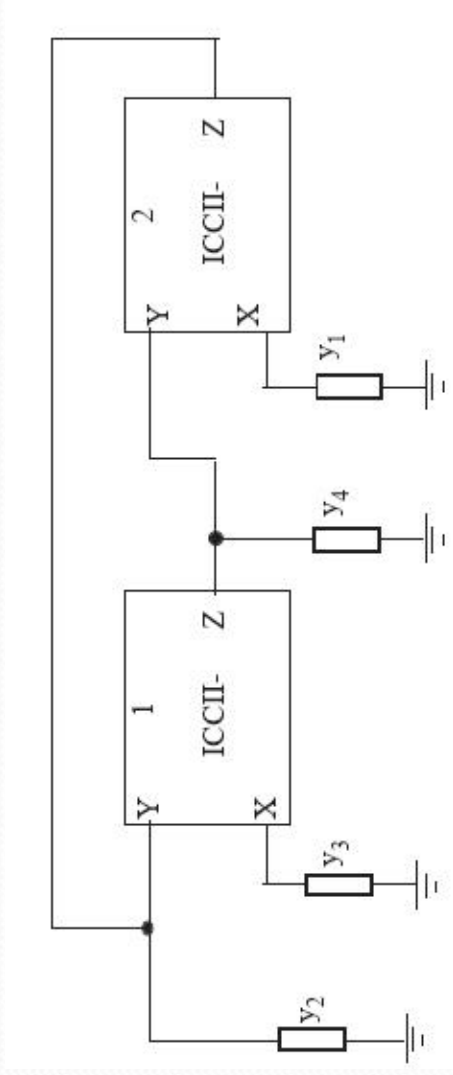


Şekil – 4 Sedra-Smith jiratorü

Hatırlatma: Jiratorler, devrede aktif endüktans simülatörü olarak kullanılırlar.

2. İki ICCII- Tabanlı Osilatörler

- Önerilen osilatör topolojisi Şekil – 5’te verilmiştir.



Şekil – 5 Önerilen iki ICCI- tabanlı osilatör

- Karakteristik denklem:

$$y_2y_4 - y_1y_3 = 0$$

2. İki ICCII- Tabanlı

Osilatörler

Tablo – 3 İki ICCII- Tabanlı Osilatör Örnekleri için Osilasyon Koşulları ve Frekansları

Circuit no	Admittances				Oscillation frequency (ω_0^2)	Oscillation condition
	y_1	y_2	y_3	y_4		
5	G_1	G_2+sC_2	G_3+sC_3	G_4+sC_4	$\frac{G_2G_4-G_1G_3}{C_2C_4}$	$C_2G_4 + C_4G_2 = C_3G_1$
6	G_1+sC_1	G_2	G_3+sC_3	G_4+sC_4	$\frac{G_1G_3-G_2G_4}{C_1C_3}$	$C_1G_3 + C_3G_1 = C_4G_2$
7	G_1+sC_1	G_2+sC_2	G_3	G_4+sC_4	$\frac{G_2G_4-G_1G_3}{C_2C_4}$	$C_2G_4 + C_4G_2 = C_1G_3$
8	G_1+sC_1	G_2+sC_2	G_3+sC_3	G_4	$\frac{G_1G_3-G_2G_4}{C_1C_3}$	$C_1G_3 + C_3G_1 = C_2G_4$
9	sC_1	G_2+sC_2	G_3+sC_3	G_4+sC_4	$\frac{G_2G_4}{C_2C_4-C_1C_3}$	$C_2G_4 + C_4G_2 = C_1G_3$
10	G_1+sC_1	sC_2	G_3+sC_3	G_4+sC_4	$\frac{G_1G_3}{C_1C_3-C_2C_4}$	$C_1G_3 + C_3G_1 = C_2G_4$
11	G_1+sC_1	G_2+sC_2	sC_3	G_4+sC_4	$\frac{G_2G_4}{C_2C_4-C_1C_3}$	$C_2G_4 + C_4G_2 = C_3G_1$
12	G_1+sC_1	G_2+sC_2	G_3+sC_3	sC_4	$\frac{G_1G_3}{C_1C_3-C_2C_4}$	$C_1G_3 + C_3G_1 = C_4G_2$
13	G_1	G_2+sC_2	sC_3	G_4+sC_4	$\frac{G_2G_4}{C_2C_4}$	$C_2G_4 + C_4G_2 = C_3G_1$
14	G_1+sC_1	G_2	G_3+sC_3	sC_4	$\frac{G_1G_3}{C_1C_3}$	$C_1G_3 + C_3G_1 = C_4G_2$
15	sC_1	G_2+sC_2	G_3	G_4+sC_4	$\frac{G_2G_4}{C_2C_4}$	$C_2G_4 + G_2C_4 = C_1G_3$
16	G_1+sC_1	sC_2	G_3+sC_3	G_4	$\frac{G_1G_3}{C_1C_3}$	$C_3G_1 + C_1G_3 = C_2G_4$

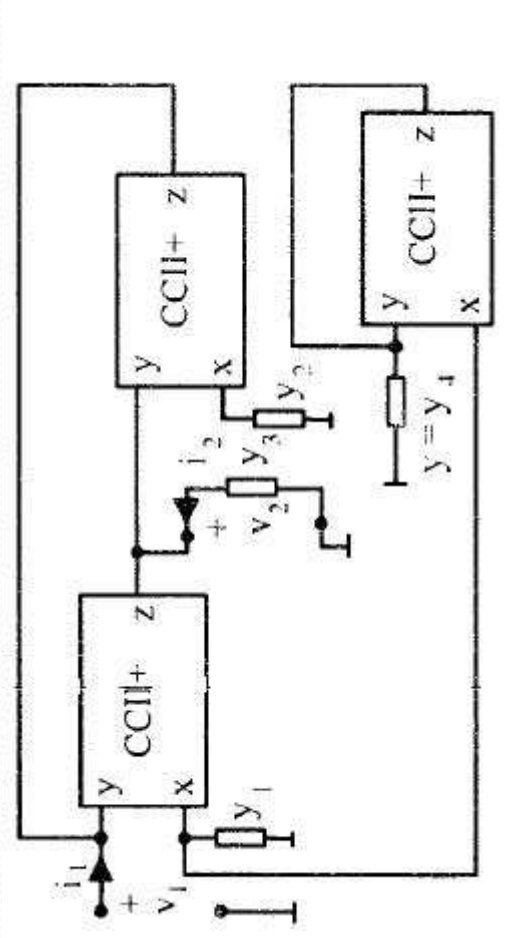
2. İki ICCII- Tabanlı

Osilatörler

- **Devre 5-6-7-8** : 7 pasif eleman
- Düşük frekans osilatörleri
- Osilasyon frekansı ve koşulu birbirine bağımlı.
- **Devre 9-10-11-12** : 7 pasif eleman
- Osilasyon frekansı , osilasyon koşulunu bozmadan, kapasitelerle birlikte ayarlanabilir.
- **Devre 13-14-15-16** : 6 pasif eleman
- Tek Frekans Osilatörleri

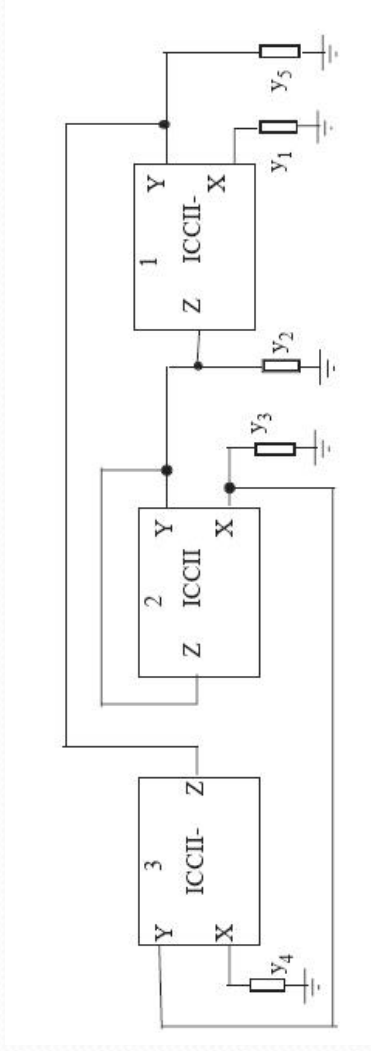
3. Üç ICCII- Tabanlı Osilatörler

- Şekil – 6'daki devreden yola çıkarak [3] bulunan osilatördür (Şekil – 7).

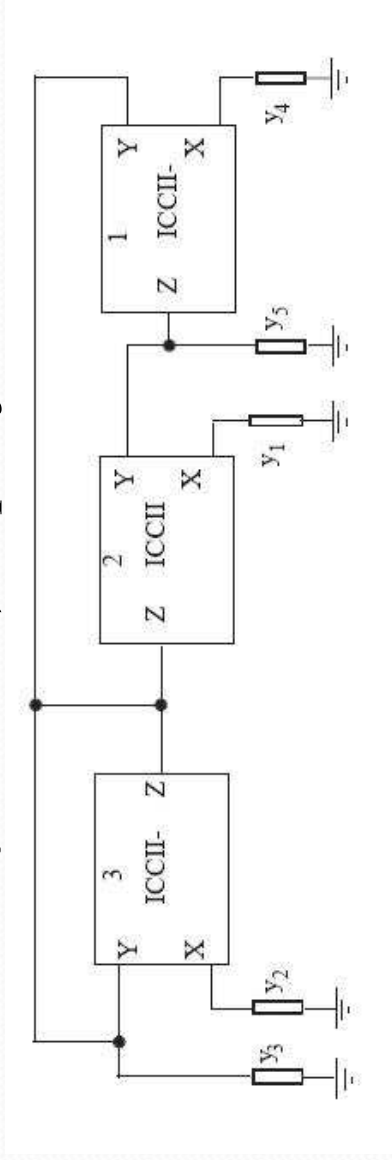


Şekil – 6 CCII+ Osilatör Devresi

3. Üç ICCII-Tabanlı Osilatörler



Şekil – 7 a) Topoloji 5

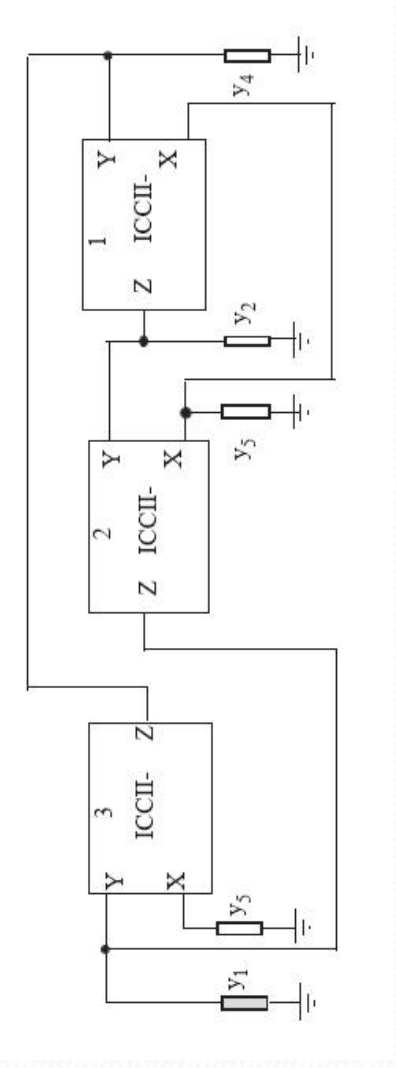


Şekil – 7 b) Topoloji 6

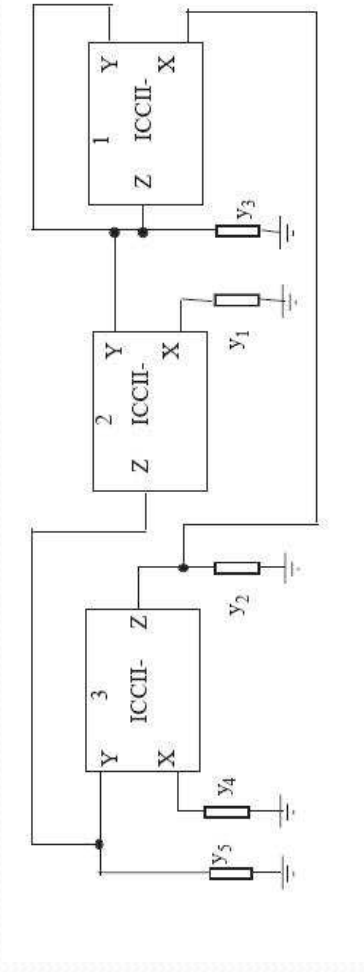
Şekil – 7 Önerilen Üç ICCII-Tabanlı Osilatörler

3. Üç ICCII-Tabanlı

Osilatörler



Şekil – 7 c) Topoloji 7



Şekil- 7 d) Topoloji 8

Şekil – 7 Önerilen Üç ICCII- Tabanlı Osilatörler

3. Üç İCCII- Tabanlı

Osilatörler

- Karakteristik denklem: $y_1y_4+y_2y_5-y_3y_5=0$
- Pasif elemanların değişik kombinasyonlarıyla elde edilebilecek devrelerin osilasyon koşulları ve frekansları Tablo – 4’te verilmiştir.

Case	Admittances					Oscillation frequency (ω_0^2)	Oscillation condition
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5		
A	G_1	G_2+sC_2	G_3	G_4	sC_5	$\frac{G_1G_4}{C_2C_5}$	$G_2 = G_3$
B	sC_1	G_2+sC_2	sC_3	sC_4	G_5	$\frac{G_2G_5}{C_1C_4}$	$C_2 = C_3$

Tablo – 4 Üç İCCII- Tabanlı Osilatörler için Osilasyon Koşulları ve Osilasyon Frekansları

3. ÜÇ İCCLİ- Tabanlı

Osilatörler

- Her durumda 6 pasif eleman mevcut.
- Toplam 8 değişik yapı gerçekleştirilebilir.
- Frekans kontrolü, osilasyon koşulundan bağımsızdır.
- Değişken Frekans Osilatörü olarak kullanılabilirler.
- Tek bir topraklanmış dirençle osilasyon frekansı ayarlanabildiği için Tek Dirençle Kontrol Edilebilen Osilatör(SRCO*) olarak adlandırılırlar.

**SRCO: Single Resistor Controlled Oscillator*

İdeal Olmayan Durumda Osilasyon

- İdeal olmayan durumdaki formülleri göz önüne alındığında, karakteristik denklemler Tablo – 5 ve Tablo – 6 da verilmiştir.

Topology	Characteristic equation
1	$\alpha\beta y_1(y_2 + y_3 + y_4) - y_2y_3(1 + \beta)(1 - \alpha) = y_4(y_2 - \alpha\beta y_3)$
2	$y_3(y_4 + y_5) + y_5[(1 + \beta)y_1 + y_4] + (1 - \alpha)(1 + \beta)y_1y_4 = \alpha\beta y_2y_4$
3	$y_1(y_3 + y_4) = y_4(\alpha\beta y_2 - y_3)$

Tablo – 5 Tek ICCII- tabanlı osilatörler için, ideal olmayan durumda karakteristik denklemler

İdeal Olmayan Durumda Osilasyon

- 2 ICCII-'dan oluşan osilatör topolojisi için karakteristik denklem: $y_2 y_4 - \alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 y_1 y_3 = 0$

Topology	Characteristic equation
5	$\alpha_1 \beta_1 \beta_2 \alpha_3 \beta_3 y_1 y_4 + y_2 y_5 - \alpha_2 \beta_2 y_3 y_5 = 0$
6	$\alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 y_1 y_4 + \alpha_3 \beta_3 y_2 y_5 - y_3 y_5 = 0$
7	$\alpha_1 \beta_2 y_1 y_4 + \beta_1 \alpha_2 \alpha_3 \beta_3 y_2 y_5 - \alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 \alpha_3 \beta_3 y_3 y_5 = 0$
8	$\alpha_1 \alpha_2 \beta_2 \alpha_3 \beta_3 y_1 y_4 + \alpha_1 \beta_1 y_2 y_5 - y_3 y_5 = 0$

Tablo – 6 Üç ICCII-'dan oluşan osilatörler için, ideal olmayan durumda karakteristik denklemler

Tasarım Örneği

- Topoloji 8 , ICCII-:Şekil – 2b
- $R1=R2=R3=R4=10k\Omega$
- $C2=C5=400pF$
- $f_0=39.78kHz$
- $V_{DD}=2.5V$, $-V_{SS}=-2.5V$
- $V_c=+-1.2V$
- Transistor boyutları Tablo – 7’de verilmiştir.
- SPICE .model dosyası Tablo – 8’de verilmiştir.

Tasarım Örneği

Tablo – 7 Tasarım örneği için transistor boyutları

	W [μm]	L [μm]
M1	30	4.8
M2	97.2	4.8
M3	60	1.2
M4	60	1.2
M5	120	1.2
M6	120	1.2
M7	94.8	3.6
M8	198	3.6

Tasarım Örneği

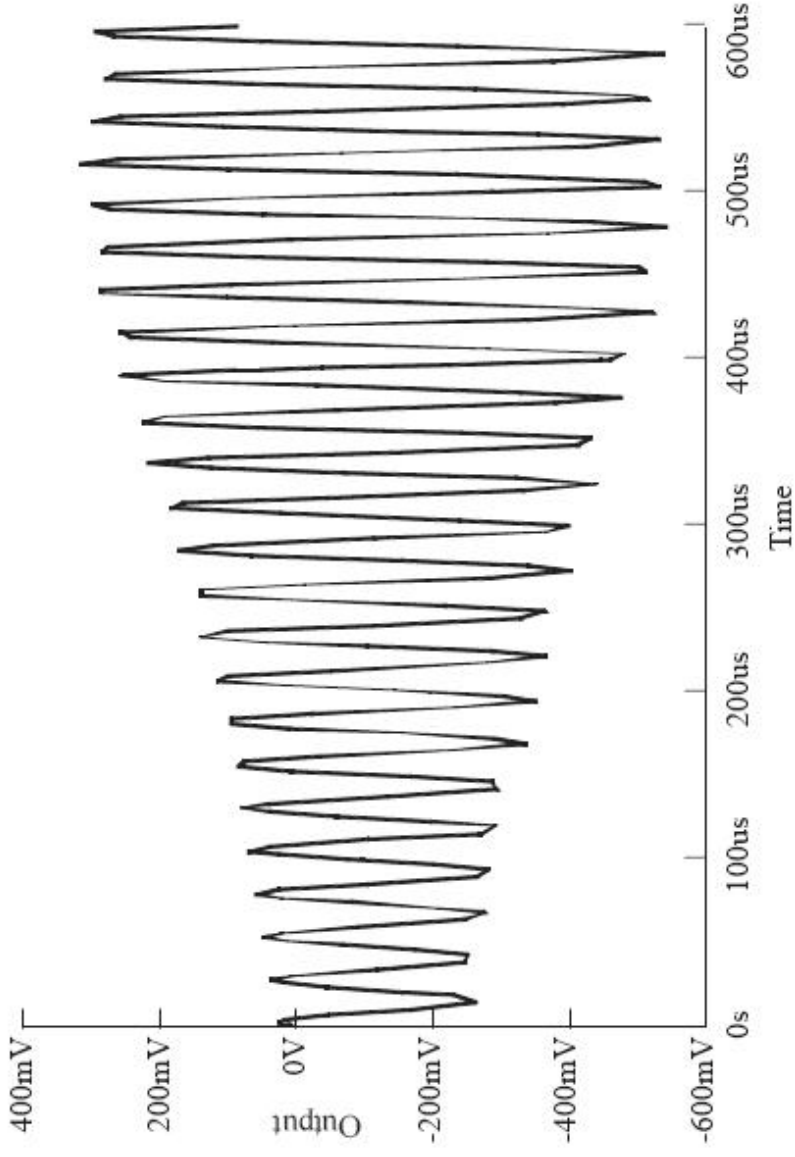
Tablo – 8 SPICE benzetim programı için 1.2µm CMOS model parametreleri

```
.MODEL nb NMOS LEVEL=3 PHI=0.7 TOX=3.05E-8 XJ=0.2U
+TPG=1 VTO=0.95705 DELTA=1.252 LD=1.7777E-9 KP=7.9173E-5
+U0=699.3 THETA=1.2260E-01 RSH=9.091E-2 GAMMA=0.5623
+NSUB=1.221E16 NFS=6.5E11 VMAX=2.025E5 ETA=1.056E-1
+KAPPA=1.954E-01 CGDO=5.0000E-11 CGSO=5.0000E-11
+CGBO=3.266E-10 CJ=2.7366E-4 MJ=5.428E-1 CJSW=1.736E-10
+MJSW=1.000E-1 PB=9.9E-1

.MODEL pb PMOS LEVEL=3 PHI=0.7 TOX=3.05E-8 XJ=0.2U
+TPG=1 VTO=-0.8351 DELTA=2.186 LD=1.1E-9 KP=1.91485E-5
+U0=172.1 THETA=9.69E-02 RSH=1.727E-1 GAMMA=0.3423
+NSUB=4.525E15 NFS=6.5E11 VMAX=2.038E5 ETA=1.487E-1
+KAPPA=9.998 CGDO=5.0000E-11 CGSO=5.0000E-11
+CGBO=3.411E-10 CJ=2.883E-4 MJ=4.9284E-1 CJSW=2.0216E-10
+MJSW=1.000E-1 PB=9.9E-1
```


Benzetim Sonucu

Şekil – 8 Topoloji 8 – A durumu için artan osilasyonlar



Benzetim Sonucu

- Ölçülen osilasyon frekansı 38.76kHz' dir.
- Çıkıştaki offset gerilimi ve osilasyon frekansındaki sapma, aktif elemanların parazitik etkilerinden ve idealsizliklerden kaynaklanmıştır.

Kaynaklar:

- [1] A. Toker, H. Kuntman, O. Çiçekoglu and M. Dişçigil, 'New Oscillator Topologies Using Inverting Second-Generation Current Conveyors', Turkish Journal of Electric Engineering and Computer Sciences (ELEKTRİK), Vol.10, No.1, pp.119-129, 2002.
- [2] A. Sedra and K. C. Smith, 'A second generation current conveyor and its applications', *IEEE Trans. Circuit Theory, CT-17, no. 2, pp. 132-134, 1970.*
- [3] A. Toker and O. Cicekoglu, 'Oscillator design techniques with second generation current conveyor', *Proc. of 6 th Int. conf. on optimization of electrical and electronic equipments (OPTIM'98), vol. III, pp. 659-662, Brasov, May 14-15, 1998.*
- [4] H. H. Kuntman: *Analog MOS Tümdrevre Tekniđi*, İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 1587, 1997



Dinlediđiniz için Teşekkürler.....