

yükseldiğinde ikili devre tekrar konum değiştirir. Olay periyodik olarak devam eder. Devrenin osilasyon frekansı

$$f_o = \frac{I_c}{2 \cdot C_1 \cdot (V_{TR} + V_D)} \quad (7.4)$$

bağıntısından hareketle hesaplanabilir. Bağıntıda V_{TR} büyüklüğü eviricinin eşik gerilimini, V_D ise diyot gerilimini göstermektedir. Bağıntıdan görülebileceği gibi, frekans akımla lineer olarak değişmektedir.

Devrede kullanılan eviriciler, VE kapısı ile SR ikilisinin girişlerine yasak girişin gelmesini önlemek üzere kullanılmışlardır. CMOS tekniği ile gerçekleştirilebilecek dolup-boşalmalı gerilim kontrollü osilatör yapıları Şekil-7.5'de verilmiştir.

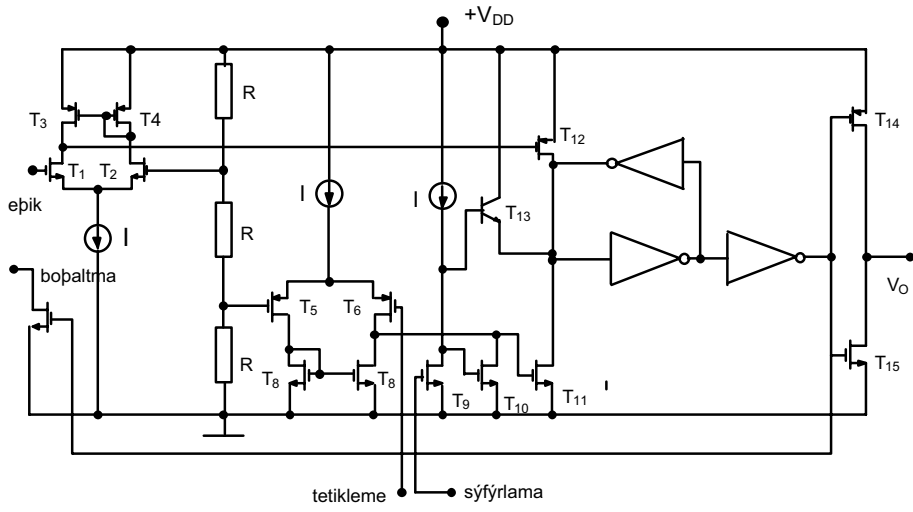
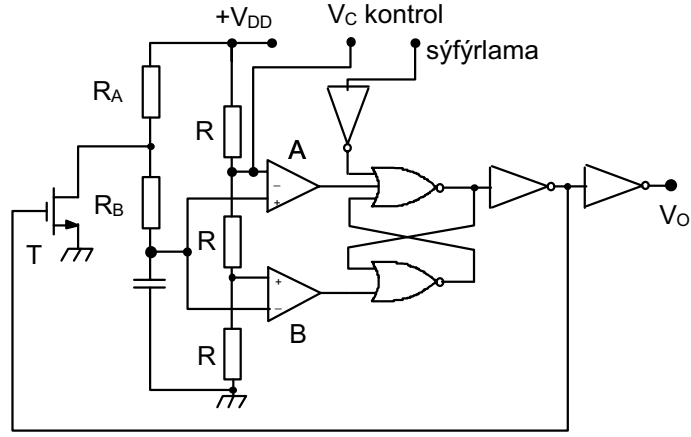
7.3. CMOS OTA-C osilatörler

Sadece geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi ve kondansatörler kullanılarak gerçekleştirilen osilatör yapıları yüksek frekans devrelerinde oldukça fazla yarar sağlarlar. Devrelerin sağladığı en büyük yarar, yapıda endüktans bulunmaması, OTA'nın açık çevrimde çalışabilmesi, başka bir deyişle, yapılan lokal geribeslemelerle frekans cevabına ilişkin kutuplar için ek bir sınırlama getirmemesidir. OTA'nın eğiminin bir tasarım parametresi olarak kullanılması da elde edilen diğer bir yarar olarak değerlendirilebilir. Bu eğim akımın bir fonksiyonu olduğundan OTA'nın kuyruk akımının değiştirilmesiyle söz konusu parametre ve bununla da frekansı değiştirme olanağı bulunmaktadır. Devrenin çalışması ikinci dereceden bir osilatör devresinin karakteristik denkleminin elde edilmesine dayanır. Bu karakteristik denklem

$$s^2 - b \cdot s + \Omega_o^2 = 0 \quad (7.5)$$

şeklinde dir. b ve Ω_o büyüklükleri OTA'ların geçiş iletkenliklerinin ve kapasitelerin fonksiyonudur. Bu karakteristik denklem çeşitli yapı düzenleriyle

7.6

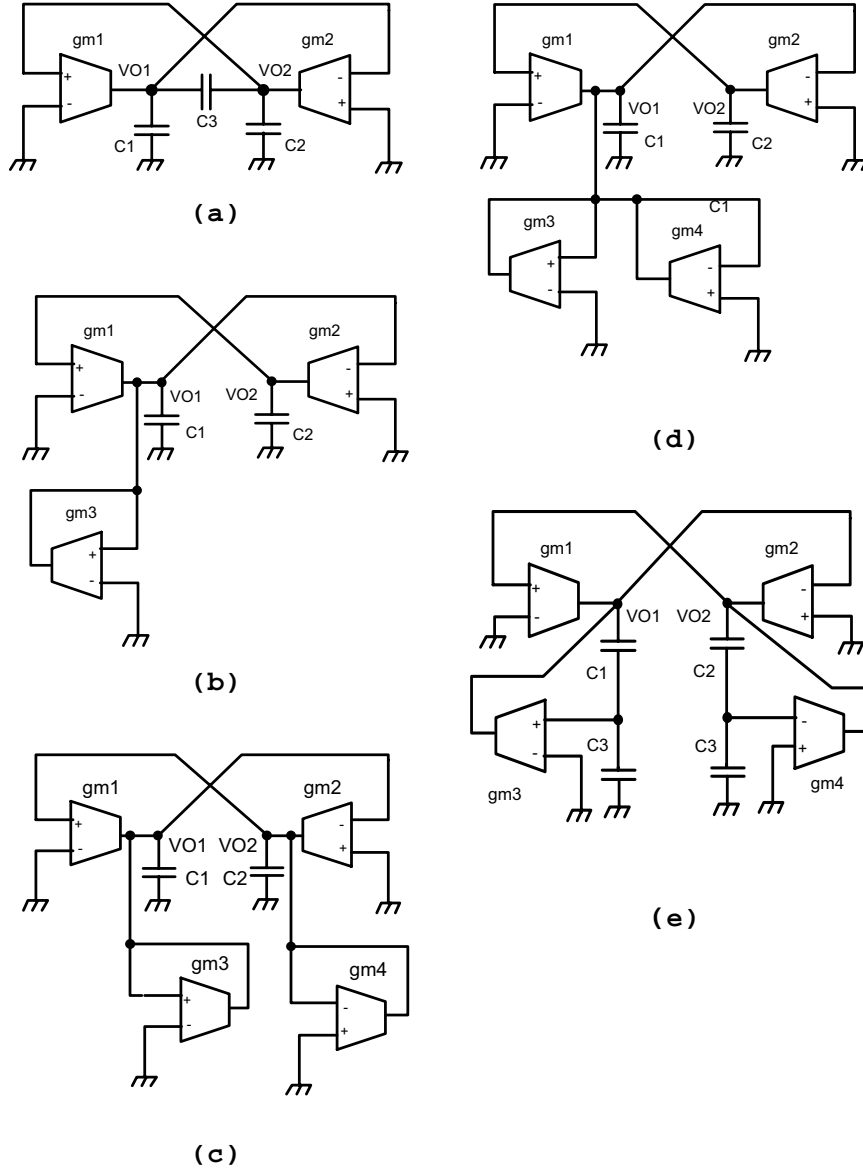


Şekil-7.5. CMOS tekniği ile gerçekleştirilen diğer dolup-boşalmalı osilatör yapıları.

sağlanabilir. Bu düzenlerden 2OTA3C (iki OTA ve üç kondansatör), 3OTA2C (üç OTA ve iki kondansatör), 4OTA2CI, 4OTA2CII (dört OTA ve iki kondansatör) ve 4OTA4C (dört OTA ve dört kondansatör) düzenleri Şekil-7.6'da verilmiştir. Bu yapılarla ilişkin karakteristik büyüklükler de Tablo-7.1'de gösterilmiştir.

Tablo 7.1. Şekil-7.6'daki devreler için OTA modeli ile yapılan analizlerden elde edilen b ve Ω_0 ifadeleri

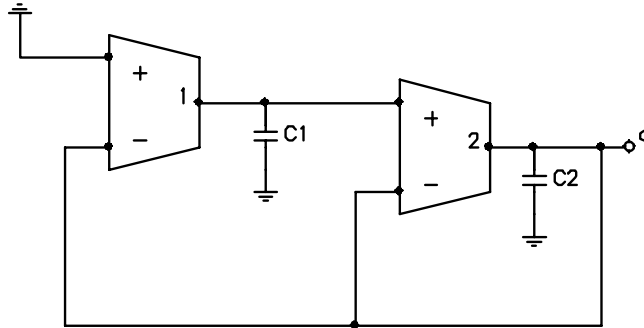
Devre	b	Ω_0
2OTA3C osilatörü	$\frac{(g_{m1} - g_{m2})C_3}{(C_1 + C_3)(C_2 + C_3) - C_3^2}$	$\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{(C_1 + C_3)(C_2 + C_3) - C_3^2}$
3OTA2C osilatörü	$\frac{g_{m3}}{C_1}$	$\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}$
4OTA2CI osilatörü	$\frac{g_{m3} \cdot C_2 - g_{m4} \cdot C_1}{C_1 \cdot C_2}$	$\frac{g_{m1} \cdot g_{m2} - g_{m3} \cdot g_{m4}}{C_1 \cdot C_2}$
4OTA2CII osilatörü	$\frac{(g_{m3} - g_{m4}) \cdot C_2}{C_1 \cdot C_2}$	$\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}$
4OTA4C osilatörü	$\frac{(g_{m3} - g_{m4}) \cdot \frac{C_1 C_2 C_3}{(C_1 + C_3)(C_2 + C_3)}}{C_1 \cdot C_2}$	$\frac{g_{m1} \cdot g_{m2} \left(1 + \frac{C_1}{C_3}\right) \cdot \left(1 + \frac{C_2}{C_3}\right) - g_{m3} \cdot g_{m4} \frac{C_1 C_2}{C_3^2}}{C_1 \cdot C_2}$



Şekil-7.6. Yüksek frekans OTA-C osilatör yapıları: a) 2OTA3C, b) 3OTA2C
c) 4OTA2CI, d) 4OTA2CII, e) 4OTA4C.

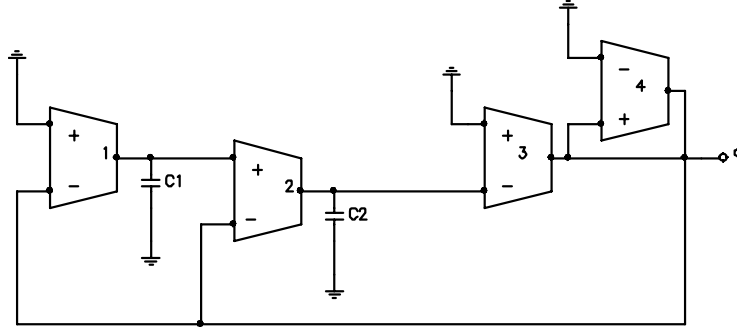
Bir ucu topraklanmış C elemanları ve OTA kullanılarak gerçekleştirilen OTA-C osilatör yapıları

Bu bölümdeki osilatör devreleri Acar, Anday ve Kuntman tarafından önerilen alçak geçiren, yüksek geçiren süzgeç yapıları ile Sinencio, Geiger ve Lozano tarafından önerilen band geçiren filtre yapıları kullanılarak türetilmiş, bu süzgeç yapıları hareket noktası alınarak üç yeni osilatör yapısı elde edilmiştir. Elde edilen yapılar Şekil-7.7'de görülmektedir. Bu yapıların ideal OTA kullanılarak yapılan analizi sonucunda b osilasyon şartı ve Ω_0 osilasyon frekansı için elde edilen bağıntılar Tablo.7.2'de verilmiştir. Tablo 7.2'deki b büyüklüğünü veren bağıntılar incelenirse, bu değerleri sıfır yapmak ve idealsizlik etkilerini dengelemek üzere b büyüklüğünün negatif veya pozitif değerlere kaydırılması gerektiği, bunun ise mümkün olamayacağı fark edilebilir. Söz konusu problemi çözmek üzere, yukarıdaki yapılara Şekil-7.8'de gösterilen CMOS OTA'yla gerçekleştirilen negatif direnç eklenmiştir.

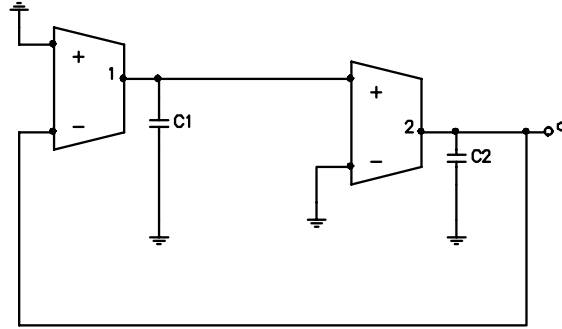


Şekil 7.7a Alçak geçiren süzgeçten elde edilen osilatör yapısı

7.10



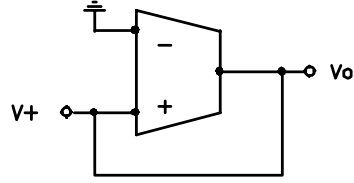
Şekil -7.7b Yüksek geçiren süzgeçten elde edilen osilatör yapısı



Şekil -7.7c Band geçiren süzgeçte, en elde edilen osilatör yapısı

Tablo 7.2. Şekil-7.7’de verilen devrelere ilişkin osilasyon şartı ve osilasyon frekansı bağıntıları

Şekil No	b	Ω_0
Şekil 7.7a	$\frac{g_{m2}}{C_2}$	$\sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}}$
Şekil 7.7b	$\frac{g_{m2} \cdot g_{m3}}{g_{m4} \cdot C_2}$	$\sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2} \cdot g_{m3}}{g_{m4} \cdot C_1 \cdot C_2}}$
Şekil 7.7c	0	$\sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}}$

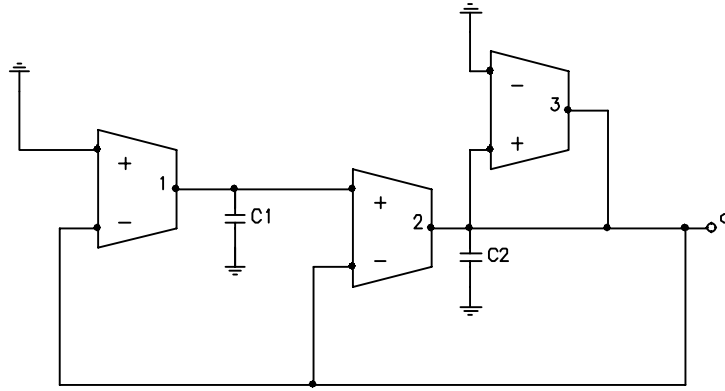


Şekil 7.8 CMOS OTA ile oluşturulan negatif direnç

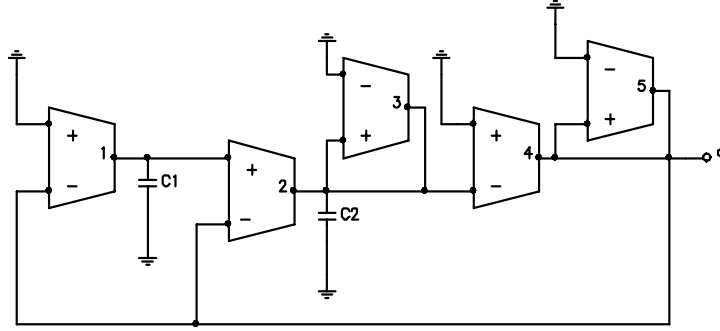
Bu negatif direncin değeri

$$R_n = -\frac{1}{g_m}$$

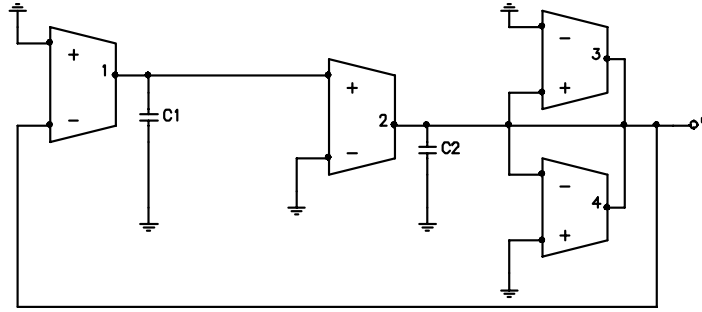
bağıntısıyla hesaplanabilir. Şekil-7.7'deki osilatör yapılarına negatif direncin eklenmesiyle oluşturulan yeni osilatör topolojileri Şekil-7.9'da verilmiştir. Bu devrelere ilişkin yeni b ve Ω_0 bağıntıları Tablo 7.3'de görülmektedir.



Şekil-7.9a 3OTA-2C Osilatör yapısı



Şekil-7.9b. 5OTA-2C Osilatör yapısı



Şekil-7.9c 4OTA-2C Osilatör yapısı

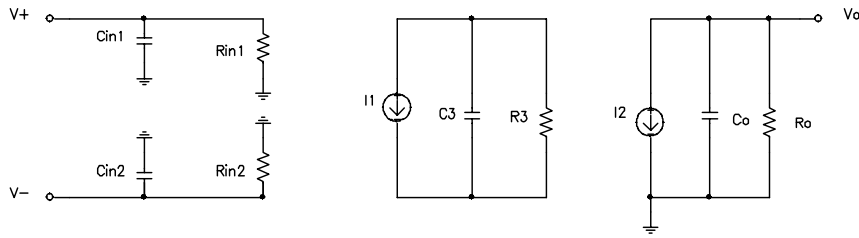
Tablo 7.3. Şekil-7.9'da verilen devrelere ilişkin osilasyon şartı ve osilasyon frekansı bağıntıları

Şekil No	b	Ω_0
Şekil 7.9a	$\frac{g_{m2} - g_{m3}}{C_2}$	$\sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}}$
Şekil 7.9b	$\frac{\left(\frac{g_{m2} \cdot g_{m4}}{g_{m5}} - g_{m3} \right)}{C_2}$	$\sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2} \cdot g_{m5}}{g_{m4} \cdot C_1 \cdot C_2}}$
Şekil 7.9c	$\frac{g_{m4} - g_{m3}}{C_2}$	$\sqrt{\frac{g_{m1} \cdot g_{m2}}{C_1 \cdot C_2}}$

Yeni yapılara ilişkin b büyüklüğünü veren bağıntılar incelendiğinde, osilasyon şartının g_m geçiş iletkenliği değerleri eşit seçilerek sıfır yapılabildiği ve idealsizlik etkilerinin b 'ye ek olarak getirdiği negatif ve pozitif terimlerin g_m eğimlerinden birinin büyük seçilmesiyle dengelenebildiği kolayca fark edilebilir.

OTA idealsizliklerinin osilatör yapılarına etkisi

İşlemsel geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi, diğer ismiyle OTA, giriş büyüklüğü gerilim, çıkışı büyüklüğü akım olan bir yapıdır. Dolayısıyla, bu yapı gerilim kontrollü akım kaynağı (VCCS) olarak davranmaktadır. İdeal OTA için çıkış direnci sonsuz, çıkış akımının salınabileceği aralık sonsuz, band genişliği sonsuz ve eğimin değiştirilebileceği aralık sonsuz olurken, pratikte bu değerlere ulaşmak olanaksızdır. Bu nedenle, ideal şartlara olabildiğince yaklaşılmaya çalışılır. Bu bölümde, en baskın idealsizlik bileşeni olan sonlu çıkış direncinin ve sonlu band genişliğinin b ve Ω_0 büyüklüklerine etkisi ele alınarak incelenecektir. Yapılan analizlerde kullanılan OTA modeli, Kuntman tarafından OTA'nın lineer ve lineer olmayan davranışlarını modellemek üzere önerilen makromodelden türetilmiştir. Bu model Şekil-7.10'da verilmiştir. Söz konusu model kullanılarak elde edilen yeni b ve Ω_0 değerleri Tablo-7.4'de görülmektedir.



Şekil-7.10. Simülasyonda kullanılan OTA modeli