

4. CMOS GEÇİŞ İLETKENLİĞİ KUVVETLENDİRİCİSİ, OTA

İşlemsel kuvvetlendiricinin gerilim kontrollü gerilim kaynağı özelliği göstermesi, çıkış direncinin çok küçük olması ve kazancın

$$K_V = \frac{V_o}{V_{I1} - V_{I2}} \quad (4.1)$$

bağıntısıyla tanımlanmasına karşılık, geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi gerilim kontrollü akım kaynağı özelliği gösterir. Çıkış empedansı yüksektir ve tanım bağıntısı

$$G = \frac{I_o}{V_{I1} - V_{I2}} \quad (4.2)$$

şeklindedir.

4.1. CMOS OTA tasarımı

En yaygın kullanım alanı bulan OTA yapıları, basit OTA, simetrik OTA ve Miller OTA olarak isimlendirilen geçiş iletkenliği kuvvetlendiricisi yapılarıdır. Bu bölümde, ilk önce, yukarıda isimleri verilen üç temel OTA yapısı ele alınarak incelenecektir. Daha sonra, zıt fazlı ortak kaynaklı çiftlerle kurulan OTA yapısı (ACSP OTA: Anti-Phase Common Source Pair OTA), çapraz bağlamalı OTA, lineerleştirilmiş OTA gibi özel yapılar ele alınacaktır.

4.1.1. Basit OTA yapısı

En basit OTA yapısı, Şekil-4.1'de verilen kendiliğinden kutuplamalı aktif yüklü CMOS fark kuvvetlendiricisi yardımıyla kurulabilir. T_1 ve T_2 n kanallı tranzistorları eş tranzistorlardır, bunların (W/L) oranları eşitir. Aynı özellikler p kanallı T_3 - T_4 çifti için de geçerlidir. Yapıdaki tüm akım seviyeleri I_o akım kaynağının akımı ile belirlenir. Bu akım sükunette eş olarak iki kola dağılmaktadır. Yapıda tüm kaynak uçları, tranzistorların tabanına bağlıdır, bu şekilde gövde etkisi elimine edilmiş olur.

4.3

3 düğümü ile referans arasına gelen direnç

$$R_{n3} = \frac{I}{2 \cdot g_{m1}} \quad (4.7)$$

değerindedir. Bu düğüm, yapının ortak işaret özellikleri açısından etkili olur. Yapının fark işaret davranışına, kazanç-band genişliği çarpımına ve yükselme eğimine herhangi bir etkisi olmamaktadır.

Basit CMOS OTA'nın kazanç-band genişliği

Basit CMOS OTA yapısında sadece iki düğümdeki, yüksek dirençli 4 ve 5 düğümlerindeki kapasiteler baskın kutbu belirleyebilirler. Yapı, genelde, iki kutuplu bir sistem olarak düşünülebilir. Bu düğümlere ilişkin etkin direnç değerleri $R_{n4} \ll R_{n5}$ şeklindedir. Bu nedenle, C_{n5} etkin kapasitesi C_{n4} etkin kapasitesine göre çok daha düşük frekanslı bir kutup oluşturur ve bu kutup baskın kutup olur. $R_{n5} = r_o$ şeklinde yapının çıkış direncine eşit olduğundan, C_L yük kapasitesinin de dikkate alınmasıyla, baskın kutup

$$f_d = \frac{I}{2\pi r_o (C_{n5} + C_L)} \quad (4.8)$$

biçiminde ifade edilebilir. Burada

$$C_{n5} = C_{gd4} + C_{db4} + C_{gd2} + C_{db2}$$

şeklinde verilmektedir. Yapının kazanç-band genişliği çarpımı hesaplanırsa

$$GBW = K_V \cdot f_d = \frac{g_{m1}}{2\pi (C_{n5} + C_L)}$$

$$GBW = \frac{\sqrt{k_n' I_o \left(\frac{W}{L}\right)_1}}{2\pi (C_{n5} + C_L)} \quad (4.9)$$

bulunur. Bu bağıntının geçerli olabilmesi için $f < GBW$ için frekans eğrisinin düşme eğimi -20dB/dek olmalıdır. Başka bir deyişle, baskın olmayan kutup frekansının minimum değeri GBW'de olmalıdır. Bu, kararlılığın sağlanması açısından gereklidir; böylece, faz payı 45° olur.