

ELE512
İleri Analog Tümdevre Tasarımı
ÖDEV 4

Şekil-1a'daki katlanmış Gilbert devresi kullanılarak yüksek doğruluklu bir analog çarpma devresi gerçekleştirilecektir. Devrenin $\Delta I = I_7 - I_8$ çıkış akımının

$$-100\mu A \leq \Delta I \leq +100\mu A$$

sınırları arasında değişebilmesi, V_X ve V_Y giriş işaretlerinin değişim aralıklarının da

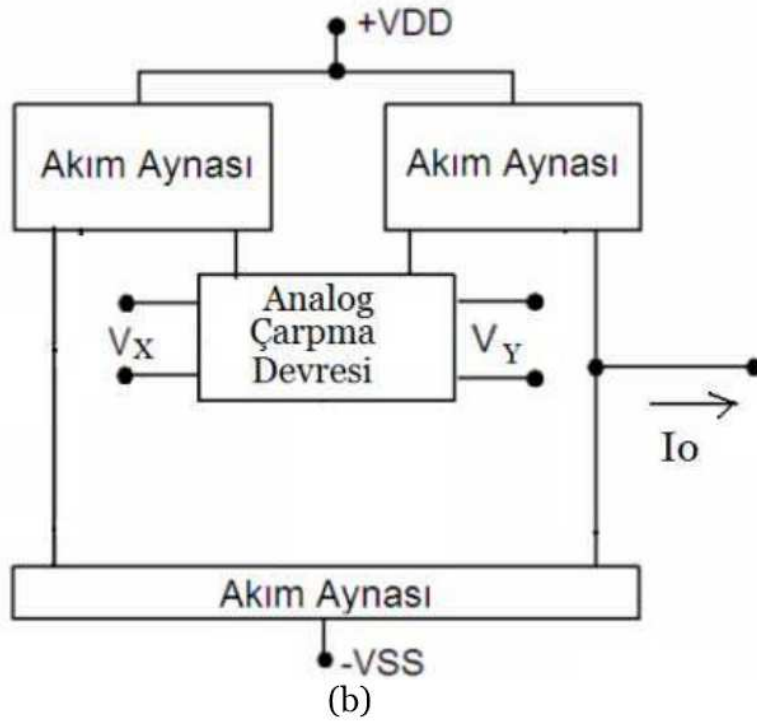
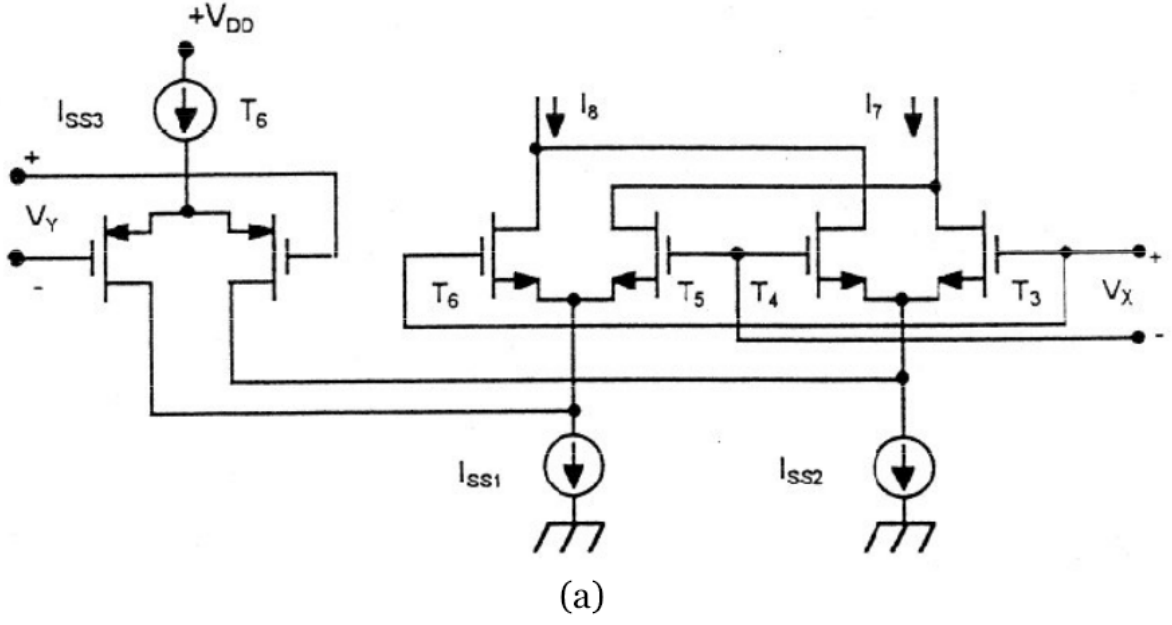
$$\begin{aligned} -1V &\leq V_X \leq +1V, \\ -1V &\leq V_Y \leq +1V \end{aligned}$$

olması isteniyor.

- a. Devredeki I_{SSi} ($i= 1,2,3$) akımlarını sağlayacak CMOS devre yapısını aynı referanstan akım üretecek şekilde tasarlayınız.
- b. I_{SSi} ($i= 1,2,3$) akımlarını ve tranzistorların W/L oranlarını belirleyiniz.
- c. $\Delta I = I_7 - I_8$ akımının Şekil-1b'de verilen ve simetrik OTA yapılarının oluşturulmasında kullanılan ilkeye göre sezilerek tek çıkışa dönüştürülmesi isteniyor. $\Delta I = I_7 - I_8 = \pm 100\mu A$ iken I_O çıkış akımını gerilime dönüştürmek üzere çıkışa bağlanacak $R_L = 2k$ değerindeki bir yük direncinin üzerindeki gerilim değişiminin $V_O = \pm 1V$ olması hedefleniyor ($V_O = I_O \cdot R_L$). Bunun için gereken CMOS devreyi tasarlayarak çiziniz ve tasarımdaki hareket noktanızın gerekçelerini belirtiniz. Tranzistorların (W/L) boyut oranlarını belirleyiniz.

SPICE benzetim programı yardımıyla

- d. (c) de tasarladığınız analog çarpma devresinin DC geçiş karakteristiklerini çıkartınız. Bunun için V_Y gerilimini parametre olarak ve V_X giriş gerilimini uygun sınırlar arasında değiştirerek V_O geriliminin değişimini inceleyiniz.
- e. Aynı incelemeyi V_X gerilimini parametre olarak ve V_Y giriş gerilimini uygun sınırlar arasında değiştirerek tekrarlayınız.
- f. V_Y gerilimini parametre olarak ve v_o/v_x gerilim kazancının frekansla değişimini inceleyiniz.
- g. V_X gerilimini parametre olarak ve v_o/v_y gerilim kazancının frekansla değişimini inceleyiniz.
- h. Girişlerin birine $f_1=0.2MHz$, diğerine $f_2=2MHz$ frekanslı sinüs biçimli iki işaret uygulayarak çıkış işareti değişimini farklı giriş genlikleri için inceleyiniz.
- i. (h) da elde ettiğiniz değişimlerden biri için çıkış işaretinin harmonik distorsiyonunu ve intermodülasyon distorsiyonunu inceleyiniz.
- j. Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.



Şekil-1 Analog çarpma devresi