

**ELE512**  
**İleri Analog Tümdevre Tasarımı**  
**ÖDEV 4**

**(15 Nisan 2009, Süre 3 haftadır)**

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

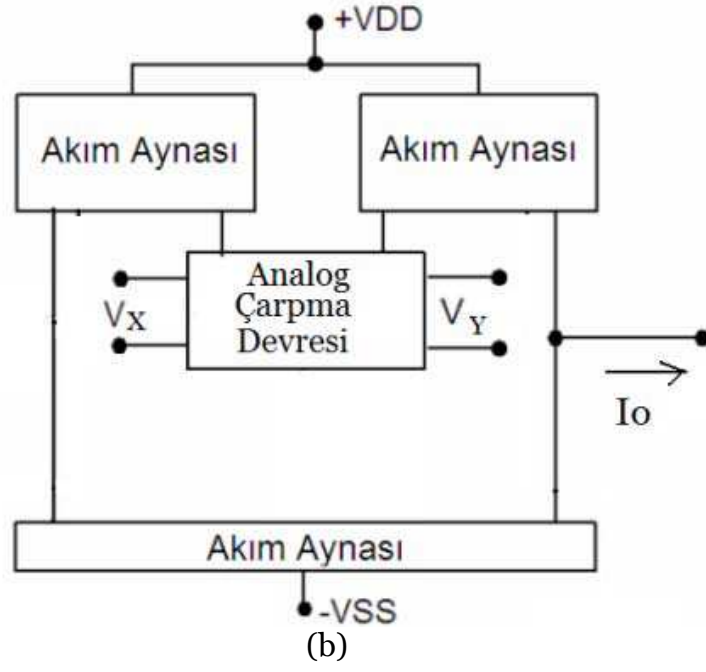
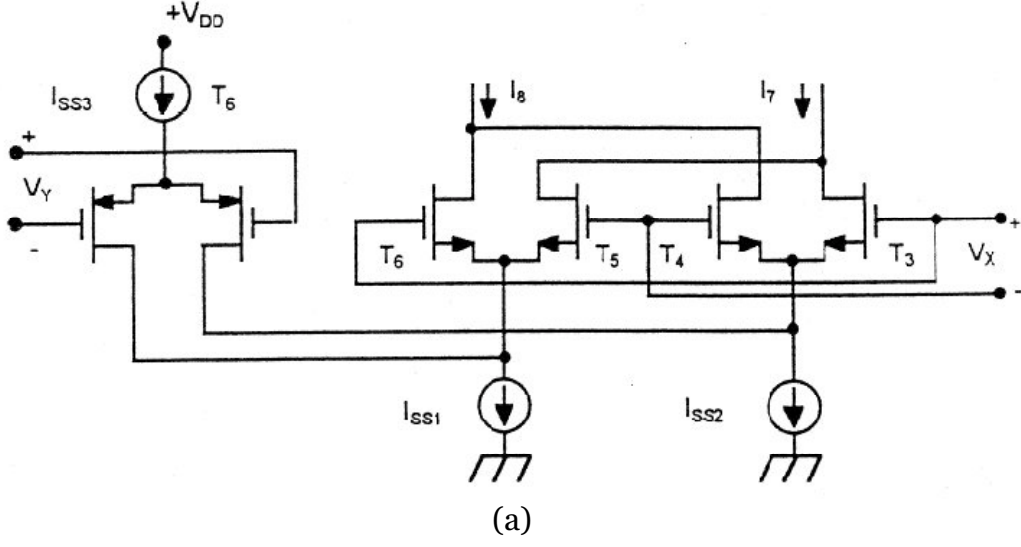
$$\begin{aligned} -1V &\leq V_X \leq +1V, \\ -1V &\leq V_Y \leq +1V \end{aligned}$$

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