SORU :

NMOS transistorları gerçekleştirilen bir fark kuvvetlendiricisi-
nin kuyruk akımı yine NMOS bir akım aynası ile sağlan-
maktadır. ($R = 8k\Omega$). Devre $V_{DD} = +5V$ ve $-V_{SS} = -5V$
simetrik kaynaktan beslenmekte olup, yük dirençleri
$R_D = 50k\Omega$ 'dur. Transistorların eşik gerilimleri,
$V_T = 0,6V$ 'dur. Fark kuvvetlendiricinin transistorlarının
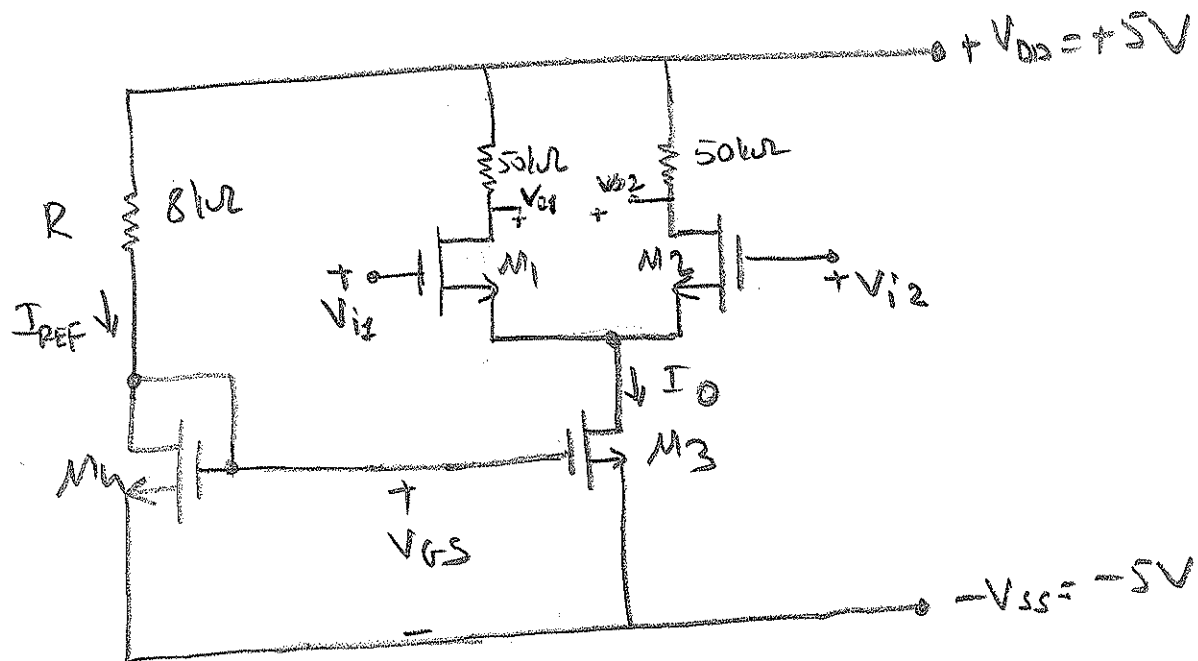(w/L) oranları akım aynası transistorlarının 2,0
katıdır.

a) Devre şemasını çiziniz.

b) Akım aynasının akımı $I_0 = 0,1mA$ olması için
akım aynası MOS transistorların β parametresini he-
saplayınız.

c) Bu durumda devrenin $K_d = (V_{o1} - V_{o2})/(V_{i1} - V_{i2})$
simetrik fark işaret kazancını hesaplayınız.

d) Ortak işaret bastırma oranı $CMRR = 20 \log|K_d/K_{cm}|$
$= 40 dB$ olduğuna göre akım kaynağı MOS transistor-
larının çıkış dirençleri, dolayısıyla λ parametresini hesap-
layınız. (K_d: simetrik fark kazancı, K_{cm}: ortak işaret
kazancı)

a)

b) $I_0 = I_{REF} = I_{D4} = \dfrac{\beta_3}{2}(V_{GS}-V_T)^2$

$\beta = \beta_3 = \dfrac{2I_0}{(V_{GS}-V_T)^2} = \dfrac{2 \times 0,1.10^{-3}}{(1,6-0,6)^2} = 0,2 \dfrac{mA}{V^2}$

$\downarrow$

$\beta_{1,2} = 0,2 \cdot 20 \, mA/V^2$

$= 4 \, mA/V^2$

$\dfrac{V_{DD}+V_{SS}-V_{GS}}{R} = I_{REF} = I_0$

$V_{GS} = V_{DD}+V_{SS}-R I_0$

$= 10 - 8k \times 0,1 = 1,6V$

c) $g_{m1,2} = \sqrt{2\beta_{1,2} I_{D1,2}} = \sqrt{\beta_{1,2} I_0}$, $I_D = \dfrac{I_0}{2}$

$g_{m1,2} = \sqrt{4mA/V^2 \cdot 0,1 10^{-3}} = 0,632 \, mA/V$

$K_{dd} = -g_{m1,2} \cdot R_D = - \qquad \qquad 4 \times 50 = -31,62$

d)

$$CMRR = 20 \log \frac{Kd}{Kcm} = 40 \, dB$$

$$Kd/Kcm = 100 \quad \Rightarrow \quad Kd = \frac{1}{2} Ktd = -15,8 \uparrow$$

$$rds_3 = \frac{1}{\lambda I_D} \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{1}{rds_3 \cdot I_D}$$

$$Kcm = -\frac{R_D}{2 rds_3}$$

$$Kd = -\frac{R_D}{2 gm_1} \quad \Rightarrow \quad \frac{Kd}{Kcm} = gm_1 rds_3 = 100$$

$$rds_3 = \frac{100}{0,632 \cdot 10^{-3}} \simeq 158 k\Omega$$

$$\lambda = \frac{1}{158 \cdot 10^3 \cdot 0,10 \cdot 10^{-3}} = 0,063 \, V^{-1}$$