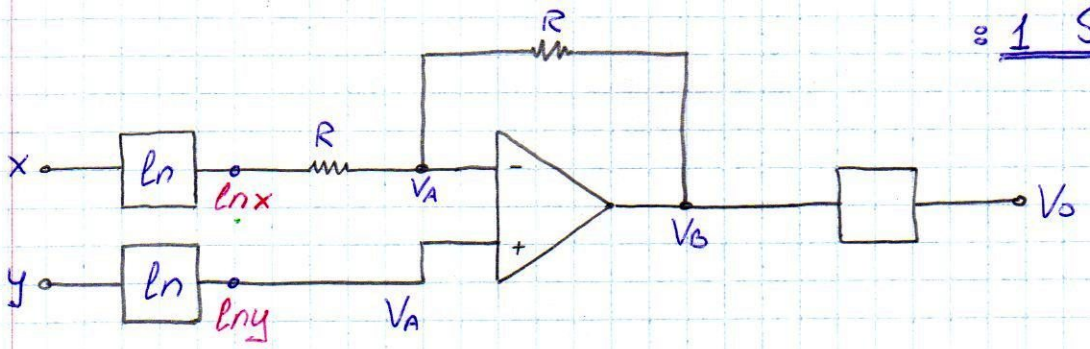
: 1 Şıkkı



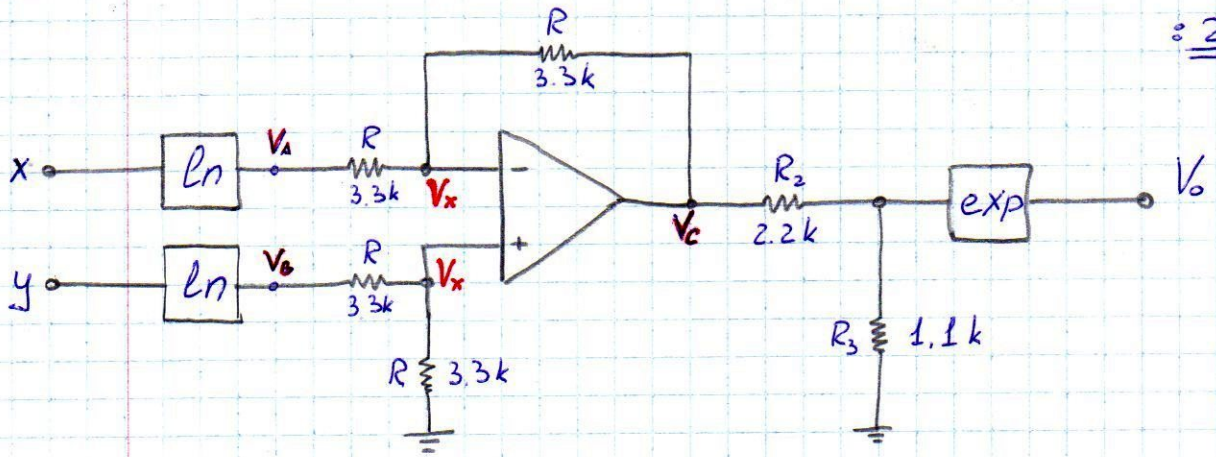
$$V_A = \ln y \Rightarrow \frac{\ln x - \ln y}{R} = \frac{\ln y - V_B}{R}$$

$$\ln x - \ln y = \ln y - V_B$$

$$V_B = \ln y + \ln y - \ln x = \ln y^2 - \ln x = \ln \frac{y^2}{x}$$

$$V_o = e^{\ln \frac{y^2}{x}} = \frac{y^2}{x} \quad //$$

: 2 Şıkkı



$$\frac{V_B - V_x}{3.3} = \frac{V_x - 0}{3.3} \Rightarrow V_B - V_x = V_x \Rightarrow V_x = \frac{V_B}{2}$$

$$V_B = \ln y \Rightarrow V_x = \frac{\ln y}{2}$$

$$\frac{V_A - V_x}{3.3} = \frac{V_x - V_c}{3.3} \Rightarrow V_A - V_x = V_x - V_c \Rightarrow V_c = 2V_x - V_A$$

$$V_A = \ln x$$

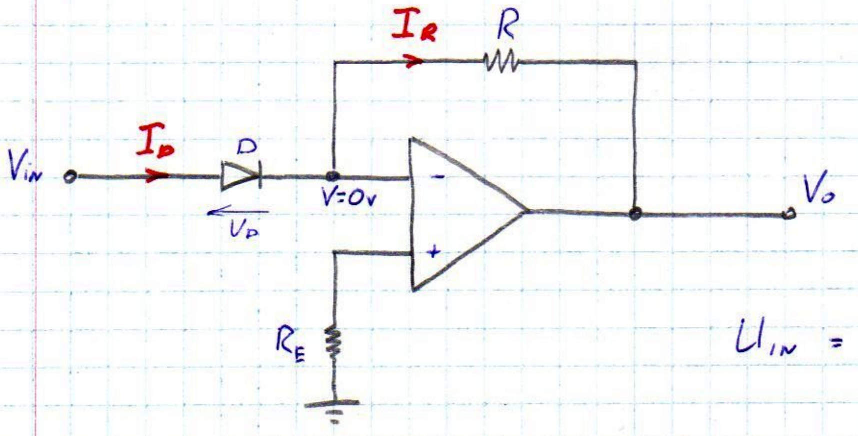
$$V_c = 2 \cdot \frac{\ln y}{2} - \ln x = \ln y - \ln x = \ln \frac{y}{x}$$

$$\frac{V_c - V_y}{2.2} = \frac{V_y - 0}{1.1} \Rightarrow V_c - V_y = 2V_y \Rightarrow V_y = \frac{V_c}{3} = \frac{\ln \frac{y}{x}}{3}$$

$$V_y = \frac{1}{3} \ln\left(\frac{y}{x}\right) = \ln\left(\frac{y}{x}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$V_o = e^{\ln\left(\frac{y}{x}\right)^{\frac{1}{3}}} = \left(\frac{y}{x}\right)^{\frac{1}{3}} \quad //$$

תרגיל 3:



$$U_{in} = U_D$$

(א)

$$I_D = I_R \Rightarrow I_D = \frac{0 - V_o}{R} = -\frac{V_o}{R}$$

$$I_D = I_0\left(e^{\frac{U_D}{2 \cdot V_T}} - 1\right) = -\frac{V_o}{R}$$

כש $V_D > 0$ יש להזניח מ "1-"

$$I_0 = I_0\left(e^{\frac{U_D}{2 \cdot V_T}}\right) = \left(-\frac{V_o}{R}\right) \quad / \ln$$

$$\ln I_0 e^{\frac{U_D}{2V_T}} = \ln\left(-\frac{V_o}{R}\right)$$

$$\ln I_0 \cdot \left(\frac{U_D}{2V_T}\right) = \ln\left(-\frac{V_o}{R}\right)$$

$$\frac{U_D}{2V_T} = \ln\left(\frac{-\frac{V_o}{R}}{I_0}\right) \Rightarrow \frac{U_D}{2V_T} = \ln\left(-\frac{V_o}{RI_0}\right) \quad / \cdot e$$

$$e^{\frac{U_D}{2V_T}} = -\frac{V_o}{RI_0} \Rightarrow V_o = -RI_0 \cdot e^{\frac{U_D}{2V_T}}$$

$$V_o = -RI_0 e^{\frac{V_{in}}{2V_T}}$$

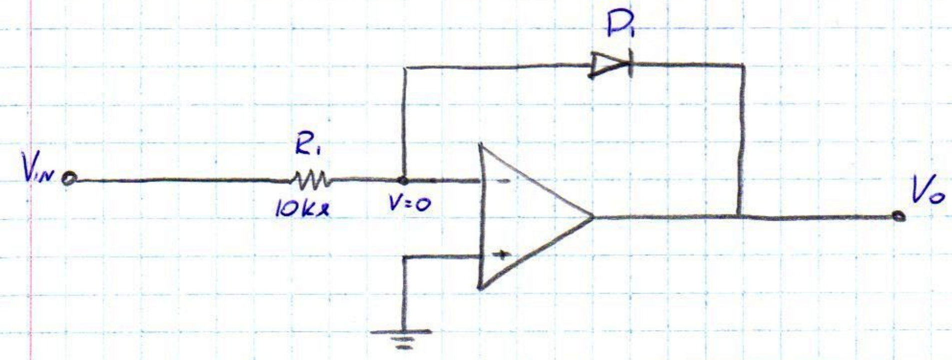
(ב) ממשוואה שמצאנו אנו רואים שהיא תלויה ב "e"

לכן הפעולה היא אנטי-לוגריתמי

(ג) כן, כמה שטמפ' עולה ה-V_T גם עולה, לכן

$e^{\frac{U_D}{2V_T}}$ קטן ואנו מקבלים את המתח קטן יותר

תרגיל 4:



(א) מתח היציאה תלוי בערך הלוגריתמי של אות הכניסה
כמה ש V_{IN} גדול כך גם V_o יגדל
כמה ש I_D גדול כך גם V_o יגדל ⇐ אופיין הדיודה מתנהג לפי משוואת שוקלי שבה יש פונקציית $e^{\square}$

(ב)

$$\frac{V_{IN}-0}{10k} = I_{D1} \qquad I_{D1} = I_0\left(e^{\frac{U_{D1}}{2V_T}}\right)$$

$$-U_0 = U_D$$

$$I_0\left(e^{-\frac{U_0}{2V_T}}\right) = \frac{V_{IN}}{10k} \quad /\ln$$

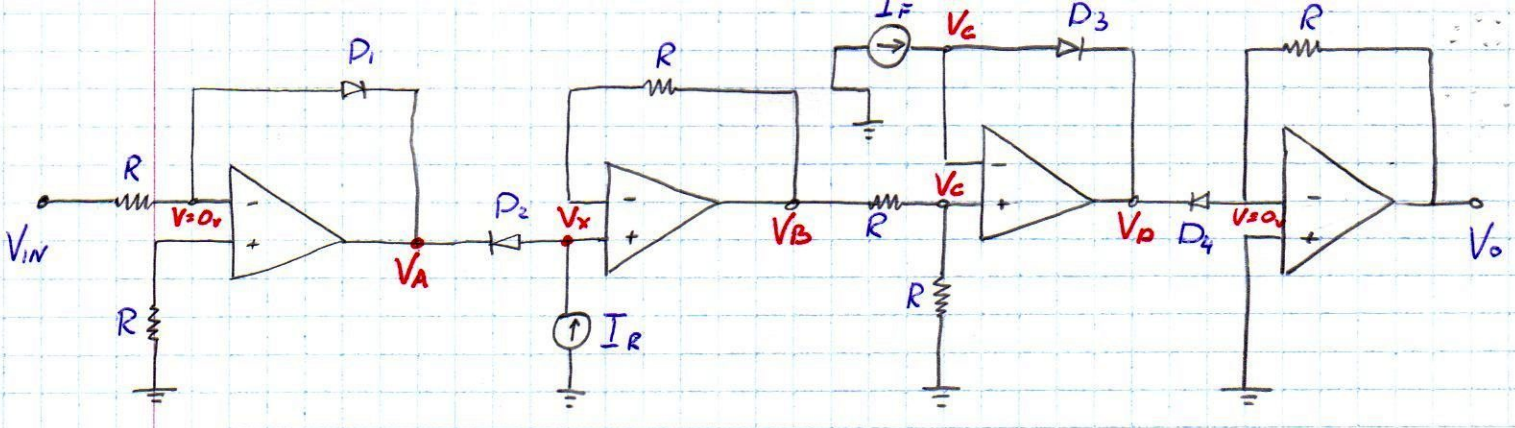
$$\ln 10 I_0 \left(-\frac{U_0}{2V_T}\right) = \ln V_{IN}$$

$$-\frac{U_0}{2V_T} = \ln\frac{V_{IN}}{10 I_0}$$

$$U_0 = -2V_T \ln\frac{V_{IN}}{10 I_0}$$

אם דיודה לא אידיאלית לנגד של 10kΩ צריך להוסיף נגד פנימי של D

(ג) טמפ' עולה ⇐ V_T עולה ⇐ מתח גדול



① $\frac{V_{IN}-0}{R} = I_{D_1} = I_o\left(e^{\frac{V_{D_1}}{2V_T}}\right)$

$0 - V_A = V_{D_1} \Rightarrow V_{D_1} = -V_A$

$\frac{V_{IN}}{R} = I_o\left(e^{\frac{-V_A}{2V_T}}\right) \quad / \ln$

$\ln \frac{V_{IN}}{R} = \ln I_o\left(-\frac{V_A}{2V_T}\right)$; $\underline{V_A} = -\ln \frac{V_{IN}}{I_o R} \cdot 2V_T$ ✓

$I_R = I_{D_2} \Rightarrow I_R = I_o\left(e^{\frac{V_{D_2}}{2V_T}}\right) \quad / \ln$

$\ln I_R = \ln I_o\left(\frac{V_{D_2}}{2V_T}\right)$; $\underline{V_{D_2}} = \ln \frac{I_R}{I_o} \cdot 2V_T$ ✓

$U_x - U_A = U_{D_2} \Rightarrow U_x = U_{D_2} + U_A$

$U_x = 2V_T \ln \frac{I_R}{I_o} - 2V_T \ln \frac{V_{IN}}{I_o R}$

$\underline{U_x} = 2V_T\left(\ln \frac{I_R I_o R}{I_o V_{IN}}\right) = 2V_T\left(\ln \frac{I_R R}{V_{IN}}\right)$ ✓

$U_x = U_B$

$\frac{V_B - V_C}{R} = \frac{V_C - 0}{R}$; $V_B = 2V_C$; $V_C = \frac{1}{2}V_B = \frac{1}{2}V_x$

$\underline{V_C} = \frac{1}{2}\,2V_T\left(\ln \frac{I_R R}{V_{IN}}\right)$ ✓

$I_F = I_{D_3} = I_o\left(e^{\frac{V_{D_3}}{2V_T}}\right) \quad / \ln$

$\ln I_F = \ln I_o\left(\frac{V_{D_3}}{2V_T}\right)$; $\underline{V_{D_3}} = \ln \frac{I_F}{I_o} \cdot 2V_T$ ✓

$V_{D_3} = V_C - V_D \Rightarrow V_D = V_C - V_{D_3}$

$$V_D = \frac{1}{2} 2V_T \left(\ln \frac{I_R R}{V_{IN}}\right) - 2V_T \left(\ln \frac{I_F}{I_0}\right) =$$

$$= 2V_T \left(\frac{1}{2} \ln \frac{I_R R}{V_{IN}} - \ln \frac{I_F}{I_0}\right) =$$

$$= 2V_T \left(\ln \frac{\sqrt{I_R R}}{\sqrt{V_{IN}}} \cdot \frac{I_0}{I_F}\right) \quad \checkmark$$

$$I_{D4} = \frac{V_0 - 0}{R}$$

$$I_0 \left(e^{\frac{V_{D4}}{2V_T}}\right) = \frac{V_0}{R} \quad / \ln$$

$$\ln I_0 \left(\frac{V_{D4}}{2V_T}\right) = \ln \left(\frac{V_0}{R}\right)$$

$$V_{D4} = \ln \left(\frac{V_0}{R I_0}\right) \cdot 2V_T \quad \checkmark$$

$$V_{D4} = 0 - V_D$$

$$\ln \left(\frac{V_0}{R I_0}\right) \cdot \cancel{2V_T} = - \ln \left(\frac{\sqrt{I_R R} \cdot I_0}{\sqrt{V_{IN}} \cdot I_F}\right) \cdot \cancel{2V_T}$$

$$\ln \left(\frac{V_0}{R I_0}\right) = \ln \left(\frac{\sqrt{I_R}\sqrt{R}\, I_0}{\sqrt{V_{IN}} \cdot I_F}\right)^{-1}$$

$$\frac{V_0}{R I_0} = \frac{\sqrt{V_{IN}} \cdot I_F}{\sqrt{I_R}\sqrt{R}\, I_0}$$

$$V_0 = \frac{R\, I_0\, I_F}{\sqrt{R}\, I_0 \sqrt{I_R}} \sqrt{V_{IN}} = V_0 = \frac{\sqrt{R}\, I_F}{\sqrt{I_R}} \cdot \sqrt{V_{IN}}$$

$$\frac{R}{\sqrt{R}} = \frac{R^1}{R^{\frac{1}{2}}} = R^{1-\frac{1}{2}} = R^{\frac{1}{2}} = \sqrt{R}$$

$$k$$

$$k = \frac{\sqrt{R}\, I_F}{\sqrt{I_R}} \quad \Leftarrow \quad V_0 = k\sqrt{V_{IN}}$$