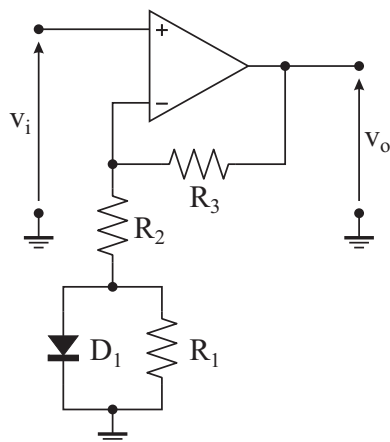


Esercizi di Elettronica

Amplificatori operazionali e diodi

www.die.ing.unibo.it/pers/mastri/didattica.htm

(versione del 30-12-2012)

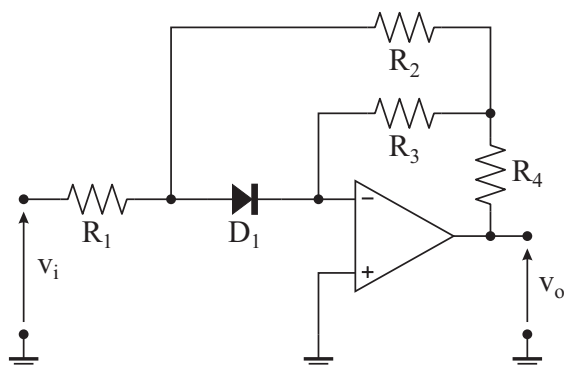
Esercizio n. 1

$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 5 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 40 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -5 V e 5 V .

Risultati

$-5 \text{ V} \leq v_i \leq -3 \text{ V}$	$v_o = -15 \text{ V}$	(D_1 off - OA sat. -)
$-3 \text{ V} \leq v_i \leq 1.2 \text{ V}$	$v_o = 5v_i$	(D_1 off - OA lin.)
$1.2 \text{ V} \leq v_i \leq 2.2 \text{ V}$	$v_o = 9v_i - 4.8 \text{ V}$	(D_1 on - OA lin.)
$2.2 \text{ V} \leq v_i \leq 5 \text{ V}$	$v_o = 15 \text{ V}$	(D_1 on - OA sat. +)

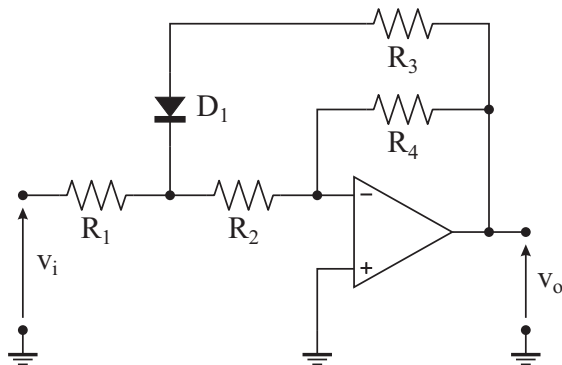
Esercizio n. 2

$$\begin{aligned} R_1 &= 2 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 3 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 6 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 10 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 14 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -10 V e 10 V .

Risultati

$-10 \text{ V} \leq v_i \leq -7 \text{ V}$	$v_o = 14 \text{ V}$	(D_1 off - OA sat. +)
$-7 \text{ V} \leq v_i \leq 1 \text{ V}$	$v_o = -2v_i$	(D_1 off - OA lin.)
$1 \text{ V} \leq v_i \leq 3 \text{ V}$	$v_o = -6v_i - 4 \text{ V}$	(D_1 on - OA lin.)
$3 \text{ V} \leq v_i \leq 10 \text{ V}$	$v_o = -14 \text{ V}$	(D_1 on - OA sat. -)

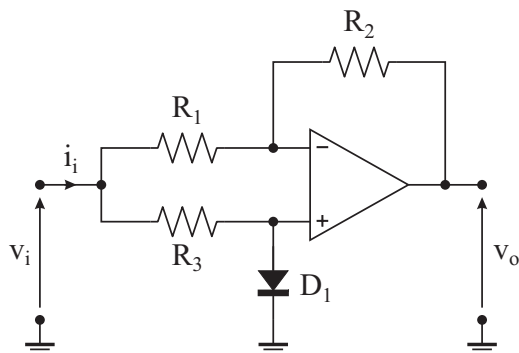
Esercizio n. 3

$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 20 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 50 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 10 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -10 V e 10 V .

Risultati

$-10 \text{ V} \leq v_i \leq -9.7 \text{ V}$	$v_o = 10 \text{ V}$	(D_1 on - OA sat. +)
$-9.7 \text{ V} \leq v_i \leq -0.2 \text{ V}$	$v_o = -v_i + 0.3 \text{ V}$	(D_1 on - OA lin.)
$-0.2 \text{ V} \leq v_i \leq 4 \text{ V}$	$v_o = -2.5v_i$	(D_1 off - OA lin.)
$4 \text{ V} \leq v_i \leq 10 \text{ V}$	$v_o = -10 \text{ V}$	(D_1 off - OA sat. -)

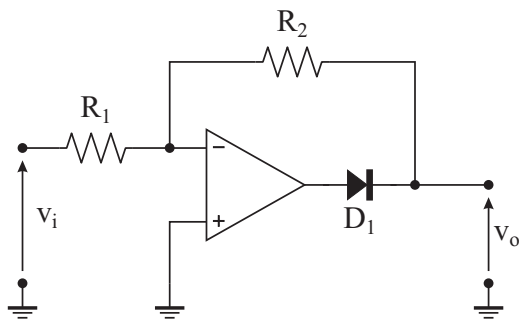
Esercizio n. 4

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 3 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.7 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 14 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare le caratteristiche $v_o(v_i)$ e $i_i(v_i)$ con v_i compreso tra -15 V e 15 V .

Risultati

$-15 \text{ V} \leq v_i \leq -14 \text{ V}$	$v_o = -14 \text{ V}$	$i_i = 0.25 \cdot v_i + 3.5 \text{ mA}$	(D_1 off - OA sat. -)
$-14 \text{ V} \leq v_i \leq 0.7 \text{ V}$	$v_o = v_i$	$i_i = 0 \text{ mA}$	(D_1 off - OA lin.)
$0.7 \text{ V} \leq v_i \leq 5.6 \text{ V}$	$v_o = -3v_i + 2.8 \text{ V}$	$i_i = 2 \cdot v_i + 1.4 \text{ mA}$	(D_1 on - OA lin.)
$5.6 \text{ V} \leq v_i \leq 15 \text{ V}$	$v_o = -14 \text{ V}$	$i_i = 1.25 \cdot v_i + 2.8 \text{ mA}$	(D_1 on - OA sat. -)

Esercizio n. 5

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$V_\gamma = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{\text{sat}} = 15 \text{ V}$$

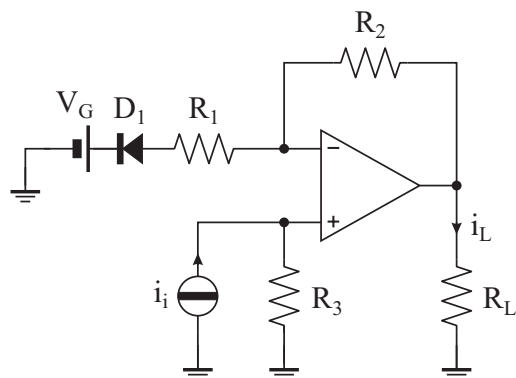
Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -20 V e 20 V .

Risultati

$$-20 \text{ V} \leq v_i \leq -7.15 \text{ V} \quad v_o = 14.3 \text{ V} \quad (\text{D}_1 \text{ on - OA sat. +})$$

$$-7.15 \text{ V} \leq v_i \leq 0 \text{ V} \quad v_o = -2v_i + 0.3 \text{ V} \quad (\text{D}_1 \text{ on - OA lin.})$$

$$0 \text{ V} \leq v_i \leq 20 \text{ V} \quad v_o = v_i \quad (\text{D}_1 \text{ off - OA sat. -})$$

Esercizio n. 6

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_L = 1 \text{ k}\Omega$$

$$V_G = 2 \text{ V}$$

$$V_\gamma = 0.6 \text{ V}$$

$$V_{\text{sat}} = 10 \text{ V}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $i_L(i_i)$ con i_i compreso tra -2 mA e 2 mA .

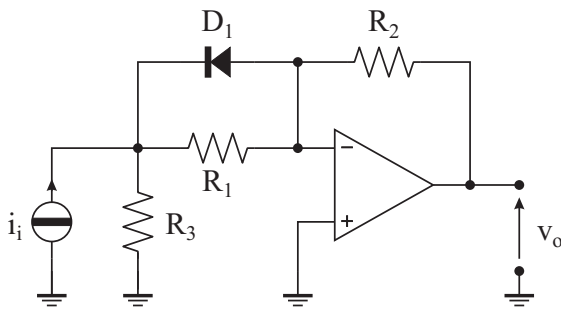
Risultati

$$-2 \text{ mA} \leq i_i \leq -1 \text{ mA} \quad i_L = -10 \text{ mA} \quad (\text{D}_1 \text{ off - OA sat. -})$$

$$-1 \text{ mA} \leq i_i \leq 0.26 \text{ mA} \quad i_L = 10 \cdot i_i \text{ mA} \quad (\text{D}_1 \text{ off - OA lin.})$$

$$0.26 \text{ mA} \leq i_i \leq 0.63 \text{ mA} \quad i_L = 20 \cdot i_i - 2.6 \text{ mA} \quad (\text{D}_1 \text{ on - OA lin.})$$

$$0.63 \leq i_i \leq 2 \text{ mA} \quad i_L = 10 \text{ mA} \quad (\text{D}_1 \text{ on - OA sat. +})$$

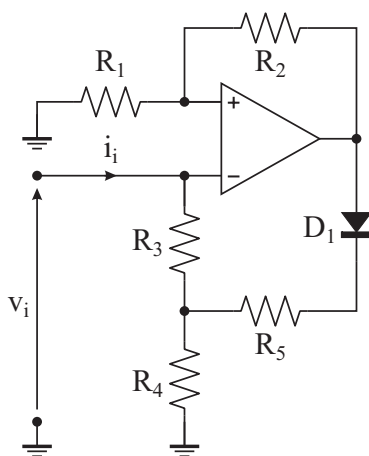
Esercizio n. 7

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(i_i)$ con i_i compreso tra -5 mA e 5 mA .

Risultati

$-5 \text{ mA} \leq i_i \leq -2.1 \text{ mA}$	$v_o = 15 \text{ V}$	(D_1 on - OA sat. +)
$-2.1 \text{ mA} \leq i_i \leq -1.2 \text{ mA}$	$v_o = -10 \cdot i_i - 6 \text{ V}$	(D_1 on - OA lin.)
$-1.2 \text{ mA} \leq i_i \leq 3 \text{ mA}$	$v_o = -5 \cdot i_i \text{ V}$	(D_1 off - OA lin.)
$3 \text{ mA} \leq i_i \leq 5 \text{ mA}$	$v_o = -15 \text{ V}$	(D_1 off - OA sat. -)

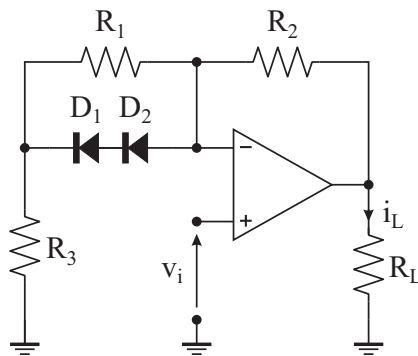
Esercizio n. 8

$$\begin{aligned} R_1 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 5 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_5 &= 500 \Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando il diodo per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $i_i(v_i)$ con v_i compreso tra -10 V e 10 V .

Risultati

$-10 \text{ V} \leq v_i \leq 0.24 \text{ V}$	$i_i = 0.5 \cdot v_i \text{ mA}$	(D_1 off)
$0.24 \text{ V} \leq v_i \leq 5 \text{ V}$	$i_i = -0.75 \cdot v_i - 0.3 \text{ mA}$	(D_1 on - OA lin.)
$5 \text{ V} \leq v_i \leq 10 \text{ V}$	$i_i = 0.75 \cdot v_i - 7.2 \text{ mA}$	(D_1 on - OA sat. +)

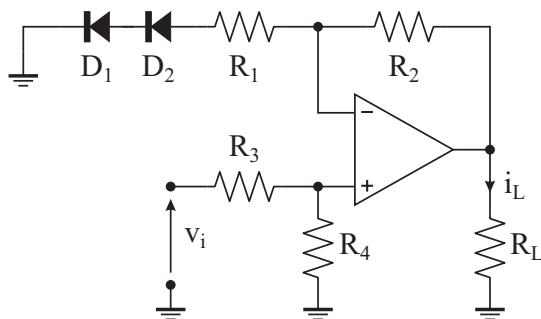
Esercizio n. 9

$$\begin{aligned} R_1 &= 3 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 2 \text{ k}\Omega \\ R_L &= 5 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando i diodi per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $i_L(v_i)$ con v_i compreso tra -10 V e 10 V .

Risultati

$-10 \text{ V} \leq v_i \leq -5 \text{ V}$	$i_L = -3 \text{ mA}$	(D_1, D_2 off - OA sat. -)
$-5 \text{ V} \leq v_i \leq 2 \text{ V}$	$i_L = 0.6 \cdot v_i \text{ mA}$	(D_1, D_2 off - OA lin.)
$2 \text{ V} \leq v_i \leq 3.5 \text{ V}$	$i_L = 1.2 \cdot v_i - 1.2 \text{ mA}$	(D_1, D_2 on - OA lin.)
$3.5 \text{ V} \leq v_i \leq 10 \text{ V}$	$i_L = 3 \text{ mA}$	(D_1, D_2 on - OA sat. +)

Esercizio n. 10

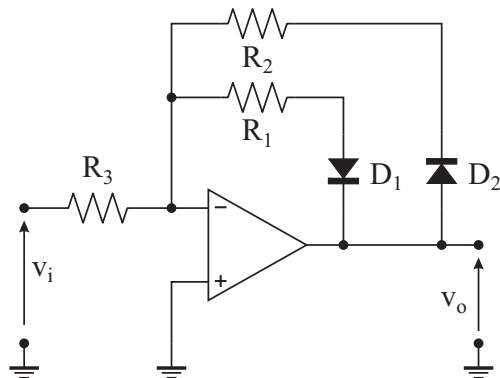
$$\begin{aligned} R_1 &= 3 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 5 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 1 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 3 \text{ k}\Omega \\ R_L &= 5 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando i diodi per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $i_L(v_i)$ con v_i compreso tra -30 V e 30 V .

Risultati

$-30 \text{ V} \leq v_i \leq -20 \text{ V}$	$i_L = -3 \text{ mA}$	(D_1, D_2 off - OA sat. -)
$-20 \text{ V} \leq v_i \leq 1.6 \text{ V}$	$i_L = 0.15 \cdot v_i \text{ mA}$	(D_1, D_2 off - OA lin.)
$1.6 \text{ V} \leq v_i \leq 8.5 \text{ V}$	$i_L = 0.4 \cdot v_i - 0.4 \text{ mA}$	(D_1, D_2 on - OA lin.)
$8.5 \text{ V} \leq v_i \leq 30 \text{ V}$	$i_L = 3 \text{ mA}$	(D_1, D_2 on - OA sat. +)

Esercizio n. 11



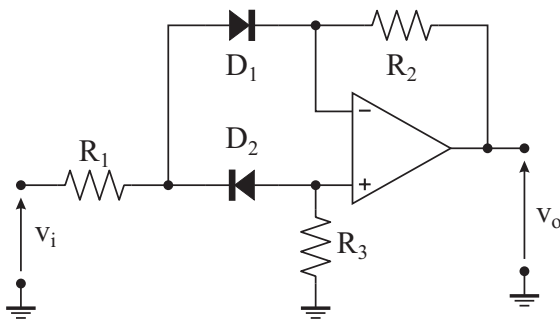
$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 20 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 10 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando i diodi per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -15 V e 15 V .

Risultati

$-15 \text{ V} \leq v_i \leq -7.2 \text{ V}$	$v_o = 15 \text{ V}$	(D ₁ off - D ₂ on - OA sat. +)
$-7.2 \text{ V} \leq v_i < 0 \text{ V}$	$v_o = -2v_i + 0.6 \text{ V}$	(D ₁ off - D ₂ on - OA lin.)
$v_i = 0 \text{ V}$	$v_o = 0 \text{ V}$	(D ₁ off - D ₂ off - OA lin.)
$0 \text{ V} < v_i \leq 14.4 \text{ V}$	$v_o = -v_i - 0.6 \text{ V}$	(D ₁ on - D ₂ off - OA lin.)
$14.4 \text{ V} \leq v_i \leq 15 \text{ V}$	$v_o = -15 \text{ V}$	(D ₁ on - D ₂ off - OA sat. -)

Esercizio n. 12

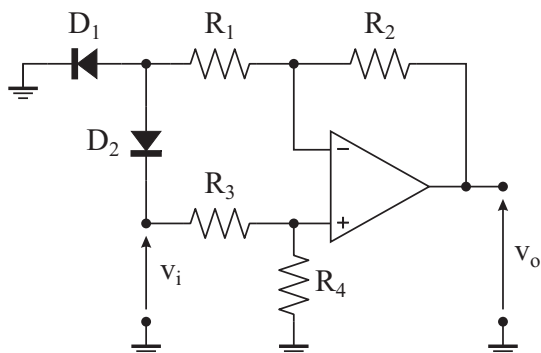


$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 5 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 10 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 10 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando i diodi per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -25 V e 25 V .

Risultati

$-25 \text{ V} \leq v_i \leq -20.6 \text{ V}$	$v_o = -10 \text{ V}$	(D ₁ off - D ₂ on - OA sat. +)
$-20.6 \text{ V} \leq v_i \leq -0.6 \text{ V}$	$v_o = 0.5v_i + 0.3 \text{ V}$	(D ₁ off - D ₂ on - OA lin.)
$-0.6 \text{ V} \leq v_i \leq 0.6 \text{ V}$	$v_o = 0 \text{ V}$	(D ₁ off - D ₂ off - OA lin.)
$0.6 \text{ V} \leq v_i \leq 20.6 \text{ V}$	$v_o = -0.5v_i + 0.3 \text{ V}$	(D ₁ on - D ₂ off - OA lin.)
$20.6 \text{ V} \leq v_i \leq 25 \text{ V}$	$v_o = -10 \text{ V}$	(D ₁ on - D ₂ off - OA sat. +)

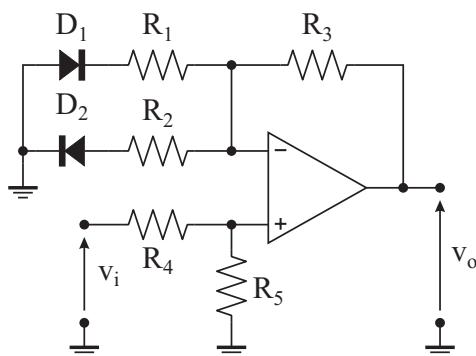
Esercizio n. 13

$$\begin{aligned} R_1 &= 2 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 10 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando i diodi per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -10 V e 10 V .

Risultati

$-10 \text{ V} \leq v_i \leq -9 \text{ V}$	$v_o = 15 \text{ V}$	(D_1 off - D_2 on - OA sat. +)
$-9 \text{ V} \leq v_i \leq -1.2 \text{ V}$	$v_o = -2v_i - 3 \text{ V}$	(D_1 off - D_2 on - OA lin.)
$-1.2 \text{ V} \leq v_i \leq 1.2 \text{ V}$	$v_o = 0.5v_i \text{ V}$	(D_1 off - D_2 off - OA lin.)
$1.2 \text{ V} \leq v_i \leq 6 \text{ V}$	$v_o = 3v_i - 3 \text{ V}$	(D_1 on - D_2 off - OA lin.)
$6 \text{ V} \leq v_i \leq 10 \text{ V}$	$v_o = 15 \text{ V}$	(D_1 on - D_2 off - OA sat. +)

Esercizio n. 14

$$\begin{aligned} R_1 &= 6 \text{ k}\Omega \\ R_2 &= 2 \text{ k}\Omega \\ R_3 &= 30 \text{ k}\Omega \\ R_4 &= 10 \text{ k}\Omega \\ R_5 &= 30 \text{ k}\Omega \\ V_\gamma &= 0.6 \text{ V} \\ V_{\text{sat}} &= 15 \text{ V} \end{aligned}$$

Rappresentando i diodi per mezzo del modello a soglia, con tensione di soglia V_γ , e trattando l'amplificatore operazionale come ideale, con tensione di saturazione V_{sat} , determinare la caratteristica $v_o(v_i)$ con v_i compreso tra -5 V e 5 V .

Risultati

$-5 \text{ V} \leq v_i \leq -4 \text{ V}$	$v_o = -15 \text{ V}$	(D_1 on - D_2 off - OA sat. -)
$-4 \text{ V} \leq v_i \leq -0.8 \text{ V}$	$v_o = 4.5v_i + 3 \text{ V}$	(D_1 on - D_2 off - OA lin.)
$-0.8 \text{ V} \leq v_i \leq 0.8 \text{ V}$	$v_o = 0.75v_i \text{ V}$	(D_1 off - D_2 off - OA lin.)
$0.8 \text{ V} \leq v_i \leq 2 \text{ V}$	$v_o = 12v_i - 9 \text{ V}$	(D_1 off - D_2 on - OA lin.)
$2 \text{ V} \leq v_i \leq 5 \text{ V}$	$v_o = 15 \text{ V}$	(D_1 off - D_2 on - OA sat. +)