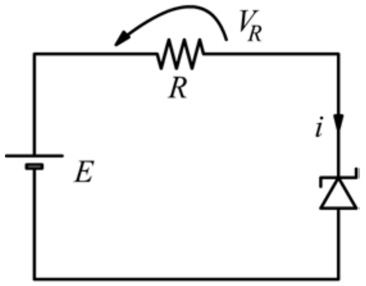
Esercizio no.1

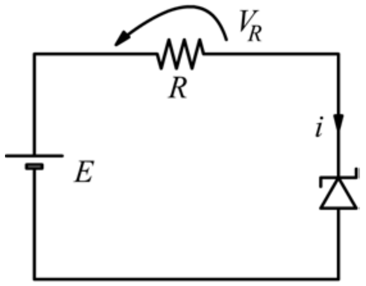
soluzione a pag.4



V_Z=5V
V_R=18V
R_D=5Ω
R=3KΩ
i=?
E=?

Esercizio no.2

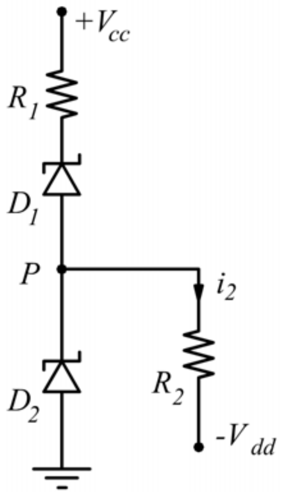
soluzione a pag.4



E=18V
V_Z=5V
V_R=12V
R_D=8Ω
P_Z=45mW
R=?
i=?

Esercizio no.3

soluzione a pag.5

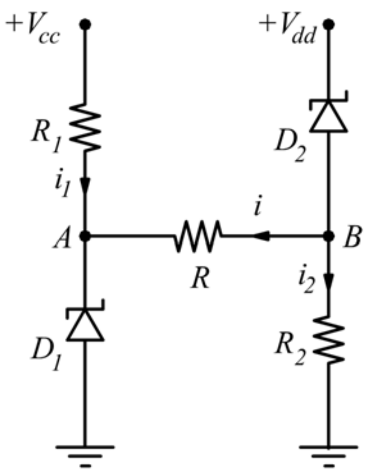


V_{cc}=24V
V_{dd}=6V
R_1=1KΩ
R_2=3KΩ
i_2=5mA
V_{Z1}=5V

Si assumano i diodi ideali (R_D=0). Calcolare tutte le correnti.

Esercizio no.4

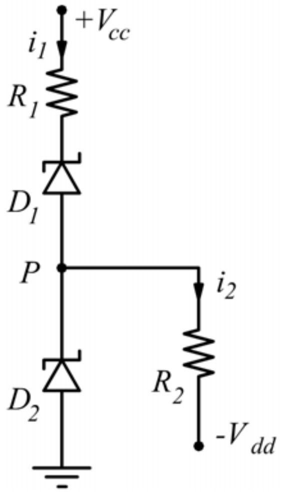
soluzione a pag.6



R=10KΩ
R_1=2KΩ
R_2=3KΩ
V_{cc}=15V
V_{dd}=18V
V_{Z1}=5V
V_{Z2}=7,5V
Si assumano i diodi ideali (R_D=0).
Calcola tutte le correnti.

Esercizio no.5

soluzione a pag.7

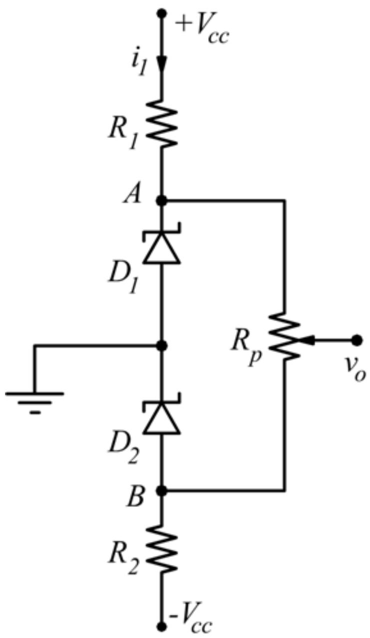


$V_{cc}=18V$
$V_{dd}=24V$
$R_1=5K\Omega$
$R_2=2K\Omega$
$V_{Z1}=7{,}5V$
$V_{Z2}=5V$

Si assumano i diodi ideali ($R_D=0$).
Calcolare tutte le correnti.

Esercizio no.6

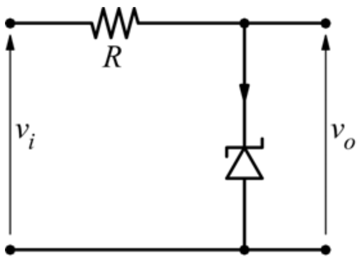
soluzione a pag.8



$i_1=2mA$
$R_p=100K\Omega$
$R_1=3K\Omega$
$R_2=2K\Omega$
$V_{cc}=12V$
$V_{Z1}=V_{Z2}=?$
$i_{Z1}=?$
$i_{Z2}=?$
Si assumano i diodi ideali ($R_D=0$).
Oltre agli elementi indicati,calcolare il campo di variabilità di vo allo spostarsi del cursore del potenziometro tra i suoi due punti estremi e la corrente nel conduttore verso massa.

Esercizio no.7

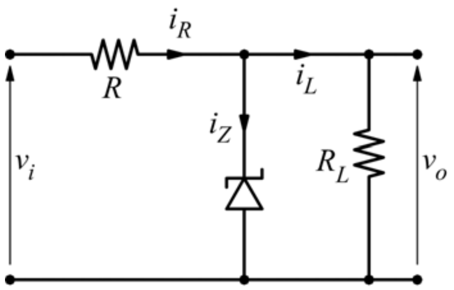
soluzione a pag.9



$V_Z=8V$
$R_D=6\Omega$
$R=200\Omega$
$i_{Zmax}=60mA$
Calcola V_o e i_Z e la stabilità S per una V_i variabile fra 9 e 14V.
Eseguire gli stessi calcoli con una $R=80\Omega$.

Esercizio no.8

soluzione a pag.10

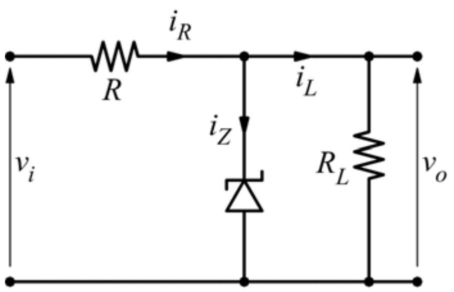


$V_Z=8V$
$R_D=6\Omega$
$R=200\Omega$
$V_i=15V$

Calcola V_{omax} e V_{omin} per una i_L variabile da 0 a 50mA e il corrispondente valore della corrente nel diodo

Esercizio no.9

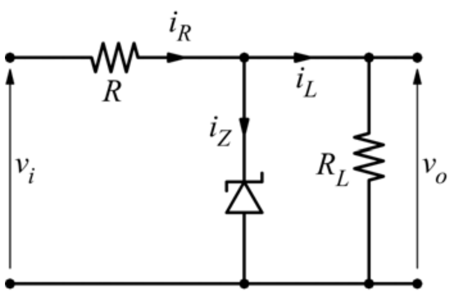
soluzione a pag.10



$V_Z=5V$
$R_D=20\Omega$
$R=50\Omega$
$V_i=12V$
$R_L=250\Omega$
Calcola V_o i_L P_Z poi ripeti i calcoli per $R_L=500\Omega$.

Esercizio no.10

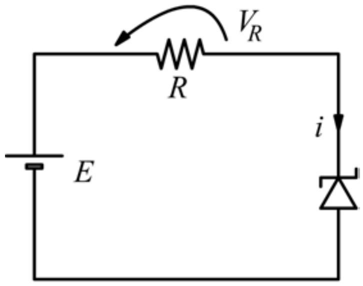
soluzione a pag.11



$V_Z=10V$
$i_{Zmin}=5mA$
$i_{Zmax}=80mA$

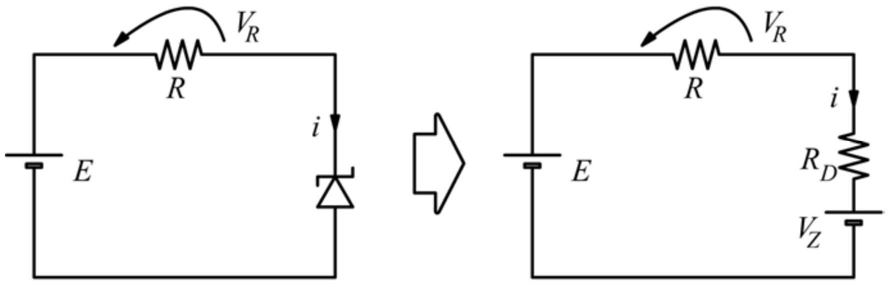
V_i varia tra 25 e 20V, i_L varia fra 20 e 40mA.
Calcola i valori massimi e minimi di R e la potenza dissipata in R nei due casi.

Esercizio no.1



V_Z=5V
V_R=18V
R_D=5Ω
R=3KΩ
i=?
E=?

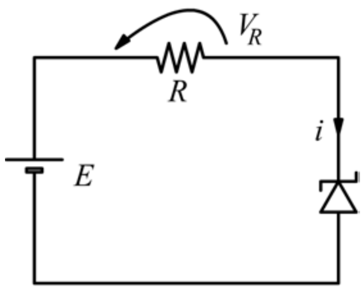
Il circuito viene sostituito col suo equivalente:



$$i = \frac{V_R}{R} = \frac{18}{3} = 9mA$$ *per la legge di Kirchoff*

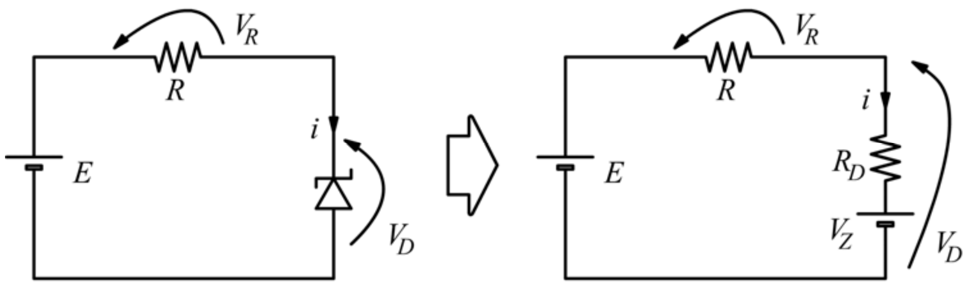
$$E = V_R + iR_D + V_Z \cong V_R + V_Z = 18 + 5 = 23\ V$$

Esercizio no.2



E=18V
V_Z=5V
V_R=12V
R_D=8Ω
P_Z=45mW
R=?
i=?

Il circuito è schematizzabile come nel caso precedente,

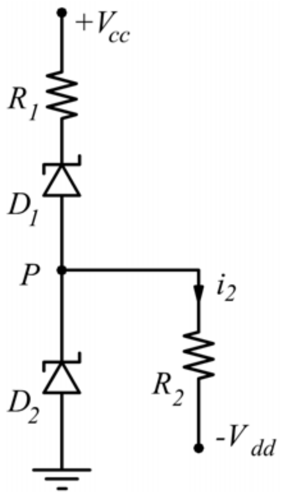


la tensione ai capi del diodo è $V_D = E - V_R = 18 - 12.5 = 5{,}5\ V$

essendo $V_D = V_Z + iR_D \longrightarrow i = \dfrac{V_D - V_Z}{R_D} = \dfrac{5{,}5 - 5}{8} = 62{,}5\ mA$ *poi*

$$R = \frac{V_R}{i} = \frac{12{,}5}{62{,}5} = 0{,}2\ k\Omega = 200\Omega$$

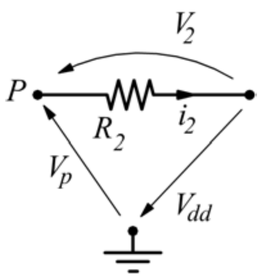
Esercizio no.3



V_{cc}=24V
V_{dd}=6V
R_1=1KΩ
R_2=3KΩ
i_2=5mA
V_{Z1}=5V

Si assumano i diodi ideali (R_D=0).
Calcolare tutte le correnti.

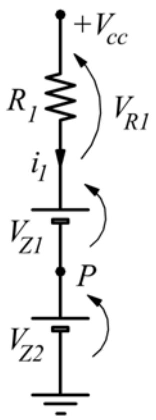
D_1 è polarizzato in zona inversa sicuramente. D_2 non si sa; dipende dal potenziale del nodo P. Ipotizziamo che anche D_2 sia polarizzato inversamente.



Applichiamo la legge di Kirchoff per calcolare la tensione V_p.

$$V_p = V_2 - V_{dd} = i_2 R_2 - V_{dd} = 5 \cdot 3 - 6 = +9\ V$$

Questa tensione deve concidere con V_{Z2}. Quindi V_{Z2}= V_p.



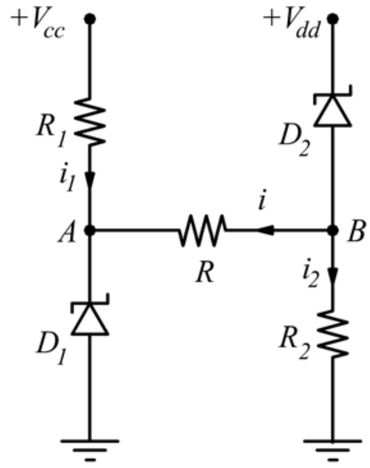
Sul ramo di sinistra:

$$V_{cc} = V_{R1} + V_{Z1} + V_{Z2} = i_1 R_1 + V_{Z1} + V_{Z2} \quad \text{quindi}$$

$$i_1 = \frac{Vcc - V_{Z1} - V_{Z2}}{R_1} = \frac{24 - 5 - 9}{1} = 10\ mA \quad \text{poi}$$

$$i_{Z2} = i_1 - i_2 = 10 - 5 = 5\ mA$$

Esercizio no.4



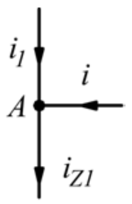
R=10KΩ
R_1=2KΩ
R_2=3KΩ
V_{cc}=15V
V_{dd}=18V
V_{Z1}=5V
V_{Z2}=7,5V
Si assumano i diodi ideali (R_D=0).
Calcola tutte le correnti.

$$i_1 = \frac{V_{cc} - V_{Z1}}{R_1} = \frac{15-5}{2} = 5\ mA \qquad i_2 = \frac{V_{dd} - V_{Z2}}{R_2} = \frac{18-7,5}{3} = 3,5\ mA$$

Per calcolare la i che scorre in R, bisogna conoscere la V_{AB}.

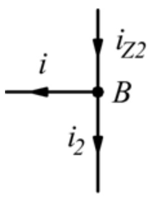
$$V_A = V_{Z1} = 5V \qquad V_B = V_{dd} - V_{Z2} = 18 - 7,5 = 10,5V$$

$$V_{BA} = V_B - V_A = 10,5 - 5 = 5,5\ V \longrightarrow i = \frac{V_{BA}}{R} = \frac{5,5}{10} = 0,55\ mA$$



Al nodo A la situazione è dunque quella rappresentata

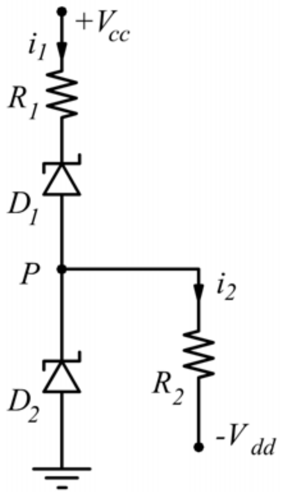
$$i_{Z1} = i_1 + i = 5 + 0,55 = 5,55\ mA$$



Al nodo B la situazione è dunque quella rappresentata

$$i_{Z2} = i + i_2 = 0,55 + 3,5 = 4,05\ mA$$

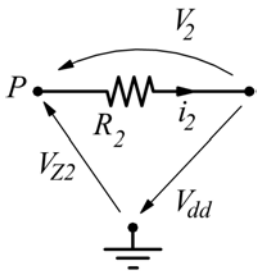
Esercizio no.5



V_{cc}=18V
V_{dd}=24V
R_1=5KΩ
R_2=2KΩ
V_{Z1}=7,5V
V_{Z2}=5V

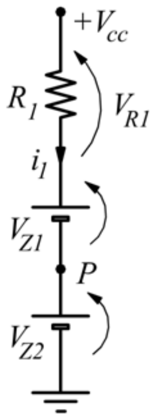
Si assumano i diodi ideali (R_D=0).
Calcolare tutte le correnti.

D_1 è certamente polarizzato in zona inversa. Facciamo l'ipotesi arbitraria che anche il diodo D_2 sia polarizzato inversamente e calcoliamo la corrente i_2.



$$V_{Z2} + V_{dd} - V_2 = 0 \longrightarrow V_2 = i_2 R_2 = V_{Z2} + V_{dd} \quad quindi$$

$$i_2 = \frac{V_{Z2} + V_{dd}}{R_2} = \frac{5+24}{2} = 14{,}5\ mA$$

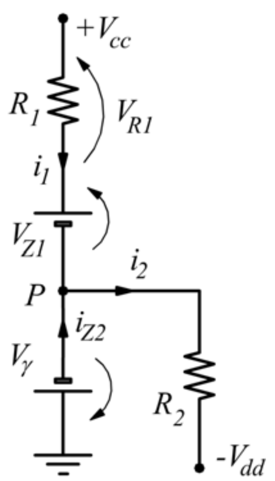


Sul ramo di sinistra:

$$V_{cc} = V_{R1} + V_{Z1} + V_{Z2} = i_1 R_1 + V_{Z1} + V_{Z2} \quad quindi$$

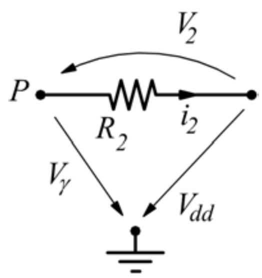
$$i_1 = \frac{Vcc - V_{Z1} - V_{Z2}}{R_1} = \frac{18 - 7{,}5 - 5}{5} = 1{,}1\ mA \quad poi$$

i_1<i_2 n.b. <u>l'ipotesi di partenza è sbagliata</u>. perché questo si verifichi la corrente i_{Z2} deve entrare nel nodo P, quindi D_2 è polarizzato direttamente



Ipotizziamo ora che D_1 sia polarizzato inversamente e D_2 direttamente. come rappresentato dove il diodo D_2 lavora come un normale diodo a giunzione con tensione di soglia $V\gamma$=0,7 V

In particolare, la situazione sul ramo di R_2:



$$V_{dd} - V_\gamma - V_2 = 0 \longrightarrow V_2 = i_2 R_2 = V_{dd} - V_\gamma \longrightarrow i_2 = \frac{V_{dd} - V_\gamma}{R_2} = \frac{24 - 0{,}7}{2} = 11{,}65\ mA$$

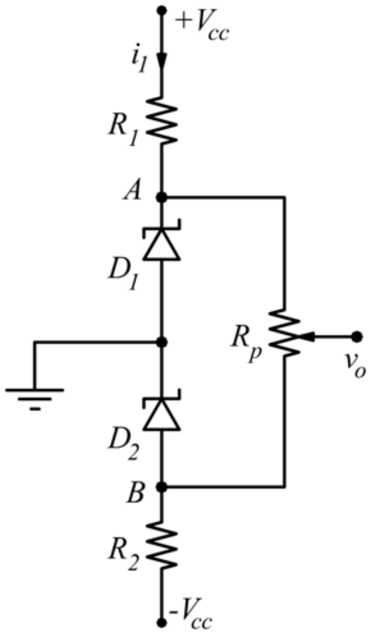
mentre

$$V_{cc} = V_{R1} + V_{Z1} - V_\gamma \longrightarrow i_1 = \frac{V_{cc} - V_{Z1} + V_\gamma}{R_1} = \frac{18 - 7{,}5 + 0{,}7}{5} = 2{,}24\ mA$$

facendo l'equazione al nodo P.

$$i_{Z2} + i_1 = i_2 \longrightarrow i_{Z2} = i_2 - i_1 \longrightarrow i_{Z2} = 11{,}55 - 2{,}24 = 9{,}41\ mA$$

Esercizio no.6



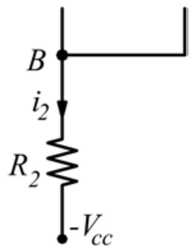
i_1=2mA
R_p=100KΩ
R_1=3KΩ
R_2=2KΩ
V_{cc}=12V
$V_{Z1}=V_{Z2}$=?
i_{Z1}=?
i_{Z2}=?
Si assumano i diodi ideali (R_D=0).

$$V_A = V_{cc} - i_1 R_1 = 12 - 2 \cdot 3 = 6\ V = V_{Z1} = V_{Z2}$$

Per ragioni di simmetria il potenziale V_B=-6V . *A questo punto conosciamo il campo di escursione della* v_o:

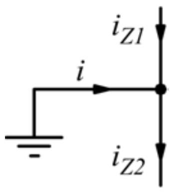
$$V_B \le v_o \le V_A \longrightarrow -6V \le v_o \le +6V$$

$$\left| i_{Rp} \right|_{max} = \frac{6}{100} = 0{,}06\ mA \quad \text{dato che} \left| i_{Rp} \right|_{max} << i_1 \longrightarrow i_{Z1} \cong i_1$$



in modo analogo si può dire che la corrente che scorre in R_p è trascurabile rispetto alla corrente i_2, con

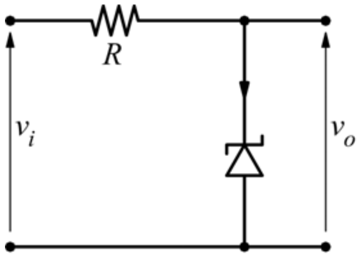
$$i_2 = \frac{V_B - (-V_{cc})}{R_2} = \frac{-6 - (-12)}{2} = 3\ mA = i_{Z2}$$



Si intuisce che rispetto al conduttore di massa la situazione sia :

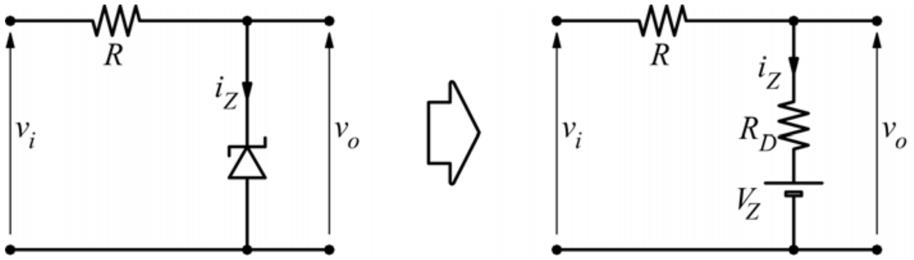
$$i_{Z2} = i_{Z1} + i \longrightarrow 3 = 2 + i \longrightarrow i = 1\ mA$$

Esercizio no.7



V_Z=8V
R_D=6Ω
R=200Ω
i_{Zmax}=60mA
Calcola V_o e i_Z e la stabilità S per una V_i variabile fra 9 e 14V.
Eseguire gli stessi calcoli con una R=80Ω.

Applicando la legge di Kirchoff al circuito si ha:



$$v_o = \frac{v_i - V_Z}{R + R_D} R_D + V_Z \longrightarrow \begin{cases} V_{o\,max} = 8{,}17\ V \\ V_{o\,min} = 8{,}02\ V \end{cases}$$

per la corrente si avrà:

$$i_Z = \frac{v_i - V_Z}{R + R_D} \longrightarrow \begin{cases} i_{Z\,max} = 29{,}1\ mA \\ i_{Z\,min} = 4{,}8\ mA \end{cases} \quad con \quad S = \frac{dv_o}{dv_i} = \frac{R_D}{R + R_D} = 2{,}91\%$$

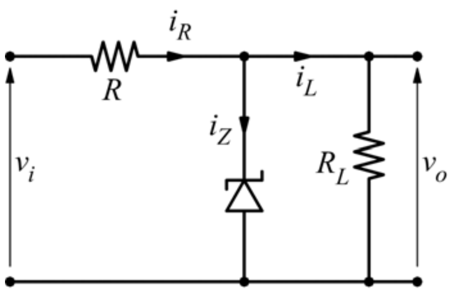
se usiamo una resistenza limitatrice da 80Ω si ha

$$v_o = \frac{v_i - V_Z}{R + R_D} R_D + V_Z \longrightarrow \begin{cases} V_{o\,max} = 8{,}41\ V \\ V_{o\,min} = 8{,}07\ V \end{cases} \qquad i_Z = \frac{v_i - V_Z}{R + R_D} \longrightarrow \begin{cases} i_{Z\,max} = 69\ mA \\ i_{Z\,min} = 11\ mA \end{cases}$$

$$con \quad S = \frac{dv_o}{dv_i} = \frac{R_D}{R + R_D} = 6{,}9\%$$

è aumentata S quindi si hanno maggiori escursioni di V_o al variare di V_i, ma in ogni caso il diodo non potrà sopportare la corrente che può risultare maggiore di i_{Zmax}=60mA.

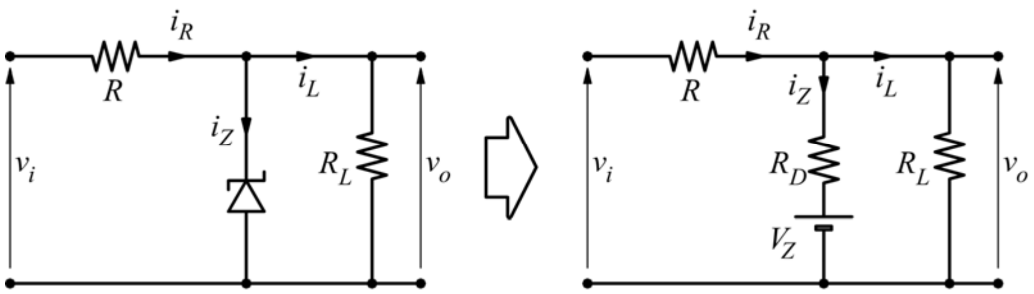
Esercizio no.8



V_Z=8V
R_D=6Ω
R=200Ω
V_i=15V

Calcola V_{omax} e V_{omin} per una i_L variabile da 0 a 50mA e il corrispondente valore della corrente nel diodo

Sappiamo che il circuito è riducibile al seguente schema:



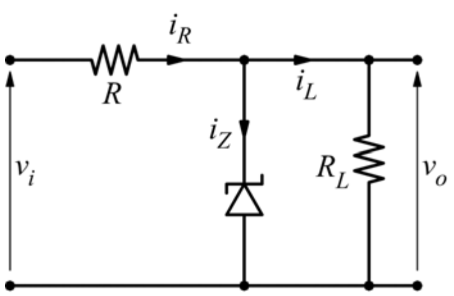
con i_L variabile da 0 a 50mA si ha

$$v_o = \frac{R_D}{R+R_D} v_i - \frac{R_D R}{R_D + R} i_L + \frac{R V_Z}{R + R_D} = \begin{cases} v_{o\,max} = 8{,}2\ V \\ v_{o\,min} = 8{,}02\ V \end{cases}$$

si quindi

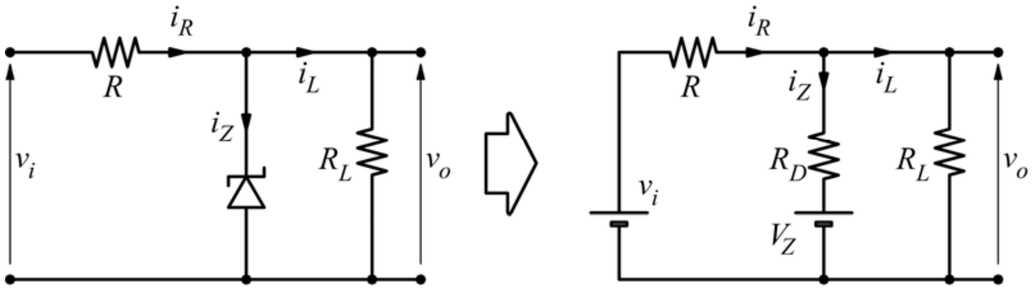
$$i_Z = \frac{v_o - V_Z}{R_D} = \begin{cases} i_{Z\,max} = 33\ mA \\ i_{Z\,min} = 4\ mA \end{cases}$$

Esercizio no.9



V_Z=5V
R_D=20Ω
R=50Ω
V_i=12V
R_L=250Ω
Calcola V_o i_L P_Z poi ripeti i calcoli per R_L=500Ω.

Il circuito può essere ridisegnato nel modo seguente:



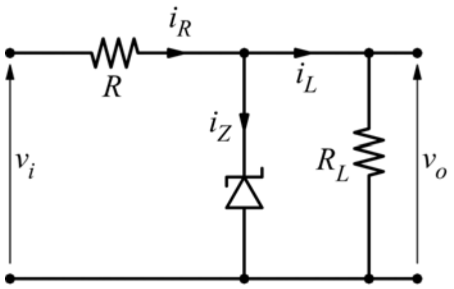
Applicando il teorema di Millmann:

$$v_o = \frac{\frac{v_i}{R} + \frac{V_Z}{R_D}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_D} + \frac{1}{R_L}} = 6{,}62\,V \longrightarrow i_L = \frac{v_o}{R_L} = \frac{6{,}62}{250} = 26{,}5\,mA$$

$$i_Z = \frac{v_o - V_Z}{R_D} = 81\,mA \longrightarrow P_Z = i_Z V_Z + R_D {i_Z}^2 = 536\,mW$$

nel secondo caso con R_L=500Ω, applicando le stesse formule:
v_o=6,8V, i_L=13,6 mA P_Z=612 mW.

Esercizio no.10



V_Z=10V
i_{Zmin}=5mA
i_{Zmax}=80mA

V_i varia tra 25 e 20V, i_L varia fra 20 e 40mA.
Calcola i valori massimi e minimi di R e la potenza dissipata in R nei due casi.

Per quanto detto

$$R_{max} = \frac{v_{i\,min} - V_{Z\,max}}{I_{Z\,min} + i_{L\,max}} = \frac{20-10}{5+40} = 222\Omega \qquad R_{min} = \frac{v_{i\,max} - V_{Z\,min}}{I_{Z\,max} + i_{L\,min}} = \frac{25-10}{80+20} = 150\Omega$$

a parità di corrente massima che può percorrere R:

$$i_{R\,max} = \frac{v_{i\,max} - V_{Z\,min}}{R_{max}} = \frac{25-10}{222} = 67{,}6mA \longrightarrow P_{R\,max} = R_{max} \cdot i^2_{R\,max} = 1\,W$$

$$i_{R\,min} = \frac{v_{i\,max} - V_{Z\,min}}{R_{min}} = \frac{25-10}{150} = 100mA \longrightarrow P_{R\,min} = R_{min} \cdot i^2_{R\,min} = 2{,}2\,W$$

più ci si approssima ad R_{min} più si ha una dissipazione di potenza aggiuntiva.