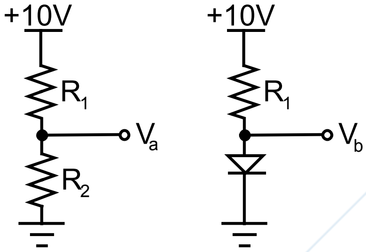
Esercizio 2

Si considerino i seguenti circuiti:



R_1=9.3kΩ
R_2=700Ω

Si supponga che il diodo abbia una tensione di accensione di 0.7V.

1. Calcolare V_a e V_b.
2. Supponendo che alla tensione di alimentazione +10V sia sovrapposto un disturbo sinusoidale di ampiezza 500mV calcolare l'ampiezza del disturbo all'uscita V_a e all'uscita V_b.
3. Porre una resistenza R_L=1.5kΩ tra V_a e massa e tra V_b e massa. Calcolare i nuovi valori di V_a e di V_b.
4. Che cosa accade se la resistenza R_L posta tra V_a e massa e tra V_b e massa e' di 500Ω?

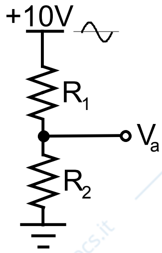
Soluzione Esercizio 2

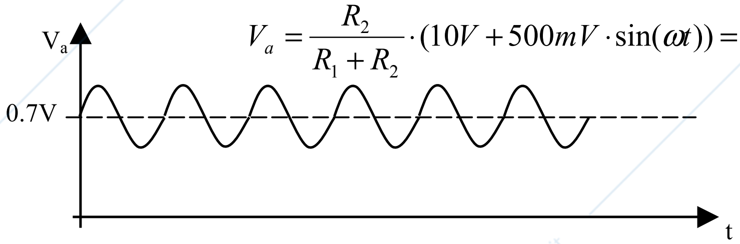
1. *La tensione di uscita V_a e' data dalla partizione resistiva*

$$V_a = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 10V = 0.7V$$

Nel caso di V_b la tensione di uscita e' fissata a 0.7V dall'accensione del diodo.

2.

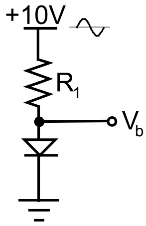


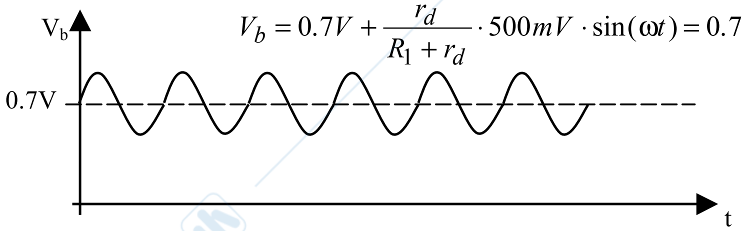


$$V_a = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot (10V + 500mV \cdot \sin(\omega t)) = 0.7V + 35mV \cdot \sin(\omega t)$$

Il diodo sul piccolo segnale dato dal disturbo e' modellizzabile mediante la sua resistenza differenziale

$$r_d = \frac{V_{th}}{I} = \frac{25mV}{1mA} = 25\Omega$$

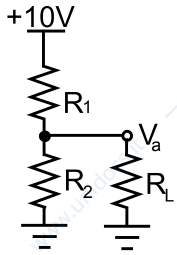




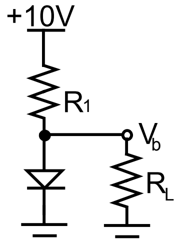
$$V_b = 0.7V + \frac{r_d}{R_1 + r_d} \cdot 500mV \cdot \sin(\omega t) = 0.7V + 1.34mV \cdot \sin(\omega t)$$

Il riferimento di tensione realizzato con il diodo riduce il disturbo in uscita in misura molto maggiore del partitore di resistenze a parita' di potenza dissipata.

3.



$$V_a = \frac{R_2 // R_L}{R_1 + (R_2 // R_L)} \cdot 10V = 488mV$$



Ipotizziamo il diodo in diretta.

$$V_b = 0.7V$$

$$I_{R_L} = \frac{0.7V}{1.5k\Omega} \cong 467\mu A$$

$$I_{R_1} = \frac{10V - 0.7V}{9.3k\Omega} = 1mA$$

Il diodo e', quindi, correttamente polarizzato in diretta.

4. *Se la resistenza R_L e' pari a 500Ω,*

$$V_a = \frac{R_2 // R_L}{R_1 + (R_2 // R_L)} \cdot 10V = 304mV$$

Nel caso b) in cui e' presente il diodo, ipotizziamo che il diodo operi in diretta.

$V_b = 0.7V$

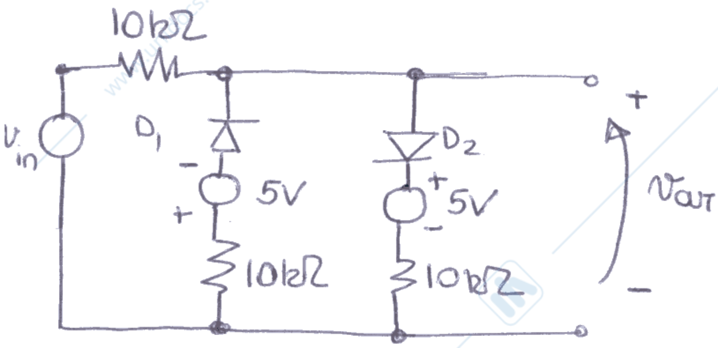
$$I_{R_L} = \frac{0.7V}{500\Omega} = 1.4mA$$

$$I_{R_1} = \frac{10V - 0.7V}{9.3k\Omega} = 1mA$$

Quindi il diodo dovrebbe fornire 400μA di corrente alla resistenza R_L con verso contrario alla sua corrente diretta. Di conseguenza il diodo e' polarizzato inversamente e la tensione di uscita vale

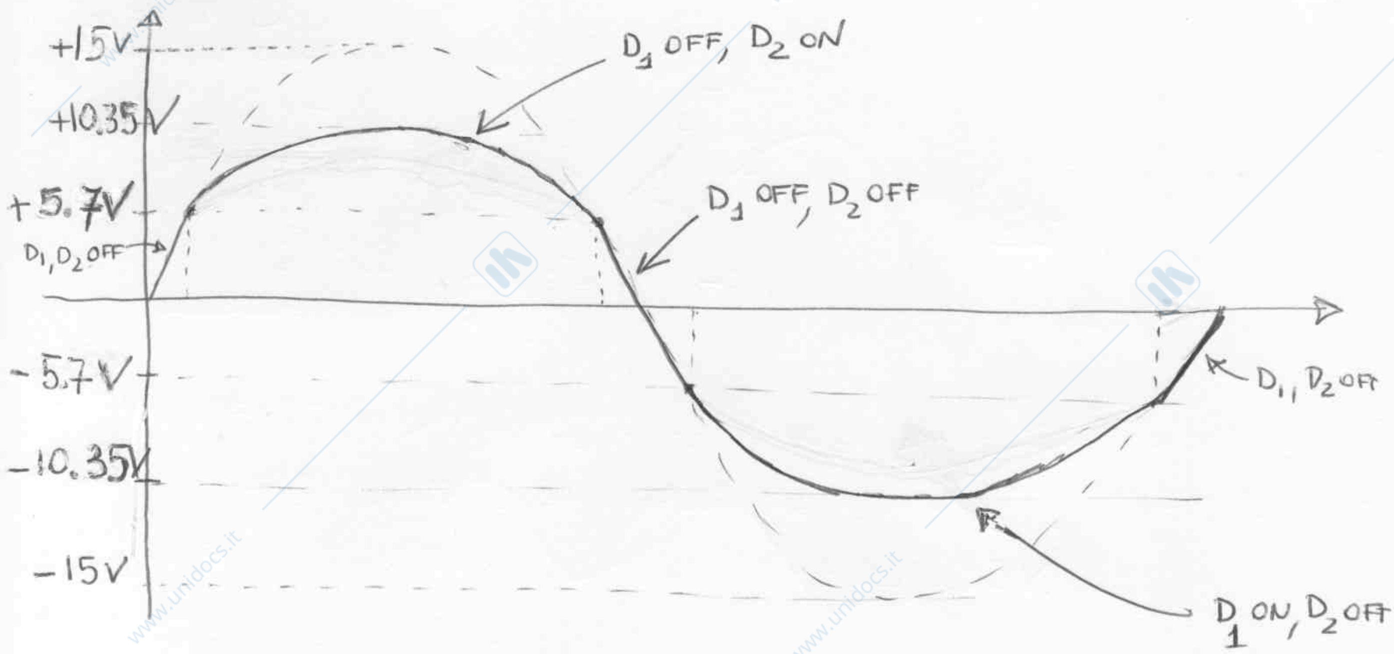
$$V_a = \frac{R_L}{R_1 + R_L} \cdot 10V = 510mV$$

ESERCIZIO 3



ASSUMENDO PER I DIODI D_1 E D_2 $V_{ON} = 0.7V$, DISEGNARE IN UN DIAGRAMMA QUOTATO LA TENSIONE DI USCITA v_{OUT}, QUANDO v_{in} È UNA SINUSOIDE DI AMPIEZZA 15V.

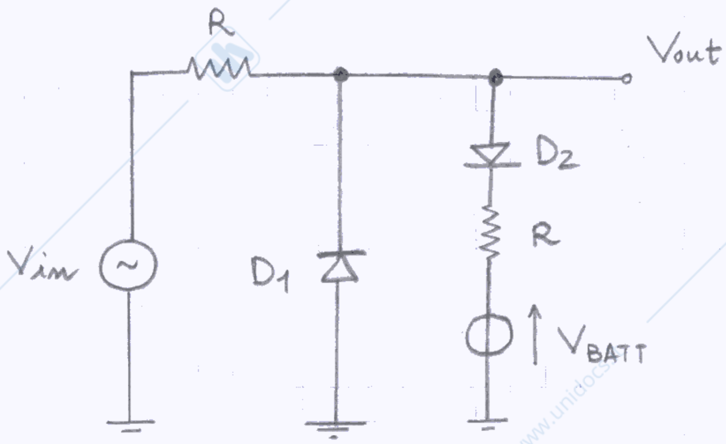
TRACCIA DI SOLUZIONE - ESERCIZIO 3



- $-5.7V \leq v_{in} \leq 5.7V \Rightarrow v_{OUT} = v_{in}$
- $v_{in} < -5.7V \Rightarrow v_{OUT} = -2.85V + \dfrac{v_{in}}{2}$
- $v_{in} > 5.7V \Rightarrow v_{OUT} = 2.85V + \dfrac{v_{in}}{2}$

ESERCIZIO

Determinare la forma d'onda di uscita $V_{out}(t)$ del seguente circuito.



$V_{in} = A \sin(\omega t)$

$A = 15\,V$

$f = 1\,KHz$

$V_{BATT} = +5V$

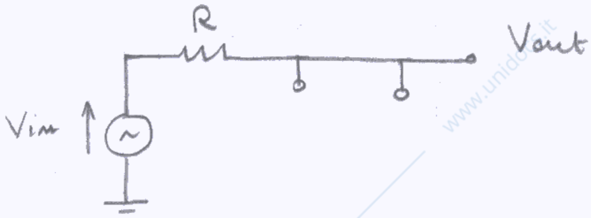
$R = 10\,K$

SOLUZIONE

Studiamo V_{out} nei due casi $V_{in} > 0$ e $V_{in} < 0$.

$-0{,}7V < V_{in} < 5{,}7V$

Il diodo D_1 è sempre in zona inversa.
Il diodo D_2 non si accende finintantoché V_{in} è minore di $5.7V$



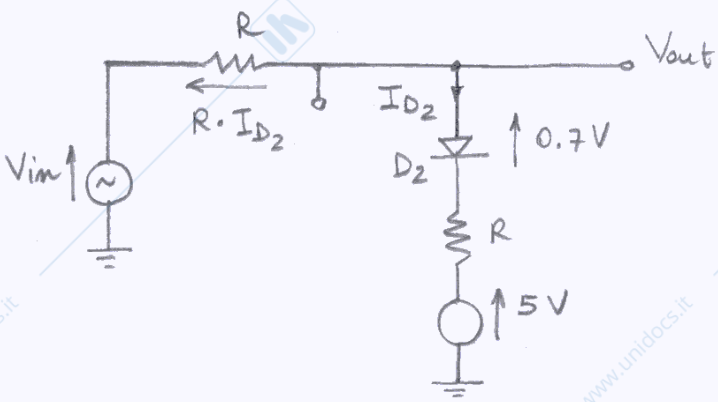
In questa situazione NON scorre corrente e $V_{out} = V_{in}$

$V_{in} > 5{,}7V$

Il diodo D_2 entra in zona diretta e scorrerà corrente I_{D_2}

$$I_{D_2} = \frac{V_{in} - 0.7 - V_{BATT}}{2R}$$

$$= \frac{V_{in} - 5{,}7}{20K}$$



conseguentemente si avrà

$$V_{out} = V_{in} - R \cdot I_{D2}$$
$$= V_{in} - R \cdot \frac{V_{in} - 5.7}{2R}$$
$$= V_{in} - \frac{V_{in}}{2} + \frac{5.7}{2} = \frac{V_{in}}{2} + 2.85\ V$$

$V_{in} < -0.7V$

Il diodo D1 entra in zona diretta e impone la tensione $V_{out} = -0.7\,V$

CARATTERISTICA STATICA INGRESSO - USCITA

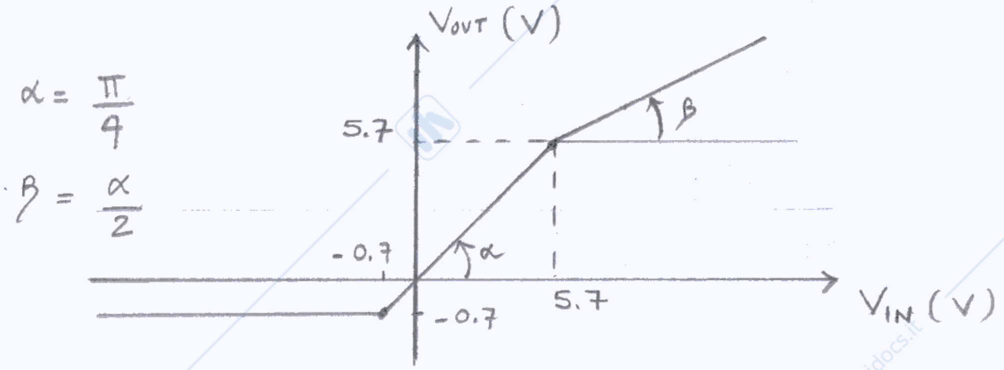
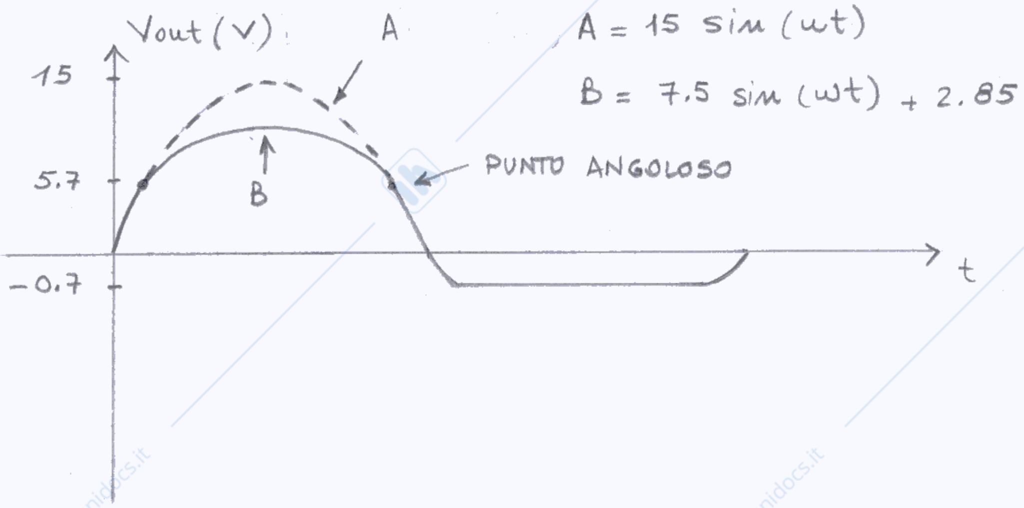


DIAGRAMMA TEMPORALE



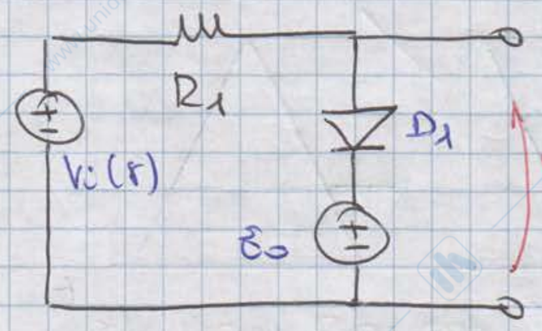
easyPOLI

Esercizi sui Diodi

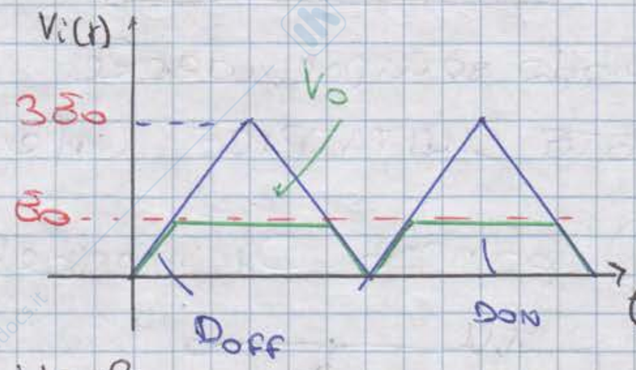
Reti con diodi e diodi zener risolte e commentate
Parte 1

www.easypoli.it
facebook.com/easypoli
contatti@easypoli.it

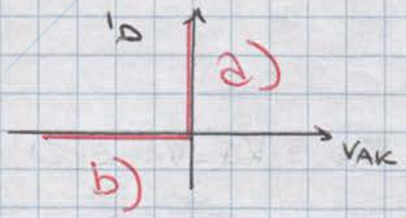
Esercizio 11



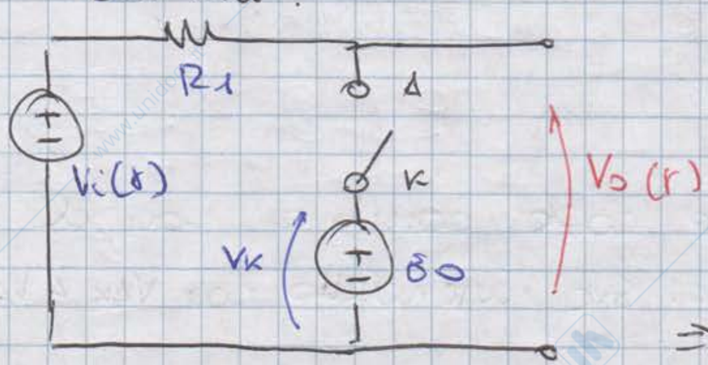
La rete è detta LIMITATORE del segnale $v_i(t)$ al valore E_0



Sia $V_i(t)$ onda triangolare
Sono noti R_1, E_0, $v_i(t)$
Qual è la forma d'onda di $V_o(t)$? Si supponga D_1 ideale



a) Si supponga D_1 off, in interdizione. La rete è congrua alla realtà? Fino a che valore di V_{in}?



P.I.D. $V_K = E_0$ $V_A = V_i(t)$

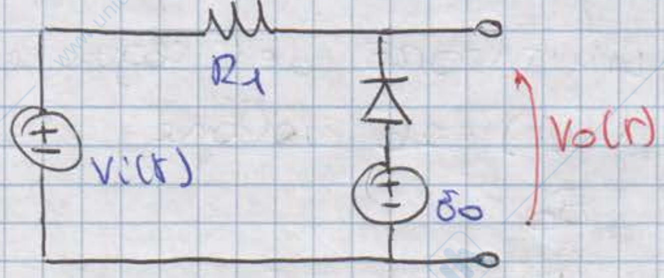
Sappiamo che il diodo è interdetto fino a che $V_{AK} < 0$

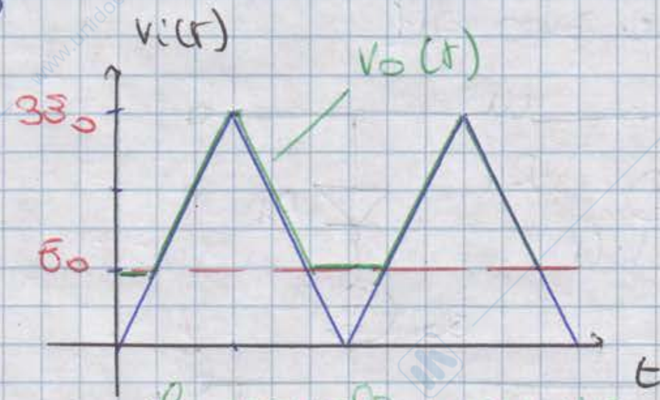
$\Rightarrow V_A - V_K = v_i(t) - E_0$

$\forall t$ t.c. $V_i(t) \le E_0$ D_1 è OFF $\Rightarrow \boxed{V_o(t) = V_i(t)}$

$\forall t$ t.c. $V_i(t) > E_0$ D_1 è ON $\Rightarrow V_o(t) = E_0$

e se girassi il DIODO ?



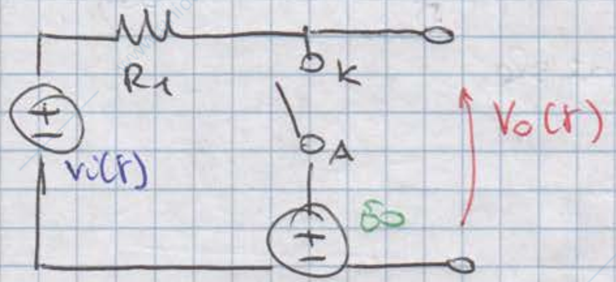


Diodo sempre ideale

RETE LIMITATRICE (inferiore)

il segnale non va mai sotto E_o

a) Ipotizzo D_1 interdetto



$V_A = E_o$

$V_K = v_i(t)$

D_1 OFF finché $V_{AK} = V_A - V_K \leq 0$

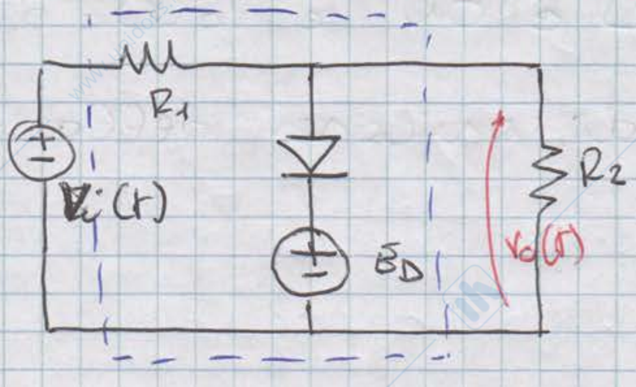
$V_{AK} = E_o - V_i(t)$ => $V_i(t) \geq E_o$ D_1 è OFF

$V_i(t) < E_o$ D_1 è ON

$$\left[\begin{array}{ll} D_1 \text{ OFF} & V_o(t) = V_i(t) \\ D_1 \text{ ON} & V_o(t) = E_o \end{array}\right]$$

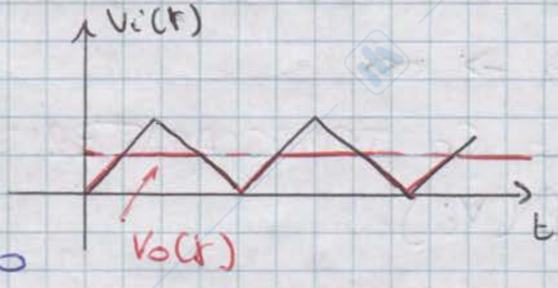
Provare a vedere come e cosa cambia con il modello del DIODO t.c. sia interdetto con $V_{AK} < V_{\gamma ON}$

Esercitazione - Elettronica 17/03/15



$V_{i\,MAX} = 3 E_D$

$0 \le V_i(t) \le 3 E_D$

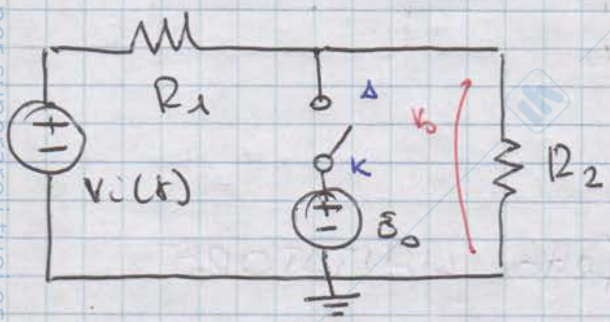


$R_2 = 2R_1$

Cosa cambia quando voglio usare questa tensione?

Consideriamo il DIODO interdetto.

a) Ipotizzo D off



$V_k = E_0$

$$V_a = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_i(t)$$

Quindi $V_a \le E_0$ poiché abbiamo supposto che sia interdetto.

Affinché conduca il DIODO deve avere una $V_a \ge E_0$

$\forall t$ t.c. $0 \le V_i(t) \le$? il diodo si comporta come un circuito aperto

valore che vo cercando

$$E_0 = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_i(t)$$

$$0 \le V_i(t) \le \frac{R_1+R_2}{R_2} E_0(t) = \boxed{\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) E_0}$$

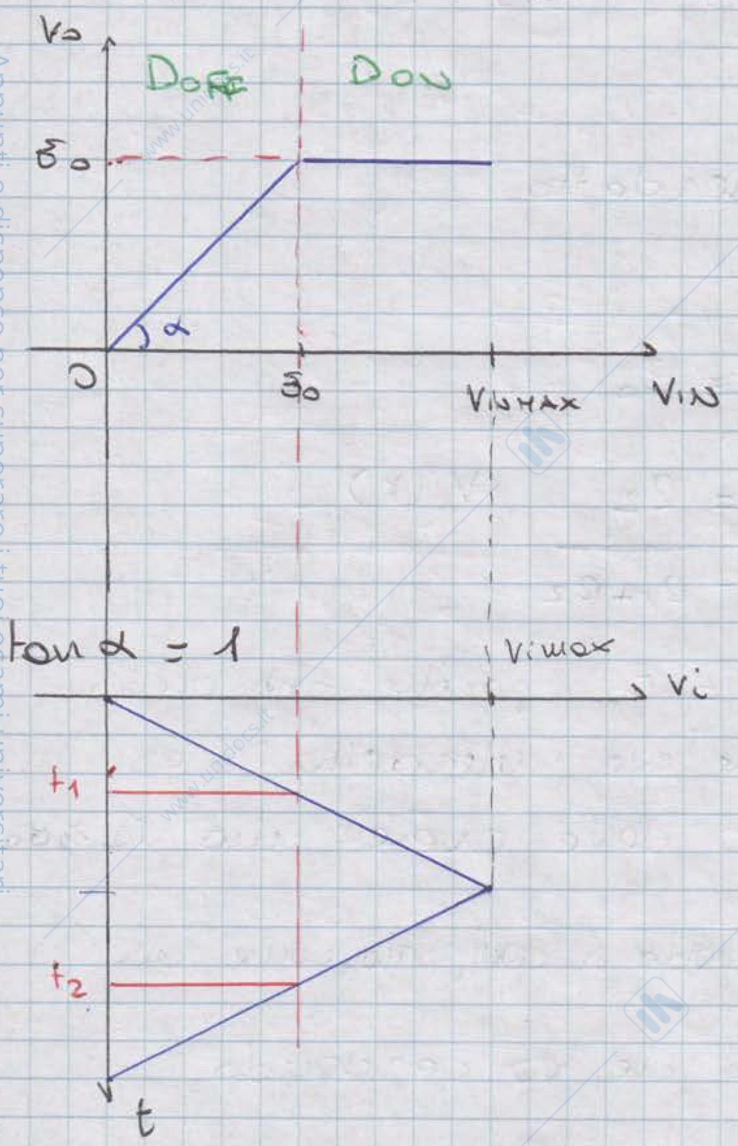
$\Rightarrow \forall t \quad \underline{V_i^* \le V_i(t) \le V_{i\,max}}$ D è ON e $V_o(t) = E_o$

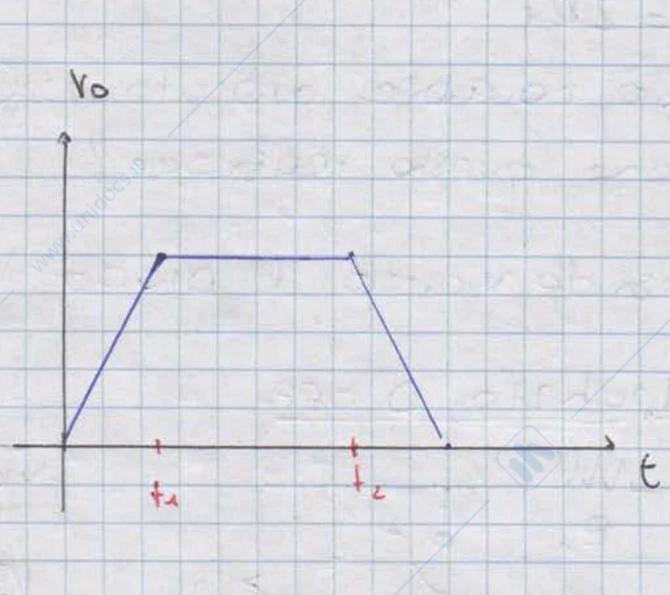
Il ruolo di D è quello di caricarsi della tensione in eccesso a E_o

Se $R_2 \to \infty$

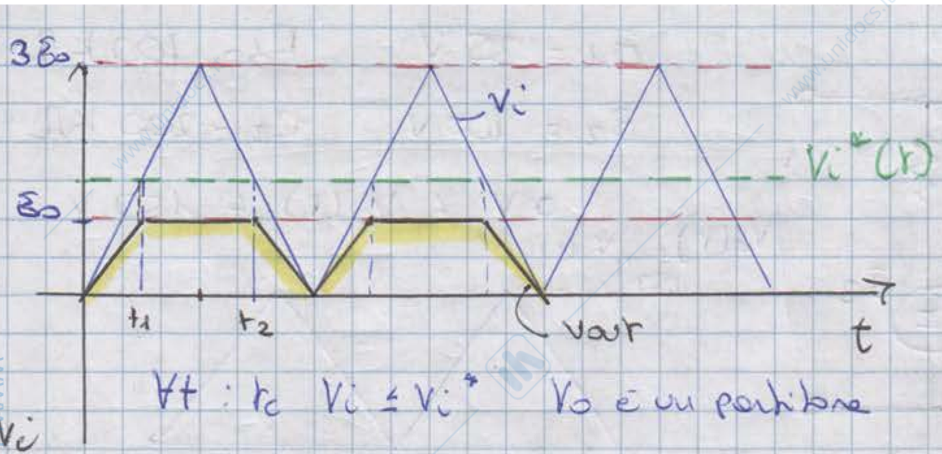
Traccio la TRANSCARATTERISTICA

$V_o = f(V_i)$





Effetto LIMITATORE o CIMATORE



Si cerca di rappresentare ciò che abbiamo concluso

$V_i^*(t) = \frac{3}{2} E_o$

$\forall t : t_c \; V_i \leq V_i^*$ Vo è un partitore

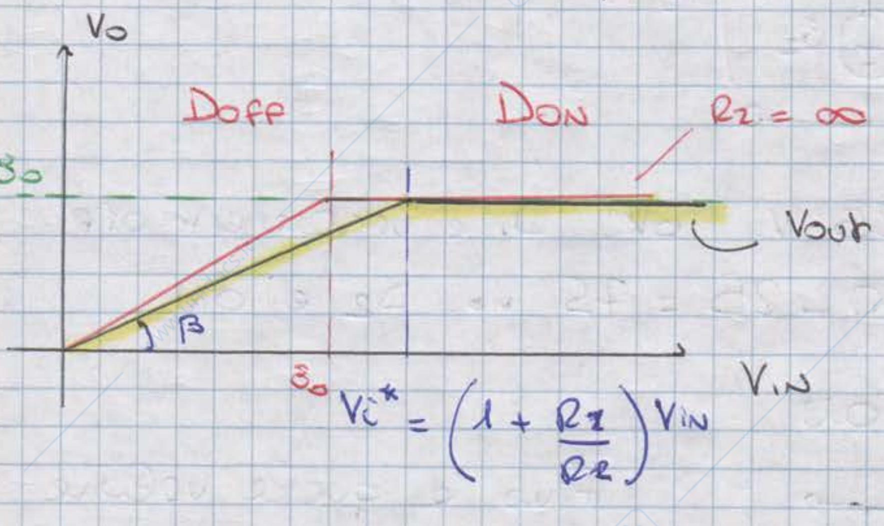
$$V_o(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_i(t)$$

nella transcaratteristica

$$\tan\beta = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$t_1 \leq t \leq t_2$$

Prima sarebbe stato un trapezio i cui lati obliqui coincidevano con quelli della Vi



Vout con $R_2 = 2R_1$

$$\tan\beta = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

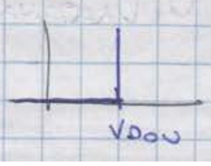
$$V_i^* = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) V_{IN}$$

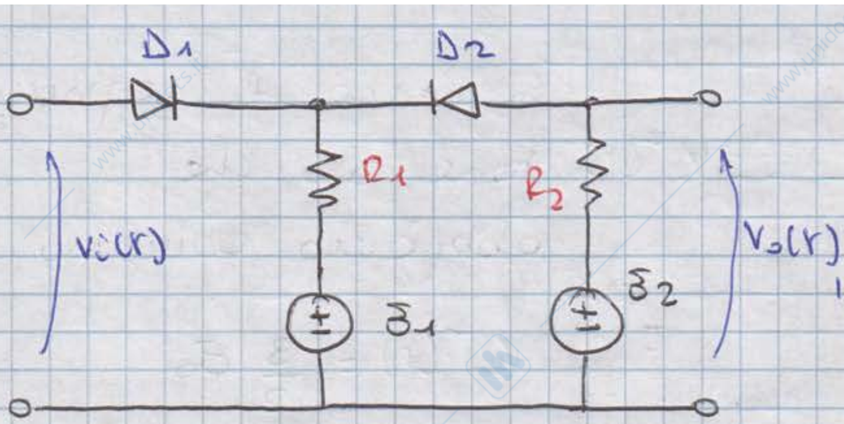
$$V_o(t) = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{in}(t) \xrightarrow[V_{in}^*(t)]{} V_o(t) = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) E_o$$

$$\frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot \frac{R_2+R_1}{R_2} E_o$$

$$\Rightarrow V_o(t) = E_o$$

Provare ad analizzare il circuito col diodo con modello

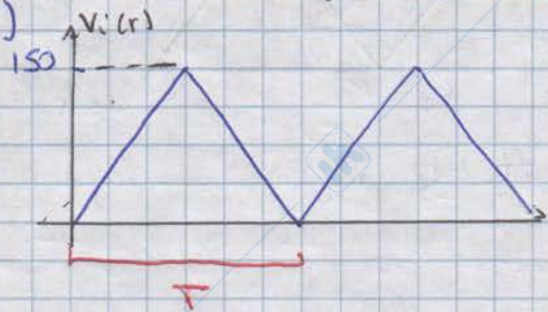




$\mathcal{E}_1 = 25$ V $R_1 = 100$ kΩ

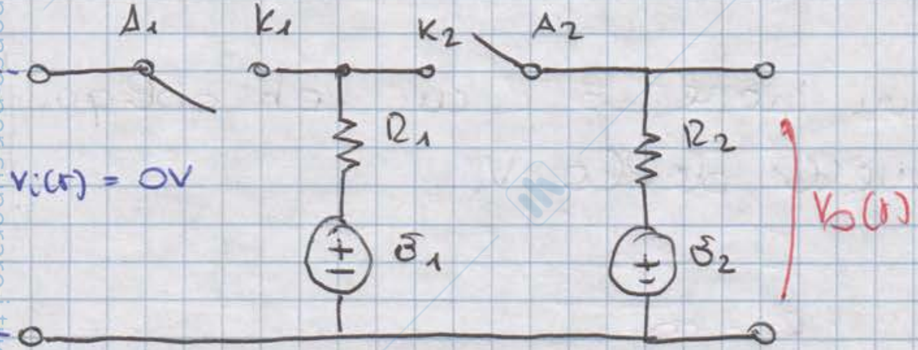
$\mathcal{E}_2 = 100$ V $R_2 = 200$ kΩ

$0 \text{ V} \le V_i(t) \le 150 \text{ V}$



Al variare di V_i l'ipotesi di considerare D_1, D_2 interdetti è coerente con la rete?
E D_1, D_2 entrambi conducenti?

a) Proviamo a supporre D_1, D_2 aperti e $V_{in} = 0$

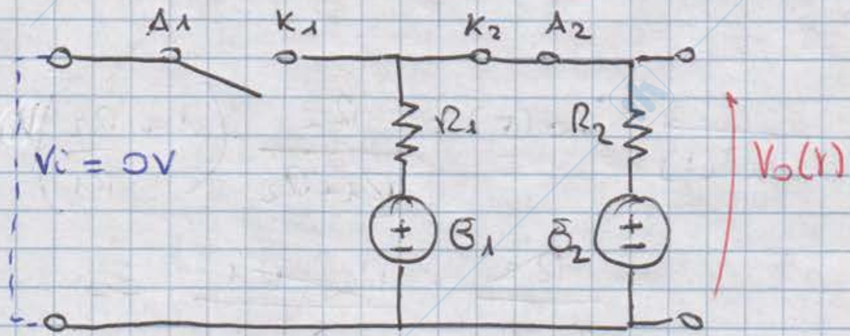


$$\begin{bmatrix} V_{A_1} = 0\text{ V} & V_{K_1} = \mathcal{E}_1 \\ V_{A_2} = \mathcal{E}_2 & V_{K_2} = \mathcal{E}_1 \end{bmatrix}$$

$V_{A_1 K_1} = 0 - \mathcal{E}_1 = -25$ V ok! D_1 è veramente off

$V_{A_2 K_2} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1 = 100 - 25 = 75$ no. D_2 è ON

a1) D_1 OFF e D_2 ON



Fino a quale valore di V_i la rete è coerente con i valori del segnale d'ingresso?

$$V_o(t) = \frac{\frac{\mathcal{E}_1}{R_1} + \frac{\mathcal{E}_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

by John Milmann

$$\boxed{V_o(t)} = \frac{\varepsilon_1 R_2 + \varepsilon_2 R_1}{R_1 + R_2} = \frac{25 \cdot 200 + 100 \cdot 100}{100 + 200} =$$

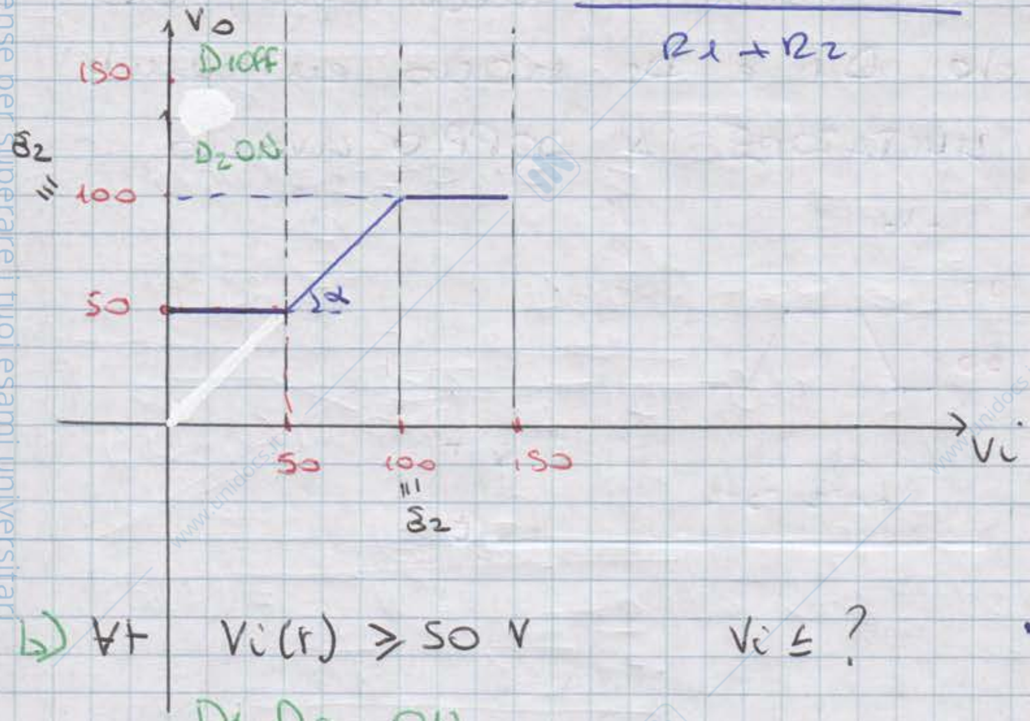
$$= \frac{50 + 100}{3} = \frac{150}{3} = \boxed{50\ V}$$

D_1 ha il catodo fisso a 50 V

V_i aumenta. Il diodo cessa la propria interdizione

$\forall t \quad 0 \le V_i \le 50\ V$ ho D_1 off, D_2 ON

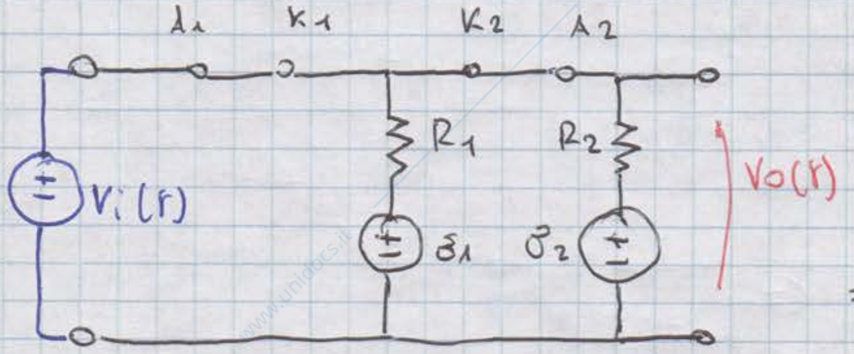
e $V_o(t) = \dfrac{\varepsilon_1 R_2 + \varepsilon_2 R_1}{R_1 + R_2} = 50\ V$



$\tan \alpha = 1$

b) $\forall t \quad V_i(t) \ge 50\ V$ $\quad V_i \le ?$ $\quad V_o(t) = V_i(t)$

D_1, D_2 ON



Se $V_i = \varepsilon_2$

$V_{K_2} = \varepsilon_2$

$V_{A_2} = \varepsilon_2$

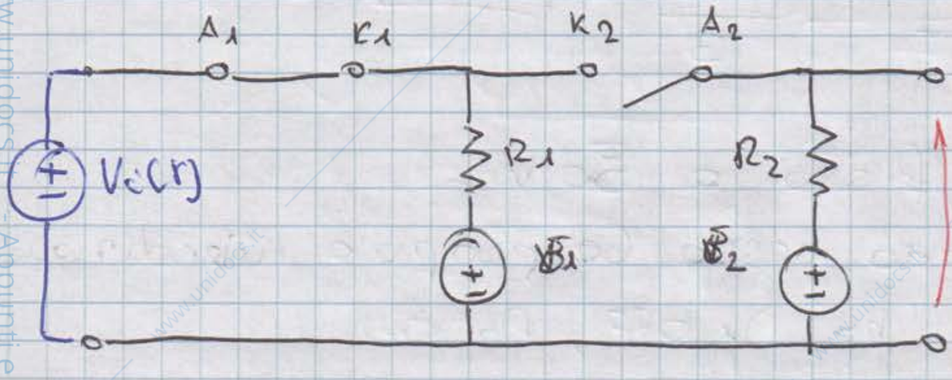
$\Rightarrow D_2$ si può pensare aperto

$\forall t$ t.c. $50 \leq V_i \leq \mathcal{E}_2$ D_1 ON D_2 ON

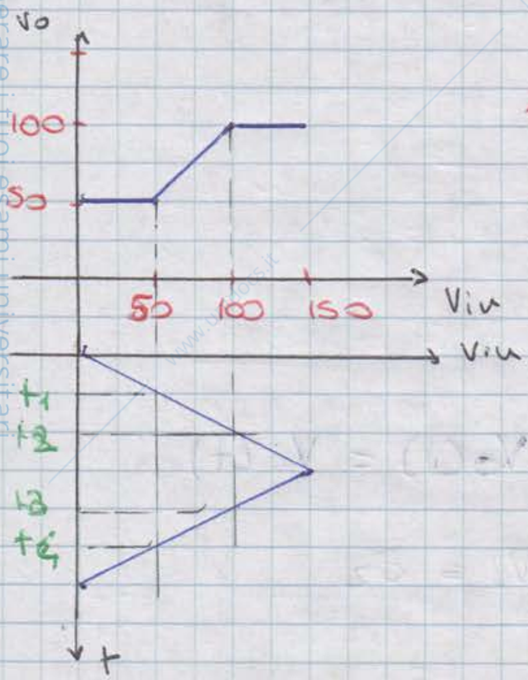
c) $\forall t$ t.c. $\mathcal{E}_2 \leq V_i(t) \leq V_{i\,max}$ $(=150\,V)$

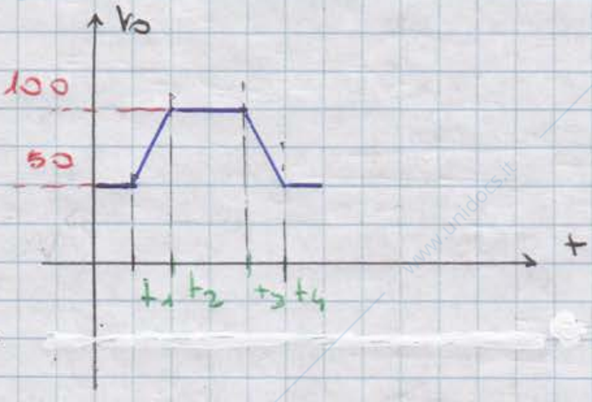
D_1 è ON e D_2 è OFF

$\boxed{V_o(t) = \mathcal{E}_2}$



Qualunque sia Vi non esiste la condizione, la rete non regge che D1 e D2 siano entrambi in interdizione. LIMITATORE A DOPPIO LIVELLO





easyPOLI

Esercizi sui Diodi

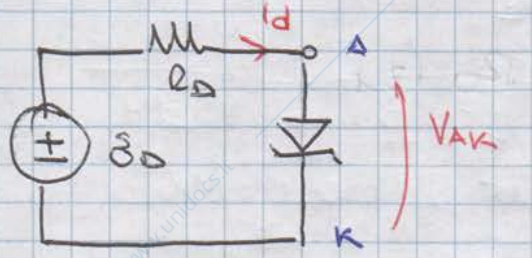
Reti con diodi e diodi zener
risolte e commentate
Parte 2

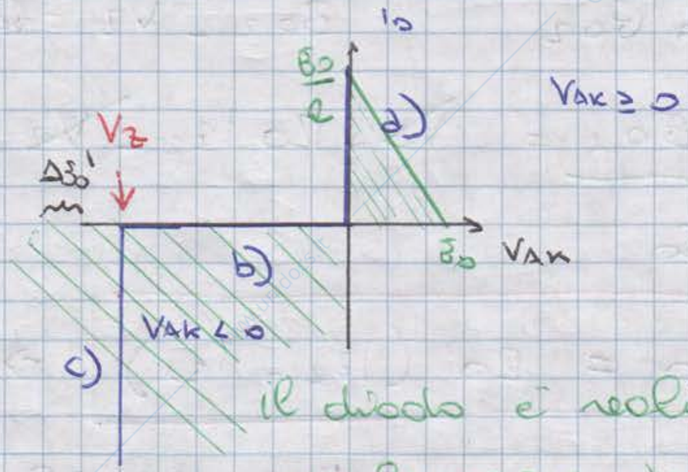
www.easypoli.it

facebook.com/easypoli

contatti@easypoli.it

Consideriamo un diodo che nasce per essere utilizzato in zona di interdizione.
Viene realizzato mediante un drogaggio ad alta concentrazione una che rimane lontano dal fenomeno a valanga. Prende il nome di DIODO ZENER





il diodo è realizzato per lavorare in tensione di Zener (V_Z)

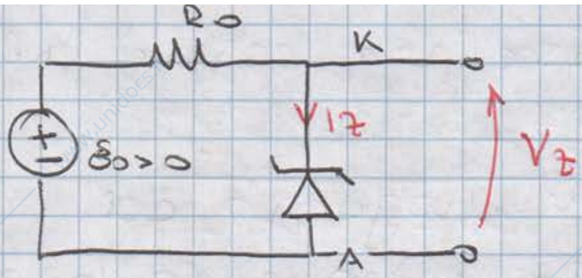
$$E_0 - V_{AK} = R_0 I_D$$

se $I_D = 0$ $\quad V_{AK} = E_0$
se $V_{AK} = 0$ $\quad I_D = \frac{E_0}{R_0}$
quando $E_0 > 0$

Se $I_D = 0$ $\quad V_{AK} = E_0 = -E_0'$
Se $V_{AK} = 0$ $\quad I_D = \frac{E_0}{R_D} = -\frac{E_0'}{R_0}$
quando $E_0' = -E_0$

Osservo che nonostante io possa avere grosse variazioni di E_0 la V_Z rimane costante (se ideale)

Tensione tra AK < 0 $\Rightarrow$ $V_{KA} > 0$ $=$ $\boxed{V_Z}$
Corrente tra AK < 0 $\Rightarrow$ $I_{KA} > 0$ $=$ $\boxed{I_Z}$



Questo se in zona di Zener

Se $E_0 \to E_{01}$ $\quad E_{01} - V_Z = R_0 I_{Z1}$

Se $E_0 \to E_{02}$ $\quad E_{02} - V_Z = R_0 I_{Z2}$

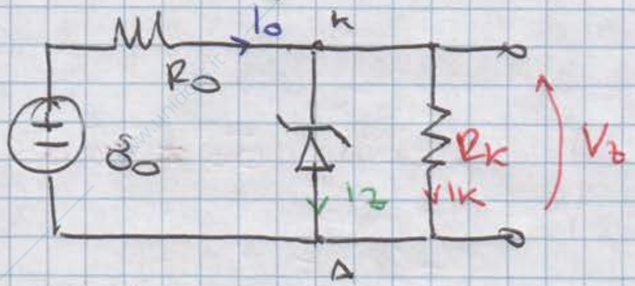
$$\underbrace{E_{02} - E_{01}}_{\Delta E_0} = \cancel{V_Z} + R_0 I_{Z2} - \cancel{V_Z} - R_0 I_{Z1}$$

$$\boxed{\Delta E_0 = R_0 (I_{Z2} - I_{Z1})} \Rightarrow \Delta E_0 = R_0 \Delta I_Z$$

Sempre se il diodo è ideale

una variazione sulla tensione di ingresso si traduce in una variaz. della corrente per contrastare questo cambiamento

V_Z la voglio mandare ad un carico



ΔE_0 (variaz. tensione di ingresso)

$$I_0 = \frac{E_0 - V_Z}{R_0}$$

$I_K = \dfrac{V_Z}{R_K}$ $\qquad$ KCL k) $I_0 = I_Z + I_K$

$$\left.\begin{aligned} E_{01} &\to = R_0 I_{01} + V_Z \\ E_{02} &\to = R_0 I_{02} + V_Z \end{aligned}\right\} \to E_{02} - E_{01} = R_0 (I_{02} - I_{01})$$

$$\boxed{\Delta E_0 = R_0 (\Delta I_0)}$$

$I_{01} = I_{Z1} + I_K$

$I_{02} = I_{Z2} + I_K$

$$I_{02} - I_{01} = I_{Z2} + I_K - I_{Z1} - I_K$$

$$\Delta I_0 = \Delta I_Z$$

Anche se c'è un carico, la variazione di una tensione d'ingresso, è avere di gestirla la prende tutto il DIODO ZENER

2 cose importanti:

→ Mantenere il DIODO in zona di zener (se no si apre)

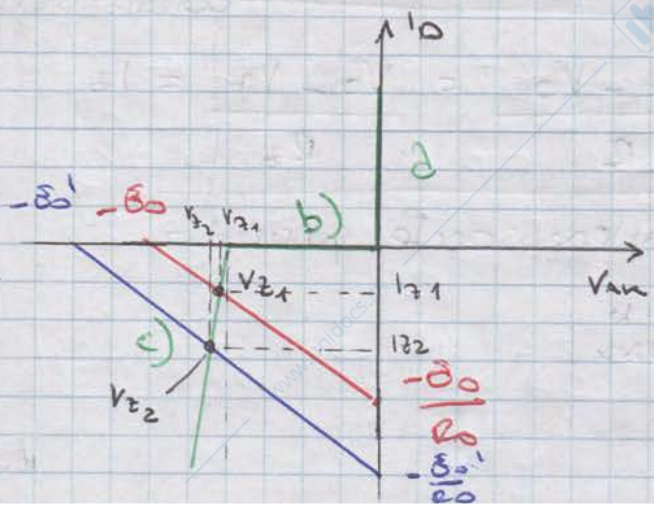
→ Non superare una I_{ZMAX} tale per cui si genererebbe un calore ingestibile, non dissipabile dal diodo e I_{ZMAX} dipende dalla V_{max}

$I_{ZMIN} \leq \Delta I_Z \leq I_{ZMAX}$

Se avessi 2 carichi: R_{K1} e R_{K2}

$I_{K1} = \frac{V_Z}{R_{K1}}$ $\quad$ $I_{K2} = \frac{V_Z}{R_{K2}}$ $\quad$ $\Delta R_K \Rightarrow \Delta$

$R_{K1} > R_{K2} \Rightarrow I_{K1} < I_{K2}$ abbiamo capito che il DIODO di zener è un elemento stabilizzante sia per variazioni di $\mathcal{E}_0$ o di carico. Tutto si traduce in una variazione di I_Z.



Si viene a creare una resistenza differenziale nel caso reale

$V_{o1} = V_{z_1} + R_o I_{z1}$

$V_{o2} = V_{z_2} + R_o I_{z2}$

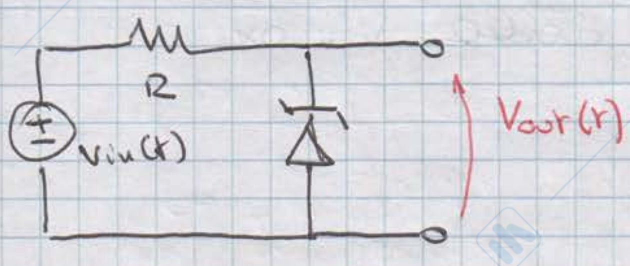
nel caso reale la V_z cambia

Osservo che comunque, a fronte di un'elevata ΔV_o ho ottenuto una ridottissima ΔV_z

Si evince che $R_z = \dfrac{\Delta V_z}{\Delta I_z}$ $\quad 0 < R_z < 10\,\Omega$

oltre diventa una pattumiera

Esercizio



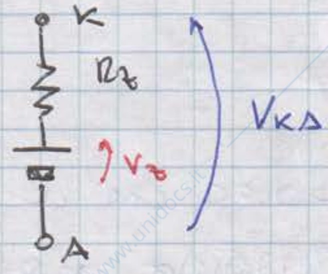
$V_z = 6{,}8\ V$

$R_z = 4\ \Omega$

$v_{out}(t) = ?$

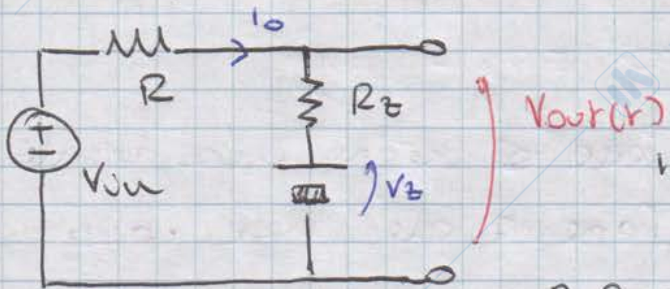
$9V \leq V_{in} \leq 15V$

modello reale diodo zener



$V_{KA} = R_z I_z + V_z$

Rete equivalente:



$R = 330\ \Omega$ (valore commerciale)

$$I_o = \boxed{\frac{V_{in} - V_o}{R} = \frac{V_o - V_z}{R_z}} = I_z$$

Relazione interessante quando

$V_{in} = V_{MIN}$, V_{MAX}

$$(V_{in} - V_o) R_z = R (V_o - V_z)$$

$$V_{in} R_z - V_o R_z = R V_o - R V_z$$

$$V_{in} R_z + R V_z = V_o (R + R_z) \qquad \left[V_o = \frac{R_z}{R+R_z} V_{in} + \frac{R}{R+R_z} V_z \right]$$

$$\boxed{V_{o_{MIN}}} = \frac{R_z}{R+R_z} V_{MIN} + \frac{R}{R_z+R} V_z =$$

$$= \frac{4 \cdot 9}{330+4} + \frac{330 \cdot 6,8}{330+4} = \frac{36}{334} + \frac{330 \cdot 6,8}{334} =$$

$$= 6,826 \text{ V}$$

$$\boxed{V_{o_{MAX}}} = \frac{R_z}{R+R_z} V_{IMAX} + \frac{R}{R+R_z} V_z =$$

$$= \frac{4 \cdot 15}{330+4} + \frac{330 \cdot 6,8}{330+4} = 6,898 \text{ V}$$

$$\Delta E_o = \Delta V_{IN} = 15 - 9 = 6 \text{ V}$$

$$\Delta V_o = 6,898 - 6,826 = 0,072 \text{ V}$$

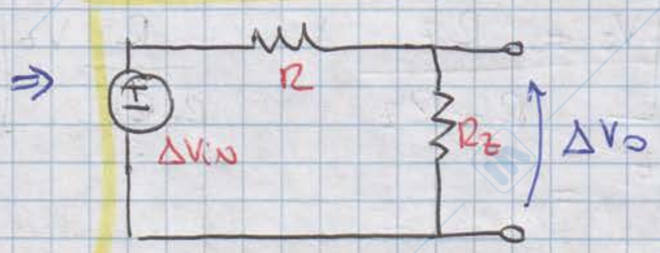
e questa variazione si riduce tanto più la retta V_z è parallela all'asse I_D.

OSS:
$$V_{o1} = \frac{R_z}{R_z+R} V_{IN_1} + \frac{R V_z}{R+R_z}$$

$$V_{o2} = \frac{R_z}{R_z+R} V_{IN_2} + \frac{R V_z}{R+R_z}$$

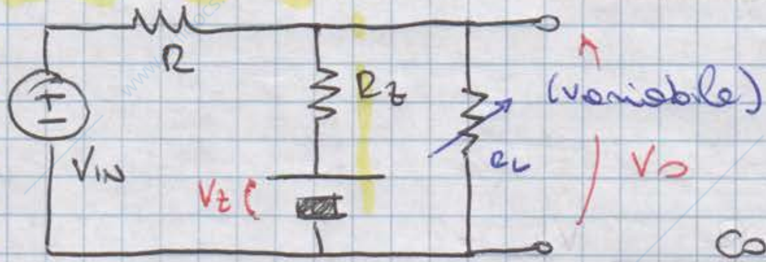
$$\underbrace{V_{o2} - V_{o1}}_{\Delta V_o} = \frac{R_z}{R_z+R} \underbrace{(V_{IN_2} - V_{IN_1})}_{\Delta V_{IN}}$$

$$\boxed{\Delta V_o = \frac{R_Z}{R_Z + R} \Delta V_{IN}}$$

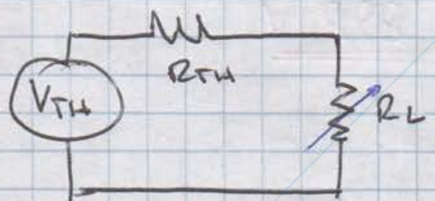


Circuito valido per il calcolo della variazione della TENSIONE D'USCITA

Esercizio 2



circuito eq di Th.



$R = 330\ \Omega \quad V_Z = 6,8\ V$

$V_{IN} = 12\ V$

$R_L = 350 \div 1300\ \Omega$

Come varia V_o per effetto di ΔR_L

$$E_{TH} = \frac{\frac{V_{in}}{R} + \frac{V_Z}{R_Z}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_Z}} = \boxed{\frac{V_{in} R_Z + V_Z R}{R_1 + R_2}}$$

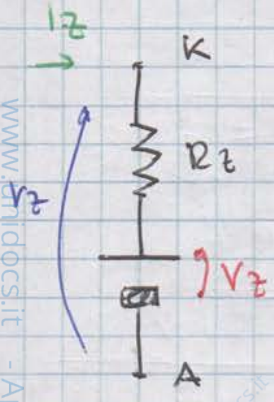
$R_{TH} = R \,//\, R_Z$

$$V_o = \frac{R_L}{R_L + R_{TH}} \cdot V_{TH}$$

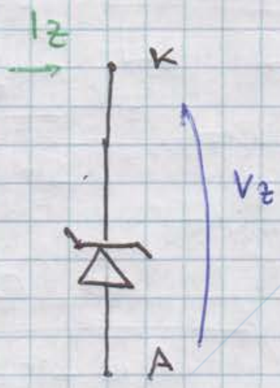
$$V_{o\,min} = \frac{R_{L\,min}}{R_{L\,min} + R_{TH}} V_{TH} = 6,78$$

$$V_{o\,max} = \frac{R_{L\,max}}{R_{L\,max} + R_{TH}} V_{TH} = 6,84$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\Delta R_L} = 1300 - 350 = \boxed{950\,\Omega}$$
$$\boxed{\Delta V_o} = 6{,}84 - 6{,}78 = \boxed{0{,}06\ V}$$



$\Longleftrightarrow$



$V_Z = V_{KA}$

$I_Z = I_{KA}$

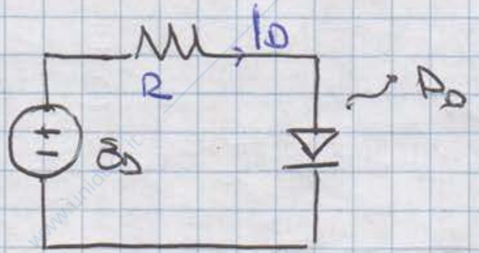
$$\left[\, V_{KA} = V_Z + R_Z I_Z \,\right]$$

Esercitazione elettronica 24/03/2015

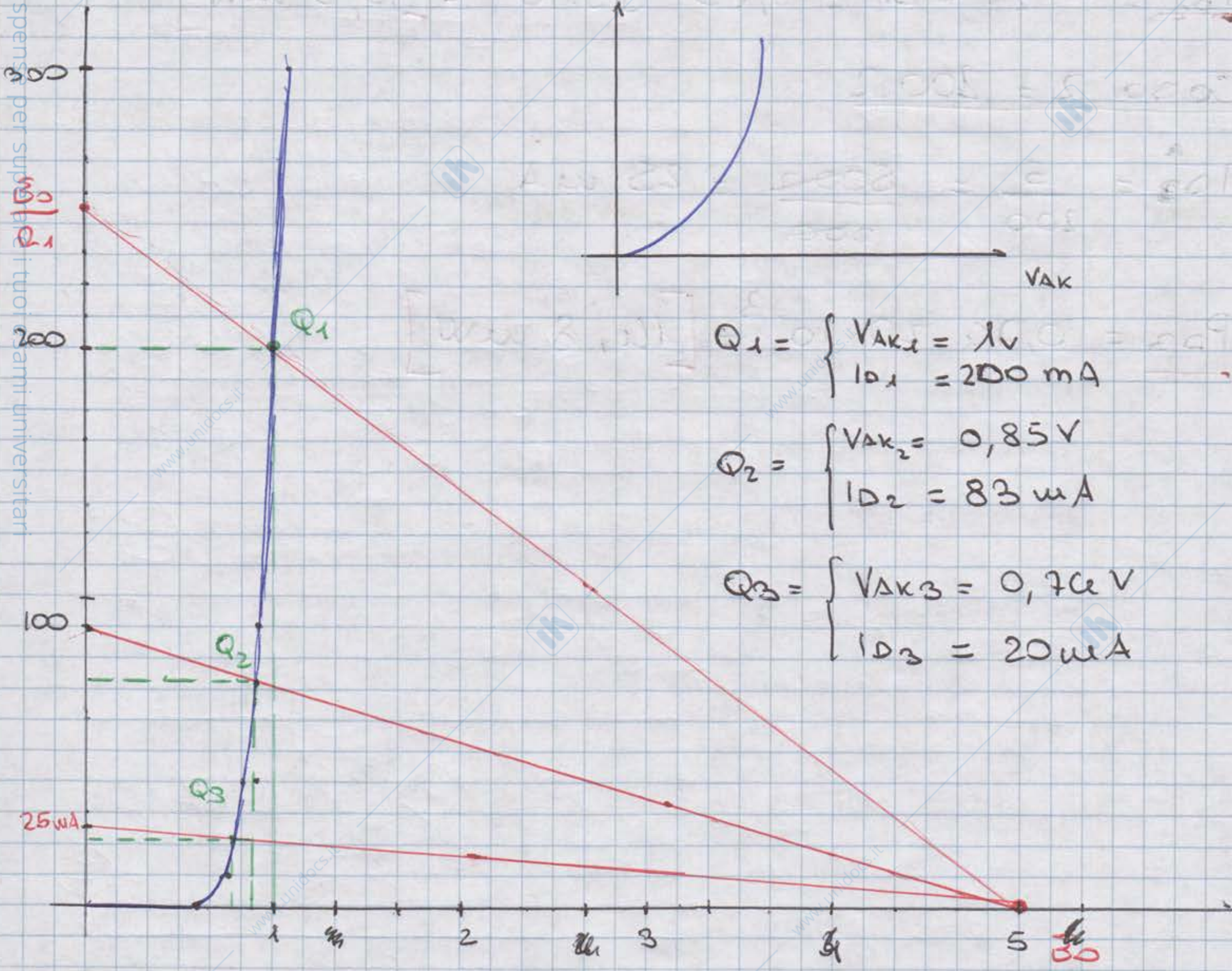
V_{AK}	0	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	[V]
I_D	0	0	10	40	100	200	300	[mA]

$E_D = 5\,V$ $\quad$ $R = 20\,\Omega,\ 50\,\Omega,\ 200\,\Omega$

$I_D = ?$ $\quad$ $P_D = ?$



Ho bisogno di tradurre in caratteristica i dati forniti



$$Q_1 = \begin{cases} V_{AK_1} = 1\,V \\ I_{D_1} = 200\,mA \end{cases}$$

$$Q_2 = \begin{cases} V_{AK_2} = 0{,}85\,V \\ I_{D_2} = 83\,mA \end{cases}$$

$$Q_3 = \begin{cases} V_{AK_3} = 0{,}74\,V \\ I_{D_3} = 20\,mA \end{cases}$$

Caso $R = 20\,\Omega$

$E_0 - V_{AK_1} = R_1 I_{D_1}$

$\boxed{\begin{array}{l} \text{se } I_D = 0 \\ \text{se } V_{AK} = 0 \end{array}}$ $V_{AK_1} = E_0$

$I_D^* = \dfrac{E_0}{R_1} = \dfrac{5}{20} = \dfrac{1}{4}\,A = 250\,mA$

$P_{D_1} = V_{AK_1} \cdot I_{D_1} = 1V \cdot 200\,mA = [200\,mW]$

Caso $R = 50\,\Omega$

$I_{D_2}^* = \dfrac{5}{50} = 100\,mA$

$P_{D_2} = V_{AK_2} \cdot I_{D_2} = 0,85 \cdot 83 \cdot 10^{-3} = [70,5\,mW]$

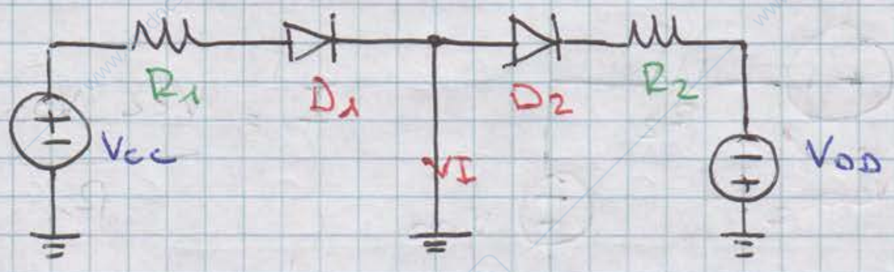
Caso $R = 100\,\Omega$

$I_{D_3}^* = \dfrac{5}{100} = \dfrac{5000}{100} = 25\,mA$

$P_{D_3} = 0,74 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = [14,8\,mW]$

2

Esercizio 2



$V_{CC} = 15\ V$

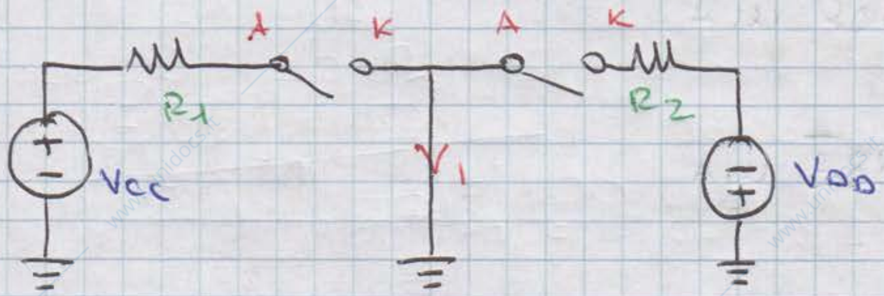
$V_{DD} = 18\ V$

$R_1 = 9\ k\Omega$

$R_2 = 6\ k\Omega$

$I = ?$ $\quad P_{D_1} = ?$ $\quad P_{D_2} = ?$

Ipotizzo D_1 e D_2 interdetti



$V_{A_1} = V_{CC}$

$V_{K_1} = 0\ V$

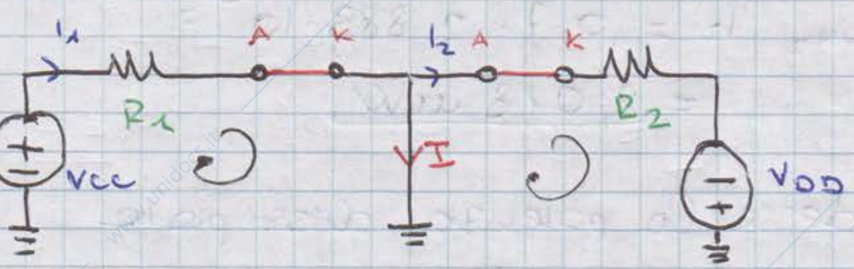
$V_{A_1K_1} = V_{A_1} - V_{K_1} = V_{CC} > 0$

Quindi D_1 non può essere OFF

$V_{A_2} = 0$

$V_{K_2} = -V_{DD}$ $\qquad V_{A_2K_2} = V_{DD}$, D_2 ON

Ipotesi non connesso della rete



$V_{CC} = R_1 I_1$

$I_1 = \frac{V_{CC}}{R_1} = \frac{15}{9} = \boxed{\frac{5}{3}\ mA}$

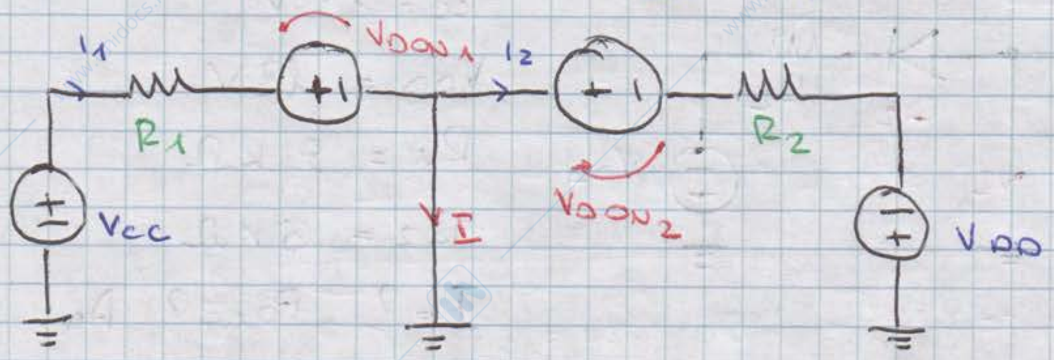
$V_{DD} = R_2 I_2$ $\qquad I_2 = \frac{V_{DD}}{R_2} = \frac{18}{6} = \boxed{3\ mA}$

KCL) $I_1 = I + I_2$ $\qquad \boxed{I} = I_1 - I_2 = \frac{5}{3}\ mA - 3\ mA =$

$= \frac{5-9}{3}\ mA = -\frac{4}{3}\ mA$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Vediamo ora con $V_{D_{ON}} = 0,7 \text{ V}$



$$I_1' = \frac{V_{CC} - V_{DON1}}{R_1}$$

$$I_2' = \frac{V_{DD} - V_{DON2}}{R_2}$$

$$I_1' = \frac{15 - 0,7}{9 \cdot 10^{3}} = 1,589 \text{ mA}$$

$$I_2' = \frac{18 - 0,7}{6 \cdot 10^{3}} = 2,88\overline{3} \text{ mA}$$

$$I = I_1' - I_2' = (1,589 - 2,883) \cdot 10^{-3} = \boxed{-1,294 \text{ mA}}$$

$$P_{D1} = V_{DON1} I_{D1} = V_{DON1} \cdot I_1' = 0,7 \cdot 1,589 \cdot 10^{-3} = 1,112 \text{ mW}$$

$$P_{D2} = V_{DON2} \cdot I_{D2} = V_{DON2} \cdot I_2' = 0,7 \cdot 2,883 \cdot 10^{-3} = 2,018 \text{ mW}$$

Il fatto che si chiedesse la potenza dissipata supponeva che si usasse un modello di seconda specie del DIODO. Ideale di prima specie = potenza nulla ($V_D = 0$)

easyPOLI

Esercizi sui Diodi

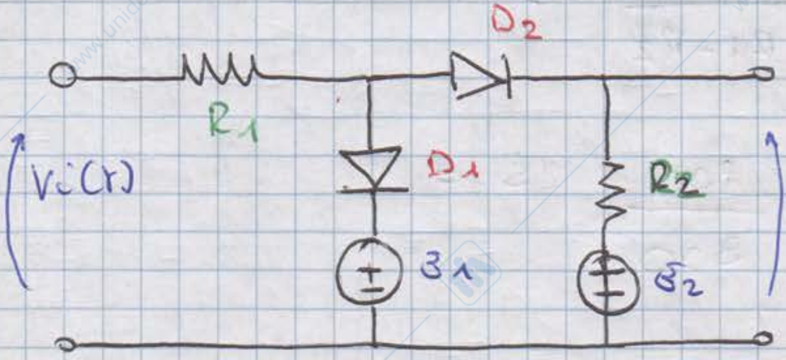
Reti con diodi e diodi zener
risolte e commentate
Parte 3

www.easypoli.it

facebook.com/easypoli

contatti@easypoli.it

Esercizio 3



$0 \le V_i(t) \le 150$ V

$E_1 = 100$ V

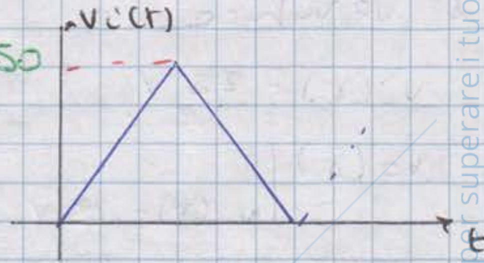
$E_2 = 25$ V

$R_1 = 100$ kΩ

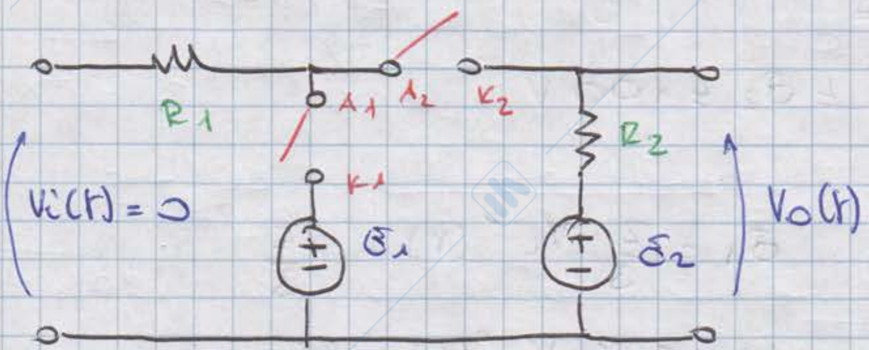
$R_2 = 200$ kΩ

Si determini la transcaratteristica $V_o - V_{in}$ e la forma d'onda della $V_o(t)$ considerando

$V_i(t)$:



a) Ipotizzo D_1 e D_2 OFF



$V_{K_1} = E_1 = 100$ V

$V_{A_1} = 0$ V

$V_{A_1K_1} = -100$ V $\quad D_1$ off

$V_{A_2} = 0$ V $\qquad V_{A_2K_2} = -25$ V

$V_{K_2} = 25$ V $\qquad D_2$ off

Ipotesi valida!

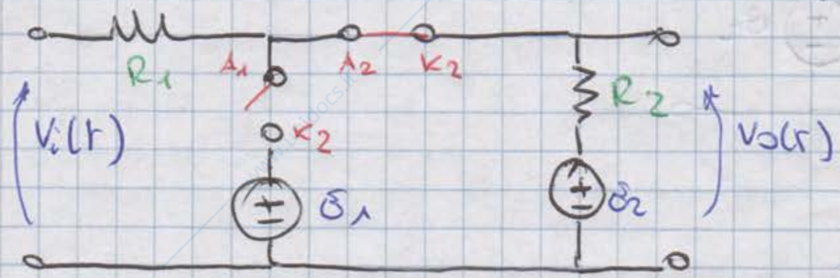
$\forall t$ t.c. $\quad 0 \le V_i(t) < V_i^*(t) = E_2 \quad$ D_1 e D_2 sono off

$\Rightarrow V_o(t) = E_2 = 25$ V $\quad$ ($V_{A_2} = V_i(t)$ se $V_{A_2} = 25$ V D_2 ON

$\forall t$ t.c. $\quad E_2 \le V_i(t) \le V_{i_2}^*(t) \quad$ D_1 off $\quad D_2$ ON

con la seguente rete:

$$V_o(t) = \frac{\dfrac{V_i(t)}{R_1} + \dfrac{E_2}{R_2}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2}}$$



$$V_o(r) = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_i(r) + \frac{R_1}{R_1+R_2} \mathcal{E}_2 =$$

$$= \frac{200}{200+100} V_i(r) + \frac{100}{300} \cdot 25 =$$

$$= \left[\frac{2}{3} V_i(r) + \frac{1}{3} \cdot 25\right]$$

1ª verifica

$V_i(r) = 25\ V$

$$V_o(r)\Big|_{V_i(r)=25\ V} = \frac{2}{3} \cdot 25\ V + \frac{1}{3}\ 25\ V = 25\ V \quad \text{ok!}$$

D_1 é OFF finché $V_{A1} \le \mathcal{E}_2 \le 100\ V$

$V_{A1} = V_o(r) = \mathcal{E}_1 \quad t^*$

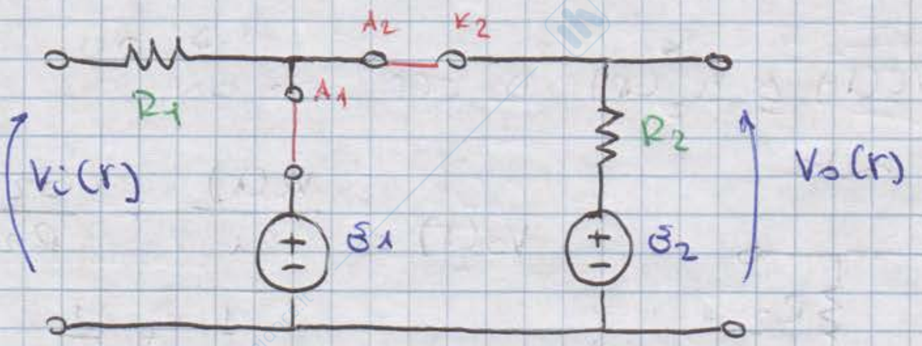
$$\mathcal{E}_1 = \frac{2}{3} V_i^*(r) + \frac{25}{3}$$

$$100 = \frac{2}{3} V_i^*(r) + \frac{25}{3}$$

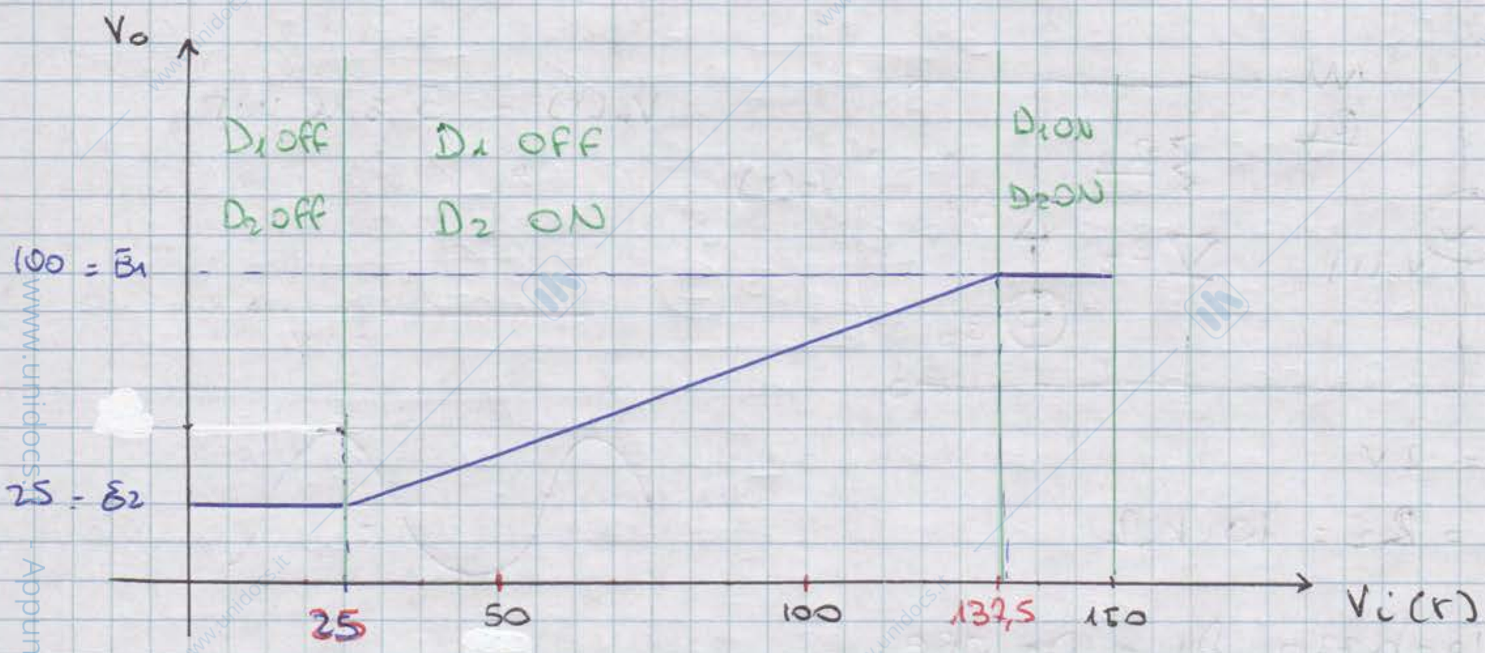
$$V_i^*(r) = \left(100 - \frac{25}{3}\right) \cdot \frac{3}{2} = 150 - \frac{25}{2} = 150 - 12,5 =$$

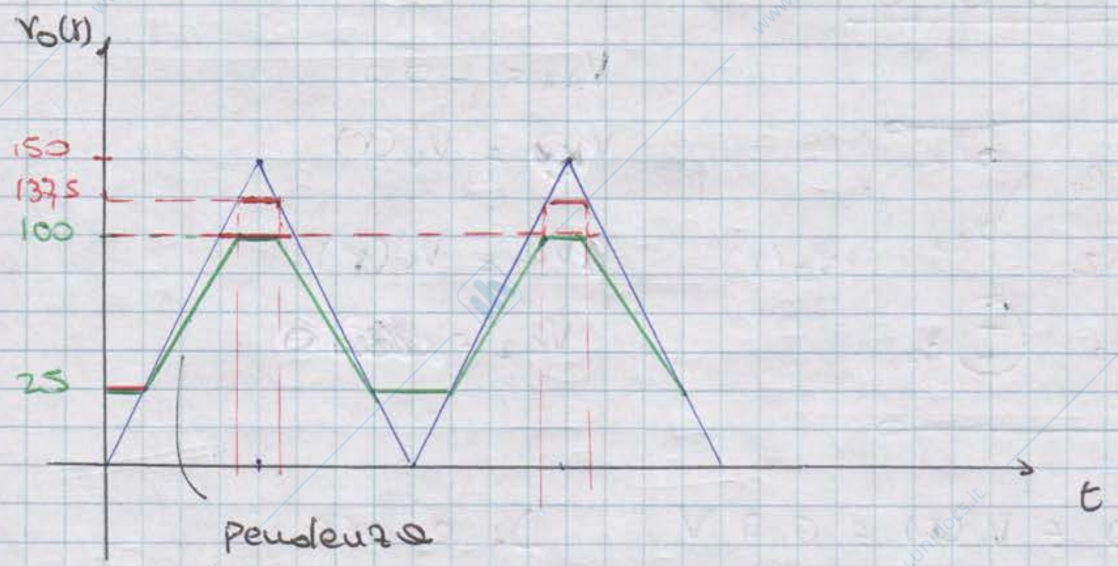
$$= \left[137,5\ V\right]$$

c) $\forall t$ t.c. $137,5 < V_i(r) < 150\ V \qquad V_o(r) = \mathcal{E}_1$



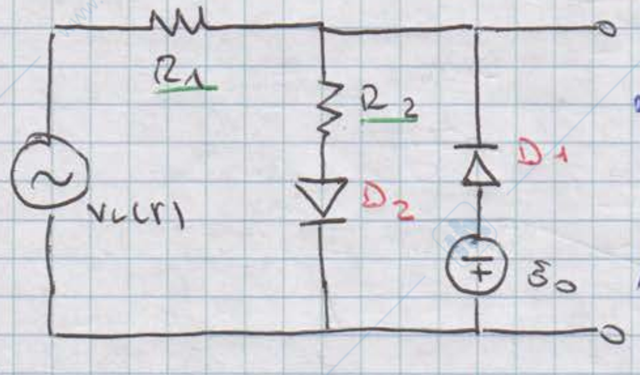
Transcaratteristica Esercizio 3



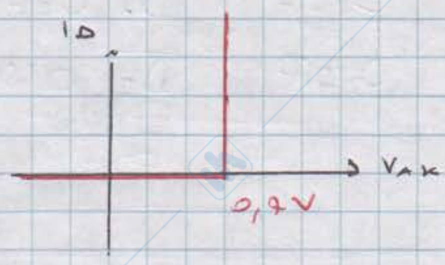


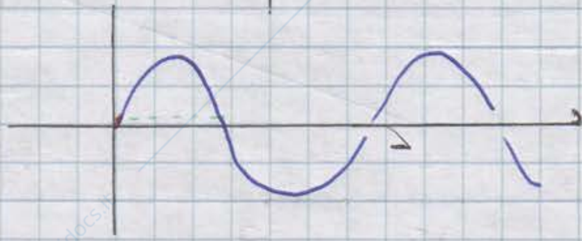
7

MILANO 20/11/2001 1ª Prova chiusura



$V_i(t) = 5 \sin \omega t$





$\delta_0 = 2V$

$R_1 = R_2 = 10 \, k\Omega$

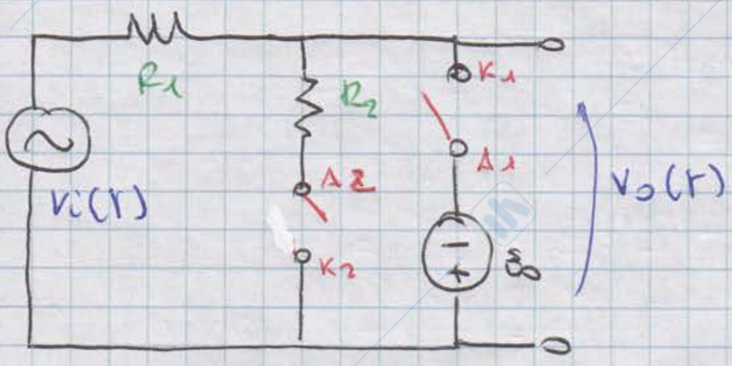
a) Ipotizzo D_1 e D_2 OFF

$V_{A1} = -\delta_0$

$V_{K1} = V_i(t)$

$V_{A2} = V_i(t)$

$V_{K2} = 0 \, V$



$\forall t$ t.c. $0 \le V_i(t) \le 0,7 \, V$

D_1 è off

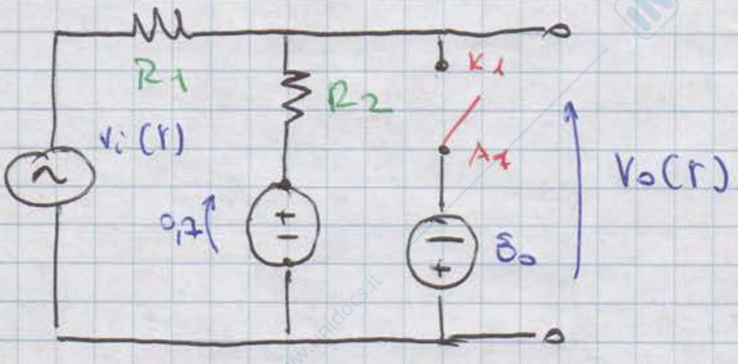
D_2 è off

$\Rightarrow V_o(t) = V_i(t)$

$\forall t$ t.c. $0,7 \le V_i(t) < V_{iMAX}$

D_1 è off

D_2 è on



$$V_o(t) = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_i(t) + \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{DON2}$$

$V_o(t) = \frac{1}{2} V_i(t) + \frac{1}{2} 0,75$ $\quad \boxed{V_o = \frac{1}{2} V_i(t) + 0,35}$

$V_{o_{MAX}} = \frac{1}{2} \cdot 5 + 0,35 = 2,5 + 0,35 = 2,85\ V$

Nella semionda negativa affinché D_1 sia ON si vuole una tensione al catodo di $-2,7\ V$

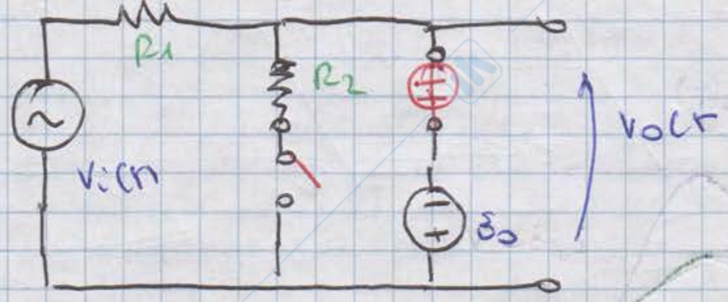
Infatti: $V_{AK_2} = V_{A_2} - V_{K_2} = -2 - V_i(t)$

$\forall t$ t.c. $-2,7 \le V_i(t) \le 0$ $\quad$ D_1 è OFF

$V_o(t) = V_i(t)$ $\quad$ D_2 è OFF

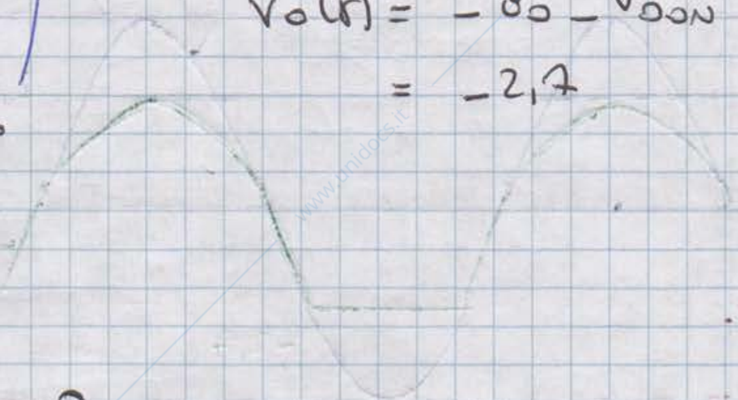
$\forall t$ t.c. $-5V \le V_i(t) \le -2,7$ $\quad$ D_1 è ON

D_2 è OFF

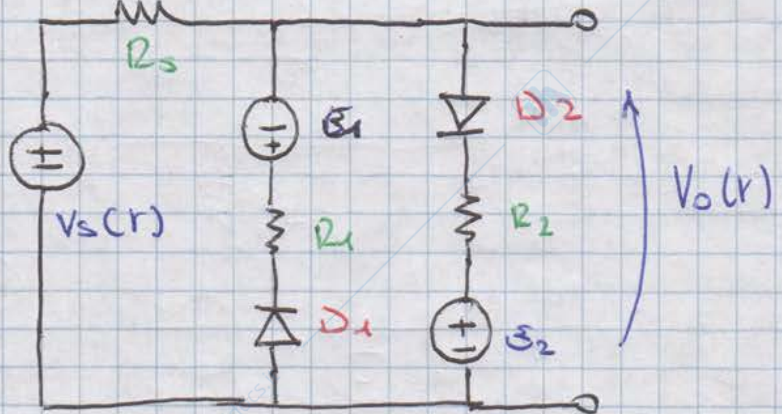


$V_o(t) + E_o + V_{O_{ON_1}} = 0$

$V_o(t) = -E_o - V_{O_{ON}} = -2,7$



Compito:



$R_1 = 12\ k\Omega$

$R_2 = 24\ k\Omega$

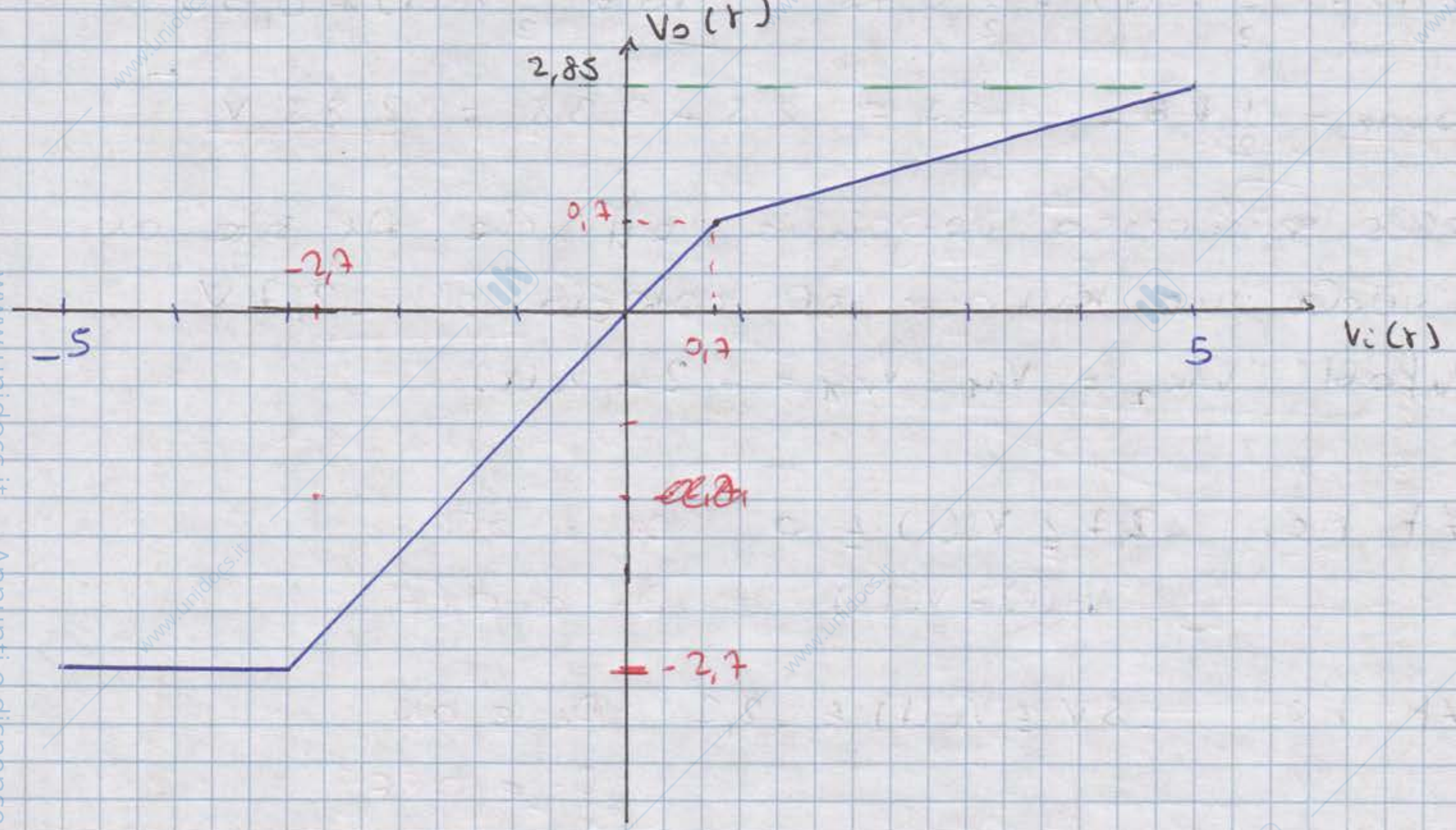
$R_s = 18\ k\Omega$

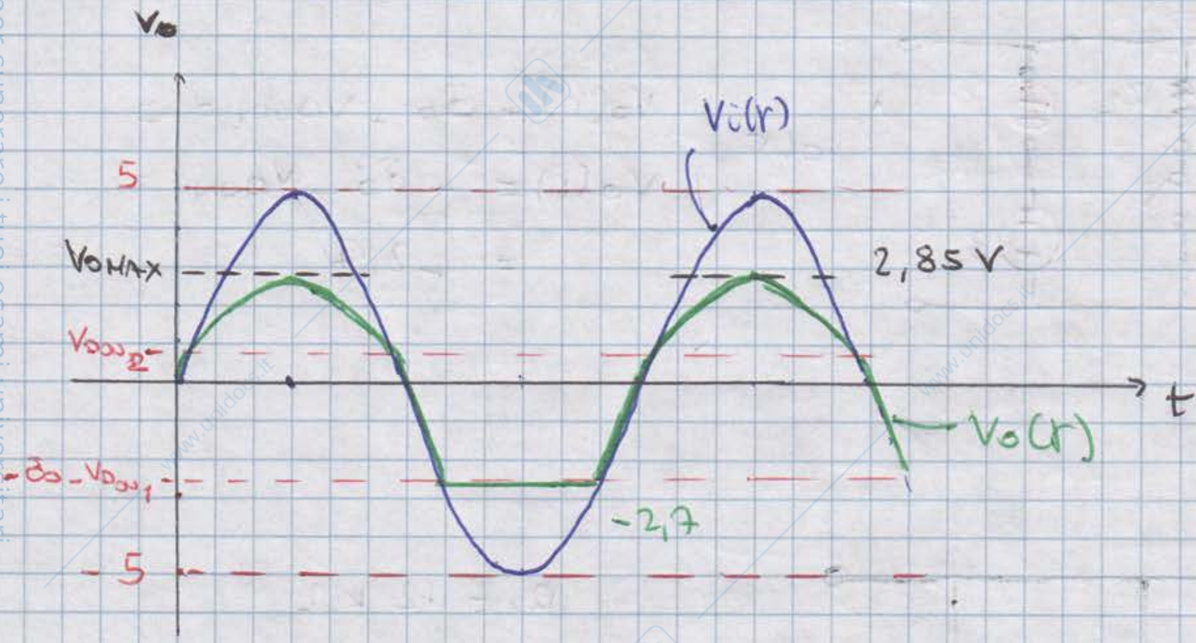
$E_1 = 50\ V$

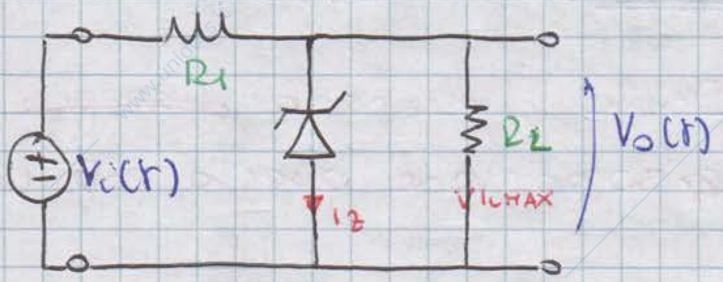
$E_2 = 50\ V$

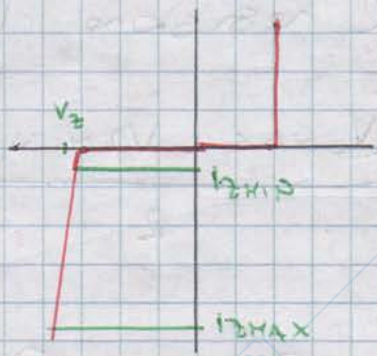
$V_i(t) = 100 \sin(500t)$

Transcaratteristica esercizio 4









$V_{Z\,min}$ $I_{Z\,MIN}$ (se no si ricade nella zona a ginocchio)

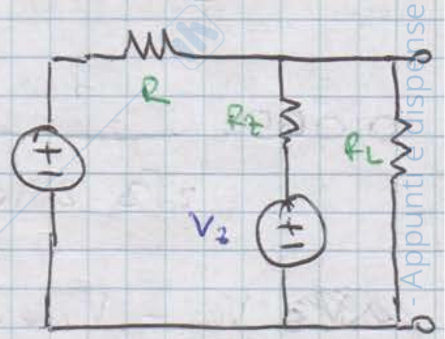
$V_{Z\,MAX}$ $I_{Z\,MAX}$ (se non si rompe il diodo, non riesce a dissipare)

$V_{in} \begin{cases} V_{in\,MIN} \\ V_{in\,MAX} \end{cases}$ ΔV_{in} $\qquad V_i(t) = \begin{cases} V_{i\,MIN} \\ V_{i\,MAX} \end{cases}$ ΔV_i

Caso Pessimo 1

$$V_{in\,MIN} - V_{Z\,MAX} = R(I_{Z\,MIN} + I_{L\,MAX})$$

massimo valore della resistenza perché tutto vada bene



$$\boxed{R_{MAX} = \frac{V_{IN\,MIN} - V_{Z\,MAX}}{I_{Z\,MIN} + I_{L\,MAX}}}$$

Caso Pessimo 2

$$V_{IN\,MAX} - V_{Z\,MIN} = R(I_{Z\,MAX} + I_{L\,MIN})$$

minimo valore che devo avere affinché a fronte di un elevato della tensione in ingresso I_Z sia accettabile

$$\boxed{R_{MIN} = \frac{V_{IN\,MAX} - V_{Z\,MIN}}{I_{Z\,MAX} + I_{L\,MIN}}}$$

Inoltre il resistore che potenza dovrà avere?

$$\boxed{P_R = \frac{(V_{i\,MAX} - V_{z\,MIN})^2}{R}}$$

Dovrà riuscire a ~~dissipare~~ sopportare questa potenza

$\sim \cdot \sim \cdot \sim \cdot \sim \cdot \sim \cdot$

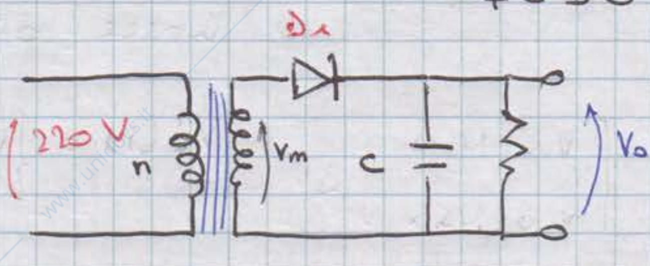
$R_L = 2\,k\Omega$ $\quad V_m = 20\,V$ $\quad r\% = 0,5\,\%$ $\quad 220\,V_{eff} = V_a$

$f = 50\,hz$

$C = ?$ $\quad n = ?$

capacità del raddrizzatore

rapporto spire



$$V_R = \frac{1}{2\sqrt{3}\,R_L C f} = \frac{1}{2\sqrt{3}\cdot 2\cdot 10^3\cdot 50\cdot C}$$

$$0{,}005 = \frac{1}{2\sqrt{3}\cdot 2\cdot 10^3\, 50\cdot C} \qquad C = 575\,\mu F$$

$$V_m = V_{MAX}\cdot\left(1 - \frac{1}{2R_LCf}\right) \Rightarrow V_{MAX} = \frac{V_m}{1 - \frac{1}{2R_LCf}} =$$

valore medio

$$= \frac{20}{1 - \frac{1}{4\cdot 10^3\, 50\cdot 575\cdot 10^{-6}}} = 20{,}175\,V$$

valore efficace

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2}} = n = k = \frac{V_a}{V_{MAX\,eff}} = \cancel{\frac{220}{20{,}175}} = \cancel{15{,}4 \text{ spire}}$$

wrong!

$$= \frac{220\cdot\sqrt{2}}{20{,}175} = 15{,}4 \text{ spire}$$

easyPOLI

Esercizi sui Diodi

Reti con diodi e diodi zener
risolte e commentate
Parte 4

www.easypoli.it

facebook.com/easypoli

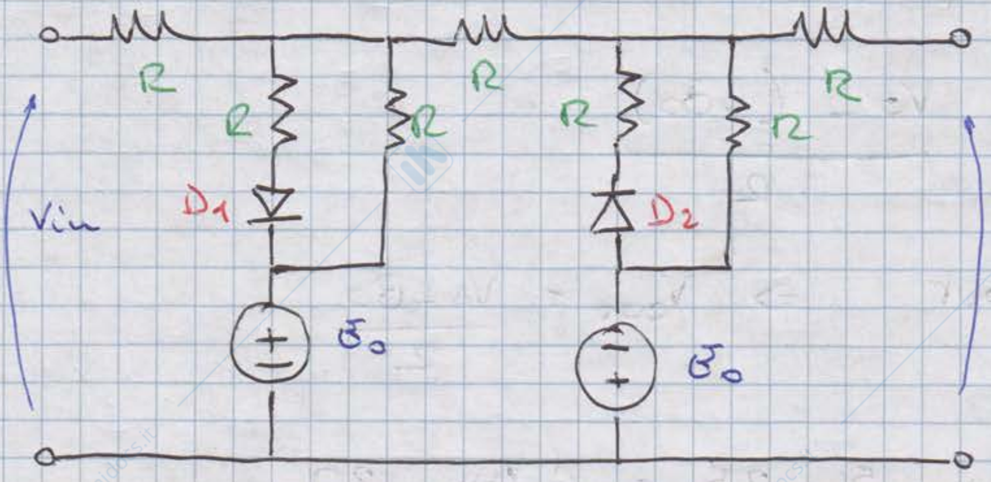
contatti@easypoli.it

Esercitazione - Elettronica 31/3/2015

Prova in itinere 2010

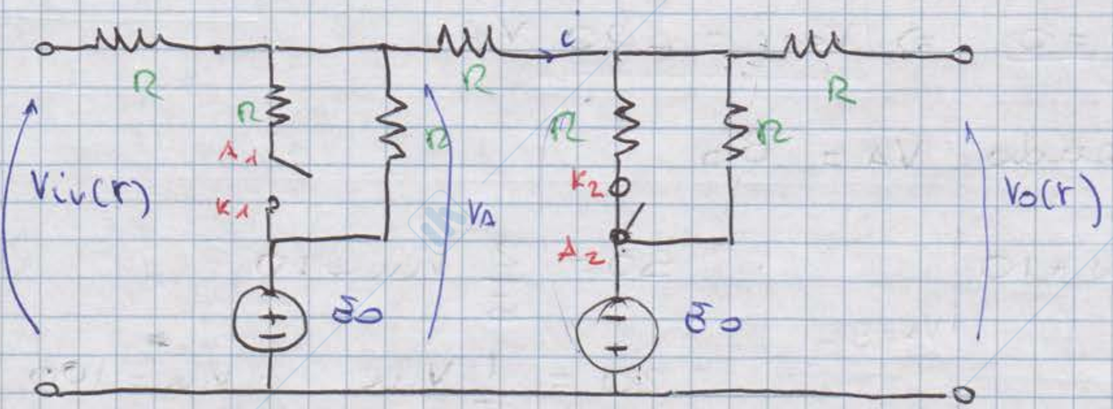
$E_0 = 50\,V$

$R = 10\,k\Omega$



$-V_{i_{MIN}} \le V_{in}(t) \le V_{in_{MAX}}$

a) Suppongo D_1 e D_2 off



I.D. $V_{K1} = E_0$ $\qquad V_i(t) > 0$ D_2 è off

$V_{A2} = E_0$

$$V_A = \frac{\frac{V_{IN}}{R} + \frac{E_0}{R} - \frac{E_0}{2R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R}} = \frac{\frac{2V_{IN} + 2E_0 - E_0}{\cancel{2R}}}{\frac{2+2+1}{\cancel{2R}}} =$$

$$= \frac{2V_{IN} + E_0}{5} = \frac{2}{5}V_{in} + \frac{E_0}{5} = \frac{2}{5}V_{in} + 10$$

$\forall t$ t.c. ~~...~~ $0 \le V_i(t) \le V_i^*(t)$ D1 OFF
D2 OFF

$$V_a(t) = \frac{2}{5} V_{in} + 10$$

$$\frac{V_A - V_o}{\cancel{R}} = i = \frac{V_o - (-\mathcal{E}_0)}{\cancel{R}}$$

$$V_A - \mathcal{E}_0 = 2 V_{out} \Rightarrow \boxed{V_{out} = \frac{V_A - \mathcal{E}_0}{2}}$$

$$\Rightarrow V_{out} = \frac{1}{5} V_{in} + 5 - 25 = \frac{1}{5} V_{in} - 20$$

Per $V_{in}(t) = 0 \Rightarrow \boxed{V_{out} = -20\ V}$

D1 è ON quando $V_A = \mathcal{E}_0$

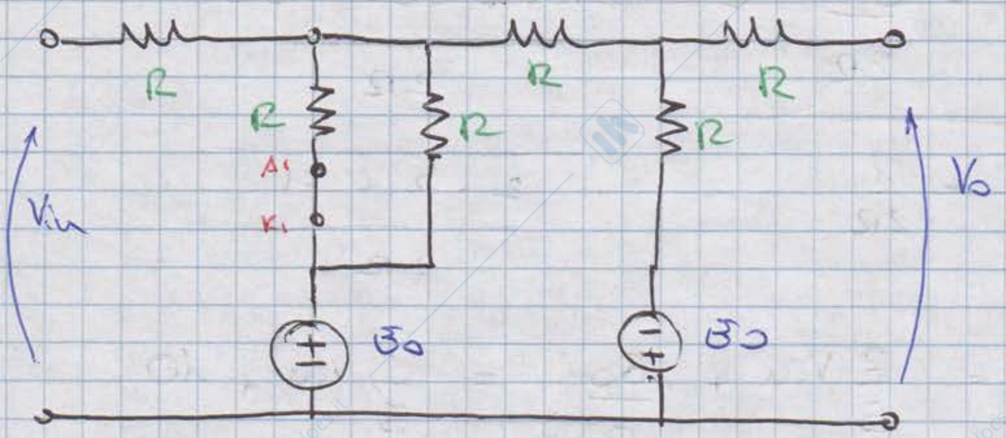
$$V_A = \frac{2}{5} V_{IN} + 10 \Big|_{V_A = \mathcal{E}_0} \qquad 50 = \frac{2}{5} V_{in} + 10$$

$$20 = \frac{1}{5} V_{in} \qquad V_{in}^* = 100\ V$$

$$V_{out} = \frac{1}{5} V_{in}^*(t) - 20 = \frac{1}{5} 100 - 20 = 0\ V$$

Rete valida per:

$\forall t$ t.c. $V_{in}^* \le V_i(t) \le V_{in\,MAX}$



$$V_A = \frac{\frac{V_{in}}{R} + \frac{\delta_0}{R/2} - \frac{\delta_0}{2R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{\frac{R}{2}} + \frac{1}{2R}} = \frac{\frac{2V_{in} + 4\delta_0 - \delta_0}{\cancel{2R}}}{\frac{2+4+1}{\cancel{2R}}} =$$

$$= \frac{2V_{in} + 3\delta_0}{7} = \boxed{\frac{2}{7}V_{in} + \frac{3}{7}\delta_0}$$

$$\frac{V_A - V_{out}}{\cancel{R}} = \frac{V_{out} + \delta_0}{\cancel{R}} \qquad 2V_{out} = V_A - \delta_0$$

$$\left[V_{out} = \frac{V_A}{2} - \frac{\delta_0}{2} \right]$$

$$V_{out} = \frac{1}{7}V_{in} + \frac{3}{14}\delta_0 - \frac{\delta_0}{2} =$$

$$= \frac{1}{7}V_{in} - \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\delta_0}{\cancel{2}\,7} = \left[\frac{1}{7}V_{in} - \frac{2}{7}\delta_0 \right]$$

Ora studio per i valori negativi

$V_0(t) = \frac{1}{5}V_{in} - 20$ quando $V_0(t) = -50$ D_2 è ON

$-50 + 20 = \frac{1}{5}V_{in}^{**}(t)$ $\qquad -30 = \frac{1}{5}V_{in}^{**}(t)$

$V_{in}^{**}(t) = -150\ V$

verificare che per D_1 OFF, D_1 ON $\tan\gamma = \frac{1}{8}$

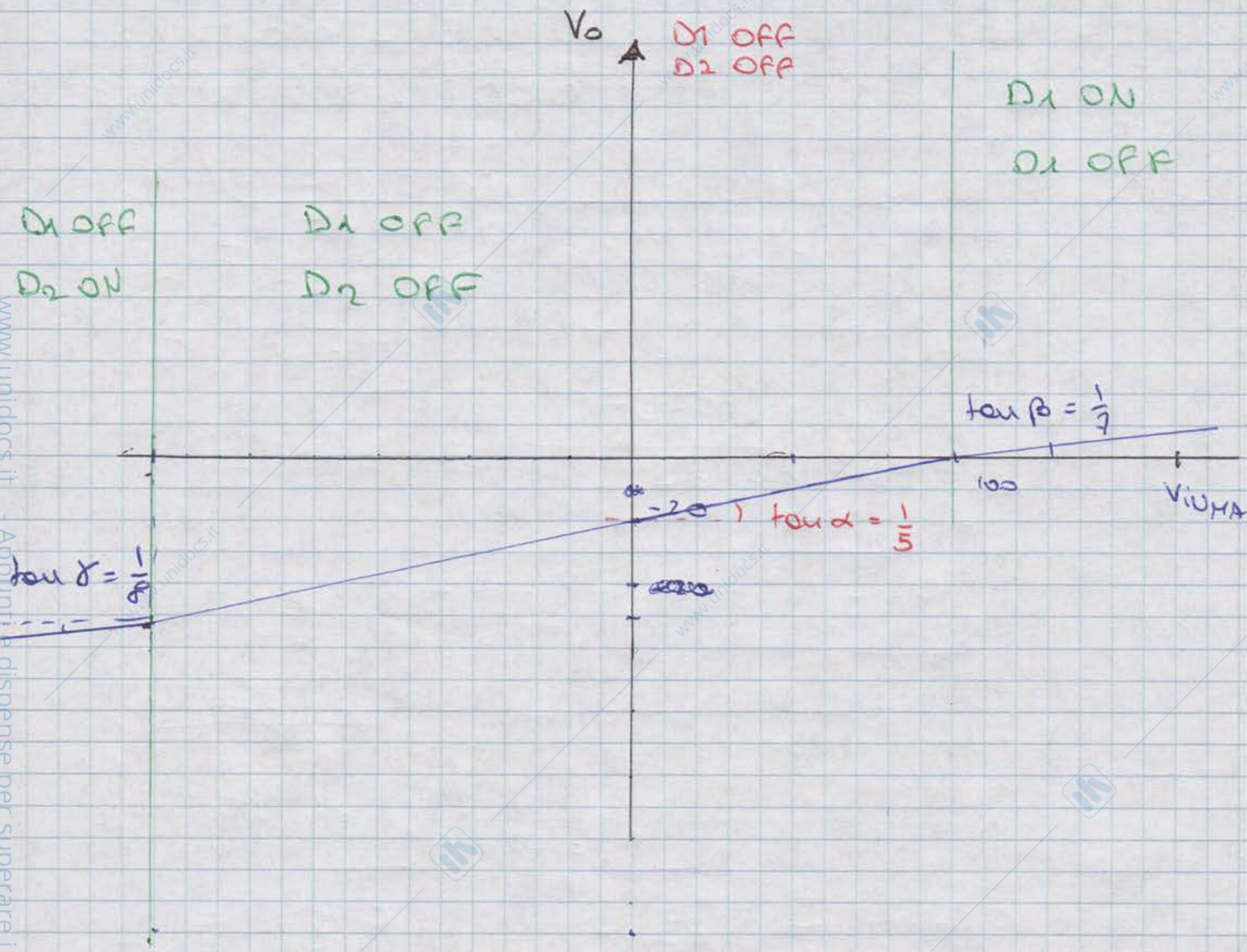
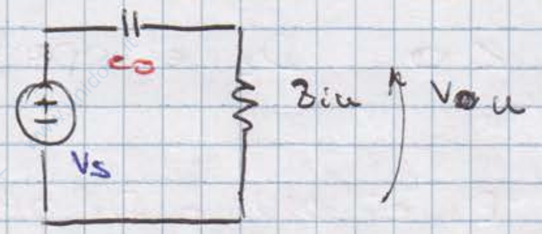

Vo
D1 OFF
D2 OFF
D1 ON
D2 OFF
D1 OFF
D2 ON
D1 OFF
D2 OFF
tan β = 1/7
100
ViUMAX
-20
tan α = 1/5
tan γ = 1/8

GRAFICO 1

d)



$$\vec{V_u} = \frac{R_{IN}}{R_{IN} + \frac{1}{j\omega C_0}} \vec{V_S}$$

$$= \frac{j\omega C_0 R_{IN}}{j\omega C_0 R_{IN} + 1} \vec{V_S}$$

$$\overline{H(j\omega)} = \frac{\vec{V_{IN}}}{\vec{V_S}} = \frac{j\omega C_0 R_{IN}}{1 + j\omega C_0 R_{IN}} = \frac{\mu S}{1 + S \underline{C_0 R_{IN}}}$$

τ

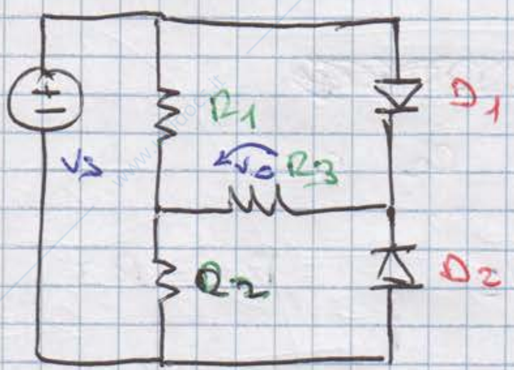
$$\omega_{\tau_i} = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{C_0 R_{IN}}$$

$$f_{\tau_i} = \frac{1}{2\pi C_0 R_{IN}} \qquad 25 = \frac{1}{2\pi C_0 R_{IN}}$$

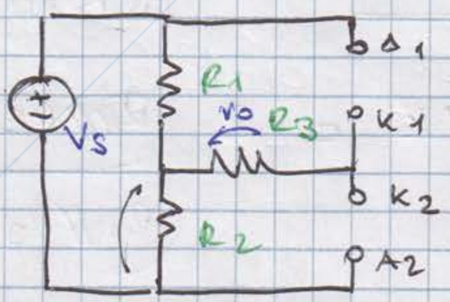
$$2\pi C_0 R_{IN} \cdot 25 = 1 \qquad \underline{C_0} = \frac{1}{2\pi \cdot 25 \cdot 200 \cdot 10^3} = \underline{31{,}85\,uF}$$

Esercizio 2

$$V_S = 10 \sin 628 t$$



Ipotizzo D_1 e D_2 interdetti



$$V_{K_1} = V_{K_2} = \frac{V_S \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

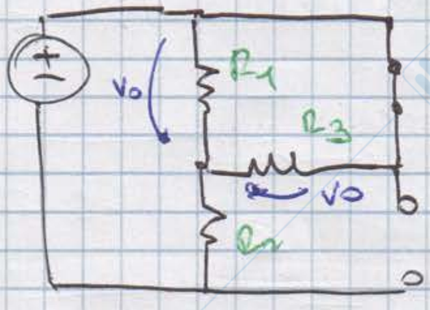
$$V_{A_1K_1} = V_S - \frac{R_2}{R_1+R_2} V_S = \frac{(\cancel{R_1} + \cancel{R_2} - \cancel{R_2}) V_S}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_S$$

D_1 non è aperto

7

$V_{A_2} = 0V$ $\quad V_{A_2K_2} = 0 - \frac{R_2 V_S}{R_1+R_2} < 0$ $\quad D_2$ è aperto

$\forall t$ $\quad V_S(t) \geq 0$ $\quad D_1$ è ON e D_2 OFF

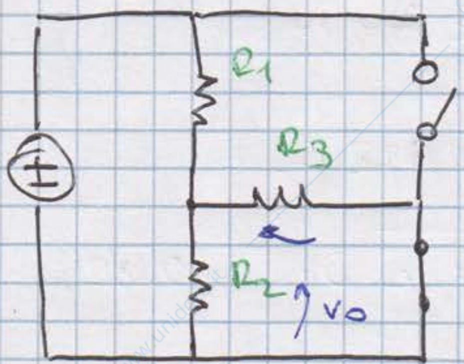


$R_1 // R_3$ $\quad V_o(t) = -\frac{(R_1//R_3)\, V_S(t)}{(R_1//R_3)+R_2}$

$R_1 = R_3 = 1\,k\Omega$ $\quad R_2$?

R_2 la ricavo dalla seconda se < 0

$\forall t \mid$ $\quad V_S(t) < 0$ $\quad D_1$ è OFF $\quad D_2$ è ON



$R_3//R_2$ $\quad V_o = \frac{R_2//R_3\; V_S(t)}{(R_2//R_3)+R_1}$

determinare R_2 t.c.

$$\frac{(R_2//R_3)}{(R_2//R_3)+R_1}\cancel{V_S} = 2\,\frac{R_1//R_3}{(R_1//R_3)+R_2}\cancel{V_S}$$

$R_1 = R_3$

$R_1//R_3 = \frac{R_1}{2}$

$$\frac{R_2//R_3}{(R_2//R_3)+R_1} = \frac{\cancel{2}\,\frac{R_1}{\cancel{2}}}{\frac{R_1}{2}+R_2}$$

$$\frac{R_2 // R_1}{(R_2 // R_1) + R_1} = \frac{2\,\frac{R_1}{2}}{\frac{R_1}{2} + R_2}$$

$$\frac{R_1 R_2}{\cancel{R_1 + R_2}} \cdot \frac{\cancel{R_1 + R_2}}{(R_1 R_2) + R_1(R_1 + R_2)} = 2 \cdot \frac{R_1 / \cancel{2}}{\frac{R_1 + 2R_2}{\cancel{2}}}$$

$$\frac{\cancel{R_1} R_2}{R_1 R_2 + R_1(R_1 + R_2)} = \frac{2\cancel{R_1}}{R_1 + 2R_2}$$

$$R_2(R_1 + 2R_2) = 2(R_1 R_2 + R_1(R_1 + R_2))$$

$$R_1 R_2 + 2R_2^2 = 2R_1 R_2 + 2R_1^2 + 2R_1 R_2$$

$$2R_2^2 - 3R_1 R_2 - 2R_1^2 = 0$$

$$R_2 = \frac{3 \pm \sqrt{9 + 16R_1^2}}{4} =$$

$$= \frac{3 \pm \sqrt{25}}{4} = \frac{3 \pm 5}{4} \begin{cases} 2 \\ \cancel{-\frac{1}{2}} \end{cases}$$

$R_2 = 2\,k\Omega$ $\qquad$ $R_2 = 2R_1$

Pendenze transcaratt.

$$\frac{\frac{R_1}{2}}{\frac{R_1}{2} + 2R_1} =$$

Rifare per $V_{D_1} = 0{,}7\ V = V_{D_2}$