



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

M320 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE

CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Tema di: ELETTRONICA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del progetto "SIRIO")

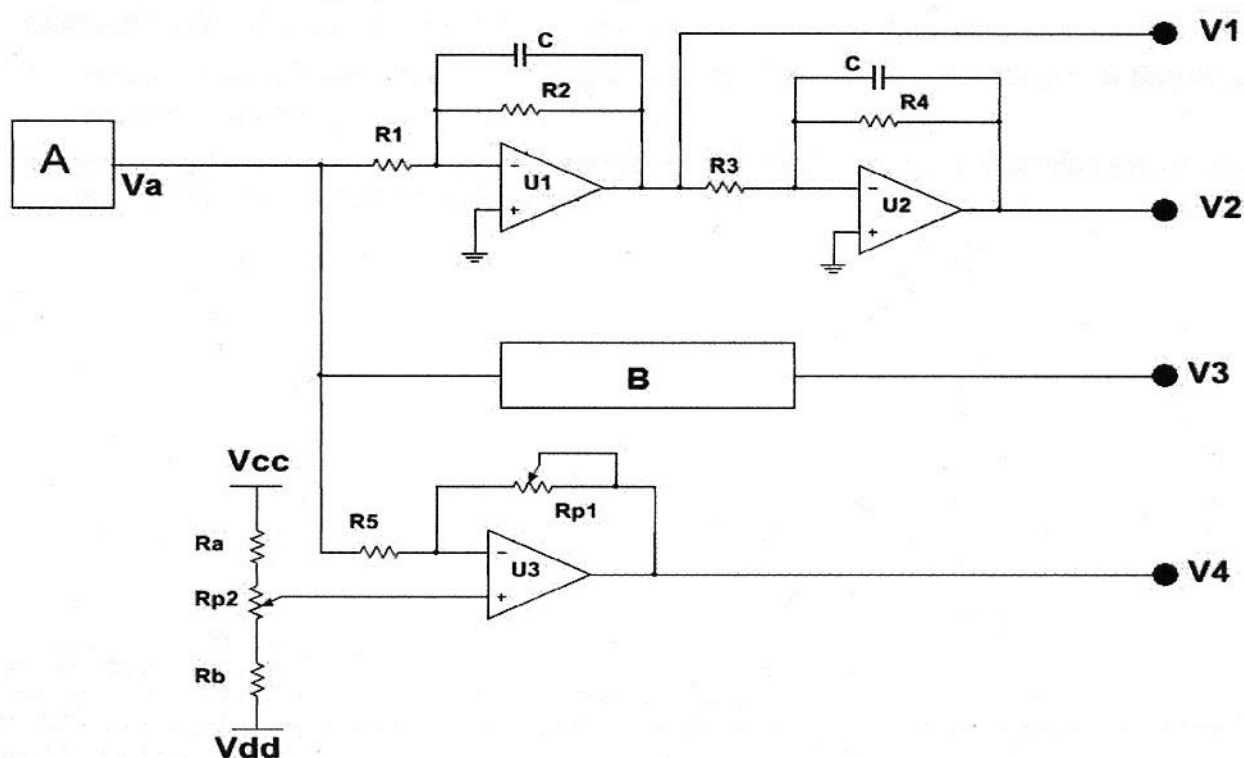
Un dispositivo per la generazione di segnali analogici rispettivamente onda quadra, onda triangolare e sinusoidale è realizzato mediante lo schema in figura secondo le specifiche circuitali di seguito riportate:

- il blocco A fornisce l'ingresso di trigger al dispositivo costituito da un segnale impulsivo V_a con ampiezza ± 10 Volt, Duty Cycle 50% e periodo 100 μ s;
- i condensatori C hanno capacità 10 nF;
- i resistori e i potenziometri hanno i valori riportati in tabella;
- le tensioni di alimentazione richieste dal dispositivo sono rispettivamente $V_{CC} = +15$ V e $V_{DD} = -15$ V.

Valori dei resistori e dei potenziometri del circuito

R1	R2	R3	R4	R5	Ra	Rb	Rp1	Rp2
5 K Ω	20 K Ω	1 K Ω	20 K Ω	20 K Ω	10 K Ω	10 K Ω	1 K Ω	10 K Ω

*i valori della resistenza per potenziometri sono quelli di fondo scala





Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

M320 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE

CORSO DI ORDINAMENTO

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Tema di: ELETTRONICA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del progetto “SIRIO”)

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene opportune, risponda alle seguenti richieste:

1. ricavi la funzione di trasferimento nel dominio della frequenza dei blocchi U1 e U2 (uscite V1 e V2) ed esponga le motivazioni per cui tali circuiti possono considerarsi come integratori di segnale ideali;
2. calcoli il valore del modulo della funzione di trasferimento per i due blocchi in corrispondenza della frequenza del segnale applicato e determini in base a tali valori l'intervallo di variazione delle tensioni V1 e V2;
3. rappresenti graficamente le tensioni ai morsetti V1 e V2 in funzione del tempo motivandone l'andamento;
4. progetti il circuito del blocco B affinché il segnale in uscita al morsetto V3 sia un segnale impulsivo TTL compatibile e di frequenza pari a quella del segnale Va;
5. descriva la funzione del blocco circuitale U3 definendo le conseguenze della variazione di valore di due potenziometri sulla tensione V4.

Inoltre, il candidato discuta almeno uno dei seguenti punti:

1. esponga le problematiche relative alla scelta dei valori per R1, R2, R3, R4 e C al fine della buona qualità dei segnali in uscita;
2. determini la relazione tra il segnale dell'uscita V4 e quello di trigger ponendo i cursori dei potenziometri Rp1 e Rp2 rispettivamente al 50% e al 100%.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrice non programmabile.

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.



IPOTESI: AMPLIFICATORI OPERAZIONALI IDEALI

1.) FUNZIONI DI TRASFERIMENTO NEL DOMINIO DELLA FREQUENZA

BLOCCO U_1

$$F_1 = \frac{V_1}{V_a} = -\frac{z_2}{R_1} \quad \left(z_2 = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{sC}}{R_2 + \frac{1}{sC}} = \frac{R_2}{1 + sR_2C} \right) = -\frac{R_2/R_1}{1 + sR_2C} = -\frac{4}{1 + 200 \cdot 10^6 s} \rightarrow (12 \text{ dB})$$

BLOCCO U_2

$$F_2 = \frac{V_2}{V_1} = -\frac{z_4}{R_3} \quad \left(z_4 = z_2 = \frac{R_4}{1 + sR_4C} \right) = -\frac{R_4/R_3}{1 + sR_4C} = -\frac{20}{1 + 200 \cdot 10^6 s} \rightarrow (26 \text{ dB})$$

$$P = \frac{V_2}{V_a} = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_1}{V_a} = \frac{4}{1 + 200 \cdot 10^6 s} \cdot \frac{20}{1 + 200 \cdot 10^6 s} = \frac{80}{(1 + 200 \cdot 10^6 s)^2} \rightarrow (38 \text{ dB}) = 12 + 26$$

oppure
 $80 = 2^3 \cdot 10$
 $20 \log_{10} 80 = 20 \log_{10} (2^3 \cdot 10) =$
 $= 3 \cdot 20 \log_{10} 2 + 20 \log_{10} 10 =$
 $= 3 \cdot 6 + 20 = 38 \text{ dB}$

PULSAZIONE DEI POLI

$$\omega_p = \frac{1}{R_2C} = \frac{1}{R_4C} = \frac{1}{200 \cdot 10^6} = \frac{10^6}{200} = 5 \cdot 10^3 \text{ rad/s}$$

PERIODO DEL SEGNALE V_a

$$T_a = 100 \mu\text{s}$$

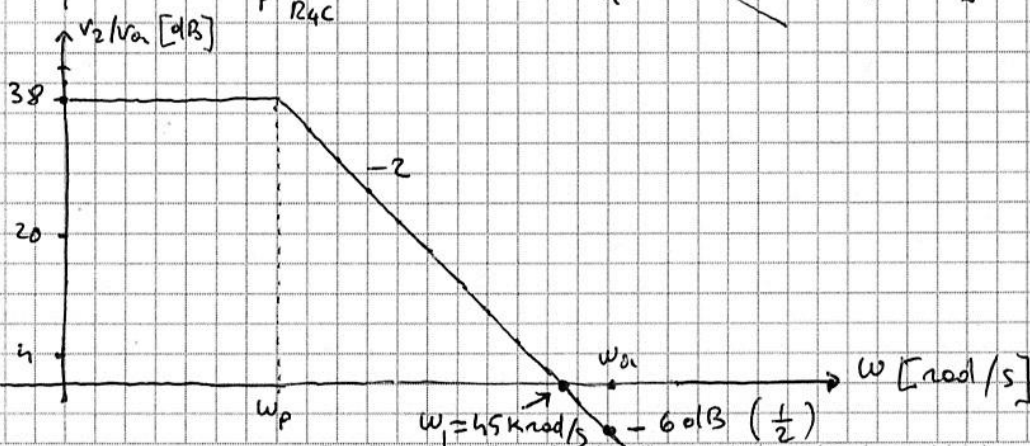
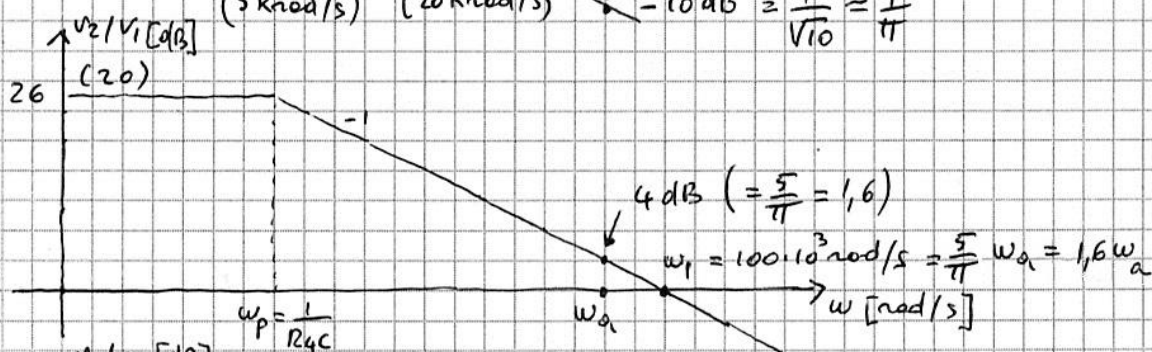
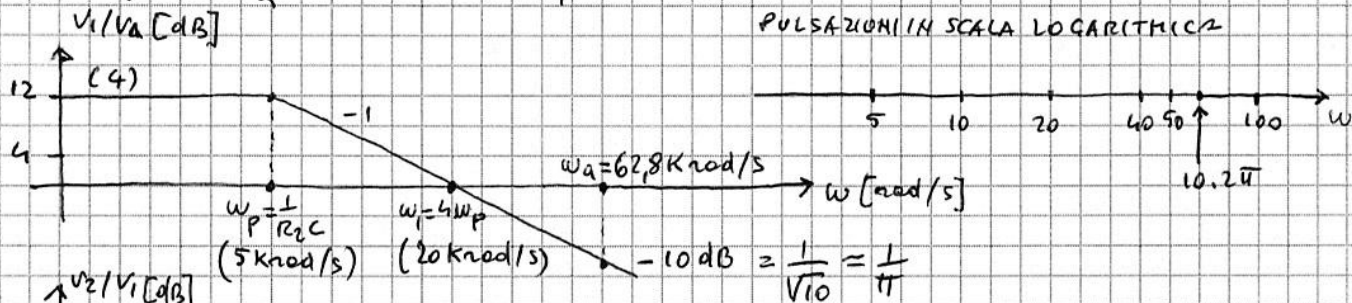
FREQ. DI V_a

$$f_a = \frac{1}{T_a} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-6}} = 10^4 \text{ Hz} = 10 \text{ kHz}$$

PULSAZIONE DI V_a

$$\omega_a = 2\pi f_a = 20\pi \cdot 10^3 = 62,8 \text{ Krad/s}$$

PULSAZIONI IN SCALA LOGARITMICA



$$(45 \text{ Krad/s}) \approx \sqrt{2 \cdot 10^9}$$

I BLOCCHI V_1 E V_2 POSSONO CONSIDERARSI COME INTEGRATORI DI SEGNALE IDEALI PERCHÉ LA FREQUENZA DI LAVORO È $f_0 = 10 \text{ KHz} \rightarrow \omega_0 = 62,8 \text{ Krad/s}$ CHE È PIÙ DI UNA DECADE OLTR E LA PULSAZIONE DI TAGLIO (NEL TRATTO DISCENDENTE DELLA RISPOSTA IN FREQUENZA).

COME SI VED E ANCHE DAL DIAGRAMMA DELLA RISPOSTA IN FREQUENZA DEI DUE BLOCCHI LE FUNZIONI DI TRASFERIMENTO POSSONO ESSERE APPROSSIMATE COME SEGU E

$$\frac{V_1}{V_a} = F_1 \approx -\frac{R_2/R_1}{sR_2C} = -\frac{1}{sR_1C} = -\frac{1}{s\tau_1} = -\frac{20 \cdot 10^3}{s} \quad \tau_1 = R_1C = 5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$1/\tau_1 = 20 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = F_2 \approx -\frac{R_4/R_3}{sR_4C} = -\frac{1}{sR_3C} = -\frac{1}{s\tau_3} = -\frac{100 \cdot 10^3}{s} \quad \tau_3 = R_3C = 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

$$1/\tau_3 = 100 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$$

$$\frac{V_2}{V_a} = F = \frac{V_1}{V_a} \cdot \frac{V_2}{V_1} = \frac{20 \cdot 100 \cdot 10^6}{s^2} = \frac{2 \cdot 10^9}{s^2} = \left(\frac{45 \cdot 10^3}{s}\right)^2 \quad \sqrt{2000} \approx 45$$

2.) MODULO DELLE FUNZIONI DI TRASFERIMENTO F_1 E F_2

$$F_1(j\omega) = -\frac{R_2/R_1}{1+j\omega R_2C}$$

$$|F_1| = \frac{R_2/R_1}{\sqrt{1+(\omega R_2C)^2}}$$

$$\text{PER } \omega = \omega_0 \quad |F_1| = \frac{R_2/R_1}{\omega_0 R_2C} = \frac{1}{\omega_0 \tau_1} = \frac{20 \cdot 10^3}{20\pi \cdot 10^3} = \frac{1}{\pi} \quad (-10 \text{ dB})$$

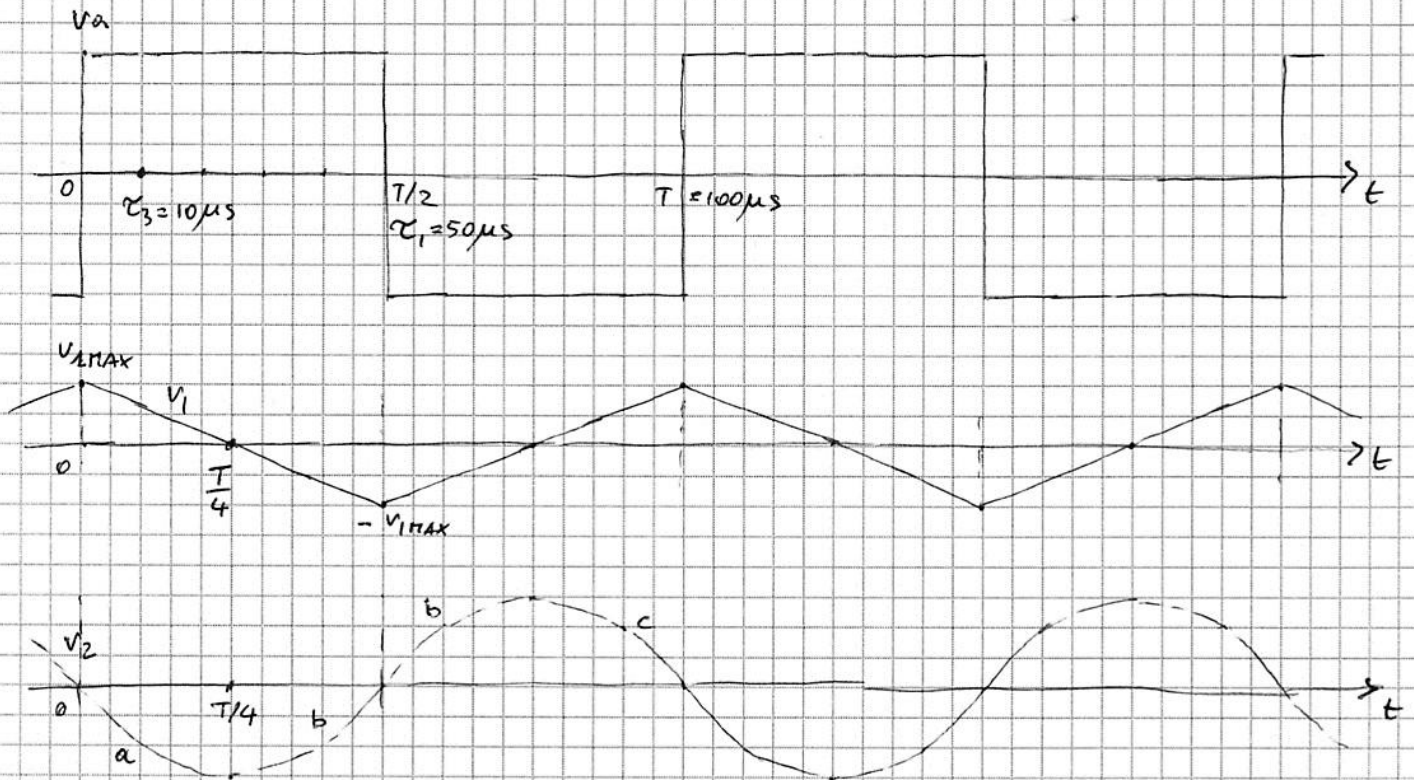
$$F_2(j\omega) = -\frac{R_4/R_3}{1+j\omega R_4C}$$

$$|F_2| = \frac{R_4/R_3}{\sqrt{1+(\omega R_4C)^2}}$$

$$\text{PER } \omega = \omega_0 \quad |F_2| = \frac{R_4/R_3}{\omega_0 R_4C} = \frac{1}{\omega_0 \tau_3} = \frac{100 \cdot 10^3}{20\pi \cdot 10^3} = \frac{5}{\pi} = 1,6 \quad (4 \text{ dB})$$

GLI INTERVALLI DI VARIAZIONE DI V_1 E V_2 SONO CALCOLATI NEL PUNTO SUCCESSIVO.

3.) LE TENSIONI ALL'USCITA DEL BLOCCO V_1 E V_2 HANNO RISPETTIVAMENTE UN ANDAMENTO A RAMPA E PARABOLICO



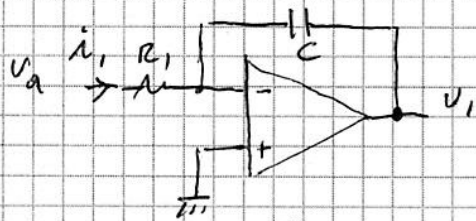
ANDAMENTO DI V_1

- NEL PRIMO MEZZO PERIODO IN CUI LA TENSIONE V_a È > 0 LA TENSIONE V_1 DIMINUISCE E NEL SECONDO MEZZO PERIODO IN CUI V_a È < 0 V_1 AUMENTA.

ANDAMENTO DI V_2

- a • NEL PRIMO QUARTO DI PERIODO IN CUI LA TENSIONE V_1 È > 0 , LA CORRENTE ATTRAVERSO R_3 È > 0 E LA TENSIONE V_2 DIMINUISCE.
- b • NEL TRATTO DA $T/4$ A $3/4 T$ IN CUI LA TENSIONE È < 0 , LA CORRENTE ATTRAVERSO R_3 INVERTE (È < 0) E LA TENSIONE V_2 AUMENTA.
- c • NELL'ULTIMO QUARTO DI PERIODO LA TENSIONE V_1 È > 0 , LA TENSIONE V_2 DIMINUISCE.

4
PER CALCOLARE L'INTERVALLO DI VARIAZIONE DI V_1 E V_2 , CALCOLO
LE ESPRESSIONI DEL LORO ANDAMENTO NEL TEMPO CONSIDERANDO IDEALE
IL COMPORTAMENTO DEI DUE CIRCUITI INTEGRATORI (IPOTESI VERIFICATA AL PUNTO 1).
CALCOLO ESPRESSIONE DI V_1 PER $0 < t < T/2$



$$V_1(t) = V_{1\max} - \frac{1}{C} \int_0^t i_1(t) dt \quad \text{con } i_1(t) = \frac{V_A}{R_1} \quad V_A = 10V$$

$$\text{QUINDI } V_1(t) = V_{1\max} - \frac{1}{C} \int_0^t \frac{V_A}{R_1} dt = V_{1\max} - \frac{V_A}{R_1 C} t = V_{1\max} - \frac{V_A}{\tau_1} t$$

$$\text{PER } t = \frac{T}{2} = \tau_1 = 50 \mu s \quad V_1\left(\frac{T}{2}\right) = -V_{1\max} \rightarrow$$

$$-V_{1\max} = V_{1\max} - \frac{V_A}{\tau_1} \cdot \frac{T}{2} \rightarrow V_{1\max} = \frac{V_A}{\tau_1} \cdot \frac{T}{4}$$

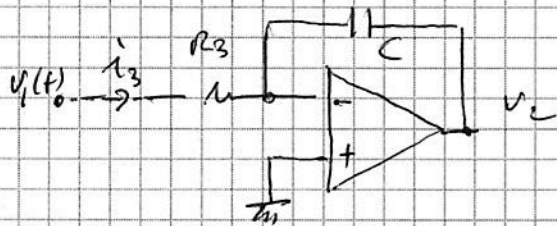
$$\text{SOSTITUENDO } V_{1\max} = \frac{10}{50 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{100 \cdot 10^{-6}}{4} = 5V$$

QUINDI L'ESPRESSIONE DELLA TENSIONE $V_1(t)$ NEL PRIMO TRATTO È

$$V_1(t) = 5 - \frac{10}{\tau_1} t \quad \text{PER } t = \frac{T}{2} = \tau_1, \text{ RISULTA } V_1(\tau_1) = -5V$$

PERCIÒ L'INTERVALLO DI VARIAZIONE DI V_1 È TOCA $-5V$ E $+5V$

5
CALCOLO L'ESPRESSIONE DI V_2 PER $0 < t < T/4$



PER $0 < t < \frac{T}{4}$ E'

$$i_3(t) = \frac{V_1(t)}{R_3}$$

DA CUI

$$\begin{aligned} V_2(t) &= -\frac{1}{C} \int_0^t i_3(t) dt = -\frac{1}{C} \int_0^t \frac{V_1(t)}{R_3} dt = \\ &= -\frac{1}{R_3 C} \int_0^t \left(5 - \frac{10}{\tau_1} t \right) dt = \begin{cases} R_3 C = \tau_3 = 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ s} \\ \tau_1 = 50 \cdot 10^{-6} \quad \tau_1 = 5 \tau_3 \end{cases} \\ &= -\frac{1}{\tau_3} \left[5t - \frac{5t^2}{\tau_1} \right] = 5 \left[\frac{t^2}{\tau_1 \tau_3} - \frac{t}{\tau_3} \right] \end{aligned}$$

PER $t=0$ RISULTA $V_2(0) = 0$

$$\text{PER } t = \frac{T}{4} = \frac{\tau_1}{2} \text{ RISULTA } V_2\left(\frac{\tau_1}{2}\right) = 5 \left[\frac{\tau_1^2}{4\tau_1 \tau_3} - \frac{\tau_1}{2\tau_3} \right]$$

SOSTITUENDO CON $\tau_1 = 5\tau_3$

$$V_2\left(\frac{\tau_1}{2}\right) = 5 \left[\frac{25\tau_3^2}{4 \cdot 5\tau_3 \cdot \tau_3} - \frac{5\tau_3}{2\tau_3} \right] = 5 \left[\frac{25}{20} - \frac{5}{2} \right] = -6,25 \text{ V}$$

• PER $\frac{T}{4} < t < \frac{3T}{4}$ LA TENSIONE V_2 AUMENTA IN MODO PARABOLICO

FINO A RAGGIUNGERE IL VALORE MASSIMO SIMMETRICO DI 6,25V

• POI, NEU'ULTIMO $\frac{1}{4}$ DI PERIODO TORNA A DIMINUIRE

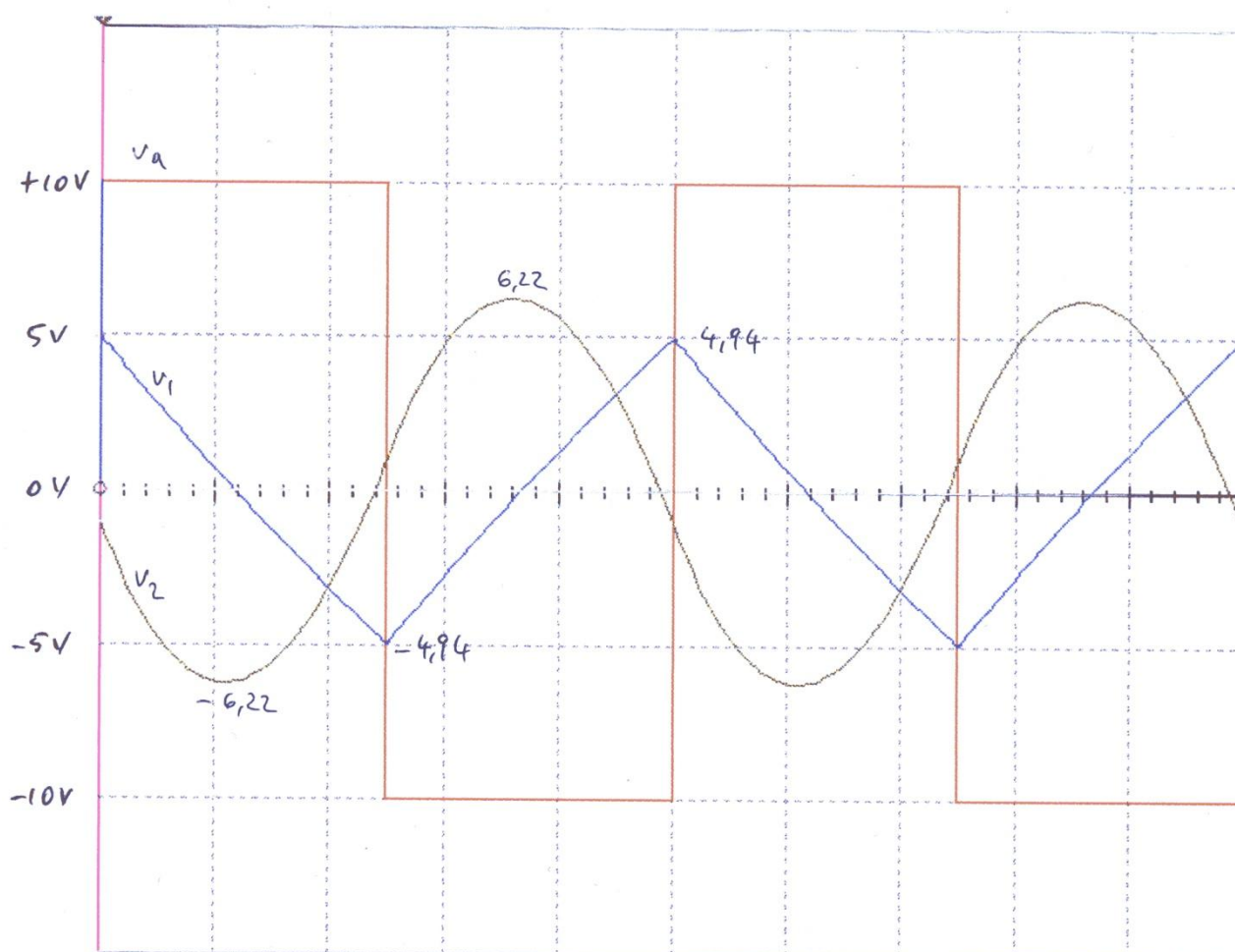
L'INTERVALLO DI VARIAZIONE DI V_2 E' TRA -6,25V E +6,25V

ALLEGO LA SIMULAZIONE DEGLI ANDAMENTI DI v_1 E v_2

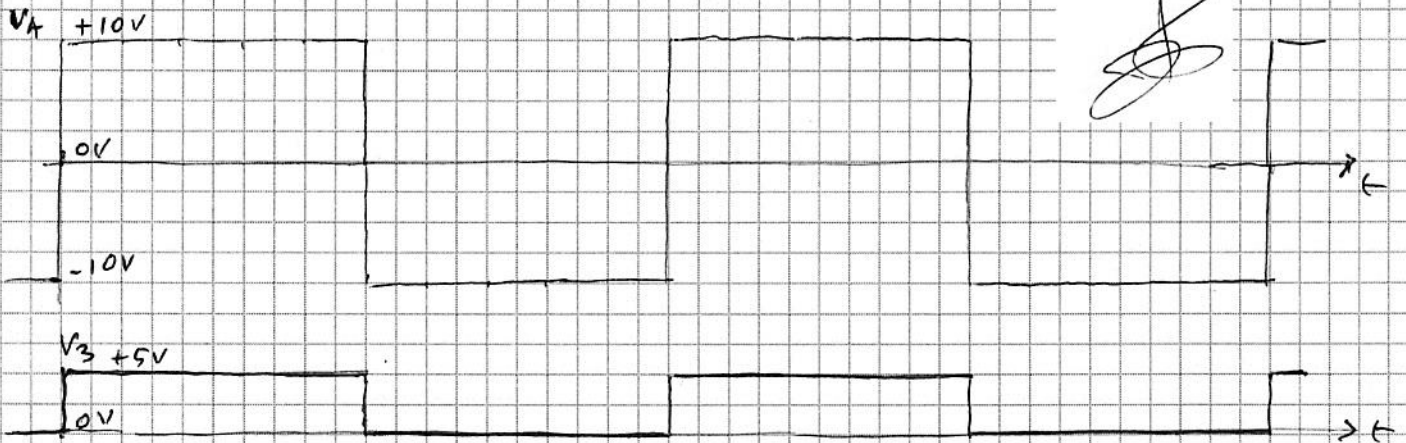
EFFETTUATA CON MULTISIM.



I LIEVI SCOSTAMENTI RISPETTO AI VALORI CALCOLATI SONO DOVUTI AL FATTO CHE NELLA SIMULAZIONE I DUE INTEGRATORI SONO REALI CON I RESISTORI IN PARALLELO AI CONDENSATORI, MENTRE NEL CALCOLO I DUE INTEGRATORI SONO STATI CONSIDERATI IDEALI -

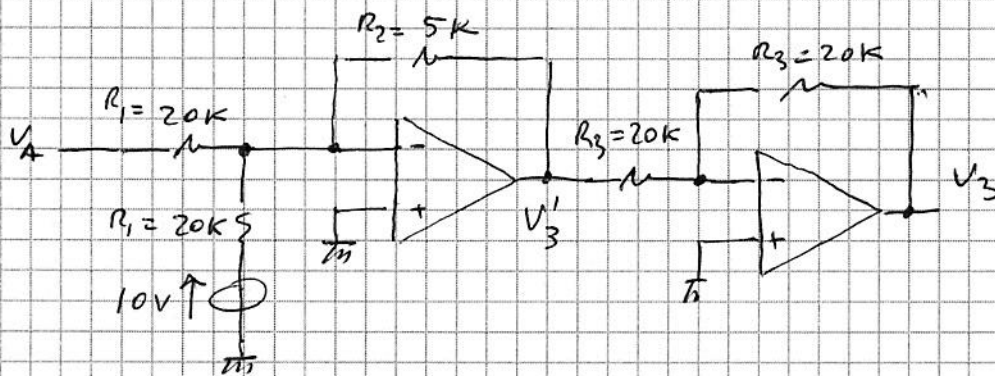


4.) GLI ANDAMENTI NEL TEMPO DI INGRESSO E USCITA DEL BLOCCO B SONO RAPPRESNTATI IN FIGURA CON V_3 TRA 0 E 5V (TTL COMPATIBILE)



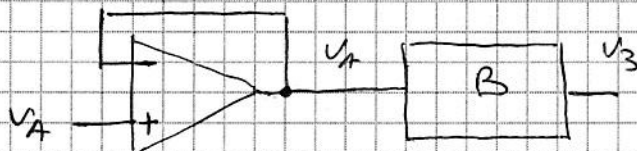
L'AMPIEZZA DELLA TENSIONE IN USCITA V_3 È $\frac{1}{4}$ DI QUELLA IN INGRESSO, TRASLATA DI $2,5V$ -

UNA SOLUZIONE CIRCUITALE È COSTITUITA DAL CIRCUITO SOMMATORE IN FIGURA -



IL PRIMO STADIO SERVE PER ATTENUARE V_A E TRASLARE L'USCITA CON L'AGGIUNTA DI $2,5V$. IL SECONDO SFASA DI 180° , SERVE A RIPORTARE L'USCITA DEL BLOCCO B IN FASE CON V_A (SE NECESSARIO) -

INOLTRE, SE NECESSARIO L'INTERO BLOCCO SARÀ PRECEDUTO DA UN BUFFER (INSEGUITORE DI TENSIONE) PER DISACCOPPIARE L'USCITA DI V_A DALLO STESSO BLOCCO



$$V'_3 = - \left(\frac{R_2}{R_1} V_A + \frac{R_2}{R_1} \cdot 10 \right) = - \frac{R_2}{R_1} (V_A + 10) = - \frac{1}{4} (V_A + 10)$$

$$V_3 = -V'_3 = \frac{1}{4} (V_A + 10)$$

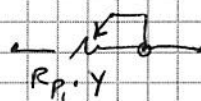
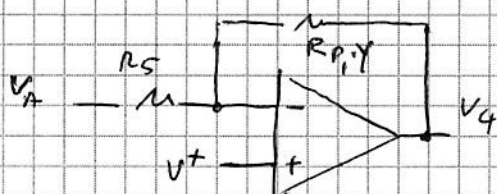
$$\text{CON } V_A = 10V \rightarrow V_3 = 5V$$

$$\text{CON } V_A = -10V \rightarrow V_3 = 0V$$

DEVE ESSERE

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{4} \quad \text{E}$$

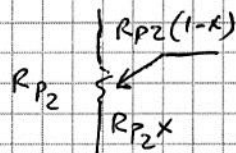
R_3 QUALUNQUE.

5.) FUNZIONE DEL BLOCCO U_3 

L'USCITA V_4 DEL BLOCCO U_3 (CALCOLATA CON LA SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI) E'

$$V_4 = V^+ \frac{R_5 + R_{P1} \cdot Y}{R_5} - V_A \cdot \frac{R_{P1} \cdot Y}{R_5}$$

CON $V^+ = V_{dd} + (V_{cc} - V_{dd}) \cdot \frac{R_b + R_{P2} \cdot X}{R_a + R_b + R_{P2}}$



CON I VALORI ASSEGNATI RISULTA

$$V^+ = -15 + \frac{30}{30K} (R_b + R_{P2} \cdot X) = -15 + \frac{30}{30K} (10K + 10K \cdot X) =$$

$$= -15 + 10 + 10X = -5 + 10X \quad \text{CON } 0 \leq X \leq 1$$

$$V_4 = (-5 + 10X) \left(\frac{20K + 1K \cdot Y}{20K} \right) - V_A \cdot \frac{1K \cdot X}{20K} =$$

$$= \underbrace{(-5 + 10X)}_{V^+} \left(1 + \frac{Y}{20} \right) - V_A \frac{Y}{20} = V^+ + (V^+ - V_A) \frac{Y}{20}$$

VARIAZ. DI X

CON $X=0 \rightarrow V^+ = -5V$ E $V_4 = -5 \left(1 + \frac{Y}{20} \right) - V_A \frac{Y}{20} = -5 + (-5 - V_A) \frac{Y}{20}$

CON $X=1 \rightarrow V^+ = +5V$ E $V_4 = +5 \left(1 + \frac{Y}{20} \right) - V_A \frac{Y}{20} = 5 + (5 - V_A) \frac{Y}{20}$

VARIANDO LA POSIZIONE DEL POTENZIOMETRO R_{P2} (VARIANDO X), LA TENSIONE V^+ VARIA TRA UN MINIMO DI $-5V$ E UN MASSIMO DI $+5V$

VARIAZ. DI Y

CON $Y=0 \rightarrow V_4 = V^+$

CON $Y=1 \rightarrow V_4 = V^+ + (V^+ - V_A) \frac{1}{20}$

VARIANDO LA POSIZIONE DEL POTENZIOMETRO R_{P1} , LA TENSIONE DI USCITA V_4 VARIA TRA V^+ E $V^+ + (V^+ - V_A) \frac{1}{20}$

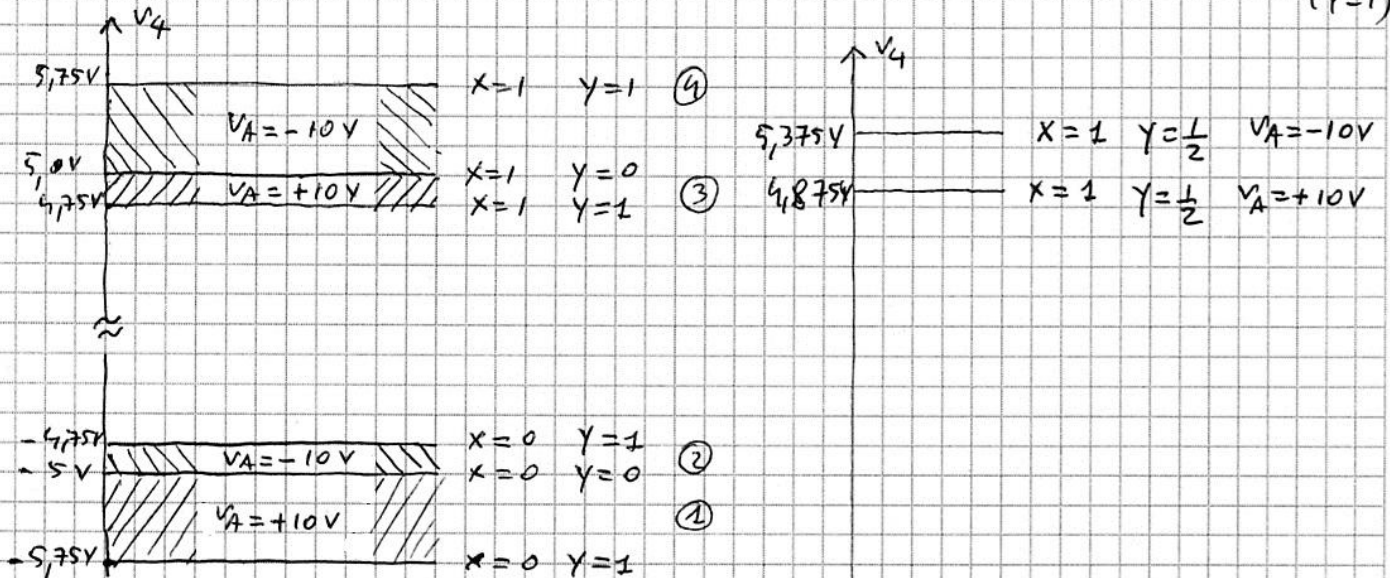
CON $V^+ = -5V$ V_4 PUO' VARIARE TRA -5 E $-5 + (-5 - V_A) \frac{1}{20}$

CON $V^+ = +5V$ V_4 PUO' VARIARE TRA $+5$ E $+5 + \frac{5 - V_A}{20}$

CONSIDERANDO CHE V_A PUÒ ASSUMERE I VALORI $-10V$ E $+10V$
 ABBIAMO:



- ①. CON $V_A = +10V$ E $V^+ = -5V$ ($x=0$) V_4 PUÒ VARIARE TRA $-5V$ ($y=0$) E $-5 + \left(\frac{-5-10}{20}\right) = -5,75V$ ($y=1$)
- ②. CON $V_A = -10V$ E $V^+ = -5V$ ($x=0$) V_4 PUÒ VARIARE TRA $-5V$ ($y=0$) E $-5 + \left(\frac{-5+10}{20}\right) = -4,75V$ ($y=1$)
- ③. CON $V_A = +10V$ E $V^+ = +5V$ ($x=1$) V_4 PUÒ VARIARE TRA $+5V$ ($y=0$) E $+5 + \frac{5-10}{20} = 4,75V$ ($y=1$)
- ④. CON $V_A = -10V$ E $V^+ = +5V$ ($x=1$) V_4 PUÒ VARIARE TRA $+5V$ ($y=0$) E $+5 + \frac{5+10}{20} = 5,75V$ ($y=1$)



AL VARIARE DI x E y TRA 0 E 1, CON $V_A = +10V$ O $-10V$,
 V_4 PUÒ ASSUMERE I VALORI COMPRESI NELLE 4 BANDE DI OSCILLAZIONE.

2.

RELAZIONE TRA V_4 E TRIGGER V_A

CON $R_{P1} = 50\%$ ($y = \frac{1}{2}$) E $R_{P2} = 100\%$ ($x = 1$)

RISULTA $V^+ = 5V$ E $V_4 = V^+ + (V^+ - V_A) \frac{1}{40} = 5 + \frac{5 - V_A}{40}$

CON $V_A = +10V \rightarrow V_4 = 5 + \left(\frac{-5}{40}\right) = 4,875V$

CON $V_A = -10V \rightarrow V_4 = 5 + \frac{15}{40} = 5,375V$

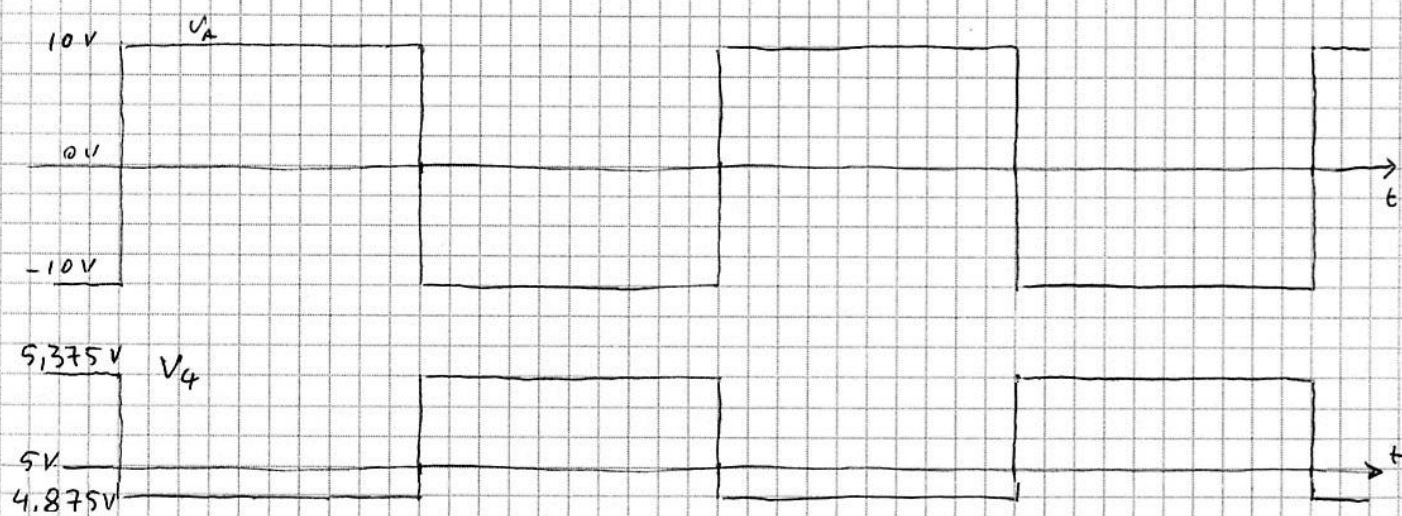
1.

PER LA BUONA QUALITÀ DEI SEGNALE IN USCITA I VALORI DI R_1, R_2, R_3 E R_4
 DEVONO ESSERE DELL'ORDINE DEI K Ω E IL VALORE DI C DEVE ESSERE TALE CHE
 I POLI DEI DUE INTEGRATORI RISULTINO ALMENO UNA DECADE PRIMA
 DELLA FREQUENZA DI LAVORO, IN MODOTALE CHE GLI INTEGRATORI POSSANO
 ESSERE CONSIDERATI IDEALI. $\rightarrow V_1$ A RAMP A INZICHÉ UN ESPONENZIALE
 INOLTRE, LA MASSIMA ESCURSIONE DELLE TENSIONI V_1 E V_2 NON
 DEVONO PORTARE IN SATURAZIONE GLI OPERAZIONALI.

CHIARIMENTI RELATIVI AL PRECEDENTE PUNTO 2.

CON $R_{P1} = 50\%$ ($\gamma = \frac{1}{2}$) E $R_{P2} = 100\%$ ($x = 1$)

AL COMMUTARE DI V_A TRA $+10V$ E $-10V$, V_4 COMMUTA TRA $4,875V$ E $5,375V$



SE INVECE, FOSSE $R_{P2} = 70\%$ ($x = 0,7$) E $R_{P1} = 5K\Omega$ (Fisso) (*)
AVREMMO:

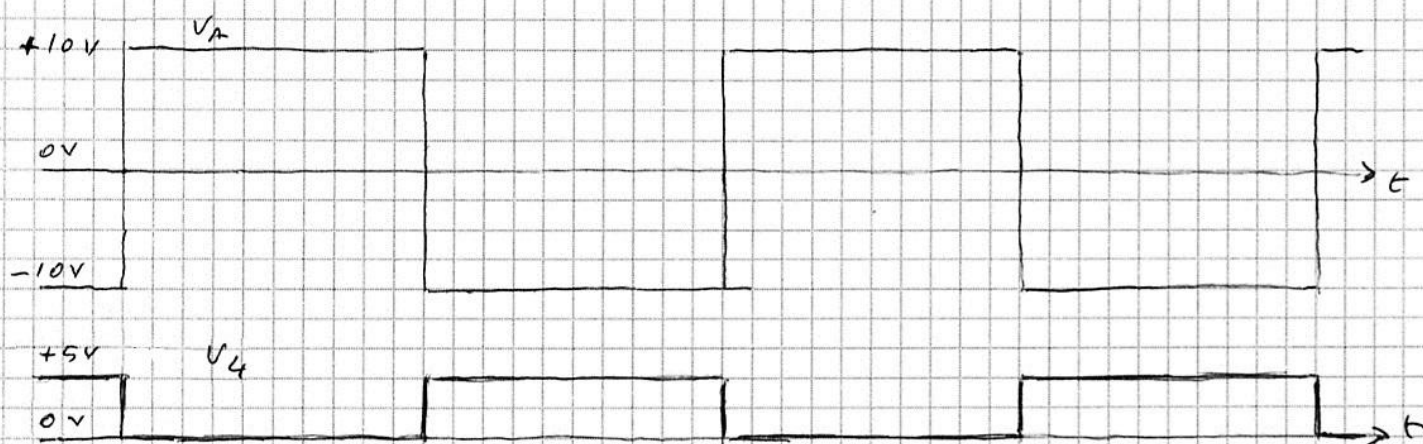
$$V^+ = -5 + 10 \cdot 0,7 = +2V \text{ E}$$

$$V_4 = -\frac{1}{4}V_A + V^+ \left(1 + \frac{1}{4}\right) = -\frac{1}{4}V_A + 2,5V$$

CON $V_A = -10V \rightarrow V_4 = 5V$

CON $V_A = +10V \rightarrow V_4 = 0V$

} \rightarrow CIOÈ:

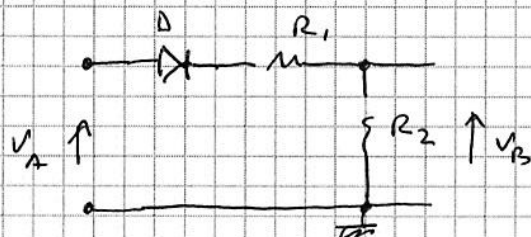


SI OTTIENE QUANTO RICHIESTO AL PUNTO 4 CON IL PROGETTO DEL BLOCCO B

IL BLOCCO CIRCUITALE V_3 SEMBRA AGGIUNTO PER SUGGERIRE LA SOLUZIONE DEL BLOCCO B.

(*) LA RESISTENZA IN RETROAZIONE DI $5K$, PER TENERE CONTO DELLA TOLLERANZA DELLE RESISTENZE, PUÒ ESSERE OTTENUTA CON LA SERIE DI UN RESISTORE DA $4,7K\Omega$ CON UN POTENZIOMETRO DA $1K\Omega$.

PER IL BLOCCO B, LA SOLUZIONE PIÙ SPARTANA
È COSTITUITA DA UN DIODARETTIFICATORE SEGUITO DA
UN PARTITORE RESISTIVO -



- QUANDO $V_A = -10V$, IL DIODO È POLARIZZATO INVERSAMENTE $\rightarrow V_B = 0V$
- QUANDO $V_A = +10V$, CONSIDERANDO UNA CADUTA DI TENSIONE DI $0,6V$ SUL DIODO IN POLARIZZAZIONE DIRETTA, IL PARTITORE DEVE ESSERE TALE CHE

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5}{9,4}$$

CIÒ È $(9,4 - 5)R_2 = 5R_1 \rightarrow$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{5}{4,4} = \frac{25}{22}$$

CON $R_1 = 33K \rightarrow R_2 = 37,5K \approx 33K + 4,7K$

IN DEFINITIVA

