

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

$$V_{TL} = \beta L_-$$

$$V_{TH} = \beta L_+$$

$$L_- = 13,5V$$

$$L_+ = -13,5V$$

$$V_{TL} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot L_-$$

$$V_{TL} = \frac{1}{2} L_- =$$

$$V_{TH} = \frac{1}{2} L_+$$

alimentado con 10V se ha en uscita $\pm 13,5V$

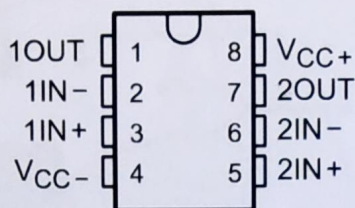
$$15 : 13,5 = 10 : x$$

$$x = \frac{13,5 \cdot 10}{15} = 9V$$

$$V_{TH} = +9V$$

$$V_{TL} = -9V$$

L'integrato TL082 contiene due amplificatori operazionali, e ha il seguente pinout.



1. Si monti il circuito sulla breadboard, collegando le alimentazioni positive e negative alle uscite positiva e negativa dell'alimentatore da banco.
2. Si scelgano due resistenze $R_1=R_2$ di valore opportuno, e si colleghi la rete di retroazione positiva

Che valori si sono scelti? In base a che ragionamento?

$10\text{ k}\Omega$, è un valore scelto in base alle resistenze dell'operazionale
 $10^{12}\Omega$ resistenza di ingresso

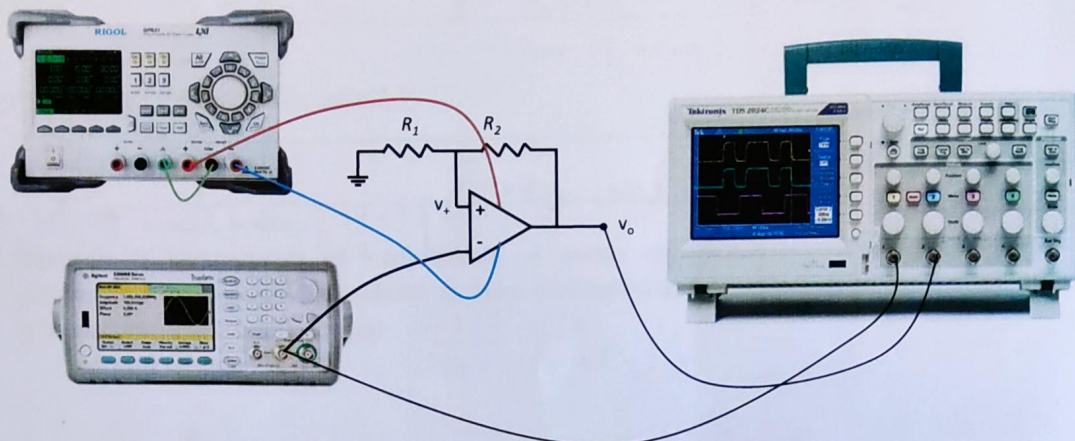
Che soglie vi aspettate per il circuito bistabile?

$$\begin{aligned} V_{TH} &= +9\text{V} \\ V_{TL} &= -9\text{V} \end{aligned}$$

In base a quale ragionamento?

Usando una proporzione e le formule relative all'operazionale

3. Si colleghi - mediante T - l'uscita del generatore di segnale sia al canale 1 dell'oscilloscopio, sia al morsetto invertente dell'amplificatore operazionale
4. Si colleghi il canale 2 dell'oscilloscopio all'uscita dell'operazionale
5. Si ricordi di collegare insieme le masse del generatore di segnale, dell'oscilloscopio e dell'alimentatore da banco sulla breadboard



6. Si impostino le tensioni $V_{CC}=10\text{ V}$, $V_{EE}=-10\text{ V}$ sull'alimentatore da banco
7. Si imposti il generatore di funzione in modo che esso eroghi un'onda triangolare simmetrica con $f=100\text{ Hz}$, $V_{pp}=15\text{ V}$, e valor medio pari a zero symmetry sol.
8. Si visualizzino le forme d'onda in ingresso e in uscita all'operazionale, e si riporti lo screenshot dell'oscilloscopio in relazione scope 1
9. Quanto valgono i valori massimo e minimo della tensione di uscita (L_+ e L_-)?

save scope 0

L_+	8,165 8,165 V
L_-	-8,165 -8,64 V

measure

10. Quanto valgono le soglie misurate V_{TH} e V_{TL} ?

misurate in mod xy
(non alligate)

V_{TH}	4,66125 V
V_{TL}	-4,224 V

$V_{TH} = \frac{L_+}{2} = \dots$ non vanno misurate ma i calcoli
 $V_{TL} = \frac{L_-}{2} = \dots$ calcoli

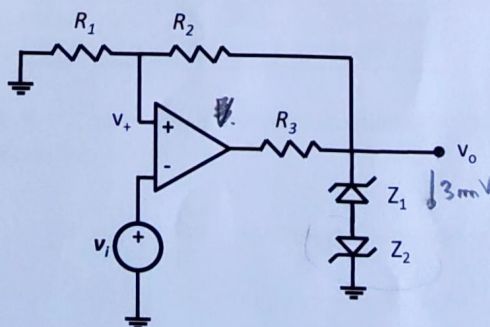
11. Riportare la caratteristica di trasferimento, misurata utilizzando l'oscilloscopio in modalità xy (fare riferimento agli assistenti di laboratorio per le impostazioni dell'oscilloscopio)

scope 4 | scope 5

12. Collegare due diodi Zener back-to-back all'uscita, ed aggiungere la resistenza R_3 di valore tale da limitare la corrente sui diodi al valore 3 mA. Che valore si è scelto per R_3 ?

$\frac{L_+ - V_0}{R_3} = 3\text{ mA}$

$R_3 = \frac{L_+ - V_0}{3\text{ mA}}$



$V_Z \text{ TYP} = 4,3\text{ V}$

$L_+ = V_{Z1} + V_0$

$L_- = -(V_{Z2} + V_0)$

con L_+ nella $L_+ = V_{Z1} + V_0 = 4,3\text{ V} + 0,7\text{ V} = 5\text{ V} \rightarrow R_3 = \frac{5\text{ V} - 5\text{ V}}{3\text{ mA}} = 1,388\text{ k}\Omega$

$$T = \frac{1}{f} = 2RC \frac{V_{TH} - V_{TL}}{L+} = \frac{1}{10^3} \quad \Rightarrow R = \frac{\frac{L+}{10^3} \cdot \frac{1}{(V_{TH} - V_{TL})} \cdot \frac{1}{2C}}{1}$$

$$C = 100 \text{ mF}$$

$$= \frac{L+}{2 \cdot 10^3 \cdot 100 \text{ mF} \cdot (V_{TH} - V_{TL})}$$

unusul non unuente hstolite la $V_{TH} = \left| L+ \frac{R_1}{R_2} \right| = 5 \text{ V} \quad \leftarrow V_{PP} = 10 \text{ V} ?$

$$R_2 = \frac{L+ R_1}{V_{TH}} \quad \Rightarrow L+ = \frac{V_{TH} \cdot R_2}{R_1}$$

$$R = \frac{9,165}{2 \cdot 10^3 \cdot 100 \text{ mF} \cdot (2,2154 + 2,35)} = 10\,037,45 \rightarrow 10 \text{ k}\Omega$$

scegliamo

$R_3 = 1,5 \text{ k}\Omega$

(non c'è 1,5 k)

calcolare

13. Che tensione vi attendete in uscita?

$L_+ = +5\text{V}$
 $L_- = -5\text{V}$

risultato --
 $L_+ =$

14. Riportare la caratteristica di trasferimento in questa nuova configurazione, misurata utilizzando l'oscilloscopio in modalità xy (fare riferimento agli assistenti di laboratorio per le impostazioni dell'oscilloscopio)

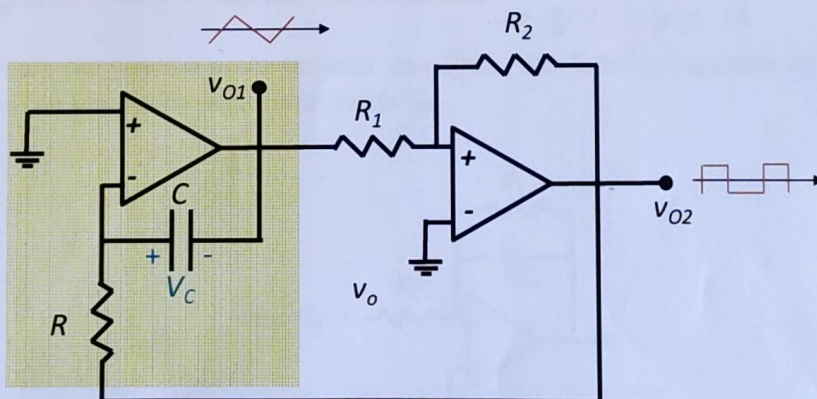
scope 6 frequenza
ampiezza picco-picco

scope 8 con cursori

scope 9 senza cursori

Secondo esperimento: Introduzione

Scopo dell'esperienza è realizzare un generatore di onda triangolare, quadra e sinusoidale basato su un multivibratore astabile, secondo lo schematico seguente.



1. Si utilizzino $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 39 \text{ k}\Omega$. Supponendo di alimentare gli operazionali con $V_{CC} = 10 \text{ V}$, $-V_{EE} = -10 \text{ V}$, si determinino i valori delle soglie V_{TH} e V_{TL} .

$$V_{TH} = -L_- (R_1/R_2) = 2,2154 \text{ V}$$

$$V_{TL} = -L_+ (R_1/R_2) = -2,35 \text{ V}$$

$$\frac{-8,64}{10/39} = 2,2154 \text{ V}$$

$$\frac{-9,165}{10/39} = -2,35 \text{ V}$$

2. Si scelgano i valori di R e C in modo di ottenere frequenza di oscillazione pari a 1 kHz (è accettabile una deviazione del 10 %)

$R = 10 \text{ k}\Omega$
 $C = 100 \text{ nF}$

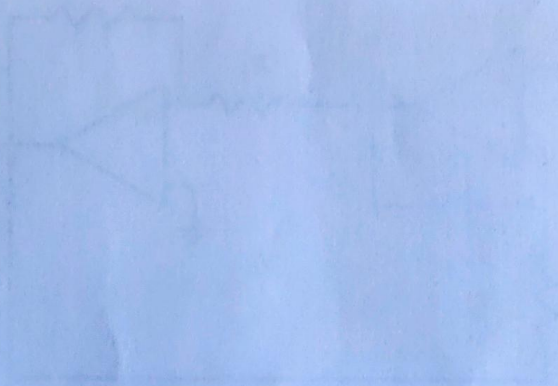
Come sono stati scelti questi valori?

$$R_4 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 100 \text{ mF} \cdot 100 \text{ Hz}} = 15915,5 \Omega \rightarrow 16 \text{ k}\Omega$$

realizzato con
15k Ω + 1k Ω

$$C_4 = 100 \text{ mF}$$

$$\frac{R_3}{R_4} = 1 \rightarrow R_3 = R_4 = 16 \text{ k}\Omega$$



formula

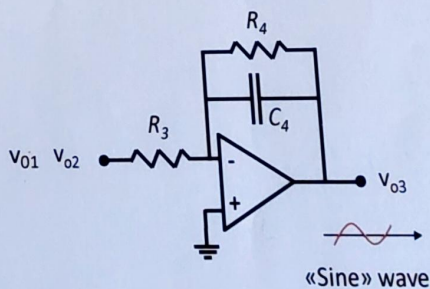
Secondo esperimento: In laboratorio

- Si monti il circuito sulla breadboard e si colleghi l'oscilloscopio alle uscite v_{O1} e v_{O2}
- Si accendano le uscite dell'alimentatore ($V_{CC}=10\text{ V}$, $V_{EE}=-10\text{ V}$)
- Si misurino le forme d'onda v_{O1} e v_{O2} , indicando in relazione: frequenza dei due segnali, ampiezza picco-picco dei due segnali, riportando i corrispondenti valori in relazione

scope 10

In foto $f(2) = 947,83\text{ Hz}$, $P_{K-PK} = 17,58\text{ V}$, $P_{K-PK(1)} = 4,47\text{ V}$, $f(1) = 947,98\text{ Hz}$

- Si riportino le forme d'onda misurate in relazione \rightarrow foto scope 11
- Si vuole ora generare anche un'onda sinusoidale. Per farlo, colleghiamo un filtro passa-basso con schematico seguente all'uscita v_{O1}



- Si scelgano i valori delle resistenze (usando $C=100\text{ nF}$) in modo di ottenere frequenza di taglio pari a 100 Hz e guadagno unitario in bassa frequenza

$R_3 = 16\text{ k}\Omega$
 $R_4 = 16\text{ k}\Omega$
 $C = 100\text{ nF}$

$$f = \frac{1}{2\pi R_4 C_4}$$

$$\rightarrow R_4 = \frac{1}{2\pi C_4 f}$$

- Si realizzi il circuito (utilizzando un ulteriore TL082), e lo si colleghi all'uscita v_{O1}

in foto

- Si misurino e riportino in relazione le forme d'onda v_{O1} e v_{O3}

FACOLTATIVO 1

scope 20 BASE Q₁

scope 21 COLLETTORI Q₁

scope 23 collettore Q₁ e collettore Q₂ (out₁ vs out₂)

scope 24 tutti i dati out₂ (collettore 2)

scope 25 tutti i dati out₁ (collettore 1)

11. Che ampiezza picco-picco ha la sinusoide generata? Perché? Qual è lo sfasamento rispetto all'onda triangolare generata?

scope 12 max

scope 13 average

$$V_{pp}(2) = 353 \text{ mV}$$

$$\text{Phase}(1-2) = -85,686^\circ$$

12. Ora, confrontate l'onda sinusoidale generata dal vostro circuito con quella generata dal generatore di funzione impostato con gli stessi parametri (visualizzando entrambe le forme d'onda sull'oscilloscopio). Notate differenze? Riportate in relazione le due forme d'onda e commentate

scope 15

FAC 2

$$T = 0.01$$

$$T = 2 R \cdot C \ln \frac{1 + \beta}{1 - \beta}$$

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

FIX • $R_1 = R_2 = 10k \Omega$

$$T = 2 R C \ln 3$$

FIX • $C = 100n$

$$R = \frac{T}{2 \cdot C \ln 3} = 45511,96 \Omega$$

$$16 \rightarrow V_0$$

$$17 \rightarrow V_+$$

$$18 \rightarrow V_-$$