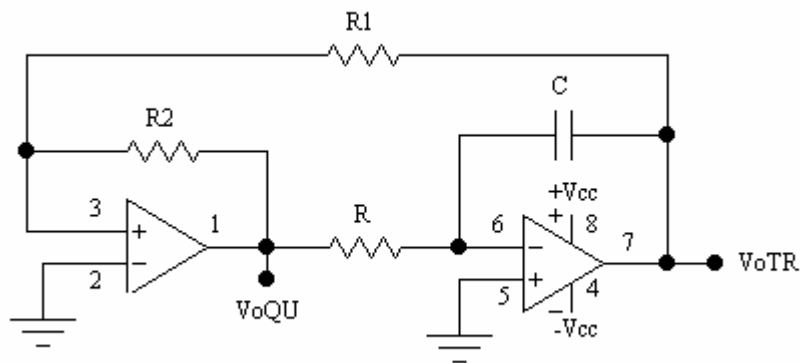


PROGETTO E VERIFICA DI GENERATORI D'ONDA TRIANGOLARE E QUADRA CON FREQUENZA E AMPIEZZA FISSE E CON FREQUENZA ED AMPIEZZA REGOLABILI

PROGETTO E VERIFICA DI UN GENERATORE D'ONDA TRIANGOLARE E QUADRA A FREQUENZA ED AMPIEZZA FISSA

Schema del circuito



Richiami teorici

Il circuito è costituito da un comparatore con isteresi non invertente con tensione di riferimento lo zero volt di massa e tensione d'ingresso la tensione triangolare in uscita dall'integratore invertente, che ha come tensione d'ingresso la tensione in uscita dal comparatore.

Il periodo dell'onda triangolare (e quadra) è: $T = \frac{4RCR_2}{R_1} \Rightarrow f = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{4RC}$ e la sua ampiezza

$$\text{è: } V_{oTRM} = \frac{R_1}{R_2} V_{oQUH}.$$

L'ampiezza dell'onda quadra è la tensione di saturazione dell'amplificatore operazionale.

Progetto del circuito

Si fissa: $V_{CC} = \pm 12V$; $f = 2kHz \rightarrow T = 0,5ms$; $V_{oQUH} = -V_{oQUL} = 11V$; $V_{oTRH} = -V_{oTRL} = 5V$.

Si utilizza l'amplificatore operazionale TL082 , un doppio operazionale con ingressi JFET.

Definizione di R_1 e R_2

$$\text{Dalla relazione dell'ampiezza si ha: } V_{oTRM} = \frac{R_1}{R_2} V_{oQUH} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{V_{oQUH}}{V_{oTRM}} = \frac{11}{5} = 2,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_2 = 2,2R_1, \text{ di fissa } R_1 = 10k\Omega \text{ e si calcola } R_2 = 2,2R_1 = 22k\Omega.$$

Definizione di R e C

Dalla relazione della frequenza si ha: $f = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{4RC} \Rightarrow RC = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{4f} = 2,2 \cdot \frac{1}{4 \cdot 2 \cdot 10^3} = 0,275\text{ms}$

Si fissa $C = 1\mu\text{F}$ e si calcola $R = \frac{0,275 \cdot 10^{-3}}{C} = \frac{0,275 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-9}} = 275\text{k}\Omega$, valore commerciale $270\text{k}\Omega$.

Riassumendo: $R_1 = 10\text{k}\Omega$; $R_2 = 22\text{k}\Omega$; $R = 270\text{k}\Omega$; $C = 1\mu\text{F}$.

Con tali valori, si ha:

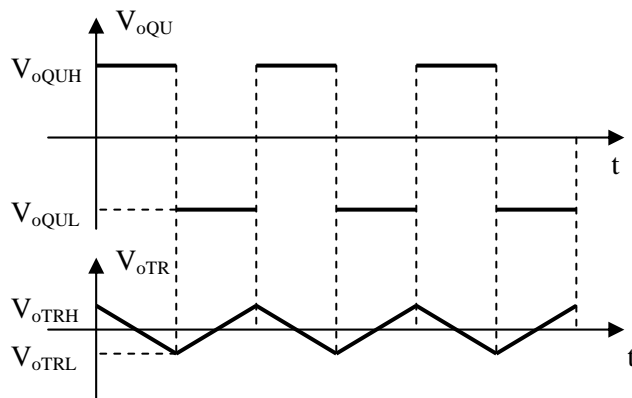
$$f = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{4RC} = \frac{22 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} \cdot \frac{1}{4 \cdot 270 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9}} = 2,04\text{kHz} \quad ; \quad V_{o\text{TRM}} = \frac{R_1}{R_2} V_{o\text{QUH}} = \frac{10 \cdot 10^3}{22 \cdot 10^3} \cdot 11 = 5\text{V}$$

Procedimento di verifica

1. Si monta il circuito e si collega l'alimentazione. Si collega il canale CH1 dell'oscilloscopio all'uscita $V_{o\text{QU}}$ (pin 1) e il canale CH2 all'uscita $V_{o\text{TR}}$ (pin 7).
2. Del segnale ad onda quadra si misurano: $V_{o\text{QUH}}$, $V_{o\text{QUL}}$, T , e si calcola la frequenza come $f = \frac{1}{T}$.
3. Del segnale triangolare si misurano $V_{o\text{TRH}}$ e $V_{o\text{TRL}}$.
4. Si riportano i grafici correlati dei due segnali.

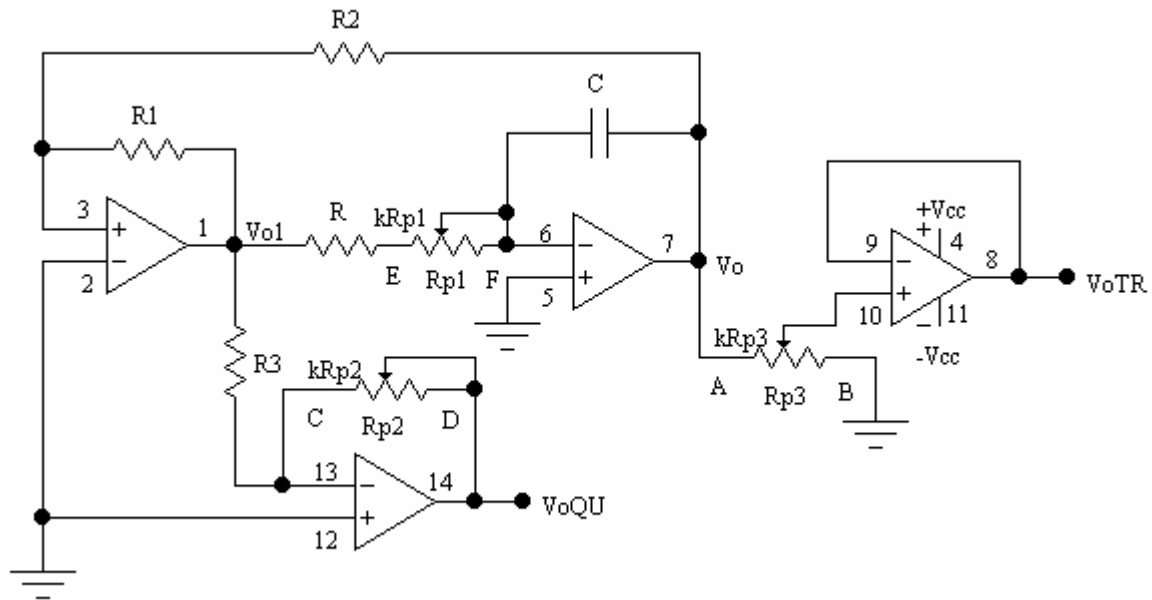
Dati misurati e grafici

- Onda quadra: $V_{o\text{QUH}} = -V_{o\text{QUL}} = 10,5\text{V}$; $T = 0,477\text{ms} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,477 \cdot 10^{-3}} = 2,1\text{kHz}$.
- Onda triangolare: $V_{o\text{TRH}} = -V_{o\text{TRL}} = 5\text{V}$.



PROGETTO E VERIFICA DI UN GENERATORE D'ONDA TRIANGOLARE E QUADRA CON FREQUENZA E AMPIEZZA REGOLABILI

Schema del circuito



Sigle e valori dei componenti

I.C. = TL084 ; C = 10nF ; $R_{P1} = 47k\Omega$; $R_{P2} = 1M\Omega$; $R_{P3} = 1M\Omega$; R = 5,6k Ω ; $R_1 = 180k\Omega$; $R_2 = 150k\Omega$; $R_3 = 1M\Omega$.

Strumenti e apparecchiature

Alimentatore duale $\pm 12V$; oscilloscopio doppia traccia; bassetta di bread-board.

Richiami teorici

La variazione della frequenza si ottiene inserendo un potenziometro in serie alla resistenza R. la frequenza risulta data da:

$$T = \frac{4(R + kR_{P1})CR_2}{R_1} \Rightarrow f = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{4(R + kR_{P1})C} \quad \text{con } 0 \leq k \leq 1$$

Al variare di k tra 0 ed 1, varia la frequenza tra i valori:

$$- k = 1 \text{ (cursore in F)} \Rightarrow kR_{P1} = R_{P1} \Rightarrow f_{\text{MIN}} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{4(R + R_{P1})C} \Rightarrow T_{\text{MAX}} = \frac{4(R + R_{P1})CR_2}{R_1}$$

$$- k = 0 \text{ (cursore in E)} \Rightarrow kR_{P1} = 0 \Rightarrow f_{\text{MAX}} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{4RC} \Rightarrow T_{\text{MIN}} = \frac{4RCR_2}{R_1}$$

La variazione dell'ampiezza dell'onda quadra si ottiene utilizzando sull'uscita V_{o1} un amplificatore invertente con guadagno regolabile tra zero ed uno mediante un potenziometro R_{P2} inserito come resistenza di retroazione, mentre la resistenza d'ingresso è una resistenza $R_3 = R_{P2}$. Con $0 \leq k \leq 1$, l'amplificazione e l'ampiezza d'uscita sono:

$$A = -\frac{kR_{P2}}{R_3} \begin{cases} k=0 \text{ cursore in C} \Rightarrow kR_{P2} = 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow V_{oQU} = 0 \\ k=1 \text{ cursore in D} \Rightarrow kR_{P2} = R_{P2} = R_3 \Rightarrow A = 1 \Rightarrow V_{oQU} = V_{o1} \end{cases}$$

La variazione dell'ampiezza dell'onda triangolare si ottiene inserendo sull'uscita V_o un potenziometro R_{P3} dal cui cursore, mediante un inseguitore, si preleva una frazione della tensione V_o proporzionale a k (frazione di R_{P3} inserita):

$$V_{oTR} = \frac{kR_{P3}}{R_3} V_o = \frac{kR_{P3}}{R_{P3}} V_o = kV_o \begin{cases} k=0 \text{ cursore in B} \Rightarrow V_{oTR} = 0 \\ k=1 \text{ cursore in A} \Rightarrow V_{oTR} = V_o \end{cases}$$

I campi di variazione delle ampiezze sono: $0 \leq V_{oQU} \leq V_{o1}$; $0 \leq V_{oTR} \leq V_o$.

Definizione del circuito e calcolo dei componenti

Dati di progetto: $V_{CC} = \pm 12V$; $V_{o1H} = -V_{o1L} = 11V$; $V_{oH} = -V_{oL} = 10V$.

$$f = 0,5\text{kHz} \div 5\text{kHz} \quad \Rightarrow \quad T = 0,2\text{ms} \div 2\text{ms}$$

V_{o1H} e V_{oH} sono il massimo valore delle ampiezze, rispettivamente, dell'onda quadra e dell'onda triangolare.

Definizione del rapporto $\frac{R_2}{R_1}$ e dei valori di R_1 e R_2

$$\frac{R_2}{R_1} = -\frac{V_{oH}}{V_{o1L}} = \frac{V_{oH}}{V_{o1H}} = \frac{10}{11} = 0,91 \quad \Rightarrow \quad R_2 = 0,91R_1$$

Si fissa $R_1 = 180\text{k}\Omega$ e si calcola $R_2 = 0,91R_1 = 0,91 \cdot 180 \cdot 10^3 = 163,8\text{k}\Omega$, valore commerciale $150\text{k}\Omega$.

Definizione di C , R e R_{P1}

- $f_{\text{MIN}} = 0,5\text{kHz} \rightarrow T_{\text{MAX}} = 2\text{ms}$ con R_{P1} tutto inserito (cursore in F)
- $f_{\text{MAX}} = 5\text{kHz} \rightarrow T_{\text{MIN}} = 0,2\text{ms}$ con R_{P1} tutto cortocircuitato (cursore in E)

$$T_{MAX} = 4(R + R_{P1})C \cdot \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_{P1} = \frac{T_{MAX}}{4 \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot C} - R \quad ; \quad T_{MIN} = 4RC \cdot \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow RC = \frac{T_{MAX}}{4 \cdot \frac{R_2}{R_1}}$$

Da T_{MIN} si calcola il valore del prodotto RC: $RC = \frac{T_{MAX}}{4 \cdot \frac{R_2}{R_1}} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{180 \cdot 10^3}} = 60\mu s$

Si fissa $C = 10nF$ e si calcola $R = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{C} = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-9}} = 6k\Omega$, valore commerciale $5,6k\Omega$.

Da T_{MIN} si calcola R_{P1} : $R_{P1} = \frac{T_{MAX}}{4 \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot C} - R = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{180 \cdot 10^3} \cdot 10 \cdot 10^{-9}} - 5,6 \cdot 10^3 = 54,4k\Omega$,

valore commerciale $56k\Omega$.

Con tali valori si ha:

$$T_{MAX} = 4(R + R_{P1})C \cdot \frac{R_2}{R_1} = 4(5,6 \cdot 10^3 + 54,4 \cdot 10^3) \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{180 \cdot 10^3} = 1,753ms$$

$$T_{MIN} = 4RC \cdot \frac{R_2}{R_1} = 4 \cdot 5,6 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{150 \cdot 10^3}{180 \cdot 10^3} = 0,187ms$$

$$f_{MIN} = \frac{1}{T_{MAX}} = \frac{1}{1,753 \cdot 10^{-3}} = 0,57kHz \quad ; \quad f_{MAX} = \frac{1}{T_{MIN}} = \frac{1}{0,187 \cdot 10^{-3}} = 5,347kHz$$

Le variazioni della frequenza e del periodo saranno:

$$f = 0,57kHz \div 5,347kHz \quad e \quad T = 0,187ms \div 1,753ms$$

Variazione dell'ampiezza dell'onda triangolare

Si utilizza un inseguitore il cui segnale d'ingresso viene preso da un potenziometro $R_{P3} = 1M\Omega$. variando la posizione del cursore, l'ampiezza d'uscita varierà tra zero e l'ampiezza massima V_{OH} .

Variazione dell'ampiezza dell'onda quadra

Si utilizza un amplificatore operazionale in configurazione invertente e amplificazione variabile tra 0 e 1. si utilizza come resistenza di retroazione un potenziometro $R_{P2} = 1M\Omega$ e una resistenza $R_3 = 1M\Omega$, valore che non influenzerà in alcun modo il circuito generatore d'onda quadra e triangolare.

L'amplificazione è $A = -\frac{kR_{P2}}{R_3}$. Al variare di k tra 0 e 1, varia R_{P2} e l'amplificazione A varierà tra -1 e 0, consentendo così la regolazione dell'ampiezza e l'inversione di fase dell'onda quadra.

Se non si è interessati all'inversione dell'onda quadra (ossia non importa se i due segnali, triangolare e quadro, sono in di segno opposto), il controllo dell'ampiezza può essere effettuato utilizzando lo stesso sistema usato per l'onda triangolare.

Procedimento della verifica

Punto a

1. Si monta e si alimenta il circuito.
2. Si collega all'uscita V_{o1} il canale CH1 dell'oscilloscopio e all'uscita V_o il canale CH2.
3. Dei segnali visualizzati, quadro e triangolare, si verifica che se $V_{o1} = V_{o1H}$ si ha una rampa in discesa; se $V_{o1} = V_{o1L}$ si ha una rampa in salita. Si misurano le ampiezze e il periodo.
4. Usando il valore del periodo misurato si calcola la frequenza come $f = \frac{1}{T}$.

Punto b

5. Si varia R_{P1} in modo da disinserirlo (cursore in E, massima frequenza) e si misura ampiezza e periodo T_{MIN} .
6. Usando il valore del periodo T_{MIN} misurato si calcola la frequenza massima come $f_{MAX} = \frac{1}{T_{MIN}}$.
7. Si varia R_{P1} in modo inverso fino a inserirlo tutto (cursore in F, minima frequenza) e si misura ampiezza e periodo T_{MAX} .
8. Usando il valore del periodo T_{MAX} misurato si calcola la frequenza minima come $f_{MIN} = \frac{1}{T_{MAX}}$.

Punto c

9. Si regola R_{P1} circa al centro in modo da ottenere una frequenza di 2÷3kHz e si collega il canale CH1 dell'oscilloscopio all'uscita V_{oQU} e il canale CH2 all'uscita V_{oTR} .
10. Dei segnali visualizzati, quadro e triangolare, si verifica che se $V_{oQU} = V_{oQUH}$ si ha una rampa in salita; se $V_{oQU} = V_{oQUL}$ si ha una rampa in discesa.

Punto d

11. Si verifica che agendo su R_{P1} e R_{P2} le ampiezze dei segnali d'uscita variano tra zero e le loro ampiezze massime. Inoltre, dovrà risultare che la variazione delle ampiezze e la variazione della frequenza devono essere indipendenti.
12. Si riportano i grafici correlati dei segnali V_o e V_{o1} , V_{o1} e V_{oQU} , V_o e V_{oTR} .

Valori misurati

- a. $V_{o1H} = 10,25V$; $V_{o1L} = 9,75V$; $T = 0,54ms$; $f = 1,85kHz$.
- b. $T_{MAX} = 2,25ms$; $f_{MIN} = 0,44kHz$ (teorico $f_{MIN} = 0,44kHz$) ; $T_{MIN} = 0,25ms$; $f_{MAX} = 4kHz$ (teorico $f_{MAX} = 5,347kHz$).
- c. $V_{oTR} = (0 \div 9,75)V$; $V_{oQU} = (0 \div 10,25)V$
- d. Variando l'ampiezza la frequenza rimane costante; variando la frequenza rimangono costanti le ampiezze.

Grafici correlati

