

**Istituto Professionale di Stato per l'Industria e l'Artigianato
MORETTO
Via Luigi Apollonio, 21 BRESCIA**

Oscillatore economico di BF LX 537

Realizzato da :

FALETTI MASSIMO

VARISCO ANGELO

RIZZINELLI ALESSANDRO

classe 5BI TIEE

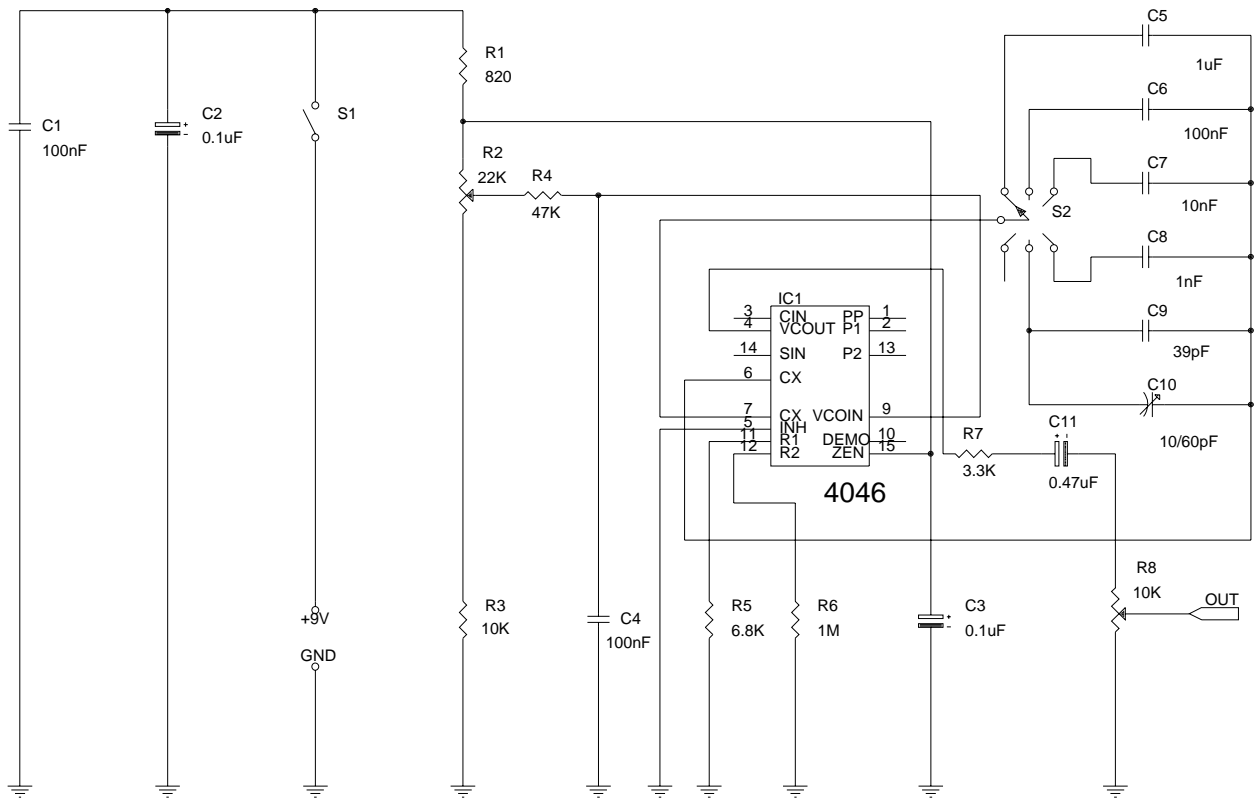
corso per Tecnici delle Industrie Elettriche ed Elettroniche

anno scolastico 1996-97

Sommario :

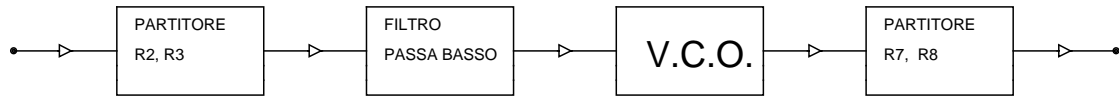
LO SCHEMA ELETTRICO	3
SCHEMA A BLOCCHI DEL CIRCUITO PRINCIPALE:	4
L'OSCILLATORE DI BF	4
PLL	8
MISURE EFFETTUATE IN LABORATORIO:	8
<i>PRIMA GAMMA DI MISURE:</i>	9
<i>SECONDA GAMMA DI MISURE:</i>	10
<i>TERZA GAMMA DI MISURE:</i>	11
<i>QUARTA GAMMA DI MISURE:</i>	12
<i>QUINTA GAMMA DI MISURE:</i>	13
<i>Commento Generale e osservazioni sulle misure effettuate:</i>	14

Lo Schema Elettrico



Schema Elettrico dell'Oscillatore Economico di BF

Schema a blocchi del circuito principale:



Osservando lo schema a blocchi del circuito principale, possiamo notare che il nostro oscillatore economico è formato da quattro blocchi principali che sono:

1. il primo blocco è costituito da un partitore di tensione formato dalla R2 e dalla R3 che permette di variare la tensione di entrata del dispositivo elettronico VCO;
2. il secondo blocco è costituito da un filtro passa basso ;
3. il terzo blocco è formato dal dispositivo elettronico VCO che è contenuto all'interno dell'integrato CD4046;
4. il quarto blocco è formato da un secondo partitore di tensione costituito dalle resistenze R7 e R8, il quale permette la variazione della tensione d'uscita;

L'oscillatore di BF

Il funzionamento dell'oscillatore economico di bassa frequenza è basato principalmente sul dispositivo elettronico VCO dell'integrato CD4046, che è un oscillatore la cui frequenza può essere controllata agendo su una tensione che sarà, nel nostro caso, quella che arriva dal partitore di tensione R2;R3. Questo procedimento viene fatto per far variare la frequenza da un valore minimo a un valore massimo senza una grande variazione.

Per avere una elevata variazione di frequenza è opportuno cambiare la capacità che è collegata al dispositivo elettronico VCO ai piedini "7" e "6" ; ad ogni modo si dovrà necessariamente utilizzare un commutatore che applichi ai piedini "6" e "7" cinque condensatori di differente capacità l'uno dall'altro, scelti in modo da ottenere valori di frequenza che risultino, per i cinque coefficienti di capacità, tutti multipli di 10.

Ora vi presentiamo una scala di valori correlata dai vari tipi di gamma corrispondente ad essi stessi:

1. da 10Hz a 100Hz "C5" (GAMMA DEI BASSI);
2. da 100Hz a 1000Hz "C6" (GAMMA DEI MEDI) ;
3. da 1KHz a 10KHz "C7" (GAMMA DEGLI ACUTI);
4. da 10KHz a 100KHz "C8" (GAMMA DEGLI ULTRASUONI);
5. da 100KHz a 1MHz "C9" (GAMMA DELLE HIGHT FREQUENCY-ALTE FREQUENZE-);

Tutto questo viene fatto perché con una sola capacità non è possibile coprire tutta la gamma di frequenze interessate da 10KHz a 1MHz.

La stabilità in frequenza, dello strumento costruito, è eccellente e non risulta influenzata dalle variazioni della tensione di alimentazione infatti, alimentando a 9V oppure alla massima tensione di 12V, la frequenza non subisce variazioni.

La tensione che applichiamo al piedino "9" di IC1 dovrà essere molto stabile, in quanto è la scala interessata ad agire e variare la frequenza dell'oscillatore, poiché all'interno dell'integrato IC1 è presente un diodo sene da 7V per alimentare il potenziometro R2 della sintonia. Si utilizzerà una tensione stabilizzata fornita da tale diodo (si noti bene che la tensione VCO di entrata sarà quella derivante dal partitore di tensione R2, R3). La resistenza R3 del partitore (R2, R3) ha molta importanza, infatti, serve per evitare che, ruotando il cursore fino a far diventare nulla la resistenza R2, si crei un corto circuito tra il piedino "15" e il piedino "8" dell'integrato 4046. Nel circuito dell'integrato IC1 CD4046 abbiamo utilizzato anche il piedino "5" che corrisponde alla corrente di INHIBIT (corrente piccolissima che riduce al minimo le perdite e i consumi).

Nel nostro circuito questa corrente non esiste perché l'integrato è sempre attivato e quindi esso non sarà mai in modulo "STAND BY" cioè a corrente bassa.

Variando il valore della resistenza R3 applicata verso massa sul potenziometro R2, è possibile modificare solo la minima frequenza raggiungibile, mentre variando il valore della resistenza R5 applicata tra il piedino "11" dell'integrato IC1 e la massa, è possibile verificare la massima frequenza.

Il segnale in uscita dal VCO viene prelevato dal piedino "4" dell'integrato IC1 attraverso la resistenza R7 e il condensatore elettrolitico C11 ed applicato al potenziometro R8 che, in questo caso, viene usato come attenuatore. Il condensatore elettrolitico C11 serve per far commutare il segnale d'uscita continuo in un segnale d'uscita alternato.

L'integrato utilizzato per realizzare questo oscillatore è un C/MOS tipo 4046. Questo integrato rientra nella categoria dei PLL pertanto nel suo interno è presente uno stadio VCO in grado di oscillare da un minimo di 1Hz ad un massimo di 1MHz.

Il circuito PLL (PHASE LOCKED LOOP) o maglia ad aggancio di fase, è un circuito elettronico in cui si utilizza il principio della retroazione negativa per controllare la fase e quindi la frequenza del segnale d'uscita. Esso è costituito dai seguenti elementi:

- 1) *Comparatore di fase;*
- 2) *Filtro passa basso;*
- 3) *VCM e VCO: oscillatore o multivibratore controllato in tensione;*
- 4) *Contatore con funzione di divisore di frequenza;*

Nel nostro caso non abbiamo utilizzato né il comparatore né il contatore ma abbiamo utilizzato il VCO. Questo è un oscillatore controllato in tensione ed ha la caratteristica di permettere la variazione della frequenza di oscillazione in funzione della tensione di controllo.

Il termine VCO (VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR) o VCM (VOLTAGE CONTROLLED MULTIVIBRATOR) lo si vuole attribuire ai dispositivi capaci di generare un segnale la cui frequenza è strettamente legata all'ampiezza di una tensione di pilotaggio fornita in ingresso al sistema. Il termine VCM è più appropriato quando il segnale di uscita ha una forma d'onda rettangolare mentre il termine VCO viene utilizzato in caso di forma d'onda sinusoidale.

Questo oscillatore ha una tolleranza del 10% e si può avere a disposizione un generatore di bassa frequenza in grado di coprire una gamma di frequenze che va dalle basse frequenze alle ultrasoniche e si potrà disporre anche di un segnale ad alta frequenza utile per tarare le medie frequenze e le onde lunghe di qualsiasi ricevitore.

Un esempio di VCO è quello nella figura da noi sotto riportata. Esso è costituito da un integratore realizzato con amplificatore lineare (questo serve per avere una carica e scarica di tipo lineare del condensatore), due comparatori senza isteresi indicati con "C1 e C2"

- a) "C1" con comparazione a -Vref;
- b) "C2" con comparazione a 0 (collegamento a terra);

Infine abbiamo un flip-flop con reset (contrassegnato con "RS") che da in uscita 0 ed un set che da in uscita 1.

Il funzionamento di VCO con amplificatore OVA può essere così riassunto:

Supponendo che il condensatore "C" sia inizialmente scarico V_C iniziale sarà di conseguenza uguale a 0, l'uscita del comparatore C2 attiva il set ed il segnale di uscita del flip-flop sarà uguale a 1; dunque, il diodo D1 che è collegato con il morsetto "+" alla massa virtuale dell'operazionale è interdetto e non conduce.

Ad un certo punto il condensatore caricandosi raggiunge il valore di tensione -Vref; di conseguenza si attiva il reset del flip-flop e dunque l'uscita di quest'ultimo andrà a 0; il diodo D1 non sarà più interdetto e comincerà a condurre; di conseguenza può avvenire la scarica del condensatore, la quale sarà molto più rapida perché avviene sulla resistenza "R2" la quale ha un valore ohmico \ll "R1".

Lo stato del condensatore in questo istante è scarico dunque VCO uguale a 0 e potrà così cominciare un nuovo ciclo.

E' proprio questa continua scarica e carica del condensatore, che influisce attivamente sulla frequenza. A questo punto vi presentiamo una serie di calcoli per dimostrare ciò che fin ora abbiamo spiegato e relazionato:

1. A diodo D1 interdetto:

$$V_C(t) = -\frac{V_i \cdot t}{R_1 \cdot C} \quad (\text{Legge di variazione della Tensione } V_C)$$

$$V_C(T_1) = -\frac{V_i \cdot T_1}{R_1 \cdot C} = -V_{REF}$$

(Tensione V_C quando si arriva alla tensione di comparazione -Vref del comparatore C1 e da cui dopo prende inizio la scarica del condensatore C1 stesso) da cui segue :

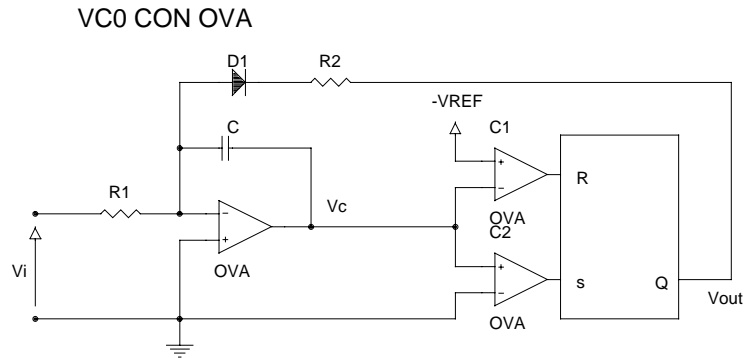
$$T_1 = \frac{V_{REF}}{V_i} \cdot R_1 \cdot C \quad (\text{Istante di carica } T_1)$$

$$T = T_1 + T_0$$

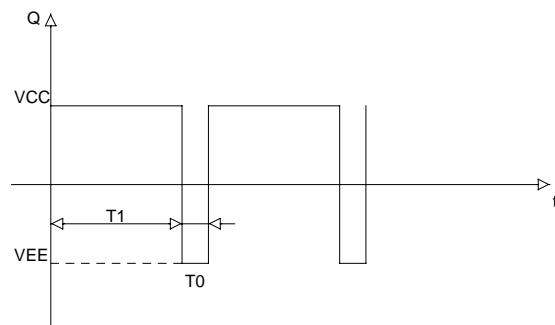
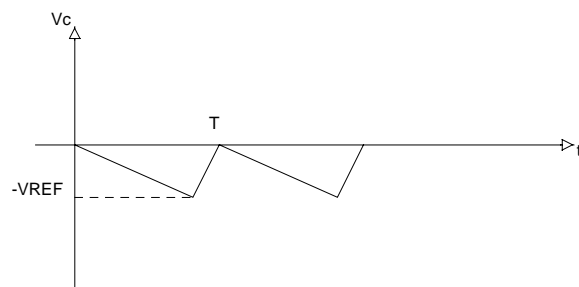
(Periodo totale di carica del condensatore. Siccome per la frequenza $T_1 \gg T_0$ lo stesso T_0 è trascurabile e di conseguenza possiamo dire che):

$$K_{VCO} = \frac{f_U}{V_i} = \frac{1}{V_{REF} \cdot C \cdot R_1} \quad f = \frac{1}{T_1}$$

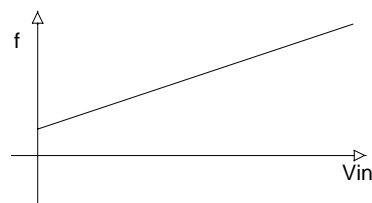
(Costante di proporzionalità tra la frequenza di uscita e la tensione d'entrata)



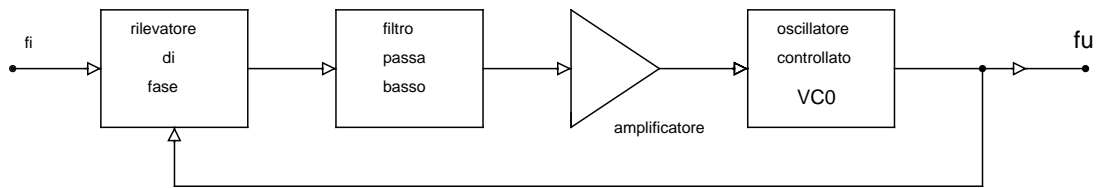
ANDAMENTO TEMPORALE DI VC E Vout



FREQUENZA AL VARIARE DELLA V D'INGRESSO



PLL



In seguito a tutto ciò abbiamo il fenomeno della SINCRONIZZAZIONE che consiste nell'agganciare l'oscillatore ad un altro generatore di riferimento, di solito un campione primario.

Ciò può essere ottenuto in diversi modi e cioè:

- Iniettando il segnale di riferimento, mediante accoppiamento a trasformatore nel circuito dell'oscillatore. Se il segnale di riferimento di frequenza f_R è sufficientemente ampio e di frequenza prossima alla frequenza f_0 propria dell'oscillatore, la frequenza dell'oscillatore passa da f_0 a f_r .
- Utilizzando una maglia ad aggancio di fase; la frequenza di riferimento, presente all'ingresso, viene confrontata con il segnale d'uscita dell'oscillatore nel rilevatore di fase. L'uscita del rilevatore è funzione della differenza di fase dei due segnali: se $f_R \neq f_0$, l'uscita del rilevatore, che può essere un moltiplicatore analogico, è somma di due segnali, di frequenza $f_R - f_0$ e $f_R + f_0$. Il filtro passa basso attenua fortemente la frequenza $f_R + f_0$, così che il segnale di errore, che comanda l'oscillatore, ha frequenza $f_R - f_0$. L'oscillatore è del tipo controllato in tensione (VCO), che è caratterizzato dalla presenza di elementi reattivi, come ad esempio VARICAP, il cui valore dipende dalla tensione applicata all'elemento stesso di controllo; la frequenza di oscillazione può essere perciò resa proporzionale alla tensione continua di controllo. Il segnale di errore fa variare lentamente attorno a f_0 la frequenza dell'oscillatore e se la frequenza di riferimento è compresa nell'intervallo in cui può avvenire l'aggancio, l'oscillatore si porta alla frequenza f_r .

Misure effettuate in Laboratorio:

Osservando lo schema a blocchi si nota che l'unica tensione di entrata variabile in ogni gamma è quella del partitore R2, R3 che appunto influisce sulla frequenza; dunque nelle misure metteremo un voltmetro al piedino n°9 dell'integrato utilizzato in laboratorio per effettuare la nostra misura.

Per misurare il segnale d'uscita e dunque la sua frequenza si utilizzerà un oscilloscopio. Le misure da effettuare sono dieci e le abbiamo così organizzate: svilupperemo due misure per ogni gamma di onde individuabili, una misura con la tensione di entrata del partitore R2, R3 a valore minimo, mentre l'altra presa con il valore massimo, sempre di tensione, ovviamente.

PRIMA GAMMA DI MISURE:

SEGNALE DI ENTRATA:

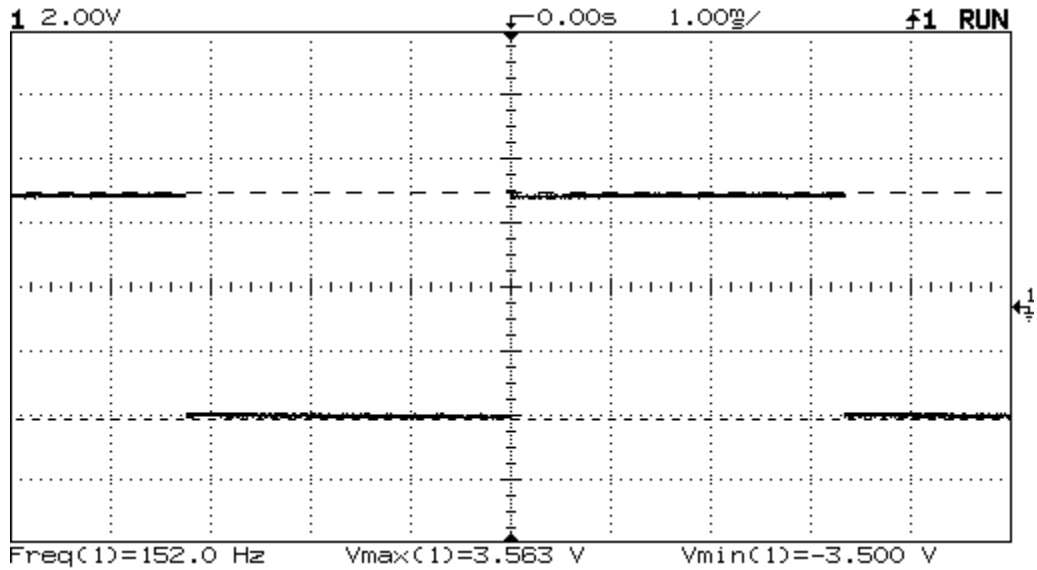
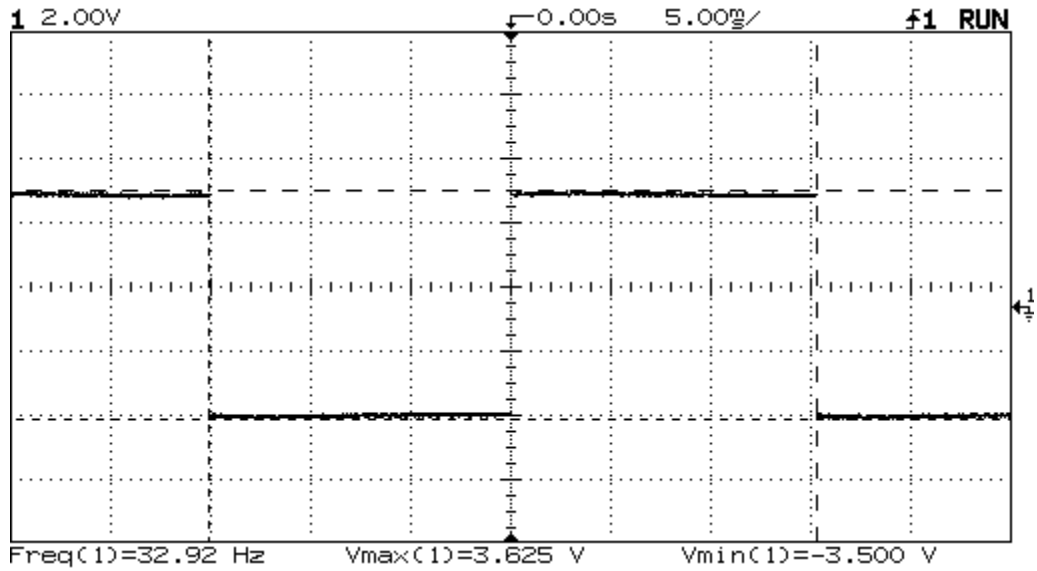
$$V_{C4} = 2,08V$$

$$V_{C4} = 6,38V$$

SEGNALE DI USCITA:

$$f_1 = 3,92Hz$$

$$f_2 = 151,7Hz$$



SECONDA GAMMA DI MISURE:

SEGNALE DI ENTRATA:

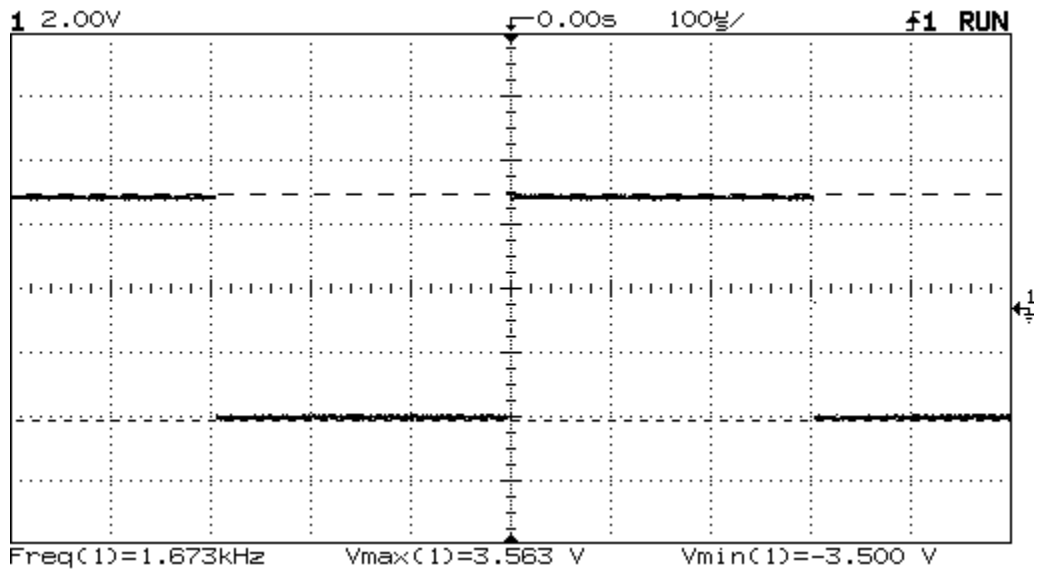
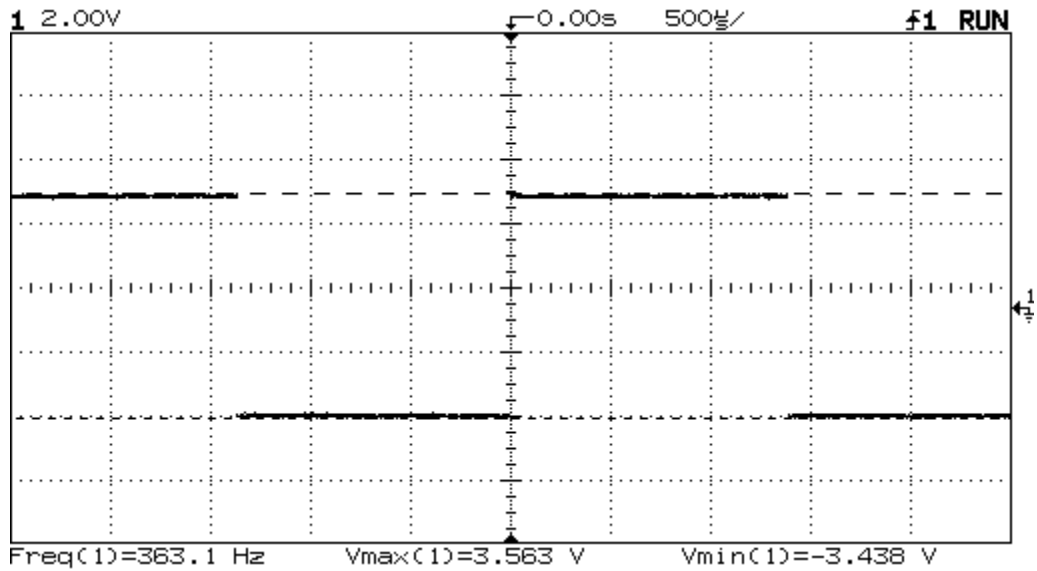
$$V_{C4} = 2,08V$$

$$V_{C4} = 6.38V$$

SEGNALE DI USCITA:

$$f1 = 363,1Hz$$

$$f2 = 1,672KHz$$



TERZA GAMMA DI MISURE:

SEGNALE DI ENTRATA:

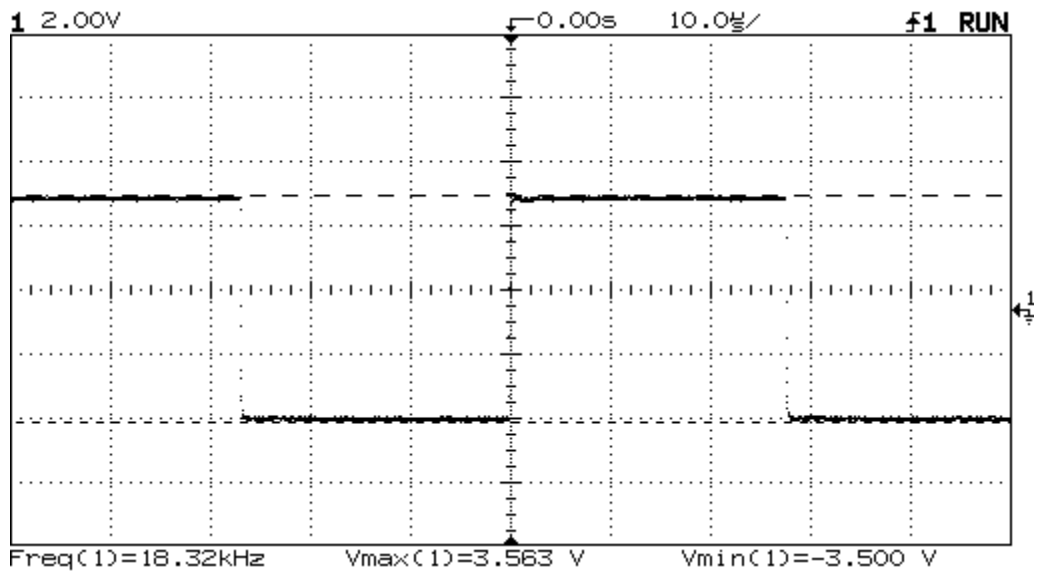
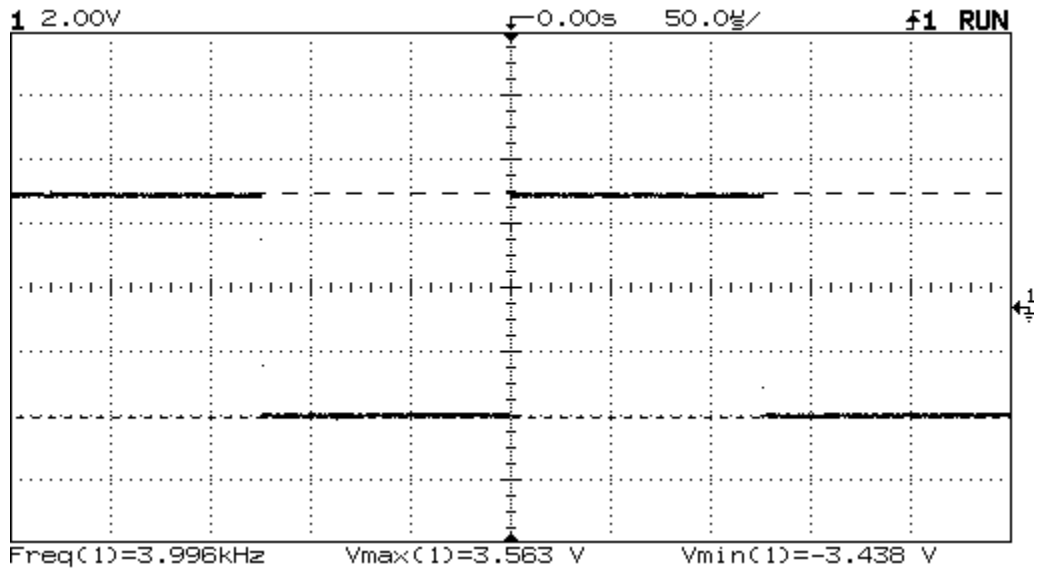
$$V_{C4} = 2,08V$$

$$V_{C4} = 6.38V$$

SEGNALE DI USCITA:

$$f1 = 3,996KHz$$

$$f2 = 18,32KHz$$



QUARTA GAMMA DI MISURE:

SEGNALE DI ENTRATA:

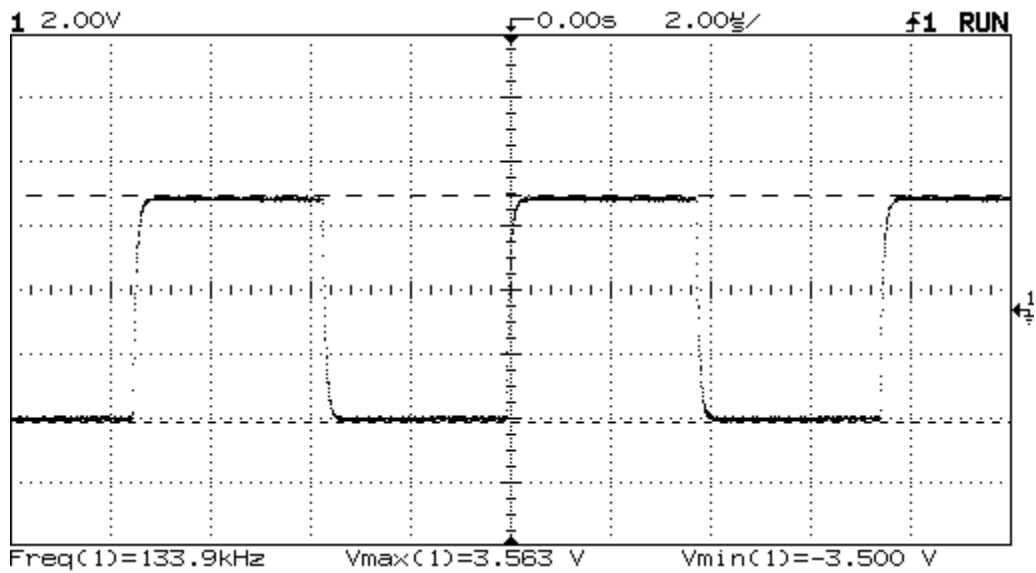
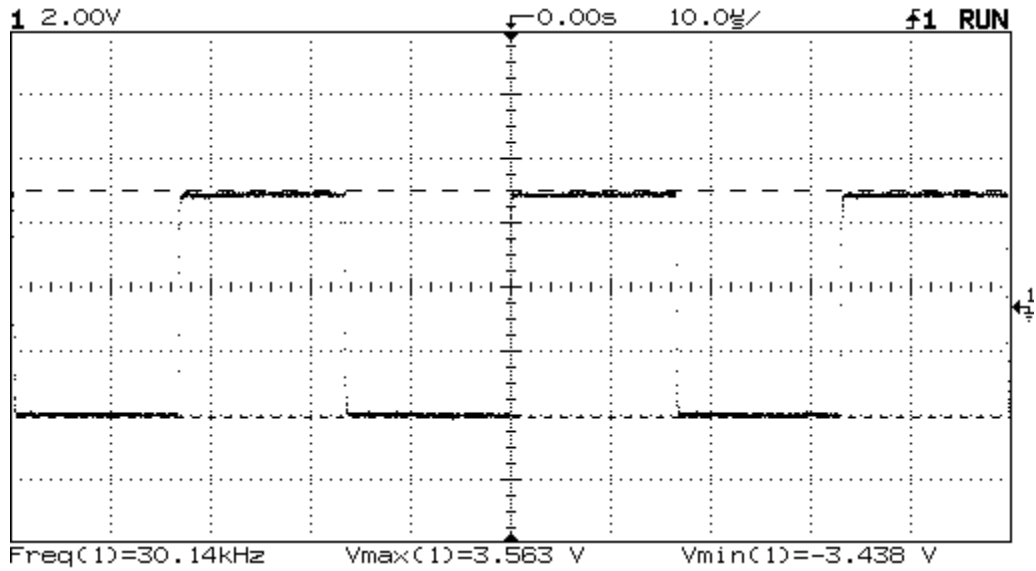
$$V_{C4} = 2,08V$$

$$V_{C4} = 6,38V$$

SEGNALE DI USCITA:

$$f_1 = 30,17KHz$$

$$f_1 = 133,9KHz$$



QUINTA GAMMA DI MISURE:

SEGNALE DI ENTRATA:

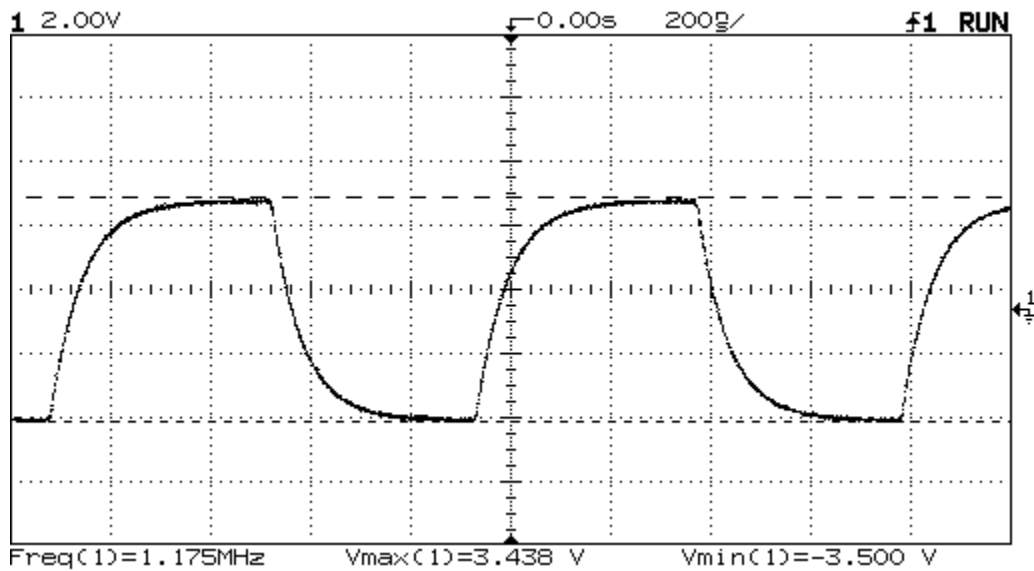
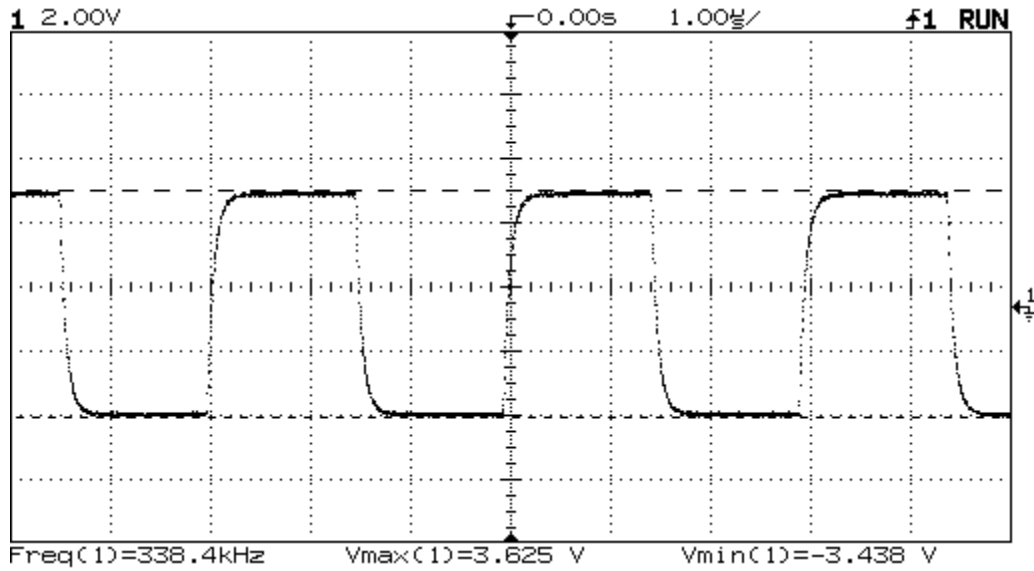
$$V_{C4} = 2,08V$$

$$V_{C4} = 6,38V$$

SEGNALE DI USCITA:

$$f1 = 340KHz$$

$$f2 = 1,176MHz$$



N.B.

La V_{C4} è la tensione del partitore R2, R3 sul condensatore C4.

Commento Generale e osservazioni sulle misure effettuate:

Nel corso di tutte le misure da noi svolte, possiamo notare che qualsiasi misura eseguita, e correlata da uno specifico grafico ottenuto all'oscilloscopio che ci dà la possibilità di visualizzare l'andamento della frequenza finale in funzione della tensione massima e in funzione della tensione minima.

Come valore di uscita avremo due tipi di frequenza :

- 1) *Un valore di frequenza in base alla tensione massima;*
- 2) *Un valore di frequenza in base alla tensione minima;*

E' naturale, che sul grafico da noi riportato su questa relazione, sarà presente solo la curva di frequenza in relazione alla frequenza massima o frequenza di uscita, in quanto questo sarà il risultato da raggiungere durante ogni singola misura.

In calce a tutte le misure svolte, vi è una nota generale, la quale è riferita alla tensione VC4 rispettiva del diodo C4; essa è la tensione unica utilizzata per lo svolgimento di tutte le misure presa nel suo valore massimo e minimo.

Infine in questa relazione sono riportati una serie di calcoli che ci permettono di ricavare la tensione finale presente sul diodo C4.

...