

Corso di elettronica per telecomunicazioni - 4° esercitazione

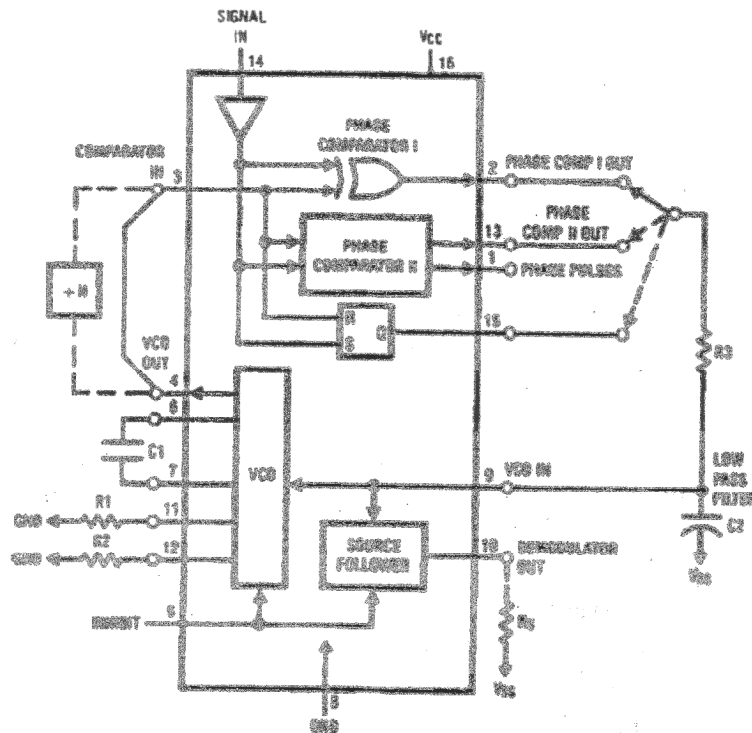


VERIFICA DEL FUNZIONAMENTO DI UN PLL INTEGRATO

Docente del corso: prof. Giovanni Busatto

**Galletti Riccardo
Matr. 1265**

Punto 1 e 2: Si è implementato su breadboard il seguente schema circuitale, comprendente un PLL integrato (HCF4046B):



Si sono calcolati i valori delle resistenze R_1 , R_2 , R_3 e delle capacità C_1 , C_2 in modo da avere un campo di mantenimento compreso tra $20kHz$ e $80kHz$, e un campo di cattura pari al 30% del campo di mantenimento.

In particolare per $VCO_{in}=0V$ dobbiamo avere $f=20kHz$ e per $VCO_{in}=5V$ $f=80kHz$.

Scegliendo un'alimentazione di 5 V, utilizzando il datasheet del VCO si ottengono i seguenti valori:

$$R_1=10K\Omega \quad C_1=1nF \quad e \quad R_2=100K\Omega$$

Fissando $C_2 = 1nF$, si ottiene il valore di R_3 che soddisfa la specifica richiesta dalla seguente formula:

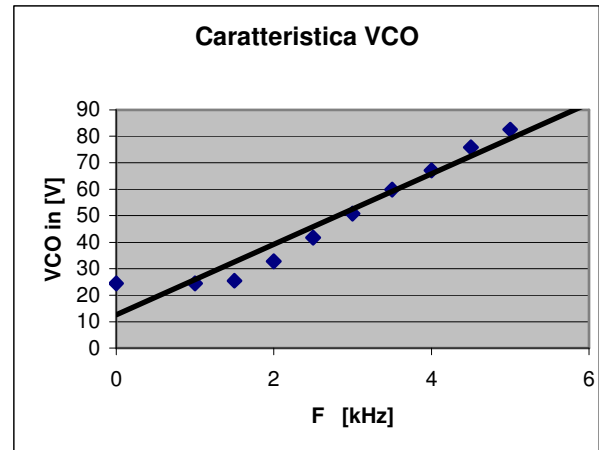
$$2f_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi(f_{MAX} - f_{MIN})}{R_3 \cdot C_2}} = 18kHz \quad \Rightarrow \quad R_3 = 59k\Omega$$

Tale valore non era però disponibile, quindi si è adoperata una resistenza da $56k\Omega$.

Per prima cosa si è verificato il funzionamento del VCO, evitando di collegare il filtro passabasso formato dai componenti R_3 , C_2 e alimentando il morsetto 9 dell'integrato con una tensione continua di valore variabile tra 0 e 5 V, mediante l'uso di un alimentatore.

A questo punto possiamo tracciare la caratteristica del VCO facendo variare la tensione al morsetto 9(VCO in) tra 0 e 5V. I valori ottenuti sono i seguenti:

Tensione [V]	Frequenza [kHz]
0	24,45
1	24,48
1,5	25,48
2	32,79
2,5	41,8
3	50,8
3,5	59,9
4	67,1
4,5	75,8
5	82,6



Dai valori in tabella si vede che le effettive frequenze minime e massime sono di:

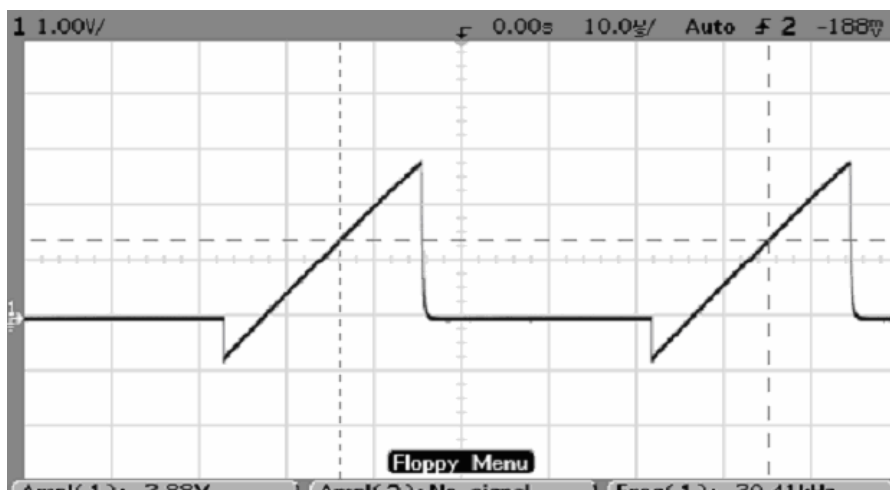
$$f_{\min} = 24.45 \text{ kHz}$$

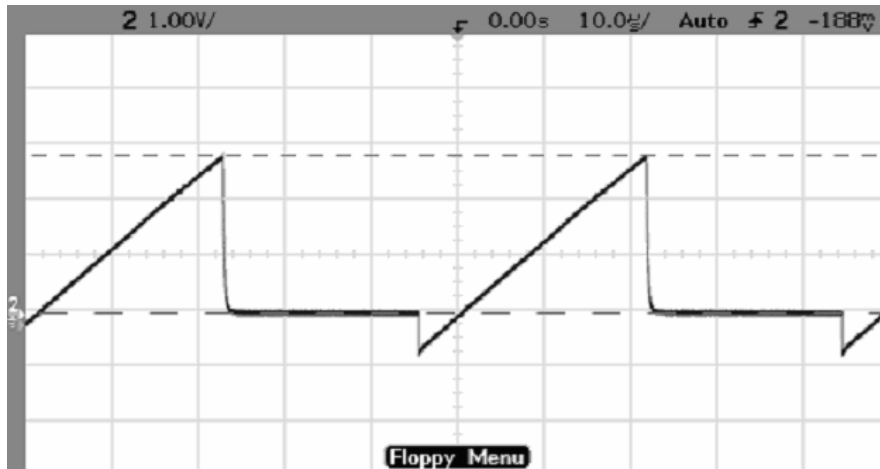
$$f_{\max} = 82.6 \text{ kHz}$$

Inoltre, attivando da Excel la funzione 'pendenza', si è trovato il fattore K_o del VCO, pari a:

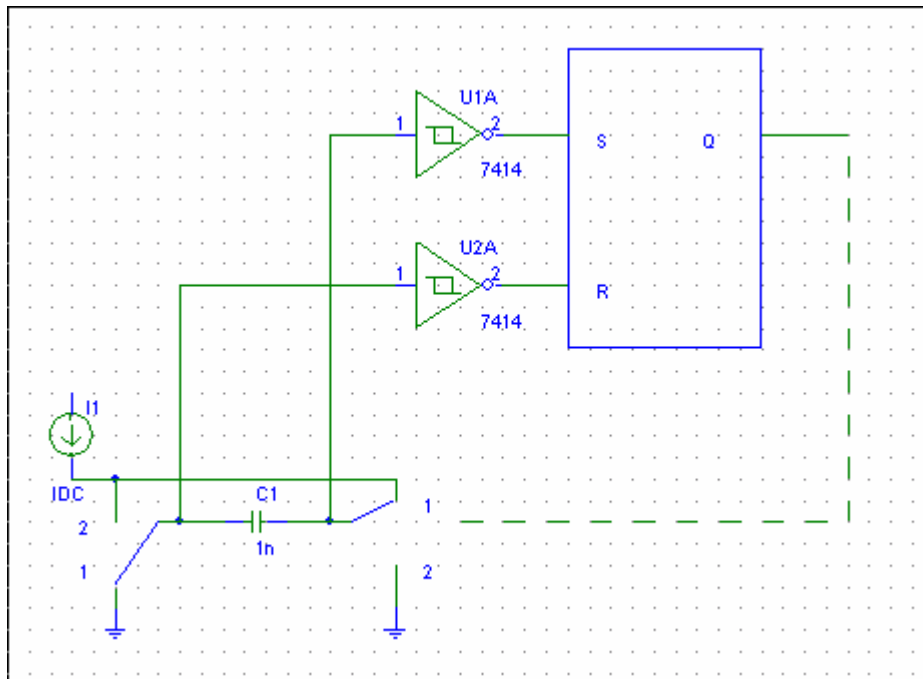
$$K_o = 13.31 \text{ kHz/V}$$

Se ora colleghiamo le due sonde dell'oscilloscopio ai morsetti della capacità C_1 otteniamo le seguenti forme d'onda:





Per comprendere il significato di questi andamenti dobbiamo vedere come è realizzato il VCO.



La posizione degli interruttori è controllata dall'uscita Q del flip flop S-R.

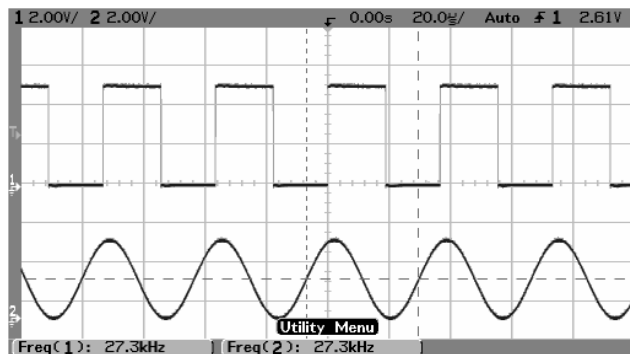
Quando l'uscita è bassa gli interruttori si trovano nella posizione 1, il condensatore si carica a corrente costante e la tensione cresce linearmente fino al raggiungimento della tensione di soglia del trigger posto sull'ingresso S. Viene attivato il Set, Q diventa alto e il condensatore che si era scaricato istantaneamente, si carica con la corrente che scorre nel verso opposto dal momento che entrambi gli interruttori commutano alla posizione 2. A questo punto, quando si raggiunge la tensione di soglia del trigger posto sull'ingresso R, si attiva di nuovo il Reset. Tali osservazioni spiegano lo sfasamento di 180° delle due forme d'onda osservate ai morsetti del condensatore.

Una volta collegato il filtro R3-C2 al nostro PLL possiamo imporre al morsetto 14 (signal in) un segnale sinusoidale di ampiezza pari a 4V e offset di 2V (l'offset serve per non far diventare mai il segnale negativo, perché altrimenti si attiverebbe il diodo di body presente nel transistor del VCO e modificherebbero sensibilmente il comportamento del nostro sistema).

Ponendo ora una delle sonde dell'oscilloscopio al morsetto 4 (VCO out) possiamo visualizzare la forma d'onda in uscita al VCO ed identificare quindi le frequenze di aggancio e di sgancio. Partiamo da una frequenza di 100Hz e aumentiamo man mano la frequenza, fino a quando i segnali di ingresso ed uscita sono agganciati (ovvero hanno la stessa frequenza).

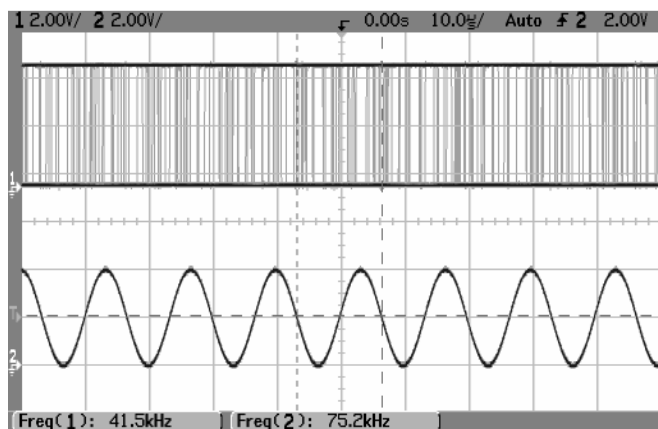
Da ciò si rileva che la frequenza di aggancio è di:

$$f_{\text{aggancio}} = 27.3\text{kHz}$$



mentre la frequenza di sgancio è di:

$$f_{\text{sgancio}} = 75.1\text{kHz}$$



Infatti a 75,2 kHz le frequenze non sono più uguali.

Una volta definite tali frequenze possiamo prelevare il segnale in ingresso al VCO per misurare la tensione (picco picco) V_C che lo caratterizza. Al variare della frequenza si ottengono i seguenti valori :

F_i crescenti [kHz]	V_C [V]
27.3	1.7
30	1.86
35	2.1
40	2.38
45	2.68
50	2.95
55	3.22
60	3.5
65	3.78
70	3.9
75.1	4.4

Ripetendo gli stessi ragionamenti fatti sopra, ma per frequenze decrescenti a partire da 200kHz, otteniamo i valori di V_C riportati in tabella 2 e le seguenti frequenze di aggancio e sgancio:

$$f_{\text{aggancio}} = 59\text{kHz} \quad f_{\text{sgancio}} = 21\text{kHz}$$

F_i decrescenti [kHz]	V_C [V]
59	3.4
55	3.2
50	2.94
45	2.66
40	2.39
35	2.12
30	1.86
25	1.55
21.8	980m

Dalle misura fatte si possono ora distinguere gli effettivi campi di mantenimento e di cattura:

$$\text{campo di mantenimento} = 75.1\text{kHz} - 21\text{kHz} = 54.1\text{kHz}$$

$$\text{campo di cattura} = 59\text{kHz} - 27.3\text{kHz} = 31.7\text{kHz}$$

scaricato dal sito www.riccardogalletti.com/appunti_gratis

© Riccardo Galletti

si ringrazia per la stesura dell'elaborato la valida collaborazione della dott.ssa Annarita Evangelista e del dott. Salvatore Benna e del loro gruppo d'esercitazione.