

SOMMARIO

VCO OSCILLATORE CONTROLLATO IN TENSIONE.....	2
VCO CON AMPLIFICATORE OVA	3
BIBLIOGRAFIA :	4

VCO

prof. Cleto Azzani
IPSIA Moretto Brescia

aprile 1994

VCO Oscillatore controllato in tensione

Il termine VCO (Voltage Controlled Oscillator) o VCM (Voltage Controlled Multivibrator) si attribuisce a 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 è di forma d'onda quadra, il termine VCO viene utilizzato negli altri casi. Nel caso di proporzionalità diretta fra ampiezza del segnale in ingresso e frequenza del segnale d'uscita la f.d.t. del VCO ha le dimensioni di Hz/V.

$$K_{VCO} = \frac{f_u}{V_i} \quad [K_{VCO}] = \left[\frac{\text{Hz}}{\text{V}} \right] \quad 1.10$$

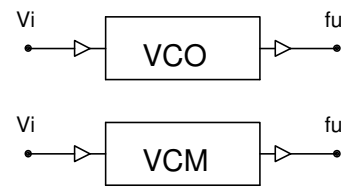


fig. 7 VCO/CVM

Un semplice esempio di VCO è per l'appunto quello presentato in fig. 8. Esso comprende un oscillatore rilassato ad UJT nel quale la capacità C viene caricata a corrente costante consentendo quindi alla tensione Vc di crescere con legge lineare. Il BJT Q2 costituisce il generatore di corrente che pilota il condensatore C; è un generatore di tipo "source" compensato termicamente contro le variazioni di Vbe. Il BJT Q1 è un generatore di corrente "sink" che provvede al pilotaggio di Q2. Applicando il secondo principio di Kirchoff alla maglia di ingresso di Q1 è immediato verificare che risulta :

$$I_{C1} \cong I_{E1} = \frac{V_i - V_{BE}}{R_{E1}} \quad 1.11$$

una relazione analoga può essere scritta per la maglia di ingresso del BJT Q2:

$$I_{C2} \cong I_{E2} = \frac{R_{C1} I_{C1}}{R_{E2}} = \frac{V_i - V_{BE}}{R_{E1}} \cdot \frac{R_{C1}}{R_{E2}} \quad 1.12$$

affinchè il circuito funzioni da oscillatore a rilassamento è essenziale che risulti interessato il tratto a resistenza differenziale negativa ossia :

$$I_V < I_{C2} < I_P \quad 1.13$$

Se la condizione 1.13 risulta verificata, l'andamento nel tempo della tensione ai capi del condensatore C (grafico fig. 9) è data dalla relazione:

$$v_c(t) = \frac{I_{C2}}{C} t + V_0 \quad 1.14$$

ove V_0 rappresenta il valore di tensione di regime che è presente ai capi del condensatore prima dell'inizio di un nuovo ciclo di carica (praticamente coincidente con la tensione di valle dell'UJT). Il coefficiente angolare m della retta che esprime la legge di carica è dato da:

$$m = \frac{I_{C2}}{C} = \frac{V_i - V_{BE}}{R_{E1}} \cdot \frac{R_{C1}}{R_{E2} C} \quad 1.15$$

Analizzando l'espressione 1.15 si noti che il coefficiente angolare della retta dipende in primo luogo dal valore dei componenti R_{E1} , R_{E2} , R_{C1} e C e inoltre da V_i . Detto T il tempo impiegato per raggiungere il valore V_p dell'UJT si avrà :

$$v_c(T) = \frac{I_{C2}}{C} T + V_0 = V_p \quad 1.16$$

$$T = \frac{V_p - V_0}{I_{C2}} C \quad 1.17$$

e quindi :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{I_{C2}}{V_p - V_0} \cdot \frac{1}{C} = \frac{V_i - V_{BE}}{R_{E1}} \cdot \frac{R_{C1}}{R_{E2} C} \cdot \frac{1}{V_p - V_0} \cong \frac{V_i}{R_{E1}} \cdot \frac{R_{C1}}{R_{E2} C} \cdot \frac{1}{\eta V_{CC}} \quad 1.18$$

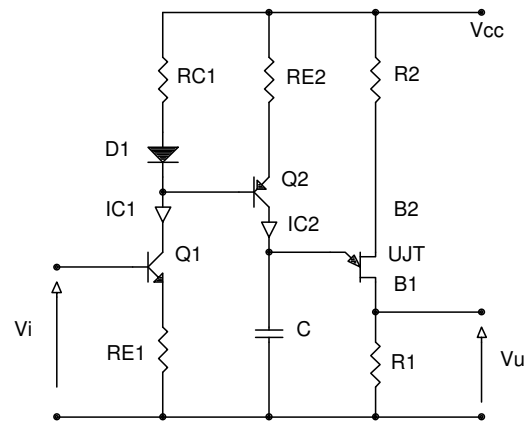


fig. 8 VCO con UJT

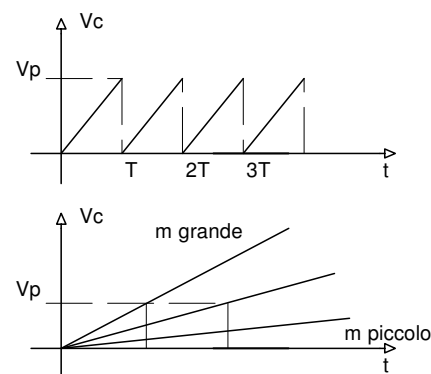


fig. 9 andamento della $V_c(t)$

da cui risulta :

$$K_{VCO} = \frac{f_u}{V_i} = \frac{R_{C1}}{R_{E1}R_{E2}C} \cdot \frac{1}{\eta V_{CC}} \quad 1.19$$

L'espressione 1.18 è stata ottenuta operando alcune approssimazioni: in primo luogo si è trascurata V_{be} rispetto a V_i , in secondo luogo si è ritenuta V_o trascurabile rispetto al valore ηV_{CC} .

VCO con amplificatore OVA

Un altro esempio di VCO è quello presentato in fig. 10. Esso è costituito da un integratore realizzato con amplificatore operazionale, due comparatori senza isteresi C1 e C2, un flip flop RS.

Supponiamo che il condensatore C sia inizialmente scarico, che in ingresso al circuito venga applicata una tensione positiva e che l'uscita Q del bistabile RS si trovi a livello logico alto (V_{CC}); la tensione in uscita all'integratore sicuramente decresce con legge lineare (vedi fig. 11); si consideri che D1 risulta interdetto). In questa fase l'ingresso S si trova a livello logico basso (V_{EE}) in quanto $V_{ni} < V_i$ e l'ingresso R si trova a livello logico basso per lo stesso motivo. Ad un certo punto la tensione presente in uscita all'integratore raggiunge il valore $-V_{REF}$; l'uscita del comparatore superiore C1 commuta a livello logico alto; l'uscita Q del bistabile commuta a livello logico basso, il diodo D1 viene polarizzato direttamente ed il condensatore C si scarica rapidamente essendo $R_2 \ll R_1$. La scarica porta il potenziale in uscita all'integratore sempre più vicino a 0V; quando tale valore viene raggiunto, il comparatore inferiore C2 commuta la sua uscita a livello logico alto (V_{CC}), l'uscita del bistabile passa a livello logico alto (V_{CC}) il diodo D1 si interdice ed il ciclo si ripete da capo.

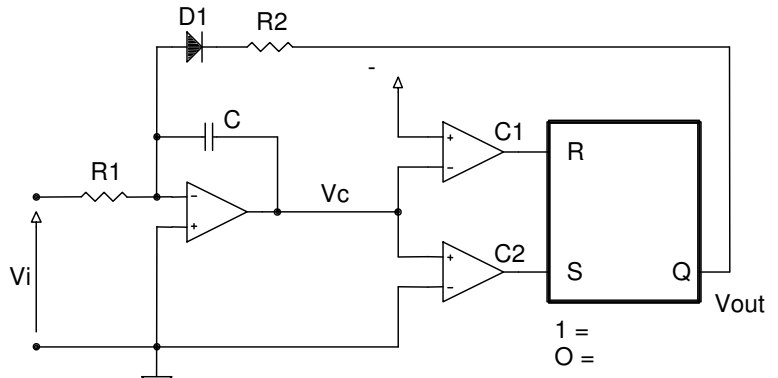


fig. 10 VCO con

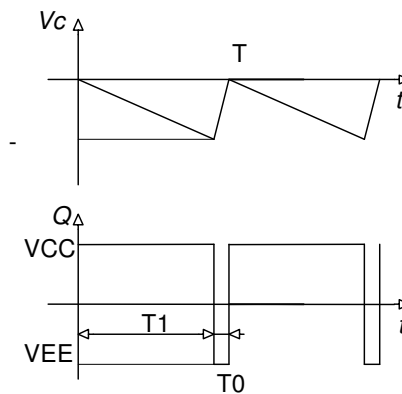


fig. 11 Andamento temporale di Vc

L'andamento della tensione in uscita al circuito integratore nell'intervallo di tempo in cui D1 risulta interdetto (uscita Q a livello logico alto V_{CC}) è data dall'espressione:

$$v_c(t) = -\frac{V_i}{R_1 C} t \quad 1.20$$

$$v_c(T_1) = -\frac{V_i}{R_1 C} T_1 = -V_{REF} \quad 1.21$$

$$T_1 = \frac{V_{REF}}{V_i} R_1 C \quad 1.22$$

L'andamento della tensione in uscita al circuito integratore nell'intervallo di tempo in cui D1 risulta conduttore (uscita Q a livello logico basso $V_{EE} = -V_{CC}$) è dato dall'espressione:

$$v_c(t) = -\left(\frac{V_i}{R_1 C} - \frac{V_{CC}}{R_2 C}\right) t - V_{REF} \cong \frac{V_{CC}}{R_2 C} t - V_{REF} \quad 1.23$$

$$v_c(T_0) = 0 = \frac{V_{CC}}{R_2 C} T_0 - V_{REF} \quad 1.24$$

$$T_0 = \frac{V_{REF}}{V_{CC}} R_2 C \quad 1.25$$

$$T = T_1 + T_0 = \frac{V_{REF}}{V_i} R_1 C + \frac{V_{REF}}{V_{CC}} R_2 C = V_{REF} C \left(\frac{R_1}{V_i} + \frac{R_2}{V_{CC}} \right) \cong V_{REF} C \frac{R_1}{V_i} \quad 1.26$$

essendo come è noto $R_2 \ll R_1$. Dalla 1.26 si desume infine :

$$f = \frac{1}{T} \cong \frac{V_i}{V_{REF} C R_1} \quad 1.27$$

$$K_{VCO} = \frac{f_u}{V_i} = \frac{1}{V_{REF} C R_1} \quad 1.28$$

Bibliografia :

Cuniberti
Azzani Cleto

Elettronica 2 e 3 vol
Transistore UJT
Generatori di Corrente
Lo sviluppo in serie di Fourier

Petrini Editore
dispense
dispense
dispense