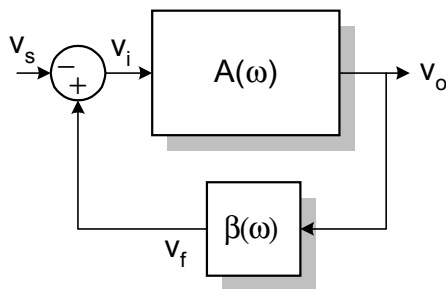


Oscil.ladors

- Oscil.ladors senoidals
 - Conceptes generals
 - Oscil.ladors de pont de Wien i de corriment de fase
 - Oscil.ladors de Colpitts i de Hartley
 - Oscil.ladors de cristall
- Osciladors no senoidals (circuitos astables)
 - Oscil.lador multivibrador astable
 - L'integrat 555.
 - Oscil.lador controlat per tensió (VCO)
- PLL (*Phase Locked Loop*)

Oscil.ladors senoïdals:

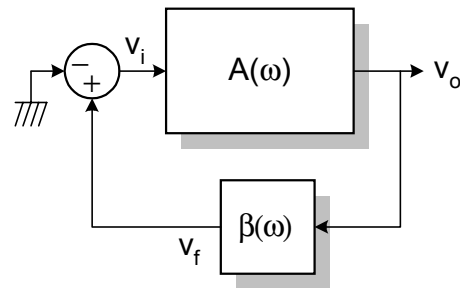
Teoria general



$$A_f(\omega) = \frac{v_o}{v_s}$$

$$A_f(\omega) = \frac{A(\omega)}{1 - A(\omega)\beta(\omega)}$$

En un oscil.lador tenim
sortida encara que l'entrada
 v_s sigui nula.



Si definim $L(\omega) = A(\omega) \cdot \beta(\omega) = M(\omega)_{\phi(\omega)}$

llavors la condició d'oscil.lació serà

$$L(\omega_o) \equiv M(\omega_o)_{\phi(\omega_o)} = 1$$

i això implica dues condicions

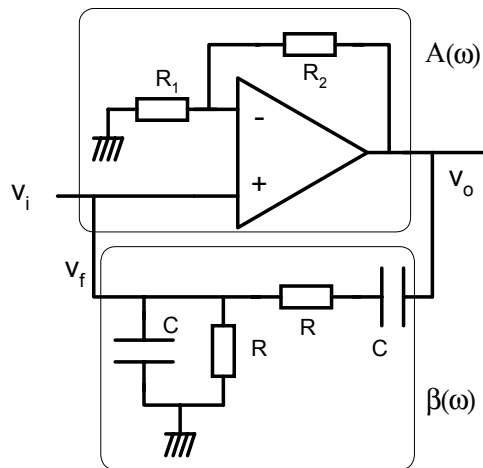
$M(\omega_o) = 1 \Rightarrow$ condició de magnitud $\Rightarrow$ condició d'arranque

$\phi(\omega_o) = 0 \Rightarrow$ condició de fase $\Rightarrow$ determina freq. d'oscil.lació

Si $M(\omega_o) < 1$ el circuit no oscil.la

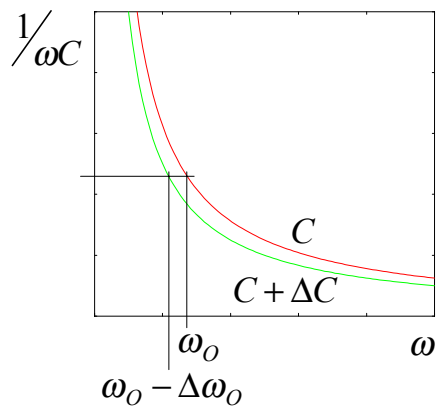
Si $M(\omega_o) > 1$ oscil.larà amb amplitud creixent en el temps, fins
que un limitador o les no linealitats limitin l'amplitud

Oscil.lador de pont de Wien

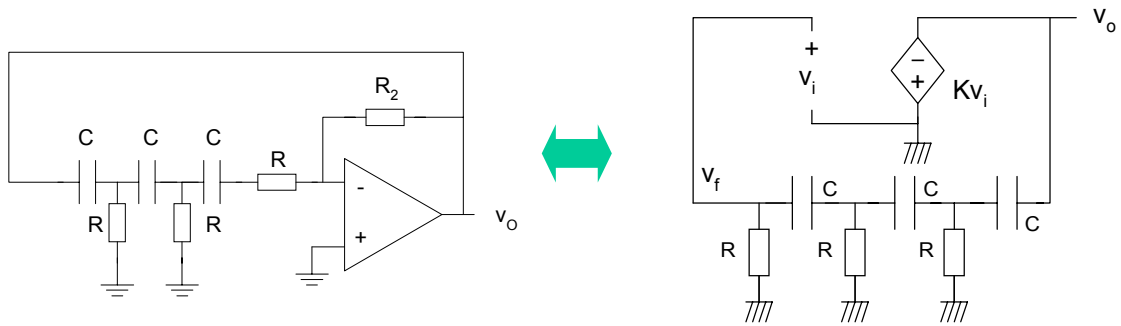


Oscil.lador de pont de Wien

Estabilitat en freqüència

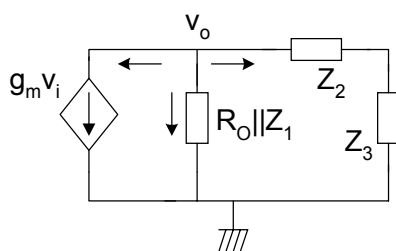
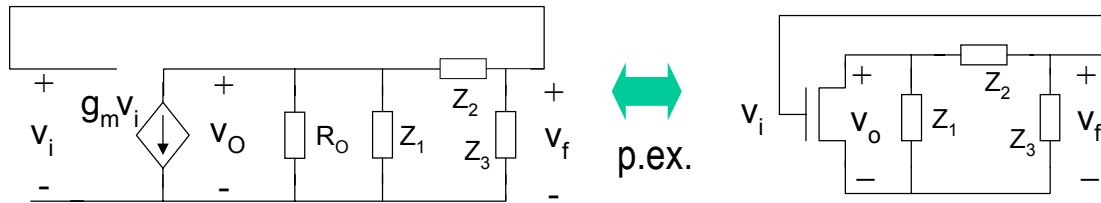


Oscil.lador de corriment de fase

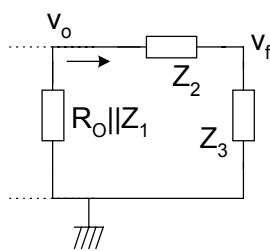


(full de problemes)

Oscil.lador amb LC



Anem a calcular $A(\omega) = \frac{v_o}{v_i}$

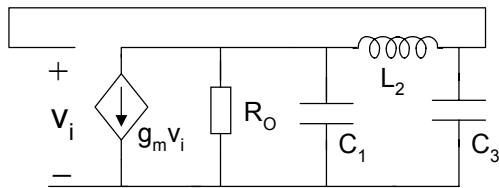


Anem a calcular $\beta(\omega) = \frac{v_f}{v_o}$

Per tant $L(\omega) = A(\omega) \cdot \beta(\omega) =$

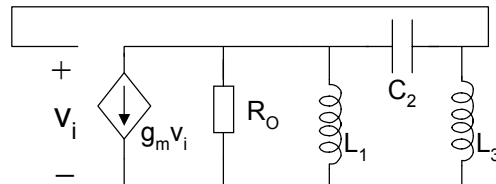
Oscil.lador de Colpitts

Cas particular: oscil.lador de Colpitts



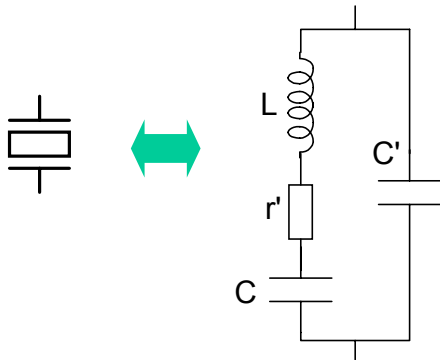
Oscil.lador de Hartley

Cas particular: oscil.lador de Hartley (full de problemes)



Oscil·ladors de cristall

En un cristall de quarç l'energia perduda una vegada oscil·la és molt baixa



L i C d'un circuit resonant

r' pèrdues

C' contactes elèctrics i suport

Exemple: cristall de 90 kHz

$$L = 137 \text{ H} \quad C = 0.0235 \text{ pF}$$

$$r' = 15 \text{ k}\Omega \quad C' = 3.5 \text{ pF}$$

Prop de la freqüència de resonància $r' \ll \omega L$ i podem considerar r' menyspreable

$$\begin{aligned} Z_{\text{cristall}} &= (Z_L + Z_C) \parallel Z_{C'} = \frac{1/j\omega C' \left[j\omega L + 1/j\omega C \right]}{j\omega L + 1/j\omega C' + 1/j\omega C} = \frac{1}{j\omega C'} \frac{-LC\omega^2 + 1}{C/C' - LC\omega^2 + 1} = \\ &= \frac{1}{j\omega C'} \frac{\omega^2 - 1/LC}{\omega^2 - 1/LC - 1/LC'} = \frac{1}{j\omega C'} \frac{\omega^2 - 1/LC}{\omega^2 - \frac{C+C'}{LCC'}} \end{aligned}$$

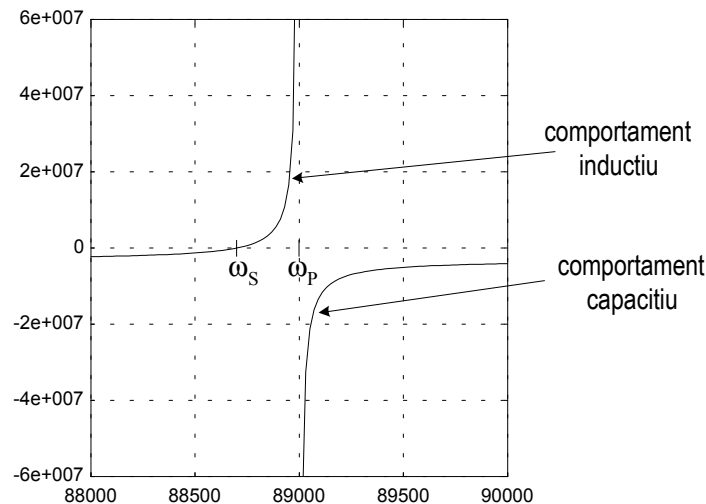
$$\text{Definint } \omega_S \equiv \sqrt{1/LC}$$

$$\omega_P \equiv \sqrt{\frac{C+C'}{LCC'}}$$

$$\text{Obtenim } Z_{\text{cristall}} = \frac{-j}{\omega C'} \cdot \frac{\omega^2 - \omega_S^2}{\omega^2 - \omega_P^2}$$

$$\text{Com } Z(\omega) \equiv jX(\omega) \Rightarrow X_{\text{cristall}}(\omega) = \frac{-1}{\omega C'} \cdot \frac{\omega^2 - \omega_S^2}{\omega^2 - \omega_P^2}$$

Oscil.ladors de cristall



A un cristall de quarç ω_S i ω_P són molt properes. Per exemple, a un cristall de 90kHz

$$\omega_S = 88.7 \text{ kHz}$$

$$\omega_P = 88.998 \text{ kHz}$$



El segment entre ω_S i ω_P és pràcticament vertical

Exemple: Oscil.lador de Pierce

és un Colpitts on s'ha substituït la bobina L_2 per un cristall.

La condició d'oscil.lació serà:

$$-\frac{1}{\omega C_1} + X(\omega) - \frac{1}{\omega C_2} = 0$$

$$X(\omega) = \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2} = \frac{1}{\omega \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}} = \frac{1}{\omega C_{eq}}$$

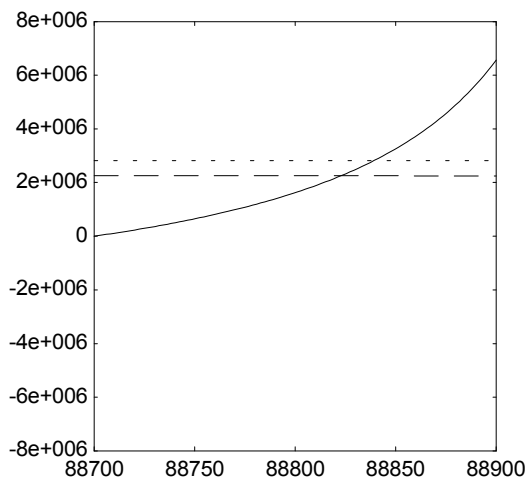
Oscil.ladors de cristall

Substituint la $X(\omega)$ del cristall

$$\frac{-1}{\omega C'} \frac{\omega^2 - \omega_S^2}{\omega^2 - \omega_P^2} = \frac{1}{\omega C_{eq}} \Rightarrow \omega_O^2 = \frac{\omega_P^2 \left[\frac{C'}{C_{eq}} + \left(\frac{\omega_S}{\omega_P} \right)^2 \right]}{\frac{C'}{C_{eq}} + 1}$$

Per tant si $\omega_S \approx \omega_P$ llavors oscil.la a $\omega_O \approx \omega_P$

La sensibilitat de la freqüència d'oscil.lació front a variacions de C_{eq} és molt baixa.

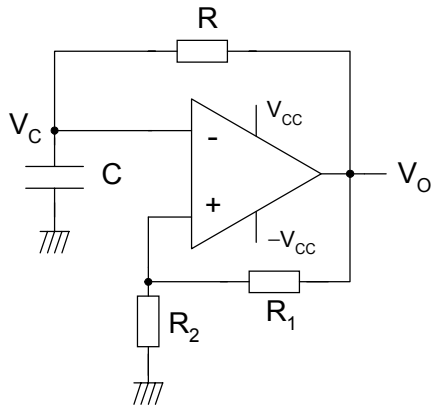


$$C_{eq} = 5 \text{ pF} + \Delta C_{eq}$$

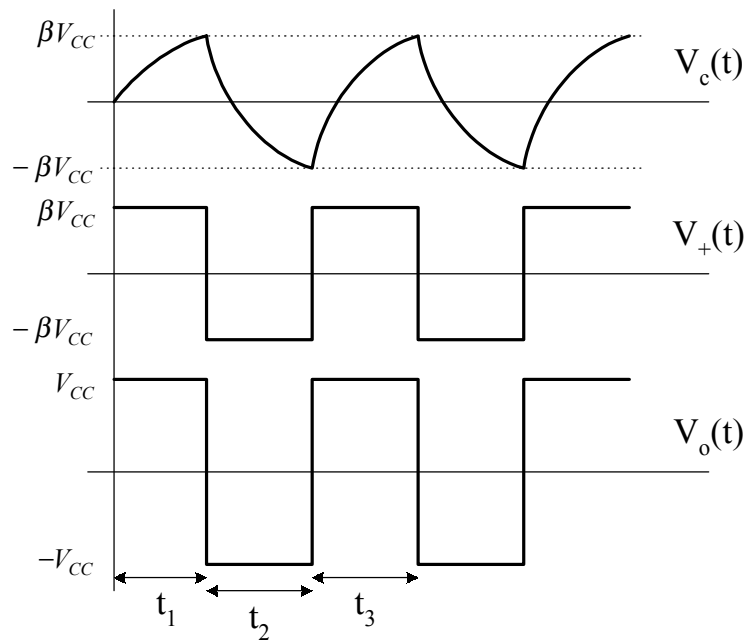
$$\text{amb } \Delta C_{eq} / C_{eq} = 25\%$$

$$\Delta \omega_O \approx 0.02\% !!$$

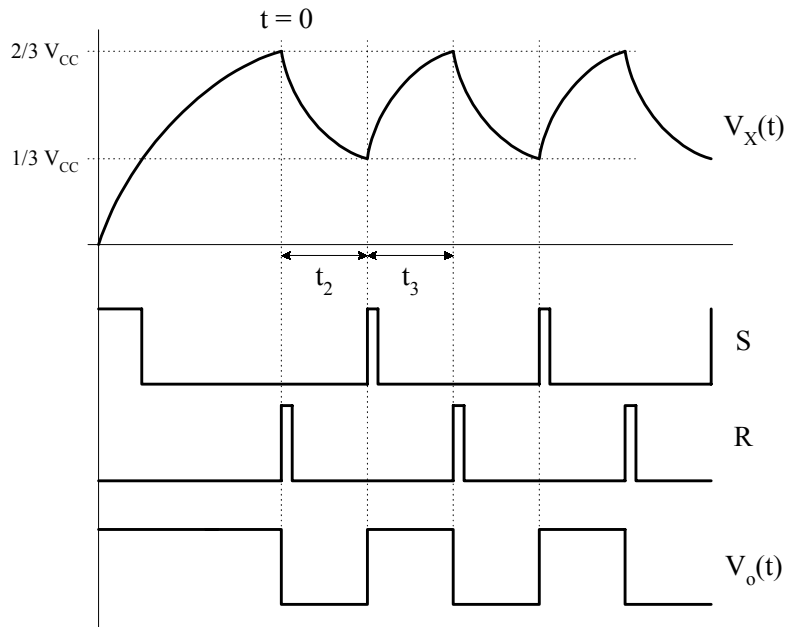
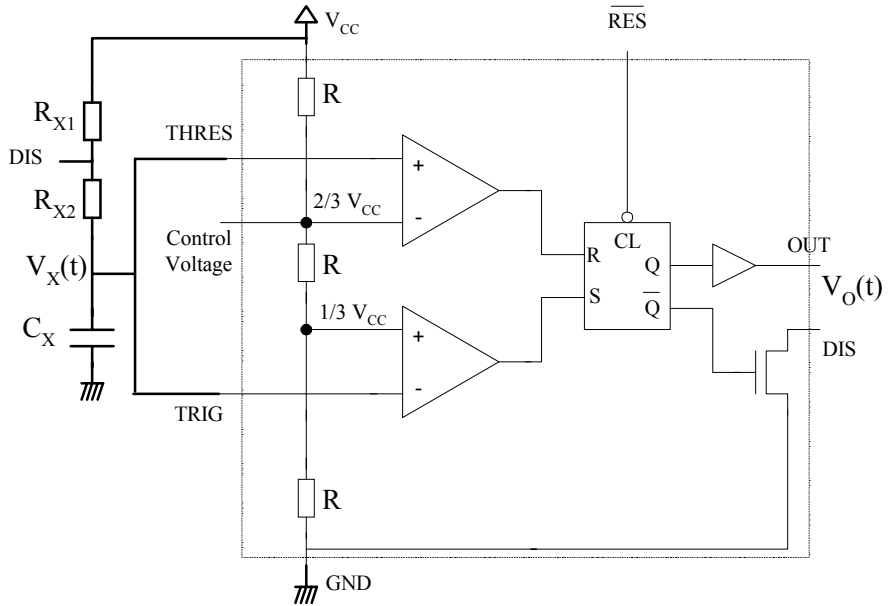
Oscil.lador de relaxació. Multivibrador Astable



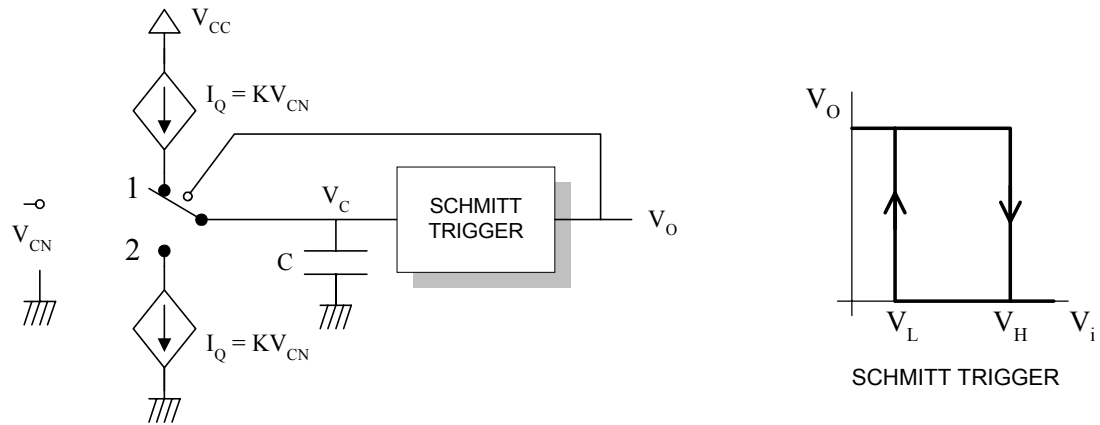
Oscil.lador de relaxació. Multivibrador Astable



El circuit 555. Aplicació a multivibrador astable

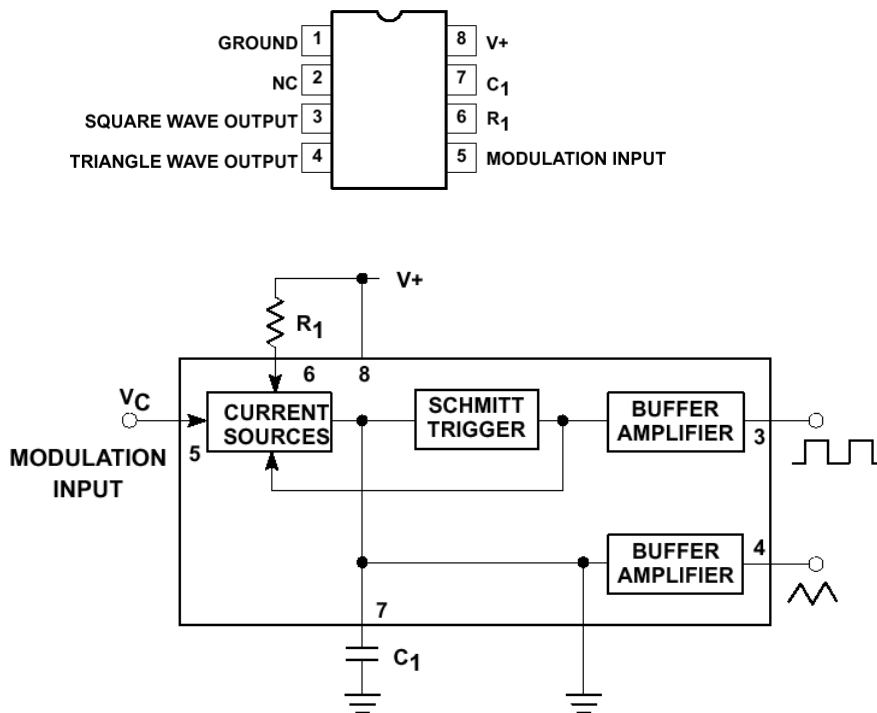


Oscil.lador controlat per tensió (VCO)



Oscil.lador controlat per tensió (VCO)

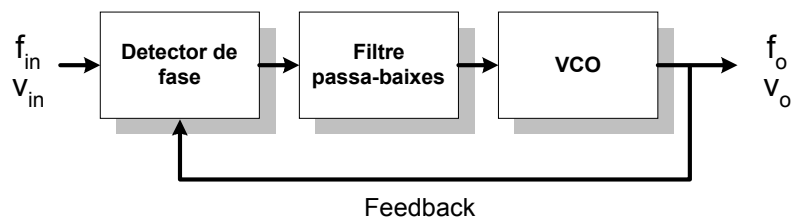
Exemple de VCO comercial : NE/SE 566



- Buffers per tenir $Z_{out} = 50 \Omega$
- Amplitud ona quadrada : 5,4 Vpp
- Amplitud ona triangular : 2,4 Vpp
- Freqüència màxima : 1 MHz

PLL (Phase-Locked Loop)

- El bucle d'un PLL (Bucle de captura de fase) consisteix en un detector de fase, un filtre passa baixes i un VCO



Detector de fase o comparador de fase: Compara la fase de V_{in} amb la de V_o i produeix una tensió proporcional a la diferència de fases (voltage error)

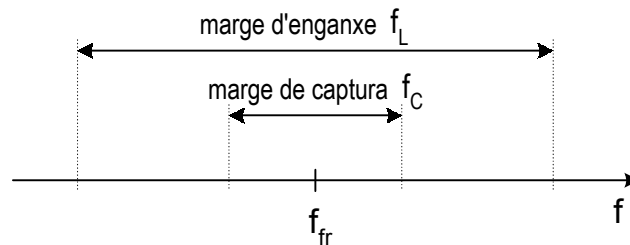
El voltage error s'aplica a l'entrada del filtre, per eliminar components d'alta freqüència, produint una tensió de variació suau.

Aquesta tensió s'aplica al VCO, creant una V_o amf f_o proporcional a aquesta tensió.

Si ara V_{in} varia un poc en freqüència, la tensió d'error augmenta o disminueix, variant la freqüència de f_o fins que "s'enganxa" novament a la freqüència del senyal d'entrada.

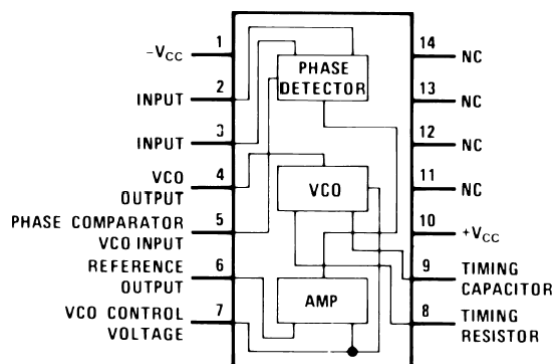
- Definim freqüència d'oscil.lació lliure f_{fr} a la del senyal de sortida amb $V_{in} = 0$
- Una vegada oscil.lant a f_{fr} , si aplicam fin a l'entrada, el PLL entra en mode captura, i definim el marge de captura f_c com les freqüències a les quals el PLL és capaç d'enganxarse ($f_o = fin$).

PLL (Phase-Locked Loop)



- Una vegada oscil.lant ara enganxat a f_{in} , hi ha un marge de variacions de f_{in} que permeten que f_o segueixi a f_{in} , és el marge d'enganxament f_L .

LM565: Exemple de PLL comercial

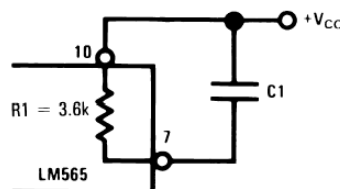


$$f_{fr} \approx \frac{0.3}{R_O C_O}$$

$$f_L = \frac{8 f_{fr}}{V_{CC} - (-V_{CC})}$$

R_O : resistència entre pins 8 i 10
 C_O : condensador pins 9 i terra

f_C depen de com s'implementi el filtre passa baixes



$$f_C = \sqrt{\frac{f_L}{2\pi \cdot 3.6 \cdot 10^3 C_1}}$$