

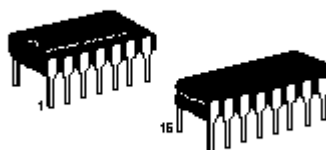
ISTITUTO PROFESSIONALE DI STATO PER L'INDUSTRIA L'ARTIGIANATO
CON SEZIONI DI SCUOLA PER LE ATTIVITA' MARINARE
63039 SAN BENEDETTO DEL TRONTO (Ascoli Piceno)
Distretto N.16

Classe VA T.I.E.E.

Anno Scolastico 1995/96

Docente: prof. Franco Tufoni

OSCILLATORI SINUSOIDALI



OSCILLATORI SINUSOIDALI

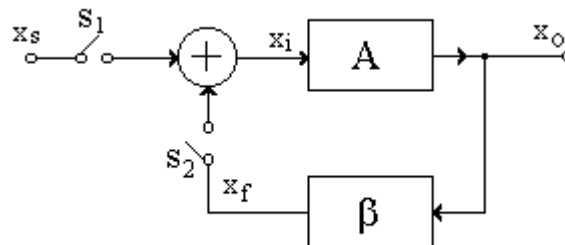
Un oscillatore sinusoidale è un circuito in grado di generare un segnale sinusoidale di frequenza predeterminata (f_0), senza l'intervento di nessun segnale esterno.

Un oscillatore è composto da un amplificatore con reazione positiva. Un tale dispositivo trova impiego in vari campi applicativi:

- 1) Bassa Frequenza (BF) (testing di apparecchiature audio, pilotaggio di trasduttori, ecc.)
- 2) Alta Frequenza (AF) (generazione di portanti radio TV, circuiti per la conversione di frequenza, ecc.).

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DI UN OSCILLATORE

Si prenda in considerazione lo schema di figura dell'amplificatore reazionato, il segnale di reazione X_f viene ora iniettato nel blocco comparatore senza inversione di fase.



$$X_f = \beta A X_i \implies \text{Reazione positiva, la fase di } X_i \text{ uguale alla fase di } X_f$$

Nell'ipotesi che esista un'unica frequenza f_0 per la quale risulti

$$\angle \beta \cdot A = 0$$

oppure un multiplo di 2π , si possono presentare tre casi.

- 1) $|\beta A| = 1 \implies X_f = X_s$; chiudendo S2 e aprendo contemporaneamente S1 l'amplificatore si autoeccita, mantenendo in uscita l'oscillazione a frequenza f_0 , di ampiezza costante.
- 2) $|\beta A| < 1 \implies X_f < X_s$; chiudendo S2 e aprendo contemporaneamente S1, l'oscillazione a frequenza f_0 , si smorza gradualmente nel tempo fino ad esaurirsi.
- 3) $|\beta A| > 1 \implies X_f > X_s$; chiudendo S2 e aprendo contemporaneamente S1, corrisponde ora il mantenimento dell'oscillazione a frequenza f_0 , di ampiezza crescente nel tempo sino a quanto non intervengano fenomeni di non linearità nell'amplificatore.

E' importante osservare che nell'ultimo caso l'oscillazione ha carattere *autoinnescante* e nasce

spontaneamente nell'anello di reazione, alla chiusura del circuito di alimentazione, questo rende inutile il segnale X_s .

Il segnale di innesco è in genere un piccolo segnale di rumore a frequenza f_0 (Rumore Termico sempre presente all' interno dei componenti attivi). Tale componente, di valore infinitesimo, viene esaltata in maniera esclusiva dall'anello di reazione, trasformandosi in un'oscillazione di ampiezza elevata.

Le condizioni necessarie per ottenere in uscita un'oscillazione di ampiezza costante

$$\angle \beta A = 0 \qquad |\beta A| = 1$$

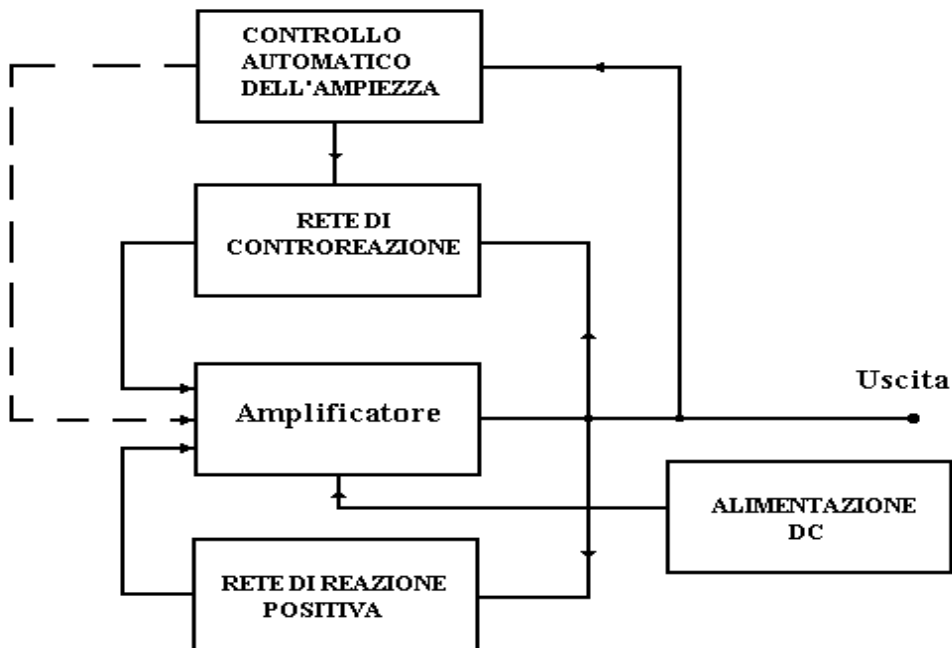
sono conosciute come **CONDIZIONI DI BARKHAUSEN** e costituiscono una base sufficiente per l'analisi del funzionamento e per il dimensionamento della maggior parte dei circuiti pratici. Si noti che le equazioni precedenti sono in realtà lo sdoppiamento di un'unica condizione: $\beta A = 1$.

Una delle due relazioni, di solito la prima, determina la frequenza di oscillazione f_0 , mentre l'altra permette di stabilire i criteri per la scelta dei componenti attivi e per il dimensionamento degli altri elementi del circuito.

$$\angle \beta A = 0 \Rightarrow \text{Si ricava la frequenza di oscillazione } f_0$$

$$|\beta A| = 1 \Rightarrow \text{Permette di stabilire la scelta dei componenti}$$

La necessità di soddisfare a regime le due equazioni (Fase=0 e Modulo=1) per un unico valore di frequenza f_0 , rende indispensabile la presenza nell'anello di reazione di componenti selettivi di un solo tipo (Capacità per Basse Frequenze) o di entrambi i tipi (L e C per Alte Frequenze). Inoltre, per quando esposto in precedenza, al fine di ottenere l'autoinnesco delle oscillazioni alla frequenza f_0 , si deve prevedere nel funzionamento iniziale un guadagno d'anello $|\beta A|$ leggermente superiore ad 1. Successivamente, col crescere dell'ampiezza dell'oscillazione, la diminuzione di A causata dai fenomeni di non linearità, riporta gradualmente il valore di modulo di $|\beta A|$ ad 1, con conseguente stabilizzazione dell'ampiezza, anche se con una certa percentuale di distorsione. Spesso nei circuiti pratici la disponibilità in uscita di un segnale di livello prestabilito e con basso tasso distorsione armonica viene raggiunta ricorrendo ad una rete di controllo automatico dell'ampiezza, come appare nello schema a blocchi di figura.



La rete di controreazione, quando è presente, ha la funzione di mantenere stabile il guadagno dell'amplificatore, evitando ad esempio che, per occasionali variazioni dei parametri del circuito, venga meno la condizione di innesco delle oscillazioni $|bA| > 1$.

PROCEDIMENTO PER LO STUDIO

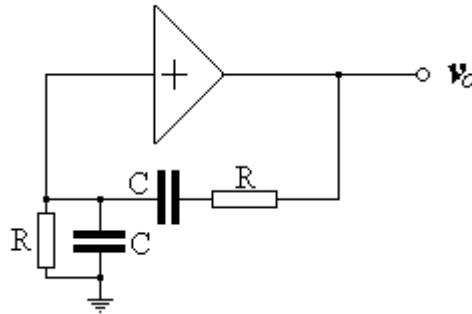
La condizione di oscillazione richiede, pertanto che la retroazione sia positiva e che guadagno di maglia $\beta A = 1$ ciò equivale ad imporre che il diagramma di Nyquist relativo a βA passi per il punto $-1 + j0$.

La frequenza di oscillazione coincide con la frequenza corrispondente a tale punto. Le condizioni per lo studio sono:

$$\begin{aligned} \text{Im}[\beta A(\omega_0)] = 0 &\Rightarrow \omega_0 \Rightarrow \text{Pulsazione di Oscillazione} \\ \text{Re}[\beta A(\omega_0)] = 1 &\Leftarrow \text{Modulo} \Rightarrow \text{Valore Componenti} \end{aligned}$$

L'espressione della parte reale $\beta A(\omega_0) = 1$ impone la condizione a cui devono soddisfare i parametri del circuito affinché sia soddisfatta la condizione di oscillazione, mentre l'espressione della parte immaginaria $\beta A(\omega_0) = 0$ permette di ricavare ω_0 (Pulsazione di oscillazione), quindi la frequenza f_0 .

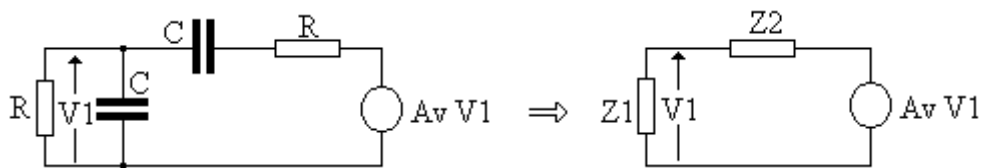
OSCILLATORE A MEZZO PONTE DI WIEN



CONDIZIONI IDEALI:

- 1) Resistenza d'ingresso = infinito;
- 2) Resistenza d'uscita = 0.

In queste condizioni l'amplificatore non dipende dal carico. Dallo schema elettrico si passa al suo circuito equivalente.



$$V_1 = \frac{Av \cdot V_1}{Z_2 + Z_1} * Z_1 \quad Z_1 = \frac{R \cdot \frac{1}{sC}}{R + \frac{1}{sC}} \quad Z_2 = R + \frac{1}{sC}$$

$$Z_1 = \frac{\frac{R}{sC}}{\frac{sCR + 1}{sC}} = \frac{R}{sCR + 1}$$

Sostituendo Z_1 e Z_2 otteniamo:

$$V_1 = \frac{\frac{Av \cdot V_1 \cdot R}{sCR + 1}}{\frac{R}{sCR + 1} + R + \frac{1}{sC}} \Rightarrow V_1 = \frac{\frac{Av \cdot V_1 \cdot R}{sCR + 1}}{\frac{sCR + R \cdot [sC \cdot (sCR + 1)] + sCR + 1}{sC \cdot (sCR + 1)}}$$

$$V_1 = \frac{\frac{Av \cdot V_1 \cdot R}{sCR + 1}}{\frac{sCR + sCR + (sCR)^2 + sCR + 1}{sC \cdot (sCR + 1)}} \Rightarrow V_1 = \frac{Av \cdot V_1 \cdot R}{3sCR + (sCR)^2 + 1}$$

$$V_1 = \frac{A_v \cdot V_1 \cdot R}{\frac{3SRC}{SC} + \frac{SRC^2}{SC} + \frac{1}{SC}} \Rightarrow 1 = \frac{A_v \cdot R}{3R + SRC + \frac{1}{SC}}$$

$$1 = \frac{A_v \cdot R}{R \left(3 + SRC + \frac{1}{SC} \right)} \Rightarrow \frac{A_v}{3 + SRC + \frac{1}{SC}} = 1$$

Sostituendo $S=j\omega$ si ottiene: