

# Breve descrizione sui compensatori

Un compensatore (o altresì controllore) è "l'organo che in un sistema dinamico determina l'andamento delle variabili di controllo" [1]. In particolare il compito del controllore è quello di far sì che l'andamento della variabile controllata non si discosti troppo rispetto all'andamento del segnale di riferimento.

In generale un compensatore può formato da tre diversi tipi di rete:

## Rete proporzionale

Una rete proporzionale viene utilizzata per attenuare o amplificare il segnale in ingresso al sistema.

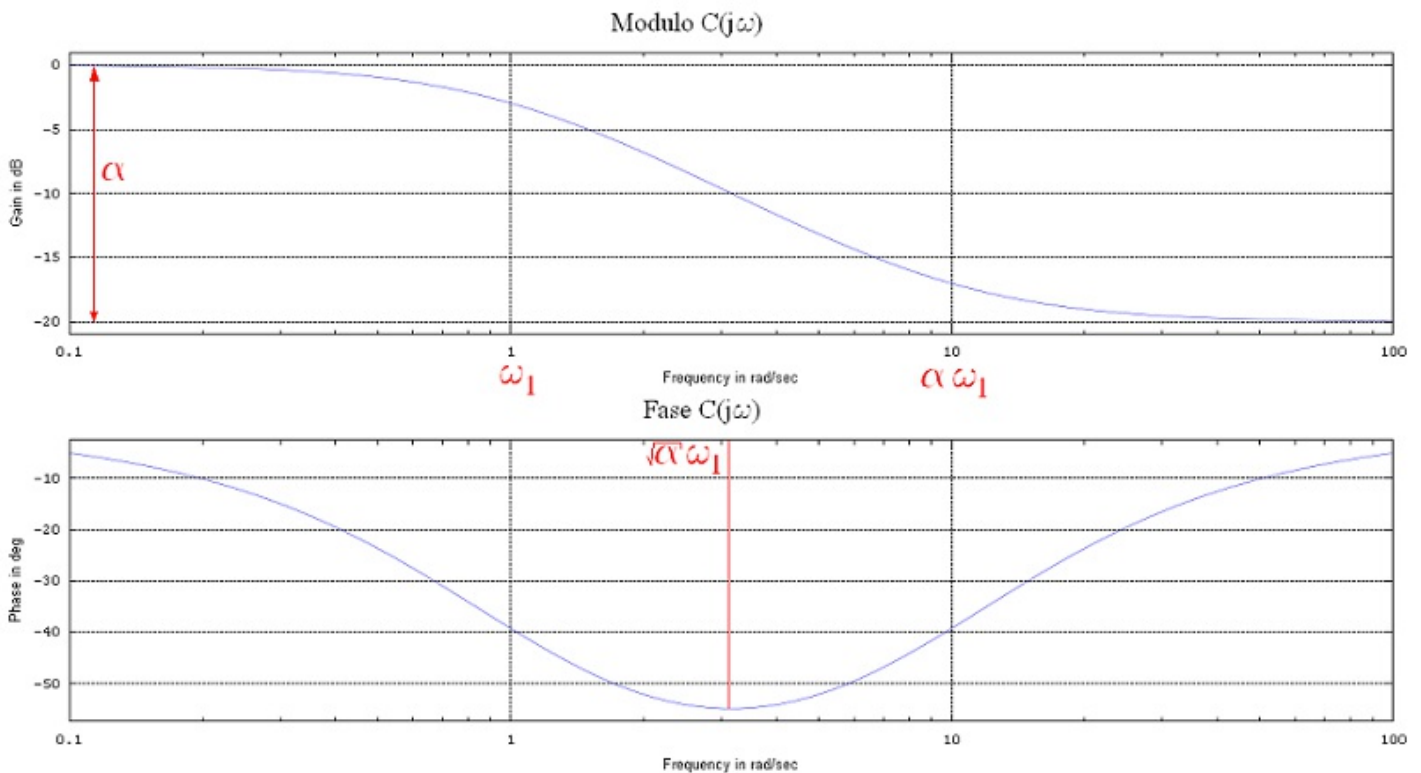
Analizzando il diagramma di Bode si può notare che la rete proporzionale ha effetti sul modulo del sistema, ma non sulla sua fase: infatti si può immaginare l'aggiunta di una rete proporzionale come lo spostamento dell'asse 0 dB. In particolare se il guadagno proporzionale è maggiore di 1 (rete amplificatrice) l'asse 0 dB viene abbassato, se il guadagno è compreso tra 0 (escluso) ed 1 (rete attenuatrice) l'asse 0 dB viene alzato.

## Rete integratrice

Una rete integratrice viene utilizzata per attenuare il modulo dei segnali sinusoidali alle alte frequenze.

Dal punto di vista della funzione di trasferimento una rete integratrice è formata da un polo ed uno zero: il polo viene inserito ad una pulsazione  $\omega_1$  mentre lo zero ad una pulsazione  $\alpha\omega_1$  (con  $\alpha$  maggiore di 1). Una rete integratrice di questo tipo attenua il modulo alle alte frequenze (pulsazione  $\omega \gg \alpha\omega_1$ ) di un fattore  $\alpha$ .

La rete integratrice, inoltre, ha effetti sulla fase del sistemi: infatti, nel tratto compreso tra una decade prima del polo ed una dopo lo zero, la fase del sistema viene abbassata. In particolare la fase raggiunge un minimo alla pulsazione  $\sqrt{\alpha}\omega_1$ . Ovviamente la fase non subisce mai una variazione maggiore di  $90^\circ$ . Possiamo scrivere la funzione di trasferimento di una rete integratrice in questo modo:  $C = (s/\alpha\omega_1 + 1) / (s/\omega_1 + 1)$



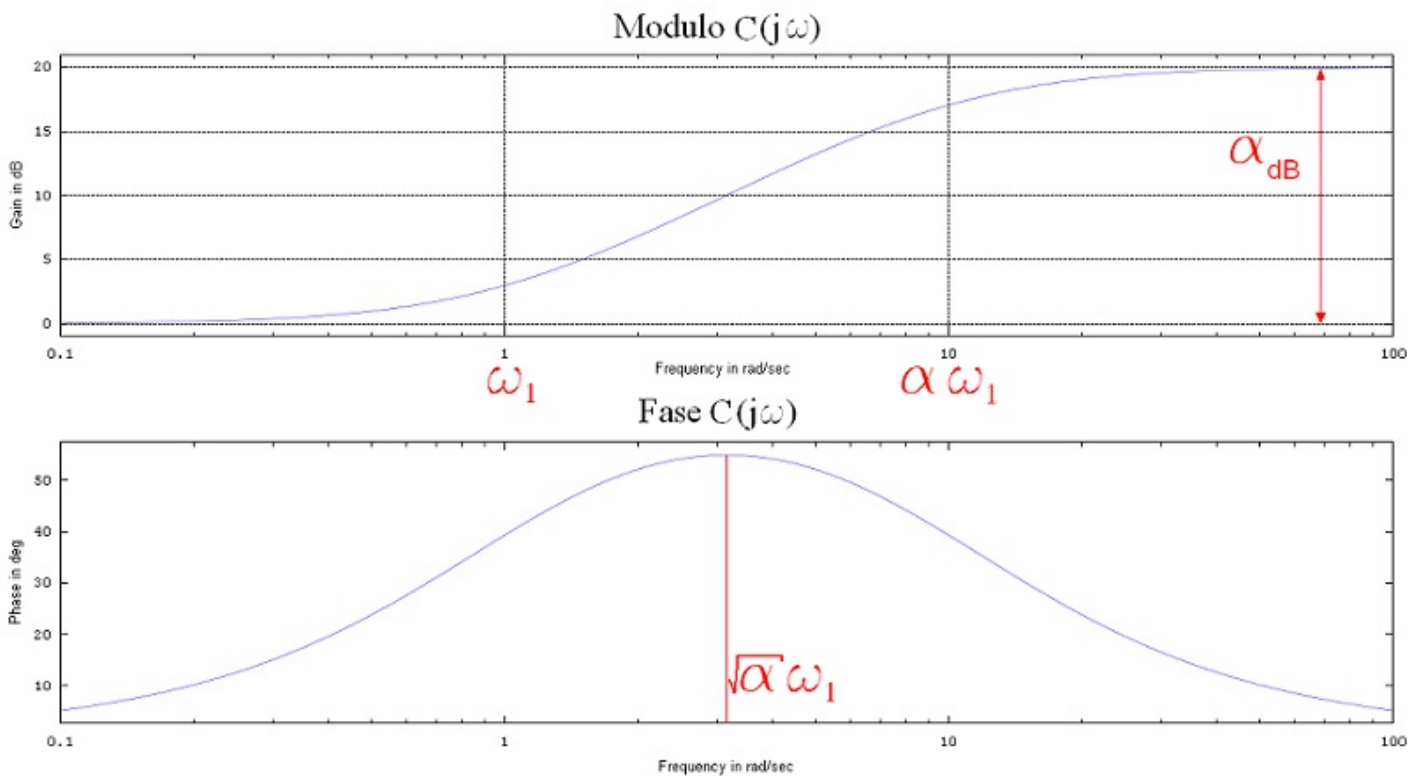
## Rete derivatrice

Una rete derivatrice è il duale della rete integratrice, viene utilizzata per amplificare il modulo di segnali sinusoidali alle alte frequenze.

Dal punto di vista della funzione di trasferimento una rete derivatrice è formata da uno zero alla pulsazione  $\omega_1$  e da un polo alla pulsazione  $\alpha\omega_1$  (con  $\alpha$  maggiore di 1). Una rete derivatrice di questo tipo amplifica il

segnale alle alte frequenze (pulsazione  $\omega \gg \alpha \omega_1$ ) di un fattore  $\alpha$ .

La rete integratrice, inoltre, ha effetti sulla fase dei sistemi: in particolare, nel tratto compreso tra una decade prima dello zero ed una dopo il polo, la fase del sistema viene alzata, raggiungendo un massimo alla pulsazione  $\sqrt{\alpha} \omega_1$ . Ovviamente la fase non subisce mai una variazione maggiore di  $90^\circ$ . Possiamo scrivere la funzione di trasferimento di una rete derivatrice in questo modo:  $C = (s/\omega_1 + 1) / (s/(\alpha \omega_1) + 1)$



## Conclusioni

Le tre reti possono essere usate a piacimento all'interno di un compensatore. In generale un controllore non è mai formato da più di due coppie poli/zeri.

Nelle applicazioni industriali sono spesso usati dei compensatori PD (Proporzionale-Derivativo), PI (Proporzionale-Integrativo) o PID (Proporzionale-Integrativo-Derivativo). Tuttavia nessuno vieta di avere due reti derivatrici, o integratrici all'interno di uno stesso controllore.

Inoltre il parametro  $\alpha$ , per motivi pratici di costruzione, non potrà mai assumere valori eccessivamente alti: in generale questo parametro può variare dalle poche unità fino a qualche decina (l'ordine delle centinaia può essere raggiunto, ma la realizzazione è molto complicata).

Note:

1. Wikipedia, definizione di compensatore dinamico