

La presenza di disturbi e il contenuto armonico dei segnali

CONTENUTO ARMONICO DELLA RISPOSTA DI SISTEMI LINEARI

Le norme sulla compatibilità elettromagnetica definiscono i limiti dei disturbi che le apparecchiature devono essere in grado di sopportare senza malfunzionamenti e dei disturbi che possono emettere, per non alterare il funzionamento delle apparecchiature vicine.

La generazione dei disturbi è spesso associata alla dinamica dei segnali presenti nelle apparecchiature stesse e può essere rilevata attraverso l'analisi del suo contenuto armonico. Vediamo un esempio. La FIG. 1 rappresenta un sistema lineare retroazionato; la FIG. 2 la sua risposta al gradino unitario e, infine, la FIG. 3 il contenuto armonico della risposta.

L'obiettivo del sistema è fornire un'uscita con valore costante; la sola componente utile è quindi la continua, cioè l'armonica di frequenza 0; le altre armoniche sono elementi accessori, presenti durante il transitorio e potenziali fonti di disturbi.

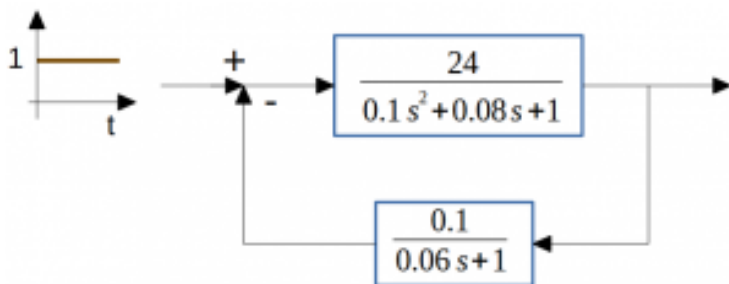


Fig. 1

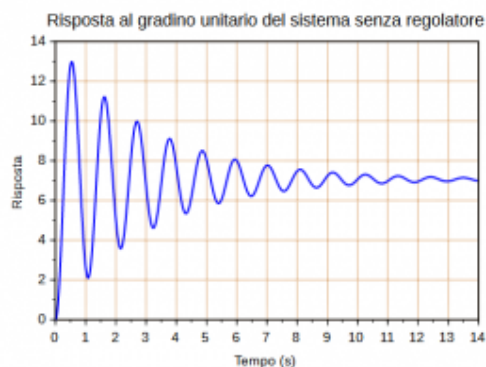


Fig. 2

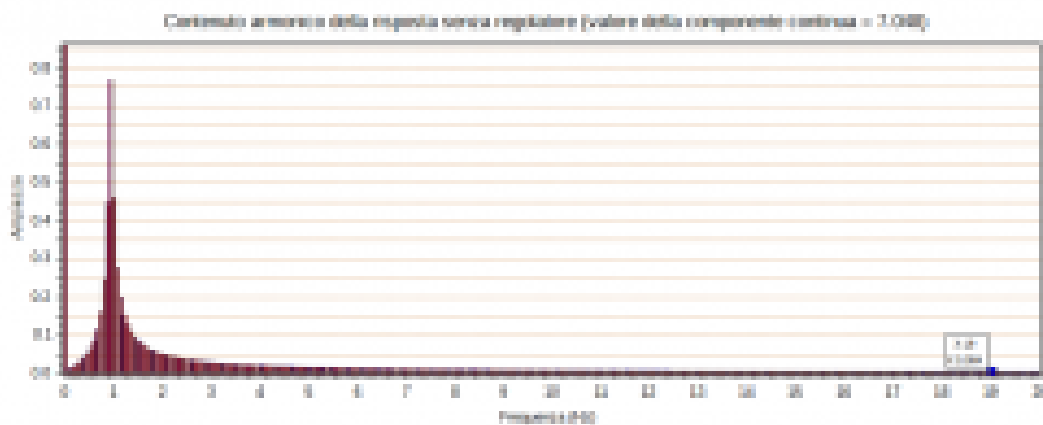


Fig. 3

Dopo 14 secondi la risposta è quasi a regime e vale 7.048; quella ideale è 10; è dunque presente un errore di posizione; ce l'aspettavamo, essendo il sistema di tipo 0.

INSERIMENTO DELLA REGOLAZIONE PID

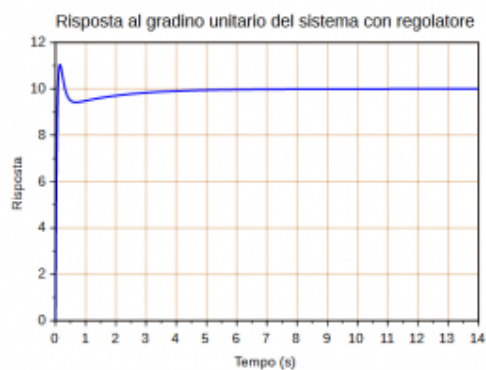
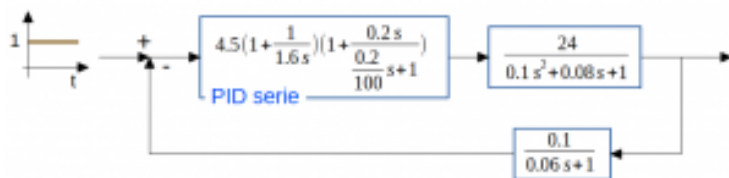


Fig. 4

Fig. 5

La risposta presenta ampie e persistenti oscillazioni, spesso incompatibili con il processo di cui la risposta è parte; la correggiamo attraverso l'inserimento della regolazione PID (FIG. 4). Con i valori dei parametri K_p , T_i , T_d indicati nella figura, la risposta si modifica come in FIG. 5. L'errore di posizione a regime è stato annullato e le oscillazioni sono state smorzate; infine è aumentata la velocità di risposta; è infatti presente un fronte di salita molto più ripido e non sempre è un cambiamento positivo.

La FIG. 6 mostra il contenuto armonico della nuova risposta.

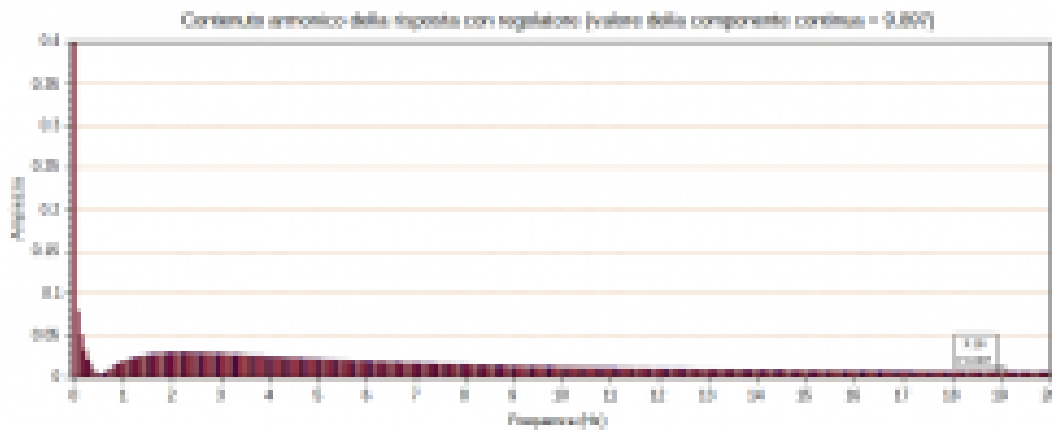


Fig. 6

CONFRONTO TRA LE DUE SITUAZIONI

Confrontando il contenuto armonico nei due casi, notiamo che con l'inserimento del regolatore:

- la componente continua (valore di regime) ha pressoché raggiunto il valore ideale
- si riduce il peso delle armoniche alle basse frequenze, riflesso della riduzione dell'ampiezza delle oscillazioni,
- aumenta invece quello delle armoniche di frequenza maggiore (0.007 contro 0.004), riflesso del fronte di salita più ripido

Il bilancio finale in termini di generazione di disturbi non è quindi univoco; molto dipende dalla reale possibilità delle armoniche di frequenza elevata di divenire fonte di disturbi; nei contesti specifici le ampiezze di tali armoniche potrebbero essere talmente basse da renderle irrilevanti.

Ai nostri studenti spesso manca una visione d'insieme; potrebbe essere utile sottoporre loro i grafici della risposta al gradino e dei corrispondenti contenuti armonici e chiedere loro di commentarli.