

Volfango Furgani

METODI DI CONTROLLO

24 September 2002

global \$id,\$section; ?>

Metodi di controllo:

- **Il controllo ad anello chiuso**
- **PWM. (Pulse Width Modulation)**
- **Controllo Pid**

Il controllo ad anello chiuso

(Dom. 63) Variazioni del carico, della tensione di alimentazione od altro disturbano in modo indesiderato la velocità del motore. Per ogni disturbo la medicina è quella: reazione negativa. Il principio generale lo abbiamo già visto. La variazione di uscita, spesso una sua frazione, viene riportata (sottratta) all'ingresso in modo da mantenere abbastanza stabile la grandezza di uscita (il numero di giri n o la coppia motrice o quello che ci interessa). La velocità del motore è trasformata in una tensione ad essa proporzionale attraverso la dinamo tachimetrica e confrontata nel nodo di ingresso con il valore imposto dal partitore. A regime il valore imposto dal potenziometro di ingresso e la tensione $E = k n$ della dinamo tachimetrica sono eguali e di segno opposto così da mantenere l'ingresso invertente dell'operazionale di potenza a massa virtuale. Se il

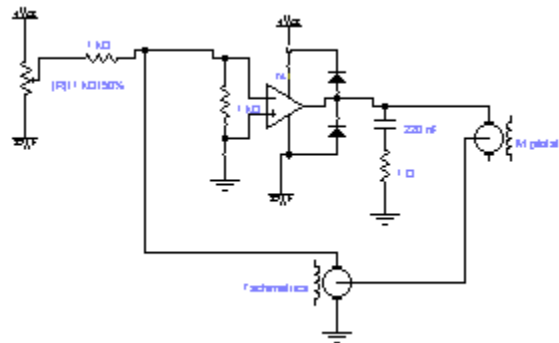


Figura 7

motore rallenta, la tensione $E = k n$ della dinamo tachimetrica diminuisce ed il nodo di ingresso si porta ad un potenziale lievemente positivo che, amplificato dall'operazionale, provoca un aumento della tensione di uscita ed il ristabilimento sostanziale della velocità del motore. L'operazionale di potenza utilizzato potrebbe

essere l' L165 da 3 A della ST, l' LM12 della National da 10 A o il PA03 della Apex da 30 A di picco.

PWM. (Pulse Width Modulation)

(Dom. 65) L'idea brillante (lo so, non è la mia!) sta in codesta pensata. Se voglio mandare il motore a mezza velocità, lo tengo acceso per metà tempo e per metà spento. Ma non può funzionare! Il motore starà per metà acceso e per metà spento? No, se tengo il motore on od off per tempi tanto brevi che né la velocità né la corrente motoristiche cambiano apprezzabilmente. Ricordate l'inerzia che vi tiene nello stato di non studio così a lungo al di là della vostra ferrea volontà? I periti dicono così: per aumentare il rendimento, evito lo stato in cui il Bjt ha sia I_c che V_{ce} (e quindi P) diverse da zero alimentando il motore con un treno di impulsi a duty-cycle variabile. Il periodo corrispondente deve essere molto più breve (frequenza alta, ad esempio attorno ai 20 KHz che non li sento mica!) delle costanti di tempo elettrica e meccanica del motore.

Per gli stessi motivi delineati nel paragrafo precedente, spesso conviene il controllo ad anello chiuso.

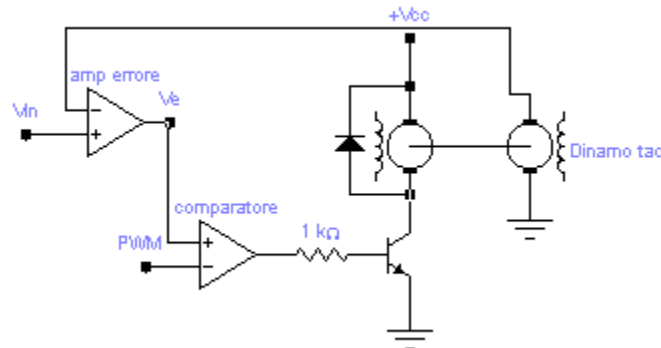


Figura 8

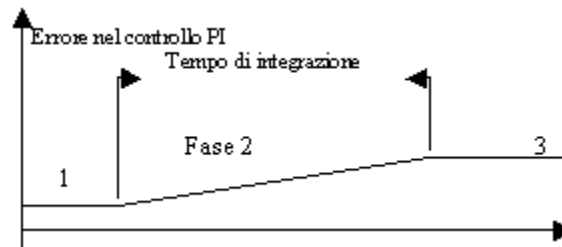
Un modulatore PWM può essere l'integrato LM3524 della National. Vedi anche l'ultima pagina degli appunti per ulteriori informazioni sulla PWM.

L'amplificatore di errore ha in ingresso la differenza fra V_{in} ed $E = k n$. Se il motore rallenta, la tensione errore amplificata V_e aumenta e l'istante in cui l'onda a dente di sega PWM raggiunge V_e ritarda. In tal modo il duty-cycle aumenta permettendo al motore il recupero della velocità persa.

Controllo Pid

(Dom. 64) Il meccanismo a reazione negativa più volte descritto prende il nome di controllo proporzionale. Esso soffre di un errore costante inversamente proporzionale

al guadagno dell'anello di controllo. Tale errore (fase 1 del diagramma) non ha ampiezza sufficiente per innescare il meccanismo d'azione classico della reazione negativa. Per correggere questo orrore, si aggiunge un pizzico (quanto basta) di controllo integrale. L'errore, troppo piccolo per essere ulteriormente ridotto con il solo controllo proporzionale viene sommato (accumulato) per un tempo, detto di integrazione, (fase 2) sufficientemente lungo da renderlo abbastanza grande da permettere il ritorno in azione del meccanismo di correzione (fase 3).



Spesso la grazia va oltre la domanda superando così il valore esatto. Si creano delle oscillazioni in uscita che rallentano tutto il sistema. La ricetta richiede, stando così le cose, l'immissione di una adeguata quantità di controllo derivativo. Sapete che derivata significa variazione di una grandezza. Ad esempio, volendo parcheggiare senza sbattere, dovete controllare non solo la posizione dell'auto, ma anche la velocità. Insomma, dovete arrivare al giusto posto per parcheggiare con velocità zero. Più convincente, almeno per me, l'attracco di un gommone. Se arrivate a distanza zero dalla banchina con velocità non nulla, il gommone rimbalza e si può innescare, se il pilota è maldestro, una successione di oscillazioni conto il punto d'attracco. Se la quota integrale fa partire l'effetto correttivo troppo energicamente, interviene la derivata proporzionale alla velocità di variazione dell'uscita, che opponendosi al senso della variazione di tipo integrale, ne smorza le oscillazioni. Si può intuire che il punto centrale è l'adatto dosaggio dei tre ingredienti pena un rimedio peggiore del male.