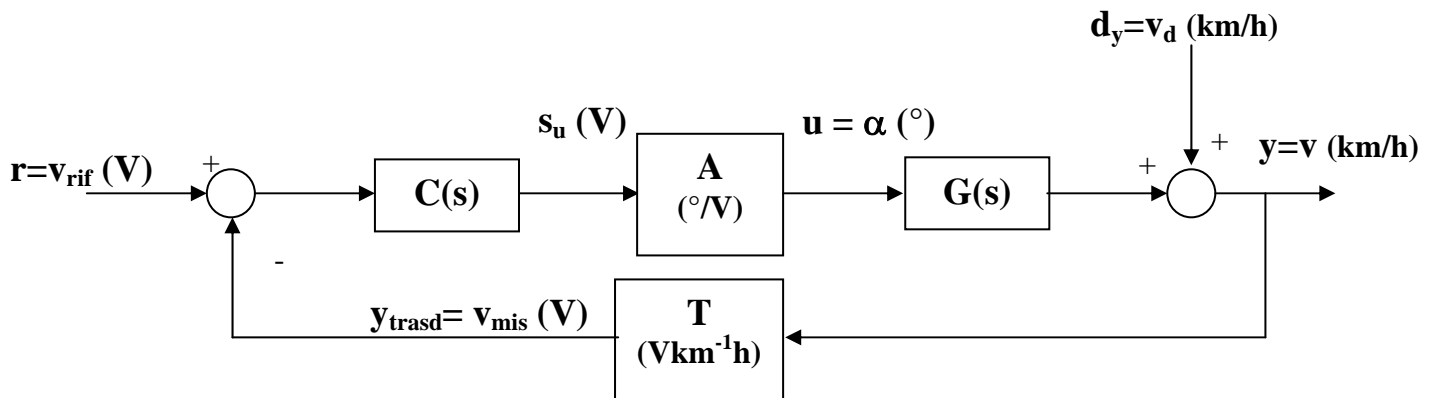


## Cruise Control

Si vuole controllare la velocità di un veicolo, in ambiente urbano, partendo da veicolo fermo e raggiungendo una velocità costante pari a 50 km/h. L'uscita del sistema è rappresentata dalla velocità del veicolo  $v(t)$  (km/h) mentre l'ingresso è costituito dall'apertura della valvola a farfalla  $a(t)$  ( $^{\circ}$ ). Si suppone per semplicità che l'attuatore A, costituito da un servomotore che aziona la valvola a farfalla, abbia dinamica trascurabile e guadagno unitario pari a  $1^{\circ}/V$  ( $A=1$ ). Si assuma inoltre che il trasduttore di misura della velocità abbia dinamica trascurabile e guadagno unitario pari a  $1$  Vh/km ( $T=1$ ). Si tiene conto degli effetti della pendenza della strada per mezzo di un disturbo costante sull'uscita ( $d_y = v_d$  (km/h)). Il riferimento di velocità è generato tramite un opportuno equivalente in tensione ( $r = v_{rif}$  (V)). Si utilizza pertanto la seguente struttura di controllo con compensazione in cascata e retroazione unitaria negativa.

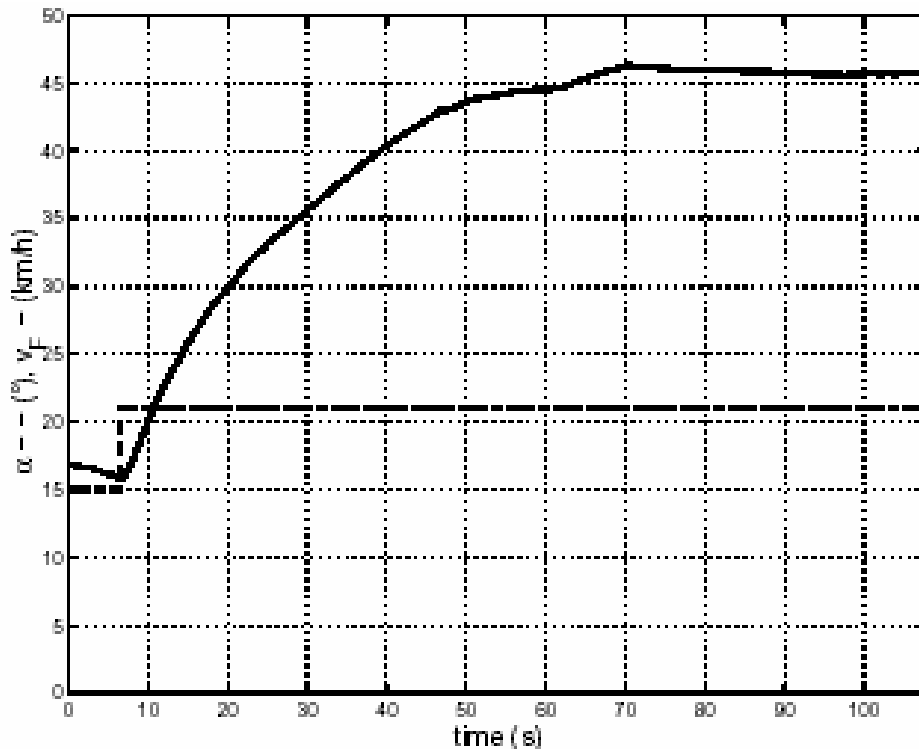


I requisiti del sistema di controllo sono:

- Si vuole un sistema stabile.
- Si considera un riferimento di velocità a “rampa tagliata”, con pendenza di  $1 \text{ m/s}^2$  ( $3.6 \text{ km/h/s}$ ) fino alla velocità di 50 km/h.
- Si richiede che la rampa sia inseguita con un ritardo massimo di 0.5 s, corrispondente ad un errore di inseguimento a regime, ad un riferimento a rampa di pendenza  $1 \text{ m/s}^2$  ( $3.6 \text{ km/h/s}$ ), di  $0.5 \text{ m/s}$  ( $1.8 \text{ km/h}$ ) e che l'errore a regime ad un riferimento costante sia nullo.
- Si richiede inoltre l'astatismo al disturbo a gradino sull'uscita che rappresenta le variazioni di pendenza della strada.
- Per motivi di comfort si vuole che il riferimento a rampa tagliata sia inseguito con una sovraelongazione non eccessiva: si può imporre una sovraelongazione massima del 15% nella risposta al gradino, considerando che questo valore, pur elevato (velocità massima pari a 57.5 km/h), è riferito ad un caso peggiore di quello reale (gradino rispetto a rampa tagliata).
- Per motivi di manovrabilità si vuole che il tempo di salita sia inferiore a 2.5 s.
- Il veicolo può raggiungere un'accelerazione massima di  $3 \text{ m/s}^2$ , in corrispondenza ad un valore di  $\alpha$  pari a  $90^{\circ}$ : questa informazione fornisce un vincolo sul comando, che sarà verificato, a progetto concluso, in simulazione.

Per la determinazione della funzione di trasferimento  $G(s)$  tra l'apertura della valvola a farfalla e la velocità del veicolo si può ricordare che il comportamento del veicolo cambia al cambiare della velocità e, in prima approssimazione può essere legato alla marcia utilizzata.

Applicando un gradino di farfalla di ampiezza  $6^\circ$  in una condizione di funzionamento “medio”, si è sperimentalmente ottenuto l'andamento della velocità rappresentato nella seguente Figura:



Determinare sulla base di tale andamento un modello approssimato del primo ordine del tipo:

$G(s) = \frac{K}{1 + \tau s}$  ( $[K]=\text{km/h}/^\circ$ ,  $[\tau]=\text{s}$ ) da utilizzare per il progetto del controllore (Si veda al proposito il

seguente documento (pag. L8-6 diapositive L8-11/12):

[http://www.ladispe.polito.it/FondAutEln/FdAL8\\_Stab\\_Est.pdf](http://www.ladispe.polito.it/FondAutEln/FdAL8_Stab_Est.pdf) . Risultato:  $G(s) = \frac{5}{1 + 22s}$

Condurre il progetto del controllore facendo riferimento ai seguenti passi:

1. Progettare un controllore analogico  $C(s)$  in grado di soddisfare i requisiti richiesti.
2. A progetto concluso, oltre a verificare il soddisfacimento delle specifiche simulando il sistema controllato a fronte di un riferimento a gradino (di ampiezza 50), valutare:
  - a. il picco di risonanza  $T_p$  e la banda passante della funzione di trasferimento ad anello chiuso.
  - b. il massimo valore del comando (in  $^\circ$ );
3. A fronte del riferimento a rampa tagliata definito nelle specifiche valutare:
  - a. la “sovralongazione massima”
  - b. l'andamento del segnale errore mettendone in evidenza il massimo valore assoluto
  - c. il massimo valore del comando (in  $^\circ$ );
  - d. l'andamento dell'accelerazione longitudinale del veicolo, ottenuta come derivata della velocità, mettendone in evidenza il valore massimo.