Prof. Alberto Bemporad 14 giugno 2006

Soluzioni Esame di Tecnologie dei Sistemi di Controllo

Esercizio 1

Dimensionamento Motore

$$F - mg = ma_{\max}$$

$$P_{\max} = F \cdot v_{\max} = m(a_{\max} + g) \cdot v_{\max} = 4.8960 \text{ W}$$

$$C_{\max} = \frac{P_{\max} \cdot r}{v_{\max}} = 0.4080 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\omega_{\max} = \frac{v_{\max}}{r} = 12 \text{ rad/s} \approx 115 \text{ rpm}$$

Per essere conservativi si sceglie un motore di potenza almeno 10 volte superiore, cioè $P_{\text{mot}} \geq 48.9$, quindi scegliamo la serie 3056 alla tensione 24 V dai datasheet allegati. Il motore ha una velocità a vuoto $n_0 = 8200$ rpm ed una coppia di arresto $M_h = 93$ mN·m. Si deve quindi inserire un riduttore della serie 38/1 con coefficiente di riduzione 43 : 1. Dunque $n_0' \approx 191$ rpm e $M_h' = 3999$ mN·m quindi $\frac{n_0'}{2} \leq 115 \leq n_0'$ e $408 \leq \frac{M_h'}{2}$.

Dimensionamento Pompa

$$m\dot{v}(t) = -\beta v(t) + f(t), \quad f(t) = f_{\text{tot}}(t) - F_{\text{res}}$$

$$V(s) = \frac{F(s)}{ms + \beta} = \frac{\bar{F}}{s(ms + \beta)} \quad \text{(si assume forza costante } f(t) = \bar{F}\text{)}$$

$$v_\infty = \lim_{s \to 0} sV(s) = \frac{\bar{F}}{\beta} \quad \text{(teorema del valore finale)}$$

$$\bar{F} = \beta v_\infty = 10 \text{ N} \quad \text{(forza necessaria)}$$

Si calcola la pressione necessaria nel segmento E per generare la forza necessaria.

$$P_E = \frac{(\bar{F} + F_{\text{res}})}{S} = \frac{\bar{F}}{S} + P_{\text{atm}} = 151325 \text{ Pa} \quad \text{(pressione nel segmento } C\text{)}$$

Si calcola la prevalenza nel segmento D e quella nel segmento E: la quota si assume costante e quindi non dà contributo, dunque nel segmento D si ha solo contributo della pressione (acqua ferma), mentre nel segmento E si hanno i contributi di pressione e velocità. Dalla differenza delle due si calcola la prevalenza che deve fornire la pompa.

$$H_D = \frac{P_D}{\rho g} = 11.49 \text{ m} \quad \text{(velocità nulla, quota nulla)}$$

$$H_E = \frac{P_E}{\rho g} + \frac{v_\infty^2}{2g} = 17.21 \text{ m}$$

$$H_{\text{pmp}} = H_E - H_D = 5.72 \text{ m}$$

Il rimanente parametro per individuare il numero di giri della pompa è il flusso, che si calcola tramite la velocità di spostamento del pistone

$$Q = S \cdot v_\infty = 2 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m^3/s},$$

quindi dalla caratteristica si sceglie $n = 160$ rpm.

Esercizio 2

Per ricavare la temperatura T_C misurata dalla termocoppia è necessario conoscerne prima la tensione a temperatura $T_f = 0$. Supponendo che la relazione tra temperatura e tensione sia lineare, e conoscendo i valori di tensione misurati alle temperature di $20°C$ e $40°C$, si ottiene

$$\frac{E_c(40°C)|_{T_f=0°C} - E_c(20°C)|_{T_f=0°C}}{40°C - 20°C} = \frac{E_c(23°C)|_{T_f=0°C} - E_c(20°C)|_{T_f=0°C}}{23°C - 20°C}$$

$$E_c(23°C)|_{T_f=0°C} = 1.1760 mV.$$

Dalla relazione

$$emf = E_c(T_c)|_{T_f=23°C} = E_c(T_c)|_{T_f=0°C} - E_c(23°C)|_{T_f=0°C}$$

si ricava

$$E_c(T_c)|_{T_f=0°C} = 3.2870 mV.$$

Sfruttando nuovamente la relazione lineare tra temperatura e tensione si ottiene

$$\frac{E_c(40°C)|_{T_f=0°C} - E_c(20°C)|_{T_f=0°C}}{40°C - 20°C} = \frac{E_c(T_c)|_{T_f=0°C} - E_c(20°C)|_{T_f=0°C}}{T_c - 20°C}$$

$$T_c \approx 63°C.$$