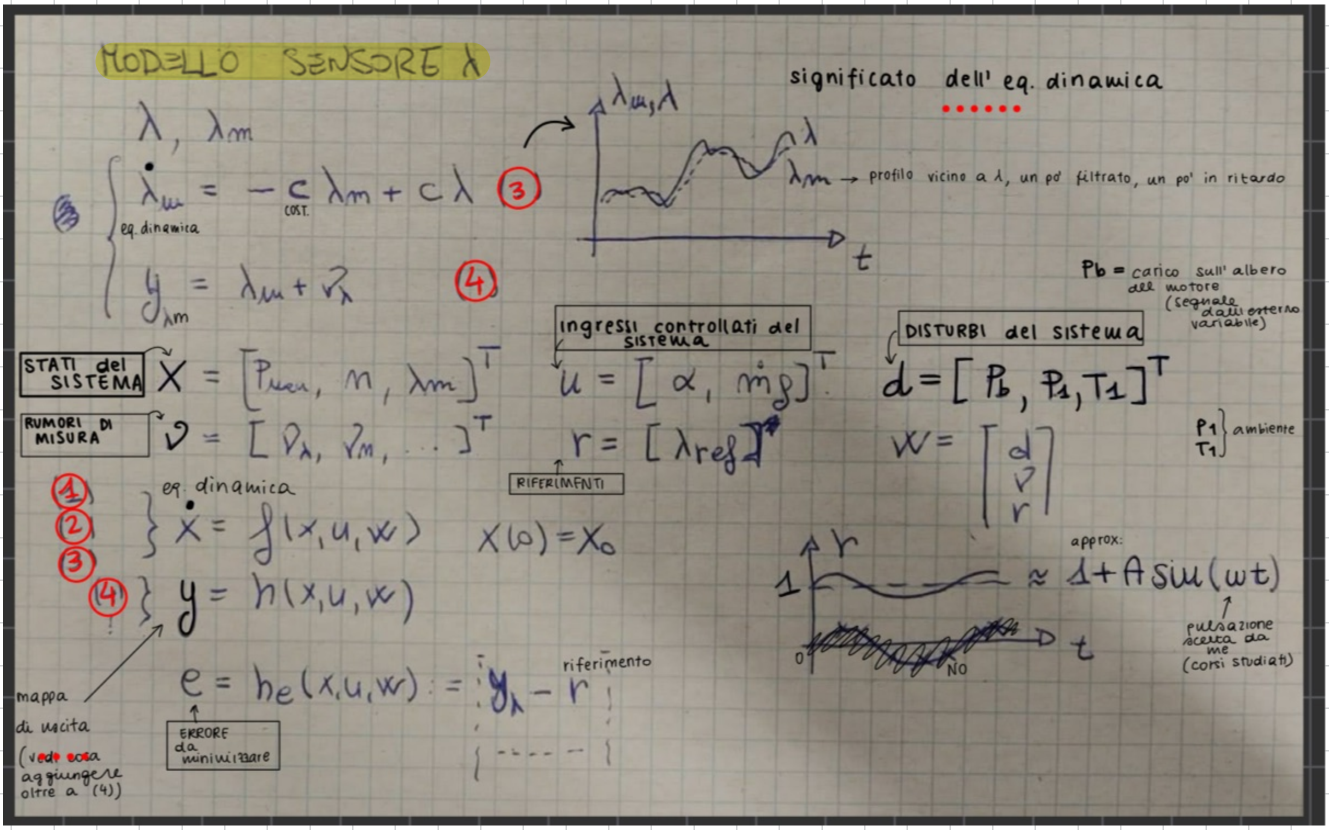

(1) $\lambda = \dfrac{(A/F)\ \text{effettivo}}{(A/F)\ \text{stech.}}$; $\left(\dfrac{\text{Air}}{\text{Fuel}}\right)_{\text{stech}} = \dfrac{14{,}7}{1}$ x BENZINA

- $\lambda = 1$: motore felice, miscela "perfetta"
- $\lambda > 1$: troppa aria (miscela MAGRA)
- $\lambda < 1$: troppo carburante (miscela RICCA)

(2) STATI del SISTEMA (X) = "condizioni" del motore $\longrightarrow X = \begin{bmatrix} P_{MAN} \\ n \\ \lambda_m \end{bmatrix}$

- P_{MAN} = respiro del motore
- n = velocità motore [RPM]
- $\lambda_{misurato}$ → lettura sonda λ

(3) INGRESSI CONTROLLATI / CONTROLLI del sistema (u) = "comandi" da dare al motore per modificarne il comportamento $\longrightarrow u = \begin{bmatrix} \alpha \\ \dot{m}_f \end{bmatrix}$

- α
- $\dot{m}_f$

(4) riferimento (r) = obiettivo da raggiungere : $\lambda_{ref} = 1$ (lambda ideale)

(5) DISTURBI del sistema : (d) = "problemi" esterni che influenzano il motore $\longrightarrow d = \begin{bmatrix} P_b \\ P_1 \\ T_1 \end{bmatrix}$

- P_b = carico sull' albero motore
- P_1 = Patm
- T_1 = Taria

(6) EQ. DINAMICHE del sistema : descrivono come gli STATI (X) cambiano nel tempo in base agli ingressi controllati (u) e a (w)

↳ $\dot{x} = f(X, u, w)$

(7) USCITE del sistema (y) = ciò che possiamo misurare dal sistema

↳ $y = h(X, u, w)$

⑧ modello del sensore λ : sensore NON perfetto, introduce un ritardo nel misurare λ

↳ ritardo descritto da eq. dinamica :

$$\begin{cases} \dot{\lambda}_m = -C \cdot \lambda_m + C \cdot \lambda \\ C = \text{COST dipendente dalla velocità del sensore} \\ \lambda_m = \lambda_{misurato} \quad e \quad \lambda = \text{valore reale} \end{cases}$$

sensore segue il valore reale di λ, ma con un po' di ritardo e rumore.

⑨ CONTROLLO AUTOMATICO → obiettivo = ↓ errore tra λ_{mis} e $\lambda_{ideale} = \lambda_{ref} = r$

errore = $\lambda_m - r$

↝ sistema di controllo regola α e $\dot{m}_f$ per ↓ errore.

* motore produce STATI (p_{MAN}, n, λ_m)
* sensore misura λ_m, con un po' di ritardo
* controllore confronta λ_m con λ_{ref} e calcola l'errore (e)
* controllore aggiusta α e $\dot{m}_f$ per ↓ errore e mantenere $\lambda \approx 1$

$$\dot{p}_{man} = -\frac{n}{120}\frac{V_d}{V}\eta_v p_{man} + \frac{RT_{man}}{V}\dot{m}_{at} \qquad (1)$$

$$\dot{n} = -\frac{P_b}{nI} + \frac{H_u \eta_b}{nI}\dot{m}_f \qquad (2)$$

$$\dot{m} = C_f \frac{p_1}{\sqrt{RT_1}} \frac{A_2}{\sqrt{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{2/k}}}\beta\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$$

flusso aria attraverso valvola ha 2 regimi di funzionamento libero e strozzato

$$\text{for } \frac{p_2}{p_1} \geq r_{CR} = \left[\frac{2}{k+1}\right]^{k/k-1}$$

$$\dot{m} = C_f \frac{p_1}{\sqrt{RT_1}} \frac{A_2}{\sqrt{1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 (r_{CR})^{2/k}}}\beta(r_{CR})$$

$$\text{for } \frac{p_2}{p_1} \leq r_{CR}$$

where

$$\beta(x) = \sqrt{\frac{2k}{k-1}\left(x^{2/k} - x^{k+1/k}\right)}$$

ento

e diretta sulla coppia