SCATOLA BIANCA = CONOSCENZA DEI PRINCIPI FISICI DEL MODELLO

SCATOLA NERA = NON CONOSCO NIENTE, POSSO SOLO RACCOGLIERE DATI SPERIMENTALI INPUT / OUTPUT

SOLITAMENTE SI PROCEDE CON "TRIAL AND ERROR"

SIMULAZIONI SU SOFTWARE FINO A PROVE SULL' HARDWARE VERO E PROPRIO

IL MODELLO DI BASE DA CUI PARTIAMO È UN PENDOLO INVERSO CHE VOGLIAMO MANTENERE VERTICALE CON UN' OPPORTUNA COPPIA. IL PENDOLO SI SPOSTA DALL' EQUILIBRIO VERTICALE IN SEGUITO AD UNA QUALSIASI PERTURBAZIONE (EQUILIBRIO VERTICALE) DA LÌ SI PASSA A MODELLI + COMPLESSI

CONSIDEREREMO SISTEMI DINAMICI RAPPRESENTATI DA MODELLI PER IL DOMINIO S IL MODELLO DEVE ESSERE STAZ. O LINEARE

CONSIDERIAMO INOLTRE SISTEMI TEMPO - CONTINUO, MULTI INPUT MULTI OUTPUT MIMO

I MODELLI SONO APPROX DEI FENOMENI REALI, PER CUI QUESTE INCERTEZZE DEVONO ESSERE PRESE IN CONS. NELLA PROGETTAZIONE DEL CONTROLLORE ROBUSTO

DESIDERO SODDISFARE REQUISITI DI STABILITÀ O PERFORMANCE

INCERTEZZE => MODIFICANO INCOSCIENTEMENTE LA FUNZ. DI TRASF.

- COMPLESSITÀ DEL FENOMENO
- LINEARIZZAZIONE E APPROX
- NON CONOSCENZA DI TUTTI DISTURBI AMBIENTALI, SPESSO ALEATORI
- PERDITA DI PRESTAZIONE DELL' HARDWARE

CIÒ CHE SI FA SOLITAMENTE È AVERE UN CERTO MARGINE DI GUADAGNO E DI FASE [PER INCERTEZZA SU MODULO ED EVENTUALI RITARDI]

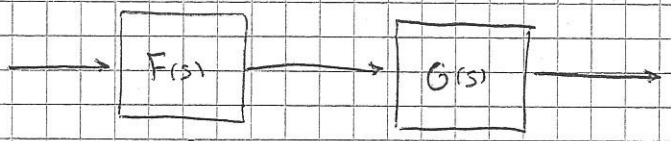
SI PUÒ COSTRUIRE A NOSTRA VOLTA UN MODELLO MATEMATICO PER LE INCERTEZZE.

SUL PIANO DI NYQUIST LO RAPPRESENTIAMO CON UN DISCO ATTORNO AL MODELLO NOMINALE (INCERTEZZA DI MODULO E FASE)

2 SET DI INCERTEZZA

- INCERTEZZA NON STRUTTURATA

  NO PARTICULAR STRUCTURE, SUCH AS UNKNOWN DYNAMICS



VIBRAZIONI, DINAMICA DI UN SENSORE

[OCCORRE CONOSCERE MAX
MAX INCERTEZZA IN MODULO E FASE]

- INCERTEZZA STRUTTURATA

  VARIAZIONE DEI PARAMETRI NEL TEMPO, NON LINEARITÀ

TECNICHE DI CONTROLLO ROBUSTO

- CONTROLLO A STRUTTURA VARIABILE
- MODEL PREDICTIVE CONTROL
- NORM BASED OPTIMAL CONTROL (APPROCCIO MATRICIALE)

REVISIONE MATEMATICA

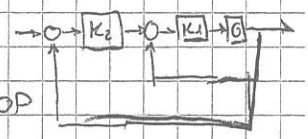
3 FUNZIONI DI MATLAB [NYQLOG, BODEPLOTGUI, RLOCUS GUI]

LA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO ASSUME CONDIZIONI INIZIALI NULLE

SI POSSONO ANCHE AVERE + ANELLI DI RETROAZIONE (PURCHÉ SIANO SEPARATI DA UNA BANDA SUFFICIENTE

GLI ANELLI + INTERNI (A BANDA + ALTA) SONO QUELLI PER LA STABILITÀ, QUELLI + ESTERNI PER LE PERFORMANCE

CONTROLLO (SCELTA)

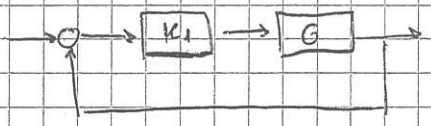


SINGLE LOOP

1 SENSORE E 1 ATTUATORE

STRUTTURA + SEMPLICE

MA CONTROLLORE + DIFFICILE DA PROGETTARE



DUAL LOOP

2 SENSORI E 1 ATTUATORE

STRUTTURA + COMPLEX

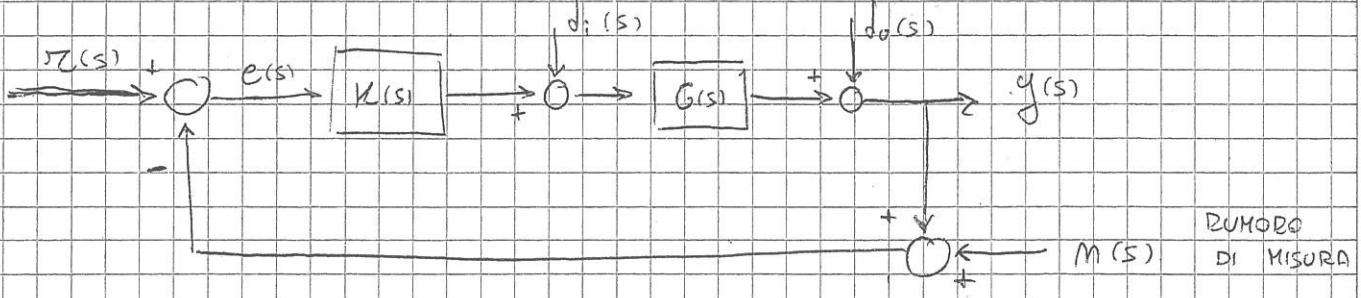
SE SI ROMPE IL CONTROLLORE + INTERNO SI PERDE STABILITÀ, NON QUELLO + ESTERNO

PROGETTAZIONE + SEMPLICE GRAZIE AI PROPORZIONALI E IL LUOGO DELLE RADICI

2 STATIC GAINS

LOOP SHAPING APPROACH

VOGLIAMO GARANTIRE I REQUISITI ANCHE IN PRESENZA DI INCERTEZZE CON MARGINE DI FASE



$L(s) = G(s)\,K(s)$

$S_i(s) = \dfrac{1}{1 + L(s)}$ SENSIBILITÀ IN INGRESSO (ERRORE)

$T(s) = \dfrac{L(s)}{1 + L(s)}$ SENSIBILITÀ COMPLEMENTARE

$S_o(s) = K(s)\,S_i(s)$ SENSIBILITÀ IN USCITA (AMOUNT OF CONTROL ENERGY) IN MODO DA NON ECCEDERE I LIMITI DI SATURAZIONE

INOLTRE $S(jw) + T(jw) = 1$

$|S(jw)| < 1 \quad \forall w \in [0, w_T]$ PER LIMITARE ERRORE IN TRANSITORIO $\dfrac{E(s)}{r(s)} = S(s)$

PER AVERE ERRORE BASSO NEL CAMPO DI INTERESSE IN CUI AGISCE IL RIFERIMENTO

BANDA PASSANTE SI APPROX A CICLO CHIUSO CON L'ATTRAVERSAMENTO DELL'ASSE 0 dB PER $G \cdot K$

PERFORMANCE LIMITATIONS

$|S(j\omega)| \leq 0.01$ ABBASSAMENTO DEL RUMORE O INSEGUIMENTO DI UN COMANDO AD UNA DETERMINATA FREQUENZA

e

$$|T(j\omega)| = \frac{|y(j\omega)|}{|n(j\omega)|} \leq 0.05 \qquad |S(j\omega)| = \frac{|\varepsilon(j\omega)|}{|r(j\omega)|} \leq 0.01$$

ENTRAMBE QUESTE CONDIZIONI NON POSSONO ESSERE SODDISFATTE

DEVO STABILIRE QUAL'È LA PRIORITÀ.

IDEA

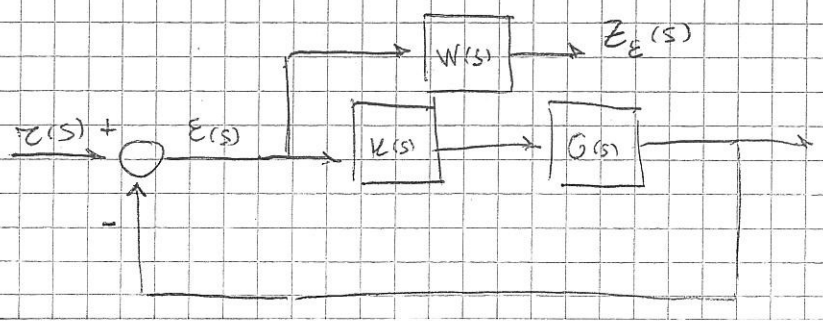
LIMITARE SUPERIORMENTE L'ANDAMENTO DELLA SENSIBILITÀ CON UNA FUNZIONE SCELTA DA NOI (SIMULANDO UN GRADINO O QUALSIASI ALTRA FUNZIONE $\mathcal{L}(j\omega)$)

ALLORA $|S(j\omega)| < |\mathcal{L}(j\omega)|$

$\mathcal{L}^{-1}(j\omega) = W(j\omega)$ DEVE ESSERE INVERTIBILE

$\Rightarrow |S(s)\,W(s)| \leq 1$

DEFINIAMO UN' USCITA FITTIZIA



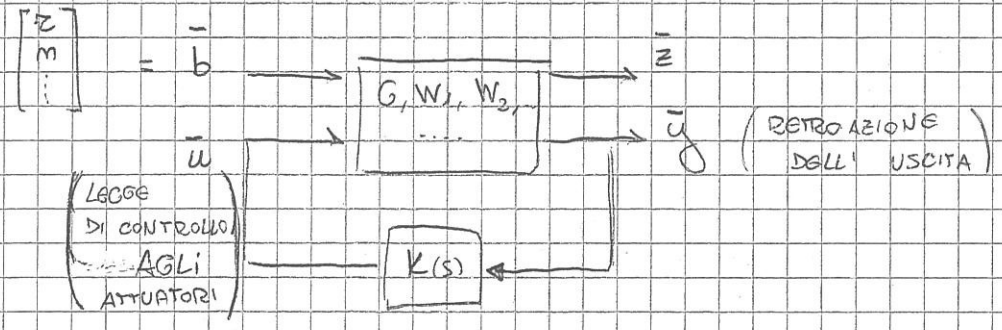
$$z_\varepsilon(s) = S(s)\,W(s)\,\varepsilon(s) = \frac{W(s)}{1 + G(s)\,K(s)}\,\varepsilon(s)$$

LA FUNZIONE CLOSED - LOOP DEVE ESSERE ASINTOTICAM. STABILE

$S(s) = \frac{\mathcal{E}(s)}{\mathcal{R}(s)}$ PER CUI $|S(s)\,W(s)| < 1$ VUOL DIRE LIMITARE L'ERRORE AD UN RIFERIMENTO IN UNA BANDA DI FREQUENZE D'INTERESSE

LA $W(s)$ VIENE CHIAMATA FUNZIONE DI PESO

DI FATTO AVREMO A CHE FARE CON UN SISTEMA 2x2



AREA SOTTESA DA $S(s)$: EFFETTO "WATERBED"

LETTO AD ACQUA, SE SPINGO DA UNA PARTE SI GONFIA DALL' ALTRA

AREA COME LA POSSO CALCOLARE ?

TEOREMA INTEGRALE DI BODE

PER CUI NON POSSO AGIRE COMPLETAMENTE A PIACERE SULLA $S(s)$, PERCHÉ VI È EFFETTO WATERBED

MARGINI DI STABILITÀ

GARANTISCONO STABILITÀ ANCHE IN PRESENZA DI INCERTEZZE NON CONOSCIUTE E/O NON MODELLABILI DI GUADAGNO E FASE

UNICO STRUMENTO PER ORA IN NOSTRO POSSESSO

POSSIAMO, GRAZIE AI MARGINI, GESTIRE UN'INCERTEZZA $E(s)$ SE $|E(s)| < 27$ DB E $M_\phi(G(s)) = 30$ DB ALLORA SONO SICURO CHE NONOSTANTE LA $E(s)$ SONO COMUNQUE IN ASINTOTICA STABILITÀ