OSS

PIÙ SI VA AVANTI, PIÙ SI COMPLICANO I CONTI: SCELGO COSÌ LA PROPRIA $G(s) = a\frac{s+1}{s+b}$, COSÌ DA CREARE UN AUTOVALORE NASCOSTO, MA È A PARTE REALE NEGATIVA $\Rightarrow$ NO PROBLEM

(SBAGLIATISSIMO SEMPLIFICARE '$s-2$'! OTTERREI UN AUTOVALORE NASCOSTO A PARTE REALE POSITIVA!)

3) $G(s) = a\frac{s+1}{s+b}$

$$F = GP = a\frac{\cancel{s+1}}{s+b}\cdot\frac{1}{\cancel{(s+1)}(s-2)} = \frac{a}{(s+b)(s-2)}$$

$$\underline{D_W} = a + (s+b)(s-2) = a + s^2 + s(b-2) - 2b = s^2 + s(b-2) + a - 2b$$

VERIFICHIAMO LA CN:

$$\begin{cases} b-2>0 \\ a-2b>0 \end{cases} \quad \begin{cases} b>2 \\ a>2b>4 \end{cases}$$

OSS: CI POTREBBERO ESSERE SOLUZIONI AL PROBLEMA, ANZI CI SONO SIC. PERCHÈ IL POLINOMIO È DI GRADO 2 E LA CN È ANCHE S

SCELGO AD ESEMPIO $b=3$ E $a=7$

CON QUESTI VALORI DI a E b: $D_W = s^2+s+1$

$$s^2+s+1=0 \longrightarrow s_{1,2} = \frac{-1\pm\sqrt{1-4}}{2} = -\frac{1}{2}\pm j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

IN DEFINITIVA:

NASCOSTI:

$\lambda_1 = -1$ — ~~RAGG.~~ $\neg$RAGG. E $\neg$OSS.

$\lambda_2 = -1$ — RAGG. E $\neg$OSS.

$\lambda_3 = -1$ — $\neg$RAGG. E OSS.

NON NASCOSTI:

$\lambda_4 = -\frac{1}{2}+j\frac{\sqrt{3}}{2}$

$\lambda_5 = -\frac{1}{2}-j\frac{\sqrt{3}}{2}$

POLI DI $W(s)$ QUINDI RAGG. E OSS.

AUTOVALORI ~~COMPLESSIVI~~ DEL SISTEMA COMPLESSIVO CONSIDERANDO COME $G(s)$ QUELLA APPENA CALCOLATA

OSS

SE ALL'ESAME VIENE CHIESTO IL POLINOMIO CARATTERISTICO, NON C'È BISOGNO DI CALCOLARE LE RADICI. NELL'ESEMPIO:

$$P(\lambda) = (\lambda+1)^3(\lambda^2+\lambda+1)$$ POLINOMIO CARATTERISTICO

OSS.

LA VELOCITÀ DI CONVERGENZA SI È RIDOTTA DA e^{-t} A $e^{-\frac{1}{2}t}$. POI IMPARERETE DELLE TECNICHE PER DIMINUIRE IL VALORE ~~[illegible]~~ DEGLI AUTOVALORI NON NASCOSTI (NON POSSO TOCCARE QUELLI NASCOSTI)

PROVIAMO A FAR SÌ CHE LA VELOCITÀ DI CONVERGENZA MINIMA SIA e^{-t}.

$$D_W = N_F + D_F = a + (s+b)(s-2) = s^2 + (b-2)s + a - 2b$$

FACCIO UNA TRASFORMAZIONE DI COORDINATE: $s \longrightarrow s-1$

$$D_W = (s-1)^2 + (b-2)(s-1) + a - 2b = s^2 + s(b-4) + 3 + a - 3b$$

$$\begin{cases} b-4>0 \\ 3+a-3b>0 \end{cases} \quad \begin{cases} b>4 \\ a>\cancel{15}\,9 \end{cases}$$

CON QUESTI VALORI DI a e b SONO SICURO CHE LE SOLUZIONI HANNO PARTE REALE < -1

EX. $a = 16$ e $b = 6$

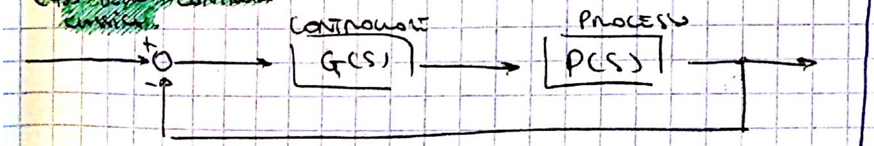
$$D_W = s^2 + 4s + 4 = (s+2)^2$$ (HANNO PARTE REALE < -2)

ASSEGNAZIONE DI AUTOVALORI NEL DOMINIO DI LAPLACE

TECNICA CON LA QUALE SCELGO ESATTAMENTE IL VALORE DEGLI AUTOVALORI NON NASCOSTI DOPO AVER APPLICATO IL CONTROLLORE.

$$W(s) = \frac{N_W(s)}{D_W(s)}$$ LE RADICI DI $D_W(s)$ SONO GLI AUTOVALORI NON NASCOSTI DEL SISTEMA COMPLESSIVO

CASO DEL CONTROLLORE CLASSICO



IN QUESTO CASO:

$$W(s) = \frac{N_F}{N_F + D_F} \quad \text{OVE} \quad F = \frac{N_F}{D_F}$$

$$D_W(s) = \prod_{i=1}^{d_W} (s - s_{ASS,i})$$

EQ. DIOFANTINA

d_W = grado di $D_W(s)$

$s_{ASS,i}$: I-ESIMO AUTOVALORE ASSEGNATO A MIO ARBITRIO

DEVO FARE IN MODO CHE $D_W(s)$ ABBIA ESATTAMENTE QUELLA FORMA.

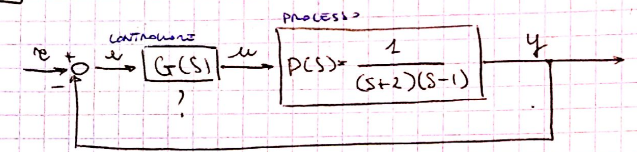
UN'EQUAZIONE DI QUESTO TIPO SI DICE: EQ. DIOFANTINA

COME LA RISOLVO?

OVVIAMENTE $P(S)$ È ASSEGNATO, POSSO LAVORARE SOLO ~~...~~ SU $G(S)$ MODIFICANDOLO A PIACIMENTO.

DEVO SCEGLIERE $G(S)$ CON $\boxed{N° \text{ PARAMETRI} = d_W}$

EX)



VOGLIAMO TUTTI GLI AUTOVALORI DEL SISTEMA COMPLESSIVO IN '-1'

$$W(S) = \frac{N_F}{D_F+N_F} \quad , \quad F = PG = \frac{N_F}{D_F}$$

INFATTI È UNO SCHEMA CLASSICO A CONTROREAZIONE

OSS)

d_W = GRADO DI D_W = GRADO DI D_F (INFATTI F È UNA FUNZIONE STRETTAM. PROPRIA)

VALE SOLO NEL CLASSICO SCHEMA A CONTROREAZIONE UNITARIA

1) SE $G(S) = a \longrightarrow F(S) = G(S) \cdot P(S) = \frac{a}{(S+2)(S-1)}$

IN QUESTO CASO: $d_F = 2$, MA LA $G(S)$ HA SOLO UN PARAMETRO! NON VA BENE.

2) SE $G(S) = \frac{a}{S+b} \longrightarrow F(S) = G(S) \cdot P(S) = \frac{a}{(S+b)(S+2)(S-1)}$

IN QUESTO CASO: $d_F = 3$, MA LA $G(S)$ HA SOLO 2 PARAMETRI! NON VA BENE.

3) SE $G(S) = \frac{aS+b}{S+c} \longrightarrow F(S) = G(S) \cdot P(S) = \frac{aS+b}{(S+c)(S+2)(S-1)}$

IN QUESTO CASO: $d_F = 3$, ESATTAMENTE IL NUMERO DI PARAMETRI DI $G(S)$, OK!

SCRIVIAMO L'EQ. DIOFANTINA:

$$D_W = N_F + D_F = (S+1)^3$$

VOGLIO TUTTI E 3 GLI AUTOVALORI A '-1'

$\Updownarrow$

ALTRO PAGINA

$(as+b) + (s+c)(s+2)(s-1) = (s+1)^3$

$s^3 + s^2(c+1) + s(a+c-2) - 2c+b = s^3+3s^2+3s+1$

ADESSO LA RISOLVIAMO CON IL PRINCIPIO DI IDENTITÀ DEI POLINOMI

$c+1=3 \rightarrow \boxed{c=2}$

$\boxed{a=3}$

$-4+b=1 \rightarrow \boxed{b=5}$

SCEGLIENDO IN QUESTO MODO I PARAMETRI DI G(S), SO CHE GLI AUTOVALORI SARANNO ESATTAMENTE QUELLI CHE HO SCELTO

OSS.

CERCARE G(S) UTILIZZANDO IL METODO DI ASSEGNAZIONE DEGLI AUTOVALORI APPENA FATTO, PORTA A UNA G(S) A DIMENSIONE $\geq$ A QUELLO DELLA G(S) OTTENUTA CON IL METODO A TENTATIVI CON ROUTH.

QUINDI: SE DEVO SOLO STABILIZZARE IL SISTEMA $\longrightarrow$ NON USO QUESTO METODO (IN GENERE NEI COMPITI D'ESAME È RICHIESTA UNA G(S) A DIM. MINIMA).

USIAMO IL METODO DELL'ALTRA VOLTA:

1) $G(s)=a$ • $F(s) = G(s)\cdot P(s) = \dfrac{a}{(s+2)(s-1)}$

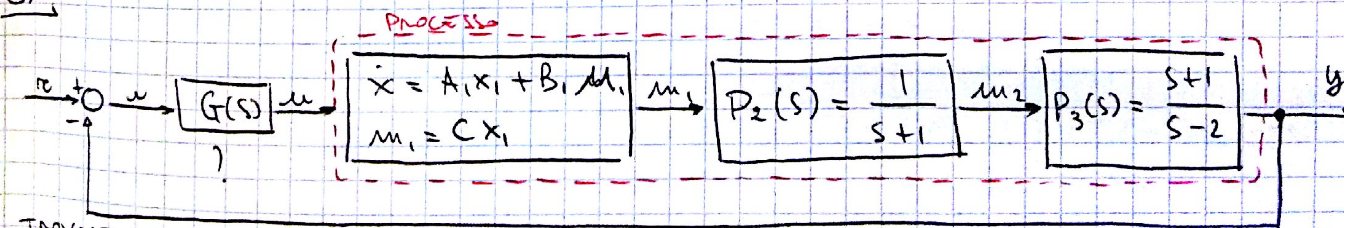
• $D_W = a + (s+2)(s-1) = s^2+s-2+a$

PER IL CRIT. DI ROUTH, SE $-2+a>0 \Rightarrow \boxed{a>2}$ IL SISTEMA È STABILE.

OSS

PER LA STABILITÀ BASTA UNA G(S) A DIMENSIONE ZERO!

EX



TROVARE G(S) IN MODO CHE IL POL. CAR. SIA (SE POSSIBILE) COME QUELLI INDICATI:

A) $(s+2)^N$ B) $(s+1)(s+2)^N$ C) $(s+1)^2(s+2)^N$ D) $(s+1)^3(s+2)^N$

$A_1 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ $B_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ $C_1 = (1 \quad 0)$ (STESSO EX. DI QUALCHE PAGINA PRIMA)

$\left\{ \begin{matrix} \text{AUTOVALORI} \\ \text{NASCOSTI} \end{matrix} \right\} = \{-1, -1\}$

$$P_1(s) = \frac{1}{s+1} \qquad P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 = \frac{1}{s+1} \cdot \frac{1}{\cancel{s+1}} \cdot \frac{\cancel{s+1}}{s-2} = \frac{1}{(s+1)(s-2)}$$

NB

A) e B) SONO IMPOSSIBILI PERCHÉ 2 AUTOVALORI SONO NASCOSTI E IN '-1', NON POSSO SPOSTARLI!

C)

$$G(s) = \frac{as+b}{s+c} \longrightarrow F = G \cdot P = \frac{as+b}{(s+c)(s+1)(s-2)}$$

HO 3 PARAMETRI, TANTI QUANTO È IL GRADO DI D_F, OK!

$$W(s) = \frac{N_F}{N_F + D_F}$$ INFATTI È UNA CLASSICA CONTROREAZIONE UNITARIA

$$D_W = as+b+(s+c)(s+1)(s-2) = (s+2)^3$$

$$s^3 + s^2(c-1) + s(a-c-2) + b - 2c = s^3 + 6s^2 + 12s + 8$$

$c - 1 = 6 \longrightarrow \boxed{c = 7}$

$a - 7 - 2 = 12 \longrightarrow \boxed{a = 21}$

$b - 14 = 8 \longrightarrow \boxed{b = 22}$

D) PRENDO $G(s)$ CON AL NUMERATORE $s+1$, COSÌ RIESCO A NASCONDERE L'AUTOVALORE '-1' E NON DEVO PIÙ PREOCCUPARMENE.

$$G(s) = a\frac{s+1}{s+b} \longrightarrow F = GP = \frac{a}{(s+b)(s-2)}$$

OSS. C'È UN NUOVO AUT. NASCOSTO!

HO 2 PARAMETRI, TANTI QUANTO d_F, OK!

$D_W = a + (s+b)(s-2) =$ INFATTI È UNA CONTROREAZIONE UNITARIA

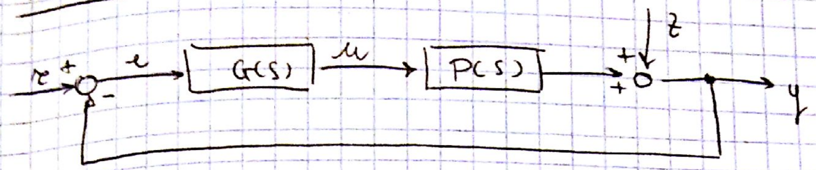
$$= \cancel{a} + s^2 + (b-2)s - 2b + a = (s+2)^2 = s^2 + 4s + 4$$

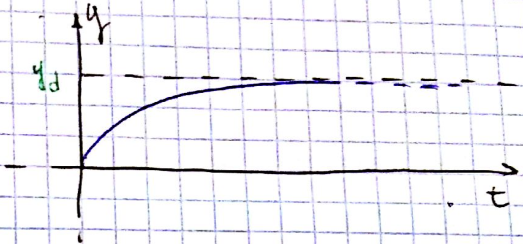
$b - 2 = 4 \longrightarrow \boxed{b = 6}$

$-2b + a = 4 \longrightarrow \boxed{a = 16}$

SPECIFICHE DI TRACKING E REIEZIONE DEI DISTURBI

TRACKING





$r = y_d$ USCITA DESIDERATA

$e = r - y = y_d - y$

VOGLIO CHE $\lim_{t \to +\infty} e(t) = 0$

$e(t) = \underbrace{\tilde{e}(t)}_{\text{ERRORE A REG. PER.}} + \underbrace{e_t(t)}_{\text{ERRORE TRANS.}}$ $\qquad$ $y(t) = \underbrace{\tilde{y}(t)}_{\text{RISPOSTA A REG. PER.}} + \underbrace{y_t(t)}_{\text{RISPOSTA TRANSITORIA}}$

RISPOSTA A REGIME PERMANENTE A INGRESSI CANONICI POLINOMIALI

$u(t) = \frac{t^k}{k!}$

MOLTEPLICITÀ ZERO ZERO IN $s=0$

	$u(t)$: 1	t	$t^2/2$
0	$W(0) \neq 0$	$W(0)t + \left.\frac{dW}{ds}\right\|_{s=0}$	$W(0)\frac{t^2}{2} + \left.\frac{dW}{ds}\right\|_{s=0} \cdot t + \frac{1}{2}\left.\frac{d^2W}{ds^2}\right\|_{s=0}$
1	0	$\left.\frac{W(s)}{s}\right\|_{s=0} \neq 0$	$\left.\frac{dW}{ds}\right\|_{s=0} \cdot t + \frac{1}{2}\left.\frac{d^2W}{ds^2}\right\|_{s=0}$
2	0	0	$\left.\frac{W(s)}{s^2}\right\|_{s=0}$

EX

$$u(t) \longrightarrow \boxed{W(s) = \frac{s(s+2)}{(s+1)^2}} \xrightarrow{y(t)}$$

$u(t) = t \qquad \tilde{y}(t) = ?$

IN $s=0$, LA MOLTEPLICITÀ è 1 $\Longrightarrow \tilde{y}(t) = 2$

OSS.

$$y(t) = \underbrace{\tilde{y}(t)}_{\text{RISPOSTA A R.P.}} + \underbrace{y_t(t)}_{\text{RISP. TRANSITORIA}}$$

NOI LAVOREREMO SOPRATTUTTO PER MODIFICARE LA $\tilde{y}(t)$, NON POSSIAMO FARE MOLTO SUL TRANSITORIO

OSS.

Se $u(t) = a\,u_1(t) + b\,u_2(t) \longrightarrow \tilde{y}(t) = a\,\tilde{y}_1(t) + b\,\tilde{y}_2(t)$

SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI PER LINEARITÀ

RISPOSTA A REGIME PERMANENTE AD INGRESSI PERIODICI

$u(t) = \mathrm{sen}(\omega t)$

$\tilde{y}(t) = |W(j\omega)|\,\mathrm{sen}(\omega t + \angle W(j\omega))$

UGUALE PER IL COSENO!

Ex.

$W(s) = \dfrac{1}{s+1}$

$$u(t) \longrightarrow \boxed{W(s) = \frac{1}{s+1}} \longrightarrow y(t)$$

$u(t) = \mathrm{sen}(2t) \qquad \omega = 2$

$\tilde{y}(t) = |W(j2)| \cdot \mathrm{sen}(2t + \angle W(j2))$

$W(j2) = \dfrac{1}{2j+1} \cdot \dfrac{1-2j}{1-2j} = \dfrac{1-2j}{1+4} = \dfrac{1}{5} - \dfrac{2}{5}j$

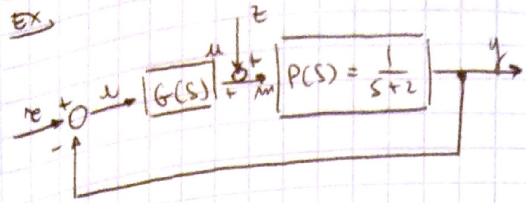
$|W(2j)| = \left|\dfrac{1}{2j+1}\right| = \dfrac{|1|}{|2j+1|} = \dfrac{1}{|2j+1|} = \dfrac{1}{\sqrt{4+1}} = \dfrac{\sqrt{5}}{5}$

$\angle W(2j) = \angle \dfrac{1}{2j+1} = \angle 1 - \angle 2j+1 = -\arctan(2)$

$\Downarrow$

$\tilde{y}(t) = \dfrac{\sqrt{5}}{5}\,\sin(2t - \arctan(2))$

EX



DOMANDE

PROGETTARE G(S) A DIMENSIONE MINIMA IN MODO DA SODDISFARE LE SEGUENTI SPECIFICHE:

1) ERRORE $e(t)$ A REG. PER. CORRISPONDENTE A RIF. $r(t)$ COSTANTI SIA NULLO

2) LA RISPOSTA $y(t)$ A REG. PER. CORRISPONDENTE A DISTURBI $z(t)$ COSTANTI SIA NULLA

3) L'ERRORE $e(t)$ A REG. PERM. CORRISPONDENTE A RIF. $r(t) = t$ SIA IN MODULO $< \frac{1}{2}$

4) LA RISP. A REG. PER. CORRISPONDENTE A RIF $r(t) = \sin(2t)$ SIA NULLA

5) IL SISTEMA COMPLESSIVO SIA ASINTOTICAMENTE STABILE

①,③,④ SPECIFICHE DI TRACKING

OSS

CONVIENE IN GENERE LASCIARE QUELLA STABILITÀ PER ULTIMA.

CONVIENE INIZIARE DA QUELLE SPECIFICHE CHE HANNO BISOGNO DI UN VALORE ESATTO (EX. 1 e 2)

E POI QUELLE CHE DANNO UN CERTO GRADO DI LIBERTÀ (EX 3)

ESEMPIO DI SVOLGIMENTO: 1, 2, 4, 3, 5.

INIZIAMO DALLA PRIMA

SAPPIAMO CHE $y(s) = W(s) \cdot r(s)$ $\xrightarrow{r} \boxed{W(s)} \xrightarrow{y}$

INOLTRE ESISTERÀ W_e : $e = W_e r$

SAPPIAMO CHE $e = r - y$ E CHE $y = P(s) \cdot m$

OSS IMPORTANTE!

QUANDO VADO A IMPORRE CONDIZIONI DI TRACKING, PRESCINDERE DALL'ESISTENZA DEI DISTURBI (RICORDARSI CHE VALE LA SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI)

ALLA LUCE DI QUANTO DETTO: $\begin{cases} m = u \\ u = G(s) \cdot e \end{cases}$

QUINDI

$$\begin{cases} e = r - y \\ y = P(s) \cdot m \\ m = u \\ u = G(s) \cdot e \end{cases} \longrightarrow e = r - P(s)G(s)e \iff e = \frac{r}{(1 + P(s) \cdot G(s))}$$

$$\text{QUINDI: } W_e = \frac{e}{r} = \frac{1}{1 + PG} = \frac{1}{1 + \frac{N_G}{D_G} \cdot \frac{N_P}{D_P}} = \frac{D_G D_P}{N_G \cdot N_P + D_G D_P} = W_e$$

FDT INGRESSO – ERRORE

OSS

CONOSCIAMO D_P $(s+2)$ E N_P (1) MA NON N_G E D_G (SONO QUELLE CHE DOBBIAMO TROVARE NOI).

GUARDO LA TABELLA DEGLI INGRESSI POLINOMIALI:

- SPECIFICA PER UN INGRESSO COSTANTE ⟶ PRIMA COLONNA

- QUANDO LE RICHIE: LA PRIMA HA (IN COLONNA 1) UN TERMINE DALLA SECONDA RIGA IN POI → OK!

<u>OSS.</u>

È MEGLIO SEGUIRE LA RIGA PIÙ RARA.

<u>QUINDI:</u>

- DEVO AVERE UNO ZERO IN $s=0$ IN W_{e} CON MOLTEPLICITÀ 1

PER COME FATTO IL NUMERATORE DI W_e?

$N_{We} = D_G D_P$. D_P HA UNO ZERO IN $s=0$? NO! ALLORA LO DEVE AVERE D_G.

QUINDI: $\boxed{G = \frac{N_G}{s \cdot D'_G}}$

PERCHÉ PREFERISCO MOLTEPLICITÀ $=1$? PERCHÉ ALTRIMENTI AUMENTO INUTILMENTE LA DIMENSIONE DI G! (CHE ~~...~~ LO VOGLIO A DIM. MINIMA)

~~SECONDA SPECIFICA~~

<u>OSS.</u>

COSÌ COME PRIMA HO CONSIDERATO I DISTURBI NULLI, ORA CONSIDERO I RIFERIMENTI NULLI

$$y = \cancel{W_r \cdot r}^{0} + W_z \cdot z$$

DEVO CALCOLARE LA $\boxed{W_z = \frac{y}{z}}$

$$\begin{cases} y = P \cdot m \\ m = z + u \\ u = G e \\ e = -y \end{cases} \longrightarrow y = P(z - Gy) \Longrightarrow y(1+PG) = Pz \Longrightarrow \frac{y}{z} = \boxed{\frac{P}{1+PG} = W_z}$$

QUINDI: $\boxed{W_z = \frac{\frac{N_P}{D_P}}{1 + \frac{N_P}{D_P} \cdot \frac{N_G}{D_G}} = \frac{N_P D_G}{N_P N_G + D_P D_G}}$

NON DEVO FARE NULLA! D_G HA GIÀ UNO ZERO CON MOLTEPLICITÀ $=1$ IN $s=0$.

INFATTI HO BISOGNO DI UNO ZERO IN $s=0$ CON MOLTEPLICITÀ DI ALMENO 1 NEL POLINOMIO $\overset{\text{NUM. DI } W_z}{N_P \cdot D_G}$ PERCHÉ LA W_z AD UN INGRESSO COSTANTE SIA NULLA.

QUARTA SPECIFICA

$$\frac{y}{t} = W = \frac{N_G \cdot N_P}{N_G \cdot N_P + D_G \cdot D_P}$$

$$\tilde{y}(t) = |W(2j)| \sin(2t + \angle W(j2)) = 0$$

PERCHÉ QUESTO SIA VERO $\longrightarrow |W(2j)| = 0 \Longrightarrow \left| \frac{N_G(2j) \cdot N_P(2j)}{N_G(2j) \cdot N_P(2j) + D_G(2j) D_P(2j)} \right| = 0$

PERCHÉ L'ULTIMA SIA VERA, BASTA CHE $|N_G(2j) \cdot N_P(2j)| = 0$

POICHÉ $N_P = 1$, NON SI ANNULLA IN $2j$. DEVO LAVORARE SU N_G.

SE PRENDO $N_G = (s-2j) N_G'$, LA CATENA DI IMPLICAZIONI È SODDISFATTA

PERÒ NON MI BASTA, NON POSSO AVERE COEFFICIENTI IMMAGINARI IN UNA FdT, QUINDI DICO CHE $N_G = (s-2j)(s+2j) \cdot N_G'$

OSS IMPORTANTE

SE UNA FdT HA COEFFICIENTI IMMAGINARI NON È REALIZZABILE FISICAMENTE

OSS:

LA PRIMA (PIÙ SEMPLICE) STRUTTURA DI $G(s)$ CHE POSSIAMO CONSIDERARE È LA SEGUENTE: $\frac{as^2+bs+c}{s^2+ds+e} \longleftrightarrow a\frac{(s+b)(s+c)}{(s+d)(s+e)}$

DALLE CONDIZIONI IMPOSTE FIN'ORA: $b = -2j$, $c = 2j$ e $d = 0$

IN DEFINITIVA: $G(s) = a\frac{s^2+4}{s(s+b)}$ È UNA $G(s)$ COMPATIBILE.

D'ORA IN POI VADO A TENTATIVI! PROVO CON UNA STRUTTURA COMPATIBILE E SE ARRIVO AD UNA SOLUZIONE IMPOSSIBILE NE SCELGO UN'ALTRA PIÙ COMPLESSA MA CON PIÙ GRADI DI LIBERTÀ;

TERZA SPECIFICA

CONSIDERO $G(s) = a\frac{s^2+4}{s(s+b)}$

SAPPIAMO GIÀ CHE $W_e = \frac{D_G D_P}{N_G N_P + D_G D_P}$

GUARDO SEMPRE LA TABELLA DELLE RISPOSTE A INGRESSI POLINOMIALI E VEDO CHE SIAMO SULLA SECONDA COLONNA → ABBIAMO BISOGNO DELLA RIGA DALLA 2 IN POI (*)

(*) SCELGO PROPRIO LA SECONDA ~~RIGA~~ tipo RIMANENDO NELL'OTTICA DI SCEGLIERE SEMPRE LA RIGA PIÙ IN ALTO.

Il numeratore di $W_e = D_G D_P$, e già ha uno zero in s con molteplicità $= 1$ (per le condizioni imposte prima).
Dobbiamo imporre, però, che

$$\left| \left. \frac{W_e(s)}{s} \right|_{s=0} \right| < \frac{1}{2} \iff \left| \left. \frac{1}{s} \cdot \frac{D_G D_P}{N_G N_P + D_G D_P} \right|_{s=0} \right| < \frac{1}{2}$$

$$\iff \left| \left. \frac{1}{\cancel{s}} \cdot \frac{\cancel{s}(s+b)(s+2)}{a(s^2+4)\cdot 1 + s(s+b)(s+2)} \right|_{s=0} \right| < \frac{1}{2} \iff \left| \frac{2b}{4a} \right| = \left| \frac{b}{2a} \right| < \frac{1}{2}$$

$$\iff \frac{1}{2} \left| \frac{b}{a} \right| < \frac{1}{2} \iff |b| < |a|$$ nuova condizione

OSS

È sbagliato assegnare valori ad a e b a questo livello! Mi giocherei i gradi di libertà; devo lasciare indicata la condizione. Fissare a e b, solo dopo aver trovato l'ultima condizione posso provarci.

~~Quarta specifica~~

Sappiamo già che $\frac{y}{r} = W = \frac{N_G N_P}{N_G N_P + D_G D_P}$

Quindi: $D_W = N_G N_P + D_G D_P = a(s^2+4)\cdot 1 + s(s+b)(s+2) = s^3 + s^2(a+b+2) + 2bs + 4a$

Esiste una coppia (a, b) che faccia sì che le radici di D_W abbiano parte reale negativa e che sia soddisfatta la condizione precedente $(|b| < |a|)$?

Applico il criterio di Routh a D_W:

$$\begin{cases} a+b+2 > 0 \\ 2b > 0 \rightarrow b > 0 \\ 2a > 0 \rightarrow a > 0 \end{cases}$$ → Esistono valori di a e b che soddisfano il sistema e che soddisfano $|b| < |a|$.
La C.N. è soddisfatta, devo scrivere la tabella di Routh.

3	(*)	1	$2b$
2	(*)	$a+b+2$	$4a$
1	(*)	$\frac{2ab+2b^2+4b-4a}{a+b+2}$	0
0	(*)	$4a$	

(*) devono essere tutti dello stesso segno.
poiché $1 > 0$ → tutti devono essere > 0

$$\begin{cases} a+b+2>0 \\ 2ab+2b^2+4b-4a>0 \\ a>0 \\ |b|<|a| \end{cases}$$

QUESTO SISTEMA È SODDISFATTO DA $a=2$ e $b=1$

NB

NON DEVO TROVARE TUTTE LE COPPIE (a,b), ME NE BASTA UNA!

SAREBBE VERAMENTE COMPLICATO TROVARLE TUTTE E, INOLTRE, INUTILE!

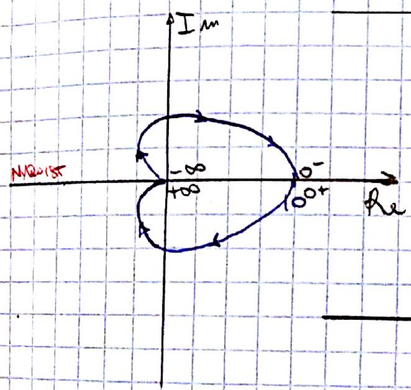
IN DEFINITIVA:

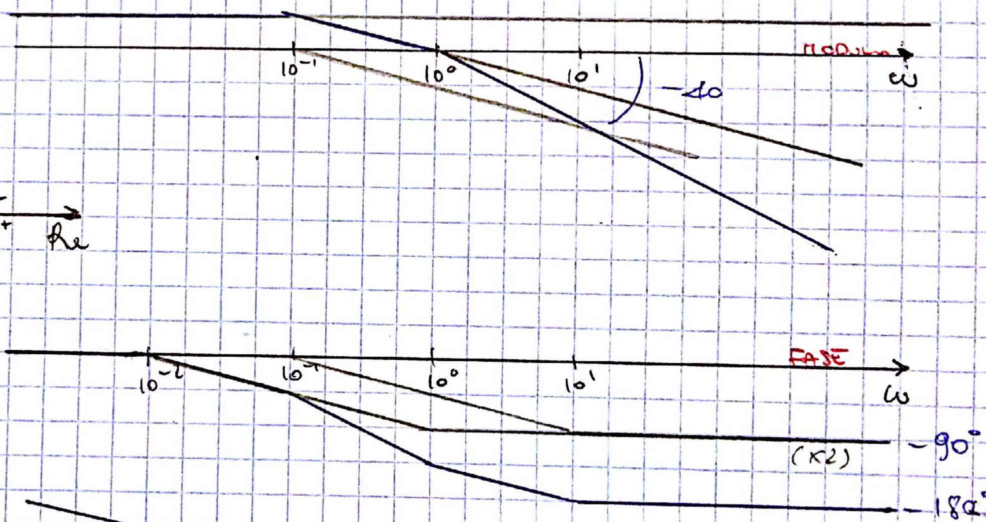
$$G(s) = 2 \cdot \frac{s^2+4}{s(s+1)}$$ SODDISFA TUTTE LE SPECIFICHE RICHIESTE

TUTOR

EX, DIAGRAMMI BODE E NYQUIST

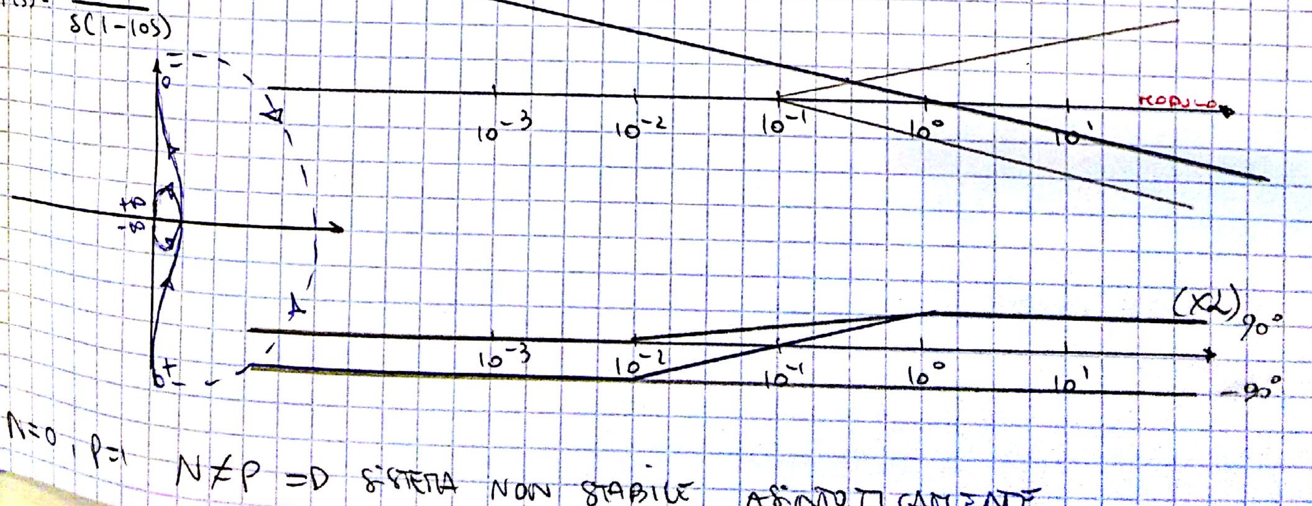
$$F(s) = \frac{10}{(1+s)(1+10s)}$$





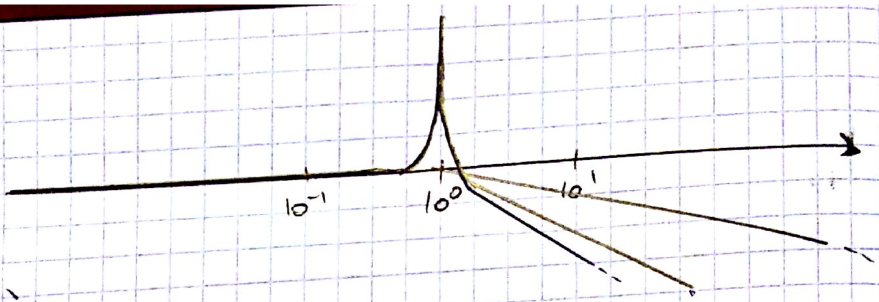
EX,

$$F(s) = \frac{1+10s}{s(1-10s)}$$



$N=0$, $P=1$ $N \neq P \Rightarrow$ SISTEMA NON STABILE ASINTOTICAMENTE

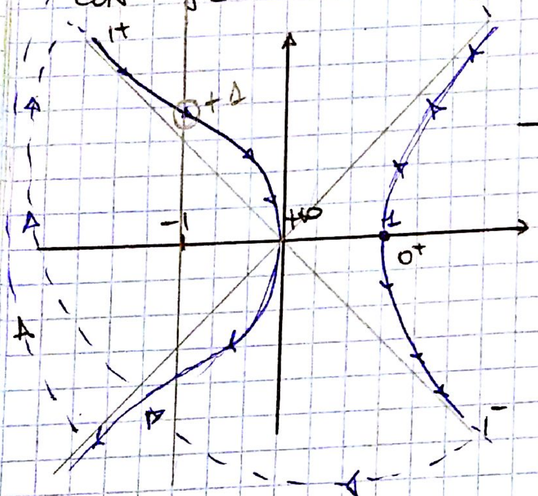
$$F(s) = \frac{1}{(s+1)(s^2+1)}$$

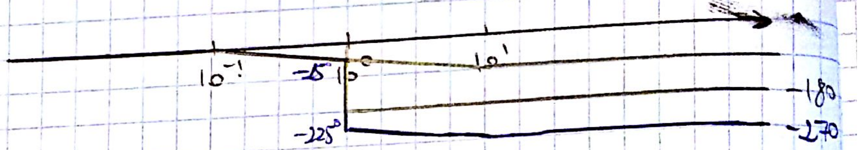


$$1+s^2 = 1 + \frac{2\xi}{\omega_n} s + \frac{s^2}{\omega_n^2}$$

$\rightarrow 0 \pm 1$

con $\xi = 0$ e $\omega_n = 1$





$P = 0$

OSS.

COME CONTO I GIRI? TRACCIO UNA SEMIRETTA DA $(-1, j0)$ VERSO L'ALTO E CONTO IN SENSO ALGEBRICO LE CURVE ENTRANTI E USCENTI (POSITIVE SE ENTRANTI E NEGATIVE SE USCENTI)