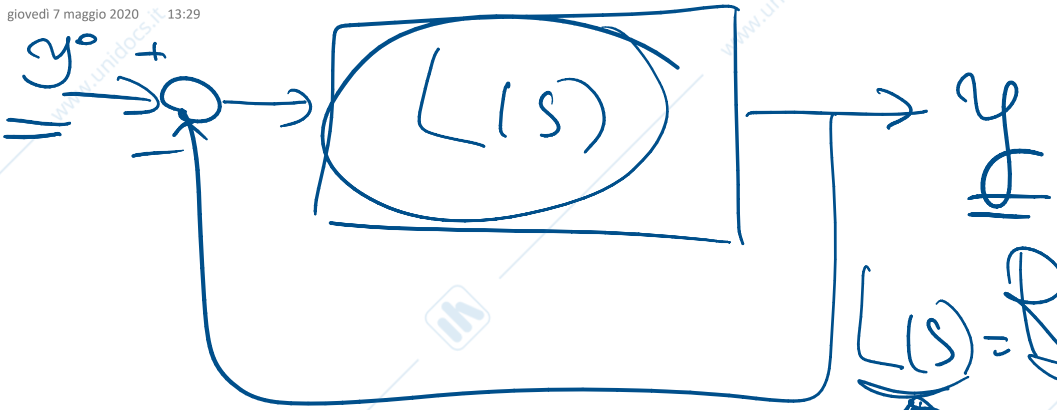
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

giovedì 7 maggio 2020 13:29



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

STABILITÀ IN CONDIZ. NOMINALI

$G(s)$ = modello "noto" del sistema

FdT sist. retroaz.

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

RADICI $\boxed{1+L(s)=0}$ poli sistema in an. chiuso

Metodo grafico basato sulla r.if. $L(j\omega)$

CRITERIO DI NYQUIST

Basato sul DIAGRAMMA di NYQUIST

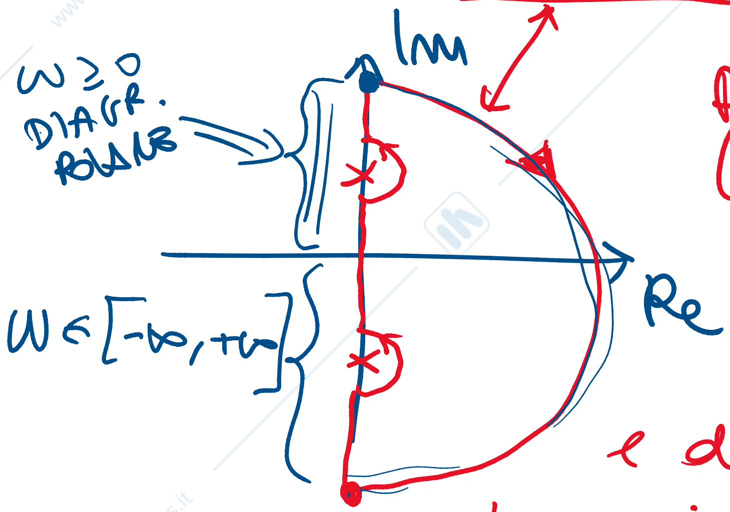
DEF

Data una FdT $H(s)$ il diagr. di Nyquist è l'immagine, attraverso $H(s)$ stessa, del PERCORSO DI NYQUIST

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

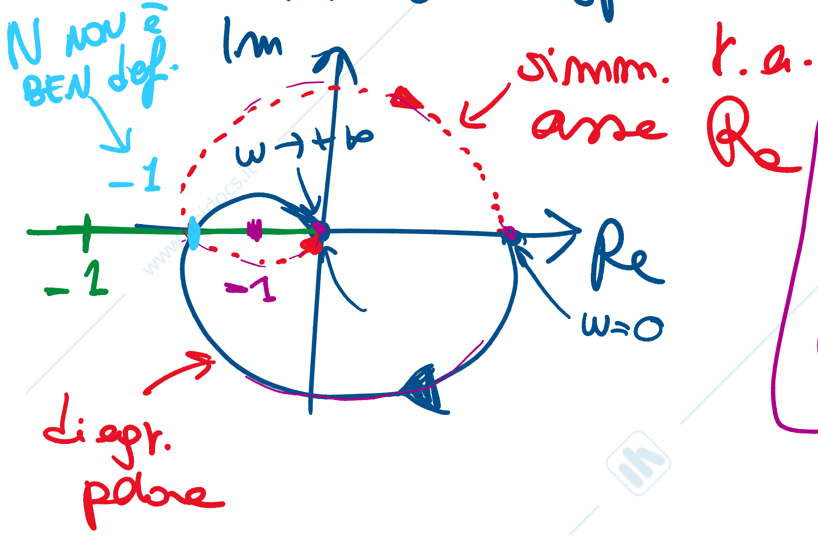
Stesse, del <u>PERCORSO DI NYQUIST</u>



ASSE IMMAGINARIO (privato al più dei punti che sono poli di $H(s)$)

e da una SEMICIRCONF. di raggio ∞ piacente nel semipiano destro

<u>IN PRATICA</u> il diagr. di Nyquist si ottiene da quello polare "AGGIUNGENDO" il simmetrico rispetto all'asse Reale



$(-1,0) \to N = 0$

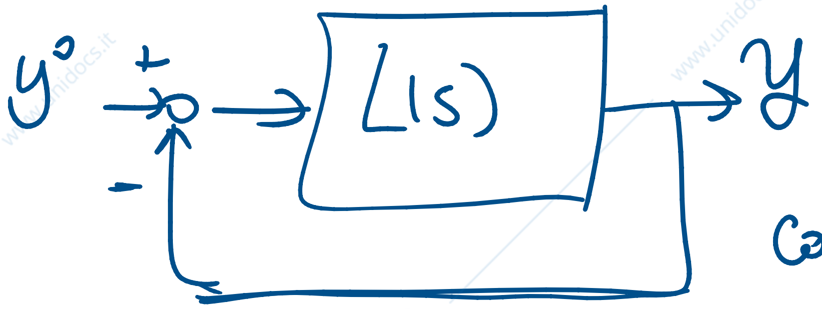
$(-1,0) \to N = -2$

<u>CRITERIO DI NYQUIST</u> Dato un sistema LTI con FdT d'anello $L(s)$ in retroaz. unitaria negativa

$L(s) = \frac{N_L(s)}{\dots}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari



$L(s) = \dfrac{N_L(s)}{D_L(s)}$

con N_L e D_L

non ho cancellazioni $\iff$ primi tra loro

- Sia P il # di poli di $L(s)$ con $Re > 0$
- Sia N il # di giri (CONTATI POSITIVI in senso ANTIORARIO) che il diagramma di NYQUIST di $L(j\omega)$ compie attorno al punto $(-1,0)$

CNS Perché il sistema in AN. CHIUSO sia AS. STABILE è che

1. N è "BEN DEFINITO", ovvero il diagr. di NYQUIST di $L(j\omega)$ NON PASSA per il punto $(-1,0)$
2. $N = P$

NOTA 1 P è sempre ≥ 0

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

NOTA 1 P è sempre ≥ 0

Se $N<0$ sono sicuro che il sistema in AN. CHIUSO è INSTABILE

NOTA 2 Se N è ben def. ma $N \neq P \Rightarrow$ sistema in anello chiuso è INSTABILE e ha $\boxed{P-N}$ poli con $Re > 0$

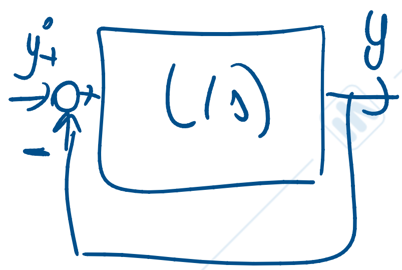
NOTA 3 Se N NON È BEN DEFINITO $\Rightarrow$ IL SISTEMA IN AN. CHIUSO NON è AS. STABILE

ESEMPIO

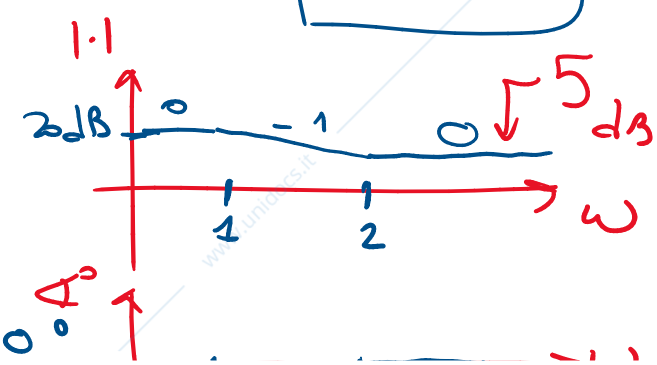
$$L(s) = 5\,\frac{(s+2)}{(s-1)}$$

L(S) INSTABILE

Stud. la STAB. del sist. in AN. CHIUSO



$\boxed{P = 1}$



L(S):

$r=0$

$\mu = -10$

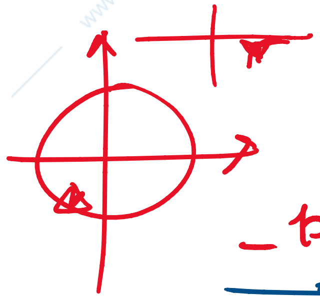
$P = +1$

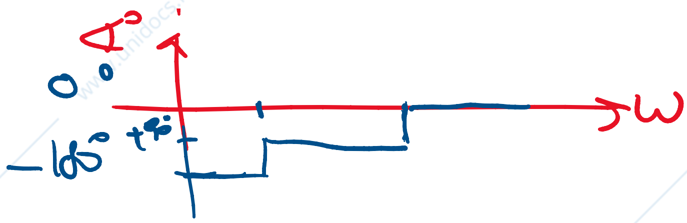
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

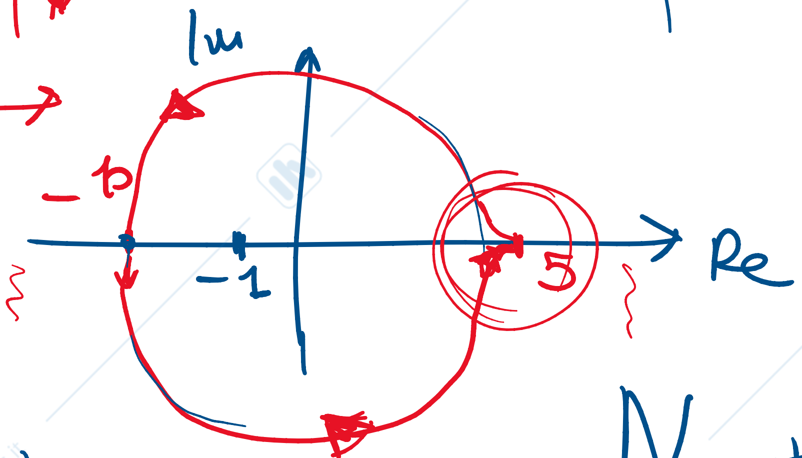
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

$\bar{r}=0$ $\quad P=+1$

$z=-2$







Nyquist( )

N è ben def? Sì ✓ $N=+1$

$N=P$? Sì $\boxed{N=P=1}$

⇓

CNS Sistema IN AN. CHIUSO è AS. STABILE

VERIFICA $\quad L(s)=\dfrac{5(s+2)}{s-1}$

Poli del sistema in AN. CHIUSO sono le radici del denom. di $\boxed{F(s)=\dfrac{L(s)}{1+L(s)}}$

$1+L(s)=0$

$1+\dfrac{5(s+2)}{\ldots}=0$

CRIT. NYQUIST ci dice che poli di ...

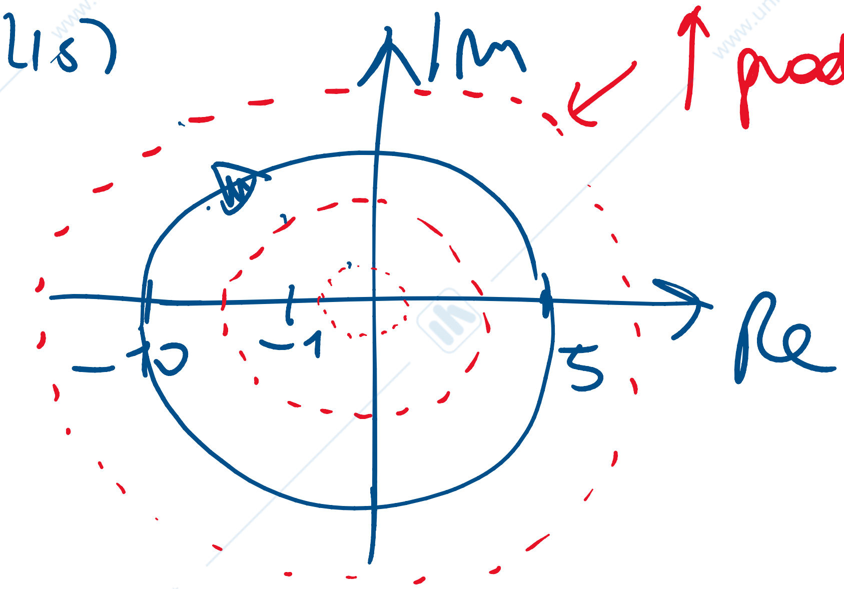
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

... Nyquist ci dice che poli di F(s) sono Re<0

$$1 + 5\frac{(s+2)}{(s-1)} = 0$$

$$(s-1) + 5s + 10 = 0$$ Polo Re<0

$$6s + 9 = 0 \iff \boxed{s = -\frac{9}{6} < 0}$$



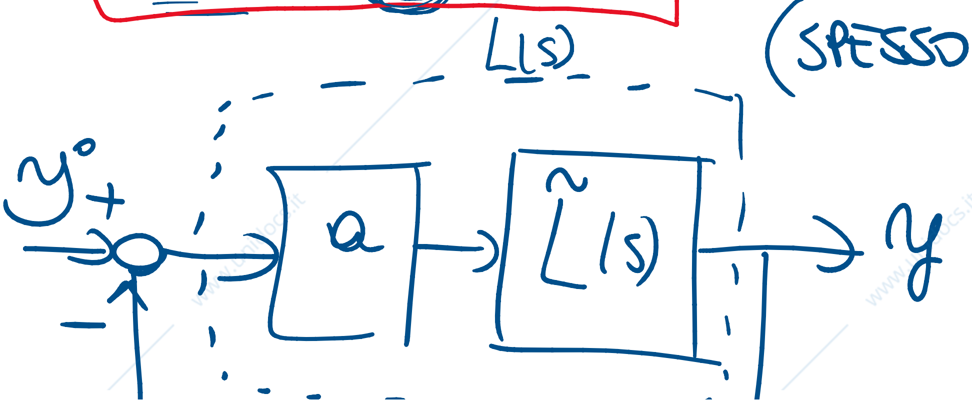
↑ prodotto di L

ESTENSIONI DEL CRITERIO di NYQUIST

(1) $\boxed{L(s) = a\tilde{L}(s)}$, $a \in \mathbb{R}$

NOTA: P di $L(s)$ = P di $\tilde{L}(s)$

(SPESSO $a = \mu$)



$F(s) = \frac{L(s)}{\quad}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

$$T(s) = \frac{L(s)}{1+L(s)}$$

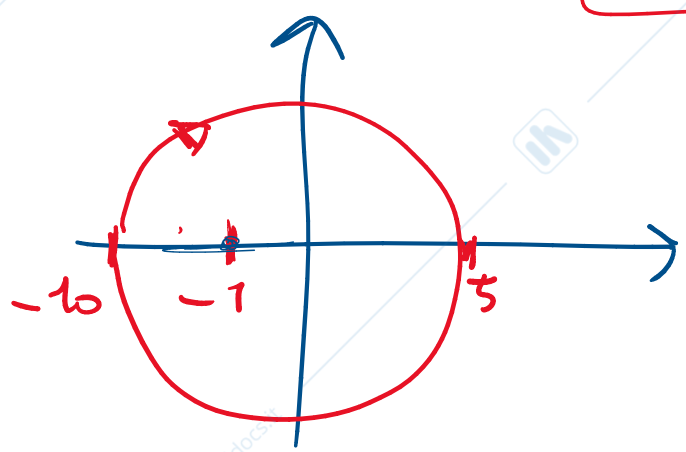
NOTO che

EQUAZ. CARATTERISTICA

$$1 + L(s) = 0 \Rightarrow \boxed{L(s) = -1}$$

$$1 + a\tilde{L}(s) = 0 \Rightarrow \boxed{\tilde{L}(s) = -\frac{1}{a}}$$

Quindi per studiare la stab. del sistema in AN. CHIUSO AL VARIARE di a, posso applicare il crit. di Nyquist a $\tilde{L}(s)$ e contare i giri che il suo diagr. di NYQUIST compie attorno a $\boxed{\left(-\frac{1}{a}, 0\right)}$



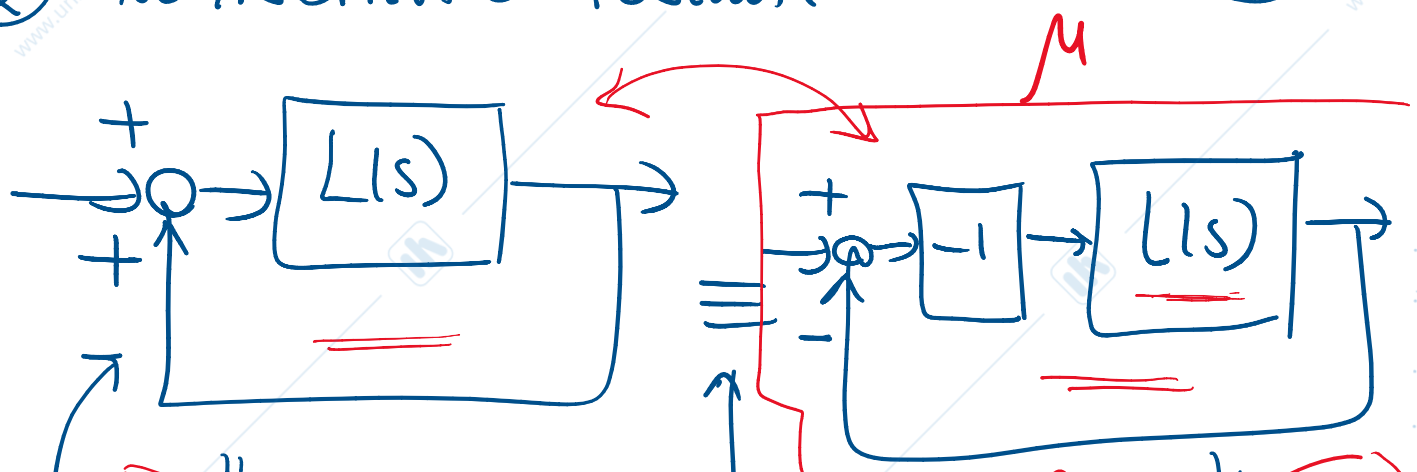
$$L(s) = 5\,\frac{s+2}{s-1} = -10\,\boxed{\frac{\left(\frac{s}{2}+1\right)}{(-s+1)}}$$

$\tilde{L}$

(2) RETROAZIONE POSITIVA

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

② RETROAZIONE POSITIVA



$F(s) = \dfrac{L}{1-L}$ ‖ dal punto di vista della stabilità in an. chiuso ‖ $F(s) = \dfrac{-L}{1-L}$

Coincide con estensione ① nel caso particolare di $a = -1$

Se ho una L(s) in **RETR. POSITIVA** posso studiarne la stabilità con il CRIT. di NYQ. pur di contare i GIRI ATTORNO a $(+1, 0)$

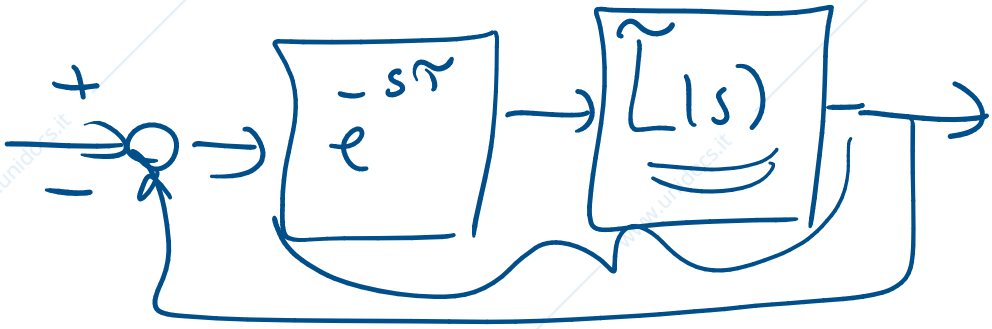
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

contare i GIRI ATTORNO a $(+1,0)$

③ SISTEMI CON RITARDO PURO

$$\boxed{L(s)} = \underbrace{\tilde{L}(s)\, e^{-s\tau}}$$

Poli di L ≡ Poli di $\tilde{L}$

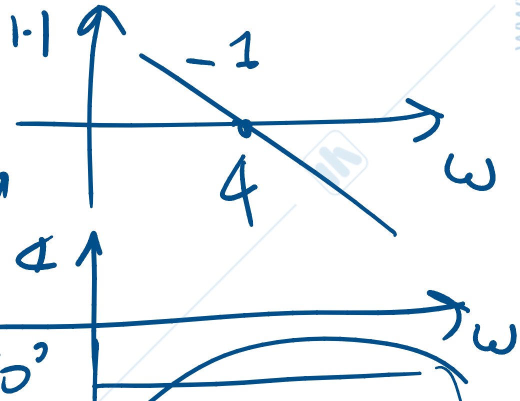


APPLICO CRIT. di NYQ a $L(s)$, dopo aver correttamente disegnato il DIAGR. di NYQUIST di $L(j\omega)$ e aver correttamente valutato N

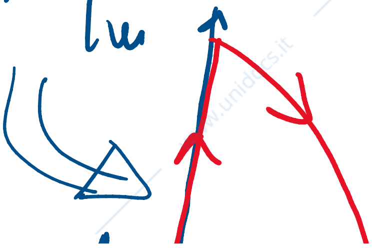
ES

$\boxed{P=0}$

$$L(s) = \underbrace{\frac{4}{s}} e^{-2s}$$

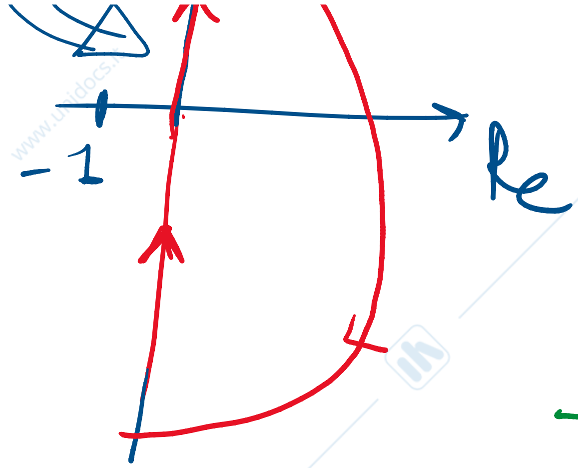


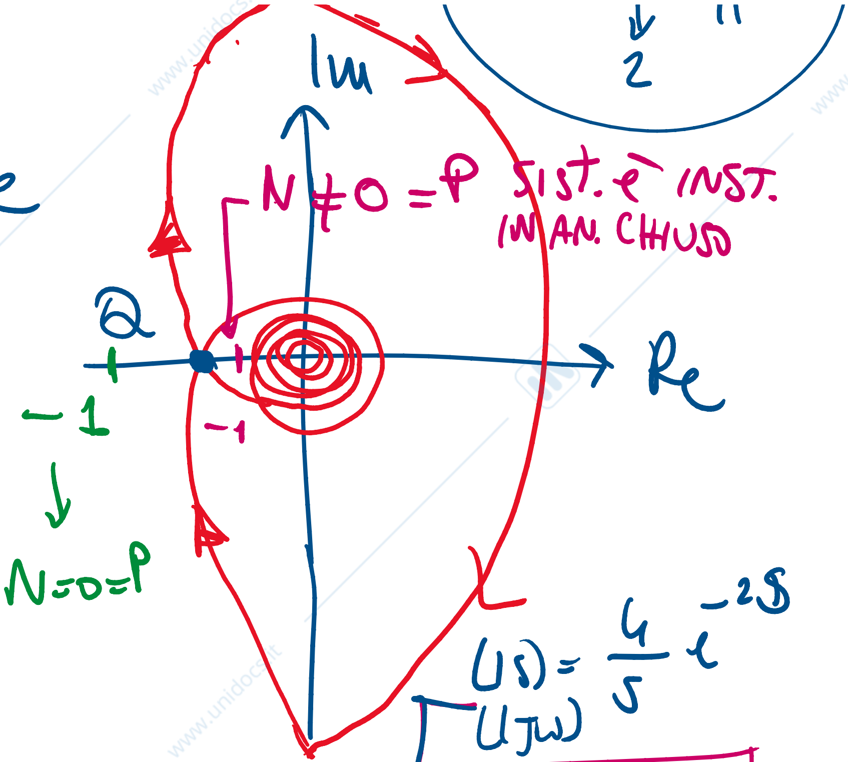
DIAGR. NYQUIST di $\tilde{L}(s) = \frac{4}{s}$



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari





$$L(s) = \frac{4}{s} e^{-2s} = \tilde{L}(s)\, e^{-2s}$$

$$\boxed{P_L = P_{\tilde{L}} = 0}$$

$$\boxed{\begin{array}{l} Q:\ \angle L(j\omega_Q) = -180^\circ \\ |L(j\omega_Q)| \begin{cases} <1 \\ >1 \end{cases} \end{array}}$$

Il diagr. di Nyq di $\tilde{L}(j\omega)$ ha $N=0$ e N ben def.

$\Updownarrow$ CNS

IL SIST. IN AN. CHIUSO SENZA ritardo puro ($\tau = 0$) è AS. ST.

IL RITARDO causa uno sfondamento, per cui ho una INTERSEZIONE Q tra il diagr. di Nyq. di.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

x lno il diagr. di Nyq. di

$L(j\omega)$ [con $r=2$] e il semiasse

reale $\Leftrightarrow$

$\Rightarrow$ $\boxed{Q \text{ è a sn o a dx di } -1}$

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari