

PTC3470 - INTRODUÇÃO AO PROJETO DE SISTEMAS DE CONTROLE ROBUSTOS

CAP 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - PROLEGÔMENOS

- Objetivo: atingir desempenho de acordo com especi-

ficações a despeito da existência de

incertezas

- Neste curso:

- S.L.I.T.

- S.I.S.O.

- Domínio da frequência

- Vantagens da abordagem frequencial:

- Modelo é compatível com as especificações?

- Em que faixas de frequências é possível

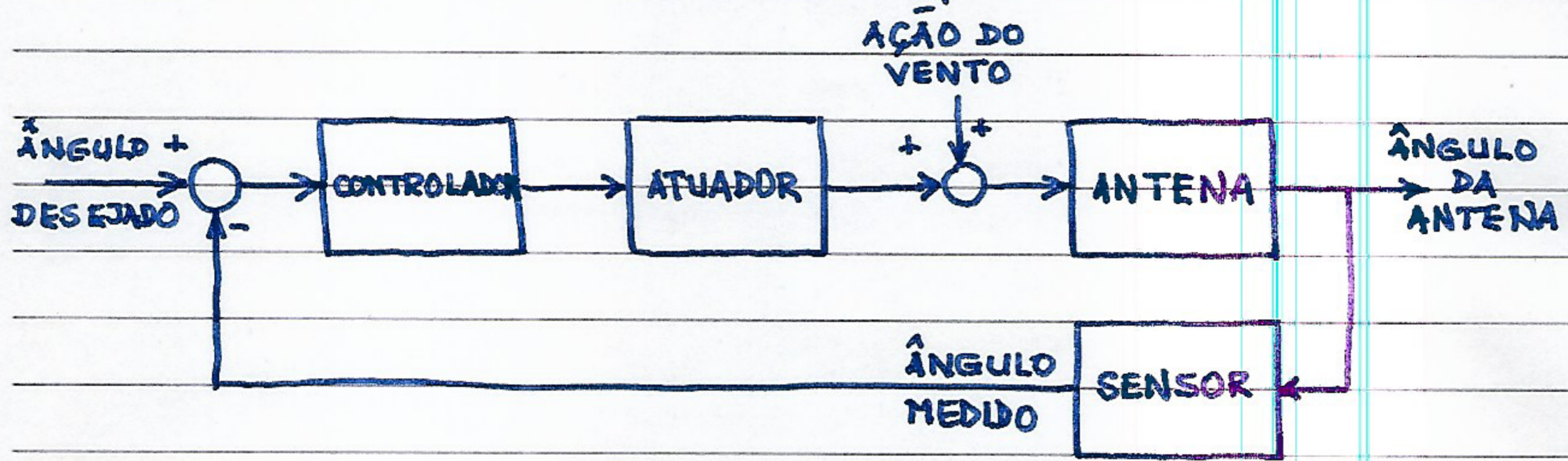
acompanhar sinais de referência?

E rejeitar perturbações?

- O sensor é apropriado?

- Quando é interessante usar realimentação?

• EXEMPLO - Controle de posição de antena



• Incertezas no comportamento do sistema

- parâmetros do motor

- atrito

- folgas

- etc...

• Perturbações agindo sobre o sistema

- vento

• Operação em malha aberta é viável?

• E em malha fechada?

• Controlador (de malha fechada!) deve depender:

- do "tamanho" da incerteza

- das especificações de tolerância da saída

• Neste curso: garantir

- estabilidade robusta

- desempenho robusto

NOTA NA APOSTILA: Malha aberta x malha fechada

1.2 - PONTOS A CONSIDERAR NO PROJETO

• Especificações de projeto

- acompanhamento de referência ("tracking" ou "command following")

- rejeição de perturbações ("disturbance rejection")

- atenuação do efeito do erro de medida

• Incertezas no comportamento da planta

- incertezas nos valores dos parâmetros

- dinâmicas não modeladas

• Capacidades dos atuadores

- Especificações muito "severas" \Rightarrow sobrecarga dos atuadores

- Diretriz: respeitar a natureza!

\uparrow energia

• Amplificação do erro de medida

- sensor \rightarrow erros de altas frequências:

- dinâmica do sensor

- ruído de medida

- efeitos sobre:

- saída

- variável de controle

• PROBLEMA DE CONTROLE ROBUSTO

Garantir:

- estabilidade

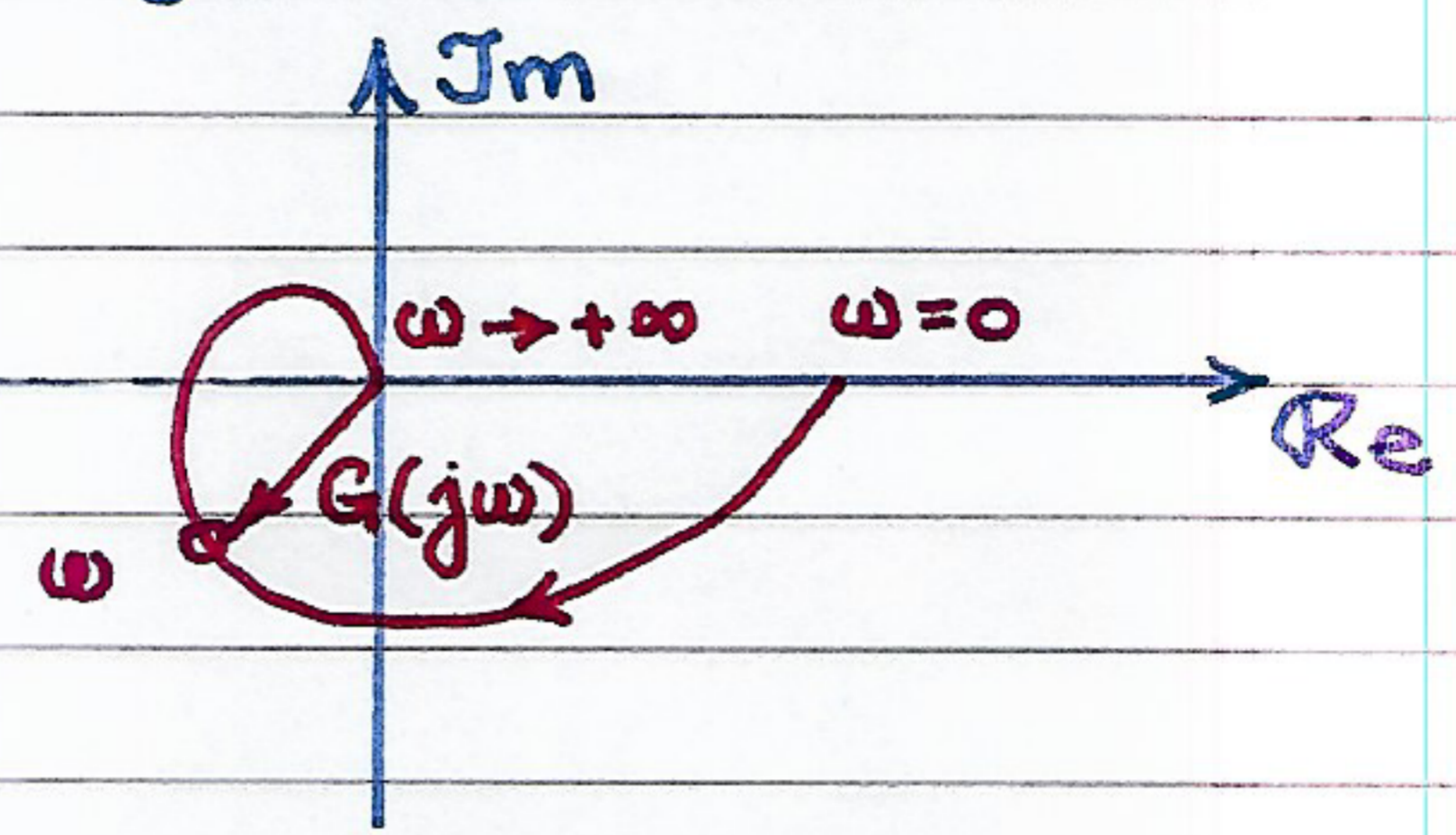
- desempenho conforme especificações

na presença de erros (incertezas) de modelagem

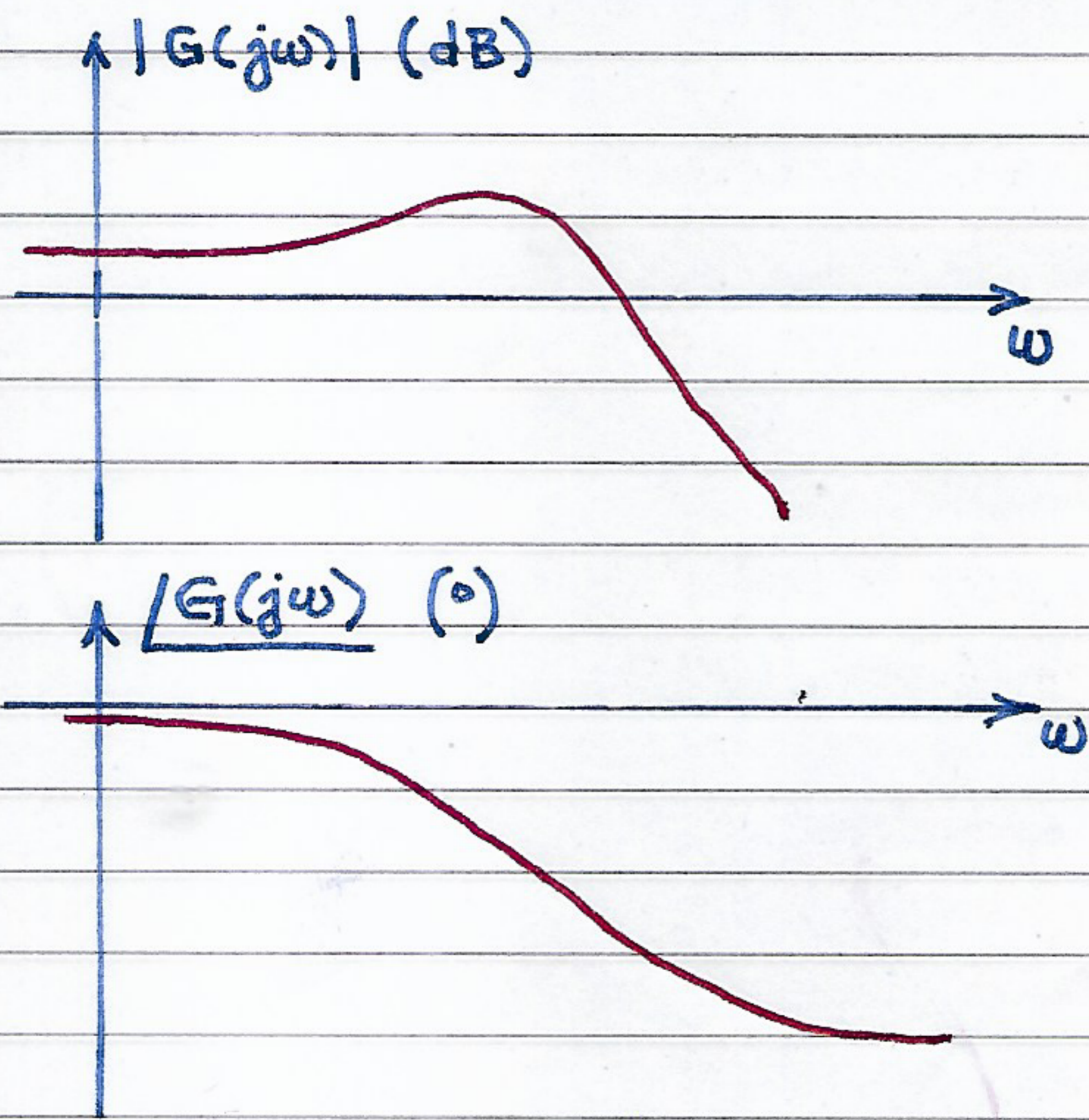
1.3 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

1.3.1 - Gráficos de resposta em frequência

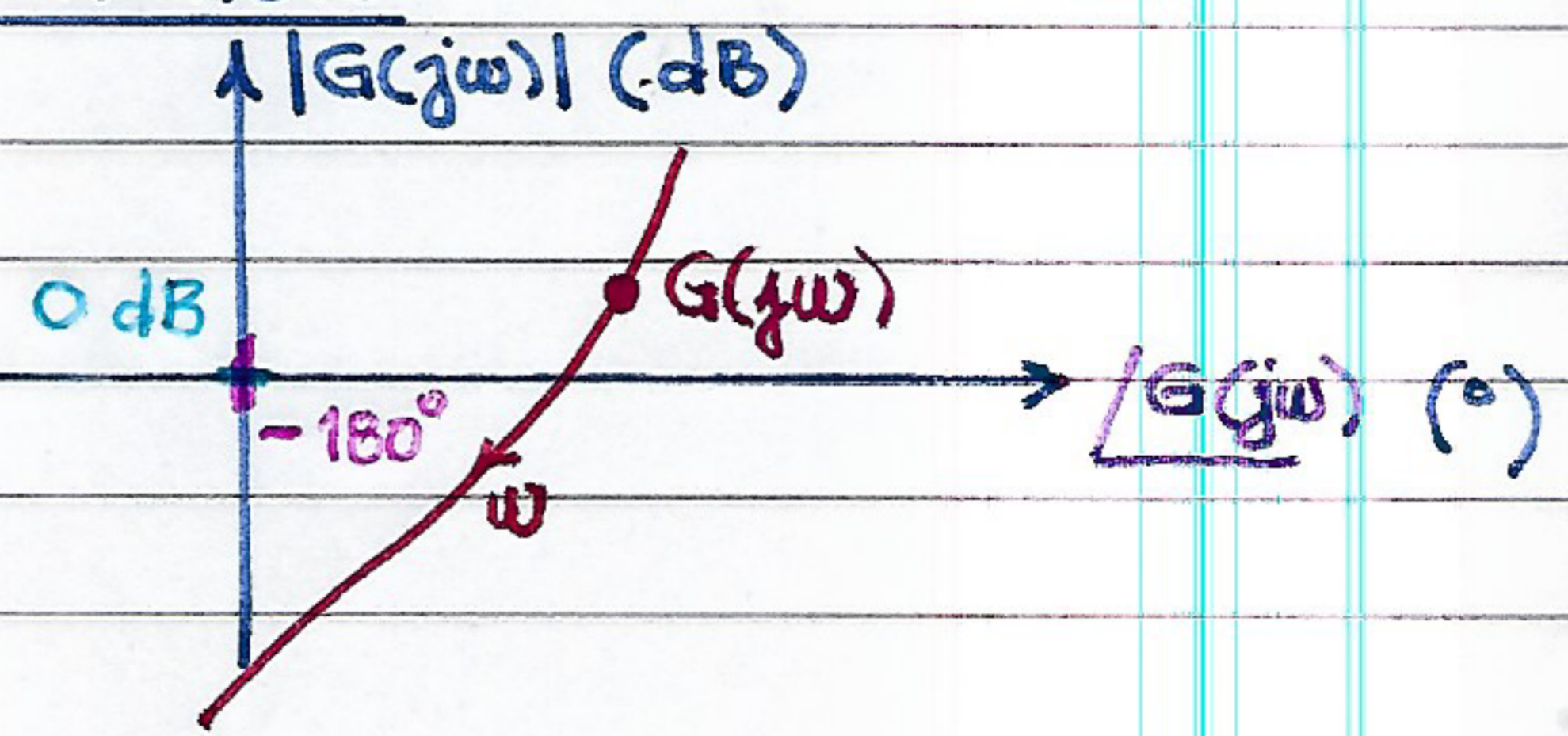
- Gráficos de Nyquist



- Diagramas de Bode



- Diagramas de Nichols



• Vantagem de Bode e de Nichols sobre Nyquist

$$20 \log_{10} |G(j\omega)K(j\omega)| = 20 \log_{10} |G(j\omega)| + 20 \log_{10} |K(j\omega)|$$

$$|G(j\omega)K(j\omega)| \text{ em dB} \quad |G(j\omega)| \text{ em dB} \quad |K(j\omega)| \text{ em dB}$$

Fácil p/ Bode e Nichols

- Obs: P/ Nyquist

$$|G(j\omega)K(j\omega)| = |G(j\omega)| |K(j\omega)|$$

- Somar é mais simples que multiplicar!

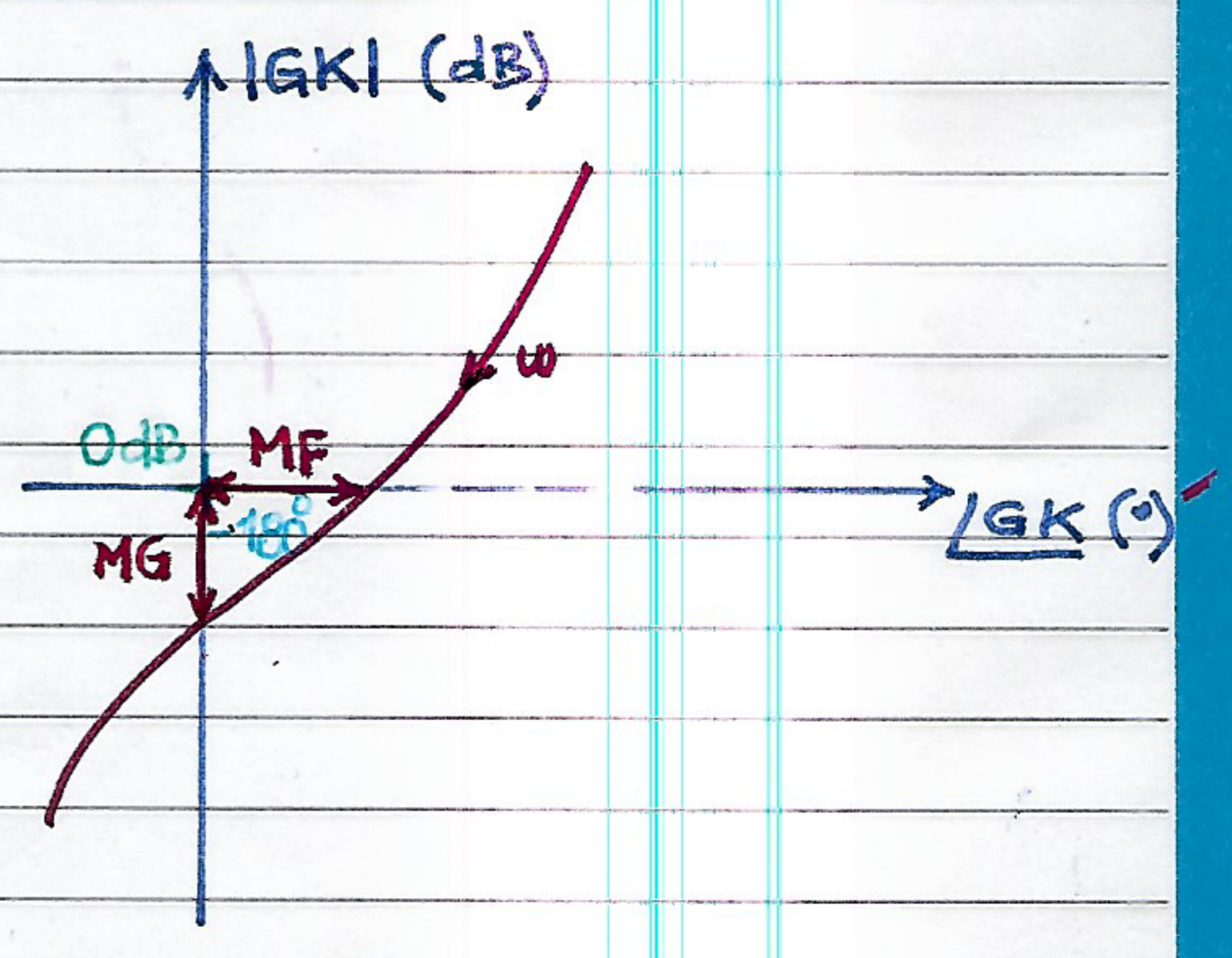
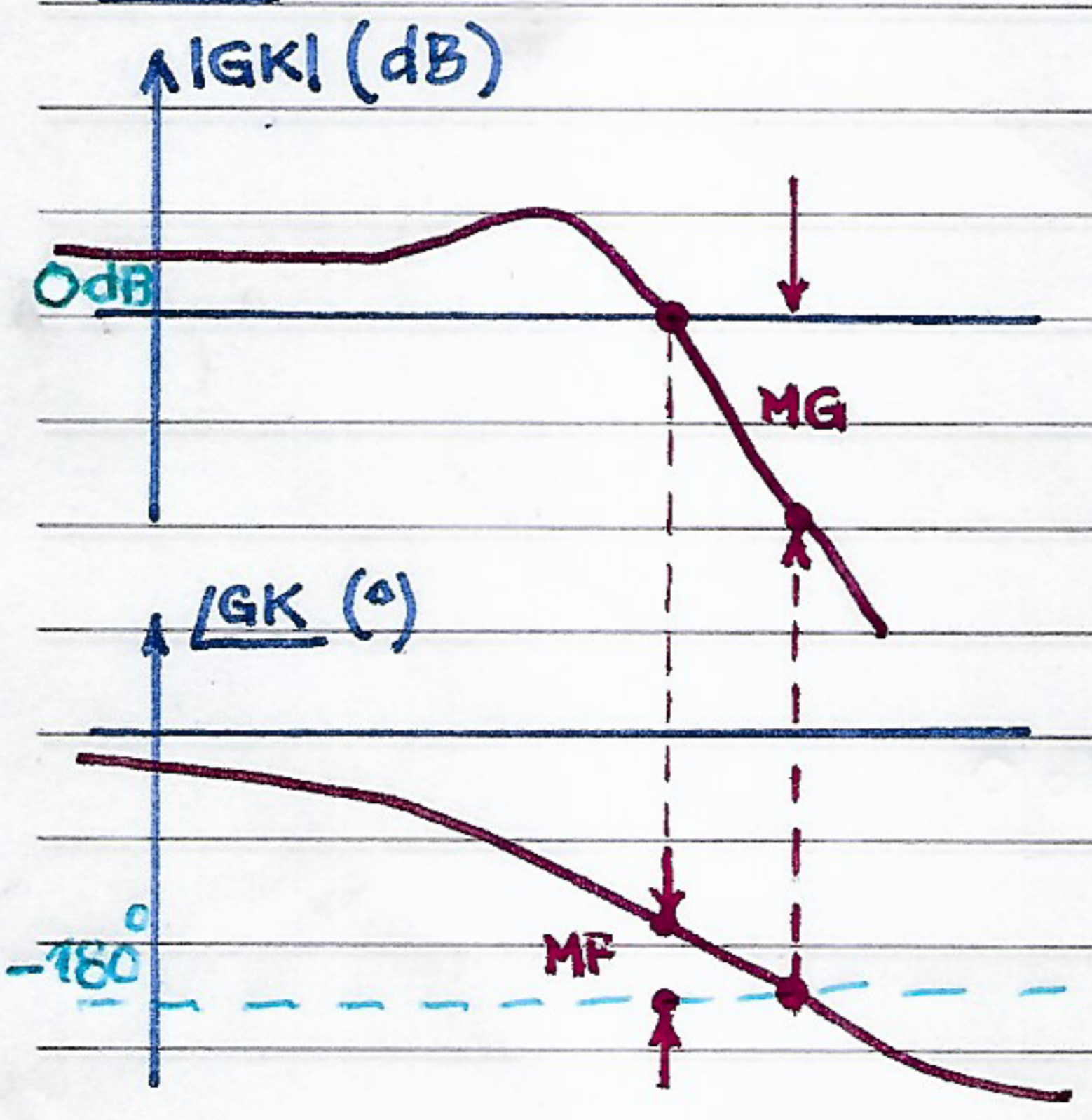
- Nota: P/ as fases, tanto faz!

$$\angle G(j\omega)K(j\omega) = \angle G(j\omega) + \angle K(j\omega)$$

• Outra vantagem de Bode e de Nichols sobre Nyquist

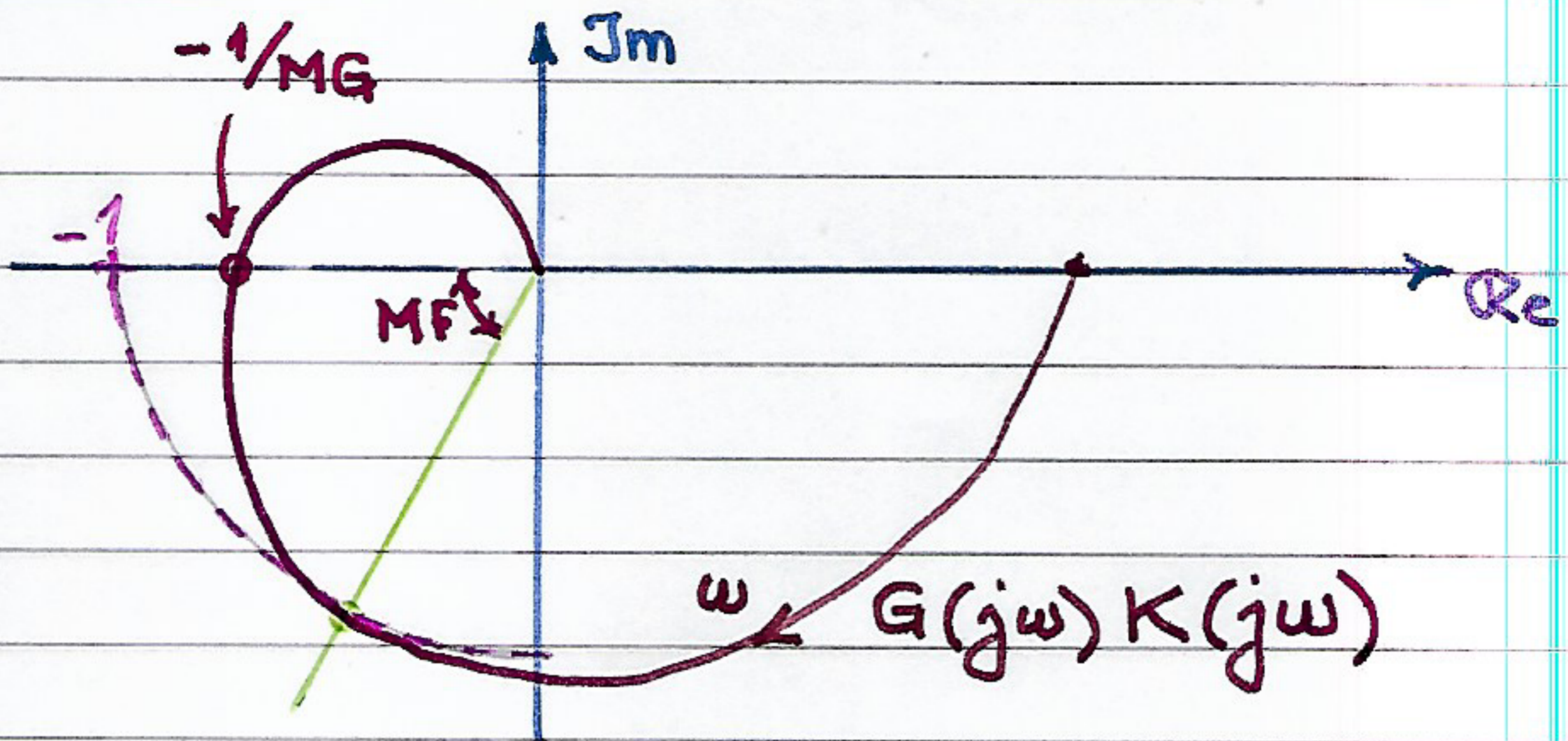
- Bode

- Nichols



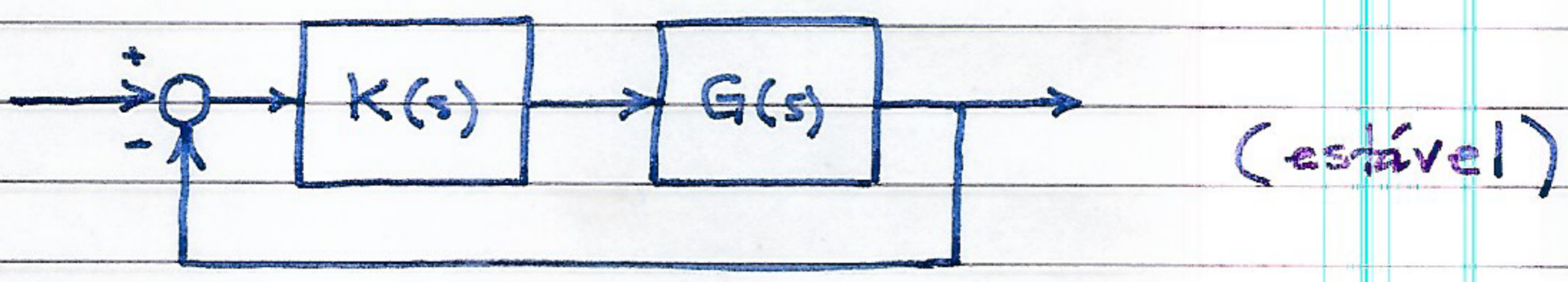
Leitura direta de MG e MF!

- Nyquist

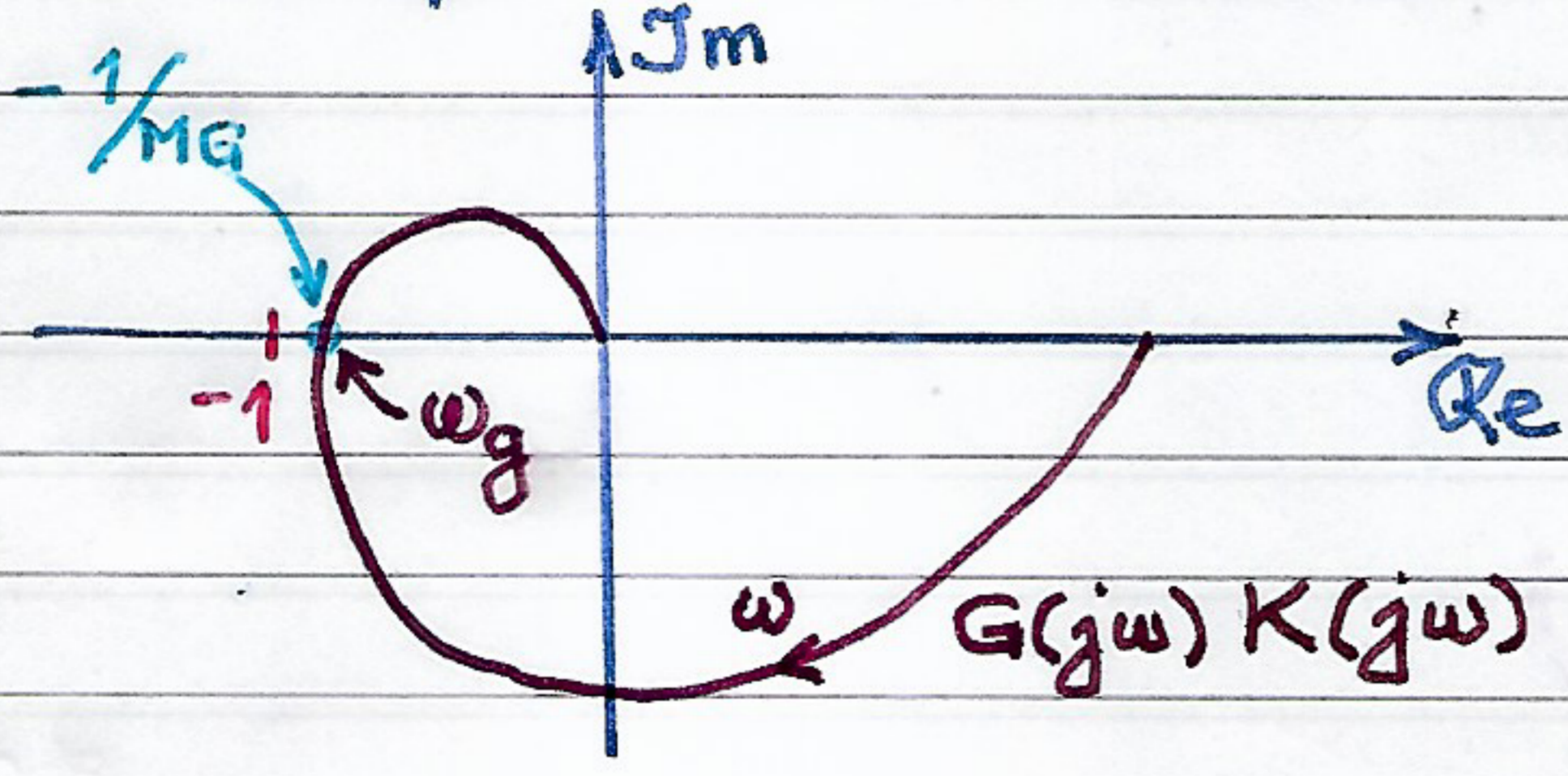


1.3.2 - Ressonâncias

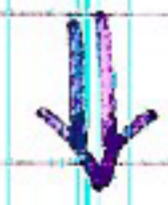
- MG ou MF "pequenas" ⇒ Ressonância



- MG "pequena" → significa $MG \approx 1$



$$G(j\omega_g)K(j\omega_g) = -\frac{1}{MG}$$



$$|T(j\omega_g)| = \frac{|G(j\omega_g)K(j\omega_g)|}{|1 + G(j\omega_g)K(j\omega_g)|}$$

$$\therefore |T(j\omega_g)| = \frac{|-\frac{1}{MG}|}{|1 - \frac{1}{MG}|} = \frac{1}{|MG - 1|}$$

∴ Se $MG \approx 1 \Rightarrow |T(j\omega_g)| \gg 1 \rightarrow$ **RESSONÂNCIA!**