

# Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

## Sistemas de Controle Contínuos e Discretos –

### CMC-12

### Lista 9 – Critério de Nyquist

**Professor:** Marcos Ricardo Omena de Albuquerque Maximo

9 de maio de 2022

**Observação:** A entrega da solução dessa lista consiste de submissão de arquivos no Google Classroom. Compacte todos os arquivos a serem submetidos em um único **.zip** (use obrigatoriamente **.zip**, e **não** outra tecnologia de compactação de arquivos) e anexe esse **.zip** no Google Classroom. O arquivo com os passos das soluções de todas as questões (rascunho) deve ser entregue num arquivo chamado **rascunho.pdf** (**não** usar outro formato além de **.pdf**). Para o **.zip**, use o padrão de nome **<login\_ga>\_listaX.zip**. Por exemplo, se seu login é **marcos.maximo** e você está entregando a lista 1, o nome do arquivo deve ser **marcos.maximo\_lista1.zip**. **Não** crie subpastas, deixe todos os arquivos na “raiz” do **.zip**.

**Questão 1.** Considere um sistema de controle em malha fechada com realimentação negativa e ganho  $K > 0$  para controlar a planta

$$G(s) = \frac{10(s-1)}{(s+2)(s+3)}. \quad (1)$$

Com uso do critério de Nyquist, determine o valor de  $K$  que deixa o sistema no limiar de estabilidade. Recomenda-se fazer o traçado de Nyquist manualmente, mas pode usar o MATLAB para verificar sua solução. Retorne sua resposta através da função de MATLAB **questao1.m**.

**Questão 2.** Faça um esboço manual do diagrama de Nyquist de

$$G(s) = \frac{10}{(s+5)(s-2)}. \quad (2)$$

Entregue sua resposta através do arquivo **questao2.pdf**.

**Questão 3.** Seja

$$G(s) = \frac{1}{(s+1)(s^2+4)}. \quad (3)$$

Como esse sistema tem polos de malha aberta no eixo imaginário, em  $\pm 2j$ , é necessário fazer um desvio em torno desses polos no contorno  $C$  do diagrama de Nyquist. Para

$G(s)$  de (3), deve-se usar um contorno como o mostrado na Figura 1. Com uso do MATLAB, faça um traçado aproximado do diagrama de Nyquist de (3) considerando um raio  $r = 1/32$  finito para os desvios. Dê sua resposta através do arquivo **questao3.png**. Quando necessário, use espaçamento  $10^{-3}$  para ângulos (*rad*) ou para frequências (*rad/s*). Não há necessidade de traçar segmentos do diagrama que se resumem a um único ponto. Para facilitar o entendimento do gráfico, use as mesmas cores mostradas na Figura 1:

1.  $C_1$ : azul ('b' no MATLAB).
2.  $C_2$ : vermelho ('r' no MATLAB).
3.  $C_3$ : verde ('g' no MATLAB).
4.  $C_4$ : magenta ('m' no MATLAB).
5.  $C_5$ : preto ('k' no MATLAB).
6.  $C_6$ : ciano ('c' no MATLAB).

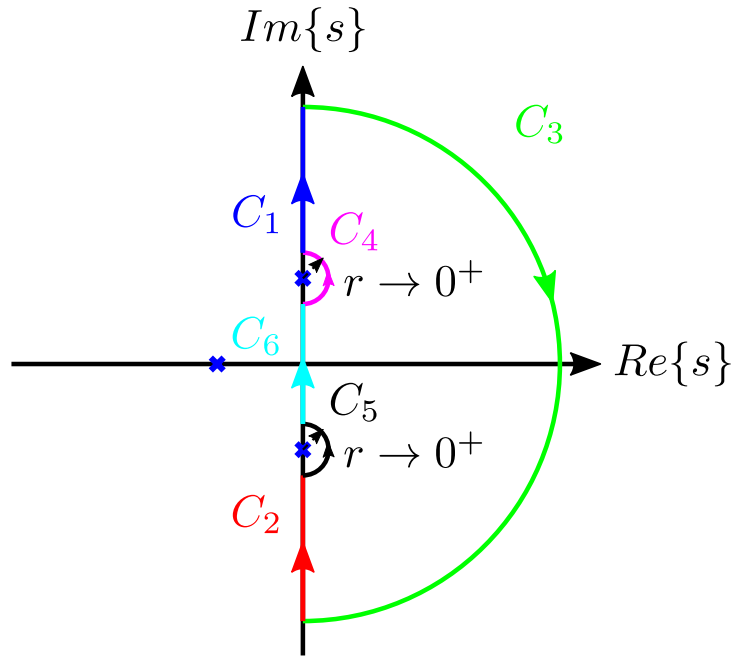


Figura 1: Contorno para diagrama de Nyquist da questão 3.