Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Divisão de Engenharia Eletrônica
Departamento de Sistemas e Controle
São José dos Campos, São Paulo, Brasil

Aula 14 - Diagrama de Nyquist usando a resposta em frequência

Rubens J M Afonso

EES-10: Sistemas de Controle I

2 de abril de 2018

- Para construir o diagrama de Nyquist, uma parte do problema (a principal) era avaliar $G(s)$ sobre o eixo imaginário, isto é, $G(j\omega),\ -\infty < \omega < \infty$;

- Para construir o diagrama de Nyquist, uma parte do problema (a principal) era avaliar $G(s)$ sobre o eixo imaginário, isto é, $G(j\omega),\ -\infty < \omega < \infty$;
- A resposta em frequência consiste justamente na avaliação de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;

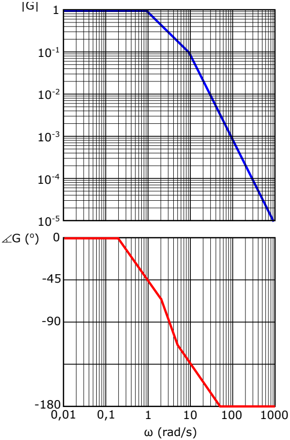
- Para construir o diagrama de Nyquist, uma parte do problema (a principal) era avaliar $G(s)$ sobre o eixo imaginário, isto é, $G(j\omega),\ -\infty < \omega < \infty$;
- A resposta em frequência consiste justamente na avaliação de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;
- Mostrou-se que, como $G(s)$ é racional com coeficientes reais, $G(\bar{s}) = \bar{G}(s)$, assim, o trecho $G(j\omega),\ -\infty < \omega \leq 0$ é o complexo conjugado de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;

- Para construir o diagrama de Nyquist, uma parte do problema (a principal) era avaliar $G(s)$ sobre o eixo imaginário, isto é, $G(j\omega),\ -\infty < \omega < \infty$;
- A resposta em frequência consiste justamente na avaliação de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;
- Mostrou-se que, como $G(s)$ é racional com coeficientes reais, $G(\bar{s}) = \bar{G}(s)$, assim, o trecho $G(j\omega),\ -\infty < \omega \leq 0$ é o complexo conjugado de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;
- O diagrama de Bode consiste nos gráficos de $|G(j\omega)$ e $\angle G(j\omega)$, $0 \leq \omega < \infty$;

- Para construir o diagrama de Nyquist, uma parte do problema (a principal) era avaliar $G(s)$ sobre o eixo imaginário, isto é, $G(j\omega),\ -\infty < \omega < \infty$;
- A resposta em frequência consiste justamente na avaliação de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;
- Mostrou-se que, como $G(s)$ é racional com coeficientes reais, $G(\bar{s}) = \bar{G}(s)$, assim, o trecho $G(j\omega),\ -\infty < \omega \leq 0$ é o complexo conjugado de $G(j\omega),\ 0 \leq \omega < \infty$;
- O diagrama de Bode consiste nos gráficos de $|G(j\omega)$ e $\angle G(j\omega)$, $0 \leq \omega < \infty$;
- **Conclusão:** pode-se obter o diagrama polar inspecionando-se o traçado das assíntotas do diagrama de Bode.

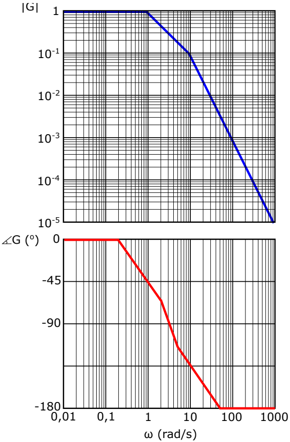
$$G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+10)},$$

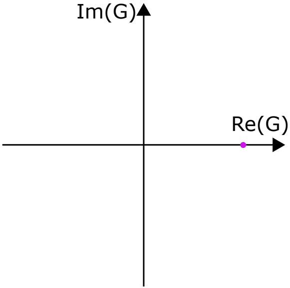
- As frequências de quebra são $\omega = 1$ e $\omega = 10$ e o ganho DC é 1;



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

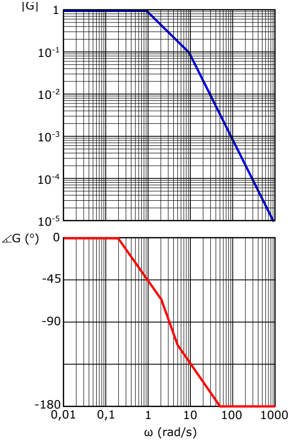
- Inicialmente, o módulo vale 1 e a fase vale 0, isso equivale ao ponto $(1,0)$ no diagrama polar;

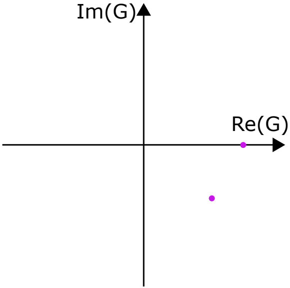




$$G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+10)},$$

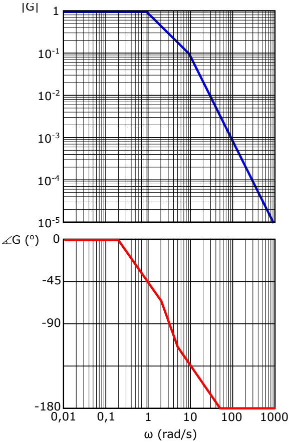
- Depois, o módulo continua aproximadamente o mesmo e a fase varia a $-45°$ na frequência de $1\ rad/s$;

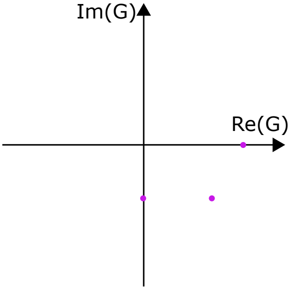




$$G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+10)},$$

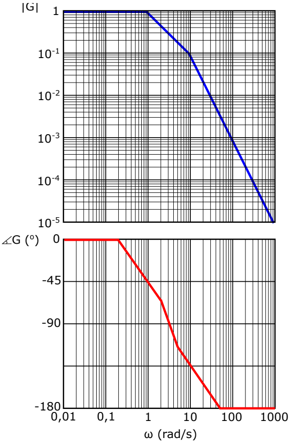
- Em cerca de $3\ rad/s$, o módulo vale aproximadamente $0{,}3$ e a fase, -90°, ou seja, está sobre o eixo imaginário;

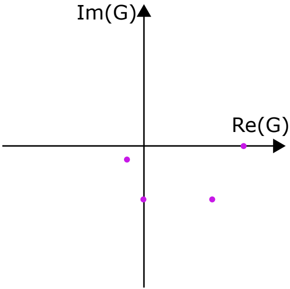




$$G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+10)},$$

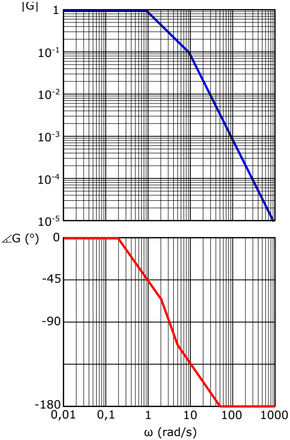
- Em seguida, a fase vai para -135° e o módulo decresce a $1/10$ do seu valor, para $\omega = 10\ rad/s$;

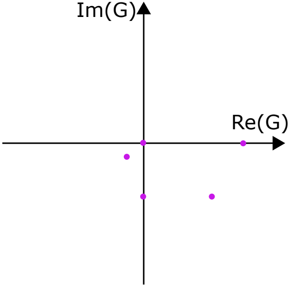




$$G(s) = \frac{10}{(s+1)(s+10)},$$

- Em $\omega = 100\ rad/s$ a fase é de cerca de $-180°$ e o módulo decaiu a meros $1/1000$ do valor inicial;





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

- A partir dessa frequência a fase permanece em -180° e o módulo fica cada vez menor $\Rightarrow$ o ponto converge para a origem no gráfico polar de $G(j\omega)$, a partir da esquerda.