

# ESTABILIDADE

Um dos conceitos mais importantes na análise e síntese de sistemas.

Equilíbrio: Na ausência de perturbações o estado e a saída permanecem constantes no tempo.

Sistema estável: Após uma perturbação a saída volta ao estado de equilíbrio.

## CONDIÇÕES NECESSÁRIAS E SUFICIENTES DE ESTABILIDADE:

- Resposta impulsional absolutamente integrável:  $\int_{-\infty}^{+\infty} |h(\tau)| d\tau < \infty$
- $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$
- $\text{Re}\{p_i\} < 0; \quad i = 1, \dots, n$

# ESTABILIDADE

ESTABILIDADE NO SENTIDO BIBO: Saída correspondente a uma entrada limitada é um sinal limitado.

## ANÁLISE DE ESTABILIDADE NO PLANO COMPLEXO

- Se  $\exists$  pólo no *SPCD*; este torna-se dominante correspondendo a uma resposta crescente ou oscilatória de amplitude crescente.
- Se  $\forall$  pólo no *SPCE*; a resposta transitória alcança equilíbrio.
- Pólos sobre o eixo imaginário, resposta oscilatória de amplitude constante.

INSTÁVEL

ESTÁVEL

CONCLUSÃO: Estabilidade dum sistema passa pela localização dos pólos relativamente a *Im*.

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{N(s)}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}$$

$$D(s) = 0 \quad ?$$

# ESTABILIDADE

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{N(s)}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}$$

$$D(s) = 0 \quad ?$$

- Factorizando, recorrendo a ferramentas de cálculo ...
- **Aplicando o critério de Routh-Hurwitz.**

**CRITÉRIO DE ROUTH-HURWITZ:** Teste algébrico aos coeficientes do polinómio característico para concluir sobre a localização das suas raízes no plano complexo.

**TESTE DE HURWITZ (condição necessária mas não suficiente):**

- Raízes no SPCE** ( $\text{Re}\{p_i\}$ )
- Todos  $a_i \neq 0$
  - Todos  $a_i$  com o mesmo sinal.

**CRITÉRIO DE ROUTH:** O nº de mudanças de sinal na coluna *Pivot* da **matriz de Routh** é igual ao nº de raízes do polinómio característico no SPCE.