



Attribuzione - Condividi allo stesso modo  
CC BY-SA - Luca Salvini

# REAZIONE, STABILITÀ e CRITERI



*Concetto di  
stabilità e metodi*

*Esempio  
analisi diretta*

*Routh*

*Stabilità*

*Stabilità e  
domini*

*Nyquist*

*Bode*

*Simulazione*



Credit: Department of Defense

*Esempi*



*Esercizi*

# CONCETTO DI STABILITÀ e METODI per STUDIARE LA STABILITÀ'

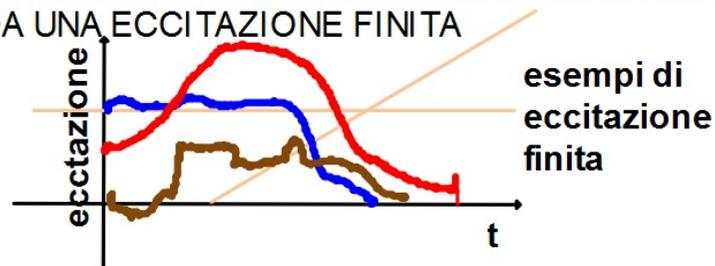
ERRORE STATICO E CLASSIFICAZIONE PER TIPI

IL PROBLEMA DELLA STABILITÀ

~~costante~~

□ CONCETTO DI STABILITÀ

UN SISTEMA È STABILE SE LA RISPOSTA TENDE AD UN VALORE LIMITATO QUANDO SOLLECITATO DA UNA ECCITAZIONE FINITA



l'integrale definito dell'eccitazione è un numero finito

□ COME RICONOSCERE SE UN SISTEMA È STABILE

- ANALISI DELLA fdt (METODO DIRETTO)
- IL CRITERIO DI ROUTH
- IL CRITERIO DI NYQUIST
- MARGINE DI GUADAGNO E MARGINE DI FASE
- CRITERIO DI BODE
- LUOGO DELLE RADICI

Determina la stabilità con il metodo diretto (analiticamente e/o mediante ScicosLab) delle seguenti fdt:

$$1. WCL = 5 / (s^2 + 3s + 2)$$

# STABILITA' e domini

Nel dominio del tempo UN SISTEMA è stabile  
sse:

sottoposto ad una qualunque eccitazione finita  
risponde con un segnale limitato;

Nel dominio di Laplace UN SISTEMA è stabile  
sse:

tutti i poli della f.d.t. sono a parte reale negativa.

## **ESEMPI CON IL METODO DELL'ANALISI DIRETTA (1) a mano**

**Si trovano i POLI e se ne discute il segno; si studia  
la fdt di anello chiuso**

$$WCL = 5 / (s^2 + 3s + 2)$$

**sistema di ordine 2**

$$p_1 = (-3 + (9 - 8)^{1/2}) / 2 = -2/2 = -1$$

$$p_2 = (-3 - (9 - 8)^{1/2}) / 2 = -4/2 = -2$$

**Il sistema è STABILE perché tutti i poli sono a parte reale  
NEGATIVA**

**Un sistema è stabile sse i poli sono tutti a parte reale  
NEGATIVA**

**[1 3 2]**

- Per sistemi di ordine 2 si può usare il metodo diretto
- per sistemi di ordine superiore servono **ALTRI CRITERI** o **METODI** per stabilire la stabilità

**Per casa: studiare sul libro di testo il METODO DI ROUTH E SVOLGERE L'ATTIVITÀ in piattaforma**

## ESEMPI CON IL METODO DELL'ANALISI DIRETTA (2)

$$W_{CL} = \frac{5}{s^2 - s + 2}$$

Coefficienti: [1 -1 2]

$$p_{1,2} = \frac{+1 \pm \sqrt{1-8}}{2}$$

a mano

la parte reale è +0.5 ovvero è positiva; ciò implica che il sistema è instabile.

Con ScicosLab:

```
-->tavolino=[1 -1 2]
```

```
tavolino =
```

```
1. - 1. 2.
```

```
-->roots(tavolino)
```

```
ans =
```

```
0.5 + 1.3228757i
```

```
0.5 - 1.3228757i
```

con ScicosLab

## ESEMPI CON IL METODO DELL'ANALISI DIRETTA (3)

$$W_{CL} = \frac{5}{s^5 - s^4 + 3s^3 + 7s^2 + 10s + 2}$$

Coefficienti: [1 -1 3 7 10 2]

Con ScicosLab:

```
-->tavolino=[1 -1 3 7 10 2]
```

```
tavolino =
```

```
 1. - 1.  3.  7.  10.  2.
```

```
-->roots(tavolino)
```

```
ans =
```

```
- 0.2341584
```

```
- 0.7862313 + 0.8514568i
```

```
- 0.7862313 - 0.8514568i
```

```
 1.4033105 + 2.0952032i
```

```
 1.4033105 - 2.0952032i
```

**polinomio caratteristico** (al denominatore);  
**equazione caratteristica associata** (si ottiene eguagliando a zero il polinomio caratteristico);

## ESEMPI CON IL METODO DELL'ANALISI DIRETTA (4) con ScicosLab

**b=[1 1 3 7 10 2];**

-->roots(b)

ans =

- 0.2349964
- 1.1307239 + 0.8767979i
- 1.1307239 - 0.8767979i
- 0.7482221 + 1.8966312i
- 0.7482221 - 1.8966312i