



## Sommario

- Richiami ai diagrammi di Bode.
- Funzione MATLAB per il tracciamento dei diagrammi di Bode.
- Esempio.



## Diagrammi di Bode (1/2)

I diagrammi di Bode sono quei diagrammi che rappresentano graficamente la risposta armonica  $F(j\omega)$  di un sistema dinamico.

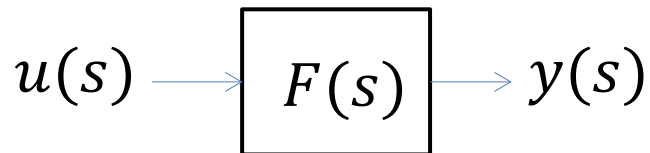
Si dividono in diagramma dei moduli e diagramma delle fasi.

- **Diagramma dei moduli**: riporta il logaritmo in base 10 del modulo della risposta armonica, moltiplicato per 20. Si dice, quindi, che il modulo è espresso in decibel (dB).
- **Diagramma delle fasi**: riporta l'argomento (o fase) della risposta armonica, in radianti o gradi.

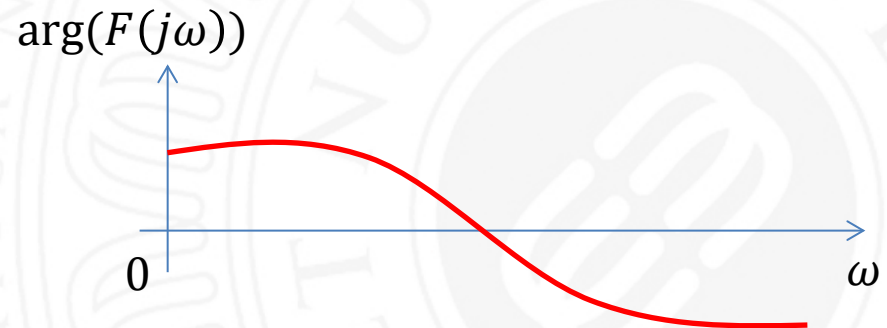
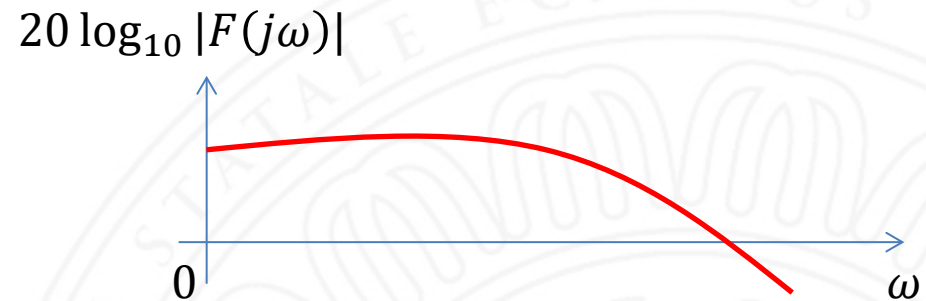
Entrambi i diagrammi sono funzione della pulsazione  $\omega$  che varia tra 0 e  $+\infty$ .



## Diagrammi di Bode (2/2)



I due diagrammi hanno, quindi, le ascisse e le ordinate come riportate nelle figure di destra.





## Diagrammi di Bode in MATLAB (1/4)

Una delle funzioni MATLAB che consente il tracciamento dei diagrammi di Bode è la funzione bode.

```
bode(sys)    sys = tf(num,den);
```

Disegna i diagrammi di Bode della risposta armonica di un sistema dinamico `sys`. I diagrammi visualizzano il modulo (in dB) e la fase (in gradi) della risposta armonica in funzione della pulsazione (espressa in rad/sec)



## Diagrammi di Bode in MATLAB (2/4)

```
[mag, phase, wout] = bode(sys)
```

Restituisce (senza disegnare i diagrammi) i valori dei moduli (vettore `mag`), delle fasi (vettore `phase`) e le relative pulsazioni (vettore `wout`) in corrispondenza delle quali moduli e fasi sono stati calcolati.



## Diagrammi di Bode in MATLAB (3/4)

```
bode(sys, w)
```

Disegna la risposta armonica in corrispondenza delle pulsazioni determinate dalla variabile w.

- Se w è un cell array (ovvero del tipo: {wmin, wmax}), tale funzione disegna la risposta armonica in corrispondenza di tutte le pulsazioni nell'intervallo [wmin, wmax].
- Se w è invece un vettore di pulsazioni, tale funzione disegna la risposta armonica in corrispondenza dei valori passati in w.





## Diagrammi di Bode in MATLAB (4/4)

In tutte le invocazioni della funzione bode, se mettiamo i valori di ritorno i diagrammi non vengono disegnati.



## Esempio (1/2)

Tracciare i diagrammi di Bode relativi al sistema caratterizzato dalla seguente funzione di trasferimento:

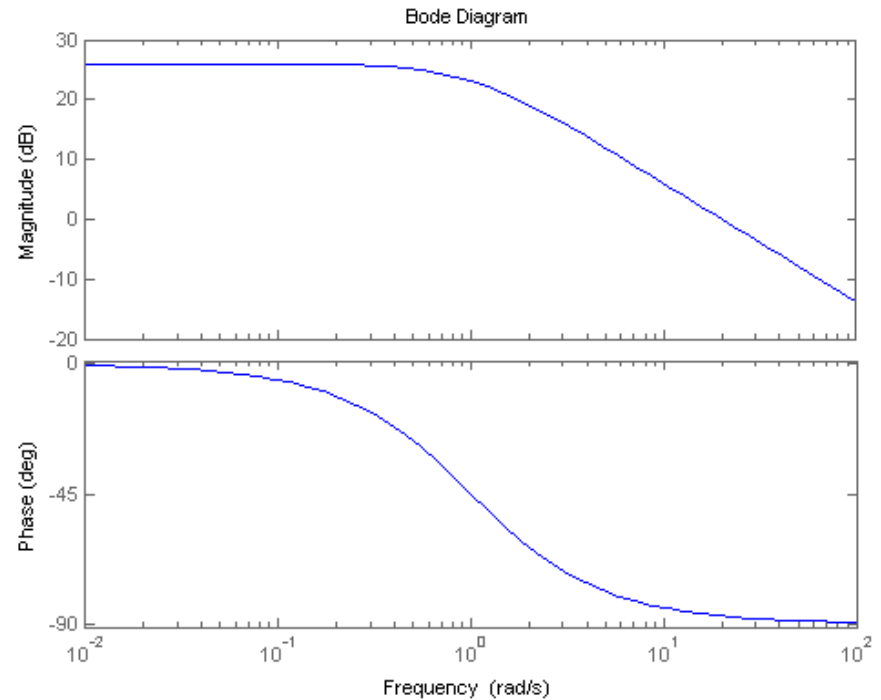
$$F(s) = \frac{20}{s + 1}$$





## Esempio (2/2)

```
sys = tf(20, [1 1]);  
bode(sys)
```





# Sessione di studio



# Verifica

---

Ripassare le lezioni della prima parte del corso riguardanti la risposta armonica e i diagrammi di Bode.



# Sessione di studio



# Esercitazione

---

Disegnare, in MATLAB, i diagrammi di Bode delle seguenti funzioni di trasferimento:

- $F(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$
- $F(s) = \frac{s+2}{s+1}$



# Sessione di studio





## Esercitazione

Tracciare, in MATLAB, i diagrammi di Bode della seguenti funzione di trasferimento, in corrispondenza dell'intervallo di frequenze  $[\frac{1}{10}, 100]$ .

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