

Diagrammi di Bode

Dalla funzione di rete (o funzione di trasferimento) $F(s)$ si ricava la funzione di risposta armonica $F(j\omega)$.

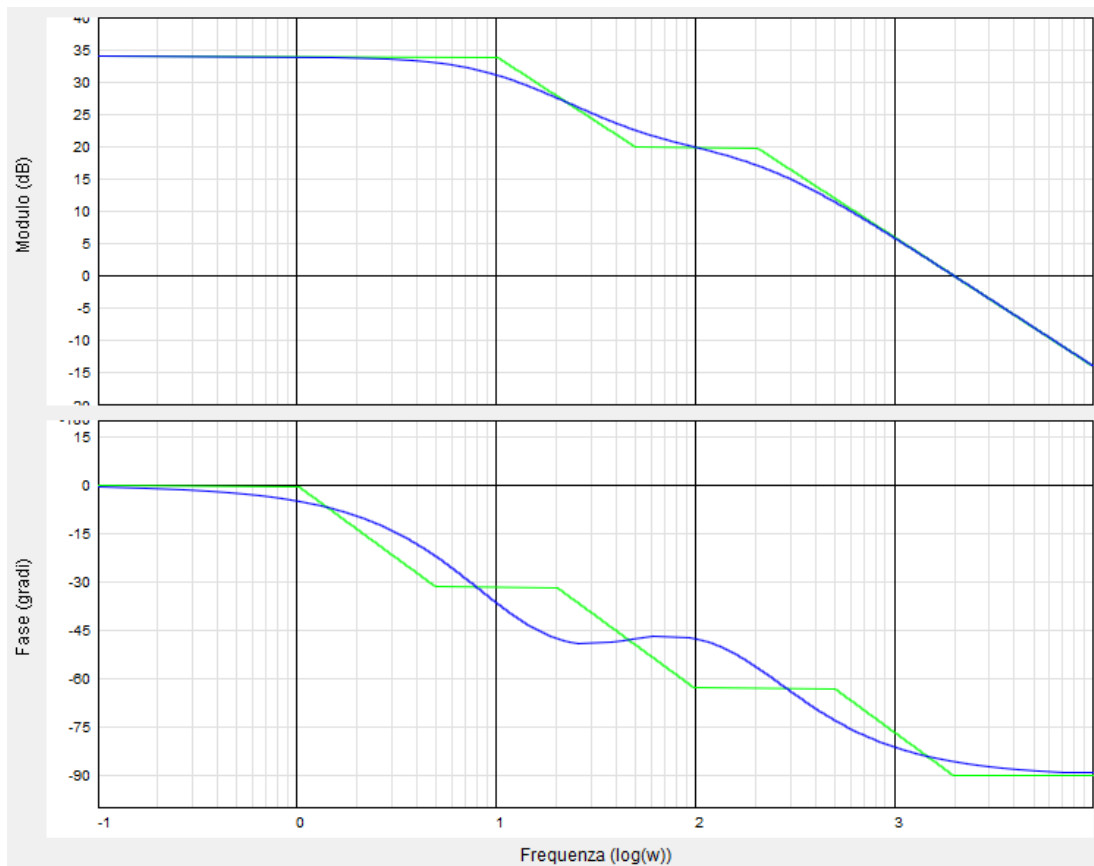
I Diagrammi di Bode sono due e costituiscono una rappresentazione grafica della risposta in frequenza:

- Diagramma delle ampiezze: rappresenta il modulo $|F(j\omega)|$ in funzione della pulsazione ω . Sia il modulo $|F(j\omega)|$ che la pulsazione ω vengono espressi in scala logaritmica. Per il modulo $|F(j\omega)|$ si usano i "db" ($F_{db} = 20 \log_{10} F$).
- Diagramma delle fasi: rappresenta la fase $\arg F(j\omega)$ in funzione della pulsazione ω . La fase $\arg F(j\omega)$ viene espressa in scala lineare.

Per entrambi i grafici la pulsazione ω viene espressa in scala logaritmica base 10.

Esempio:

$$F(s) = \frac{50 (1 + \frac{s}{50})}{(1 + \frac{s}{10})(1 + \frac{s}{200})} \Rightarrow F(j\omega) = \frac{50 (1 + j\frac{\omega}{50})}{(1 + j\frac{\omega}{10})(1 + j\frac{\omega}{200})}$$



La figura precedente mostra in sovrapposizione i diagrammi reali e asintotici.

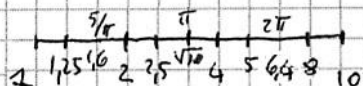
Per tracciare i diagrammi reali si impone l'utilizzo di un elaboratore.

I diagrammi asintotici sono diagrammi approssimati e possono essere tracciati manualmente, seguendo determinate regole, utilizzando fogli in scala semilogaritmica o fogli quadrettati con la pulsazione approssimata in scala logaritmica.

PENDENZE DI BODE

IL DIAGRAMMA ASINTOTICO DEL MODULO DI UNA FUNZIONE DI RETE (O FUNZIONE DI TRASFERIMENTO) È COSTITUITO DALL'UNIONE DI TRATTI DI CURVE LINEARI (RETTE) IN FUNZIONE DEL LOGARITMO DELLA FREQUENZA (O FREQUENZA IN SCALA LOGARITMICA) -

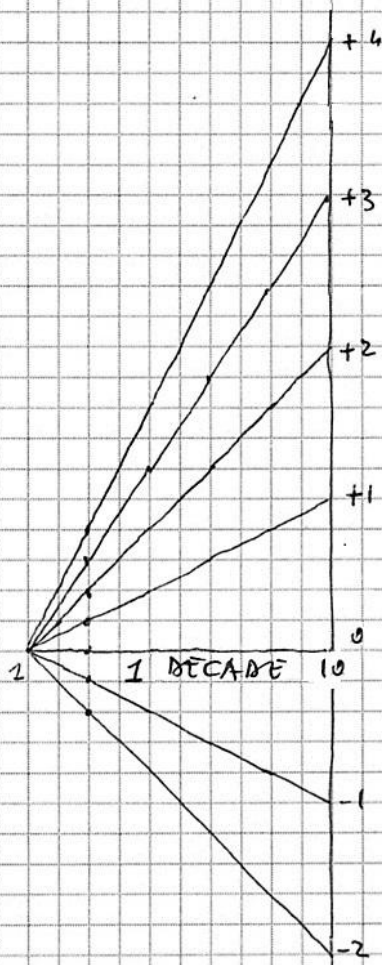
I VALORI CORRISPONDENTI AD UNA DECADE DI FREQUENZA SONO I SEGUENTI



LE PENDENZE DEI TRATTI DI CURVE CHE COSTITUISCONO IL DIAGRAMMA ASINTOTICO DEL MODULO SONO MULTIPLI INTERI (POSITIVI O NEGATIVI) DI 20 dB/DECADE (O 6 dB/OTTAVA), INDICATO CON 1 -

ASSUNTA UNA DECADE DI FREQUENZA PARI A 10 QUADRETTI ($10 \text{ g} = 1 \text{ DEC}$)
E 20 dB PARI A 5 QUADRETTI ($1 \text{ g} = 4 \text{ dB}$)

LE POSSIBILI PENDENZE SONO LE SEGUENTI

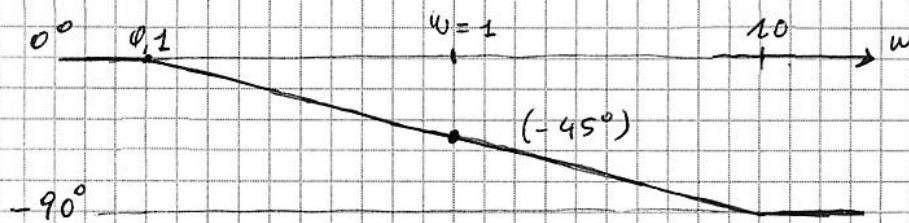


LE PENDENZE +1, +2, +3, SONO RISPETTIVAMENTE 1, 2, 3 QUADRETTI DI INCREMENTO IN VERTICALE OGNI 2 QUADRETTI IN ORIZZONTALE -

IN MODO ANALOGO SI CONSIDERANO LE PENDENZE NEGATIVE.

IL DIAGRAMMA ASINTOTICO DELLA FASE DI UNA FUNZIONE DI RETE (O FUNZIONE DI TRASFERIMENTO) PUÒ ESSERE APPROSSIMATO IN MODO "BRUTALE" CON UN GRAFICO A GRADONI, CON SALTII DI MULTIPLI INTERI DI $\pm 90^\circ$ IN CORRISPONDENZA DI POLI E ZERI DELLA FUNZIONE. UNA MIGLIORE APPROSSIMAZIONE RICORRE AD UNA PENDENZA CHE VARIA DI $\pm 45^\circ/\text{DECADE}$ IN CORRISPONDENZA DI SINGOLI POLI O ZERI DELLA FUNZIONE, A PARTIRE DA UNA DECADE PRIMA, FINO A UNA DECADE DOPO LA PULSAZIONE RELATIVA A TALE POLO O ZERO.

AD ES. PER UN POLO NEL SEMIPIANO SINISTRO IN CORRISPONDENZA DI $\omega = 1 \text{ rad/s}$. SI HA



È COMODO ASSUMERE 10 QUADRETTI PER RAPPRESENTARE UNA DECADE IN FREQUENZA E 5 QUADRETTI PER RAPPRESENTARE UNA VARIAZIONE DI FASE DI 90°

PENDENZE

