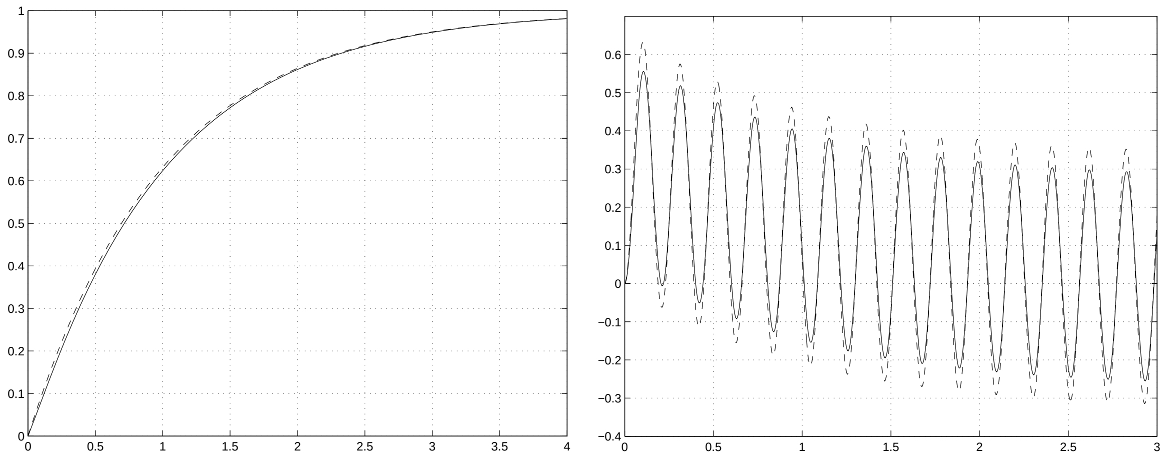
Modelli approssimati: semplificazione di poli e zeri

$$G(s) = \frac{1 + 0.08\,s}{(1+s)\,(1+0.1\,s)} \quad \Longrightarrow \quad G_a(s) = \frac{1}{1+s}$$



(a) (b)

Figura 1: (a) Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti). (b) Risposte all'ingresso $u(t) = 10\,\mathrm{sen}\ 30t$ di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

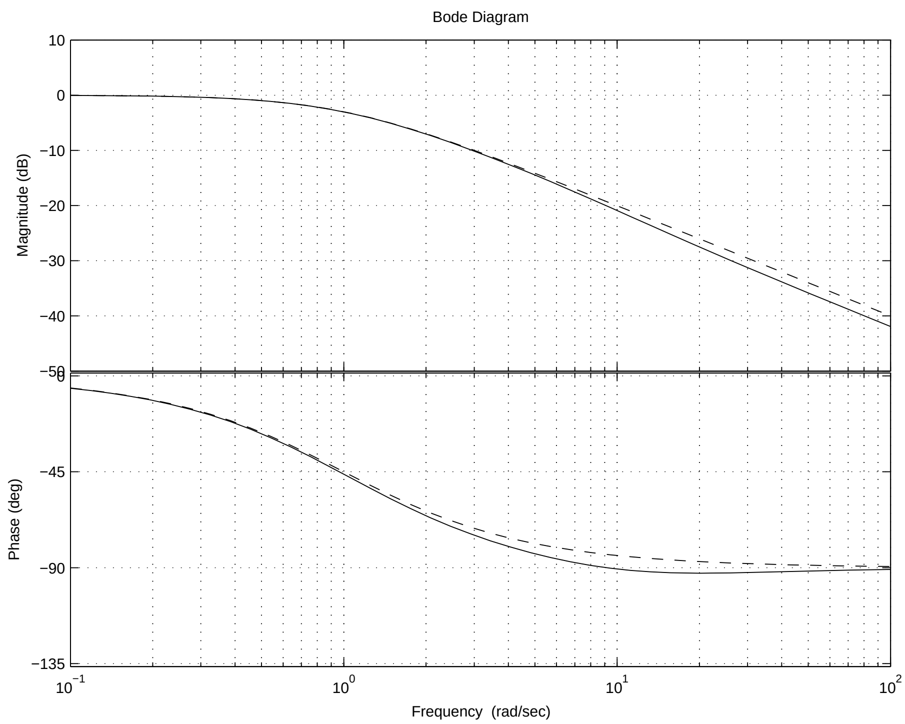


Figura 2: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

Modelli approssimati: semplificazione di poli e zeri

$$G(s) = \frac{1 + 0.92\,s}{(1+s)\,(1+0.05\,s)} \quad\Longrightarrow\quad G_a(s) = \frac{1}{1+0.05\,s}$$

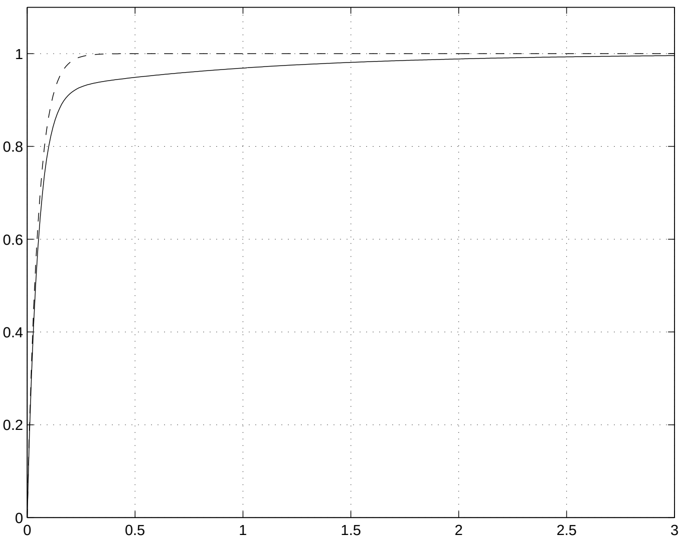


Figura 3: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

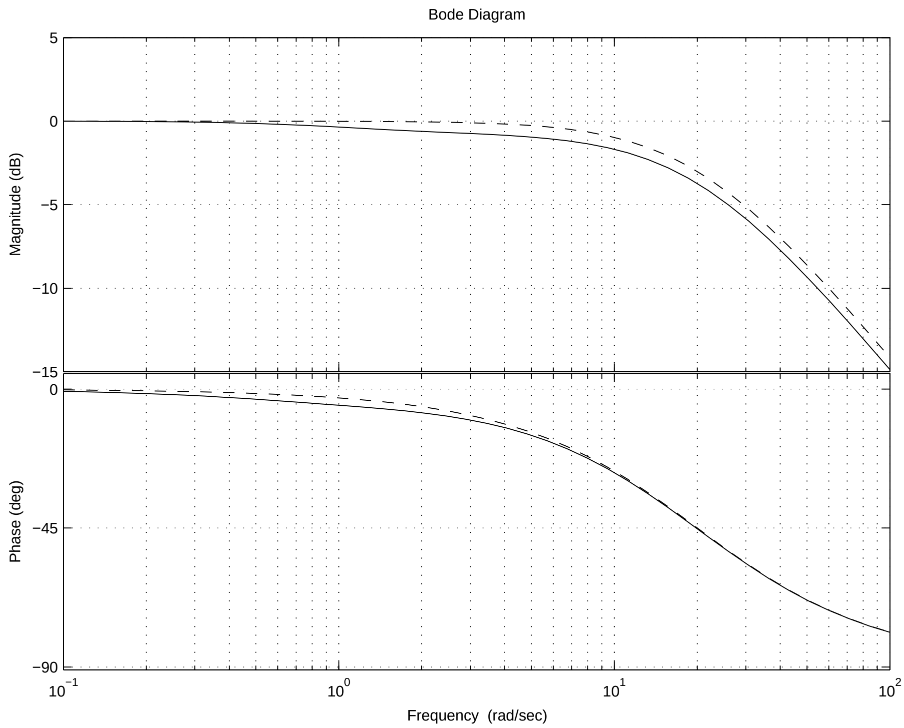


Figura 4: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

Modelli approssimati: semplificazione di poli e zeri

$$G(s) = \frac{(1+105\,s)\left(1+\frac{1.4}{0.05}s+\frac{1}{0.05^2}s^2\right)}{(1+100\,s)\left(1+\frac{1.4}{0.04}s+\frac{1}{0.04^2}s^2\right)(1+s)} \quad \Longrightarrow \quad G_a(s) = \frac{1}{1+s}$$

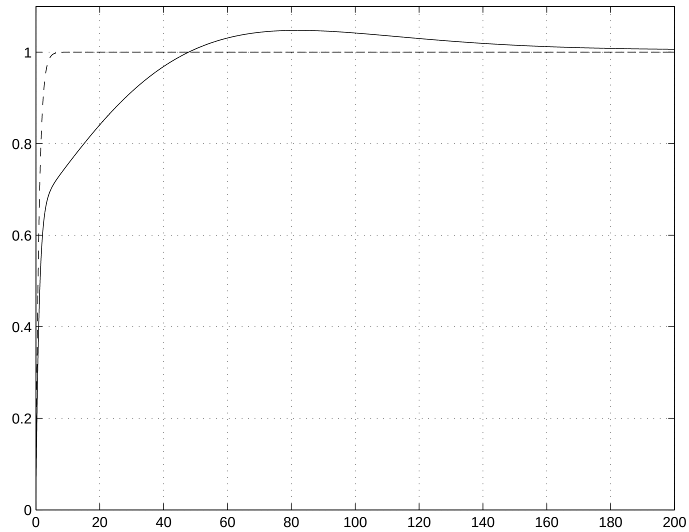


Figura 5: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

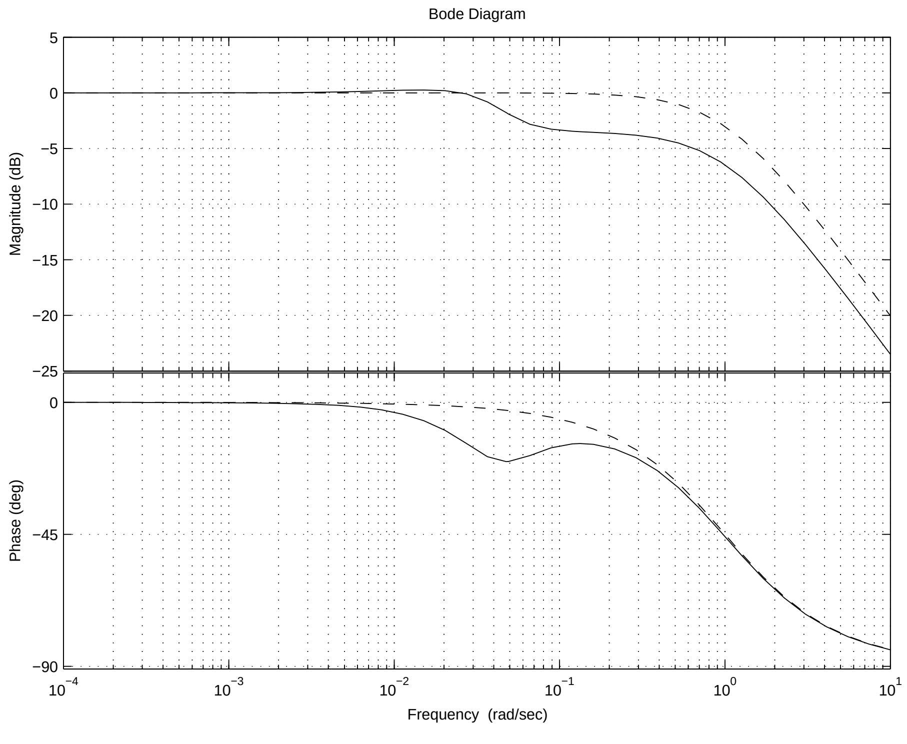


Figura 6: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

Modelli approssimati: poli dominanti

$$G(s) = \frac{3.98}{(1+0.0856\,s)\,(1+0.0022\,s)} \quad \Longrightarrow \quad G_a(s) = \frac{3.98}{1+0.0856\,s}$$

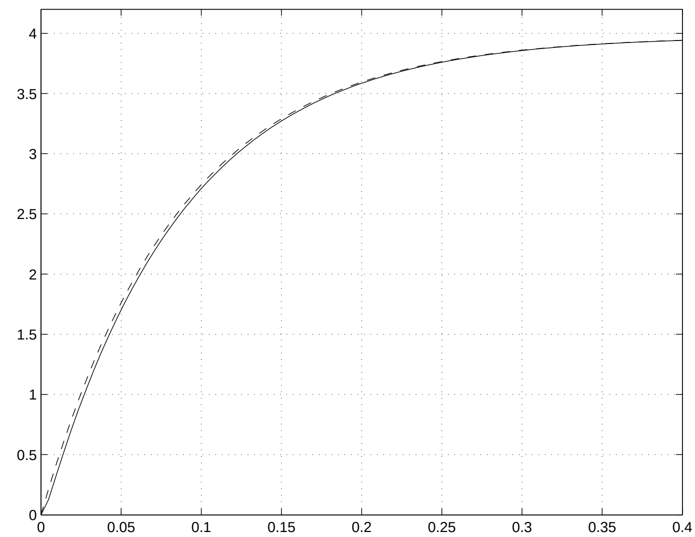


Figura 7: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

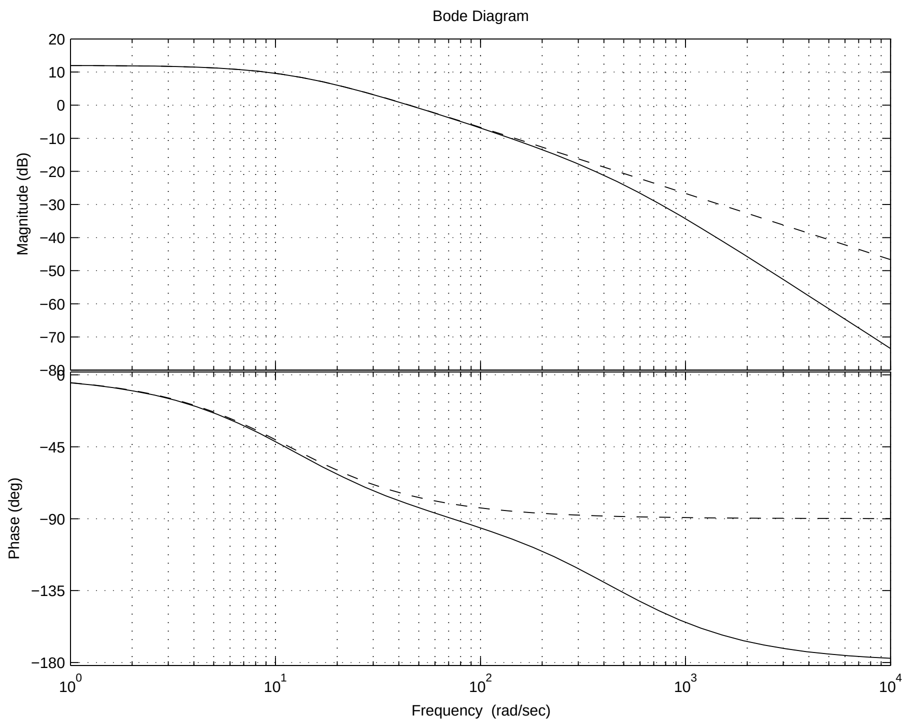


Figura 8: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

Approssimanti di sistemi impropri

$$G(s) = s \quad \Longrightarrow \quad G_a(s) = \frac{s}{1 + T\,s}$$

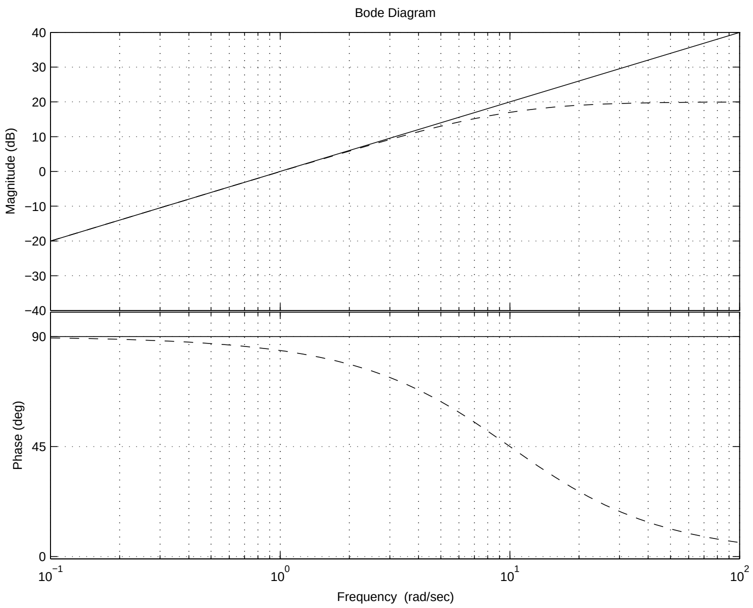


Figura 9: Diagrammi di Bode del derivatore ideale (linea continua) e di $G_a(s)$ con $T = 0.1$ (a tratti).

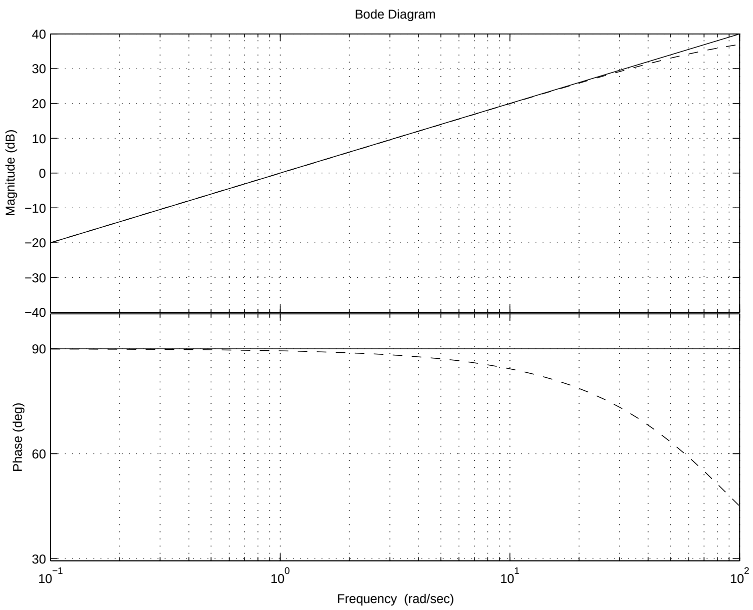


Figura 10: Diagrammi di Bode del derivatore ideale (linea continua) e di $G_a(s)$ con $T = 0.01$ (a tratti).

Identificazione non parametrica: uso della risposta al gradino

$$G(s) = \frac{1}{(1+0.5\,s)\,(1+s)^2\,(1+2\,s)} \quad \Longrightarrow \quad G_{a1}(s) = \frac{e^{-1.46\,s}}{1+4.98\,s}, \quad G_{a2}(s) = \frac{e^{-1.46\,s}}{1+3.34\,s}$$

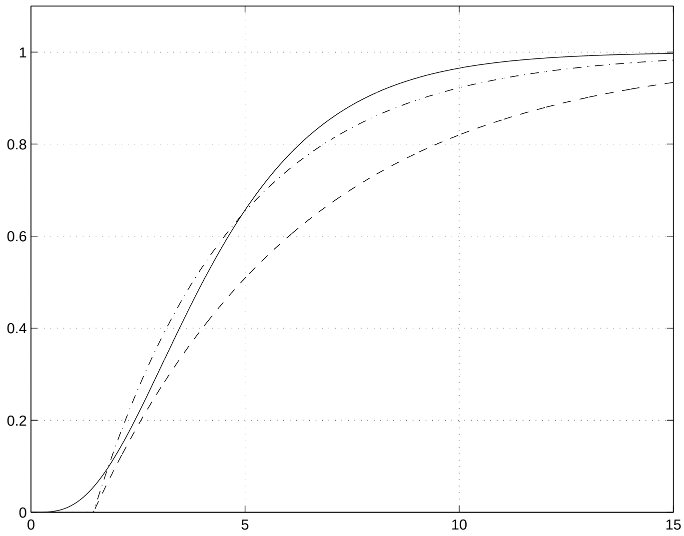


Figura 11: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua), $G_{a1}(s)$ (a tratti) e $G_{a2}(s)$ (tratto e punto). $G_{a1}(s)$: metodo della tangente (Ziegler e Nichols), $G_{a2}(s)$: metodo proposto da Miller.

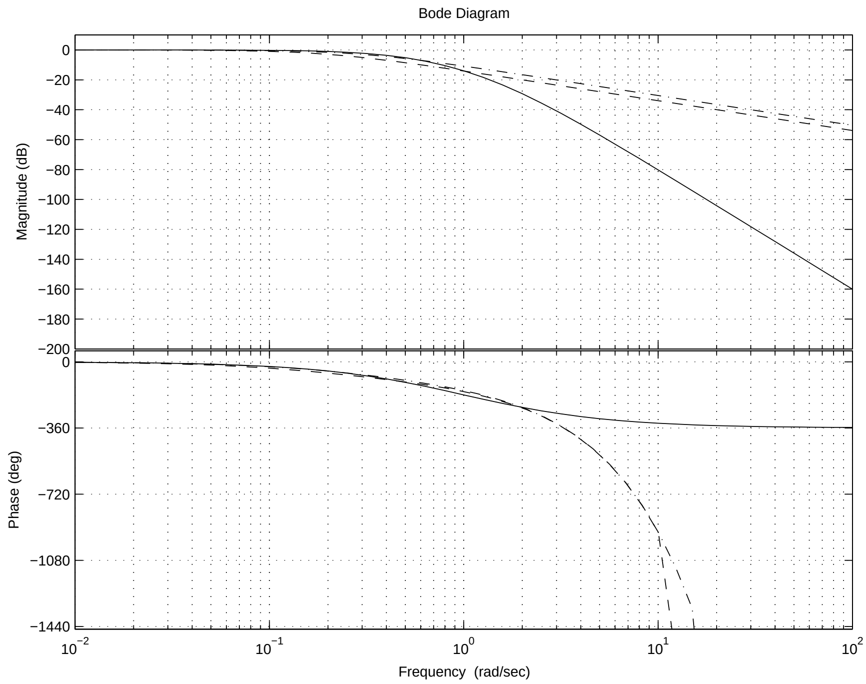


Figura 12: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua), $G_{a1}(s)$ (a tratti) e $G_{a2}(s)$ (tratto e punto).

Identificazione non parametrica: uso della risposta al gradino

$$G(s) = \frac{1}{(1+s)^5} \quad \Longrightarrow \quad G_{a1}(s) = \frac{e^{-2.1\,s}}{1+5.12\,s}, \quad G_{a2}(s) = \frac{e^{-2.62\,s}}{1+2.385\,s}$$

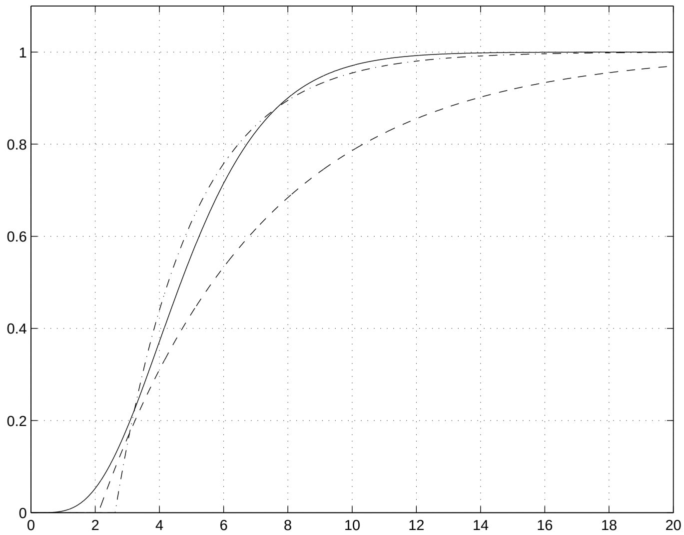


Figura 13: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua), $G_{a1}(s)$ (a tratti) e $G_{a2}(s)$ (tratto e punto). $G_{a1}(s)$: metodo della tangente, $G_{a2}(s)$: metodo delle aree.

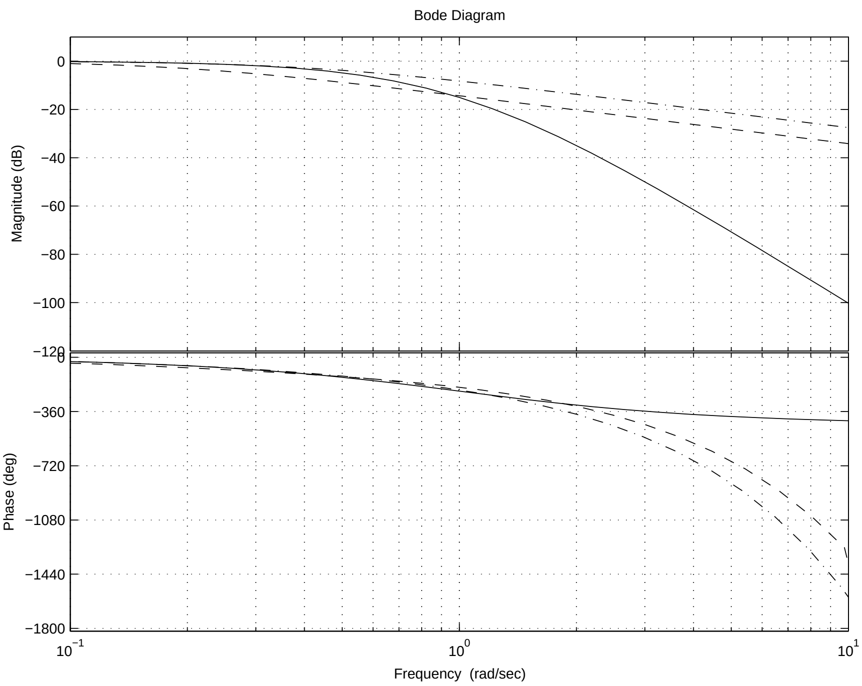


Figura 14: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua), $G_{a1}(s)$ (a tratti) e $G_{a2}(s)$ (tratto e punto).

Identificazione non parametrica: uso della risposta al gradino

$$G(s) = \frac{1-s}{(1+2\,s)\,(1+0.5\,s)} \quad \Longrightarrow \quad G_{a1}(s) = \frac{e^{-1.22\,s}}{1+2.67\,s}, \quad G_{a2}(s) = \frac{e^{-1.2\,s}}{1+2.3\,s}$$

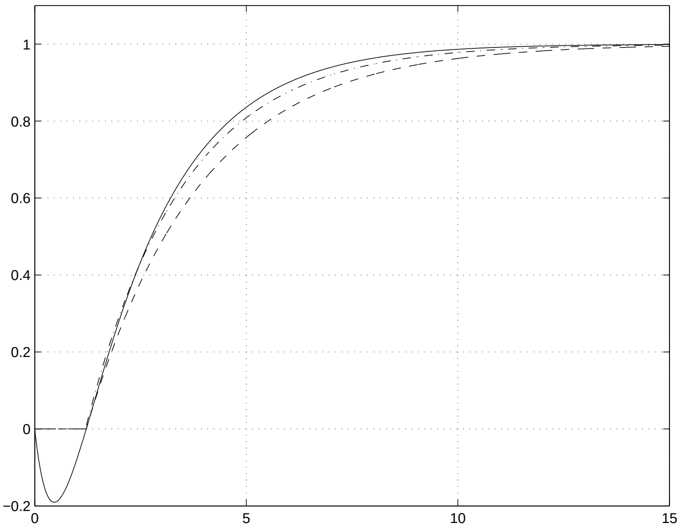


Figura 15: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua), $G_{a1}(s)$ (a tratti) e $G_{a2}(s)$ (tratto e punto). $G_{a1}(s)$: metodo della tangente, $G_{a2}(s)$: metodo delle aree.

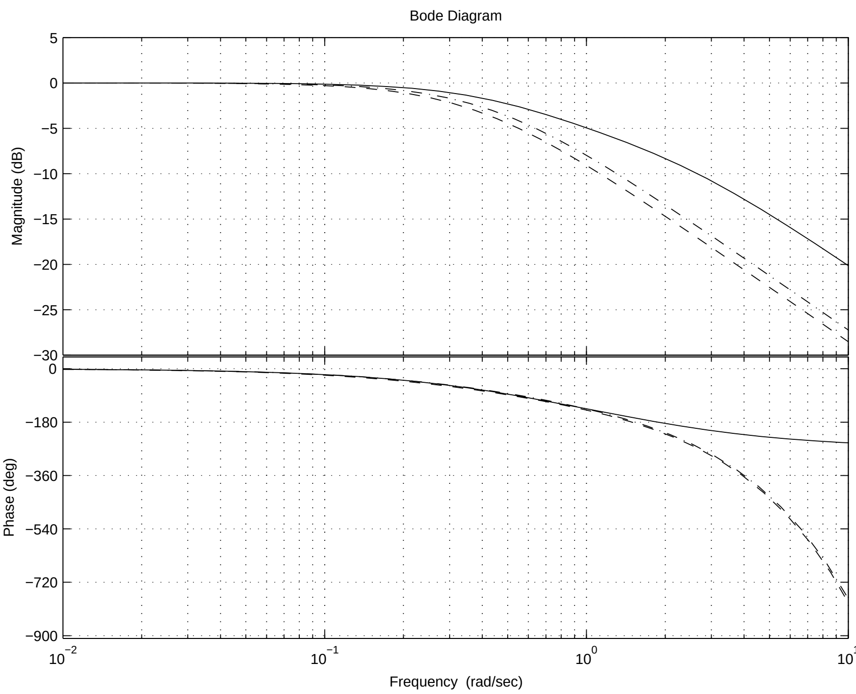


Figura 16: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua), $G_{a1}(s)$ (a tratti) e $G_{a2}(s)$ (tratto e punto).

Identificazione non parametrica: uso della risposta al gradino

$$G(s) = \frac{1 + 0.2\,s}{(1 + 0.1\,s)\,(1 + 0.4\,s + s^2)\,1 + 0.23\,s + 0.028\,s^2)} \quad \Longrightarrow \quad G_a(s) = \frac{1}{1 + 0.4\,s + 1.1\,s^2}$$

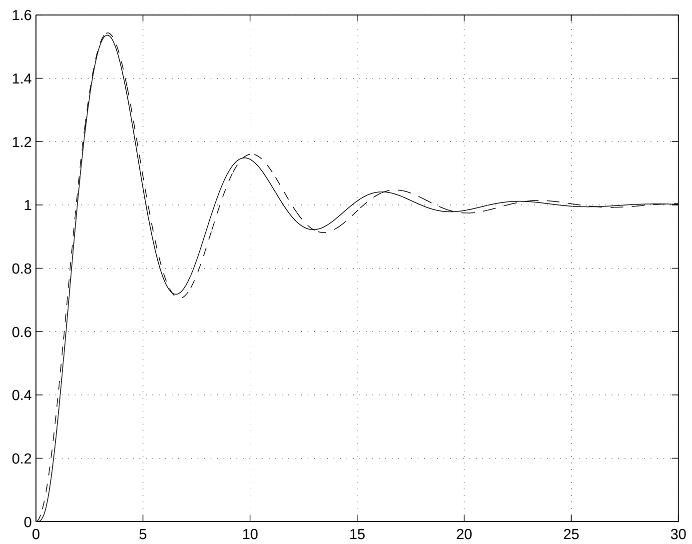


Figura 17: Risposte al gradino di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

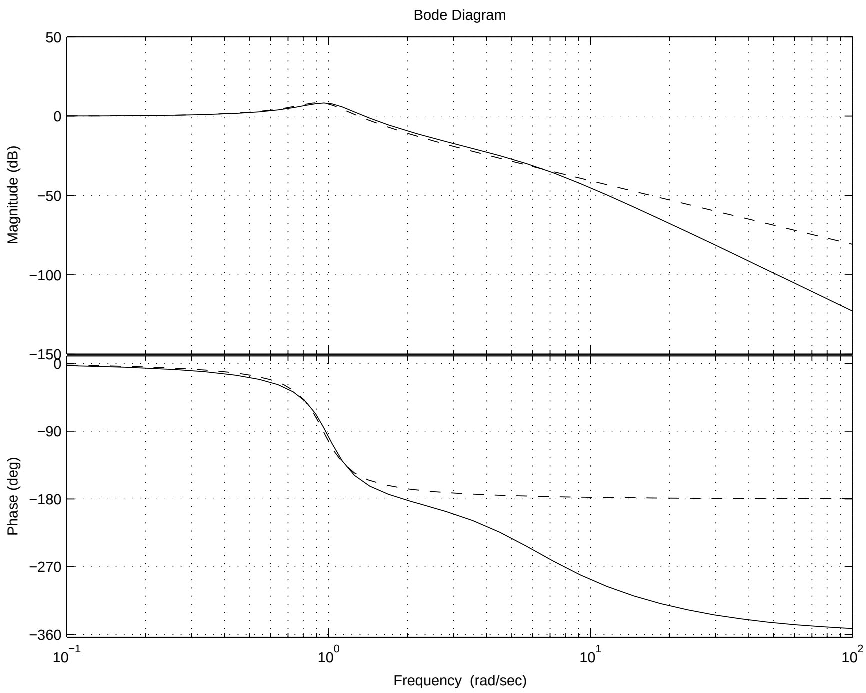


Figura 18: Diagrammi di Bode di $G(s)$ (linea continua) e $G_a(s)$ (a tratti).

Sistemi con ritardo: approssimanti di Padé

$$G(s) = e^{-s} \quad \Longrightarrow \quad G_I(s) = \frac{1 - 0.5\,s}{1 + 0.5\,s}, \quad G_{II}(s) = \frac{1 - 0.5\,s + \frac{s^2}{12}}{1 + 0.5\,s + \frac{s^2}{12}}$$

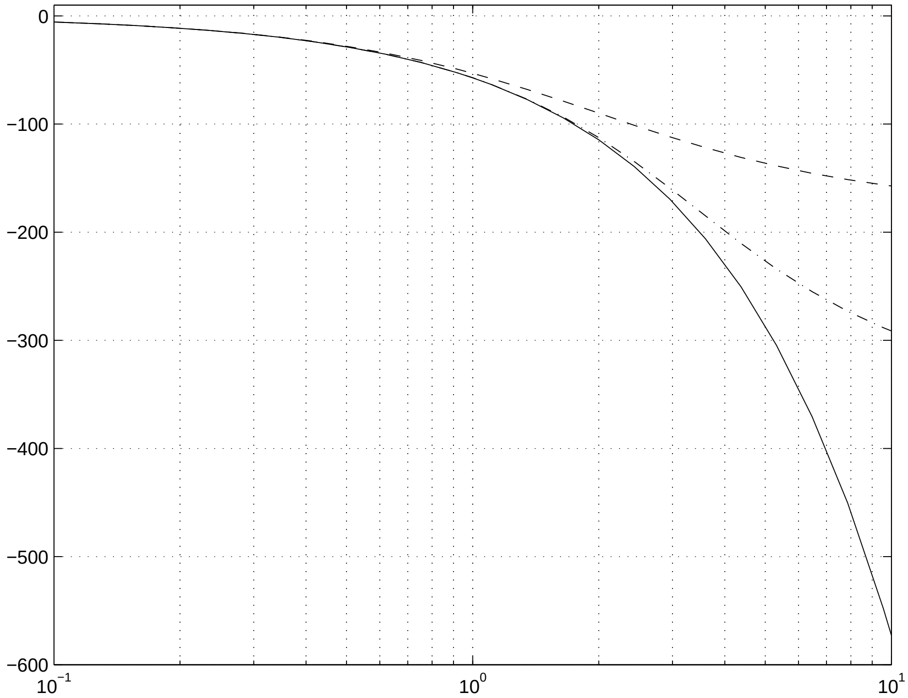


Figura 19: Diagrammi di Bode delle fasi di $G(s)$ (linea continua), $G_I(s)$ (a tratti) e $G_{II}(s)$ (tratto e punto).

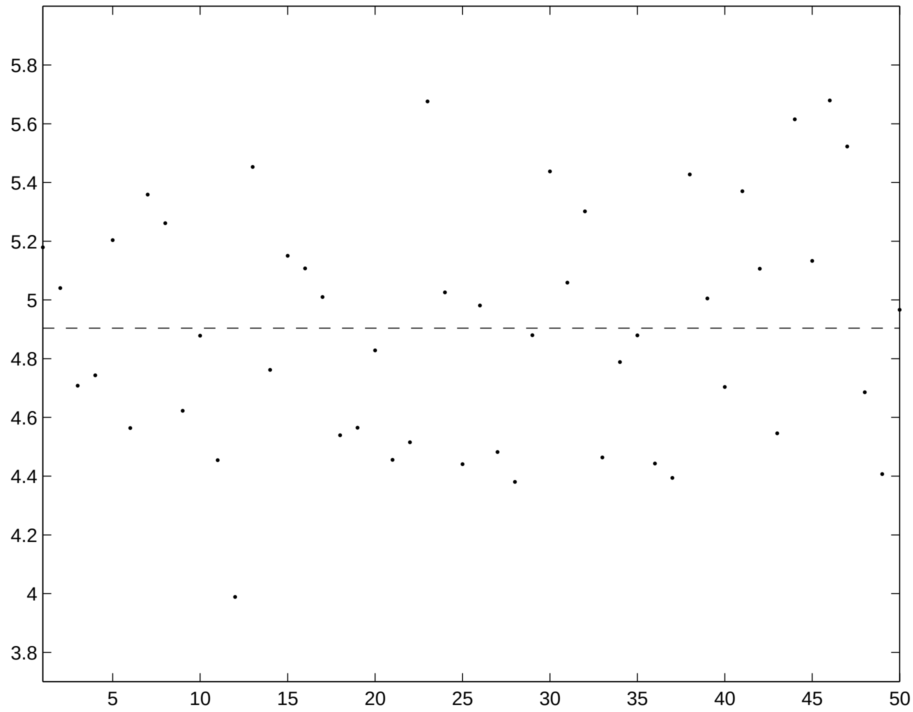


Figura 20: Stima di una costante.

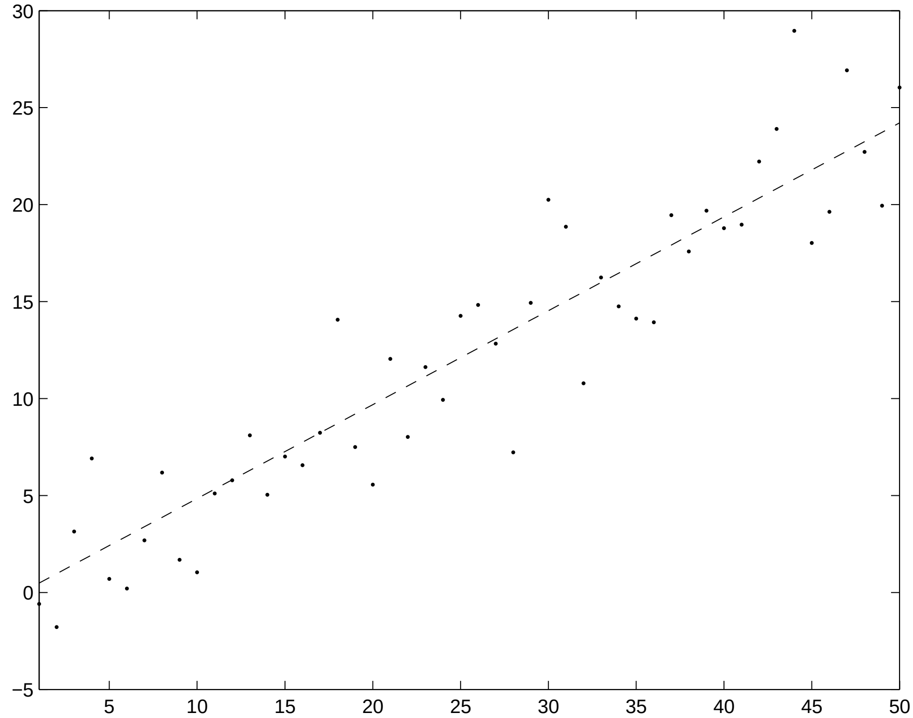


Figura 21: Stima di una retta.

Stima di un modello ARX

$$y(t) - 0.6\,y(t-1) + 0.3\,y(t-2) = 0.5\,u(t-1) + 0.3\,u(t-2) + e(t)$$

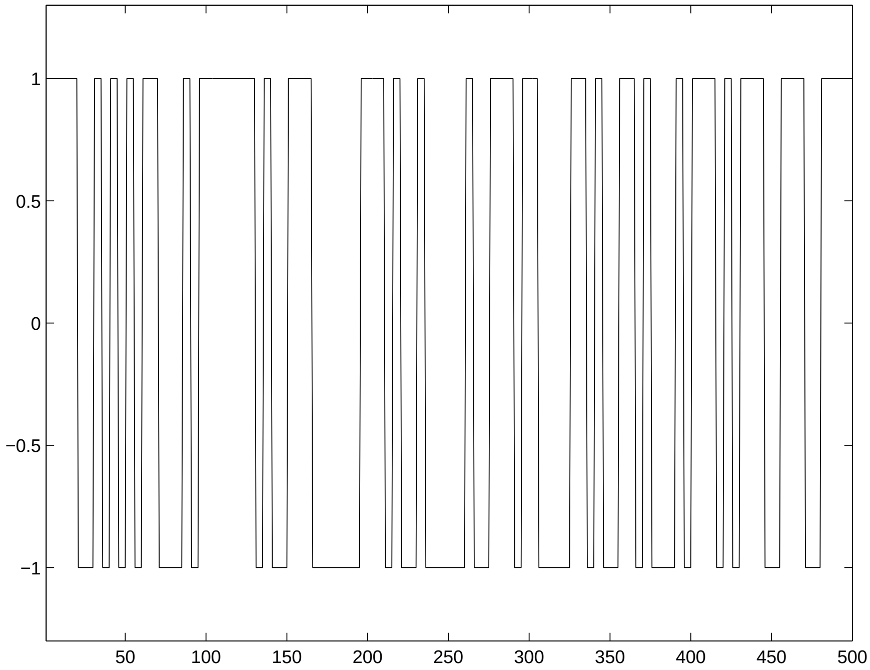


Figura 22: Ingresso $u(t)$ applicato.

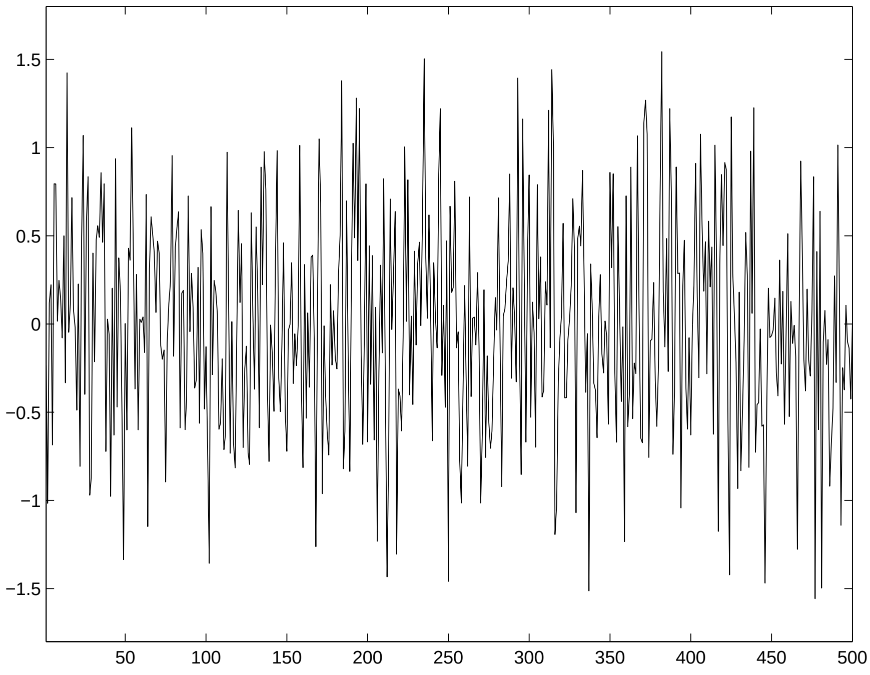


Figura 23: Sequenza di rumore $e(t)$.

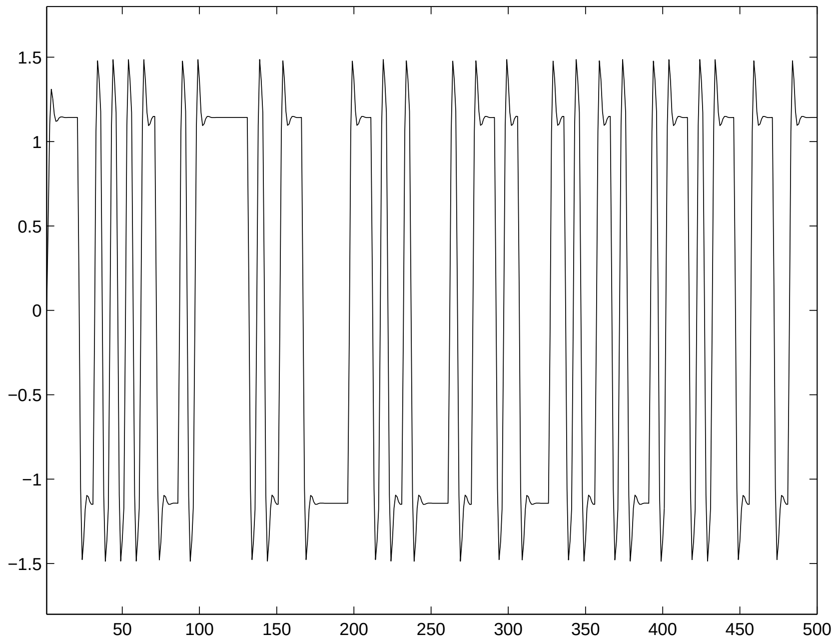


Figura 24: Uscita in assenza di rumore.

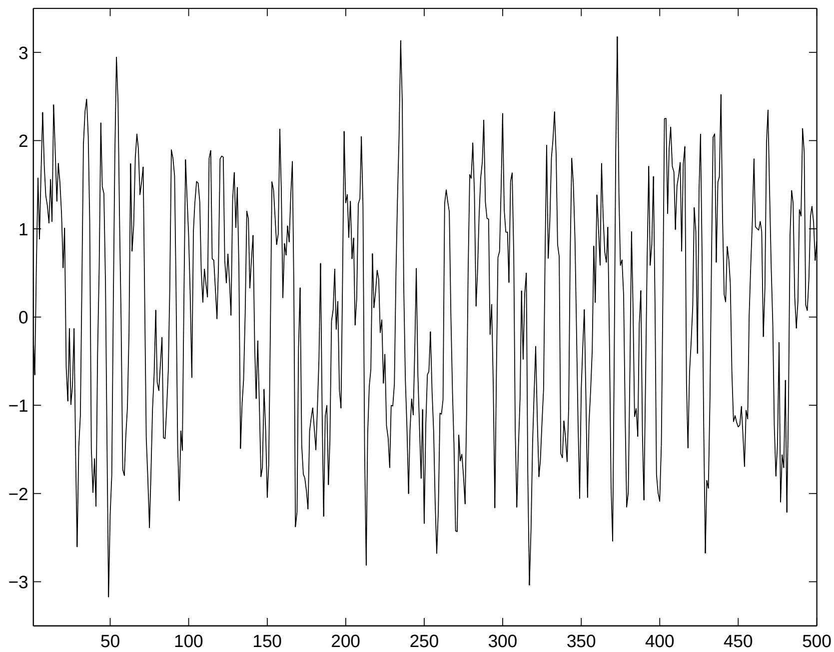


Figura 25: Uscita rumorosa $y(t)$.

Modello identificato:

$$a_1 = -0.6072 \quad a_2 = 0.3255 \quad b_1 = 0.5581 \quad b_2 = 0.2541$$