

Teoria Sterowania Laboratorium 3

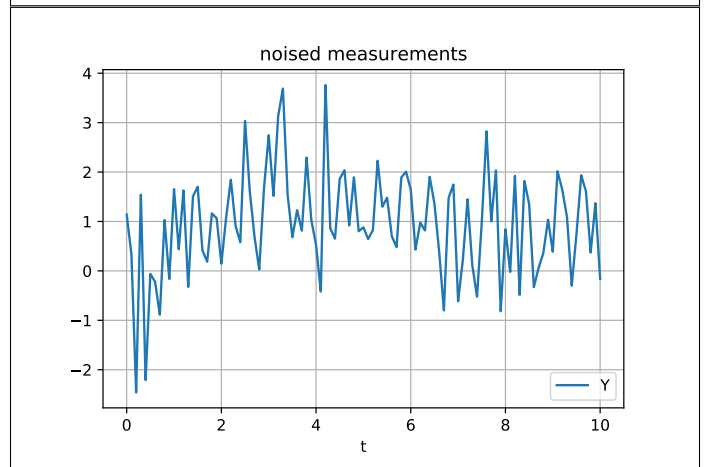
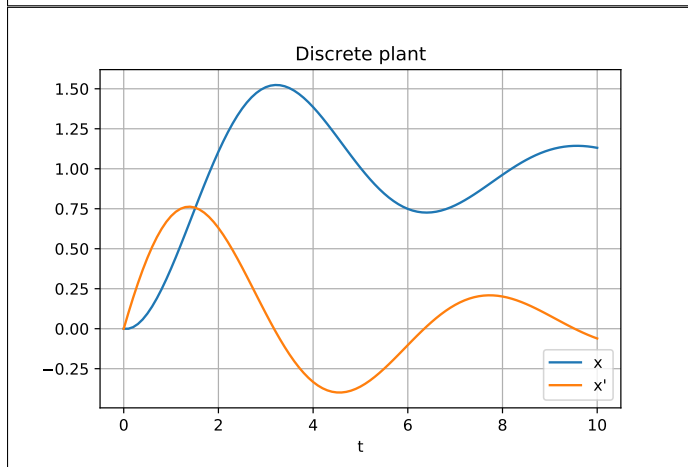
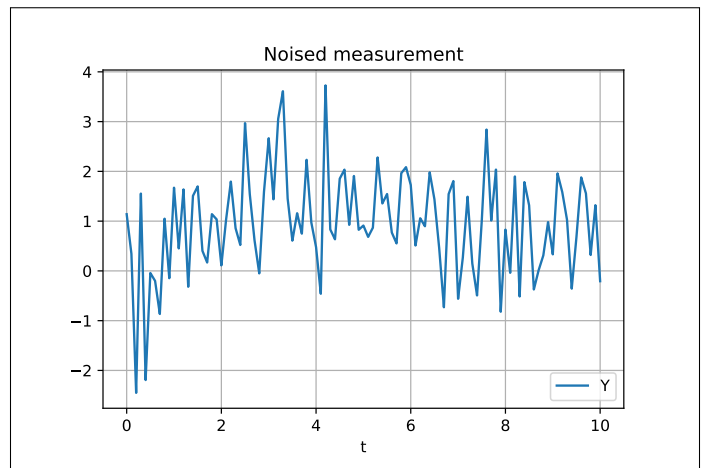
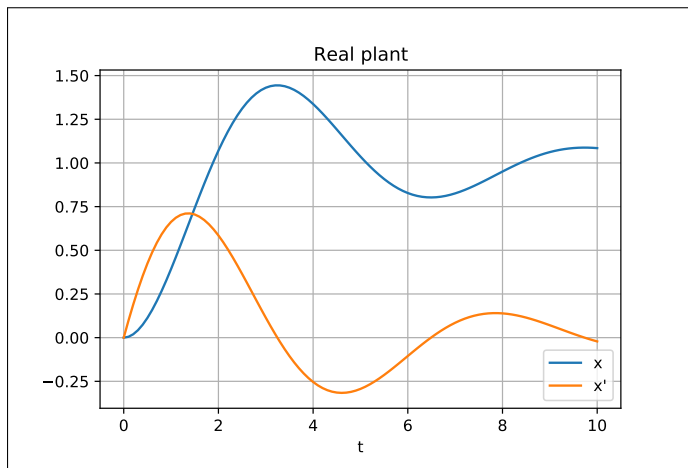
Filtr Kalmana

Konrad Borowik 141023

17.04.2021

1 Zadanie 1

Dyskretne równanie dynamiki obiektu wyznaczyłem za pomocą funkcji `scipy.signal.cont2discrete()`. Amplitudy charakterystyk delikatnie się od siebie różnią. Wynika to z kroku próbkowania oraz faktu, że dyskretyzacja odbyła się w sposób numeryczny. Gdybym zwiększył szybkość próbkowania w układzie dyskretnym, uzyskałbym dokładniejsze przybliżenie wykresu układu ciągłego. Jednak $T_p = 0.1$ wystarcza, aby charakterystyka zdyskretyzowanego układu w zadowalający sposób odzwierciedlała zachowanie układu ciągłego.



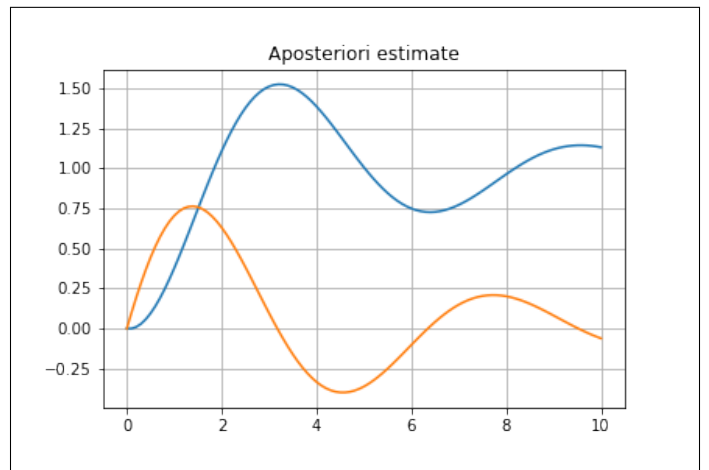
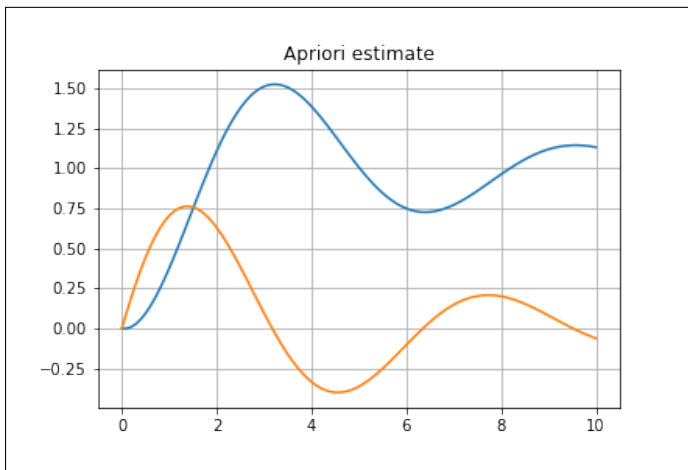
2 Zadanie 2

Implementacja kodu realizującego Filtr Kalmana:

```
1 for i in range(0,samples - 1):
2     Xc = A1 @ Xp + B1 @ np.matrix(U[i])
3     Pc = A1 @ Pp @ A1.T + Q
4
5     S = C1 @ Pc @ C1.T + R
6     K = Pc @ C1.T @ np.linalg.inv(S)
7     e = np.matrix(Y1[i]) - C1 @ Xc
8     Xp = Xc + K @ e
9     Pp = Pc - K @ S @ K.T
10
11     # Add calculated values to XC and XP
12     XC = np.vstack([XC, Xc.T])
13     XP = np.vstack([XP, Xp.T])
```

3 Zadanie 3

a) Dla zerowych warunków początkowych X_c oraz P_p wykresy estymat apriori i aposteriori się między sobą nie różnią. R to kowariancja macierzy W , a Q to macierz zerowa, ponieważ zakładam zerowe V .

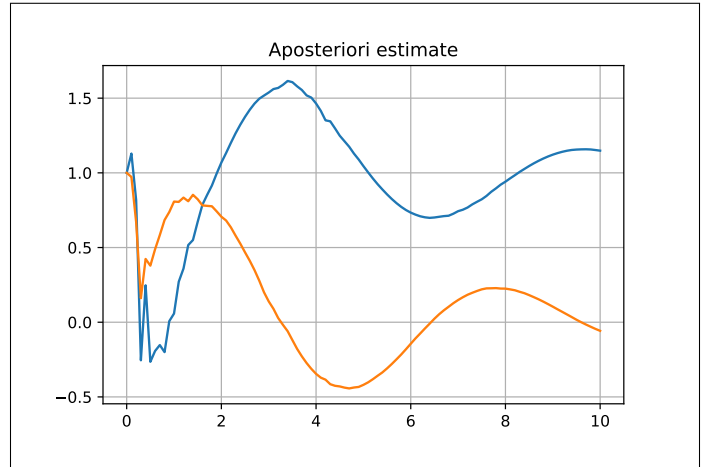
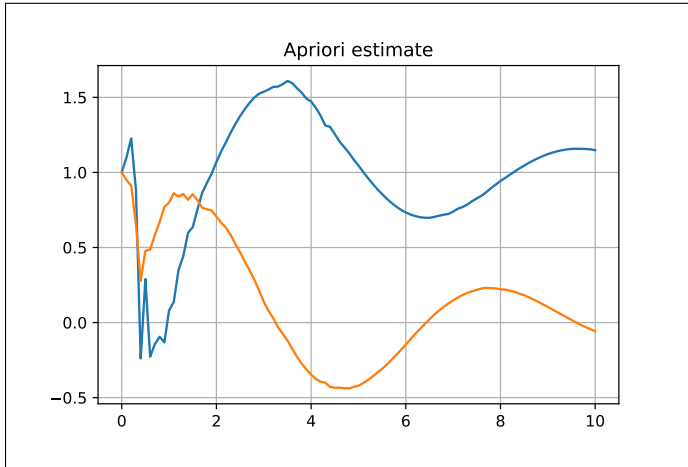


Zmiana Q lub R niczego nie wnosi.

b) Dla niezerowych warunków początkowych:

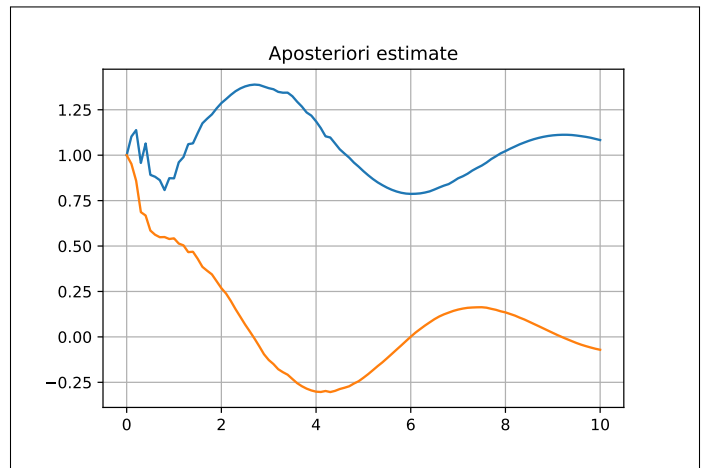
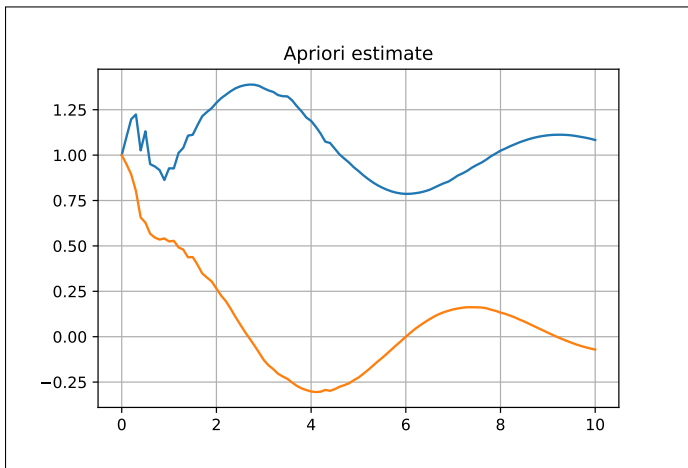
$$X_p = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; P_p = \begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}$$

oraz R równe kowariancji W i Q równe 0



Niezerowe warunki początkowe wprowadzają zaszumienie na początku symulacji, które można "wygładzić" przy pomocy odpowiednio dobranych R lub Q.

c) Dla warunków początkowych równych tym z podpunktu b), zerowej macierzy Q i R = 35

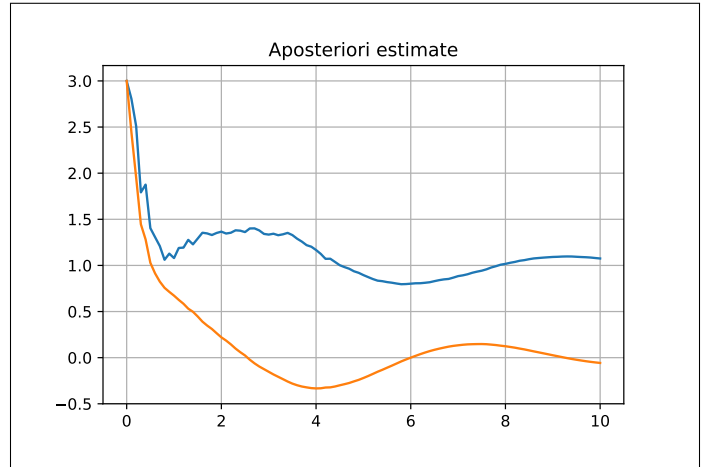
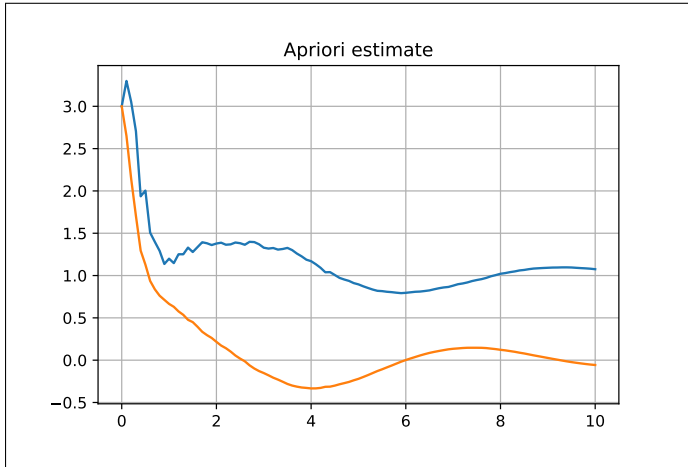


Wygładzony zostaje wtedy szum związany z warunkami początkowymi i po około 2 sekundach układ przechodzi w oscylacje przypominające te z niezaszumionego sygnału.

d) Dla warunków początkowych równych:

$$X_p = \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix}; P_p = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$$

oraz zerowej macierzy Q i $R = 15$



Tutaj również szum początkowy zostaje wygładzony poprzez zwiększenie R.

Zwiększając wartość R bym otrzymywał coraz to bardziej wygładzone przebiegi.

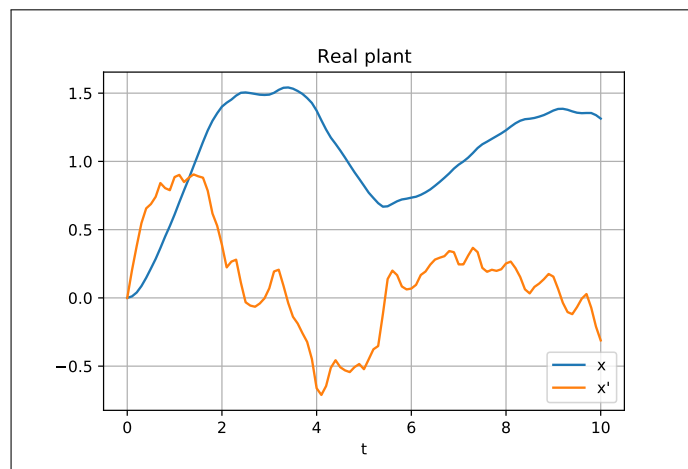
Estymata aPosteriori jest przesunięta o jedną próbkę względem aPriori. Z tego wynika lekkie przesunięcie wykresów oraz lekko zmienione wartości (1 sekunda w wykresie z podpunktu b)).

4 Zadanie 4

Niezerowy szum procesu otrzymałem poprzez dodanie szumu V do sygnału sterującego U

$$U_2 = U + V$$

Charakterystyka zaszumionego układu ciągłego prezentuje się następująco:

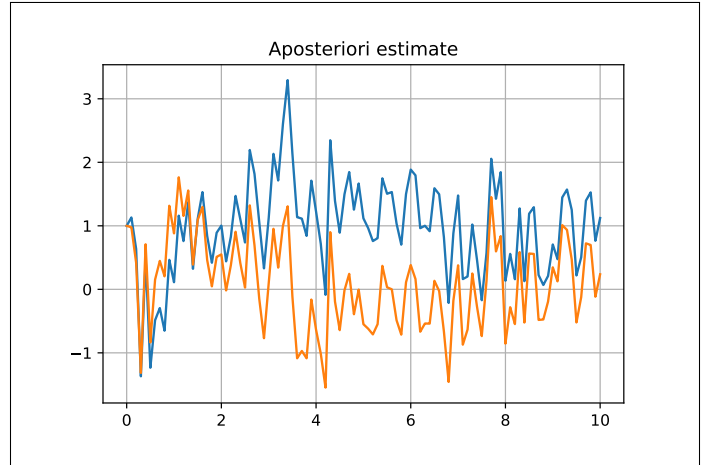
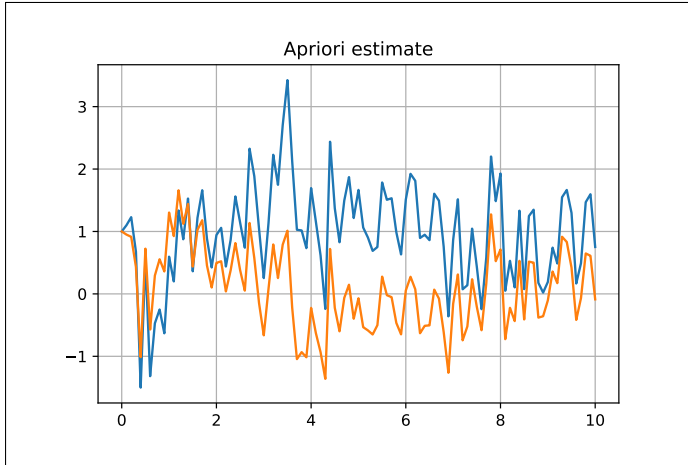


5 Zadanie 5

a) Dla warunków początkowych równych:

$$Xp = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix}; Pp = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

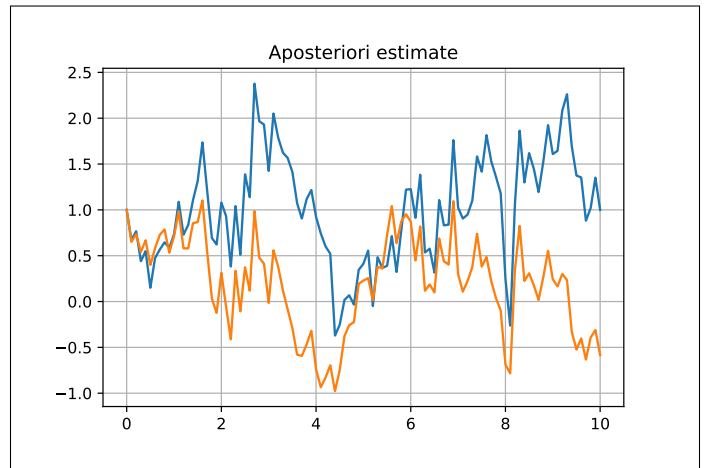
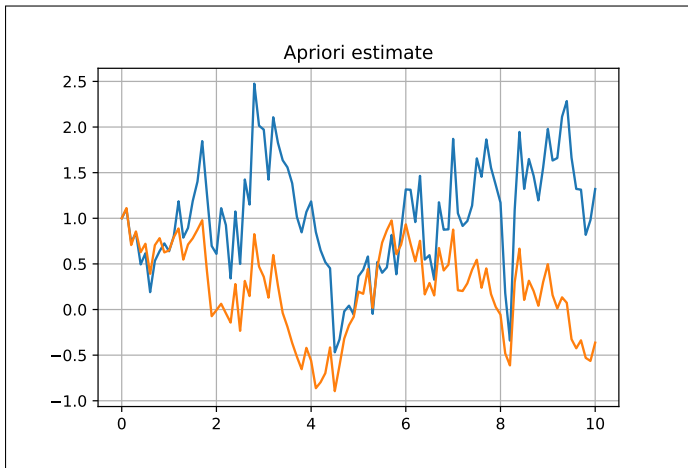
oraz Q równe kowariancji V i R równe kowariancji W.



b) Dla warunków początkowych równych:

$$Xp = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; Pp = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

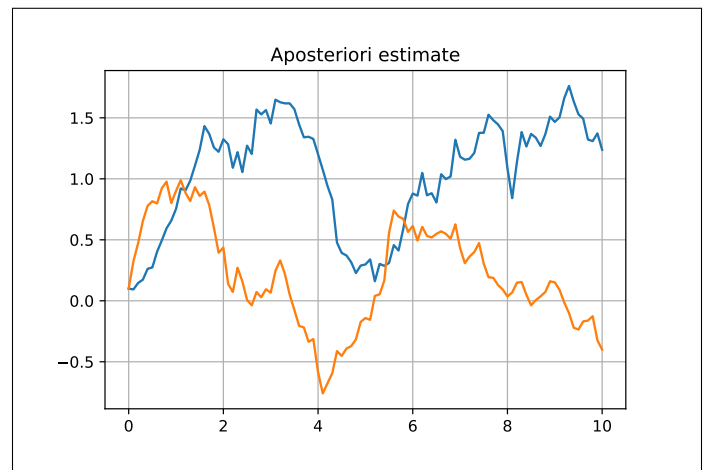
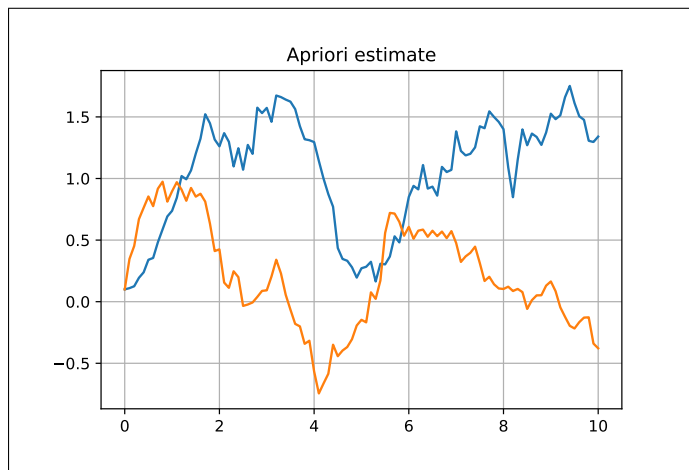
oraz Q = 5 i R = 25.



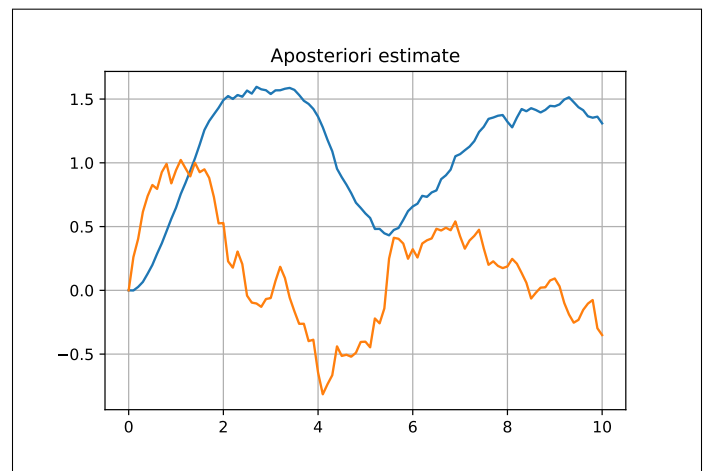
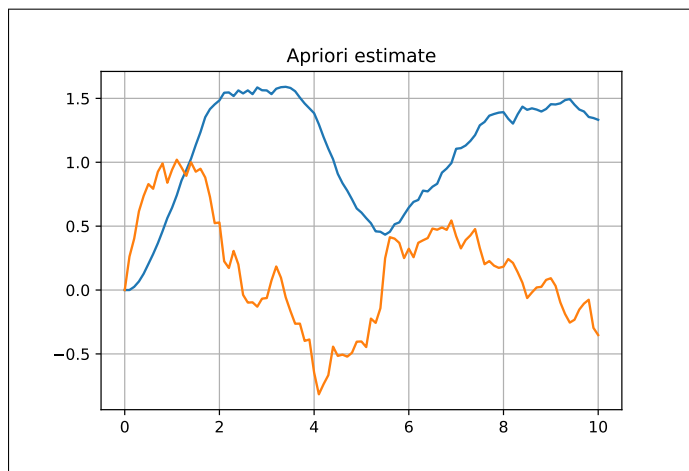
c) Dla warunków początkowych równych:

$$Xp = \begin{bmatrix} 0.1 \\ 0.1 \end{bmatrix}; Pp = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.5 \\ 0.5 & 0.1 \end{bmatrix}$$

oraz $Q = 0.5$ i $R = 45$.



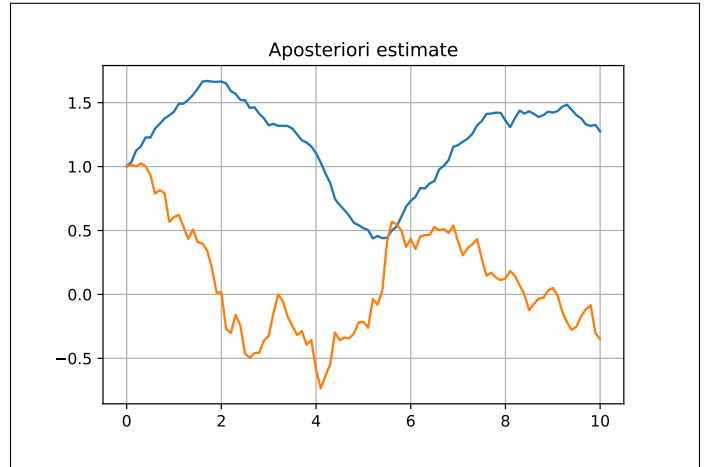
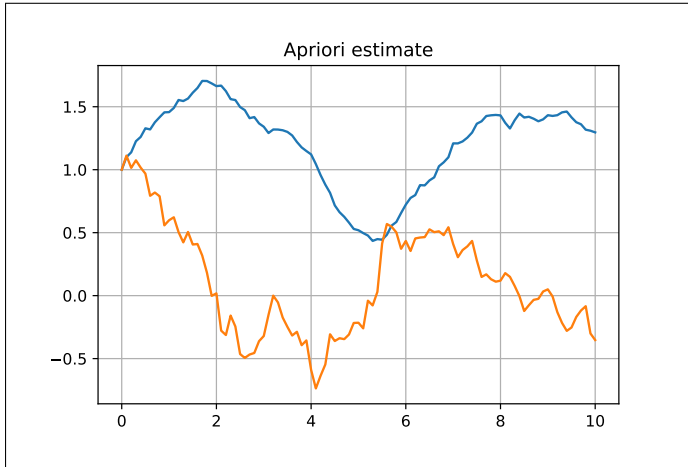
d) Dla zerowych warunków początkowych oraz $Q = 0.1$ i $R = 550$.



e) Dla warunków początkowych równych:

$$Xp = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; Pp = \begin{bmatrix} 2 & 5 \\ 5 & 2 \end{bmatrix}$$

oraz $Q = 0.1$ i $R = 100$.



Na odwzorowanie sygnału ciągłego najlepszy wpływ ma parametr R - im większy tym charakterystyka bardziej się wygładza. Parametr Q , przy wartościach większych niż 1, wprowadza niepożądane, mocne szumy, dlatego warto, aby był jak najmniejszy. Warunki początkowe mają wpływ na początkową fazę działania układu, po chwili (2-3 sekundy), charakterystyki zaczynają się układać jak w przypadku zerowych warunków początkowych. Przy odpowiednim doborze parametrów jestem w stanie uzyskać przebieg przypominający charakterystyki dla układu ciągłego.