

TRABAJO PRÁCTICO 1

Dinámica de movimiento de un vehículo

PROCESAMIENTO DE SEÑALES II (86.52)

Año 2018 - 2^{do} Cuatrimestre

Grupo N°02

INTEGRANTES:

Anastópulos, Matías	- #95120
<matias.anas@gmail.com>	
Gasparovich, Emiliano	- #96123
<emilianit2000@gmail.com>	
Manso, Juan	- #96133
<juanmanso@gmail.com>	

Índice

Parte I

Enunciado

Se considera un vehículo que se desplaza definiendo una trayectoria tal que la posición en cada instante resulta $\mathbf{p}(t)$, con una velocidad $\mathbf{v}(t)$ y una aceleración $\mathbf{a}(t)$, definidas en un plano de coordenadas $[x, y]$ de acuerdo a:

$$\mathbf{p}(t) = \begin{bmatrix} p_x(t) \\ p_y(t) \end{bmatrix} \quad \mathbf{v}(t) = \begin{bmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{bmatrix} \quad \mathbf{a}(t) = \begin{bmatrix} a_x(t) \\ a_y(t) \end{bmatrix}$$

Suponiendo que la dinámica de movimiento satisface las siguientes ecuaciones:

$$\begin{cases} \dot{\mathbf{p}}(t) = \mathbf{v}(t) \\ \dot{\mathbf{v}}(t) = \mathbf{a}(t) \\ \dot{\mathbf{a}}(t) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

1. Ejercicio 1

Modelo en variables de estado

1.1. Inciso a

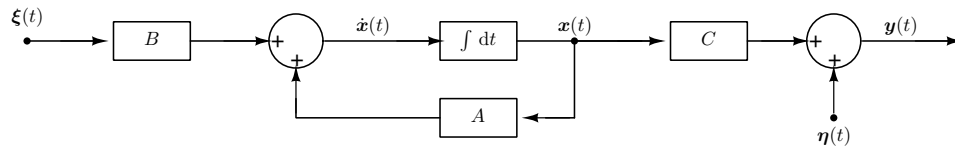


Figura 1: Diagrama en bloques del modelo.

Se define la variable de estado asociada a las ecuaciones de movimiento continuo como:

$$\mathbf{x}(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{p}(t) \\ \mathbf{v}(t) \\ \mathbf{a}(t) \end{bmatrix} \quad \dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} \dot{\mathbf{p}}(t) \\ \dot{\mathbf{v}}(t) \\ \dot{\mathbf{a}}(t) \end{bmatrix}$$

Así el modelo resulta:

$$\Sigma : \begin{cases} \dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A} \mathbf{x}(t) + \mathbf{B} \boldsymbol{\xi}(t) \\ \mathbf{y}(t) = \mathbf{C} \mathbf{x}(t) + \boldsymbol{\eta}(t) \end{cases}$$

donde $\boldsymbol{\xi}(t)$ es el ruido de proceso y $\boldsymbol{\eta}(t)$ el ruido de medición. La matriz \mathbf{A} contiene la información de la dinámica del sistema. A partir de las ecuaciones del sistema representado en (??) se obtiene la matriz de estados como:

$$\mathbf{A}(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{IT} & \mathbf{I} \frac{T^2}{2} \\ 0 & \mathbf{I} & \mathbf{IT} \\ 0 & 0 & \mathbf{I} \end{bmatrix}$$

1.2. Inciso b

Preguntar
cuánto tengo
que definir y
etc.

```

1 config_m;
2
3 datos_str = load('datos.mat');
4
5 Acel = datos_str.Acel;
6 Tiempo = datos_str.tiempo;
7 Pos = datos_str.Pos;
8 Vel = datos_str.Vel;
9
10 dim = 2; % Se considera sólo x e y
11 tipos_variables = 3; % Posición, Velocidad, Aceleración
12 cant_mediciones = length(Pos);
13 cant_estados = tipos_variables * dim;
14
15
16
17 % Datos
18 var_xip = 3e-4;
19 var_xiv = 2e-3;
20 var_xia = 1e-2;
21
22 %%%
23 T = Tiempo(2:end)-Tiempo(1:end-1);
24 T = 1; % Suponiendo equiespaciado
25
26 % Variable de estado X = [P;V;A]
27 I = eye(dim);
28 Ad = [I I.*T (T.^2)/2.*I;
29       I*0 I T.*I;
30       I*0 I*0 I;];
31
32 % Covarianza del ruido de proceso
33 Qd = diag([ones(1,dim)*var_xip, ones(1,dim)*var_xiv, ones(1,dim)*var_xia]);

```

2. Ejercicio 2

Estimación de la trayectoria con distintas mediciones

Listing 1: *Script* para la resolución del ejercicio 2

```

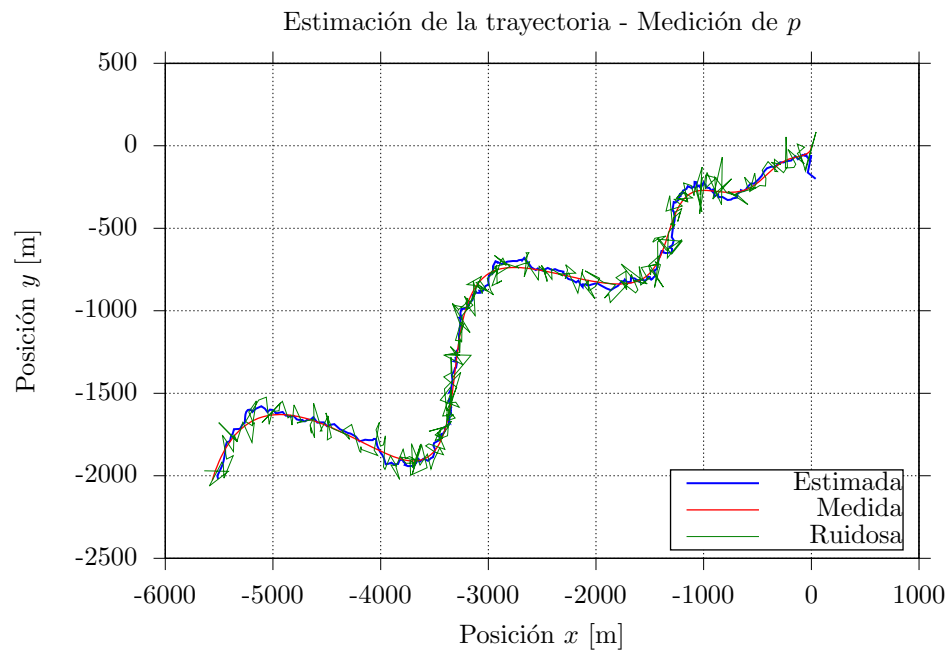
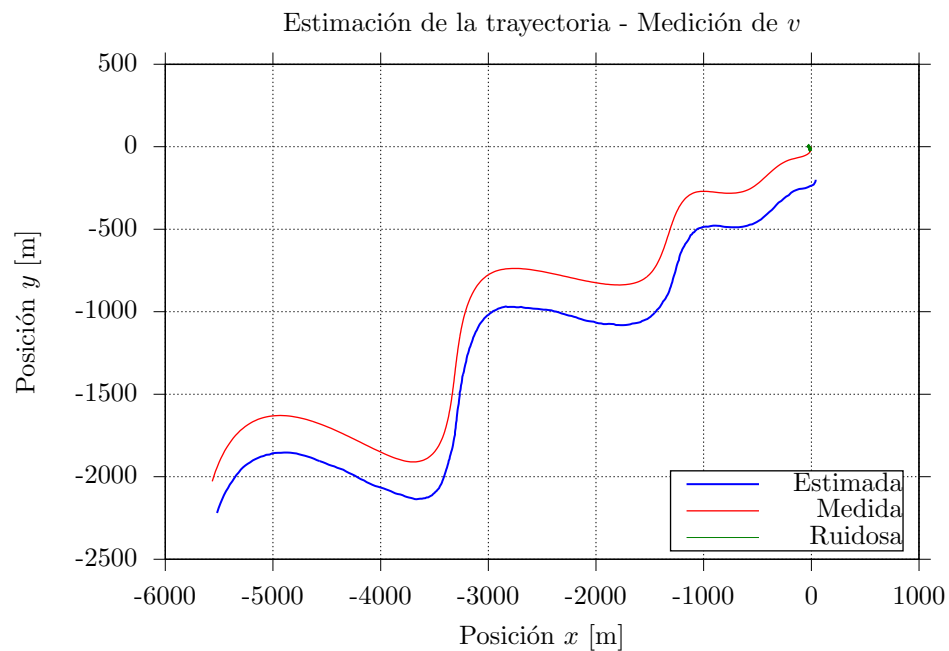
1 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2 % EJERCICIO 2
3 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
4 bool_p = 1; % Inciso a
5 bool_v = 0; % Inciso b
6 bool_a = 0; % Inciso c
7
8
9 x0 = [40 -200 0 0 0 0]';
10 P0_0 = diag([100^2 100^2, 1 1, 0.1 0.1]);
11
12 %%% %y_k = [I 0 0] [pk vk ak]' + ruido \eta
13 sigma_etap = 60;
14 sigma_etav = 2;
15 sigma_etaa = 0.1;
16
17 Bk1 = eye(cant_estados);
18 C = [eye(dim*bool_p) zeros(dim*bool_p) zeros(dim*bool_p);
19     zeros(dim*bool_v) eye(dim*bool_v) zeros(dim*bool_v);
20     zeros(dim*bool_a) zeros(dim*bool_a) eye(dim*bool_a)];
21
22 M_eta = [randn(dim,cant_mediciones)*sigma_etap*bool_p;
23          randn(dim,cant_mediciones)*sigma_etav*bool_v;

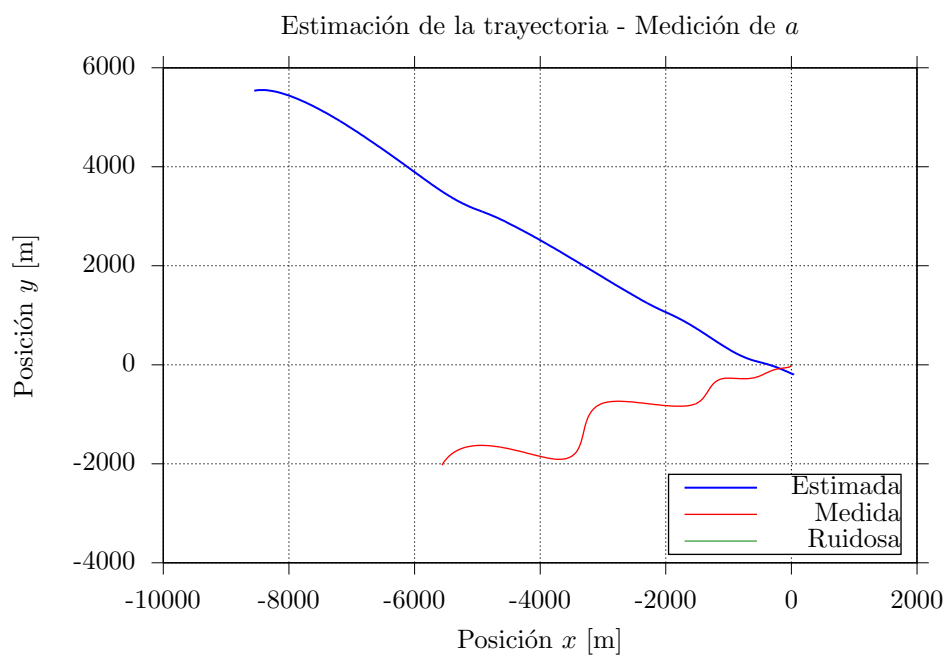
```

```

24         randn(dim,cant_mediciones)*sigma_etaa*bool_a];
25
26 R = diag([ones(1,dim*bool_p)*sigma_etap^2 ones(1,dim*bool_v)*sigma_etav^2 ones(1,
27         dim*bool_a)*sigma_etaa^2]);
28
29 yk = C * [Pos(:,1:dim) Vel(:,1:dim) Acel(:,1:dim)]' + (C*M_eta);
30 yk = yk'; % Así tiene la forma de Pos
31
32 %%%ALGORITMO %%%
33 x = x0;
34 P = P0_0;
35 xk1_k1 = x;
36 Pk1_k1 = P;
37 g = yk(1,:)';
38
39 for i=1:cant_mediciones-1
40     % Predicción
41     xk_k1 = Ad * xk1_k1;
42     Pk_k1 = Ad * Pk1_k1 * Ad' + Bk1 * Qd * Bk1.';
43     gk = [innovaciones(yk(i,:),C,xk_k1)];
44
45     % Corrección
46     Kk = Pk_k1 * C'*(R + C*Pk_k1*C')^-1;
47     xk_k = xk_k1 + Kk*(gk);
48     Pk_k = (eye(cant_estados) - Kk*C) * Pk_k1;
49
50     % Actualización
51     xk1_k1 = xk_k;
52     Pk1_k1 = Pk_k;
53
54
55     % Guardo
56     g = [g gk];
57     x = [x xk_k];
58     P = [P; Pk_k];
59 end

```

Figura 2: Trayectoria del vehículo estimando a partir de p .Figura 3: Trayectoria del vehículo estimando a partir de v .

Figura 4: Trayectoria del vehículo estimando a partir de a .

3. Ejercicio 3

Estimación con distintos valores inciales

Listing 2: Parte del *Script* utilizado para el ejercicio 3

```

1  % Nuevos datos
2  x01 = [40 -200 0 0 0 0]';
3  x02 = [200 -3000 0 0 0 0]';
4  x03 = x01;
5  x04 = x02;
6  x0_vec = [x01 x02 x03 x04];
7
8  diag1_p = [100^4 100^4, 10^2 10^2, 10 10];
9  diag2_p = [0.1 0.1, 1e-5 1e-5, 1e-7 1e-7];
10 diag_vec = [diag1_p; diag1_p; diag2_p; diag2_p];
11
12
13 for l = 1:4
14     xa = x0_vec(:,l);
15     Pa = diag(diag_vec(l,:));
16     xk1_k1 = xa;
17     Pk1_k1 = Pa;
18
19     for i = 1:cant_mediciones-1
20         % Predicción
21         xk_k1 = Ad * xk1_k1;
22         Pk_k1 = Ad * Pk1_k1 * Ad' + Bk1 * Qd * Bk1.';
23
24         % Corrección
25         Kk = Pk_k1 * C'*(R + C*Pk_k1*C')^-1;
26         xk_k = xk_k1 + Kk*(yk(i,:) - C*xk_k1);
27         Pk_k = (eye(dim*3) - Kk*C) * Pk_k1;
28
29         % Actualización
30         xk1_k1 = xk_k;
31         Pk1_k1 = Pk_k;
32
33
34         % Guardo
35         xa = [xa xk_k];
36         Pa = [Pa; Pk_k];
37
38
39     if(l==1)
40         x1=xa; P1=Pa;
41     elseif(l==2)
42         x2=xa; P2=Pa;
43     elseif(l==3)
44         x3=xa; P3=Pa;
45     else
46         x4=xa; P4=Pa;
47     end
48
49 end

```

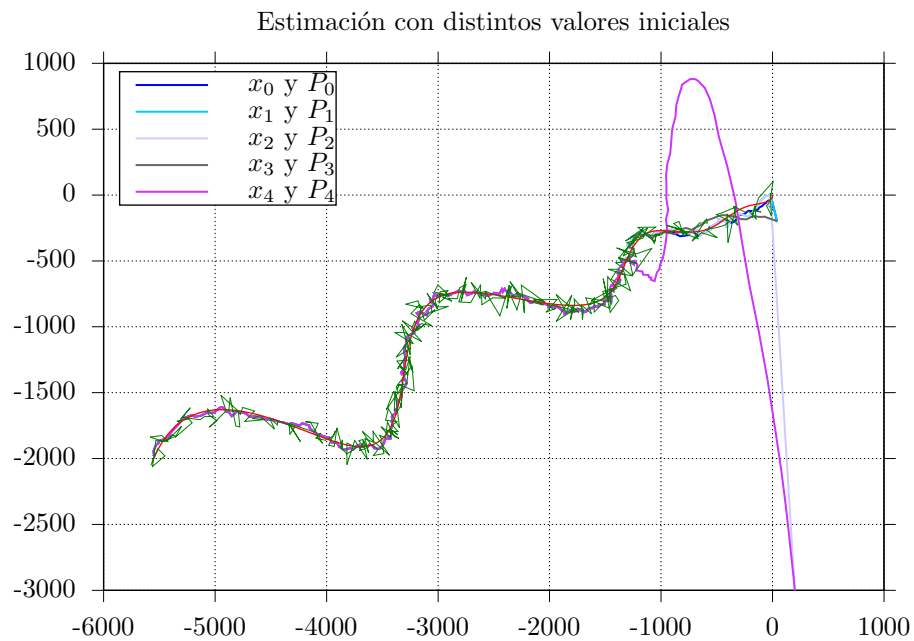



Figura 5: Superposición de las trayectorias estimadas con distintos valores iniciales.

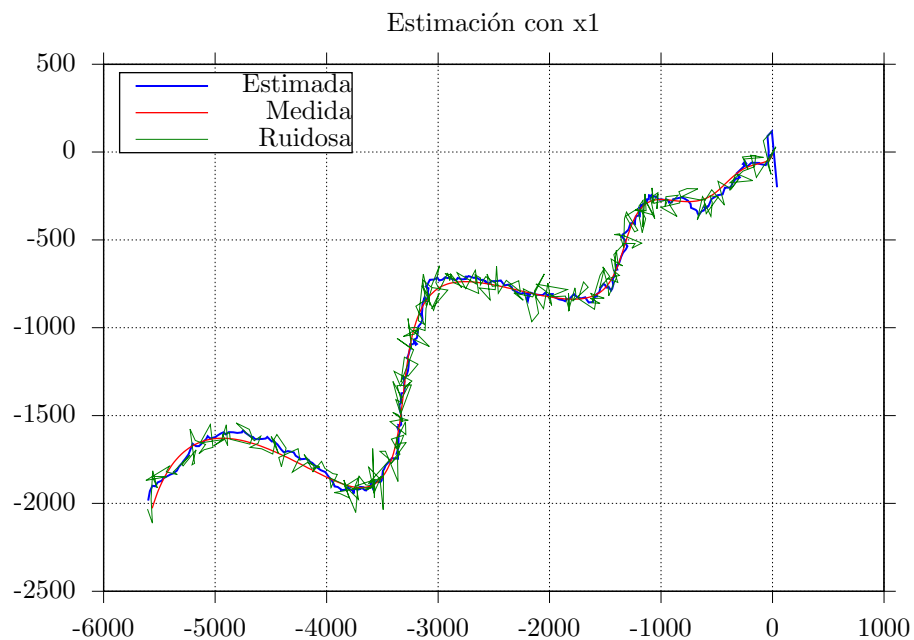
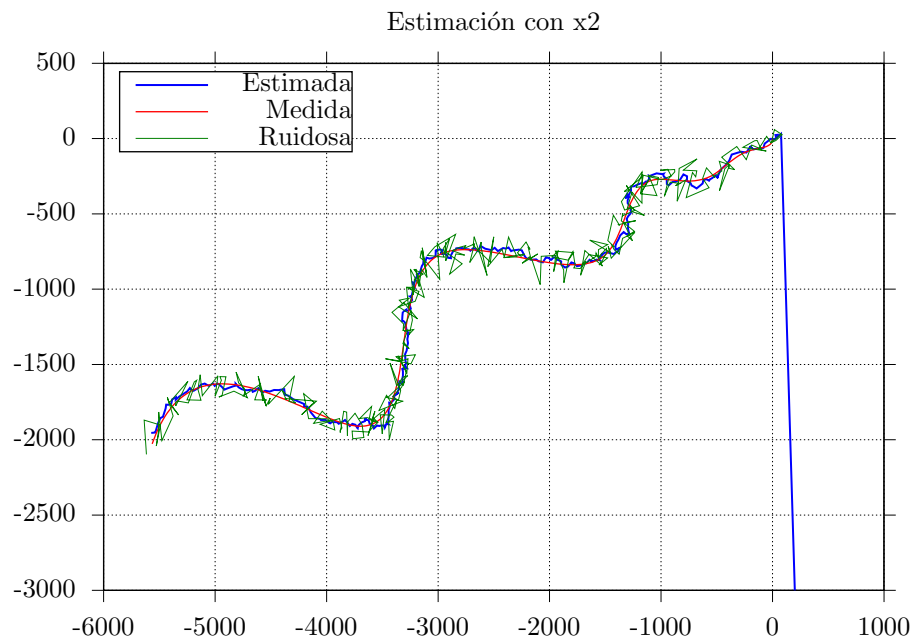
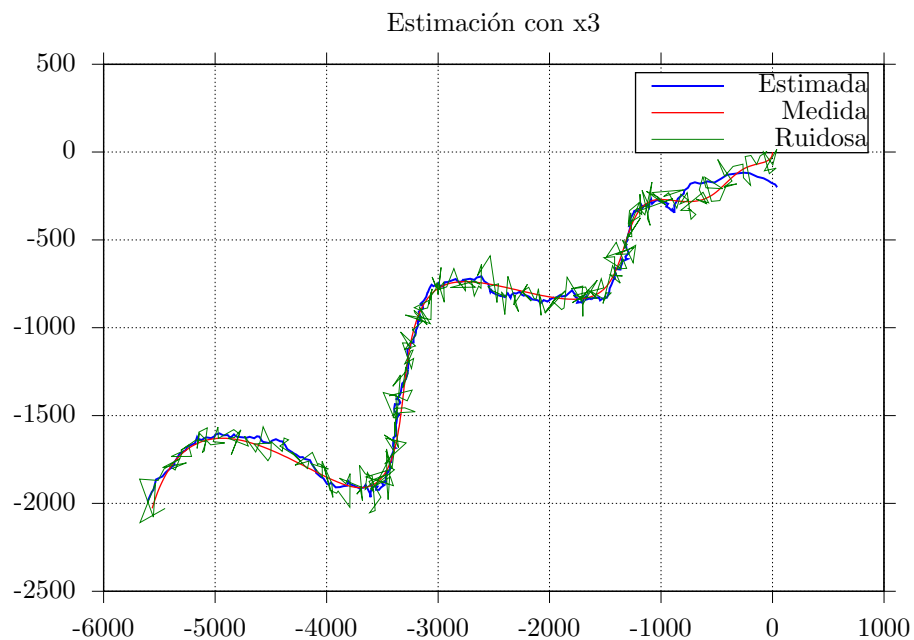


Figura 6: Estimación de la trayectoria a partir de x_1 y P_1 .

Figura 7: Estimación de la trayectoria a partir de x_2 y P_2 .Figura 8: Estimación de la trayectoria a partir de x_3 y P_3 .

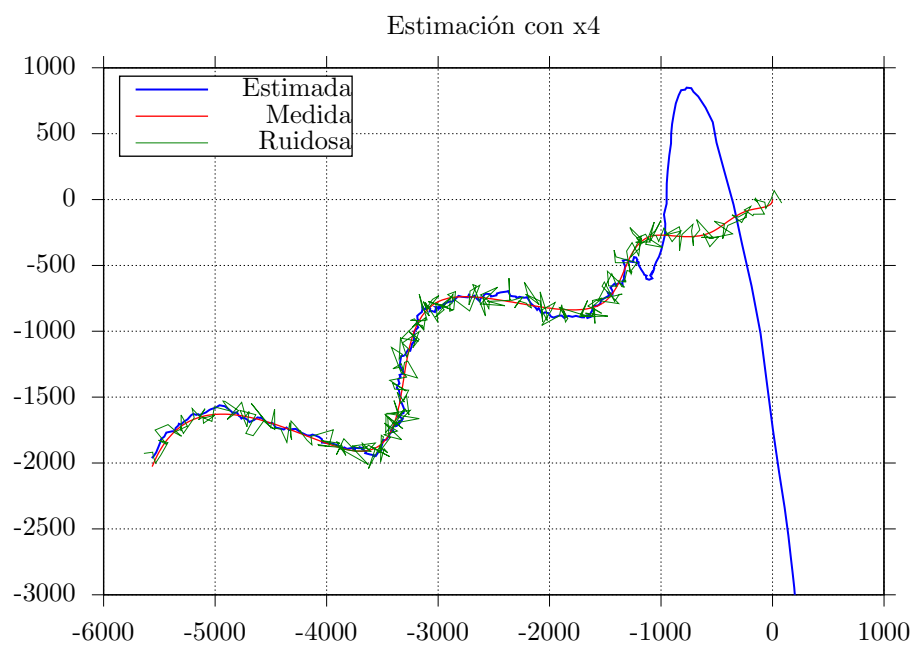


Figura 9: Estimación de la trayectoria a partir de x_4 y P_4 .

4. Ejercicio 4
Estimación suponiendo sesgo en algún estado
5. Ejercicio 5
Diferencias entre las estimaciones según magnitud de R
6. Ejercicio 6
Kalman en estado estacionario
7. Ejercicio 7
Pérdida de datos
8. Conclusiones