

```

1 % Conceptos básicos de modulación pasa-banda
2 % M-ASK - M-PSK - M-FSK - M-QAM - DPSK
3 % Se requieren los pkg signal, communications, control
4 % Carlos A. Medina C. 2021
5
6 clc; clear;
7 pkg load communications
8 up = 100; % factor de sobremuestreo
9 N = 15; % longitud de los datos
10 dt = 1/up; % intervalo de muestras
11 T = 1; % duración de símbolo
12 fc = 2; % frecuencia de la portadora
13
14 fprintf('Esquemas básicos de modulación digital \n\n');
15 fprintf('Escoja el tipo de modulación digital de interés \n');
16 fprintf('M-ASK (1) M-PSK (2) M-FSK (3) M-QAM (4) DPSK (5)\n\n');
17 % Modulaciones M-ASK, M-PSK, M-FSK, M-QAM, DPSK
18 A = input('Tipo de modulación = ');
19
20 if A == 1
21     M = input('Número de niveles para M-ASK = ');
22 elseif A == 2
23     M = input('Número de niveles para M-PSK = ');
24 elseif A == 3
25     M = input('Número de niveles para M-FSK = ');
26 elseif A == 4
27     M = input('Número de niveles para M-QAM = ');
28 end
29
30 switch (A)
31     case (1)
32         d = randint(1,N,M); % Datos binarios polar (0,+1,...,M-1) M-ASK
33     case (2)
34         d = randint(1,N,M); % Datos binarios polar (0,+1,...,M-1) M-PSK
35     case (3)
36         d = randint(1,N,M); % Datos binarios polar (0,+1,...,M-1) M-FSK
37     case (4)
38         d = randint(1,N,M); % Datos binarios polar (0,+1,...,M-1) M-QAM
39         d2 = randint(1,N,M); % Datos binarios polar (0,+1,...,M-1) M-QAM
40     otherwise
41         d = randint(1,N); % Datos binarios (0,+1) DPSK
42 endswitch
43
44 k=[0 N-1]; % Soporte de d, Instantes de muestras kT, k = 0 1 ... N-1
45 de = repelem(d,up); % pulsos rectangulares
46 if A == 4
47     de2 = repelem(d2,up); % pulsos rectangulares
48 endif
49 tde = k(1):dt:k(2)+1-dt; % Soporte de impulsos
50 ni = find(tde == 0);
51 nf = find(tde == k(2));
52 de = de(ni:nf); % datos de interés en instantes k
53 tde = tde(ni:nf); % soporte de datos de interés
54 if A == 4
55     de2 = repelem(d2,up); % pulsos rectangulares
56     de2 = de2(ni:nf); % datos de interés en instantes k
57     di2 = upsample(d2,up); % Símbolos (datos)
58     di2 = di2(1:length(tde));
59 endif
60 di = upsample(d,up); % Símbolos (datos)
61 di = di(1:length(tde));
62
63 switch (A)
64     case (1)
65         pc = cos(2*pi*fc*tde); % portadora
66         drx = de.*pc; % señal modulada
67     case (2)
68         pc = cos((2*pi*fc.*tde) + ((2/M)*pi.*de)); % portadora
69         drx = pc; % señal modulada
70     case (3)

```

```

71 pc=cos(2*pi*(fc+(1/(2*T)).*de).*tde); %portadoras fc = [2 y 4] Hz
72 drx=pc; % señal modulada
73 case (4)
74 pc=de.*cos(2*pi*fc*tde)+de2.*sin(2*pi*fc*tde); % portadora
75 drx=pc; % señal modulada
76 otherwise
77 pc=cos((2*pi*fc*tde)+((2/2)*pi.*de)); % portadora
78 drx=pc; % señal modulada
79 endswitch
80
81 v=[min(tde) max(tde) min(drx)-0.5 max(drx)+0.5];
82 subplot(3,2,1);
83 stem(tde,di,'linewidth',2);
84
85 if A == 4
86     hold on
87     stem(tde,di2,'linewidth',2);
88 endif
89
90 %axis([min(de) max(de) min(drx)-0.5 max(drx)+0.5]);
91 grid;
92 title('Símbolos Tx');
93
94 subplot(3,2,3);
95 plot(tde,de,'linewidth',2,tde,drx,'linewidth',3);
96 title('Señal modulada');
97 axis(v);
98 grid;
99
100 Fs=1/dt;
101 subplot(3,2,2);
102 f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(de));
103 x=fft(de)/(length(de));
104 plot(f,fftshift(abs(x)));
105
106 hold on
107
108 f=linspace(-Fs/2,Fs/2,length(drx));
109 x=fft(drx)/(length(drx));
110 plot(f,fftshift(abs(x)));
111 grid;
112 title('Espectro de magnitud de los Símbolos Tx');
113 axis([-6 6 0 0.5])
114
115 % Modulaciones M-ASK, M-PSK, M-FSK, M-QAM, DPSK
116 switch (A)
117     case (1)
118         title('Señal M-ASK');
119     case (2)
120         title('Señal M-PSK');
121     case (3)
122         title('Señal M-FSK');
123     case (4)
124         title('Señal M-QAM');
125     otherwise
126         title('Señal DPSK');
127 endswitch
128
129 env=abs(hilbert(drx)); % envolvente
130 subplot(3,2,4);
131 plot(tde,env,'linewidth',2);
132 axis(v);
133 grid;
134 title('Envolvente de la señal modulada');
135
136 %Demodulación
137 switch (A)
138     case (1) % detección de envolvente
139         for r = 0:N-2
140             dr(r+1)=mean(env(r*up+1:up*(r+1)));

```

```

141 end
142 case (2) % demodulación coherente
143     dm=drx.*cos(2*pi*tde); % Usar fc correspondiente al símbolo 1
144     for r = 0:N-2
145         dr(r+1)=sum(dm(r*up+1:up*(r+1)));
146     end
147 case (3) % detección de envolvente
148     dm=drx.*cos(2*pi*4*tde); % Usar fc correspondiente al símbolo 1
149     for r = 0:N-2
150         dr(r+1)=sum(dm(r*up+1:up*(r+1)));
151     end
152 case (4) % detección de envolvente
153     dm=drx.*cos(2*pi*tde);
154     for r = 0:N-2
155         dr(r+1)=mean(dm(r*up+1:up*(r+1)));
156     end
157     dm=drx.*sin(2*pi*tde);
158     for r = 0:N-2
159         drl(r+1)=mean(dm(r*up+1:up*(r+1)));
160     end
161 otherwise % demodulación coherente
162     dm=drx.*pc;
163     for r = 0:N-2
164         dr(r+1)=mean(dm(r*up+1:up*(r+1)));
165     end
166 endswitch
167
168 v=[min(tde) max(tde) min(drx)-0.5 max(drx)+0.5];
169 subplot(3,2,5);
170 stem(tde,di,'linewidth',2);
171
172 if A == 4
173     hold on
174     stem(tde,di2,'linewidth',2);
175 endif
176
177 grid;
178 title('Símbolos recuperados');
179
180 switch (A)
181
182 case (1) %M-ASK
183
184     subplot(3,2,6)
185     modmap('ask',M); %Función modmap (method,...) esto grafica el diagrama de conteslación
186     title('Diagrama de Constelacion M-ASK')
187
188 case (2) %M-PSK
189
190     subplot(3,2,6)
191     modmap('psk',M);
192     title('Diagrama de Constelacion M-PSK')
193
194 case (3) %M-FSK
195
196     subplot(3,2,6)
197     modmap('fsk',M);
198     title('Representacion de Constelacion M-FSK')
199
200 case (4) %QAM
201
202     subplot(3,2,6)
203     modmap('qam',M);
204     title('Diagrama de Constelacion M-QAM')
205
206 case (5)
207
208 M = 2; %Orden de modulacion
209 s = pskmod([0 1],M,0); %Data modulada

```

```
210 % AWGN para puntos de constellation
211 SNR = 100; % SNR en dB
212 r = awgn(s, SNR, 'measured');
213 % Diagrama de Constelacion
214 subplot(3,2,6);
215 plot(r, '*'); axis([-1 1 -1 1]);
216 title('Diagrama de Constelacion DPSK');
217 endswitch
```