

Índice

<i>Prefacio</i>	I
1 Introducción a Python	1
1.1 Introducción	1
1.2 Entorno de desarrollo para Python	3
1.2.1 IDE Spyder	4
1.2.2 Material Adicional y Jupyter	6
1.3 Características básicas de Python	7
1.3.1 Aspectos básicos del lenguaje Python	7
1.3.2 Objetos, atributos y métodos	8
1.3.3 Variables, objetos y referencias	10
1.3.4 Tipos de datos: mutables e inmutables	13
1.3.5 Importación de librerías, paquetes y módulos	15
1.4 Librería NumPy	18
1.4.1 La clase <code>ndarray</code> de NumPy: vectores, matrices y arrays	18
1.4.2 Tipos de datos en NumPy	22
1.4.3 Funciones en NumPy	22
1.5 Construcción, direccionamiento y conformación de arrays	23
1.5.1 Construcción de arrays	23
1.5.2 Concatenación y separación de arrays	28
1.5.3 Direccionamiento de los elementos de un array de una dimensión	33
1.5.4 Direccionamiento de los elementos de un array multidimensional	34
1.5.5 Incremento y reducción de dimensiones de arrays	37
1.5.6 Manipulación de dimensiones y formas (<code>shape</code>) de arrays	40

1.6 Operaciones con arrays	42
1.6.1 Texto	45
1.7 Operadores relacionales y lógicos	45
1.8 Gráficos	48
1.8.1 Aspectos generales de <code>Matplotlib</code>	48
1.8.2 Funciones gráficas elementales 2D	52
1.8.2.1 Función <code>stem</code>	52
1.8.2.2 Función <code>plot</code>	53
1.8.2.3 Comando <code>subplot</code>	56
1.8.3 Funciones gráficas elementales 3D	57
1.9 Programación en Python: bifurcaciones y bucles	60
1.9.1 Sentencia <code>if</code>	61
1.9.2 Sentencia <code>while</code>	61
1.9.3 Sentencia <code>for</code>	62
1.10 Ficheros de comandos y funciones	64
1.10.1 Ficheros de comandos: scripts	64
1.10.2 Funciones definidas por el usuario	65
1.11 Evitando errores comunes en la escritura de programas	66
1.11.1 Vectores lógicos	66
1.11.2 Otras técnicas de optimización	70
1.12 Simulación discreta de una señal de energía de duración finita	72
Ejercicios propuestos	79
Ejercicio Práctica 1	83
2 Variables aleatorias	85
2.1 Probabilidad y variables aleatorias	86
2.1.1 Elementos de un modelo probabilístico	86
2.1.2 Variable aleatoria	88
2.1.3 Función de distribución y tipos de variables aleatorias	89
2.1.4 Función masa de probabilidad de una variable aleatoria discreta	90
2.1.5 Función densidad de probabilidad de una variable aleatoria continua	92
2.2 Muestras de una variable aleatoria: funciones estimadas	95
2.2.1 Estimación de la función masa de probabilidad de una variable aleatoria discreta	95
2.2.2 Función densidad de probabilidad en el caso continuo	102
2.2.3 Transformación lineal de una variable aleatoria	107
2.2.4 Teorema del valor esperado	108
2.3 Transformación de dos variables aleatorias	110
2.4 Variables aleatorias conjuntamente gaussianas	111
2.4.1 Generación de variables aleatorias conjuntamente gaussianas	113
Ejercicios propuestos	116
Ejercicio Práctica 2	119

3 Test de Hipótesis	121
3.1 Test de Hipótesis: introducción	121
3.2 Test de hipótesis: reglas de decisión	124
3.2.1 Test de hipótesis binario y Regla MAP	124
3.2.2 Regla ML	130
3.2.3 Test de hipótesis M-ario	131
3.3 Probabilidad de error	131
3.3.1 Probabilidad de error en el caso binario	132
3.3.2 Probabilidad de error en el caso M-ario	136
Ejercicios propuestos	138
Ejercicio Práctica 3	141
4 Transmisor Lineal I	143
4.1 Introducción	143
4.1.1 Bit a símbolo	144
4.1.2 Modulador	145
4.2 Modulación PAM	147
4.2.1 Constelación de un sistema PAM	148
4.2.2 Señal de información PAM	151
4.3 Diseño experimental de un transmisor PAM	152
4.3.1 Transmisor PAM discreto	153
4.3.2 Señal PAM analógica	157
4.3.3 Ejemplos de uso de la función <code>transmisorpam</code>	158
Ejercicios propuestos	162
Ejercicio Práctica 4	165
5 Transmisor Lineal II	167
5.1 Modulación M-PSK	167
5.1.1 Constelación de un sistema M-PSK	170
5.1.2 Modelo teórico de un transmisor M-PSK	172
5.1.3 La modulación M-PSK como una modulación lineal	173
5.1.4 Generalización del concepto de modulación M-PSK	175
5.1.5 Diseño experimental de un transmisor M-PSK	175
5.2 Modulación M-QAM	180
5.2.1 Constelación de un sistema M-QAM	182
5.3 Transmisor QAM rectangular: diseño experimental	184
Ejercicios propuestos	191
Ejercicio Práctica 5	195

6 Demodulador óptimo en un canal AWGN	197
6.1 Canal/Medio de comunicación	197
6.1.1 Modelo de canal de comunicación: canal AWGN	198
6.2 Demodulador óptimo	199
6.2.1 Receptor vectorial óptimo	200
6.3 Diseño experimental	208
6.3.1 Simulación experimental del receptor vectorial	208
6.3.2 Simulación de un canal AWGN discreto	209
6.4 Constelación recibida	213
6.4.1 Constelación mediante un banco de correladores	214
6.4.2 Constelación mediante filtros adaptados	215
6.5 Scattering plot del vector de observación	218
Ejercicios propuestos	222
Ejercicio Práctica 6	223
7 Sistema de Comunicación Digital Lineal	225
7.1 Sistema de comunicación digital binario	225
7.2 Sistema de comunicación digital M-PAM	228
Ejercicios propuestos	235
Ejercicio Práctica 7 (Básico)	237
Ejercicio Práctica 7	239
A Anaconda	243
A.1 Anaconda	243
A.2 Gestión de entornos virtuales	244
<i>Bibliografía</i>	249
<i>Índice de Títulos</i>	253
<i>Índice de Autores</i>	255
<i>Índice Alfabético</i>	257
<i>Índice de Códigos</i>	261
<i>Glosario</i>	263