

ÍNDICE

1. QUÉ ES PROCESSING	11
2. IDE PROCESSING	13
2.1 Instalación del IDE Processing	13
2.2 Manejo del IDE Processing	16
3. PROGRAMACIÓN CON PROCESSING	21
3.1 Funciones setup() y draw()	21
4. FUNCIONES GRÁFICAS	25
4.1 Gráficos elementales	25
4.1.1 Puntos	26
4.1.2 Líneas	31
4.2 Figuras geométricas	36
4.2.1 Rectángulos	36
4.2.2 Elipses	39
4.2.3 Arcos	40
4.2.4 Figuras geométricas personalizadas	41
4.2.5 Práctica: emoticono	42
4.3 Color	43
4.3.1 Práctica: semáforo	47
4.3.2 Práctica: emoticonos en color	48
4.4 Textos	51
4.5 Transformaciones	58
4.5.1 Traslación	58

4.5.2 Rotación	64
4.5.3 Escalado	66
4.5.4 Práctica: lupa	68
4.6 Matrices de transformación	70
4.6.1 Práctica: reloj analógico	71
4.7 Gráficos 3D	76
4.7.1 Transformaciones 3D	77
4.7.2 Figuras geométricas	81
4.7.3 Iluminación	84
4.7.4 Cámara	87
5. INTERACCIÓN CON EL RATÓN Y EL TECLADO	91
5.1 Uso del ratón	92
5.1.1 Práctica: pizarra electrónica	96
5.1.2 Práctica: control de movimiento 3D	97
5.2 Uso del teclado	101
5.2.1 Práctica: juego del frontón	105
5.2.2 Práctica: Juego de los ladrillos	113
6. INTEGRACIÓN ARDUINO-PROCESSING	121
6.1 Uso de la librería Arduino (Firmata)	123
6.1.1 Práctica: blink	127
6.1.2 Práctica: linterna inteligente	132
6.2 Gestión directa de las comunicaciones serie	136
6.2.1 Envío de datos desde Processing hacia Arduino	138
6.2.2 Envío de datos desde Arduino hacia Processing	142
6.2.3 Práctica: mando para el juego del frontón	151
6.2.4 Práctica: espejo 3D	159
6.2.5 Práctica: osciloscopio	168
6.2.6 Últimos consejos	175
7. LIBRERÍA DE ELEMENTOS GRÁFICOS CONTROLP5	177
8. COMUNICACIONES BLUETOOTH	189
8.1 Comunicaciones Bluetooth con Arduino	190
8.2 Comunicaciones Bluetooth con Processing	191

8.3 Práctica: estación meteorológica remota	197
9. COMUNICACIONES WEB	205
9.1 Comunicaciones web con ESP-01	207
9.1.1 Librería ESP8266WiFi	213
9.1.2 Cliente web	215
9.1.3 Servidor web	222
9.1.4 Práctica: consulta de la IP pública	228
9.1.5 Práctica: control de un led desde un navegador web	232
9.2 Comunicaciones web con Processing	237
9.2.1 Librería processing.net	237
9.2.2 Cliente web	238
9.2.3 Servidor web	242
9.2.4 Práctica: pizarra gráfica en red	245
9.3 Comunicaciones web con Arduino	251
9.3.1 Práctica: linterna web	252
9.3.2 Práctica: regulación web del nivel de luz	258
10. INTERNET DE LAS COSAS	269
10.1 Qué es MQTT	270
10.2 MQTT con WEMOS D1	272
10.3 MQTT con Processing	276
10.4 Práctica: control de una lámpara de 220 voltios por Internet	277
10.5 Práctica: alarma	291
10.6 Práctica: control de la calefacción desde un móvil	301
11. VISIÓN ARTIFICIAL	317
11.1 Qué es OPENCV	318
11.2 Instalación de OpenCV for Processing	319
11.3 Librería OpenCV for Processing	320
11.3.1 Clase PImage	321
11.3.2 Clase OpenCV	323
11.3.3 Clase Mat	325
11.4 Componentes de una imagen	326
11.5 Histogramas	332
11.6 Procesamiento de imágenes	335

11.6.1	Modificación del brillo y el contraste	335
11.6.2	Filtros basados en umbral	338
11.6.2.1	Filtro de umbral fijo	338
11.6.2.2	Filtro de umbral adaptativo	340
11.6.3	Filtros lineales	342
11.6.3.1	Filtro paso bajo	342
11.6.3.2	Filtro paso alto	345
11.6.3.3	Filtro Canny	347
11.6.4	Filtros morfológicos	350
11.6.4.1	Filtro de dilatación	350
11.6.4.2	Filtro de erosión	355
11.6.5	Comparación de imágenes	357
11.7	Detección de contornos	359
11.7.5.1	Bounding Box	363
11.7.5.2	Práctica: identificación de figuras geométricas	366
11.7.5.3	Práctica: contador de objetos	370
11.7	Detección facial	377
11.8	Captura de vídeo	381
11.8.1	Vídeo obtenido de una cámara	381
11.8.2	Vídeo procedente de un archivo	389
11.9	Procesamiento de vídeo	393
11.10	Realidad aumentada	397
11.10.1	Práctica: posicionamiento de figuras geométricas	398
11.10.2	Práctica: probador de sombreros virtual	403
11.11	Color tracking	409
11.12	Detección de movimiento	417
11.13	Visión artificial con Arduino	420
11.13.1	Práctica: mascota robótica	421
11.13.2	Práctica: clasificación de materiales	435
11.13.3	Práctica: alarma por movimiento	442