

GUÍA TÉCNICA · IIoT INDUSTRIAL

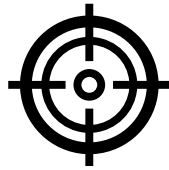
INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS y más

Fundamentos y aplicaciones para la Industria 4.0



RICARDO MORALEDA GARETA

INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS Y MÁS



RICARDO MORALEDA GARETA

INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS Y MÁS

© 2026, RICARDO MORALEDA GARETA. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.

AUTOR: **RICARDO MORALEDA GARETA**

SITIO WEB: PILDORASTECNOLOGICAS.NET

ISBN: 979-81-74875-88-3

PRIMERA EDICIÓN: **SEPTIEMBRE 2026**

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS. NO SE PERMITE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTA OBRA, NI SU INCORPORACIÓN A UN SISTEMA INFORMÁTICO, NI SU TRANSMISIÓN EN CUALQUIER FORMA O POR CUALQUIER MEDIO, SEA ESTE ELECTRÓNICO, MECÁNICO, POR FOTOCOPIA, POR GRABACIÓN U OTROS MÉTODOS, SIN EL PERMISO PREVIO Y POR ESCRITO DEL AUTOR.

IMPRESO POR AMAZON KDP / INDEPENDENT PUBLISHING PLATFORM.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
1. La revolución invisible de la industria inteligente.....	1
CAPÍTULO 1 - Internet of Things: Conectando el mundo físico con el digital.....	1
1. Introducción al IoT Industrial (IIoT).....	1
2. Dispositivos e infraestructura: Gateways industriales.....	1
2.1. Aplicación práctica en campo	2
3. Entornos de desarrollo y lógica de control: Node.js y Node-RED.....	3
3.1. Node.js	3
3.2. Node-RED	3
4. Formatos de datos en IIoT: JSON	5
5. Protocolos de campo e integración SCADA: Modbus TCP	5
5.1. Arquitectura IoT con sistema SCADA local.....	5
5.2. Integración de Node-RED con sistemas SCADA	6
6. Comunicación Cloud: Protocolo MQTT y plataformas IoT.....	7
6.1. Protocolo MQTT	7
6.2. Integración Cloud con Ubidots.....	8
CAPÍTULO 2 - Embedded Devices: Conectando el mundo físico con el digital.....	9
1. Introducción a los Sistemas Embebidos (Embedded Devices).....	9
2. Raspberry Pi: Mini-PC para supervisión y Edge computing	10
3. Microcontroladores y control en tiempo real: Arduino.....	14
3.1. Ecosistema de Shields y Programación	14
4. Gateways IIoT Industriales: SIMATIC IOT2000.....	15
4.1. Entornos de desarrollo y lógica de control: Node-RED.....	16
5. M5Stack: La navaja suiza del IoT en la palma de la mano	17
5.1. Dispositivos e infraestructura: El ecosistema M5Stack	17
5.2. M5Stack Fire.....	21
5.3. Integración de sensores y periféricos	24
5.4. Arquitecturas IoT e integración Cloud	28
CAPÍTULO 3 - Automation Controllers: Una mirada práctica desde el terreno	34
1. Introducción a los Automation Controllers.....	34
2. La Familia de Controladores Weidmüller u-mation.....	34

2.1. Análisis del Controlador UC20-WL2000-AC	35
2.2. Entorno de software y Lógica de Control.....	36
2.3. Demostración con un entorno de maqueta.....	36
2.4. Visualización y Aplicaciones Industriales en Node-RED.....	39
3. La Familia de Controladores Logo! de Siemens	42
3.1. Un caso real: sistema de alarma con Micro PLC	43
3.2. La lógica distribuida: PLC + SCADA.....	44
CAPÍTULO 4 - C# (.NET) en Entornos de Control Industrial	47
1. Introducción a C# y la plataforma .NET	47
2. Casos prácticos y proyectos incluidos.....	47
3. SCADA de control de depósitos (Modbus TCP).....	49
3.1. Concurrencia mediante Threads y Tasks	49
3.2. Ciclo de adquisición y conexión Socket.....	50
4. Protocolo Modbus TCP: Estructura de trama	52
5. Generación de Códigos 1D (Code 128) y 2D (QR)	53
5.1. Código de barras 1D (Code 128)	53
5.2. Código bidimensional 2D (QR Code)	54
6. Driver Lector de Código de Barras USB (.DLL).....	55
7. Utilidades de Red y Diagnóstico.....	56
7.1. Comprobación ICMP (Aplicación Ping)	56
7.2. Monitor de CPU y Registro CSV	58
8. Driver SNMP para Redes Industriales (.DLL)	60
8.1. Integración con SCADA de Planta	62
CAPÍTULO 5 – Bases de datos: SQL vs NoSQL. Una guía sencilla para entenderlas	64
1. Introducción a las Bases de datos modernas.....	64
2. Bases de datos relacionales (SQL).....	65
2.1. Conceptos Fundamentales.....	65
2.2. Entorno de Trabajo: MS SQL Server.....	65
3. Implementación de CRUD SQL con C# (.NET)	67
3.1. Operación SELECT (Read)	67
3.2. Operación INSERT (Create)	68
3.3. Operación UPDATE (Update)	69
3.4. Operación DELETE (Delete)	70

4. Bases de datos No Relacionales (NoSQL): MongoDB	71
4.1. Equivalencias de Modelo: SQL vs NoSQL	71
4.2. Entorno MongoDB y GUI Compass	72
5. Implementación NoSQL en C# (.NET) con MongoDB Driver	73
5.1. Operaciones CRUD con BsonDocument	73
5.2. READ	73
5.3. CREATE	74
5.4. UPDATE	74
5.5. DELETE	75
6. Criterios de Selección: SQL vs NoSQL	75
CAPÍTULO 6 - Industrial Internet Apps: una guía práctica desde el Edge hasta el Cloud	77
1. Introducción a las Industrial Internet Apps	77
2. Arquitectura IIoT moderna	78
3. Edge y protocolos de comunicación	79
3.1. OPC UA	80
3.2. MQTT	81
3.3. HTTP	82
3.4. WebSocket (WS)	84
4. Almacenamiento en series temporales: InfluxDB	86
5. Ejemplos prácticos de aplicaciones IIoT	87
5.1. Ejemplo 1: Node-RED + InfluxDB + MQTT + Slack	87
5.2. Ejemplo 2: Node-RED + Node.js + HighCharts + REST	89
5.3. Ejemplo 3: Node-RED + InfluxDB + Grafana	92
5.4. Ejemplo 4: SCADA local sobre MQTT	94
CAPÍTULO 7 - Home Automation IoT: Cómo construir un sistema domótico completo	97
1. Introducción a la Domótica IoT Low-Cost	97
2. Protocolo MQTT: Conceptos clave	97
3. Hardware y Firmware: Sonoff TH16 + SI7021	98
3.1. Configuración paso a paso en Tasmota	99
4. El cerebro del sistema: Raspberry Pi 4	102
4.1. Datos del exterior con OpenWeatherMap	103
4.2. Historización en InfluxDB	104
4.3. Consulta de recursos CPU y RAM	104

4.4. Envío de ficheros CSV a Bucket de Amazon Web Services (AWS)	105
4.5. Dashboard Web (Node-RED Dashboard 2.0)	106
4.6. Consulta de históricos	107
CAPÍTULO 8 - Node-RED: Construyendo tu propio ecosistema IoT desde cero	109
1. Introducción al ecosistema IoT modular.....	109
2. Infraestructura base: IOTStack y virtualización ligera.....	110
2.1. Despliegue con IOTStack.....	110
2.2. Gestión de contenedores y datos con Portainer	110
3. Núcleo de orquestación y procesamiento: Node-RED.....	112
3.1. Funcionalidades del flujo de datos	112
3.2. Visualización en tiempo real: Dashboard 2.0.....	112
4. Integración de servicios externos mediante APIs REST	112
5. Almacenamiento NoSQL y operaciones CRUD con MongoDB.....	113
5.1. Desarrollo de una interfaz CRUD web	113
CAPÍTULO 9 – Protocolos de mensajería IoT: Cómo se comunican realmente las cosas.....	118
1. Introducción a los protocolos de mensajería IoT.....	118
2. Análisis comparativo: MQTT vs. AMQP	119
2.1. MQTT (Message Queue Telemetry Transport)	119
2.2. AMQP (Advanced Message Queuing Protocol)	119
3. Demostración práctica y análisis de tramas	121
3.1. Pruebas de simulación	121
3.2. Análisis de tramas en Wireshark.....	122
3.3. Pruebas de simulación (Sin cliente receptor)	124
3.4. Pruebas de simulación (Recuperación del cliente receptor)	124
3.5. Conclusión.....	125
4. Caso de uso aplicado: Tracking GPS con OwnTracks, Node-RED e InfluxDB	126
4.1. Flujo de procesamiento geoespacial.....	127
CAPÍTULO 10 - SCADA: El sistema nervioso de la industria moderna	129
1. Introducción a los sistemas SCADA.....	129
1.1. ¿Qué es realmente un SCADA y cuál es su posición?	129
2. La Plataforma Wonderware en entornos industriales.....	130
2.1. Componentes Clave de la Arquitectura	130
3. Integración con Entornos .NET y Comunicaciones Industriales.....	131

3.1. Extensibilidad mediante .NET	131
3.2. Estandarización de Comunicaciones: El Estándar OPC	132
4. El Mercado de software SCADA y la Industria 4.0	133
4.1. Evolución hacia la Analítica y el Cálculo del OEE	134
CAPÍTULO 11 - De las Alarmas del SCADA a tu Móvil: Conectar una planta industrial con Telegram ..	135
1. Introducción al envío de alarmas a Telegram	135
2. Arquitectura general del sistema.....	136
3. Preparando las alarmas: ETL en SQL Server.....	137
3.1. Estructura de vistas y tablas auxiliares	137
3.2. Automatización mediante Stored Procedure y SQL Agent	138
4. Node-RED: El motor que detecta cambios de estado.....	139
4.1. Lógica de discriminación de eventos	139
5. Configuración del Bot de Telegram.....	140
5.1. Pasos de aprovisionamiento	140
5.2. Formateo de los mensajes Telegram	141
5.3. HMI de bolsillo mediante comandos bajo demanda	142
CAPÍTULO 12 - Medición de Energía	144
1. Introducción a la medición de energía industrial	144
2. Consumo eléctrico con analizadores Circutor	144
2.1. Direccionamiento en memoria y adquisición	144
2.2. Visualización de los datos en Node-RED	145
3. Generación fotovoltaica y autoconsumo.....	147
3.1. Arquitectura de comunicación fotovoltaica	147
3.2. Direccionamiento en memoria y adquisición	149
3.3. Visualización de datos en tiempo real	149
4. Puntos de recarga de vehículos eléctricos: Protocolo OCPP	150
CAPÍTULO 13 - Machine Learning: cuando las máquinas aprenden solas.....	152
1. Introducción al Machine Learning	152
1.1. Preguntas clave y Herramientas del entorno	152
2. Análisis Exploratorio de Datos (EDA)	153
2.1. Pasos fundamentales en la preparación de datos	153
3. El Modelo Predictivo: Regresión Logística	155
3.1. Entrenamiento y Selección de Coeficientes.....	156

3.2. Sensibilidad a las Variables del sistema	157
4. Evaluación (Scoring) y Decisión Operativa.....	158
4.1. Umbral de Decisión y Métricas de Rendimiento	159
5. Data Science Aplicado: Lo que Google Sabe de Ti	160
5.1. Análisis de datos de Discovery y generación de Insights	161
CAPÍTULO 14 - Introducción Práctica a la Visión Artificial: de Node-RED a TensorFlow y YOLO	164
1. Introducción a la Visión Artificial	164
2. TensorFlow y su integración en Node-RED	164
3. Modelos pre entrenados en TensorFlow.js	166
3.1. Detección de objetos con COCO-SSD.....	166
3.2. Clasificación de imágenes con MobileNet	167
3.3. Detección de manos con HandPose.....	168
3.4. Estimación de postura corporal con PoseNet.....	169
4. Composición de flujos y reconocimiento facial avanzado	169
4.1. Combinación multimodelo.....	169
4.2. Reconocimiento facial.....	171
5. Visión Artificial Profesional: OpenCV y YOLOv4.....	174
5.1. Arquitectura de un detector de objetos profesional	174
CAPÍTULO 15 – Redes IP: una guía esencial para entender cómo viaja la información por la red.....	176
1. Introducción: La base de la conectividad.....	176
2. Ethernet: El estándar fundamental.....	176
3. Modelos de referencia: OSI y TCP/IP	177
3.1. Modelo OSI - Open Systems Interconnection (7 Capas)	177
3.2. Modelo TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol (4 Capas)	177
4. Capa física y enlace de datos: MAC y tramas Ethernet.....	178
5. Capa de Red (Nivel 3): IPv4, Subredes y NAT.....	180
5.1. Clasificación de direcciones IPv4.....	180
5.2. Direccionamiento privado.....	181
6. Capa de Transporte: TCP vs. UDP	183
7. Infraestructura de red industrial (OT) y redundancia	184
7.1. Gestión de bucles mediante RSTP.....	185
8. Segmentación mediante VLANs (IEEE 802.1Q)	187
8.1. Tipos de puertos en conmutadores	188

8.2. Ejemplo de Tagged / Untagged	190
9. Enrutamiento de VLANs en el Firewall	192
9.1. Implementación con Firewalls SonicWall en Alta Disponibilidad	192
10. Traducción NAT	193
11. Cifrado y acceso remoto: Redes Privadas Virtuales (VPN)	194
CAPÍTULO 16 - Ciberseguridad industrial: una guía esencial para entender lo básico	195
1. Introducción a la ciberseguridad industrial	195
2. Autenticación: la puerta de entrada	195
3. HTTPS y certificados digitales: cifrar el camino	196
3.1. Transport Layer Security (TLS)	198
4. Criptografía asimétrica: la base de todo	200
5. VPN: túneles seguros	202
6. Herramienta de análisis: ver lo que realmente pasa en la red	203
7. Normativas	204
7.1. La norma fundamental: IEC 62443	204
7.2. Otras normas y marcos complementarios en entornos OT	205
8. Auditoría OT: el análisis serio	206
9. Medidas correctivas y preventivas	209
9.1. Medidas Correctivas	209
9.2. Medidas Preventivas	210
CAPÍTULO 17 - Amazon Web Services: una puerta abierta al Cloud	211
1. Introducción: ¿Qué es AWS y por qué importa?	211
2. Los pilares de AWS: cuatro categorías clave	211
2.1. Cómputo (EC2)	212
2.2. Almacenamiento (S3)	212
2.3. Bases de datos (RDS y DynamoDB)	213
2.4. Redes (VPC)	213
3. Ejemplos prácticos: AWS en acción	214
3.1. Ejemplo 1: Crear un sitio web estático con S3	214
3.2. Ejemplo 2: Asegurar Node-RED mediante Route 53, ACM y Load Balancer	214
3.3. Ejemplo 3: Aplicación Serverless con Lambda, API Gateway y DynamoDB	215
CAPÍTULO 18 - Google Cloud Platform: Entendiendo la nube de Google sin complicaciones	217
1. Introducción a Google Cloud Platform	217

2. Los grandes bloques de Google Cloud Platform	217
2.1. Cómputo: Servidores en la nube (Compute Engine).....	218
2.2. Almacenamiento: Cloud Storage y los "buckets"	218
2.3. Bases de datos: SQL y Firestore	219
2.4. Redes: VPC, DNS, CDN y más	219
3. Ejemplo real: Hosting estático con HTTPS en GCP.....	220
4. Alta disponibilidad: Autoscaling y Balanceo en GCP.....	222
4.1. Punto de Entrada y Balanceo de Carga.....	223
4.2. Segmentación de Subredes (Subnets)	224
CAPÍTULO 19 - CCTV y sistemas de alarma: cómo funcionan estos guardianes silenciosos.....	225
1. Introducción al CCTV y sistemas de alarma	225
2. ¿Qué es un CCTV?	225
3. De la cámara a la red: así viajan las imágenes	226
3.1. Especificaciones de Alimentación PoE+	226
4. Cámaras IP.....	227
5. Grabadores NVR: el corazón silencioso	228
5.1. Cálculo de Almacenamiento	228
6. Ver, revisar, gestionar: el software de control	229
7. ¿Cómo “ve” la cámara? Protocolos que lo hacen posible	230
7.1. RTSP (Real Time Streaming Protocol)	230
7.2. ONVIF (Open Network Video Interface Forum).....	233
8. Smarthome: cuando la seguridad llega a casa.....	233
8.1. Arquitectura de un Sistema de Alarma Doméstico (Ecosistema Tapo)	233
8.2. Funciones Inteligentes y Automatización	234
9. Mirillas digitales: el “nuevo timbre”	235
CAPÍTULO 20 - Escáneres de códigos de barras.....	237
1. Introducción: Cuando un beep sostiene la trazabilidad	237
2. ¿Por qué siguen siendo clave los escáneres?	237
3. El PowerScan PM9600: hardware industrial robusto	238
4. Más que leer: comunicación bidireccional (“Two Ways”)	239
5. Control por comandos y software de pruebas	240
5.1. Modelos con y sin display	241
6. Integración en software a medida (C# .NET)	243

CAPÍTULO 21 - Impresoras de etiquetas: la pieza invisible que hace funcionar la industria moderna.	245
1. Introducción: La tecnología discreta tras la cadena de suministro	245
2. Por qué las impresoras de etiquetas son esenciales	245
3. ¿Qué es exactamente una impresora de etiquetas?	245
4. Un ejemplo real: la Zebra ZT421	246
5. Dentro de la impresora: etiquetas y ribbon.....	247
6. Dos tecnologías de impresión térmica.....	248
6.1. Transferencia Térmica (TTR)	248
6.2. Transferencia Directa (TTD)	249
7. ZPL: el lenguaje detrás de las etiquetas.....	249
8. De la pantalla a la etiqueta	250
CAPÍTULO 22 - Las básculas industriales: el eslabón invisible que sostiene la automatización.....	252
1. Introducción: Mucho más que una cifra en pantalla	252
2. El visor: el verdadero cerebro de la báscula	253
2.1. Epelsa – Visor Orion: Ethernet y Modbus TCP	253
2.2. Giropès – GI400: la robustez del RS-232.....	255
2.3. Baxtran: herencia industrial consolidada.....	256
2.4. Mettler Toledo: protocolos bien definidos y Ethernet industrial	259
3. Tecnologías de comunicación y protocolos de pesaje.....	263
4. El software: donde el dato cobra sentido	263
CAPÍTULO FINAL. Conclusiones: Más allá de la Industria 4.0	267
Una transformación que apenas acaba de comenzar	267
La evolución de la Industria 4.0	268
Las tecnologías con mayor futuro.....	269
Qué debería aprender un ingeniero joven	271
Los conocimientos que seguirán siendo válidos dentro de diez años.....	273
Reflexión final	275
Bibliografía recomendada y recursos por capítulo	276
Capítulo 1	276
Capítulo 2	276
Capítulo 3	276
Capítulo 4	276
Capítulo 5	277

Capítulo 6.....	277
Capítulo 7.....	277
Capítulo 8.....	277
Capítulo 9.....	278
Capítulo 10.....	278
Capítulo 11.....	279
Capítulo 12.....	279
Capítulo 13.....	279
Capítulo 14.....	280
Capítulo 15.....	280
Capítulo 16.....	281
Capítulo 17.....	281
Capítulo 18.....	282
Capítulo 19.....	283
Capítulo 20.....	283
Capítulo 21.....	283
Capítulo 22.....	284