

Contenido

Primera parte. El ecosistema de Internet de las Cosas

Capítulo 1

Internet de las cosas: una visión general del ecosistema de Internet de las Cosas

Introducción.....	1
1.1 ¿Qué es Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT)?.....	2
1.2 Definición de Internet de las Cosas.....	4
1.3 Objetos inteligentes en entornos inteligentes.....	6
1.4 Historia del Internet de las Cosas.....	7
1.5 Aplicaciones y casos de estudio del Internet de las Cosas.....	8
1.6 Tecnologías y tendencias habilitadoras del Internet de las Cosas.....	13
1.6.1 Tecnologías de carga de baterías.....	16
1.6.2 Otras tecnologías disruptivas de impacto en el internet de las cosas.....	16
1.6.3 Caso de estudio: Tecnologías habilitadoras digitales (THD).....	17
1.7 Internet de todo y las cuatro fuentes de generación de datos.....	17
1.8 La capa física de la red (sensores, actuadores, controladores).....	19
1.9 Ciudades inteligentes (smart cities)...	21
1.9.1 Ciudades inteligentes y sostenibles.	22
1.10 La seguridad en Internet de las Cosas	23
1.10.1 estado del arte.....	23
1.11 La privacidad en Internet de las Cosas.....	24
RESUMEN.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26
RECURSOS.....	28

Capítulo 2

Tecnologías habilitadoras Internet de las cosas: Industria 4.0

Introducción.....	29
2.1. Industria 4.0 y la Cuarta Revolución Industrial.....	30
2.1.1. Los pilares tecnológicos de la industria 4.0 en 2015 (BSC): una visión retrospectiva.....	31
2.2. El panorama tecnológico del Internet de las cosas: tecnologías habilitadoras.....	34

2.3. Fabricación aditiva / Impresión 3D...	35
2.4. Tecnologías wearables (ponibles).....	38
2.4.1. Componentes de un dispositivo wearable.....	39
2.4.2. Tipos de dispositivos wearables.....	40
2.5. Realidad Virtual.....	40
2.5.1. Gafas de realidad virtual.....	41
2.6. Realidad Aumentada.....	41
2.6.1. Aplicaciones de realidad aumentada	43
2.6.2. Diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual.....	43
2.7. Experiencias inmersivas: realidad mixta y realidad fusionada.....	44
2.8. Gemelos digitales (Digital twins).....	44
2.9. Inteligencia artificial aplicada.....	45
2.9.1. Asistentes virtuales y de voz (bots/chatbots).....	47
2.10. Drones.....	48
2.10.1 Aplicaciones de los drones.....	48
2.11. Blockchain.....	49
2.12. Fábrica Inteligente 4.0: La transformación digital de la Industria 4.0	51
RESUMEN.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53

Capítulo 3

Hiperconectividad: infraestructura de comunicaciones

Introducción.....	57
3.1. Redes de computadoras.....	58
3.1.1. Tipos de redes de computadoras ...	59
3.2. Redes inalámbricas.....	61
3.2.1. Redes inalámbricas de área personal WPAN.....	61
3.2.2. Redes inalámbricas de área local (WLAN, Wireless LAN, Wireless Local-Area Networks).....	62
3.2.3. Red inalámbrica de área metropolitana WMAN.....	62
3.2.4. Redes inalámbricas de área amplia (Wireless Wide-Area Networks WWAN).....	63
3.3. Conectividad de Internet de las cosas	63
3.4. Tecnologías de comunicaciones de corto alcance.....	64
3.5. Redes de proximidad.....	68
3.5.1. Identificación por radio frecuencia (RFID).....	68
3.5.2. NFC.....	69
3.6. Internet celular de las cosas.....	69

3.7. Tecnologías de redes LPWAN (Low Power WAN)	72
3.7.1. Características de redes LPWAN	73
3.7.2. Tecnologías de comunicación de largo alcance	73
3.7.3. Aplicaciones LPWAN	76
3.7.4. Seguridad en LPWAN	76
3.7.5. El futuro de las redes LPWAN	76
3.8. Regulación de redes inalámbricas: con licencia y sin licencia	77
3.8.1. Espectro con licencia	78
3.8.2. Espectro sin licencia	79
3.8.3. Regulaciones de bandas de frecuencia con licencia y sin licencia	79
3.9. Redes 5G: Integración en Internet de las Cosas	81
3.9.1. ¿Qué son tecnologías 5G?	82
3.9.2. Integración de 5G con Internet de las Cosas.....	82
3.9.3. Futuras aplicaciones de 5G	83
3.9.4. Experiencias reales 5G	84
3.10. Redes Wifi 6.0	85
3.11. Criterios de selección de la Red para Internet de las cosas	87
3.12. El ecosistema hiperconectado de IoT: Panorámica de las redes de comunicaciones para IoT	87
RESUMEN	89
BIBLIOGRAFÍA	89
ORGANIZACIONES INTERNACIONALES	90
RECURSOS	91

Capítulo 4

Arquitectura y plataformas de Internet de las cosas

Introducción.....	93
4.1. Arquitectura de referencia de Internet 94	
4.1.1. Modelo OSI.....	94
4.1.2. Modelo TCP/IP.....	97
4.2. Arquitectura de referencia de Internet de las cosas	97
4.2.1. Arquitectura de tres capas	98
4.2.2. Arquitectura de cinco capas	99
4.2.3. Arquitectura de Referencia de IoT Middleware y Redes.....	102
4.2.4. Arquitectura de IoT de Cisco.....	104
4.3. Capa física	104
4.4. Sensores	105
4.5. Actuadores	108
4.6. Plataformas de Internet	110
4.7. Plataformas de Internet de las Cosas	111
4.7.1. Componentes de una plataforma de Internet de las Cosas	114

4.7.2. Tipos de plataformas de Internet de las Cosas	115
4.8. Proveedores de plataformas de Internet de las Cosas	115
RESUMEN	117
BIBLIOGRAFÍA	118

Capítulo 5

Internet Industrial de las Cosas

Introducción.....	121
5.1. Internet industrial: origen y evolución 122	
5.2. Integración de la Industria 4.0 y el Internet industrial	124
5.3. Innovaciones tecnológicas disruptivas del Internet industrial	125
5.3.1. Nuevas tecnologías habilitadoras del Internet industrial	126
5.4. Internet Industrial de las Cosas	127
5.4.1. Iniciativas del IIoT	130
5.4.2. Beneficios del IIoT	131
5.4.3. Diferencias entre IoT y IIoT.....	131
5.5. Casos de uso de Internet Industrial de las Cosas	132
5.6. Sistemas SCADA en el Internet Industrial de las Cosas	133
5.6.1. Arquitectura de un sistema SCADA. 135	
5.6.2. Los sistemas SCADA versus Internet industrial de las Cosas	136
5.6.3. Soluciones de sistemas SCADA en la Industria 4.0 y el Internet Industrial de las Cosas.	137
5.7. Arquitectura de referencia del Internet Industrial de las Cosas	138
5.8. Plataformas de Internet Industrial de las Cosas	139
5.9. Proveedores de soluciones de IIoT	139
5.9.1. Cuadrante Mágico de Gartner de Industrial IoT Platform, mayo 2019.....	139
5.9.2. The Forrester Wave Industrial IoT Software Platforms Q3 2019.....	141
5.9.3. Panorama de plataformas de IIoT de IoT Analytics	142
RESUMEN	142
BIBLIOGRAFÍA	143
RECURSOS WEB	144

Segunda parte. Infraestructuras de Internet de las cosas

Capítulo 6

Infraestructura del Internet de las cosas: cloud computing, edge y fog computing, data lake

Introducción.....	147
-------------------	-----

6.1. Computación en la nube (cloud computing). Origen, evolución y definición	148
6.1.1. Definición de la nube	150
6.2. Características del cloud computing	151
6.3. Modelos de la nube (cloud)	153
6.3.1. Modelos de servicio	154
6.3.2. Modelos de despliegue de la nube	155
6.4. Selección del modelo de nube	156
6.4.1. El modelo de la nube futura: <i>multicloud</i> (multinube)	157
6.5. Proveedores de la nube	157
6.5.1. Implantación de la nube en organizaciones y empresas	159
6.5.2. Aspectos económicos	160
6.6. Seguridad en la nube: retos y amenazas	161
6.7. Contratación de servicios de cloud computing	162
6.8. Computación en el borde y en la niebla (edge computing y fog computing)	163
6.8.1. <i>Edge computing</i> (computación en el borde)	164
6.8.2. <i>Fog computing</i> (computación en la niebla)	165
6.8.3. <i>Fog computing</i> versus <i>edge computing</i>	166
6.8.4. Aplicaciones de <i>edge computing</i>	170
6.9. Data lake (lagos de datos): los nuevos sistemas de almacenamiento de datos	171
6.9.1. Origen del término <i>data lake</i>	171
6.9.2. Definición de <i>data lake</i>	172
6.9.3. Propiedades, ventajas e inconvenientes de los <i>data lake</i>	173
6.9.4. Proveedores de soluciones de <i>data lake</i>	174
6.10. Data warehouse versus data lake	174
6.11. Los centro de datos como soporte de cloud computing y de Internet de las Cosas	177
6.12. El futuro de la nube en el horizonte 2025	178
RESUMEN	180
BIBLIOGRAFÍA	181
RECURSOS WEB	183

Capítulo 7

Big Data. Arquitectura y componentes

Introducción	187
7.1. Crecimiento exponencial de los datos	188
7.2. Definición y evolución de Big Data	189
7.2.1 El origen moderno de Big Data	191
7.3. Tipos de datos	192
7.3.1. Datos estructurados	192
7.3.2. Datos no estructurados	193
7.3.3. Datos semiestructurados	194

7.4. Características de Big Data	195
7.4.1. Modelos 3V de Big Data	195
7.4.2. Modelo de las 5V	198
7.4.3. Modelo de las 7V	199
7.4.4. El tamaño de Big Data	200
7.5. Fuentes de datos	200
7.5.1. Tipos de fuentes de Big Data	201
7.6. Datificación	204
7.7. Datos en organizaciones y empresas	204
7.7.1. Datos internos	204
7.7.2. Datos externos	205
7.8. Arquitectura de Big Data	205
7.8.1. Identificación de las fuentes de datos	206
7.8.2. Recolección (ingesta) de datos	206
7.8.3. Almacenamiento de datos	207
7.8.4. Procesamiento y análisis de datos	207
7.8.5. Visualización de datos	208
7.9. Plataformas y herramientas de Big Data	209
RESUMEN	210
BIBLIOGRAFÍA	211

Capítulo 8

Inteligencia artificial: El aprendizaje automático y los asistentes virtuales

Introducción	215
8.1. Historia y evolución de inteligencia artificial	216
8.2. Inteligencia artificial aplicada	218
8.3. Aprendizaje automático	220
8.3.1. Aprendizaje supervisado	220
8.3.2. Aprendizaje no supervisado	221
8.3.3. Aprendizaje reforzado	221
8.4. Aprendizaje profundo	221
8.5. Aprendizaje automático frente a aprendizaje profundo	223
8.6. El futuro de la inteligencia artificial: el aprendizaje profundo	225
8.7. Asistentes virtuales: bots y chatbots	225
8.7.1. Tipos de asistentes virtuales	226
8.7.2. Aplicaciones de los bots	227
8.7.3. Asistentes virtuales en sitios web de organizaciones y empresas	228
8.8. Plataformas de bots	229
8.9. Chatbots de empresa: el caso de la atención al cliente	230
8.10. Casos de estudio: Alexa de Amazon	231
8.11. Casos de estudio: Slack	231
8.12. Diferencias funcionales entre chatbots y asistentes virtuales	233
8.13. Altavoces inteligentes	236
8.14. La seguridad en los bots	237

8.15. El uso ético de la inteligencia artificial Aplicada en la Unión Europea y en España 238
RESUMEN 240
BIBLIOGRAFÍA 241
RECURSOS 242

Capítulo 9

Robótica: cobots, robots de software, drones, vehículos autónomos

Introducción 245
9.1. Estado del arte de la robótica 246
 9.1.1. la visión de robótica de IDC. 247
9.2. La robótica en la generación y posibles pérdidas de empleos 247
 9.2.1. Estudio del Foro de Davos sobre el futuro del empleo (Enero 2016). 248
 9.2.2. Estudio sobre robotización del McKinsey Global Institute. 248
9.3. Los riesgos de la inteligencia artificial en la robótica 249
9.4. Robots colaborativos (cobots) 250
 9.4.1. Tecnologías complementarias de la robótica colaborativa 251
9.5. Problemas legales de los robots industriales en el empleo 252
9.6. Automatización Robótica de Procesos (RPA): robots de software 252
9.7. Drones 256
 9.7.1. Tipos de drones 257
 9.7.2. Arquitectura Ingeniería de un sistema de drones 258
 9.7.3. Componentes de un dron: Una panorámica global 261
 9.7.4. Aplicaciones de los drones 262
 9.7.5. Normas y regulaciones de los drones 264
9.8. Vehículos autónomos y vehículos conectados 264
 9.8.1. Tecnologías básicas en los vehículos autónomos 265
 9.8.2. Tecnologías de asistencia a la conducción más divulgada y utilizada 267
 9.8.3. Tecnologías específicas del vehículo conectado. 270
 9.8.4. Niveles de conducción autónoma ... 272
 9.8.5. Regulaciones y normas de conducción internacionales 274
 9.8.6. Casos de éxito: autobús autónomo. 275
RESUMEN 275
BIBLIOGRAFÍA 276
RECURSOS 277
ANEXO 281
 Anexo 1- Normativa del uso de drones en la Unión Europea 281

Anexo2- Siglas de aeronaves no tripuladas según el INTA (Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales, de España) 282

Capítulo 10

Las cadenas de bloques (blockchain) y su convergencia con la IoT

Introducción 283
10.1. Blockchain (cadena de bloques): la nueva revolución de Internet 283
 10.1.1. ¿Cómo nació blockchain? 285
10.2. Fundamentos de blockchain 286
 10.2.1. ¿Qué es blockchain? 286
 10.2.2. Definiciones de blockchain 287
10.3. Blockchain: La visión del NIST 288
 10.3.1. ¿Qué es blockchain según el NIST? 288
10.4. Funcionamiento del blockchain 290
 10.4.1 Proceso de las transacciones en una cadena de bloques 291
 10.4.2 Componentes de blockchain: funcionamiento 291
10.5. ¿Cuáles son las principales aplicaciones de la tecnología blockchain? 293
10.6. Tipos de blockchain: pública, privada, híbrida 294
10.7. Contratos inteligentes 296
10.8. Trazabilidad 299
10.9. Identidad digital 302
10.10. Blockchain en Internet de las Cosas 302
 10.10.1. El Internet de las Cosas: Un registro de todas las cosas 304
 10.10.2. Aplicaciones del registro de todas las cosas 304
10.11. Convergencia de blockchain y la inteligencia artificial en Internet de las Cosas 306
 10.11.1. Hacia un modelo de convergencia de blockchain-IoT-AI 307
RESUMEN 309
BIBLIOGRAFÍA 309
RECURSOS 310
GLOSARIO 311

Tercera parte. Ciudades inteligentes (smart cities)

Capítulo 11

Ciudades inteligentes

Introducción 315
11.1. ¿Qué es una ciudad inteligente? ... 316
11.2. Modelos de ciudad inteligente 317
 11.2.1. Modelo de ciudad inteligente de la Unión Europea 317

11.2.2. Modelo de ciudad inteligente de la ONTSI.....	321
11.2.3. Otros modelos de ciudades inteligentes.....	324
11.3. Tecnologías habilitadoras de smart cities.....	326
11.4. El rol de IoT y 5G en la hiperconectividad inteligente de la ciudad inteligente.	327
11.5. Open Data. Los datos abiertos al servicio del ciudadano	329
11.5.1. Iniciativas Open Data.....	331
11.6. Aplicaciones (casos de uso) de ciudades inteligentes.	331
11.7. Estrategias internacionales de ciudades inteligentes.	333
11.8. Arquitectura de una ciudad inteligente.....	333
11.9. Normalización de ciudades inteligentes (AENOR)	336
11.10. Las redes eléctricas inteligentes (smart grids)	337
11.10.1. Sensores en las ciudades inteligentes.....	338
11.11. Ciudades inteligentes: Casos de éxito y ranking	340
11.11.1. Ranking de ciudades inteligentes IESE Cities in Motion Index 2019.....	340
RESUMEN	341
BIBLIOGRAFÍA.....	342
RECURSOS	344

Cuarta parte. Inteligencia, seguridad y privacidad de los datos

Capítulo 12

Analítica de datos del Internet de las Cosas

Introducción.....	347
12.1. ¿Qué es analítica de datos (data analytics)	348
12.2. Tipos de analítica de datos.....	349
12.2.1. Analítica descriptiva (Descriptive Analytics).....	350
12.2.2. Analítica de diagnóstico.....	351
12.2.3. Analítica predictiva (Predictive Analytics).....	352
12.2.4. Analítica prescriptiva (Prescriptive Analytics).....	354
12.3. Una visión global de la analítica de Big Data	355
12.4. Categorías de la analítica utilizadas en empresas	357
12.5. Tipos de análisis de datos.....	357
12.6. Proliferación de datos sociales	358
12.7. Analítica social.....	359

12.7.1. Métricas de analítica social	360
12.8. Analítica de sentimientos.....	362
RESUMEN	363
BIBLIOGRAFÍA	364

Capítulo 13

Seguridad y privacidad en Internet de las cosas

Introducción.....	367
13.1. Seguridad y privacidad de Internet de las cosas	368
13.2. ¿Qué es ciberseguridad?	368
13.3. La ciberseguridad en tiempo real....	371
13.4. Seguridad de la información y privacidad en Internet de las Cosas	373
13.5. Infraestructuras críticas.....	374
13.6. Ciclo de vida de la ciberseguridad... 375	375
13.7. Ciberamenazas: agentes y tipos.....	377
13.8. Ciberataques: herramientas utilizadas por los atacantes.....	378
13.9. Resiliencia.....	379
13.10. Tendencias en ciberseguridad.....	380
13.11. La web profunda, la web invisible (deep web)	382
13.12. Los ciberriesgos	383
13.13. Directiva de ciberseguridad de la Unión Europea (NIS)	384
13.14. Estrategia de ciberseguridad de la Unión Europea.....	385
13.15. Seguridad en Internet de las Cosas	386
13.16. Normativas de seguridad y privacidad en Internet de las Cosas.....	387
13.17. Normativas y tendencias en ciberseguridad del Internet de las Cosas .	388
RESUMEN	391
BIBLIOGRAFÍA	391
RECURSOS	392

Capítulo 14

Normativas legales, regulaciones, privacidad, organizaciones internacionales y la ética en IoT

Introducción.....	397
14.1. La ética y la responsabilidad social de las empresas en el ecosistema IoT	398
14.2. Evaluación de impacto en la protección de datos.	399
14.3. Reglamento de Protección de Datos y de Privacidad de la Unión Europea (GDPR)	400
14.3.1. Aspectos más sobresalientes del reglamento vigente.....	400

14.3.2. Recomendaciones de la AEPD sobre el reglamento GDPR401

14.4. El Delegado de Protección de Datos (DPO)402

14.5. Evaluación de impacto en la privacidad.....403

14.5.1. Privacidad desde el diseño.....403

14.6. Privacidad en Internet de las cosas406

14.6.1. Ley de Privacidad de Internet de las cosas de California407

14.7. Precauciones de seguridad en IoT... 408

14.7.1. Caso de estudio: Proyecto destinado a la seguridad del Internet de las cosas de Telefónica410

14.8. Guía de privacidad y seguridad en Internet (AEPD/INCIBE)410

14.9. El escudo de privacidad Unión Europea-EE. UU.412

14.10. Consorcios y Organizaciones Internacionales412

14.10.1. Consorcios de redes de área personal (PAN/WPAN)412

14.10.2. Consorcios de protocolos413

14.10.3. Consorcios WAN/WWAN.....414

14.10.4. Consorcios Fog y Edge.....414

14.10.5. Consorcios de la industria.....415

14.10.6. Organizaciones de Seguridad (EE. UU.)415

14.10.7. Organizaciones de Seguridad (Europa)416

14.10.8. Organizaciones de Seguridad (Latinoamérica y Caribe).....416

14.10.9. Alianza Global de Ciudades Inteligentes del G20 (globalsmartcitiesalliance.org)416

RESUMEN417

BIBLIOGRAFÍA.....417

RECURSOS418

ANEXO421

Anexo A- Guía de privacidad de INCIBE y de la AEPD421

Anexo B - 5 de noviembre de 2018. Primera Norma Internacional ISO/IEC para Internet de las Cosas423

Introducción..... 425

15.1. Tecnologías emergentes para 2020 (Hype Cycle de Gartner, agosto 2019) 426

15.2. Las 10 principales tecnologías estratégicas para 2020..... 430

15.3. Tecnologías disruptivas de impacto en los negocios..... 433

15.4. El nuevo mundo hiperconectado: Internet de las cosas y las redes 5G (Informe The Mobile Economy 2019 de GSMA) 434

15.5. Redes 5G. La espina dorsal del futuro IoT 436

15.5.1. Industrias de impacto de las redes 5G en la Internet de las Cosas 438

15.6. Tendencias tecnológicas inalámbricas emergentes para 2020, Gartner..... 439

15.7. Tendencias y tecnologías estratégicas de Internet de las Cosas hasta 2023..... 441

15.8. El futuro Internet de las Cosas..... 444

15.8.1. Tendencias de impacto en el futuro IoT, según Salah Mohamed 444

15.8.2. Future Ff IoT De Ernst And Young. 445

15.9. Los negocios del futuro Internet de las Cosas 448

15.9.1. El mercado global de Internet de las Cosas 448

15.10. La referencia mundial en IoT: World Congress Internet of Things (Barcelona) . 449

15.11. La hiperconectividad del futuro..... 449

15.11.1. Futuras redes: Wifi 7 449

15.11.2. Futuras redes móviles: 6G..... 450

RESUMEN 450

BIBLIOGRAFÍA 451

RECURSOS 452

Quinta parte. La conectividad inteligente: tendencias y tecnologías disruptivas del futuro Internet de las cosas

Capítulo 15

El futuro hiperconectado: La conectividad inteligente y tendencias tecnológicas de Internet de todas las Cosas