

# Contenido

Parte I. Origen y fundamentos de Industria 4.0	
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INDUSTRIA 4.0 Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL</b>	<b>1</b>
Las cuatro revoluciones industriales	2
Primera y segunda revoluciones industriales	5
La tercera revolución industrial (Rifkin)	6
La tercera revolución industrial: la fábrica del futuro (The Economist)	7
El puente a la cuarta revolución industrial	9
Industria 4.0: Origen, evolución y futuro	9
Informe final Industria 4.0: Working Group	11
Industria Conectada 4.0	12
El modelo Cuarta Revolución Industrial de Davos/Schwab	14
Tendencias tecnológicas (megatendencias)	15
Retos y oportunidades de la cuarta revolución industrial	17
Las tecnologías disruptivas pilares de la industria 4.0	19
La inteligencia artificial	22
La era de la Internet de las Cosas y la cuarta revolución industrial	23
¿Vivimos ya en la cuarta revolución industrial?	24
Internet de las cosas: la gran oportunidad para impulsar la economía y los negocios	25
Tecnologías wearables (ponibles)	26
Internet de las cosas en el horizonte 2025	28
Las ciudades inteligentes (smart cities)	30
Iniciativas de Smart Cities y de IoT	31
El nuevo modelo de fabricación aditiva: la impresión en 3D	32
El futuro de la impresión 3d ya casi presente	35
El futuro cercano: el internet de todo	36
Resumen	37
Bibliografía	39
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>TECNOLOGÍAS FACILITADORAS DE LA INDUSTRIA 4.0</b>	<b>45</b>
Drones	46
Normativas legales del uso de drones	47
Aplicaciones de los drones	49
Tecnologías wearables (ponibles)	49
Componentes de un dispositivo "wearable"	50
Tipos de dispositivos wearables	50
Gamificación	51
¿Dónde utilizar la gamificación?	52
Ventajas de la gamificación	52
Realidad virtual	52
Gafas de realidad virtual	53
Realidad aumentada	54
La expansión de la realidad aumentada	55
Aplicaciones de la realidad aumentada	55
Realidad mixta y realidad fusionada: un camino al futuro	58
Tecnologías celulares y móviles: el camino a las redes 5G	59
Dispositivos móviles	60
Hardware	60
La tarjeta eSIM	61

## Acerca del autor

### Luis Joyanes Aguilar

Presidente de la Fundación I+D del Software Libre (Fidesol), Granada (España). Catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad Pontificia de Salamanca. Doctor Ingeniero en Informática por la Universidad de Oviedo, Doctor en Sociología por la Universidad Pontificia de Salamanca y Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Profesor invitado y visitante en numerosas universidades de Latinoamérica y del Caribe. Conferenciante habitual en congresos, simposios, jornadas... a nivel internacional. Ha dirigido más de 50 tesis doctorales de estudiantes españoles, portugueses y latinoamericanos. Ha escrito más de 40 libros de TIC y más de 100 artículos científicos y profesionales. Investigador del Grupo de investigación de "Ética en la nube" de la Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid, en el proyecto de investigación: "Ciencia, Tecnología y Sociedad: Problemas políticos y éticos de la computación en nube como nuevo paradigma socioético" (Referencia: FF12013-46908-R). Miembro del Instituto Universitario "Agustín Millares" de la Universidad Carlos III de Madrid.

Software .....	61	El proceso de transformación digital .....	87	Resumen .....	164
Comunicaciones y servicios móviles:		El proceso de la transformación digital de The Economist / Intelligence Unit .....	88	Bibliografía .....	166
Las redes 5G .....	63	Acelerar el calendario de la disrupción (transformación digital) ....	90	<b>CAPÍTULO 6</b>	
Redes 5G: el futuro en 2020 .....	64	Conclusiones de <i>The Economist</i> .....	90	<b>INTERNET DE LAS COSAS</b> .....	171
Comunicaciones inalámbricas .....	65	El proceso de transformación digital de la empresa (modelo Delgado) .....	91	¿Qué es Internet de las Cosas? .....	172
Geolocalización .....	67	Fábrica inteligente 4.0: la transformación digital de la industria 4.0 .....	92	Definición de Internet de las Cosas .....	174
Aplicaciones de geolocalización .....	68	Resumen .....	93	Definición de Internet de las Cosas de ITU .....	176
Resumen .....	69	Bibliografía .....	95	Conceptos varios relacionados con IoT: M2M, WOT, IOE... ..	176
Bibliografía .....	70	<b>Parte II. Los Pilares Tecnológicos de la Cuarta Revolución Industrial</b>		Historia del Internet de las cosas ...	177
<b>CAPÍTULO 3</b>		<b>CAPÍTULO 4</b>		Aplicaciones del Internet de las Cosas .....	178
<b>LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN ORGANIZACIONES Y EMPRESAS</b> .....	73	<b>LA NUBE (CLOUD COMPUTING)</b> .....	97	Caso de estudio. Peaje inteligente de autopistas sin barreras .....	179
¿Qué es transformación digital? .....	74	Origen y evolución de cloud computing .....	98	Tecnologías y tendencias de habilitadoras del Internet de las Cosas .....	180
Los modelos de negocio en la transformación digital .....	75	Definición de la nube .....	100	IPV6: el desarrollo de la Internet de las Cosas .....	181
¿Cuáles son las tecnologías habilitadoras de la transformación digital? .....	76	Características de cloud computing .....	102	Arquitectura de Internet de las Cosas .....	182
Tendencias de transformación digital .....	76	Modelos de la nube (Cloud) .....	105	Cosas .....	183
Predicciones sobre el futuro de la transformación digital: tendencias 2016 (Forbes) .....	77	Modelos de servicio .....	106	Detección y recolección de datos ..	183
Las 10 tendencias más importantes para la transformación digital en 2017 (Forbes) .....	77	Modelos de despliegue .....	108	Transmisión de datos (redes de comunicaciones): Conectividad .....	184
La transformación digital en la visión de Telefónica .....	79	Criterios de selección del modelo de nube .....	109	Redes de comunicaciones y protocolos estándares .....	184
La empresa digital .....	80	Proveedores de la nube .....	110	La red LPWA (la red estándar adaptada al internet de las cosas)	186
Los doce dominios de digitalización de la empresa .....	81	Proceso de migración a la nube .....	111	Conexión con la nube (o centro de datos propio) .....	187
La transformación digital en la industria y en la empresa .....	81	¿Cómo adaptar la nube en organizaciones y empresas? .....	111	Almacenamiento en la nube (centro de datos) .....	187
España 4.0: La transformación digital de las empresas (una visión desde Industria 4.0) .....	81	Consideraciones económicas .....	112	Análítica de datos .....	187
Palancas y facilitadores de la transformación digital .....	83	Características organizacionales ...	113	Presentación y visualización de resultados (plataforma de provisión de servicios) .....	188
El Estudio de transformación digital de la empresa (Territorio Creativo & LSEE) .....	85	Acuerdos de nivel de servicio (SLA, Service Level Agreement) .....	113	Internet de todo y las cuatro fuentes de generación de datos .....	188
La ciberseguridad en la transformación digital .....	87	Seguridad .....	113	Cosas (Objetos): las tecnologías de los dispositivos conectados .....	190
		Los centros de datos como soporte de cloud computing .....	114	Tipos de dispositivos conectados ..	191
		Internet y los centros de datos: una industria pesada .....	115	Computadores multipropósito .....	191
		Seguridad en la nube .....	116		

Conectividad de la red	192
Sensores	193
Controladores	196
Actuadores	196
Internet Industrial de las Cosas (IIoT)/ Internet Industrial	198
La seguridad en Internet de las Cosas	199
Seguridad de Internet de las Cosas: Estado del arte	199
Predicciones de seguridad para 2017-2020 del Internet de las Cosas	200
La privacidad en Internet de las Cosas	202
Normas legales, derecho y aspectos regulatorios	203
Internet de futuro	203
Resumen	204
Bibliografía	205
Breve glosario de siglas de IOT	206
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>CIUDADES INTELIGENTES (SMART CITIES)</b>	209
Definición de ciudad inteligente	210
Normalización de ciudades inteligentes (AENOR)	211
Modelos de ciudad inteligente	212
Modelo de ciudad inteligente de la Unión Europea	213
Otros modelos de ciudades inteligentes	214
Modelo de ciudad inteligente de la ONTSI	215
Estrategias de ciudades inteligentes en Europa	216
Arquitectura de una ciudad inteligente (Cadena de valor tecnológica de Telefónica)	217
Cadena de valor de la Smart City de ONTSI	220
Las redes eléctricas inteligentes (Smart Grids)	222
Sensores en las ciudades inteligentes	223
Resumen	225
Bibliografía	226
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA: COMPUTACIÓN COGNITIVA, BOTS Y CHATBOTS</b>	229
Historia y evolución de la inteligencia artificial	230
Aprendizaje automático	233
Aprendizaje profundo	234
Aprendizaje automático frente a aprendizaje profundo	237
El futuro de la inteligencia artificial: el aprendizaje profundo	238
Computación cognitiva	239
La computación cognitiva en la era de Big Data	240
IBM Watson	241
Bots y Chatbots	243
Los asistentes virtuales	243
Aplicaciones de los bots	244
Los bots: ¿Las nuevas aplicaciones móviles?	246
Plataformas de bots	247
Chatbots de empresa: el caso de la atención al cliente	248
Caso de estudio Alexa de Amazon	249
Caso de estudio: Slack	250
Caso de estudio: Bixby de Samsung (abril 2017)	251
La seguridad en los bots	252
Declaración de Barcelona sobre inteligencia artificial	253
Resumen	253
Bibliografía	254
<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>LA ROBÓTICA: LOS ROBOTS COLABORATIVOS (COBOTS)</b>	257
Estado del arte de la robótica	258
La visión de robótica de IDC	259

La robótica en la generación y posibles pérdidas de empleo	259
Estudio del Foro de Davos sobre el futuro del empleo (enero 2016)	260
Estudio de robotización del McKinsey Global Institute (enero 2017)	261
Los riesgos de la Inteligencia Artificial en la Robótica	261
Robots colaborativos (cobots)	262
Tecnologías complementarias de la robótica colaborativa	263
La robótica y la inteligencia artificial en la feria de Hannover Messe 2017: cobots y gemelos digitales	265
Los cobots en la fábrica inteligente 4.0	265
Los gemelos digitales (digital twins)	266
Los robots industriales en el empleo: normativa legal	268
Tendencias en automatización industrial para 2017	269
Tendencias de robótica para 2017 (IDC)	270
Resumen	271
Bibliografía	272
<b>CAPÍTULO 10</b>	
<b>CIBERSEGURIDAD</b>	275
¿Qué es ciberseguridad?	276
Principios fundamentales de la ciberseguridad	277
Principales diferencias entre ciberseguridad y seguridad de la información	278
La ciberseguridad en tiempo real	279
Una breve muestra de ciberataques de impacto y una primera reflexión	280
Infraestructuras críticas	281
Ciclo de vida de la ciberseguridad	282
Ciberamenazas: agentes y tipos	285
Ciberataques: Herramientas utilizadas por los atacantes	286
Resiliencia	288
Tendencias en ciberseguridad: un primer avance	289
La Web profunda, la Web Invisible (Deep Web)	291
Los ciberriesgos	292
La necesidad de un seguro de ciberriesgos en la empresa	292
La ciberseguridad en la empresa y la empresa ante la ciberseguridad	293
La ciberseguridad y la inteligencia artificial	294
Watson for cyber security	295
Plataforma de ciberinteligencia de Accenture	295
Proyecto de colaboración público-privada en la ciberseguridad de la Unión Europea	296
Directiva de ciberseguridad (NIS) de la Unión Europea	296
La ciberseguridad en América Latina y el Caribe	298
Tendencias de seguridad cibernética en América Latina y el Caribe	298
Ciberseguridad 2016 en América Latina y Caribe	299
Estrategia de ciberseguridad de la Unión Europea	300
Estrategia de ciberseguridad nacional de España	301
Tendencias en Ciberseguridad	302
Tendencias TIC de INCIBE (2016), julio 2016	302
Nuevos escenarios y desafíos de la seguridad Telefónica (septiembre 2016)	303
Otras tecnologías de impacto en el futuro de la ciberseguridad analizadas	303
La concienciación en ciberseguridad	304
El futuro de la ciberseguridad	304
El decálogo de la ciberseguridad FTF & Fundación Bankinter	305

El decálogo de la ciberseguridad de INCIBE .....	306	Herramientas de programación para ciencia de datos .....	403
Ciberseguridad 4.0 .....	306	Caja de herramientas de Kdnuggets .....	404
Caso de estudio: el ciberataque global del 12 de mayo de 2017 ....	307	Una revisión de plataformas de ciencias de datos .....	405
Resumen .....	308	El proceso de ciencias de datos ....	406
Bibliografía .....	310	Certificaciones profesionales en Data Science .....	409
		Resumen .....	411
		Bibliografía .....	412
<b>Parte III. La Llegada de la Cuarta Revolución Industrial</b>			
<b>CAPÍTULO 11</b>		<b>CAPÍTULO 14</b>	
<b>ANALÍTICA DE DATOS (BIG DATA ANALYTICS)</b> .....	319	<b>PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: RIESGOS Y OPORTUNIDADES</b> .....	415
¿Qué es analítica de datos (Data Analytics) .....	320	El cambio social profundo de la cuarta revolución industrial: un breve análisis de los riesgos .....	416
Tipos de analítica de datos .....	321	Informe de riesgos laborales .....	417
Analítica de negocios (Business analytics/Analytics) .....	322	Impactos negativos de los cambios tecnológicos según el WEF .....	417
Una visión global de la analítica de Big Data .....	323	Los riesgos de Big Data en la privacidad .....	418
Categorías de analítica .....	325	Medidas de seguridad en el ciclo de Big Data .....	420
Analítica de Big Data .....	326	La ética y la responsabilidad social de las empresas .....	421
Características de una plataforma de integración de analítica de Big Data .....	329	Evaluación de impacto en la protección de datos .....	423
Analítica digital .....	330	El nuevo reglamento de protección de datos y de privacidad de la Unión Europea (25 de mayo de 2016) ....	424
Analítica Web .....	331	Novedades del nuevo reglamento ..	424
Métricas .....	333	Recomendaciones de la AEPD sobre el nuevo reglamento .....	425
Indicadores clave de rendimiento (KPI) .....	339	El delegado de protección de datos (DPO) .....	426
Diferencias entre métricas y KPI ...	341	Guía de privacidad y seguridad en Internet (AEPD/INCIBE) .....	428
La proliferación de datos sociales .	341	El escudo de privacidad Unión Europea-EE.UU .....	430
Analítica social .....	343	Resumen .....	430
Métricas se social media .....	344		
Análisis de sentimientos .....	346	<b>CAPÍTULO 12</b>	
Herramientas de análisis de sentimientos .....	347	<b>ALGORITMOS, ECONOMÍA COLABORATIVA Y BLOCKCHAIN: LOS NUEVOS PILARES DE LA ECONOMÍA DIGITAL</b> .....	359
Analítica móvil .....	348	El algoritmo como modelo de negocio en la economía digital .....	360
Caso de estudio: Google Analytics .	350	¿Qué es un algoritmo? .....	362
Caso de estudio: IBM Watson Data	353	Los algoritmos en la empresa .....	363
Resumen .....	355	Economía de algoritmos .....	364
Bibliografía .....	357	Áreas de impacto en los algoritmos ..	366
		Los algoritmos como servicio .....	368
		Recomendaciones de uso de un servicio de algoritmos .....	368
		Casos de estudio de algoritmos .....	369
		Tiendas de algoritmos .....	371
		La ética de los algoritmos .....	372
		Economía colaborativa .....	373
		¿Qué es economía colaborativa? .....	374
		La regulación normativa de la economía colaborativa .....	376
		Blockchain (cadena de bloques) .....	377
		Resumen .....	382
		Bibliografía .....	383
		<b>CAPÍTULO 13</b>	
		<b>CIENCIA DE DATOS Y CIENTÍFICOS DE DATOS</b> .....	389
		Definición de ciencia de datos .....	390
		Disciplinas de ciencia de datos (evolución del diagrama de Venn de Conway) .....	392
		Definición de Data Science de IBM ...	396
		El científico de datos .....	397
		Científico de datos: la profesión más sexy del siglo XXI (HBR) .....	398
		El perfil del científico de datos .....	399
		El científico de datos en la academia .....	400
		El científico de datos en la industria y en la empresa .....	401
		Casos de éxito de empresas con científicos de datos de referencia ..	401
		El premio Netflix Prize .....	402
		<b>CAPÍTULO 15.</b>	
		<b>EL FUTURO TECNOLÓGICO, DOS REALIDADES: INDUSTRIA 4.0 Y CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (TENDENCIAS TECNOLÓGICAS 2017-2020)</b> .....	435
		Tecnologías emergentes según el World Economic Forum (WEF) .....	436
		Tendencias tecnológicas estratégica para 2017 (Gartner) .....	440
		Tendencias tecnológicas para 2017 (Accenture) .....	447
		El despliegue de Industria 4.0 .....	448
		Inteligencia artificial aplicada .....	449
		Estrategia de Inteligencia artificial de Estados Unidos (octubre 2016) ..	449
		Los algoritmos: desarrollo y economía .....	450
		Tecnologías indispensables para la transición a la Industria 4.0 .....	450
		10 tendencias tecnológicas de internet de las cosas (2017-2018) ..	452
		El futuro del empleo y las nuevas profesiones .....	453
		La formación en tecnologías disruptivas .....	455
		Los nuevos roles profesionales .....	456
		La formación en ciberseguridad y en sus tecnologías disruptivas .....	459
		Redes 5G: el nuevo mundo hiperconectado .....	460
		La revolución silenciosa de blockchain .....	461
		El futuro de Industria 4.0: Feria Hannover-Messe 2017 .....	463
		En el umbral de la Cuarta Revolución Industrial .....	465
		Resumen y conclusiones .....	467
		Bibliografía .....	470