

Tabla de contenidos

Lista de figuras	XV
Lista de tablas	XIX
Glosario	XXI
Acrónimos	XXXIII
1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Motivación	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Principales aportaciones	3
1.4.1. Artículos en congresos internacionales	4
1.4.2. Capítulos de libro	4
1.4.3. Artículos en revistas	5
1.4.4. Participación en proyectos de investigación	5
1.4.5. Software	5
1.5. Organización de la memoria	6
2. Estado del arte	9
2.1. Introducción	9
2.2. Evolución del Internet de las Cosas	10

2.2.1.	Sistemas Ciberfísicos	10
2.2.2.	Redes de Sensores Inalámbricos	12
2.3.	Definición y características de IoT	13
2.3.1.	Características principales del Internet de las Cosas	13
2.3.2.	Definición básica del Internet de las Cosas	14
2.4.	Ámbitos de aplicación de IoT	15
2.4.1.	Transporte y logística	15
2.4.2.	Hogar inteligente	15
2.4.3.	Ciudad inteligente	16
2.4.4.	Entornos industriales	16
2.4.5.	Entornos comerciales	17
2.4.6.	Entornos sanitarios	17
2.4.7.	Entornos energéticos	17
2.5.	Estándares relevantes de IoT	18
2.5.1.	Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI)	19
2.5.2.	British Standards Institute (BSI)	20
2.5.3.	Smart and Sustainable Cities and Communities Coordi- nation Group	21
2.5.4.	OneM2M	22
2.5.5.	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)	22
2.5.6.	Internet Engineering Task Force (IETF)	23
2.5.7.	International Organization for Standardization (ISO)	24
2.5.8.	International Electrotechnical Commission (IEC)	25
2.5.9.	Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)	26
2.5.10.	Open Services Gateway initiative (OSGI)	28
2.6.	Interoperabilidad en la Capa física	29
2.6.1.	Pasarelas existentes y ámbitos de aplicación	29
2.6.2.	Tipos de sensores y actuadores más comunes	34
2.7.	Elementos diferenciadores de la Pasarela	35

3. Arquitectura	37
3.1. Introducción	37
3.2. Visión general	38
3.2.1. Interoperabilidad en Internet de las Cosas	41
3.3. Requisitos	43
3.3.1. Requisitos no-funcionales	44
3.3.2. Requisitos funcionales	51
3.4. Arquitectura de una pasarela modular	53
3.4.1. Bloques funcionales comunes	55
3.4.2. Bloques funcionales de la parte física	56
3.4.3. Bloques funcionales de la parte virtual	58
3.5. Modelos de interacción	61
3.5.1. Interacción Dispositivo-Plataforma	61
3.5.2. Interacción Plataforma-Dispositivo	62
3.5.3. Interacción Dispositivo-Dispositivo	63
3.6. Modelo de datos	63
4. Implementación	67
4.1. Introducción	67
4.2. Framework de ejecución común	68
4.3. Implementación de la pasarela física	69
4.3.1. Hardware	72
4.4. Implementación de la pasarela virtual	73
4.4.1. Plataformas de despliegue	75
4.5. Interconexión Física-Virtual. Seguridad	76
4.6. Extensibilidad	77
4.7. Indicadores clave de rendimiento	77
4.7.1. KPI cualitativos	78
4.7.2. KPI cuantitativos	79

5. Validación: INTER-IoT	87
5.1. Caso de uso: INTER-LogP	92
5.1.1. Introducción	92
5.1.2. Pilotos IoT desplegados	95
5.1.3. Piloto de iluminación dinámica	97
5.2. Caso de uso: INTER-Health	104
5.2.1. Introducción	104
5.2.2. PRIME-IoT de Rinicare	106
6. Validación: 5GENESIS	115
6.1. Plataforma 5G de Limasol	116
6.1.1. Topología de la Plataforma 5G	116
6.1.2. Caso de uso: 5G bajo demanda e IoT en zonas rurales . .	118
7. Validación: Otros casos de uso	121
7.1. INTER-HARE	121
7.2. SENSHOOK	123
7.3. ACHILLES	125
8. Conclusión y líneas de trabajo futuras	127
8.1. Conclusiones finales	127
8.2. Alcance obtenido	130
8.3. Líneas de trabajo	131
Referencias	133
Anexos	147
A. Protocolo de comunicación	149
A.1. Descripción de la pasarela	149
A.2. Registro de dispositivo	150

A.3. Medida de un sensor	151
A.4. Acción a un actuador	152
B. Configuración	153
B.1. Configuración de la pasarela física	153
B.2. Configuración de un dispositivo	153
B.3. Configuración de la pasarela virtual	154
B.4. Configuración de una regla	155
C. Extensiones de la pasarela	157
C.1. Esquema de descripción de una extensión	157
C.2. Ejemplo de extensión	158
D. Otros	159
D.1. “Dockerfile” de la pasarela virtual	159
D.2. Comandos de generación de certificados	160