

Tabla de contenidos

Lista de figuras	XI
Lista de tablas	XV
Acrónimos	XVII
1. Introducción	1
1.1. Introducción	2
1.2. Motivación de la Tesis	4
1.3. Objetivos	6
1.4. Contribuciones Principales	10
1.5. Metodología y Retos Encontrados	11
1.6. Alcance de la Tesis	14
1.7. Estructura de la Memoria	17
2. Estudio Del Estado del Arte	21
2.1. Redes Definidas por Software (SDN)	22
2.1.1. Arquitectura SDN	25
2.1.2. Plano de Datos	27

2.1.3.	Plano de Control	44
2.1.4.	Plano de Aplicaciones	51
2.1.5.	Calidad de Servicio (<i>QoS</i>) en SDN	52
2.2.	Funciones de Red Virtualizadas (NFV)	55
2.2.1.	Relación entre NFV y SDN	56
2.3.	El Internet de las Cosas (IoT)	57
2.3.1.	Problemática: Interoperabilidad, escalabilidad y seguridad	57
2.4.	Situación de redes definidas por software en entornos de Internet de las cosas	58
3.	Diseño de una Arquitectura SD-IOT	61
3.1.	Introducción	62
3.2.	Arquitectura por Capas Del IoT	62
3.2.1.	Dispositivos ('Sensing layer')	67
3.2.2.	Red y comunicación ('Communication layer and edge computing')	69
3.2.3.	Plataforma o Middleware ('Data accumulation or storage layer')	69
3.2.4.	Aplicaciones y Servicios ('Application and Services layer')	70
3.2.5.	Datos y semántica ('Data abstraction Layer')	71
3.3.	Definición de la virtualización de funciones de red (NFV)	72
3.3.1.	Arquitectura y Componentes NFV	73
3.4.	Requisitos del sistema	76
3.5.	Visión general de la arquitectura combinada y tecnologías	80
3.6.	Funciones Virtuales específicas para Internet de las cosas (IoT-VNF)	86

4. Implementación del Escenario 1	89
4.1. Escenario 1: Redes virtuales definidas por software para interoperabilidad en el Internet de las cosas (INTER-IoT)	90
4.1.1. Introducción	90
4.1.2. Proyecto INTER-IoT	91
4.1.3. Intropoperabilidad a Nivel de Red (Network-to-Network Interoperability)	92
4.1.4. Despliegue para la Interoperabilidad en IoT	104
4.1.5. Integración de VNFs para la traducción de protocolos de Red	107
5. Implementación del Escenario 2	113
5.1. Escenario 2: Redes virtuales definidas por software para despliegues de Internet de las cosas en 5G (5GENESIS)	114
5.1.1. Introducción	114
5.1.2. Principales servicios del 5G y el IoT	116
5.1.3. Proyecto 5GENESIS	119
5.2. Caso de Uso: Integración de IoT con 5G	128
6. Validación de los Escenarios y Discusión de Resultados	135
6.1. Indicadores de Rendimiento (KPIs) Escenario 1	136
6.1.1. Integración de controladores. Extensibilidad	136
6.1.2. Latencia entre nodos (RTT)	138
6.1.3. Escalabilidad	144
6.2. Indicadores de Rendimiento (KPIs) Escenario 2	145

Tabla de contenidos

6.2.1. Latencia entre nodos (RTT)	146
6.2.2. Tasa de transferencia de datos efectiva (<i>Throughput</i>) . . .	153
6.2.3. Tiempo de Creación de Servicio (<i>Service Creation Time</i>)	160
7. Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuras	169
7.1. Conclusiones	170
7.1.1. Estado del arte	171
7.1.2. Arquitectura	171
7.1.3. Escenario 1	172
7.1.4. Escenario 2	174
7.2. Líneas futuras de investigación	175
Referencias	177