

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.2066

(06/2014)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN,
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES
INTELIGENTES

Redes de la próxima generación – Marcos y modelos
arquitecturales funcionales

Requisitos comunes de la Internet de las cosas

Recomendación UIT-T Y.2066

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN, INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN

Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899

ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET

Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
Televisión IP sobre redes de próxima generación	Y.1900–Y.1999

REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN

Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de la próxima generación	Y.2250–Y.2299
Mejoras de las NGN	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas y protocolos de control de red	Y.2500–Y.2599
Redes basadas en paquetes	Y.2600–Y.2699
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno abierto con calidad de operador	Y.2900–Y.2999

REDES FUTURAS

COMPUTACIÓN EN LA NUBE

INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES Y COMUNIDADES INTELIGENTES

General	Y.4000–Y.4049
Definiciones y terminologías	Y.4050–Y.4099
Requisitos y casos de utilización	Y.4100–Y.4249
Infraestructura, conectividad y redes	Y.4250–Y.4399
Marcos, arquitecturas y protocolos	Y.4400–Y.4549
Servicios, aplicaciones, computación y proceso de datos	Y.4550–Y.4699
Gestión, control y calidad de funcionamiento	Y.4700–Y.4799
Identificación y seguridad	Y.4800–Y.4899

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T Y.2066

Requisitos comunes de la Internet de las cosas

Resumen

La Recomendación UIT-T Y.2066 proporciona los requisitos comunes de la Internet de las cosas (IoT), basados en casos generales de utilización de la IoT y de sus actores, creados a partir de la definición de la IoT contenida en la Recomendación UIT-T Y.2060. Los requisitos comunes de la IoT son independientes de cualquier dominio de aplicación específico que haga referencia a esferas de conocimiento o actividad aplicadas a un ámbito económico, comercial, social o administrativo específico, como el dominio de aplicación del transporte y el dominio de aplicación de la salud.

Esta Recomendación se basa en la visión general de la IoT (Recomendación UIT-T Y.2060), elabora los requisitos comunes sobre la base de casos generales de utilización de la IoT y de los actores de la IoT y tiene en cuenta esferas importantes de consideración desde el punto de vista de los requisitos. También se presentan algunos casos de utilización de la IoT representativos, extraídos de dominios de aplicación. Los requisitos comunes de la IoT descritos en esta Recomendación se clasifican en categorías de requisitos no funcionales, requisitos del soporte de aplicaciones, requisitos del servicio, requisitos de comunicación, requisitos del dispositivo, requisitos de la gestión de datos y requisitos de seguridad y protección de la privacidad.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	ITU-T Y.2066	2014-06-22	13	11.1002/1000/12169

Palabras clave

Internet de las cosas (IoT), casos de utilización, requisitos comunes, requisitos funcionales, requisitos no funcionales

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2019

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

		Página
1	Alcance	1
2	Referencias	1
3	Definiciones.....	2
	3.1 Términos definidos en otros documentos.....	2
	3.2 Términos definidos en la presente Recomendación	2
4	Abreviaturas y acrónimos	2
5	Convenios	3
6	Casos generales de utilización de la IoT y de los actores de la IoT	3
	6.1 Casos generales de utilización.....	3
	6.2 Los actores de la IoT	5
7	Ámbitos de consideración importantes desde el punto de vista de los requisitos	6
	7.1 Aspectos de la implementación y la explotación	6
	7.2 Conectividad ubicua	6
	7.3 Inteligencia extremo a extremo	7
	7.4 Sincronización de tiempos.....	7
	7.5 Conectividad del cuerpo humano	7
	7.6 Una gran cantidad de datos de las cosas.....	7
	7.7 Protección de la privacidad relacionada con las cosas	7
8	Requisitos comunes de la IoT.....	7
	8.1 Categorías de requisitos comunes de la IoT	7
	8.2 Requisitos no funcionales.....	8
	8.3 Requisitos del soporte de aplicaciones	9
	8.4 Requisitos del servicio.....	10
	8.5 Requisitos de comunicación	11
	8.6 Requisitos del dispositivo.....	12
	8.7 Requisitos de la gestión de datos.....	13
	8.8 Requisitos de seguridad y protección de la privacidad	14
	Anexo A – Lista de requisitos comunes de la IoT	15
	Apéndice I – Casos representativos de utilización de la IoT	20
	I.1 Videovigilancia.....	20
	I.2 Alerta de emergencia	20
	I.3 Adquisición de datos	20
	I.4 Mandos a distancia	20
	I.5 Transferencia de eventos a través de diferentes dominios de aplicación	21
	I.6 Compartición de datos entre diferentes dominios de aplicación	21

	Página
I.7 Centro de operaciones integrado para una ciudad inteligente	21
I.8 Detalle de un caso de utilización: recopilación de información sobre un accidente de tráfico	21
Bibliografía	23

Recomendación UIT-T Y.2066

Requisitos comunes de la Internet de las cosas

1 Alcance

La presente Recomendación define los requisitos comunes de la Internet de las cosas (IoT), basados en casos generales de utilización de la IoT y de los actores de la IoT, creados a partir de la definición de la IoT de [UIT-T Y.2060]. Los requisitos comunes de la IoT son independientes de cualquier dominio de aplicación específico que haga referencia a esferas de conocimiento o actividad aplicadas a un ámbito económico, comercial, social o administrativo específico, como el dominio de aplicación del transporte y el dominio de aplicación de la salud.

La presente Recomendación se basa en la visión general de la IoT [UIT-T Y.2060], elabora los requisitos comunes sobre la base de casos generales de utilización de la IoT y de los actores de la IoT y tiene en cuenta esferas importantes de consideración desde el punto de vista de los requisitos. También se presentan algunos casos de utilización de la IoT representativos, extraídos de dominios de aplicación. Los requisitos comunes de la IoT descritos en esta Recomendación se clasifican en las siguientes categorías: requisitos no funcionales, requisitos del soporte de aplicaciones, requisitos del servicio, requisitos de comunicación, requisitos del dispositivo, requisitos de la gestión de datos y requisitos de seguridad y protección de la privacidad.

El alcance de esta Recomendación comprende:

- casos generales de utilización de la IoT;
- actores de la IoT;
- ámbitos importantes de consideración desde el punto de vista de los requisitos;
- requisitos comunes de la IoT.

Los requisitos comunes de la IoT se resumen y enumeran en el Anexo A.

En el Apéndice I se presentan algunos casos representativos de uso de la IoT, extraídos de los dominios de aplicación.

NOTA – Los aspectos reglamentarios, jurídicos y empresariales caen fuera del ámbito de aplicación de la presente Recomendación. Los requisitos relacionados con los protocolos y las interfaces (por ejemplo, para los aspectos de control y gestión de la IoT) también quedan fuera del alcance de la presente Recomendación.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación

[UIT-T Y.2060] Recomendación UIT-T Y.2060 (2012), *Visión general de Internet de las cosas*.

[UIT-T Y.2091] Recomendación UIT-T Y.2091 (2011), *Términos y definiciones aplicables a las redes de próxima generación*.

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En la presente Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

3.1.1 aplicación [UIT-T Y.2091]: conjunto estructurado de capacidades que proporcionan una funcionalidad de valor añadido soportada por uno o más servicios, que pueden estar soportados por una interfaz API.

3.1.2 cliente [UIT-T Y.2091]: el cliente compra productos y servicios de una empresa o recibe ofertas y servicios a título gratuito. Un cliente puede ser una persona o una empresa.

NOTA – Puede haber muchos usuarios por cliente.

3.1.3 dispositivo [UIT-T Y.2060]: en el contexto de Internet de las cosas se trata de una pieza de equipo con las capacidades obligatorias de comunicación y las capacidades opcionales de detección, de accionamiento y de adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos.

3.1.4 Internet de las cosas (IoT) [UIT-T Y.2060]: infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión (física y virtual) de las cosas gracias al interfuncionamiento de tecnologías de la información y la comunicación (existentes y en evolución).

NOTA 1 – Gracias a la identificación, la adquisición y el procesamiento de datos y a las capacidades de comunicación, la IoT hace pleno uso de las cosas para ofrecer servicios a todo tipo de aplicaciones, garantizando a su vez el cumplimiento íntegro de los requisitos de seguridad y privacidad.

NOTA 2 – Desde una perspectiva más amplia, la IoT puede considerarse una visión con repercusiones tecnológicas y sociales.

3.1.5 servicio [UIT-T Y.2091]: conjunto de funciones y facilidades que un proveedor ofrece a un usuario.

3.1.6 objeto [UIT-T Y.2060]: en el contexto de Internet de las cosas se trata de un elemento del mundo físico (objeto físico) o del mundo de la información (objeto virtual) que se puede identificar e integrar en las redes de comunicaciones.

3.2 Términos definidos en la presente Recomendación

En la presente Recomendación se definen los siguientes términos:

3.2.1 dominio de la aplicación: esfera de conocimiento o actividad aplicada a un ámbito económico, comercial, social o administrativo específico.

NOTA – Son ejemplos de dominios de aplicación: el dominio de aplicación del transporte, el dominio de aplicación de la salud y el dominio de aplicación gubernamental.

4 Abreviaturas y acrónimos

En la presente Recomendación se utilizan las abreviaturas y acrónimos siguientes:

2G	Segunda Generación
3G	Tercera Generación
API	Interfaz de programación de aplicaciones (<i>application programming interface</i>)
CAN	Red de área del controlador (<i>controller area network</i>)
DSL	Línea de abonado digital (<i>digital subscriber line</i>)
IoT	Internet de las cosas (<i>internet of things</i>)

LTE	Evolución a largo plazo (<i>long term evolution</i>)
M2M	Máquina a máquina
MOC	Comunicación orientada a las máquinas (<i>machine oriented communication</i>)
SDP	Plataforma de prestación de servicios (<i>service delivery platform</i>)
SLA	Acuerdo de Nivel de Servicio (<i>service level agreement</i>)
STI	Sistemas de transporte inteligentes
UML	Lenguaje de modelización unificado (<i>unified modelling language</i>)
WiFi	Fidelidad inalámbrica (<i>wireless fidelity</i>)

5 Convenios

En la presente recomendación:

La expresión "**se requiere**" indica que el requisito es absolutamente obligatorio y debe aplicarse sin excepción si se pretende declarar la conformidad con este documento.

La expresión "**se recomienda**" indica que se trata de un requisito recomendado y, por ende, no absolutamente obligatorio. Su cumplimiento no es indispensable para poder declarar la conformidad.

La expresión "**se tiene la opción de**" u "**opcionalmente**" indica que el requisito se permite, sin que ello signifique que se recomienda. No implica que el fabricante deba ofrecer esta opción y que el operador de red/proveedor de servicio tenga la posibilidad de activarla. Significa, más bien, que el fabricante tiene la opción de proporcionar esta función sin que ello afecte a la conformidad con la presente especificación.

6 Casos generales de utilización de la IoT y de los actores de la IoT

Esta cláusula describe casos generales de utilización de la IoT y de los actores de la IoT y las relaciones entre los casos generales de utilización y los actores de la IoT. Un actor de la IoT especificado en esta Recomendación es una entidad externa a la IoT que interacciona con la IoT.

6.1 Casos generales de utilización

Los casos generales de utilización se basan en la definición de la IoT contenida en [UIT-T Y.2060].

Según la definición de la IoT de [UIT-T Y.2060], la IoT permite prestar "servicios avanzados mediante la interconexión (física y virtual) de las cosas gracias al interfuncionamiento de tecnologías de la información y la comunicación (existentes y en evolución)". Esto supone que la IoT interconecta cosas para detectar o accionar cosas y para prestar servicios avanzados, así que pueden establecerse dos casos genéricos de utilización: el de "detección o accionamiento por parte la IoT" y el de "prestación de servicios por parte de la IoT".

Según la definición de la IoT de [UIT-T Y.2060], "A través de la explotación de la identificación, la captura de datos, el procesamiento y las capacidades de comunicación, la IoT hace pleno uso de las cosas para ofrecer servicios a todo tipo de aplicaciones garantizando a la vez el cumplimiento de los requisitos de seguridad y privacidad". Esto supone que las capacidades de captura y procesamiento de datos puedan agruparse en capacidades de gestión de datos y que deba garantizarse la protección de la privacidad. De este modo, pueden derivarse los casos generales de utilización de "gestión de datos de la IoT" y "protección de la privacidad en la IoT".

La Figura 6-1 muestra el modelo de casos generales de utilización de la IoT, que se describe mediante un lenguaje de modelización unificado (UML), para más información véase [b-UML]. Este modelo consta de cuatro casos generales de utilización: Detección o accionamiento por parte de la IoT, gestión de datos de la IoT, prestación de servicios de la IoT y protección de la privacidad en la IoT.

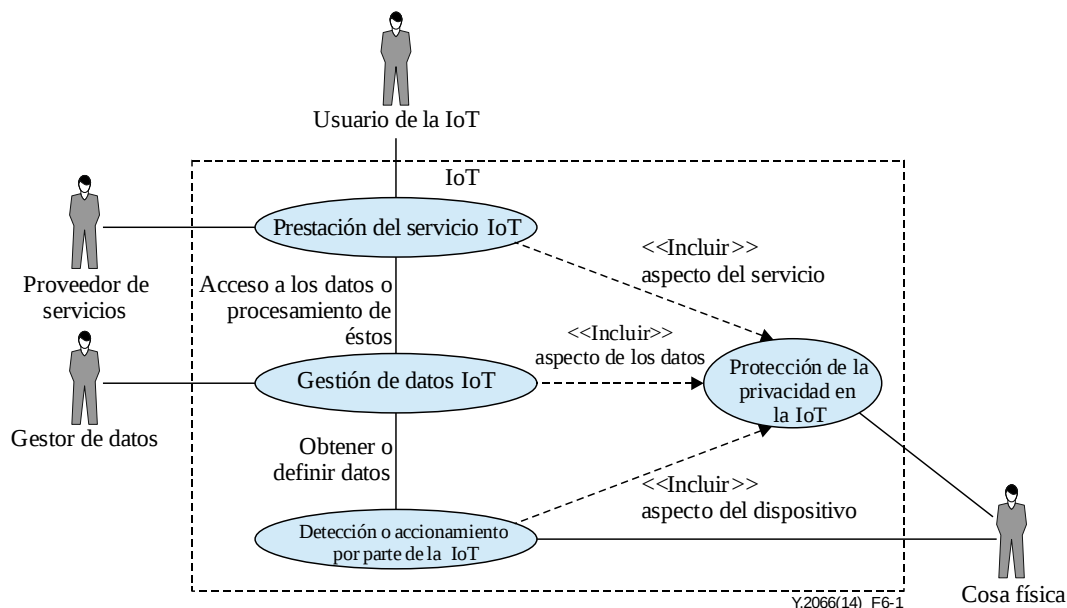


Figura 6-1 – Modelo de casos generales de utilización de la IoT

NOTA 1 – En [b-UML], se define el caso de utilización como una sola unidad de trabajo significativo en un sistema, que puede proporcionar una visión del comportamiento que las entidades ajenas al sistema pueden observar. Los casos de utilización pueden utilizarse para capturar los requisitos de un sistema. Un modelo de casos de utilización (combinación de unidades de trabajo individuales) puede mostrar la interacción entre el sistema y entidades externas al sistema. En el UML estas entidades externas se denominan "actores". Con esta perspectiva, la IoT se convierte en el sistema que se está modelando con UML, mientras que un "actor de la IoT" es una entidad que está fuera de la IoT e interactúa con la IoT.

NOTA 2 – Algunos casos de utilización extraídos de aplicaciones de la IoT (los casos de utilización representativos descritos en el Apéndice I) pueden descomponerse en los casos generales de utilización descritos en las cláusulas 6.1.1 a 6.1.4, para facilitar la generación de los requisitos funcionales correspondientes a los actores de la IoT. Por ejemplo, el caso de utilización de "videovigilancia" descrito en el cláusula I.1 puede descomponerse en los casos de utilización de captura de vídeo (detección o accionamiento por la IoT), transmisión y almacenamiento de vídeo (gestión de datos IoT) y reproducción y análisis de vídeo (prestación del servicio IoT). Estos casos de utilización pueden emplearse para generar los requisitos funcionales de los diferentes actores de la videovigilancia, tales como la sincronización de tiempos para soportar la transmisión de vídeo en tiempo real y el almacenamiento virtual para almacenar la gran cantidad de vídeo generado continuamente por las cámaras de vídeo.

6.1.1 Caso de utilización "Detección o accionamiento por la IoT"

El caso de utilización "Detección o accionamiento por la IoT" es un caso general de utilización que puede aplicarse a varios dominios de aplicación. Este caso de utilización implica las actividades siguientes: conexión con las cosas físicas, detección de los estados de las cosas físicas y accionamiento de las cosas físicas.

6.1.2 Caso de utilización "Gestión de datos IoT"

El caso de utilización "Gestión de datos IoT" es un caso general de utilización que puede aplicarse a múltiples dominios de aplicación. Este caso de utilización implica las actividades siguientes: captura, transferencia, almacenamiento y procesamiento de datos de cosas físicas.

6.1.3 Caso de utilización "Prestación de servicios de la IoT"

El caso de utilización "Prestación de servicios de la IoT" es un caso general de utilización que puede aplicarse a varios dominios de aplicación. Este caso de utilización implica las actividades siguientes: prestación de servicios por parte del proveedor de servicios y utilización de servicios por parte del usuario de la IoT.

6.1.4 Caso de utilización "Protección de la privacidad en la IoT"

El caso de utilización "Protección de la privacidad en la IoT" es un caso general de utilización que puede aplicarse a varios dominios de aplicación. Este caso de utilización implica las actividades siguientes: asegurar y ocultar la información privada de las cosas físicas.

6.1.5 Relación entre los casos generales de utilización

La relación entre los casos generales de utilización identificados se muestra en la Figura 6-1. El caso de utilización "Gestión de datos IoT" está relacionado tanto con el caso de utilización "Detección o accionamiento por la IoT" como con el caso de utilización "Prestación del servicio IoT". El caso de utilización "Protección de la privacidad IoT" está relacionado con todos los demás casos de utilización.

6.2 Los actores de la IoT

Los casos de utilización se utilizan para capturar los requisitos de un sistema (véase [b-UML]). Cada caso de utilización incluye los requisitos funcionales de los actores implicados en el caso de utilización.

Según el modelo de casos generales de utilización de la IoT representado en la Figura 6-1, hay cuatro actores de la IoT: el actor "Cosa física", el actor "Gestor de datos", el actor "Proveedor de servicios" y el actor "Usuario de la IoT". Estos cuatro actores de la IoT, descritos en esta cláusula, son entidades definidas fuera de la IoT y especificadas desde el punto de vista de los requisitos, y son diferentes de las funciones empresariales descritas en el Apéndice I de [UIT-T Y.2060], que se especifican desde un punto de vista empresarial.

NOTA 1 – El actor "Cosa física" descrito en la presente Recomendación se corresponde con el objeto físico descrito en [UIT-T Y.2060]. Según el modelo de casos generales de utilización de la IoT, el actor al que le correspondería la cosa virtual, tal como se describe en [UIT-T Y.2060], no se considera en esta Recomendación, ya que una cosa virtual es una entidad de la IoT propiamente dicha.

NOTA 2 – A continuación se indica la correspondencia aplicable entre los actores de la IoT descritos en la presente Recomendación y las funciones descritas en el Apéndice I de [UIT-T Y.2060]:

- El actor "Usuario de la IoT" se corresponde con la función de cliente de la aplicación.
- El actor "Proveedor de servicios" se corresponde con las funciones de proveedor de aplicaciones, proveedor de la plataforma y proveedor de la red.
- El actor "Gestor de datos" se corresponde con la función de proveedor de aplicaciones en el caso de que las aplicaciones proporcionadas impliquen algunas funcionalidades de gestión de datos y también puede corresponderse con la función de proveedor de dispositivos en el caso de que los dispositivos proporcionados impliquen algunas funcionalidades de gestión de datos.

6.2.1 El actor "Cosa física"

El actor "Cosa física" es un actor de la IoT que tiene un identificador único en el mundo físico. La "Cosa física" interacciona con la IoT a través de actividades de detección o accionamiento.

NOTA – El actor "Cosa física" puede clasificarse a su vez en "Cosa artificial" y "Cosa natural". Una cosa artificial es una cosa física producida por una persona y puede identificarse por el número de serie de un producto. Una cosa natural es una cosa física generada en la naturaleza y puede ser identificada, por ejemplo, por la hora, el lugar y la categoría de generación. La detección de cosas naturales puede suponer un problema para el desarrollo de la IoT.

Obsérvese que, en las siguientes cláusulas de la presente Recomendación, el término "cosa" se refiere a "cosa física".

6.2.2 El actor "Gestor de datos"

El actor "Gestor de datos" es el actor de la IoT responsable de la gestión de la captura, almacenamiento, transferencia y procesamiento de los datos de la IoT para cumplir los requisitos de la prestación de servicios de la IoT.

NOTA – El actor "Gestor de datos" puede clasificarse a su vez en actor "Gestor de datos" humano y actor "Gestor de datos" máquina. Un actor "Gestor de datos" humano realiza la gestión de datos de la IoT de forma manual, mientras que un actor "Gestor de datos" máquina la realiza de forma automática. Estos dos tipos de actor "Gestor de datos" se asocian a diferentes casos de utilización de la gestión de datos de la IoT.

6.2.3 Actor "Proveedor de servicios"

El actor "Proveedor de servicios" es un actor de la IoT que presta todos los servicios posibles relacionados con las cosas, tales como la supervisión, el seguimiento de la posición y el descubrimiento del servicio.

NOTA – El actor "Proveedor de servicios" puede clasificarse a su vez en actor "Proveedor de servicios" comunes, que proporciona servicios que son independientes de los dominios de aplicación específicos, y en actor "Proveedor de servicios" de aplicaciones, que proporciona aplicaciones basadas en dominios de aplicación específicos.

6.2.4 Actor "Usuario de la IoT"

El actor "Usuario de la IoT" es aquél que utiliza todos los servicios posibles relacionados con las cosas, como la supervisión, el seguimiento de la ubicación y el descubrimiento del servicio.

7 Ámbitos de consideración importantes desde el punto de vista de los requisitos

Hay varios ámbitos importantes a los que hay que dedicar una atención especial cuando se especifican los requisitos de la IoT. Las cláusulas siguientes describen, a partir de las características de la IoT, de los requisitos de alto nivel que figuran en [UIT-T Y.2060] y de los resultados de la investigación pública y académica relacionada con la IoT (por ejemplo, [b-IoT-A D6.2]), los ámbitos de consideración importantes desde la perspectiva de los requisitos.

7.1 Aspectos de la implementación y la explotación

Los aspectos de la implementación y la explotación de la IoT constituyen un ámbito importante que debe abordarse, por ejemplo, para lograr la interoperabilidad entre implementaciones de la IoT heterogéneas y obtener la escalabilidad adecuada para soportar una gran cantidad de dispositivos conectados y conseguir una alta disponibilidad para que la IoT pueda funcionar automáticamente.

7.2 Conectividad ubicua

Para lograr la conectividad entre las cosas y la IoT, se requiere tener en cuenta la conectividad ubicua. Las capacidades de conectividad deben ser independientes de los dominios de aplicación específicos y soportar la integración de tecnologías de comunicación heterogéneas.

7.3 Inteligencia extremo a extremo

Se requiere considerar la inteligencia extremo a extremo, en particular en lo que se refiere a la "inteligencia de las comunicaciones" y a la "inteligencia de los servicios", por ejemplo, para prestar servicios sin intervención humana. Esto incluye la consideración de las comunicaciones basadas en la localización y las comunicaciones basadas en el contexto (que pueden considerarse comunicaciones inteligentes), los servicios sensibles al contenido y los servicios sensibles al contexto (que pueden considerarse servicios inteligentes), así como los servicios de autoconfiguración, autorregeneración, autooptimización y autoprotección (que pueden considerarse servicios inteligentes de otro tipo que se denominan conjuntamente servicios autónomos [UIT-T Y.2060]).

7.4 Sincronización de tiempos

Para mantener la sincronización de tiempos entre las acciones de las cosas interconectadas cuando se utilizan las capacidades de comunicación y servicio, se requiere considerar la sincronización de tiempos.

7.5 Conectividad del cuerpo humano

Para proporcionar capacidades de comunicación relacionadas con el cuerpo humano de conformidad con los reglamentos y las leyes, se requiere una atención especial a los requisitos de conectividad del cuerpo humano. Se requiere la especificación de una calidad de servicio especial (QoS), la cuantificación de la fiabilidad y la protección de la privacidad.

7.6 Una gran cantidad de datos de las cosas

El gran número de dispositivos conectados con la IoT generará una gran cantidad de datos – el término "macrodatos" se suele utilizar para indicar un gran volumen, variedad y velocidad de datos – transmitidos desde las cosas a la IoT. Para clasificar, transferir, almacenar, procesar, validar y consultar los macrodatos en el tiempo requerido por los usuarios o las aplicaciones de la IoT, debe considerarse la escalabilidad de recursos tales como el ancho de banda de la comunicación y la capacidad de almacenamiento y procesamiento.

7.7 Protección de la privacidad relacionada con las cosas

Los datos de las cosas pueden contener información privada sobre los propietarios o usuarios de las cosas. Los datos pueden ser utilizados para localizar o rastrear a los propietarios o usuarios de las cosas vulnerando su privacidad. Se debe considerar la protección de la privacidad durante la captura, transferencia, almacenamiento, validación y procesamiento de datos de las cosas. La protección de la privacidad no debe utilizarse para obstaculizar la validación de los datos de las cosas.

8 Requisitos comunes de la IoT

Los requisitos comunes de la IoT especificados en la presente Recomendación son requisitos técnicos independientes de cualquier dominio de aplicación específico. Los requisitos relacionados con los protocolos y las interfaces (por ejemplo, para los aspectos del control y la gestión de la IoT) caen fuera del alcance de la presente Recomendación.

8.1 Categorías de requisitos comunes de la IoT

En la presente Recomendación, los requisitos comunes de la IoT se dividen en requisitos no funcionales y requisitos funcionales.

Son requisitos no funcionales de la IoT los relacionados con la implementación y el funcionamiento de la propia IoT.

Son requisitos funcionales de la IoT los relacionados con los actores de la IoT, es decir, con entidades externas a la IoT que interaccionan con la IoT. Los requisitos funcionales de la IoT especificados en la presente Recomendación se clasifican en:

- requisitos del soporte de aplicaciones;
- requisitos del servicio;
- requisitos de la comunicación;
- requisitos del dispositivo;
- requisitos de la gestión de datos;
- requisitos de seguridad y protección de la privacidad.

Todos los requisitos descritos en las cláusulas siguientes están relacionados y enumerados en el Anexo A. En las cláusulas siguientes, los números de los requisitos, tal como figuran en el Anexo A, se colocan entre corchetes "[]" y se insertan al final de cada párrafo describiendo los requisitos correspondientes.

8.2 Requisitos no funcionales

Los requisitos de esta categoría no están relacionados con ningún actor de la IoT, ya que no se derivan de los casos generales de utilización de la IoT descritos en la cláusula 6.

8.2.1 Interoperabilidad

Se requiere la garantía de la interoperabilidad entre las implementaciones heterogéneas de la IoT [N1].

NOTA – Para soportar la interoperabilidad de la IoT, es necesario normalizar un modelo de referencia de arquitectura de la IoT.

8.2.2 Escalabilidad

Se requiere que la IoT soporte la escalabilidad para poder manejar un gran número de dispositivos, aplicaciones y usuarios [N2].

NOTA 1 – El requisito de escalabilidad para manejar un gran número de dispositivos implica el requisito de manejar una gran cantidad de datos (macrodatos) en la IoT.

NOTA 3 – El requisito de escalabilidad para manejar un gran número de aplicaciones y usuarios implica la necesidad de disponer de una gran cantidad de recursos de procesamiento y almacenamiento. Este requisito puede satisfacerse con la integración en la IoT de las tecnologías de computación en la nube.

NOTA 4 – Debe considerarse la equidad para manejar un gran número de dispositivos, aplicaciones y usuarios.

8.2.3 Fiabilidad

Se requiere que las capacidades de la IoT, tales como la fiabilidad de las capacidades de comunicación, servicio y gestión de datos de la IoT, sean fiables [N3].

NOTA – Para soportar la fiabilidad debe considerarse la resiliencia.

8.2.4 Alta disponibilidad

Se requiere alta disponibilidad para la prestación del servicio, la gestión de los datos, la comunicación, la detección y el accionamiento de las cosas de la IoT [N4].

8.2.5 Adaptabilidad

En la IoT se requiere adaptabilidad a las nuevas tecnologías que surjan en el futuro [N5].

NOTA – Las normas técnicas utilizadas en la IoT deben imponer restricciones mínimas en cuanto a la adaptabilidad a las nuevas tecnologías.

8.2.6 Manejabilidad

Se requiere que la IoT soporte la capacidad de gestión para garantizar el funcionamiento normal. Las operaciones de la IoT suelen realizarse de forma automática sin intervención humana, pero el proceso de operación debe ser gestionable [N6].

NOTA 1 – Debe tenerse en cuenta la gestión de los dispositivos en la IoT, por ejemplo, la gestión del estado de los dispositivos, la gestión de la conectividad de los dispositivos, la gestión del consumo de energía, etc. Las limitaciones de los recursos de los dispositivos, como la energía, la memoria y el ancho de banda, deben tenerse en cuenta en la gestión de dispositivos.

NOTA 2 – Debe tenerse en cuenta la gestión automática de averías en la IoT, por ejemplo, la notificación anticipada de averías, el diagnóstico de fallos, la recuperación de fallos, etc.

NOTA 3 – Debe tenerse en cuenta la gestión automática de la configuración en la IoT, por ejemplo, la configuración automática de los parámetros de los dispositivos.

8.3 Requisitos del soporte de aplicaciones

Los requisitos del soporte de aplicaciones son los requisitos funcionales del desarrollo de aplicaciones de la IoT en diferentes dominios de aplicación. Estos requisitos sólo están relacionados con el actor "Proveedor de servicios".

8.3.1 Interfaces programables

Se requiere la normalización de las interfaces programables para proporcionar acceso abierto a las capacidades de soporte de aplicaciones [A1].

NOTA – Las interfaces programables permiten soportar aplicaciones de la IoT de forma programable.

8.3.2 Gestión de grupos

Se requiere que la IoT soporte la gestión de grupos, incluida la visualización, creación, modificación, supresión de grupos de la IoT y visualización, adición, modificación y supresión de miembros de los grupos de la IoT [A2].

NOTA – Un grupo de la IoT puede contener dispositivos y/o usuarios de la IoT.

8.3.3 Sincronización de tiempos

Se requiere una sincronización de tiempos fiable, a fin de permitir la indicación de tiempo mundial en la IoT [A3].

NOTA – Gracias a la indicación de tiempo se pueden prestar servicios seguros y confiables en los que el tiempo sea un factor crítico.

8.3.4 Colaboración

Se requiere la colaboración entre servicios o entre dispositivos que accedan, con el mismo objetivo, a aplicaciones de la IoT, de modo que la IoT pueda permitir una colaboración autónoma, guiada por objetivos, entre dichos servicios o dispositivos [A4].

NOTA – Se prevé que la colaboración entre los dispositivos que acceden a aplicaciones de la IoT sea activada por los propios dispositivos, de modo que la IoT pueda soportar una colaboración escalable con control distribuido entre dichos dispositivos.

8.3.5 Gestión de usuarios

Se requiere la gestión de usuarios, incluida la creación, autenticación, autorización y contabilidad de los usuarios de la IoT [A5].

8.3.6 Contabilidad de la utilización de recursos

Se requiere la contabilización de los recursos de la IoT utilizados dependiendo de cada aplicación en particular [A6].

8.4 Requisitos del servicio

Estos requisitos están relacionados con los actores: proveedor de servicios, usuario de la IoT y cosas.

NOTA – De acuerdo con la definición general de "servicio" como conjunto de funciones e instalaciones ofrecidas a un usuario por un proveedor [UIT-T Y.2091], los requisitos del servicio están relacionados con los actores: usuario de la IoT y proveedor de servicios. Esto no excluye el caso de un servicio ofrecido directamente al actor de la cosa.

8.4.1 Priorización de servicios

Se requiere el establecimiento de prioridades entre los servicios para satisfacer los diferentes requisitos del servicio de los distintos grupos de usuarios de la IoT [S1].

NOTA – Se prevé el soporte de servicios diferenciados, de modo que la IoT pueda proporcionar diferentes acuerdos de nivel de servicio (SLA).

8.4.2 Servicios basados en semántica

En la IoT se requieren servicios basados en la semántica para soportar la prestación de servicios autónomos. Entre los mecanismos de implementación de servicios basados en semántica figuran la anotación semántica de servicios, el acceso semántico de servicios y el intercambio semántico entre servicios [S2].

NOTA – La anotación semántica de servicios puede permitir la descripción semántica de servicios. El acceso semántico de servicios puede utilizarse para acceder a los servicios a través de interfaces semánticas. El intercambio semántico entre servicios puede permitir la provisión e intercambio de semántica entre servicios a fin de soportar la creación automática de nuevos servicios.

8.4.3 Composición servicios

Se requiere la composición de servicios para soportar la creación flexible de servicios en la IoT [S3].

NOTA 1 – Los servicios primarios son un conjunto de operaciones básicas que no pueden satisfacer directamente algunos de los requisitos de las aplicaciones de la IoT. La composición de servicios es uno de los métodos de creación de servicios que pueden utilizarse para crear automáticamente servicios más complejos a partir de servicios primarios con el fin de satisfacer los diversos requisitos de las aplicaciones de la IoT.

NOTA 2 – Las tecnologías de prestación de servicios flexibles existentes, como la plataforma de prestación de servicios (SDP), pueden soportar, entre otros, los requisitos de la composición de servicios.

8.4.4 Servicios de movilidad

Se requieren servicios de movilidad para que la IoT pueda soportar la movilidad de servicios, la movilidad de usuarios y la movilidad de dispositivos desde la perspectiva de la prestación de servicios, por ejemplo, cuando se soporta la movilidad de servicios la prestación de servicios no se ve limitada por el lugar de acceso al servicio [S4].

8.4.5 Servicios de conectividad del cuerpo humano fiables y seguros

Se requiere una alta fiabilidad y seguridad cuando se prestan servicios de conectividad con el cuerpo humano [S5].

NOTA – Es posible que cada país tenga requisitos jurídicos y reglamentarios peculiares para estos servicios.

8.4.6 Servicios autónomos

Se requieren servicios autónomos para que la IoT pueda permitir la captura, comunicación y el tratamiento automáticos de datos de cosas con arreglo a las normas configuradas por los proveedores de servicios o personalizadas por los usuarios de la IoT [S6].

NOTA – Se prevé que se soporte el control, tanto centralizado como descentralizado, de los servicios autónomos, de modo que la IoT pueda permitir actividades automatizadas centralizadas o descentralizadas.

Se requieren servicios basados en la ubicación y sensibles al contexto, de modo que la IoT pueda permitir la prestación de servicios flexibles, personalizados y autónomos basados en la información de la ubicación y el contexto de las cosas y/o los usuarios conexos [S7].

8.4.7 Gestión de servicios

Se requiere la gestión de servicios para soportar la prestación de servicios con alta fiabilidad y disponibilidad [S8].

NOTA – La gestión de servicios incluye, entre otras cosas, la gestión del ciclo de vida de los servicios y la comprobación de la integridad de los servicios. La gestión del ciclo de vida de los servicios puede aumentar la disponibilidad de los servicios, mientras que la comprobación de la integridad de los servicios puede aumentar la fiabilidad de los servicios.

8.4.8 Servicios de descubrimiento

Se requieren los servicios de descubrimiento para que los usuarios de la IoT, los servicios, los dispositivos y los datos de las cosas puedan ser descubiertos por los proveedores de servicios o los usuarios de la IoT [S9].

NOTA – El proveedor de servicios y el usuario de la IoT pueden descubrir usuarios, servicios, datos de cosas y dispositivos específicos de la IoT con arreglo a diversos criterios, tales como la información sobre la situación geográfica, el tipo de dispositivo, etc.

8.4.9 Soporte del abono al servicio

Se requiere el soporte del abono al servicio para que la IoT pueda proporcionar un medio que permita que el usuario de la IoT se abone a los servicios necesarios y a los datos de las cosas asociados [S10].

8.4.10 Nombres y direcciones

Se requiere la normalización de los nombres y las direcciones de las cosas y los servicios [S11].

8.4.11 Almacenamiento virtual y procesamiento

Se requieren capacidades de almacenamiento virtuales y procesamiento para almacenar y procesar una gran cantidad de datos (macrodatos) [S12].

8.5 Requisitos de comunicación

Los requisitos de comunicación son los requisitos funcionales relacionados con el intercambio de mensajes entre el usuario de la IoT, el proveedor de servicios, el gestor de datos y los actores de la cosa. Estos requisitos están relacionados con todos los actores de la IoT.

8.5.1 Modos de comunicación

Se requieren modos de comunicación basados en eventos, periódicos y automáticos entre dispositivos o entre usuarios de la IoT [C1].

Se requiere el soporte del modo de comunicación unidifusión (por ejemplo, para comunicaciones entre usuarios o dispositivos de la IoT). Se requiere el soporte de los modos de comunicación multidifusión, radiodifusión y difusión al más próximo, para que la IoT pueda prestar diversos servicios de comunicación a un grupo de usuarios o dispositivos de la IoT (por ejemplo, para soportar la colaboración entre usuarios o dispositivos de la IoT) [C2].

NOTA – Se recomienda que se soporten los modos de comunicación basados en eventos, periódicos y automáticos entre dispositivos o entre usuarios de la IoT, sin perjuicio del mantenimiento de la calidad de funcionamiento de la red con mecanismos que impidan la congestión del tráfico.

Se requiere el soporte de las comunicaciones iniciadas por dispositivos, para satisfacer los requisitos de las comunicaciones automáticas [C3].

8.5.2 Control de la comunicación

Se requiere el soporte del control de errores en las comunicaciones, para que la IoT pueda, por ejemplo, resolver el problema de las interferencias entre dispositivos [C4].

Se requiere el soporte de las comunicaciones en las que el tiempo sea un factor crítico, para que la IoT pueda ocuparse de la gestión y la transmisión de mensajes en las que el tiempo sea un factor crítico [C5].

8.5.3 Comunicación inteligente

Los requisitos de la comunicación inteligente incluyen los requisitos de las redes autónomas [UIT-T Y.2060], la comunicación sensible al contenido y la comunicación basada en la ubicación.

Se requiere que las funciones de las redes autónomas de la IoT soporten las capacidades de autoconfiguración, autorrestablecimiento, autooptimización y autoprotección), a fin de adaptarse a los diferentes dominios de aplicación, entornos de comunicación y al gran número y diversidad de tipos de dispositivos [C6].

Se requiere que la comunicación sea sensible al contenido, de modo que, por ejemplo, la IoT pueda soportar la selección de trayecto y el encaminamiento de las comunicaciones con arreglo al contenido de éstas [C7].

Se requiere una comunicación basada en la ubicación, de modo que la IoT pueda soportar las interacciones entre los actores de la IoT basadas en la ubicación [C8].

NOTA – Se prevé que la información de la ubicación se capture y rastree automáticamente.

8.5.4 Soporte de las comunicaciones heterogéneas

Las comunicaciones pueden efectuarse en la capa de dispositivo (véase [UIT-T Y.2060]) con varios tipos de tecnologías alámbricas o inalámbricas, como el bus de la red de área de controlador (CAN), ZigBee, Bluetooth, WiFi, etc. Se requiere el soporte de las tecnologías de comunicación heterogéneas relacionadas con los dispositivos [C9].

Las comunicaciones pueden efectuarse en la capa de red (véase [UIT-T Y.2060]) con varios tipos de tecnologías, como la segunda generación/tercera generación (2G/3G), la evolución a largo plazo (LTE), Ethernet, la línea de abonado digital (DSL), etc.

Se requiere el soporte de las tecnologías de comunicación heterogéneas relacionadas con la red [C10].

8.6 Requisitos del dispositivo

Los requisitos del dispositivo son los requisitos funcionales del equipo relacionado con las cosas. Estos requisitos están relacionados con el usuario de la IoT y los actores de las cosas.

8.6.1 Conectividad de las cosas

Se requiere que la IoT soporte el establecimiento de la conectividad entre una cosa y la IoT con arreglo al identificador de la cosa [D1].

NOTA – Se prevé que los identificadores heterogéneos de los objetos se procesen de manera unificada (véase [UIT-T Y.2060]).

8.6.2 Control y configuración de dispositivos

Se requiere el soporte de la supervisión, el control y la configuración a distancia de los dispositivos para aumentar la capacidad de gestión de los dispositivos en la IoT [D2].

Se requiere que la IoT soporte la capacidad de autoconfiguración (*plug and play*) para permitir la generación, composición o adquisición sobre la marcha de configuraciones basadas en la semántica para la integración y cooperación de las cosas con las aplicaciones sin solución de continuidad, y responder a las necesidades de las aplicaciones (véase [UIT-T Y.2060]) [D3].

8.6.3 Supervisión de las cosas

Se requiere el soporte de la supervisión, el control y la configuración a distancia de los dispositivos para aumentar la capacidad de gestión de los dispositivos en la IoT [D4].

8.6.4 Movilidad de los dispositivos

Se requiere la movilidad de los dispositivos para que la IoT pueda soportar la movilidad de las cosas conectadas con dispositivos [D5].

8.6.5 Comprobación de la integridad del dispositivo

Se requiere la comprobación de la integridad de los dispositivos para soportar la alta disponibilidad de los mismos [D6].

8.7 Requisitos de la gestión de datos

Los requisitos de gestión de datos son los requisitos funcionales de almacenamiento, agregación, transferencia y procesamiento de los datos de la IoT. Estos requisitos están relacionados con los actores: gestor de datos y usuario de la IoT.

8.7.1 Almacenamiento de datos

Se requiere el soporte del almacenamiento de datos de las cosas con arreglo a normas y políticas predefinidas [DM1].

8.7.2 Procesamiento de datos

Se requiere el soporte de la fusión y la minería de datos con arreglo a normas y políticas predefinidas [DM2].

8.7.3 Consulta de datos

Se requiere el soporte de la consulta de los archivos históricos de datos de las cosas para que la IoT pueda facilitar información histórica de las cosas [DM3].

8.7.4 Control de acceso a los datos

Se requiere que la IoT soporte el control de acceso de los datos por parte de su propietario para que los usuarios de la IoT puedan controlar cómo se exponen sus datos a otros usuarios de la IoT [DM4].

8.7.5 Intercambio de datos

Se requiere el soporte del intercambio de datos con entidades ajenas a la IoT, para que la IoT pueda proporcionar acceso a fuentes de datos externas, por ejemplo, a bases de datos de salud fuera de la IoT [DM5].

8.7.6 Validación de los datos

Se requiere el soporte de la comprobación de la integridad y la gestión del ciclo de vida de los datos de las cosas, para que la IoT pueda ofrecer una alta disponibilidad y fiabilidad de los datos de las cosas [DM6].

8.7.7 Anotación semántica y acceso a datos de cosas

Se requiere el soporte de la anotación semántica de los datos de las cosas. Para soportar la consulta automática de las cosas, se requiere el acceso semántico a los datos de las cosas [DM7].

8.7.8 Almacenamiento semántico, transferencia y agregación de datos de cosas

Se requiere el almacenamiento semántico, la transferencia y la agregación de datos de cosas para que el almacenamiento, la transferencia y la agregación de datos de cosas puedan realizarse automáticamente de acuerdo con las necesidades de los usuarios de la IoT o de las aplicaciones [DM8].

8.8 Requisitos de seguridad y protección de la privacidad

Los requisitos de seguridad y protección de la privacidad hacen referencia a los requisitos funcionales durante la captura, el almacenamiento, la transferencia, la agregación y el procesamiento de los datos de las cosas, y a la prestación de servicios que implican cosas. Esos requisitos están relacionados con todos los actores de la IoT.

8.8.1 Seguridad de la comunicación

Se requiere una capacidad de comunicación segura, fiable y con protección de la privacidad para prohibir el acceso no autorizado al contenido de datos, garantizar la integridad de los datos y proteger su contenido relativo a la privacidad durante la transmisión o transferencia de datos en la IoT [SP1].

8.8.2 Seguridad de la gestión de datos

Se requiere una capacidad de gestión de datos segura, fiable y con protección de la privacidad para prohibir el acceso no autorizado al contenido de los datos, garantizar la integridad de los datos y proteger su contenido relativo a la privacidad al almacenar o procesar datos en la IoT [SP2].

8.8.3 Seguridad en la prestación de servicios

Se requiere una capacidad de prestación de servicios segura, fiable y con protección de la privacidad para prohibir el acceso a los servicios sin autorización y la prestación de servicios fraudulenta, y para proteger la información de privacidad sobre los usuarios de la IoT [SP3].

8.8.4 Integración de políticas y técnicas de seguridad

Se requiere la capacidad de integrar diferentes políticas y técnicas de seguridad, para garantizar un control de seguridad coherente sobre la diversidad de dispositivos y redes de usuarios en la IoT [SP4].

8.8.5 Autenticación y autorización mutua

Antes de que un dispositivo (o un usuario de la IoT) pueda acceder a la IoT, se requiere una autenticación y autorización mutua entre el dispositivo (o el usuario de la IoT) y la IoT de conformidad con las políticas de seguridad predefinidas [SP5].

8.8.6 Auditoría de seguridad

Se requiere que la IoT soporte la auditoría de seguridad. Todo acceso a los datos o intento de acceso a aplicaciones de la IoT debe ser totalmente transparente, rastreable y reproducible de conformidad con los reglamentos y leyes apropiados. En particular, la IoT debe soportar la auditoría de seguridad para el procesamiento, almacenamiento y transmisión de los datos, y el acceso a la aplicación [SP6].

Anexo A

Lista de requisitos comunes de la IoT

(El presente anexo forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En el cuadro siguiente se relacionan y enumeran los requisitos descritos en la cláusula 8 "Requisitos comunes de la IoT".

Número del requisito	Categoría del requisito	Descripción del requisito	Resumen del requisito
N1	No funcional	Se requiere la garantía de la interoperabilidad entre las implementaciones heterogéneas de la IoT	Se requiere interoperabilidad
N2	No funcional	Se requiere que la IoT soporte la escalabilidad para poder manejar un gran número de dispositivos, aplicaciones y usuarios	Se requiere escalabilidad
N3	No funcional	Se requiere que las capacidades de la IoT, tales como la fiabilidad de las capacidades de comunicación, servicio y gestión de datos de la IoT, sean fiables	Se requiere fiabilidad
N4	No funcional	Se requiere que IoT proporcione alta disponibilidad en la prestación de servicios, la gestión de datos, la comunicación, la detección y el accionamiento	Se requiere una alta disponibilidad
N5	No funcional	En la IoT se requiere adaptabilidad a las nuevas tecnologías que surjan en el futuro	Se requiere adaptabilidad
N6	No funcional	Se requiere que la IoT soporte la capacidad de gestión para garantizar el funcionamiento normal	Se requiere capacidad de gestión
A1	Soporte de aplicaciones	Se requiere la normalización de las interfaces programables para proporcionar acceso abierto a las capacidades de soporte de aplicaciones	Se requieren interfaces programables normalizadas
A2	Soporte de aplicaciones	Se requiere que la IoT soporte la gestión de grupos, incluida la visualización, creación, modificación, supresión de grupos de la IoT y visualización, adición, modificación y supresión de miembros de los grupos de la IoT	Se requiere la gestión de grupos
A3	Soporte de aplicaciones	Se requiere una sincronización de tiempos fiable, a fin de permitir la indicación de tiempo mundial en la IoT	Se requiere una sincronización de tiempos fiable
A4	Soporte de aplicaciones	Se requiere la colaboración entre servicios o entre dispositivos que accedan, con el mismo objetivo, a aplicaciones de la IoT	Se requiere colaboración
A5	Soporte de aplicaciones	Se requiere la gestión de usuarios, incluida la creación, autenticación, autorización y contabilidad de los usuarios de la IoT	Se requiere la gestión de usuarios

Número del requisito	Categoría del requisito	Descripción del requisito	Resumen del requisito
A6	Soporte de aplicaciones	Se requiere la contabilización de los recursos de la IoT utilizados dependiendo de cada aplicación en particular	Se requiere la contabilización de la utilización de recursos
S1	Servicio	Se requiere el establecimiento de prioridades entre los servicios para satisfacer los diferentes requisitos del servicio de los distintos grupos de usuarios de la IoT	Se requiere priorizar los servicios
S2	Servicio	En la IoT se requieren servicios basados en la semántica para soportar la prestación de servicios autónomos	Se requieren servicios basados en la semántica
S3	Servicio	Se requiere la composición de servicios para soportar la creación flexible de servicios en la IoT	Se requiere la composición de servicios
S4	Servicio	Se requieren servicios de movilidad para que la IoT pueda soportar la movilidad de servicios, la movilidad de usuarios y la movilidad de dispositivos	Se requieren servicios de movilidad
S5	Servicio	Se requiere una alta fiabilidad y seguridad cuando se prestan servicios de conectividad con el cuerpo humano	Se requieren servicios de conectividad del cuerpo humano de alta fiabilidad y seguridad
S6	Servicio	Se requieren servicios autónomos para que la IoT pueda permitir la captura, comunicación y el tratamiento automáticos de datos de cosas con arreglo a las normas configuradas por los proveedores de servicios o personalizadas por los usuarios de la IoT	Se requieren servicios autónomos
S7	Servicio	Se requieren servicios basados en la ubicación y sensibles al contexto, de modo que la IoT pueda permitir la prestación de servicios flexibles, personalizados y autónomos basados en la información de la ubicación y el contexto de las cosas y/o los usuarios conexos	Se requieren servicios basados en la ubicación y sensibles al contexto
S8	Servicio	Se requiere la gestión de servicios para soportar la prestación de servicios con alta fiabilidad y disponibilidad	Se requiere gestión de servicios
S9	Servicio	Se requieren los servicios de descubrimiento para que los usuarios de la IoT, los servicios, los dispositivos y los datos de las cosas puedan ser descubiertos por los proveedores de servicios o los usuarios de la IoT	Se requieren servicios de descubrimiento
S10	Servicio	Se requiere el soporte del abono al servicio para que la IoT pueda proporcionar un medio que permita que el usuario de la IoT se abone a los servicios necesarios y a los datos de las cosas asociados	Se requiere el soporte del abono al servicio
S11	Servicio	Se requiere la normalización de los nombres y las direcciones de las cosas y los servicios	Se requiere la normalización de nombres y direcciones

Número del requisito	Categoría del requisito	Descripción del requisito	Resumen del requisito
S12	Servicio	Se requieren capacidades de almacenamiento virtuales y procesamiento para almacenar y procesar una gran cantidad de datos (macrodatos)	Se requieren capacidades de almacenamiento virtual y procesamiento
C1	Comunicación	Se requiere que la IoT soporte las comunicaciones entre dispositivos o entre usuarios de la IoT basadas en eventos, periódicas y automáticas	Se requieren el soporte de modos de comunicación basados en eventos, periódicos y automáticos
C2	Comunicación	Se requiere el soporte del modo de comunicación unidifusión (por ejemplo, para comunicaciones entre usuarios o dispositivos de la IoT). Se requiere el soporte de los modos de comunicación multidifusión, radiodifusión y difusión al más próximo, para que la IoT pueda prestar diversos servicios de comunicación a un grupo de usuarios o dispositivos de la IoT (por ejemplo, para soportar la colaboración entre usuarios o dispositivos de la IoT)	Se requiere el soporte de los modos de comunicación unidifusión, multidifusión, radiodifusión y difusión al más próximo
C3	Comunicación	Se requiere el soporte de las comunicaciones iniciadas por dispositivos, para satisfacer los requisitos de las comunicaciones automáticas	Se requiere el soporte de comunicaciones iniciadas por dispositivos
C4	Comunicación	Se requiere el soporte del control de errores en las comunicaciones, para que la IoT pueda, por ejemplo, resolver el problema de las interferencias entre dispositivos	Se requiere el soporte del control de errores para las comunicaciones
C5	Comunicación	Se requiere que la IoT soporte la gestión y la transmisión de mensajes en las que el tiempo sea un factor crítico	Se requiere el soporte de comunicaciones en las que el tiempo sea un factor crítico
C6	Comunicación	Se requiere que la IoT soporte las capacidades de autoconfiguración, autorrestablecimiento, autooptimización y autoprotección a nivel de red	Se requieren redes autónomas
C7	Comunicación	Se requiere que la comunicación sea sensible al contenido, de modo que, por ejemplo, la IoT pueda soportar la selección de trayecto y el encaminamiento de las comunicaciones con arreglo al contenido de éstas	Se requiere una comunicación sensible al contenido
C8	Comunicación	Se requiere que la IoT soporte las interacciones entre los actores de la IoT basadas en la ubicación	Se requiere una comunicación basada en la ubicación
C9	Comunicación	Las comunicaciones pueden efectuarse en la capa de dispositivo (véase [UIT-T Y.2060]) con varios tipos de tecnologías alámbricas o inalámbricas, como el bus de la red de área de controlador (CAN), ZigBee, Bluetooth, WiFi, etc.	Se requiere el soporte de tecnologías de comunicación heterogéneas relacionadas con los dispositivos

Número del requisito	Categoría del requisito	Descripción del requisito	Resumen del requisito
C10	Comunicación	Las comunicaciones pueden efectuarse en la capa de red (véase [UIT-T Y.2060]) con varios tipos de tecnologías, como la segunda generación/tercera generación (2G/3G), la evolución a largo plazo (LTE), Ethernet, la línea de abonado digital (DSL), etc.	Se requiere el soporte de tecnologías de comunicación heterogéneas relacionadas con la red
D1	Dispositivo	Se requiere que la IoT soporte el establecimiento de la conectividad entre una cosa y la IoT con arreglo al identificador de la cosa	Se requiere una conectividad basada en la identificación entre una cosa y la IoT
D2	Dispositivo	Se requiere el soporte de la supervisión, el control y la configuración a distancia de los dispositivos para aumentar la capacidad de gestión de los dispositivos en la IoT	Se requiere la supervisión, el control y la configuración a distancia de los dispositivos
D3	Dispositivo	Se requiere que la IoT soporte la capacidad de autoconfiguración (<i>plug and play</i>) para permitir la generación, composición y adquisición sobre la marcha de configuraciones de dispositivos basadas en la semántica	Se requiere la capacidad de autoconfiguración (<i>plug and play</i>)
D4	Dispositivo	Se requiere el soporte de la supervisión, el control y la configuración a distancia de los dispositivos para aumentar la capacidad de gestión de los dispositivos en la IoT	Se requiere la supervisión de las cosas puntualmente
D5	Dispositivo	Se requiere que la IoT soporte la movilidad de las cosas	Se requiere movilidad de dispositivos
D6	Dispositivo	Se requiere la comprobación de la integridad de los dispositivos para soportar la alta disponibilidad de los mismos	Se requiere la verificación de la integridad de los dispositivos
DM1	Gestión de datos	Se requiere que la IoT soporte el almacenamiento de datos de las cosas con arreglo a normas y políticas predefinidas	Se requiere el soporte del almacenamiento de datos de las cosas
DM2	Gestión de datos	Se requiere el soporte de la fusión y la minería de datos con arreglo a normas y políticas predefinidas	Se requiere el soporte del procesamiento de los datos de las cosas
DM3	Gestión de datos	Se requiere que la IoT facilite información histórica de las cosas	Se requiere el soporte de la consulta de datos históricos de las cosas
DM4	Gestión de datos	Se requiere que la IoT soporte el control de acceso a los datos por parte de su propietario para que los usuarios de la IoT puedan controlar cómo se exponen sus datos a otros usuarios de la IoT	Se requiere el control del acceso a los datos por parte de sus propietarios
DM5	Gestión de datos	Se requiere que la IoT facilite el acceso a fuentes de datos externas, por ejemplo, a bases de datos de salud fuera de la IoT [DM5]	Se requiere el soporte del intercambio de datos con entidades ajenas a la IoT

Número del requisito	Categoría del requisito	Descripción del requisito	Resumen del requisito
DM6	Gestión de datos	Se requiere que la IoT compruebe la integridad de los datos de las cosas y gestione su ciclo de vida, de modo que la IoT sea capaz de proporcionar una alta disponibilidad y fiabilidad de los datos de las cosas	Se requiere la comprobación de la integridad y la gestión del ciclo de vida de los datos de las cosas
DM7	Gestión de datos	Se requiere la anotación semántica de los datos de las cosas. Para soportar la consulta automática de las cosas, se requiere el acceso semántico a los datos de las cosas	Se requieren anotaciones semánticas y acceso semántico a los datos de las cosas
DM8	Gestión de datos	Se requiere la realización automática del almacenamiento, la transferencia y la agregación de datos de las cosas, de acuerdo con las necesidades de los usuarios de la IoT o de las aplicaciones	Se requiere almacenamiento semántico, transferencia y agregación de datos de las cosas
SP1	Seguridad y protección de la privacidad	Se requiere que la IoT soporte una capacidad de comunicación segura, fiable y protegida por la privacidad	Se requiere seguridad en la comunicación
SP2	Seguridad y protección de la privacidad	Se requiere que la IoT proporcione una capacidad de gestión de datos segura, fiable y protegida por la privacidad	Se requiere seguridad en la gestión de los datos
SP3	Seguridad y protección de la privacidad	Se requiere que la IoT proporcione una capacidad de prestación de servicios segura, fiable y protegida por la privacidad	Se requiere seguridad en la prestación del servicio
SP4	Seguridad y protección de la privacidad	Se requiere la integración de diferentes políticas y técnicas de seguridad relacionadas con la diversidad de dispositivos y redes de usuarios en la IoT	Se requiere la integración de diferentes políticas y técnicas de seguridad
SP5	Seguridad y protección de la privacidad	Se requiere la autenticación y autorización mutua con arreglo a las políticas de seguridad predefinidas, antes de que un dispositivo (o un usuario de la IoT) pueda acceder a la IoT	Se requiere la autenticación y autorización mutua
SP6	Seguridad y protección de la privacidad	Se requiere que todo acceso a los datos o intento de acceso a aplicaciones de la IoT sea totalmente transparente, rastreable y reproducible de conformidad con reglamentos y leyes apropiados	Se requiere el soporte de la auditoría de seguridad en la IoT

Apéndice I

Casos representativos de utilización de la IoT

(El presente apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En este apéndice se describen algunos casos de utilización representativos de la IoT, que se resumen y clasifican en función de los casos de utilización de aplicaciones dentro de los dominios de aplicación o entre múltiples dominios de aplicación.

I.1 Videovigilancia

La videovigilancia es una clase habitual de caso de utilización presente en numerosas aplicaciones de la IoT. Por ejemplo, en las aplicaciones de las ciudades inteligentes, por motivos de seguridad se utilizan cámaras de vídeo en la ciudad para observar los movimientos de las personas. En la supervisión de la contaminación, la videovigilancia se utiliza para observar si sale agua contaminada de una fábrica. Los hospitales utilizan la videovigilancia para vigilar el estado de un paciente a distancia.

La videovigilancia suele exigir un gran número de recursos, tales como un gran ancho de banda de comunicación para la transferencia de vídeo, una gran cantidad de recursos de almacenamiento para mantener copias de vídeo y potentes procesadores para la búsqueda y el procesamiento de secuencias de vídeo.

I.2 Alerta de emergencia

La alerta de emergencia se extrae de un gran número de casos de utilización, como la transmisión de mensajes de salvamento cuando una persona sufre una crisis cardíaca, la transmisión de mensajes de alerta antes de que un vehículo se averíe o justo después de eso, cuando se produce un accidente de tráfico, y cuando se transmite una alerta porque la presión arterial ha superado un valor umbral.

Estos casos de utilización requieren un transporte de datos fiable y de alta prioridad con un retardo mínimo y también se necesitan capacidades de comunicación iniciadas por los dispositivos.

I.3 Adquisición de datos

Esta clase de casos de utilización incluye, entre otros, la lectura de los contadores del gas, del agua y la supervisión de su calidad, la lectura de los contadores de electricidad, el envío de los datos de las máquinas expendedoras de billetes de autobús, etc. En estos casos de utilización, las comunicaciones de datos se realizan a intervalos regulares.

Estos casos de utilización requieren mecanismos para la transmisión periódica de datos. La tarea de transmisión puede activarse automáticamente con arreglo a una política determinada. Normalmente, en la mayoría de estos casos de utilización, el caudal de transmisión de datos es bajo.

I.4 Mandos a distancia

Esta clase de casos de utilización incluye una serie de ámbitos de aplicación, tales como la domótica, la fabricación y los sistemas de transporte inteligentes (STI). En estos casos de utilización, la aplicación de la IoT requiere la capacidad de que el usuario controle los dispositivos a distancia.

Para esta clase de casos de utilización, las comunicaciones de datos para el control de los dispositivos remotos no son continuas y no ocurren forzosamente a intervalos regulares. Estos casos de utilización requieren mecanismos que establezcan la conectividad entre los controladores y los dispositivos remotos, y que inicien los controladores o los dispositivos sólo cuando haya que transmitir datos.

I.5 Transferencia de eventos a través de diferentes dominios de aplicación

En muchas aplicaciones de la IoT, tales como las aplicaciones de gestión de ciudades inteligentes y de emergencias, los eventos que se producen en un dominio de aplicación se transfieren a otros dominios de aplicación pertinentes. Dependiendo de los eventos que se transfieran a través de diferentes dominios de aplicación, las diferentes aplicaciones pueden colaborar en la prestación de funciones y servicios adicionales a los específicos de un solo dominio de aplicación. Como ejemplos de estos casos de utilización se pueden citar los eventos transferidos entre aplicaciones de mantenimiento de carreteras y puentes, entre aplicaciones de gestión del tráfico y de conducción, entre aplicaciones de predicción meteorológica y de prevención de inundaciones, etc.

Estos casos de utilización necesitan que los acontecimientos se describan en un formato normalizado para que las diferentes aplicaciones de la IoT puedan comprenderlos. Además, la transferencia de los eventos debe ser fiable y segura.

I.6 Compartición de datos entre diferentes dominios de aplicación

Algunos datos son importantes no sólo en la aplicación de la IoT en la que se recogen, sino también en otras aplicaciones de la IoT. Entre estos datos figuran los de la posición geográfica, los del tráfico rodado, etc. De conformidad con los reglamentos y leyes vigentes, los datos también podrán compartirse entre diferentes dominios de aplicación, facilitando la ampliación del número de funciones y servicios prestados. Por ejemplo, los datos relativos a la posición geográfica de los teléfonos móviles podrían utilizarse para calcular el tráfico rodado.

Estos casos de utilización requieren formatos de datos normalizados entre los diferentes dominios de aplicación de la IoT, de modo que los datos puedan compartirse entre los diferentes dominios de aplicación.

I.7 Centro de operaciones integrado para una ciudad inteligente

Las ciudades inteligentes desarrolladas con una infraestructura de la IoT están se convirtiendo en una nueva tendencia en el desarrollo urbano en todo el mundo. En el futuro, las ciudades deberán contar con un sistema inteligente de "cerebro" para analizar los diferentes tipos de datos recogidos por los dispositivos de la IoT y actuar en función de los resultados de su análisis y de otras acciones conexas. Tal sistema de cerebro urbano podría denominarse "centro operativo integrado de la ciudad inteligente".

Este centro operativo integrado requiere esencialmente compartir, agregar y procesar datos a través de múltiples dominios de aplicación. Por ejemplo, las implementaciones de un centro de operaciones integrado de este tipo suelen requerir la integración de la información sobre el estado operativo urbano en tiempo real con la supervisión de eventos, el análisis de datos, la alerta temprana inteligente y la difusión de información, la toma de decisiones inteligente y el mando y despacho integrados.

I.8 Detalle de un caso de utilización: recopilación de información sobre un accidente de tráfico

Una estación STI (E-STI) dentro de un vehículo que está directamente implicada en un accidente o próxima a éste, lo detecta e inicia automáticamente un parte de accidente. Intenta conectarse a la IoT para enviarle el parte del accidente. La IoT recibe y verifica el parte del accidente y el resultado de su análisis se envía a los abonados a este servicio, es decir, a una comisaría de policía y a un centro de salvamento.

Los abonados al servicio pueden solicitar a la IoT que recopile más información sobre el accidente. La IoT recibe estas solicitudes de servicio y pide a las E-STI que recopilen más información con arreglo a las solicitudes de los abonados. Las E-STI próximas al lugar del accidente reciben, verifican, analizan y ejecutan las instrucciones recibidas, es decir, toman fotografías, determinan el estado actual del viaje, generan informes, firman los informes y suben los informes firmados a la IoT. La IoT acumula y verifica los informes que suben las E-STI y, a continuación, genera un informe que contiene información visual sobre el lugar del accidente para el Centro de Salvamento y un informe sobre la situación del tráfico cerca del lugar del accidente. Estos informes se envían de nuevo al Centro de Salvamento y a la Comisaría de Policía, respectivamente.

El centro de salvamento analiza el informe sobre el lugar del accidente y establece un plan de salvamento específico. La comisaría analiza el informe sobre la situación del tráfico y establece un plan específico de control de tráfico.

Este caso de utilización requiere una capacidad de comunicación iniciada por el dispositivo, una capacidad de comunicación segura y de confianza y una colaboración entre las diferentes aplicaciones que se base en eventos.

Bibliografía

- [b-UIT-T Y.2061] Recomendación UIT-T Y.2061 (2012), *Requisitos para soportar aplicaciones de comunicación orientada a las máquinas en el entorno de las redes de próxima generación*.
- [b-IoT-A D6.2] The Internet of Things Architecture – IoT-A (2011), *Project Deliverable D6.2 – Updated Requirements List*.
<http://www.iot-a.eu/public/public-documents/documents-1>
- [b-UML] ISO/CEI 19505-2:2012, *Information technology – Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) – Part 2: Superstructure*.
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52854

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación