

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

F.747.2

(06/2012)

SERIE F: SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN
NO TELEFÓNICOS

Servicios multimedia

**Directrices relativas a la implantación
de servicios y aplicaciones de redes
de sensores ubicuos para atenuar
los efectos del cambio climático**

Recomendación UIT-T F.747.2

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE F
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN NO TELEFÓNICOS

SERVICIO TELEGRÁFICO	
Métodos de explotación del servicio público internacional de telegramas	F.1–F.19
La red géntex	F.20–F.29
Conmutación de mensajes	F.30–F.39
El servicio internacional de telemensajes	F.40–F.58
El servicio internacional télex	F.59–F.89
Estadísticas y publicaciones relativas a los servicios telegráficos internacionales	F.90–F.99
Servicios de telecomunicación a horas fijas y arrendados	F.100–F.104
Servicio de telefotografía	F.105–F.109
SERVICIO MÓVIL	
Servicio móvil y servicios por satélite con destinos múltiples	F.110–F.159
SERVICIOS DE TELEMÁTICA	
Servicio facsímil público	F.160–F.199
Servicio teletex	F.200–F.299
Servicio videotex	F.300–F.349
Aspectos generales de los servicios de telemática	F.350–F.399
SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE MENSAJES	F.400–F.499
SERVICIOS DE DIRECTORIO	F.500–F.549
COMUNICACIÓN DE DOCUMENTOS	
Comunicación de documentos	F.550–F.579
Interfaces de comunicación de programación	F.580–F.599
SERVICIOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS	F.600–F.699
SERVICIOS MULTIMEDIA	F.700–F.799
SERVICIOS DE LA RDSI	F.800–F.849
TELECOMUNICACIÓN PERSONAL UNIVERSAL	F.850–F.899
FACTORES HUMANOS	F.900–F.999

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

Recomendación UIT-T F.747.2

Directrices relativas a la implantación de servicios y aplicaciones de redes de sensores ubicuos para atenuar los efectos del cambio climático

Resumen

La Recomendación UIT-T F.747.2 contiene una serie de directrices relativas a la implantación de servicios y aplicaciones de redes de sensores ubicuos (USN) para atenuar los efectos del cambio climático.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio
1.0	ITU-T F.747.2	2012-06-29	16

Palabras clave

Cambio climático, CC, gas de efecto invernadero, GEI, red de sensores ubicuos, USN.

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 [ha recibido/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 2017

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.....	1
3.1 Términos definidos en otros textos.....	1
3.2 Términos definidos en esta Recomendación	2
4 Abreviaturas y acrónimos	2
5 Convenios	2
6 Síntesis de las actividades de seguimiento del cambio climático.....	2
6.1 Redes mundiales de vigilancia de los gases de efecto invernadero.....	2
6.2 Redes locales de vigilancia de los GEI.....	3
7 Análisis del impacto ambiental de los servicios y aplicaciones de las USN.....	4
7.1 Componentes de la implantación de las USN	4
7.2 Repercusiones positivas sobre el medioambiente	4
7.3 Repercusiones negativas sobre el medioambiente	7
8 Requisitos para la implantación de servicios y aplicaciones de USN con miras a la atenuación de los efectos del cambio climático.....	8
8.1 Recursos ecológicos	8
8.2 Eficiencia energética	9
8.3 Condiciones de funcionamiento de los sensores de GEI.....	10
Bibliografía	11

Recomendación UIT-T F.747.2

Directrices relativas a la implantación de servicios y aplicaciones de redes de sensores ubicuos para atenuar los efectos del cambio climático

1 Alcance

La presente Recomendación contiene una serie de directrices relativas a la implantación de servicios y aplicaciones de redes de sensores ubicuos (USN) para atenuar los efectos del cambio climático. El alcance de la misma comprende:

- una síntesis de las actividades de seguimiento del cambio climático;
- un análisis del impacto ambiental de las aplicaciones y servicios de las USN; y
- los requisitos aplicables a la implantación de servicios y aplicaciones de USN para atenuar los efectos del cambio climático.

Entre las actividades de seguimiento del cambio climático figuran las de supervisión del estado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y las de vigilancia de las variaciones cronológicas de dichas emisiones.

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.2221] Recomendación UIT-T Y.2221 (2010), *Requisitos para el soporte de los servicios y aplicaciones de redes de sensores ubicuos en el entorno de las redes de próxima generación.*

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros textos

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

3.1.1 cambio climático [b-IPCC]: Variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

3.1.2 gas de efecto invernadero [b-ISO 14064-1]: Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes.

3.1.3 sensor [UIT-T Y.2221]: Dispositivo electrónico que detecta una condición física o un componente químico y entrega una señal electrónica proporcional a la característica observada.

3.1.4 red de sensores [UIT-T Y.2221]: Red compuesta de nodos de sensores interconectados que intercambian los datos detectados mediante comunicaciones alámbricas o inalámbricas.

3.1.5 nodo de sensor [UIT-T Y.2221]: Dispositivo compuesto de sensores y accionadores opcionales con capacidades de procesamiento e interconexión de datos detectados.

3.1.6 red de sensores ubicuos (USN) [UIT-T Y.2221]: Red conceptual construida sobre redes físicas existentes que hace uso de datos detectados y proporciona servicios de conocimientos a cualquiera, en cualquier lugar y en cualquier momento y donde la información se genera utilizando conocimientos del contexto.

3.1.7 software intermedio de USN [UIT-T Y.2221]: Conjunto de funciones lógicas que sirve de soporte para servicios y aplicaciones de USN.

3.2 Términos definidos en esta Recomendación

Ninguno.

4 Abreviaturas y acrónimos

Esta Recomendación hace uso de las siguientes abreviaturas y acrónimos:

API	Interfaz de programación de aplicaciones (<i>application program interface</i>)
UCP	Unidad central de procesamiento (<i>central processing unit</i>)
VAG	Vigilancia de la atmósfera global (<i>global atmosphere watch</i>)
GEI	Gas de efecto invernadero (<i>greenhouse gas</i>)
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio (<i>climático intergovernmental panel on climate change</i>)
RX	Receptor (<i>receiver</i>)
TX	Transmisor (<i>transmitter</i>)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (<i>United Nations framework convention on climate change</i>)
USN	Red de sensores ubicuos (<i>ubiquitous sensor network</i>)

5 Convenios

Ninguno.

6 Síntesis de las actividades de seguimiento del cambio climático

6.1 Redes mundiales de vigilancia de los gases de efecto invernadero

Las actividades de vigilancia de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y seguimiento del cambio climático requieren de la instalación de sensores, nodos de sensores y redes de sensores de GEI a escala nacional y/o mundial. Una red nacional de vigilancia de los GEI puede interactuar con una red mundial análoga, tal como la ilustrada en la Figura 1, cuyo mantenimiento incumbe

al Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) [b-Programa VAG].

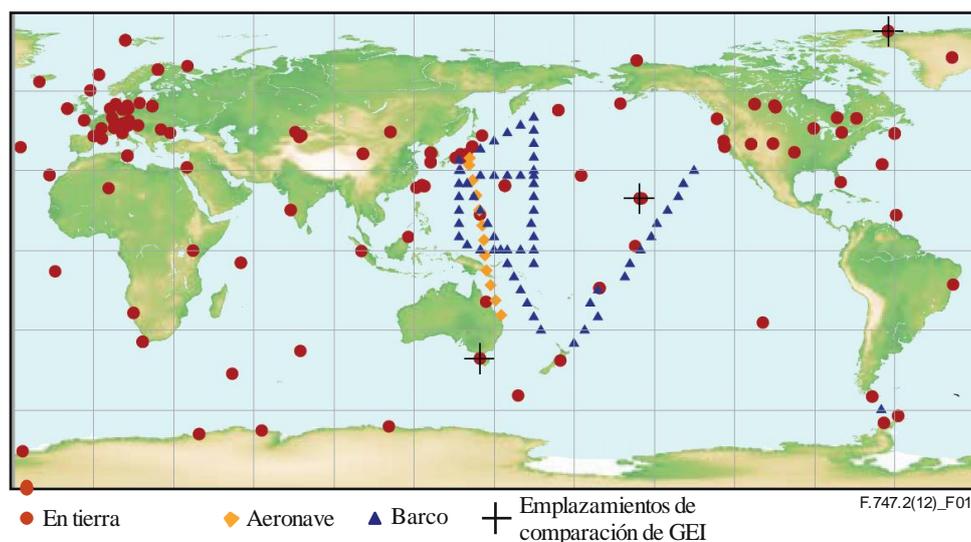


Figura 1 – Red mundial OMM/VAG de vigilancia de los GEI

6.2 Redes locales de vigilancia de los GEI

En las Directrices del IPCC se proponen tres niveles para estimar las emisiones de GEI procedentes de la quema de combustibles fósiles [b-Directrices del IPCC]:

- El método del Nivel 1 se basa en el combustible, puesto que las emisiones de todas las fuentes de combustión pueden estimarse sobre la base de las cantidades de combustible quemado (normalmente a partir de las estadísticas de energía nacionales) y los factores de emisión promedio. Están disponibles los factores de emisión del Nivel 1 para todos los gases directos de efecto invernadero pertinentes.
- En el método del Nivel 2, las emisiones se estiman a partir de estadísticas similares de combustible, como las utilizadas en el método del Nivel 1, pero se utilizan factores de emisión específicos del país en lugar de los factores por defecto de dicho nivel. Ello se debe a que cada combustible, tecnología de combustión o incluso cada planta puede dar lugar a unos factores de emisión distintos en cada país.
- En el método del Nivel 3, se utilizan modelos detallados de emisión o mediciones y datos del nivel de la planta individual, según corresponda. De aplicarse correctamente, estos modelos y mediciones deben brindar mejores estimaciones principalmente para los gases de efecto invernadero no CO₂, pero exigen información más detallada y un mayor esfuerzo.

El método del Nivel 3 permite a una empresa medir las emisiones reales de GEI y evitar así una sobreestimación fruto del principio de prudencia. En virtud de este último, cabe aplicar suposiciones, valores y procedimientos prudentes en los casos en que los supuestos y los datos son inciertos y la ganancia en términos de precisión no compensa el coste de las medidas de reducción de la incertidumbre. Al aplicar una postura contable más conservadora con miras al cálculo de las emisiones de GEI, hay más probabilidades de sobreestimar los valores que de subestimarlos.

Las empresas pueden instalar una red local de vigilancia de los GEI en sus plantas.

7 Análisis del impacto ambiental de los servicios y aplicaciones de las USN

7.1 Componentes de la implantación de las USN

En la Recomendación UIT-T Y.2221, las USN se definen como redes conceptuales construidas sobre redes físicas existentes que hacen uso de datos detectados y proporcionan servicios de conocimientos a cualquiera, en cualquier lugar y en cualquier momento. En las USN, la información y el conocimiento se generan utilizando conocimientos del contexto.

Las aplicaciones y servicios de las USN se establecen mediante la integración de servicios de redes de sensores en una infraestructura de red. Además, pueden aplicarse a la vida cotidiana de manera imperceptible, ya que todo está unido virtualmente por redes ubicuas de usuarios (incluidas personas y máquinas) y nodos de sensores, y se retransmite a través de entidades intermedias de red, tales como servidores de aplicaciones, entidades de software intermedio, entidades de red de acceso y pasarelas de USN. La integración de hardware, software, aplicaciones y servicios de USN puede emprenderse en diversos ámbitos de aplicaciones civiles, entre ellos, la automatización industrial, la domótica, la vigilancia agrícola, la salud, el medioambiente, la vigilancia de la contaminación y las situaciones de catástrofe, y la seguridad.

En la Figura 2 se ilustran los componentes de la implantación de servicios y aplicaciones de USN para atenuar los efectos del cambio climático. Sus repercusiones en el medioambiente pueden ser tanto positivas como negativas.

Servicios y aplicaciones de USN			
Red central			
Red de sensores (alámbrica, inalámbrica)			
Pasarela		Nodo de sensor	
H/W	S/W	H/W	S/W

Figura 2 – Componentes de la implantación de servicios y aplicaciones de USN

7.2 Repercusiones positivas sobre el medioambiente

Las USN desempeñan un papel crucial en la atenuación de los efectos del cambio climático, pues permiten realizar un seguimiento de diversos datos ambientales y controlar las fuentes de consumo energético de acuerdo con dichos datos.

Los nodos de sensores pueden medir y facilitar distintos tipos de datos ambientales, tales como la presión, la humedad, la temperatura, la luz, los agentes químicos, la tensión e inclinación, la velocidad y aceleración, los campos magnéticos, las vibraciones, el movimiento, la presencia de metales y el sonido.

Los parámetros de detección se utilizan para estudiar el cambio climático y entender los fenómenos meteorológicos. La provisión de los datos detectados y su gestión, presentación y utilización a fin de obtener información de valor añadido y contrarrestar los efectos del cambio climático constituyen todo un reto. En la presente sección se resumen algunos ejemplos del modo en que podrían utilizarse las USN en aras de la atenuación del cambio climático.

7.2.1 Vigilancia directa del cambio climático

Los servicios y aplicaciones de las USN permiten realizar un seguimiento directo con miras a la recopilación de datos climáticos. Por ejemplo, la vigilancia del medio marino y del estado de los glaciares facilita la detección de cambios ambientales continuos.

A fin de atenuar los efectos del cambio climático, es importante vigilar el clima y verificar si los cambios en el medioambiente son fruto de la actividad humana o de fenómenos naturales. El uso de redes de sensores con miras a la vigilancia climática ha sido objeto de investigación durante décadas, lo que ha permitido el desarrollo de tecnologías y técnicas viables para el seguimiento del cambio climático. Numerosos experimentos han demostrado que los sistemas de vigilancia basados en las USN proporcionan datos valiosos.

El sistema de vigilancia del medio marino que ilustra la Figura 3 constituye un ejemplo de vigilancia directa del medioambiente. En este caso, los datos de los nodos de sensores utilizados para vigilar el estado de los medios marino y glacial en tiempo real se transmiten al sistema local de vigilancia y gestión.

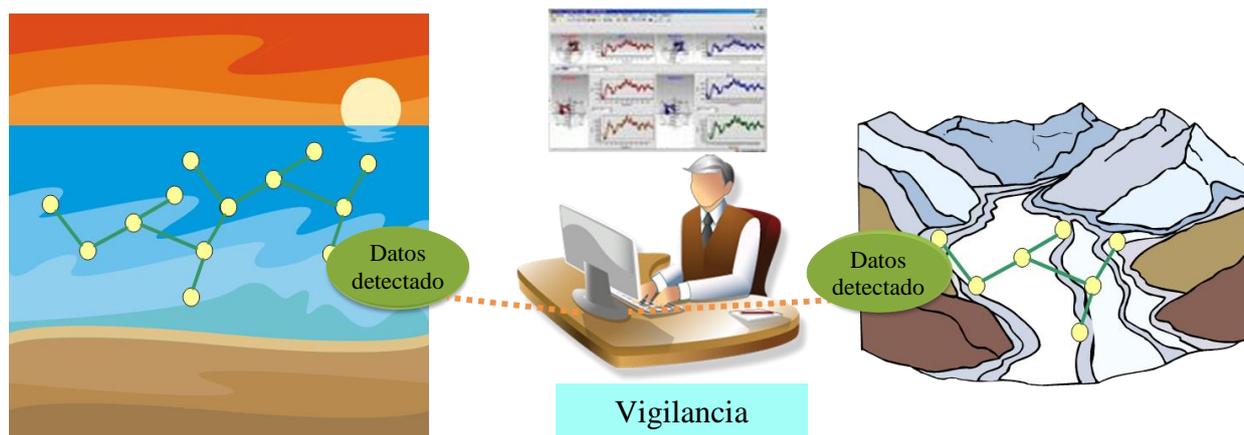


Figura 3 – Ejemplo de vigilancia de los medios marino y glacial

El sistema de vigilancia de las corrientes de aire superiores y del estado atmosférico que ilustra la Figura 4 también representa un ejemplo de vigilancia directa del medioambiente. No obstante, incluye características que difieren ligeramente de las relativas a la vigilancia climática general. Los cambios en la altitud, la temperatura, la humedad y el flujo atmosférico son fundamentales para comprender el cambio climático en una región determinada.

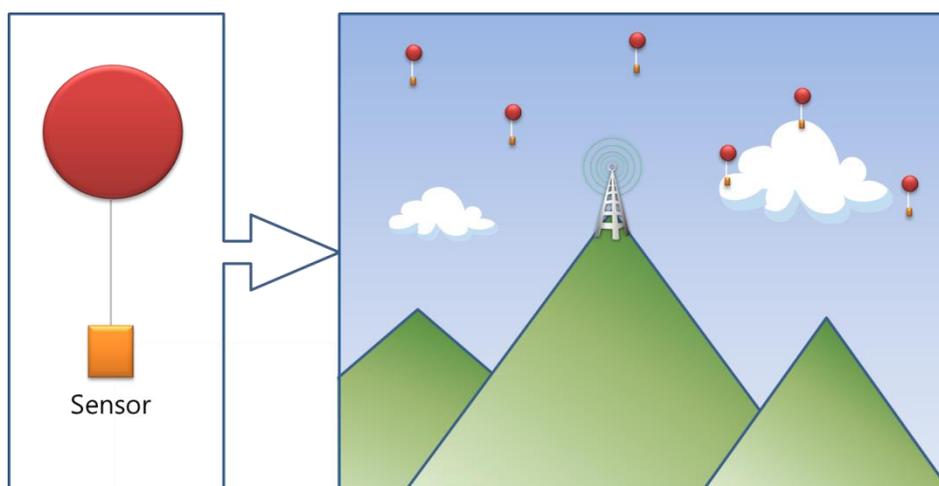


Figura 4 – Ejemplo de vigilancia de las corrientes de aire superiores y del estado de la alta atmósfera

7.2.2 Vigilancia y control de las emisiones de GEI

Cabe la posibilidad de desarrollar aplicaciones de USN para vigilar y limitar automáticamente los niveles de consumo energético. Diversas aplicaciones de USN tienen la capacidad de controlar el consumo de energía eléctrica y la contaminación atmosférica, a fin de alertar a los usuarios cuando sus sistemas excedan los umbrales establecidos.

Un sistema de gestión de varios componentes de la infraestructura urbana (véanse la red de carreteras, el sistema de alcantarillado y/o las líneas de distribución de agua y gas) constituye un buen ejemplo de este tipo de aplicaciones de USN. Cuando los sistemas de USN detectan un fallo, activan los sistemas de mantenimiento correspondientes para corregir la avería. Por ejemplo, un sistema de gestión de carreteras puede captar las condiciones de las vías y proporcionar la información conexas a los conductores, junto con datos meteorológicos adicionales. Además, las aplicaciones de USN pueden ayudar a reducir las emisiones de GEI provocadas por el tráfico pesado, reorientando los vehículos hacia rutas menos congestionadas.

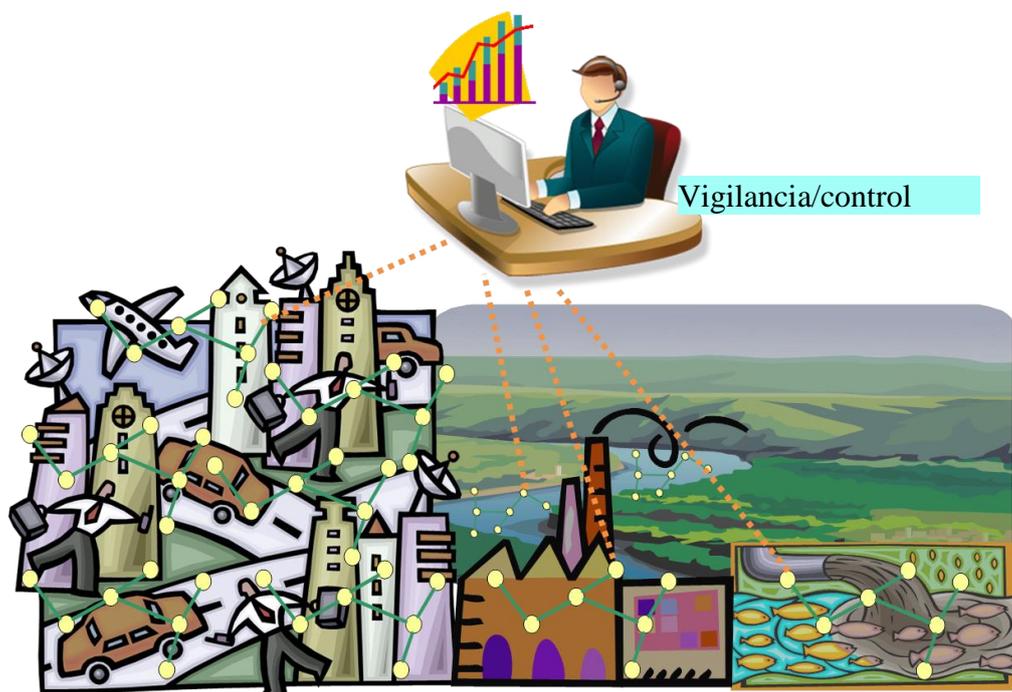


Figura 5 – Ejemplo de gestión de instalaciones urbanas

Entre los ejemplos de sistemas de vigilancia del consumo energético y las emisiones de GEI figuran asimismo los de automatización de edificios residenciales y comerciales. Las bombillas, por ejemplo, pueden regular automáticamente su brillo de acuerdo con la información captada por los sensores de movimiento y la luz ambiente. Por su parte, los electrodomésticos y otros aparatos electrónicos pueden entrar en modos de ahorro energético cuando nadie los esté utilizando. El control de los niveles de consumo energético y las emisiones de GEI de los edificios comerciales es más complejo que el del consumo y los niveles de emisiones de los hogares unifamiliares. No obstante, en ambos casos puede utilizarse equipos de automatización idénticos o conceptos de sistemas análogos. Los servidores de vigilancia de hogares y edificios son capaces de mostrar los niveles de consumo energético detectados, para que los propietarios puedan realizar los ajustes correspondientes. Cabe señalar que estos sistemas de vigilancia y control reducen las emisiones de GEI en un promedio de aproximadamente el 10%.

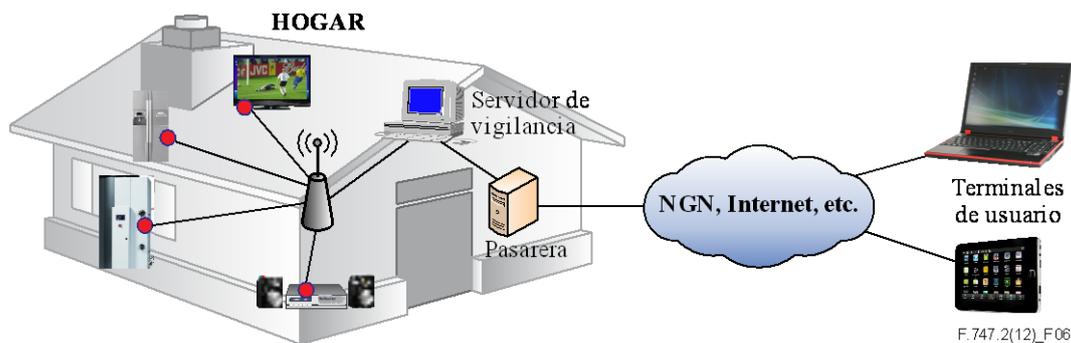


Figura 6 – Ejemplo de vigilancia de los GEI en el hogar

7.2.3 Vigilancia indirecta para obtener información sobre las características climáticas

Numerosas aplicaciones de USN permiten realizar un seguimiento directo con miras a la recopilación de datos climáticos. Los investigadores dependen de este tipo de aplicaciones para analizar y comprender el cambio climático. La comprensión del cambio climático integra la primera etapa del proceso de elaboración de estrategias encaminadas a la resolución de crisis inminentes que podrían poner en peligro los suministros mundiales de agua potable, saneamiento e irrigación.

Las aplicaciones de USN pueden implantarse de manera generalizada para controlar los cambios ambientales y facilitar la comprensión de sus causas subyacentes. Los resultados de los datos recopilados pueden utilizarse con objeto de predecir cambios futuros.

Las aplicaciones de USN para la vigilancia de los recursos hídricos se basan en la construcción de redes de sensores inalámbricos que permiten examinar con mayor detenimiento el ciclo del agua y pueden facilitar la comprensión de diversos fenómenos meteorológicos. En este caso, los nodos de sensores se instalan en invernaderos y campos abiertos, y una aplicación de red de sensores controla el medio agrícola y obtiene información sobre el hábitat de las plantas a fin de contribuir al establecimiento de unas condiciones óptimas para su cultivo

7.3 Repercusiones negativas sobre el medioambiente

A escala mundial, se está registrando un aumento de la conciencia sobre la cuestión del cambio climático en el sector de las TIC y un consecuente incremento de la percepción del impacto ambiental de los productos eléctricos y electrónicos, así como de la importancia de restringir la utilización de sustancias peligrosas y aplicar diseños ecológicos. En ese sentido, cabe señalar que todas las materias primas generan emisiones de GEI a lo largo de su ciclo de vida, desde su procesamiento, fabricación, distribución, uso, reparación y mantenimiento, hasta la eliminación o el reciclado de los productos. Si bien las USN no constituyen una excepción a esta regla, pueden utilizarse en numerosos ámbitos y repercutir de manera positiva en el medioambiente.

7.3.1 Utilización de materiales peligrosos

Entre los componentes de las USN figuran equipos físicos, tales como pasarelas, nodos de sensores, sensores y baterías, incluidos pequeños nodos de sensores alimentados esencialmente por baterías. Las baterías contienen metales pesados de la índole del mercurio, el plomo, el cadmio y el níquel, que pueden contaminar el entorno si no se eliminan adecuadamente. De no recuperar los nodos de sensores utilizados, los desechos electrónicos derivados de los equipos físicos de las USN y ciertos metales pueden liberar elementos peligrosos a través de las cenizas generadas durante el proceso de combustión. De este modo, las medidas de compensación de la contaminación ambiental causada por los desechos electrónicos entrañan un aumento de las emisiones de GEI.

7.3.2 Emisiones indirectas de GEI

Los servicios y aplicaciones de las USN causarán una carga ambiental en todas las fases del ciclo de vida de los productos. Sin embargo, la mayor parte de la carga ambiental es fruto del consumo de energía eléctrica que ha lugar durante la fase de utilización. El consumo de energía eléctrica genera emisiones indirectas de GEI en las centrales eléctricas (por ejemplo, centrales termoeléctricas, etc.), las cuales emiten este tipo de gases durante el proceso de generación de energía.

8 Requisitos para la implantación de servicios y aplicaciones de USN con miras a la atenuación de los efectos del cambio climático

Si bien desempeñan un papel fundamentalmente positivo en la atenuación de los efectos del cambio climático en diversos ámbitos, los servicios y aplicaciones de las USN emiten GEI tal y como se describe en las cláusulas 7.2 y 7.3 *supra*. Por tanto, es importante implantar y utilizar dichos servicios y aplicaciones de manera respetuosa con el medio ambiente. Además, cabe considerar la aplicación de diseños y soluciones de funcionamiento ecológicos en el marco de las pasarelas de red de sensor y otros servidores específicos, así como en los nodos de sensores.

8.1 Recursos ecológicos

Los nodos de sensores se diseñan y fabrican en tamaños pequeños, con poca memoria y escasa capacidad de procesamiento, y funcionan con una potencia muy limitada que obtienen de baterías no recargables. Este principio de diseño básico de nodos de sensores de pequeño tamaño y escasa capacidad de procesamiento hace de los servicios y aplicaciones de las USN una buena solución para reducir las emisiones de carbono. No obstante, aún es preciso considerar numerosas cuestiones, entre ellas, los materiales de los componentes, las baterías, el reciclaje de recursos, etc. En particular, debe tenerse en cuenta la utilización de baterías solares u otras fuentes de energía alternativas que sean respetuosas con el medio ambiente.

8.1.1 Materiales de los componentes

Si se utilizan sensores para vigilar el clima o recopilar información ambiental, es necesario minimizar la carga ambiental conexas. Generalmente, los productos emiten GEI durante todo su ciclo de vida, desde la adquisición de las materias primas hasta la eliminación final de los productos. Además, la carga ambiental también está vinculada al uso de materias primas dañinas. En consecuencia, de poder recuperar los nodos de sensores retirados del servicio con miras a su reutilización o su reciclaje, podrían reducirse las emisiones de GEI. En caso de que dichos nodos no pudieran recuperarse, cabría la posibilidad de minimizar la carga ambiental fabricándolos con materiales respetuosos con el medio ambiente. Por tanto, en lo tocante a los componentes de las USN, debería tomarse en consideración:

- el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente para la fabricación de nodos de sensores y equipos conexos;
- la utilización de materiales reciclables para la fabricación de nodos de sensores y/o nodos de sensores reutilizables;
- la exclusión de materiales peligrosos para la fabricación de nodos de sensores y equipos conexos, y
- la gestión de la información de localización de los nodos de sensores para su recogida.

8.1.2 Baterías

Las baterías y los recursos energéticos que contienen materiales peligrosos repercuten considerablemente no sólo en las emisiones de GEI, sino también en el medioambiente. El hecho de que los nodos de sensores se utilicen con frecuencia en un contexto móvil y sus baterías requieran un mantenimiento frecuente puede originar una huella de GEI de proporciones innecesarias. Por otro lado, la aplicación de medidas de ahorro y obtención de energía basadas en recursos

respetuosos con el medio ambiente (véase la energía solar) puede minimizar la huella de GEI de los nodos de sensores. Por tanto, en lo tocante a las baterías de los nodos de sensores, debería tomarse en consideración:

- el uso de baterías respetuosas con el medio ambiente o recargables;
- la utilización de baterías de alta capacidad con miras a la reducción de residuos electrónicos, y
- el recurso a fuentes de energía respetuosas con el medio ambiente (por ejemplo, energía solar, electromagnética, térmica, etc.).

8.2 Eficiencia energética

La Figura 7 ilustra el consumo energético típico de un nodo de sensor. La cantidad total de energía consumida en un nodo de sensor se obtiene sumando la energía utilizada en cada parte del nodo en cuestión. Cabe señalar que las comunicaciones absorben la mayor parte de la energía y que el cálculo y otras tareas consumen un porcentaje relativamente pequeño. La Figura 7 muestra que la eficiencia energética global puede incrementarse drásticamente diseñando productos que requieran poca energía para las comunicaciones y las lleven a cabo de manera eficiente desde un punto de vista energético.

En la presente sección se definen tres categorías de eficiencia energética que deberían tomarse en consideración no sólo en las redes de sensores inalámbricos, sino también en las redes de sensores alámbricos.

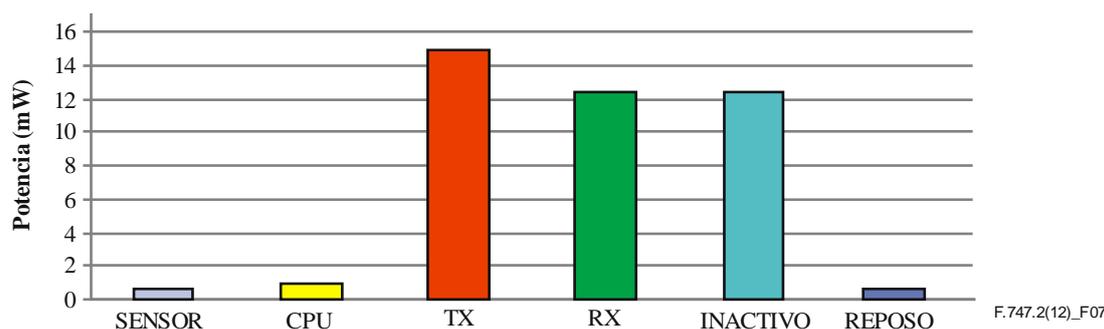


Figura 7 – Consumo energético de un sensor típico en virtud de la [b-CTV del IEEE]

8.2.1 Configuración de hardware eficiente en términos energéticos

Durante su vida útil, los nodos de sensores dependen principalmente de baterías pequeñas. Además, todos los programas deben instalarse con un código de tamaño reducido y consumen una cantidad mínima de energía. La conexión en red y la entrega de datos con control de alimentación resultan fundamentales para garantizar la longevidad de los nodos y sus baterías y reducir los desechos electrónicos. Por tanto, en lo tocante a la configuración del hardware de los nodos de sensores, debería tomarse en consideración:

- la implantación de un número suficiente de dispositivos: la densidad y el radio de la red varían en función de los servicios y aplicaciones. Las comunicaciones redundantes pueden dar lugar a un consumo energético innecesario, y la implantación de un número escaso puede provocar un aumento innecesario de las retransmisiones y un consecuente desperdicio de energía, y
- la potencia y las interferencias radioeléctricas, especialmente, los obstáculos a las transmisiones de radiocomunicaciones en interiores.

8.2.2 Protocolos de eficiencia energética

En aras de la eficiencia energética, cabe dar soporte a diversos modos (por ejemplo, los modos de reposo, inactividad e hibernación) y promover el funcionamiento eficaz de los mismos. La velocidad de muestreo para la recopilación de datos puede variar en función del servicio o aplicación. Por tanto, en lo tocante a los protocolos de los nodos y las redes de sensores, debería tomarse en consideración:

- el soporte de diversos modos (por ejemplo, los modos de reposo, inactividad e hibernación);
- la máxima reducción de los códigos de aplicación;
- la minimización de las funciones de detección, cálculo y comunicación;
- el consumo de una cantidad de energía análoga en los nodos de sensores de las mismas redes;
- el fomento de la recuperación automática, la tolerancia de las redes y la gestión a distancia (prevención de los desplazamientos para un mantenimiento frecuente).

8.2.3 Aplicaciones y servicios eficientes en términos energéticos

Actualmente, se están desarrollando servicios y aplicaciones de USN para diversos fines, véanse los sistemas de vigilancia climática y automatización de viviendas o edificios. La convergencia de los servicios y aplicaciones existentes da lugar a la creación de otros servicios nuevos que pueden utilizarse para atenuar el cambio climático. Por tanto, en lo tocante a los servicios y aplicaciones de las USN, debería tomarse en consideración:

- la reducción de las operaciones de los nodos de sensor;
- la ejecución de la carga de procesamiento en el servidor;
- la reutilización de los servicios y aplicaciones de USN ya implantados (cuando proceda);
- el desarrollo de servicio y aplicaciones de USN para diversificar el uso de los datos detectados (por ejemplo, esquemas de bases de datos, API, software intermedio de USN);
- la inclusión de la función de gestión de la red de sensores en los servicios y aplicaciones de las USN para la comprobación automática y el restablecimiento a distancia de aquellos componentes de las USN que no funcionen correctamente, y
- el análisis de la aplicación de los servicios y aplicaciones de las USN con miras al ahorro energético (por ejemplo, mediante el control de la iluminación eléctrica, la ventilación, el aire acondicionado y la calefacción).

NOTA – El ahorro energético debe tenerse debidamente en cuenta en los casos en que los servicios y aplicaciones de las USN se implantan en instalaciones directamente vinculadas a la vida de las personas (por ejemplo, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, salas de emergencias, incubadoras, etc.).

8.3 Condiciones de funcionamiento de los sensores de GEI

Las redes nacionales de sensores de vigilancia de los GEI deben establecerse de conformidad con la reglamentación o las normas nacionales o internacionales, según proceda. Dichas normativas pueden contener especificaciones en las que se prescriban condiciones para el emplazamiento geográfico, los objetivos de GEI, las frecuencias de detección, los GEI de referencia normalizados, las fórmulas de cálculo, la configuración de los medidores, la posición de los dispositivos, etc. Los profesionales deben comprobarlas antes de implantar servicios y aplicaciones de USN.

Bibliografía

- [b-Programa VAG] Página principal del Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM: <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw_home_en.html>
- [b-CTV del IEEE] Ding, M., Cheng, X., y Xue, G. (2003), *Aggregation tree construction in sensor networks*, Conferencia sobre Tecnología Vehicular, 2003. Vol. 4, No., pp. 2168- 2172, IEEE.
- [b-ISO 14064-1] ISO 14064-1 (2006), Gases de efecto invernadero — Parte 1: *Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.*
- [b-IPCC] Informe del Grupo de Trabajo 1 del IPCC (2007), *Glosario de términos utilizados en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC.*
- [b-Directrices del IPCC] Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios generales de tarificación
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	Construcción, instalación y protección de los cables y otros 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 transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
Serie Q	Conmutación y señalización
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 la próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación