



BLUE GROWTH

TECNOLOGÍAS DE MONITORIZACIÓN INDUSTRIAL

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA
2019

Este informe ha sido elaborado por la Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico Naval y del Mar gracias al Convenio suscrito con el Instituto de Fomento de la Región de Murcia con el apoyo del fondo FEDER.

Autores: Ivan Felis Enguix y M^a Ángeles García Albaladejo

Más info: www.ctnaval.com



Fondo Europeo de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"

© CTN, 2019

Todos los derechos están reservados. Se autoriza la reproducción total o parcial de este informe con fines educativos, divulgativos y no comerciales citando la fuente. La reproducción para otros fines está expresamente prohibida sin el permiso de los propietarios del copyright



Índice

1. Introducción.....	4
2. Metodología	5
3. Blue Growth	8
4. Estado del arte	9
4.1 Equipos de monitorización industrial en general	9
4.2 Sensores de bajo coste	11
4.3 Adaptadores inalámbricos para sensores basado en hardware libre	12
4.4 Unidades de adquisición de datos e intercambio de protocolos	15
4.5 Sistemas de comunicaciones de largo alcance y específicamente si hay algo basado/compatible en hardware libre	16
5. Tendencias.....	19
5.1 Literatura científica	19
5.2 Proyectos	36
5.3 Noticias	37
6. Legislación y normativa	41
6.1 GET 24 Procesos de Transformación para la Industria 4.0	41
6.2 CTN 203/SC 65 Medida y Control de Procesos Industriales-Fieldbus.....	41
6.3 CTN 116 Sistemas Industriales Automatizados	42
6.4 CTN 71/SC 6 Telecomunicaciones e Intercambio de Información entre Sistemas	43
6.5 CTN 71/SC 38 Servicios y Plataformas para Aplicaciones Distribuidas.....	43
6.6 CTN71/SC 41 IoT y Tecnologías Relacionadas.....	44
6.7 CTN 71/SC 42 Inteligencia Artificial y Big Data	45
7. Bibliografía	47



1. Introducción

Este informe, elaborado por el equipo del Centro Tecnológico Naval y del Mar, tiene como finalidad ofrecer al tejido empresarial una mejora en el conocimiento del entorno, que permita detectar tendencias y desarrollar estrategias adecuadas basadas en niveles superiores de certidumbre a través de la captación y divulgación de información y conocimiento de importancia estratégica en los ámbitos social, tecnológico y económico, que incidan en la detección de nuevas oportunidades de desarrollo regional.

Los contenidos de este informe están estrechamente relacionados con el desarrollo del proyecto "TECMOINN: Implementación y testeo de TECnologías de MONitorización INNovadoras en instalaciones y equipos industriales remotos o aislados"; financiado por el Instituto de Fomento de la Región de Murcia.

Para la realización de este informe se han aplicado técnicas de Vigilancia Tecnológica, una herramienta al servicio de las empresas y organizaciones que permite detectar oportunidades y amenazas aportándoles ventajas competitivas y fundamentos para la toma de decisiones estratégicas mediante la selección y análisis de información de diversos tipos (científica, tecnológica, comercial, de mercado, social...).

Para ello se parte de una introducción metodológica sobre las técnicas y fases de la Vigilancia Tecnológica que se han aplicado para el desarrollo del informe. A continuación se introduce el Crecimiento Azul como estrategia europea. Seguidamente se realiza un análisis del estado de la técnica, noticias, patentes y literatura científica.

Por último se incluyen las fuentes que se han manejado para la realización de este informe.



2. Metodología

La vigilancia tecnológica se entiende como una “forma organizada, selectiva y permanente de captar información del exterior sobre tecnología, analizarla y convertirla en conocimiento para tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios”. (AENOR, 2011) Su finalidad última es generar ventajas competitivas para la empresa ya que le proporciona datos para:



Ilustración 1. Finalidad de la Vigilancia Tecnológica

Para el desarrollo de la Vigilancia Tecnológica el primer paso es plantear los aspectos básicos (Degoul, 1992):

¿Cuál es el objeto de la vigilancia? ¿Qué debemos vigilar? ¿Qué información buscar? ¿Dónde localizarla?

Cuando el objetivo de la VT está claramente delimitado, se procede a planificar la estrategia de búsqueda. Para el despliegue de esta fase conviene tener en cuenta que la información puede presentarse de dos formas: estructurada y no estructurada. La primera es propia de las bases de datos, conjuntos de datos homogéneos, ordenados de una forma determinada, que se presenta en forma legible por ordenador (Escorsa, 2001). Su unidad es el registro –o ficha de un artículo científico o una patente- que presenta la información ordenada en campos: autor, título, fecha de publicación, titular de la patente, inventores, etc. En cambio, la información no estructurada se presenta en textos sin un formato determinado (noticias de periódicos, sitios web, blogs, correos electrónicos) cuyo tratamiento requerirá de nuevas herramientas capaces de “leer” y analizar estos textos. Estas herramientas son útiles también para analizar la información de textos completos de artículos científicos o de patentes. Hoy se considera que el texto es la mayor fuente

de información y conocimiento para las empresas. (Escorsa, Pere, Pilar Lázaro Martínez, Círculo de Innovación en Biotecnología, 2007).

Tras la selección de las palabras clave se automatiza la búsqueda en función de las diferentes tipologías de fuentes a utilizar, se lanza la misma y se filtran los resultados en términos de pertinencia, fiabilidad, relevancia, calidad y capacidad de contraste (AENOR, 2011).

Una vez comprobada la calidad de la información, los métodos de análisis han de garantizar su valor para la explotación de los mismos (F. Palop, 1995). El objetivo del análisis es transformar la información en bruto recogida en un producto con alto valor añadido. A partir de aquí, la aportación de los expertos es crítica para crear información avanzada, para generar conocimiento. Pasamos de una masa ingente de información en distintos formatos y lugares a una etapa en la que se captura la información más relevante, se organiza, indexa, almacena, filtra y, finalmente, con la opinión del experto que aporta en este punto del proceso un máximo valor añadido (CETISME, 2003).

A continuación, se incluye un esquema con las distintas fases de la metodología empleada durante la generación de este informe.





Ilustración 2. Fases de la Vigilancia Tecnológica



3. Blue Growth

El crecimiento azul es una estrategia a largo plazo de apoyo al crecimiento sostenible de los sectores marino y marítimo. Reconoce la importancia de los mares y océanos como motores de la economía europea por su gran potencial para la innovación y el crecimiento. Es la contribución de la Política Marítima Integrada (PMI) en la consecución de los objetivos de la Estrategia 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. La Estrategia consta de tres componentes:

- a) Medidas específicas de la Política Marítima Integrada
 - ◆ Conocimiento marino para mejorar el acceso a la información sobre el mar;
 - ◆ Ordenación del espacio marítimo para garantizar una gestión eficaz y sostenible de las actividades en el mar;
 - ◆ Vigilancia marítima integrada para que las autoridades tengan una mejor apreciación de lo que pasa en el mar.
- b) Estrategias de cuenca marítima que garanticen la combinación de medidas más adecuada con el fin de fomentar el crecimiento sostenible;
- c) Desarrollo de las siguientes actividades específicas:
 - ◆ Acuicultura
 - ◆ Turismo marítimo, costero y de crucero
 - ◆ Biotecnología marina
 - ◆ Energía oceánica
 - ◆ Explotación minera de los fondos marinos

El informe de vigilancia tecnológica se centra en las tecnologías de monitorización de equipos industriales remotos o de difícil acceso, de aplicación en el ámbito marítimo-marino y a varios de los temas prioritarios marcados por la estrategia europea Blue Growth.



4. Estado del arte

A continuación, se expone el estado del arte de diferentes tecnologías de monitorización 4.0:

4.1 Equipos de monitorización industrial en general

La monitorización industrial consiste en supervisar la actividad y la evolución de procesos y equipos industriales de manera autónoma. Las funciones principales que debe considerar una aplicación monitorización son las siguientes:

- Adquirir datos: se refiere generalmente a la adquisición de datos de un proceso y o equipo, mediante la instalación de sensores
- Comunicar y transferir datos: consiste en el envío de los datos adquiridos hasta el punto de control y viceversa.
- Visualizar los datos: el usuario puede consultar los datos adquiridos a través de una interface gráfica ubicada en el servidor maestro. Presenta una visión general del proceso supervisado, alerta al operador humano si se exceden ciertos límites, procesa los datos recopilados del proceso, detalla la información a la orden del usuario y mantiene un registro de todos los registros.
- Control del sistema: representa la configuración manual o automatizada del sistema, en función de los parámetros y eventos que se hayan generado.

De manera tradicional, en el sector industrial, la monitorización de los sistemas y procesos se ha realizado con se ha realizado a través de los sistemas basados en el concepto SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Este concepto utiliza un software y hardware específico que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia facilitando la interconexión en tiempo real entre el proceso y equipo a contralora.

Actualmente, las aplicaciones SCADA utilizadas en la industria están siendo producidas por muchos fabricantes, como los siguientes: Siemens, ABB, Emerson, Rockwell Software, Schneider Electric, Matrikon, B-Scada, Iconics, Intellution, Indusoft, Mitsubishi Electric, Yokogawa Electric, Honeywell , WonderWare, Omron, Citect, GE / Fanuc, USDATA, National Instruments y Think & Do. Sin embargo, cada una de las aplicaciones desarrolladas por los fabricantes mencionados anteriormente está dirigida a ciertos problemas y algunos dispositivos.

El concepto general de los sistemas SCADA se puede implementar de diferentes maneras según las necesidades y los requisitos específicos de la aplicación, pero comparten una estructura común relacionada con las diferentes unidades y sus funciones. Entre los enfoques más comúnmente implementados en los últimos años:

- Enfoque PC – PLC: Donde un PC industrial con software SCADA, se conecta a controladores PLC, que controlan el proceso físico. Las funciones de control se realizan localmente, por PLC y el nivel de supervisión establece los parámetros de control y recopila los resultados.
- Web server – PLC: Las estaciones de trabajo están conectadas mediante un switch a un PC que combina las funciones de SCADA y el servidor web. El uso de la tecnología Ethernet tiene sus ventajas porque es compatible con múltiples dispositivos, además, casi todos los lenguajes de programación permiten la creación de programas con conectividad a Internet. El usuario puede conectarse a través del navegador que se ejecuta en el PC o incluso mediante un Smart phone.

En los últimos años, con el auge de las tecnologías de la información han surgido en el mercado herramientas de hardware y software abiertas que, gracias a su capacidad de computación, su bajo coste y su bajo consumo de energía han permitido que los sistemas de monitorización sean viables en una gran variedad de nuevas aplicaciones.

Este tipo de hardware, concretamente el conocido como sistemas embebidos o empotrado (integrado, incrustado) se caracterizan por estar diseñados para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas al contrario de lo que ocurre con los ordenadores de propósito general (como por ejemplo una computadora personal o PC) que están diseñados para cubrir un amplio rango de necesidades, los sistemas embebidos se diseñan para cubrir necesidades específicas.

Entre las aplicaciones de estos nuevos sistemas se encuentran la monitorización de instalaciones y equipos aislados o remotos o aquellas que por sus condiciones de operación no permitan una instalación convencional.

Una de esas soluciones para satisfacer las necesidades actuales de los sistemas industriales es el concepto de IoT, que implica la computación en la nube. La combinación de IOT en la nube ofrece la ventaja de integrar sistemas “Sistema Ciber – Físico” con Internet of Things (IoT) utilizando servicios de computación en la nube “Cyber Physical System” (CPS) es el término acuñado por la fundación americana NSF (National



Science Foundation) que toma nombre del resultado de dotar a los componentes u objetos físicos que nos encontramos de forma habitual en nuestro entorno de trabajo, de capacidades de computación y de comunicación para convertirlos en objetos inteligentes.

Estos permiten así, superar a los simples sistemas empotrados actuales en cuanto a capacidad, seguridad, escalabilidad, adaptabilidad, resiliencia y usabilidad, pudiendo trabajar en conjunto formando ecosistemas distribuidos y totalmente autónomos. CPS como los sistemas SCADA. Esta integración lleva al concepto de sistemas industriales "inteligentes"¹.

Un ejemplo de este tipo de sistemas sería un sistema de detección de fallas inalámbrico para motores industriales que combina el análisis de vibración, corriente del motor y temperaturas para la mejora de la detección de fallas mecánicas y la optimización de su operación.

4.2 Sensores de bajo coste

El primer elemento de cualquier sistema de control y medición son los sensores. Un sensor es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas. Forman una interfaz entre el equipo de producción y el entorno circundante, proporcionando información basada en los resultados de las operaciones ejecutadas.

En la industria, la productividad, la calidad, la confiabilidad y la seguridad dependen en gran medida del rendimiento de los sensores empleados definiendo el rendimiento del sistema de control / medición y el del sistema industrial en su conjunto.

En la actualidad, gran parte del auge del crecimiento del IoT es debido a la drástica reducción del coste de estos sensores. En 2004 el coste medio de los sensores era de \$ 1.30 y en el año 2020, se espera que se reduzca a \$ 0.38². Con la disminución del coste, su integración está siendo masiva lo que provoca una mejora drástica en la eficiencia y la productividad de las operaciones de fabricación.

¹ Simona-Anda TCACIUC (2017). Performances Analysis of a SCADA Architecture for Industrial Processes. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 8(11), 2017

² Goldman Sachs, BI Intelligence Estimates, 2014

En el mercado se pueden encontrar una gran diversidad de sensores de coste medio y bajo (acelerómetros, magnetómetros, giroscopios, sensores acústicos, sensores de presión, temperatura, humedad, gases ect..) lo que nos permite ampliar las aplicaciones de monitorización a otras que por su coste o por su ubicación no se habían venido realizando hasta ahora.

Aunque los sensores sean de bajo coste, estos deben ofrecer un buen rendimiento y resistencia ya que pueden operar en entornos hostiles o poco accesibles donde su reemplazo puede ser muy complejo y por lo tanto muy costoso.

Por ello es necesario realizar un análisis en profundidad de las propiedades de estos sensores (rango de medida, la precisión, el Offset o desviación de cero, linealidad o correlación lineal, sensibilidad de un sensor, la resolución, rapidez de respuesta, derivas etc..) ³ de forma previa a su adquisición para asegurar su adecuación a la aplicación requerida y en algunos casos es recomendable su evaluación en un entorno controlado de forma a previa a su implantación comercial.

En este proyecto se pretende realizar un estudio de los sensores de medio-bajo coste que de forma más habitual podemos necesitar para la monitorización de sistemas industriales evaluándolos en el entorno controlado que ofrece el banco de motores de CETENMA donde se encuentra instalado e instrumentado un grupo electrógeno.

Sobre este grupo electrógenos, formado por un motor de combustión interna diésel al que se acopla un generador eléctrico, se pueden evaluar gran cantidad de tipos de sensores (temperatura, presión, velocidad de giro, gases. etc..) en un entorno real pudiendo comprobar las prestaciones de los sensores de bajo coste frente a los instalados en el banco.

4.3 Adaptadores inalámbricos para sensores basado en hardware libre

Tanto en los procesos como en maquinaria industrial⁴, el uso de sensores para su monitorización han sido y son indispensables para su supervisión y optimización. Tradicionalmente, la conexión entre los sensores se ha realizado mediante cables con elevados costes y complejidad de instalación asociados. Actualmente y gracias a los avances tecnológicos

³ 1.Sensores - Conceptos generales Descripción y funcionamiento, Eduardo J. Carletti

⁴ Catalina Aranzazu Suescún Catalina & Moreno López, Gustavo Alberto (2009). Revisión del estado del arte de redes de sensores inalámbricos.



aparecidos, el uso de sensores interconectados de manera inalámbrica (red de sensores inalámbricos) se ha visto incentivado dando lugar a dispositivos de tamaño reducido con gran capacidad de procesado. Estos nuevos desarrollos han permitido generalizar su aplicación en sectores tan diversos como el sector⁵ salud, medioambiente, defensa o industrial.

- Dentro del sector de la salud, estos sensores han sido utilizados para diversidad de aplicaciones y se pueden dividir entre sensores empleados para implementaciones del cuerpo humano y mediciones de parámetros corporales hasta sistemas de control, monitorización y localización. En relación con la primera de las aplicaciones, destacan los empleados para diagnosticar enfermedades e identificar problemas de salud particulares, como puede ser la detección de un determinado tipo de cáncer⁶. Asimismo, destaca también la implantación de prótesis retinales que constan de microsensores para permitir a pacientes sin visión o visión limitada, ver a un nivel aceptable⁷ aplicando técnicas TDMA para la identificación de las imágenes. Con respecto a la segunda de las aplicaciones, se pueden resaltar aplicaciones para la monitorización y localización de personas con Alzheimer o un sistema para detectar emergencias o accidentes en personas mayores⁸ mediante tecnología RFID⁹.
- En el sector del medioambiente, destacan las aplicaciones basadas en detección de desastres naturales^{10,11}; en la producción agrícola para controlar las condiciones ambientales que afectan a los cultivos mediante el seguimiento de aves u otros animales, así como las

⁵ Garcia-Pineda, Miguel & Bri, Diana & Sendra, Sandra & Lloret, Jaime. (2010). Practical Deployments of Wireless Sensor Networks: a Survey. International Journal on Advances in Networks and Services. 3.

⁶ W. Soofi, "Nanoscale Surface Acoustic Wave Sensors for Early Cancer Detection", National Nanotechnology Infrastructure Network Research Experience for Undergraduates. California 2005

⁷ L. Schwiebert, S. K. S. Gupta, and J. Weinmann, "Research challenges in wireless networks of biomedical sensors", OBICOM'01, Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking, pp.151-165. Rome, Italy, July 2001

⁸ Yaw-Jen Lin, Mei-Ju Su, Sao-Jie Chen, Suh-Chin Wang, Chiu-I Lin, and Heng-Shuen Chen, "A Study of Ubiquitous monitor with RFID in an Elderly Nursing Home", MUE'07, Proceedings of the International Conference on Multimedia and ubiquitous Engineering, pp.336-340. Seoul, Korea. April 2007.

⁹ Identificación por radiofrecuencia

¹⁰ NICTOR, National ICT Australia, at http://nicta.com.au/_data/assets/pdf_file/0003/2919/0_90527NICTOR1.pdf [June 15, 2010]

¹¹ ALERT systems, at: <http://www.alertsystems.org/> [June 15, 2010]



mediciones de humedad en el suelo y aire para controlar el riego^{12,13}; o detección de incendios forestales^{14,15}.

- En el sector industrial el uso de este tipo de tecnología permite e incrementa el control de los equipos de fabricación y procesos de fabricación. Permiten una nueva funcionalidad y proporcionan importantes ahorros de costes. Los sensores inalámbricos se pueden colocar en lugares donde no es posible llegar, como máquinas rotativas y vehículos sin ataduras. Pudiendo emitir un sonido alerta en caso de que ocurra alguna falla. La red de sensores inalámbricos juega un papel importante en el registro de fechas, ya que es posible la transmisión de datos en tiempo real a través de sensores. Cabe destacar entre otros: un proyecto¹⁶ en el que se desarrolla un sistema automatizado de recolección de datos para el control y mantenimiento predictivo de una máquina, suprimiendo una gran cantidad de procesos manuales; o también, un proyecto para evaluar las condiciones arquitectónicas de un instituto de tecnología en California mediante una red de sensores de vibraciones¹⁷.
- Por último, en el sector de defensa destacan diversas aplicaciones basadas en redes de sensores para las conocidas funciones C4ISR (Mando, Control, Comunicaciones, Computación, Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento), debido a las características que poseen, como su rápido despliegue, autonomía y tolerancia a fallos¹⁸. Las aplicaciones más comunes en el sector militar son: vigilancia de fuerzas, seguimiento de equipos y municiones, orientación, evaluación de daños y detección y reconocimiento de ataques nucleares, biológicos y químicos.

¹² D. Hughes, P. Greenwood, G. Blair, G. Coulson, F. Pappenberger, P. Smith, and K. Beven, "An intelligent and adaptable grid-based flood monitoring and warning system", Proceedings of the UK eScience All Hands Meeting, Nottingham, UK, 10-13 September 2006.

¹³ Irrigating When the Leaves Get Hot, at <http://www.activefarming.org/irrigating-when-theleaves-get-hot> [June 15, 2010]

¹⁴ Jaime Lloret, Diana Bri, Miguel Garcia, and Pedro V. Mauri, "A Content Distribution Network Deployment over WLANs for Fire Detection in Rural Environments", HPDC 2008, Proceedings of the International Symposium on High Performance Distributed Computing. Boston, MA, USA, 23-27 June 2008.

¹⁵ Jaime Lloret, Miguel Garcia, Diana Bri and Sandra Sendra, "A Wireless Sensor Network Deployment for Rural and Forest Fire Detection and Verification", Sensors journal, vol. 9, issue: 11, pp.8722-8747. October 2009.

¹⁶ Tom Kevan, "Shipboard Machine Monitoring for Predictive Maintenance", at <http://www.sensorsmag.com/sensors-mag/shipboardmachine-monitoring-predictive-maintenance-715> [June 15, 2010]

¹⁷ Kim, S., Pakzad, S., Culler, D.E., Demmel, J., Fenves, G., Glaser, S., and Turon, M., "Health Monitoring of Civil Infrastructures Using Wireless Sensor Networks", IPSN 2007, Proceedings of the 6th International Conference on Information Processing in Sensor Networks. Cambridge, MA, April 2007.

¹⁸ Michael Winkler, Klaus-Dieter Tuchs, Kester Hughes, and Graeme Barclay, "Theoretical and practical aspects of military Wireless sensor networks", JTIT, Journal of Telecommunications and Information Technolog, vol. 2. 2008.



4.4 Unidades de adquisición de datos e intercambio de protocolos

Tradicionalmente, los sistemas electrónicos marinos se comunicaban entre sí exclusivamente a través del estándar NMEA0183 o las redes NMEA2000. Sin posibilidad de comunicación o intercambio de datos entre dispositivos que no soporten este estándar, a excepción de emplear un dispositivo puente entre ambos estándares.

Una vez se avanzó en la tecnología, surgen soluciones comerciales que hacen posible el intercambio de información entre diferentes dispositivos que soportan diferentes estándares. Entre estos sistemas se encuentran:

- El dispositivo HD67949-B2¹⁹, que permite integrar la red NMEA con un servidor Cloud Computing a través del protocolo de datos MQTT. Además, permite la adquisición de los datos hacia/desde la red NMEA0183 hacia/desde el servidor MQTT mediante un acceso fácil y rápido. Hace uso del protocolo TLS/SSL para asegurar una comunicación MQTT fiable y segura mediante la encriptación de los datos.
- Solución capaz de recopilar información NMEA desde GPS u otros dispositivos de navegación compatibles en tiempo real con el protocolo NMEA, el conocido como "Advance NMEA Data Logger". De esta solución destaca su capacidad de registrar múltiples puertos al mismo tiempo, la decodificación de mensajes AIS y la particularidad de poder añadir diferentes módulos para la comunicación con otros dispositivos que no soporten NMEA, como un módulo MQTT para recibir y publicar datos a través del propio protocolo MQTT.
- Un dispositivo que resulta muy interesante es iKommunicate²⁰. Un dispositivo de comunicación inteligente capaz de convertir datos NMEA de los sistemas de navegación tradicionales a una gran variedad de novedosos formatos de red e Internet, permitiendo que los datos sean transmitidos inalámbricamente por todo el barco y sean mostrados en numerosas aplicaciones y softwares de navegación. iKommunicate es compatible con otras aplicaciones como son Nobeltec, Rosepoint, iNavX, OpenCPN, MacENC, iSailor, Navionics y cualquier aplicación que soporte conexiones de red TCP o UDP. iKommunicate implementa Signal K²¹, un formato de intercambio de datos marinos universal y de código abierto. Se trata de un formato

¹⁹ http://www.adfweb.com/home/products/NMEA2000_MQTT.asp

²⁰ <https://ikommunicate.com/>

²¹ <http://ikommunicate.com/wp-content/uploads/2015/10/signal-k-white-paper.pdf>



vanguardista y abierto para uso marino. Signal K se basa en tecnologías web estándar que incluyen JSON, WebSockets y HTTP. Es el primer formato de datos realmente abierto para la industria marina y está destinado a revolucionar la forma en que consumimos e interactuamos con los datos de los barcos.

- Interfaz marina (Marine Gateway) que permite la interconexión de la red NMEA 2000 con las tecnologías Cloud Computing. Esta interfaz ha sido desarrollada en el marco del proyecto europeo LINCOLN²² (financiado en el programa H2020), en el que el CTN actúa como coordinador de los paquetes de trabajo de implementación y prueba.

Por otro lado, se encuentran proveedores de productos electrónicos que han desarrollado su propio protocolo de comunicaciones. Por ejemplo, la empresa Simrad implementa SimNet, una red de datos que realiza la interconexión e integración de los productos de la propia empresa y, además, permite que dispositivos que únicamente soportan NMEA se puedan conectar con SimNet. Otro ejemplo es la empresa Raymarine, que implementa SeaTalk para establecer comunicaciones entre sus productos y, a su vez, permite la comunicación NMEA a través de un adaptador USB.

Tal y como se puede comprobar, la limitación reside en que para comunicar datos entre protocolos no soportados entre sí, es necesaria la implementación de un dispositivo puente que pueda realizarla.

4.5 Sistemas de comunicaciones de largo alcance y específicamente si hay algo basado/compatible en hardware libre

Otro de los aspectos que se deben tener en cuenta en el desarrollo de una nueva aplicación de monitorización de equipos remotos son las tecnologías de comunicación inalámbrica a integrar para comunicar los distintos dispositivos del sistema. Este tipo de tecnologías son ampliamente utilizadas en entornos urbanos y a distancias próximas pero su baja fiabilidad y su corto alcance han impedido su penetración masiva en el entorno industrial.

En los últimos años, sobre todo tras la aparición del IoT, se han desarrollado nuevas tecnologías que permiten superar las limitaciones descritas.

²² L. Project, «Lincoln Project,» [En línea]. Available: <http://www.lincolnproject.eu/>.



Focalizando la aplicación para grandes distancias, entre estas tecnologías podemos desatacar:

- Tecnología **WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)**, que es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio que funciona en una manera similar a la Wifi y puede llegar a alcanzar distancias idealmente de hasta 50 kilómetros²³. En la práctica depende de muchos factores como la directividad de la antena, el lugar donde está situada la estación base más próxima, la cobertura que ofrezca esa estación etc, por todo esto el rango puede llegar a ser mucho menor²⁴²⁵.
- Servicio **GPRS (General Packet Radio Service)**, que sería la tecnología intermedia de telefonía móvil entre la segunda y la tercera generación llamada 2.5G que puede llegar a dar servicio en áreas donde otros medios no llegan. Por otra parte, la cobertura de las nuevas Redes de telefonía móvil es todavía muy limitada por lo que es complicado captar cobertura de sistemas 4G en escenarios alejados de entornos urbanos.
- Como alternativa en los últimos años se ha desarrollado las **tecnologías LPWAN (low-power wide-area network)**, que disponen de un largo alcance (debido entre otras cosas a la baja frecuencia que utilizan), además, de ostentar un bajo coste lo que las hace aconsejables para determinadas soluciones. Hay ejemplos de esta tecnología en la literatura, donde se consiguió un porcentaje de éxito del 70% en la transmisión de paquetes a distancias de 20km²⁶.
- Por último, tendríamos la solución que actualmente es usada cuando no queda otra alternativa: la **comunicación por satélite**. Sin embargo, aunque pueden dar una cobertura mucho más amplia, es importante señalar que solo los satélites del tipo LEO (Low Earth Orbit) pueden dar una cobertura total. Los satélites GEO pueden dar un servicio con un mayor ancho de banda, pero tienen peores condiciones con respecto a la cobertura.

²³ "Propuesta de una red de sensores inalámbrica para un sistema de observación costero". Cristina Albaladejo, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena. 2011.

²⁴ "A Routing Protocol for WiMAX Based Maritime Wireless Mesh Networks". Peng-Yong Kong; Jaya Shankar Pathmasuntharam, Haiguang Wang, Yu Ge, Chee-Wei Ang. VTC Spring 2009 - IEEE 69th Vehicular Technology Conference, Apr. 2009.

²⁵ "Experimental and simulation analysis of a WiMAX system in an emergency marine scenario". Rosario G. Garroppo, Stefano Giordano, Davide Iacono, Luca Tavanti, Department of Information Engineering, University of Pisa, Italy, 2010

²⁶ "Internet of Things at Sea: Using AIS and VHF over Satellite in Remote Areas", Tu Dac Ho, Marianne Hagaseth, Agathe Riolland, Jan Ormulf, SINTEF Ocean, 2018.



Hay un amplio rango de distintos tipos, se pueden clasificar por la banda de frecuencia en la que operan, su ancho de banda y por su rango de cobertura, como vemos en la siguiente gráfica²⁷:

Sistema	Órbita	Banda de Frecuencia	Ancho de Banda	Rango de Cobertura
Inmarsat C	GEO	L	9.6kbps	A3
Inmarsat Fleet 77/BGAN	GEO	L	128-450kbps	A3
Iridium	LEO	L	134kbps	A4
Otros(Orbcomm, Globalstar, Thuraya)	LEO	L, S, C, Ku, Ka	Depende del terminal	A1-A4

Hay que tener en cuenta que la cobertura de estas compañías de satélite tendría el gran inconveniente del precio no solo para la conexión, sino también del equipamiento. En el mercado existen diferentes proveedores que suministran paquetes completos incluyendo una antena y un IP handset homologados para una determinada conexión. Existen otras alternativas en el mercado, aunque podrían encarecer el precio sensiblemente, la primera sería alquilar el ancho de banda de una de estas constelaciones de satélites y gestionar los equipos, ya sea diseñándolos o adquiriéndolos; la segunda sería a su vez diseñar una antena y obtener una homologación de estas empresas para usar sus sistemas de manera normal.

²⁷ "Satellite-Based Wireless Sensor Networks: Radio Communication Link Design". Marios I. Poulakis, Stavroula Vassaki and Athanasios D. Panagopoulos, School of Electrical and Computer Engineering National Technical University of Athens (NTUA) Athens, Greece, 2013.



5. Tendencias

5.1 Literatura científica

Early Scavenger Dimensioning in Wireless Industrial Monitoring Applications

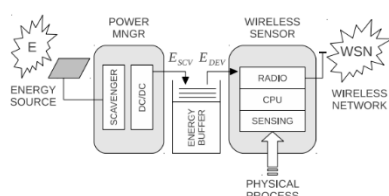


Fig. 1. Generic Self-Powered Wireless Sensor device.

Autor: Martinez, B., Montón, M., Vilajosana, I., & Vilajosana, X.

Publicado en: *IEEE Internet of Things Journal*, 3(2), 170-178. Doi: 10.1109/JIOT.2015.2483750

Abstract:

The industrial Internet era is pushing for even more miniaturized, powerful, and energy efficient devices that seamlessly integrate to the Internet and aim to improve efficiency of industries by monitoring, actuating, or sampling data from machines, infrastructures, and systems. Industrial low power wireless protocols are one of the key enablers of that revolution but still energy consumption is what is limiting ubiquitous deployments of perpetual and unattended devices. The adoption of energy harvesting technologies is enabling autonomously powered control and monitoring systems on industries, infrastructures, and cities. Yet, putting these systems together require a clear understanding of their capabilities and behavior in order to dimension their energy needs and to contribute to the development of a new generation of self-powered ubiquitous devices. Therefore, this paper discusses, through a use case, the tradeoff to reliably dimension scavenger properties to network requirements and application needs, with the main objective to enable industries to optimize the adoption of that technologies while keeping low technical risks.

A cloud-based, knowledge-enriched framework for increasing machining efficiency based on machine tool monitoring



Autor: Mourtzis, D., Vlachou, E., Milas, N., Tapoglou, N. & Mehnen, J.

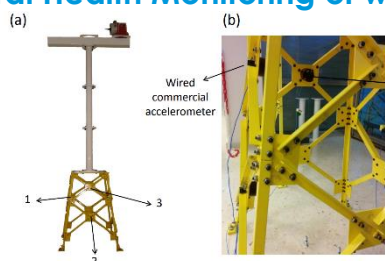
Publicado en: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 233(1), 278-292.doi: 10.1177/0954405417716727

Abstract:

The ever-increasing complexity in manufacturing systems caused by the fluctuating customer demands has highly affected the contemporary shop-floors. The selection of the appropriate cutting parameters is becoming more and more challenging due to the increasing complexity of products. Until now, the knowledge of the machine operators concerning the modification of the machining parameters and the monitoring information is not sufficiently exploited by the optimization systems. Web and Cloud technologies together with wireless sensor networks are required to capture the shop-floor data and enable the ubiquitous access from multiple IT tools. For addressing these challenges, this research work proposes a Cloud-based, knowledge-enriched framework for machining efficiency based on machine tool monitoring. More precisely, it focuses on the optimization of the machining parameters and moves through an event-driven optimization algorithm, utilizing the existing machining knowledge captured by the monitoring system. Based on the features of a new part, a similarity mechanism retrieves the cutting parameters of successfully executed past parts that have been machined. Afterwards, the optimization module, using event-driven function blocks, adapts these parameters to efficiently optimize the moves and the cutting parameters. The monitoring system uses a wireless sensor network and a human operator input via mobile devices. A case study from the mould-making industry is used for validating the proposed framework.



Wireless sensor nodes for generic signal conditioning: Application to Structural Health Monitoring of wind turbines



Autor: Herrasti, Z., Val, I., Gabilondo, I., Berganzo, J., Arriola, A., & Martínez, F.

Publicado en: *Sensors and Actuators A: Physical*, 247, 604-613.
Doi: 10.1016/j.sna.2016.06.027

Abstract:

Condition monitoring, fault diagnosis and Structural Health Monitoring (SHM) are an essential part of predictive maintenance. In order to provide early warning of damage, wireless sensor nodes are located at structures, which are often in hostile and hard to access environments. Therefore, there is a need of using sensor nodes with low power signal conditioning electronics, wide range measurement, synchronous data acquisition and reliable signal transmission within large scale-networks.

The sensor nodes developed in this work contain a transducer, a signal conditioning circuit and a signal processing software, and are powered by a small rechargeable lithium-ion polymer battery. The signal conditioning circuit is generic and configurable, enabling the conditioning of accelerometers and strain gages, and the signal acquisition of the nodes is performed through wireless synchronized communication.

The performance of the presented device is demonstrated for SHM of wind turbines. The commonly used system for SHM of wind turbines is installed during the construction of the structure and consists of wired sensors connected to a central data acquisition unit via cables. In this respect, the system developed in this work, which forms a wireless sensor network (WSN) for SHM, is compared to the commonly used system for SHM of wind turbines. The developed WSN offers two main advantages with respect to commonly used systems for SHM: installation and maintenance cost, and time, high reduction.



Ubiquitous Containerized Cargo Monitoring System Development based on Wireless Sensor Network Technology

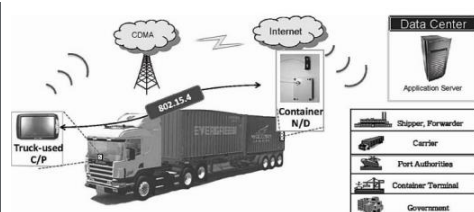


Figure 1: Land Carriage Communication

Autor: Yeoh, C. M., Chai, B. L., Lim, H., Kwon, T. H., Yi, K. O., Kim, T. H., ... & Kwark, G. H.

Publicado en: *International Journal of Computers Communications & Control*,

6(4), 779-793. DOI: 10.15837/ijccc.2011.4.2109

Abstract:

Due to globalization, global trade is strongly growing nowadays. The use of containers has significantly increased and bringing the change on the shape of the world economy. Thus, monitoring every single container is a big challenge for port industries. Furthermore, rapid development in embedded computing systems has led to the emergence of Wireless Sensor Network (WSN) technology which enabled us to envision the intelligent containers. This represents the next evolutionary development in logistics industry to increase the efficiency, productivity, security of containerized cargo shipping. In this paper, we present a comprehensive containerized cargo monitoring system based on WSNs. We incorporated tilt/motion sensor to improve the network convergence time of container networks. Moreover, we periodically switch the nodes into sleeping mode to save energy and extend the lifetime of the network. Based on the technical implementation on a real container vessel, we strongly believed that our design which employed WSN technology is viable to be implemented in container logistics to improve port services and provide safe transport of containerized cargo.

Blend of Cloud and Internet of Things (IoT) in agriculture sector using lightweight protocol

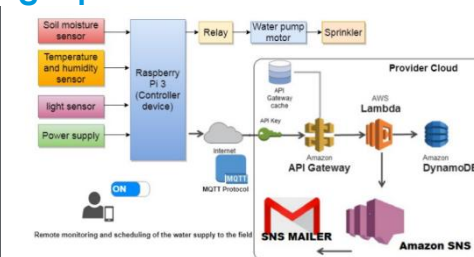


Fig 3. Proposed CloudIoT smart irrigation system

Autor: Raikar, M. M., Desai, P., Kanthi, N., & Bawoor, S.

Publicado en: *2018 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)* (pp. 185-190). IEEE. Doi:

10.1109/ICACCI.2018.8554406

Abstract:

The emergence of the disruptive technologies such as cloud computing, IoT (Internet of Things), machine learning and data analytics has made its mark in different sectors like transportation, agriculture, healthcare, environment monitoring, renewable energy systems, retail, and industry. The IoT provides connectivity of things dynamically to the network whereas cloud computing provides virtualization in storage and processing. In CloudIoT paradigm, cloud and IoT are merged together to provide complementary features in smart applications/services.

CloudIoT solutions make it possible to envisage ubiquitous and pervasive connectivity to the users. The source of livelihood for a majority of the population is agriculture; it mantles a dominant role in the economy of the country. The proposed work focuses on CloudIoT architecture for providing any smart solutions in different sectors. A case study of a smart irrigation system is discussed in the paper. A smart irrigation system is developed using the lightweight protocol, MQTT (Message Queue Telemetry Transport). MQTT protocol is 22% more energy efficient and 15% faster when compared with other protocols. The temperature and soil moisture data are collected and managed by Amazon cloud. The data analysis is performed using the Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) tool.

The cost-effective solution is demonstrated and results speak the strength and performance of the system.

A Pilot for Proactive Maintenance in Industry 4.0

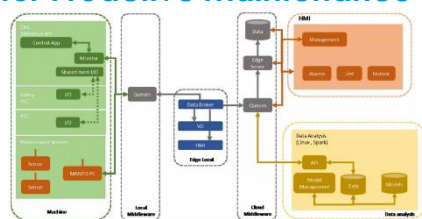


Figure 2 - Reference Architecture

Autor: Ferreira, L. L., Albano, M., Silva, J., Martinho, D., Marreiros, G., Di Orio, G., ... & Ferreira, H.

Publicado en: 2017 IEEE 13th International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS) (pp. 1-9). IEEE. Doi: 10.1109/WFCS.2017.7991952

Abstract:

The reliability and safety of industrial machines depends on their timely maintenance. The integration of Cyber Physical Systems within the maintenance process enables both continuous

machine monitoring and the application of advanced techniques for predictive and proactive machine maintenance. The building blocks for this revolution-embedded sensors, efficient preprocessing capabilities, ubiquitous connection to the internet, cloud-based analysis of the data, prediction algorithms, and advanced visualization methods-are already in place, but several hurdles have to be overcome to enable their application in real scenarios, namely: the integration with existing machines and existing maintenance processes. Current research and development efforts are building pilots and prototypes to demonstrate the feasibility and the merits of advanced maintenance techniques, and this paper describes a system for the industrial maintenance of sheet metal working machinery and its evolution towards a full proactive maintenance system.

MQTT based Home Automation System Using ESP8266

Autor: Kodali, R. K., & Soratkal, S.

Publicado en: 2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC) (pp. 1-5).

Doi: 10.1109/R10-HTC.2016.7906845

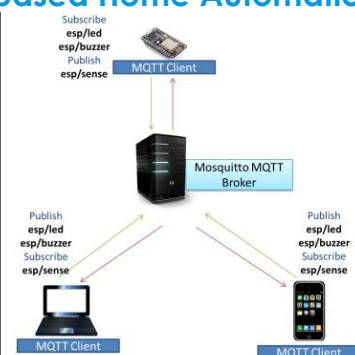


Fig. 4. Message transmission through MQTT

Abstract:

By the virtue of blooming automation industry and wireless connectivity, all the devices within the home can be connected. This improves the comfort, energy efficiency, indoor security, cost savings of the home. Small and constrained embedded devices are used to remotely monitor the conditions within home and control the home appliances. In such case, power consumption and network bandwidth become a major concern. We need a low power device that transmits messages through a less verbose protocol. Owing to the ubiquitous availability of WiFi, all the appliances within home can be connected through a common gateway. This paper presents an overview of a light weight Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) protocol. In the prototype, we attempt to implement MQTT on ESP8266, a WiFi based development board. Sensors and actuators are

connected to ESP8266 and a Mosquitto based MQTT broker is established for remote monitoring and control.

Study Of A Dual Radio Sensor Platform For Effective On-Board Real-Time Monitoring Of Freight Trains

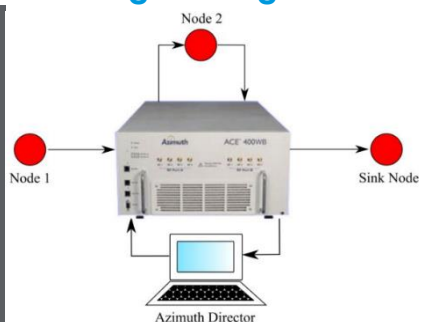


Fig. 3. Testing topology with the Channel Emulator

Autor: Rakshit, S. M., Hempel, M., & Sharif, H.

Publicado en: 2016 *International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)* (pp. 812-817). IEEE. Doi: 10.1109/IWCMC.2016.7577162

Abstract:

The advent of the Internet of Things (IoT) has proliferated the use of connected sensors to observe and control the world around us. Wireless Sensor Networks (WSN) are becoming ubiquitous tools that monitor their surroundings and also oftentimes provide actuation to affect the state of their environment. One of the key application domains for real-time monitoring and control is the freight railroad sector in North America. North America's freight railroad industry is responsible for transporting nearly 40% of goods, making it an inseparable aspect of national economic well-being. The current stationary wayside methodology of monitoring freight trains and the goods they transport is not effective and cannot provide the breadth of capabilities required to ensure safe and efficient operations. The use of otherwise popular existing communication technologies like ZigBee for this scenario were found to perform insufficiently due to the unique network topology imposed by the freight train. The Hybrid Technology Networking (HTN) protocol has been proposed to alleviate these issues. In this work a custom hardware platform is presented to optimally implement and deploy networks of sensors using the HTN protocol. A model for predicting network performance metrics using this platform along with performance test results are presented.

Development of Industrial Safety Management System for Shipbuilding Industry using RFID/USN

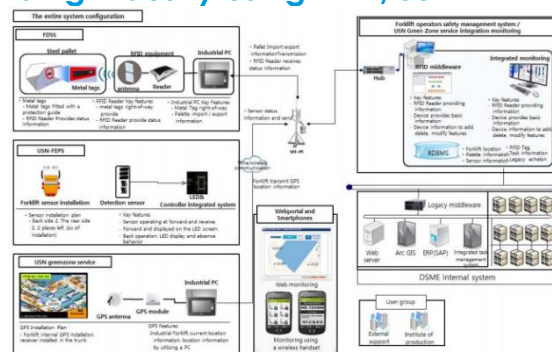


Figure 2 Integrated Monitoring System Structure

Autor: Yun, J. M., & Park, P.

Publicado en: 2012 9th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and 9th International Conference on Autonomic and Trusted Computing (pp. 285-291). IEEE. Doi: 10.1109/UIC-

ATC.2012.54

Abstract:

This study is to develop the safety management system for the risk-free backward operation of forklift trucks using RFID which can provide an efficient management system for the supply chain of plumbing pipe-pallets used in shipbuilding industry, and Ubiquitous Sensor Network (USN) sensor technology. The shipbuilding environment includes potential risk factors from operating vehicles such as forklift trucks and other transportation. Safety accidents at the shipbuilding industry in Korea sharply increased in 2003. It was reported that the rate of safety accidents in shipbuilding industry did not show significant changes from 2004 to 2008. However, the number of safety accidents has been increased since 2008. Therefore, this study developed the safety management system for the risk-free backward operation of forklift trucks using RFID and USN technology. This system includes (1) the operators' safety management system, which can prevent potential risk factors prior to operating up-/down-loading and allow operators to share real-time information, and (2) the integrated monitoring system for the safe occupational. It is expected that this study will contribute to preventing possible risk factors which may be happened in the process of transporting vessel plumbing pipes, and finally it will lead to establishing the safe occupational environment in shipbuilding industry.

Framework of Ubiquitous Sensor Network for the Crack Monitoring of Offshore Structures

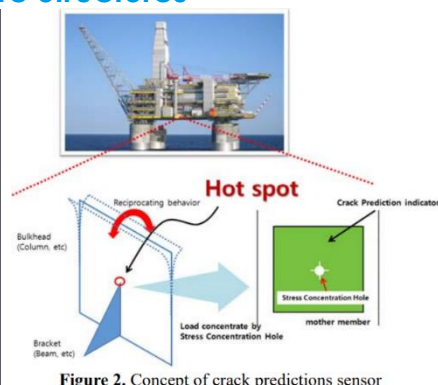


Figure 2. Concept of crack predictions sensor

Autor: Lee, K. H., Kim, K. S., Han, Y. S., Lee, J. M., Choi, S. Y., & Kim, C. H.

Publicado en: SME 2009 28th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering (pp. 111-119). American Society of Mechanical Engineers Digital Collection. Doi: 10.1115/OMAE2009-79124

Abstract:

According to climate change, design paradigm for Marine structure is being changed too. Many researches and practices are carried out countermeasures for climate change after extensive damage from TSUNAMI and Hurricane Katrina. And some of these activities are interest on fatigue crack problem. There are only few ways to prevent Marine structure's fatigue failure as yet. Most one is applying safety factor to structural strength, another one is carry out fatigue status observation by naked eyes. But those ways have some problems about measuring accuracy and observing continuability. Also Carrying out Marine structure design depend on experiences about structural strength has possibility of in-efficiency. And it might not deal with structural safety ensuring by climate changing immediately. According to weather condition and observing location, it even should be impossible to continue monitoring. As previously stated, to improve problems of structural fatigue life monitoring system, this paper introduce convergence technology based on Ubiquitous network system through analyzing system requirements and developing system framework. Also we make a prototype and carry out test to confirm possibility of fatigue strength prediction system based on Ubiquitous sensor network applying to Marine structure.



Smart City and IoT

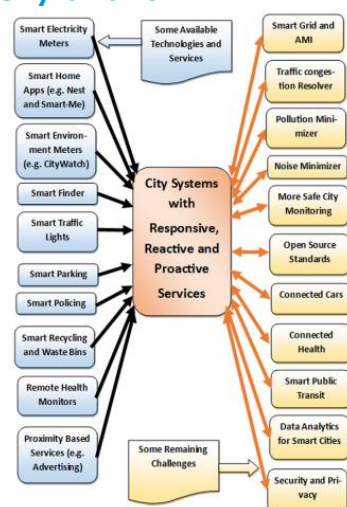


Fig. 1. Smart Cities and IoT: Available Technologies vs Challenges.

Autor: Kim, T. H., Ramos, C., & Mohammed, S.

Publicado en: 2017. *Future Generation Computer Systems*, 76, 159-162. Elsevier. Doi: 10.1016/j.future.2017.03.034

Abstract:

The new Internet of Things (IoT) applications are enabling Smart City initiatives worldwide. It provides the ability to remotely monitor, manage and control devices, and to create new

insights and actionable information from massive streams of real-time data. The main features of a smart city include a high degree of information technology integration and a comprehensive application of information resources. The essential components of urban development for a smart city should include smart technology, smart industry, smart services, smart management and smart life. The Internet of Things is about installing sensors (RFID, IR, GPS, laser scanners, etc.) for everything, and connecting them to the internet through specific protocols for information exchange and communications, in order to achieve intelligent recognition, location, tracking, monitoring and management. With the technical support from IoT, smart city need to have three features of being instrumented, interconnected and intelligent. Only then a Smart City can be formed by integrating all these intelligent features at its advanced stage of IOT development. The explosive growth of Smart City and Internet of Things applications creates many scientific and engineering challenges that call for ingenious research efforts from both academia and industry, especially for the development of efficient, scalable, and reliable Smart City based on IoT. New protocols, architectures, and services are in dire needs to respond for these challenges. The goal of the special issue is to bring together scholars, professors, researchers, engineers and administrators resorting to the state-of-the-art technologies and ideas to significantly improve the field of Smart City based on IoT.

Novel Internet of Things Platform for In-Building Power Quality Submetering

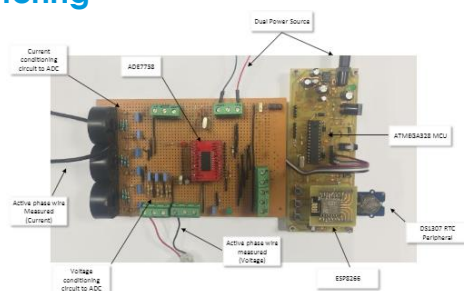


Figure 5. Prototype IoT PQ sensor board developed.

Autor: Alonso-Rosa, M., Gil-de-Castro, A., Medina-Gracia, R., Moreno-Munoz, A., & Cañete-Carmona, E.

Publicado en: 2018. Applied Sciences, 8(8), 1320. Doi: 10.3390/app8081320

Abstract:

As the number of facilities adopting a Building Management System under the Industry 4.0 paradigm increases, it is critical to ensure the good health of their operations. Business continuity and uninterrupted operations are key requirements for any building, for which Power Quality and Supply Reliability sophisticated monitoring can play an extremely important role. Submetering, as opposed to bulk-metering, implies measuring power consumption for individual units or appliances in a building complex. An Internet of Things mesh network, which brings ubiquitous power quality submetering inside the entire facility, would be extremely beneficial for the management of the building thus ensuring seamless business operations. This work describes a novel low-cost Internet of Things sensor for measuring and analyzing power quality at the input of any individual Alternating Current (AC) appliance, providing an early detection and analysis system which controls those critical variables inside the facility and leads to anticipate faults with early-stage alerts based on on-time data streams treatment. Moreover, the recorded power quality parameters that are processed in the Cloud system can help to reduce energy consumption, as power quality disturbances can be automatically analyzed and even compared to standard values. The proposed Internet of Things sensor will help users to detect most power quality steady-state and events disturbances, while monitoring the energy consumption. This Internet of Things Power Quality sensor is built around a flexible microcontroller, which manages an energy metering Integrated Circuit (IC) through Serial Peripheral Interface (SPI), increasing its original capabilities by including new sophisticated software functionality. Additionally, it wirelessly communicates with a cloud-based Internet of Things Platform to allow the storage and

supervision of the different power quality events for the entire facility. An example of the access to the data is also included.

Fog-Enabled Architecture for Data-Driven Cyber-Manufacturing Systems

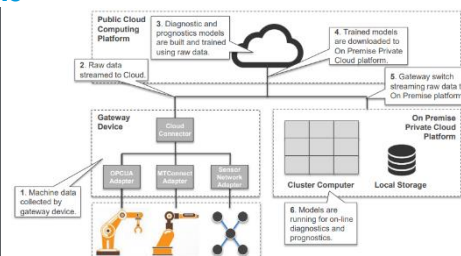


Figure 1 A Workflow for Fog-Enabled Cyber-Manufacturing Systems

Autor: Wu, D., Terpenney, J., Zhang, L., Gao, R., & Kurfess, T.

Publicado en: ASME 2016 11th International Manufacturing Science and Engineering Conference. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection. Doi: 10.1115/MSEC2016-8559

Abstract:

Over the past few decades, both small-and medium-sized manufacturers as well as large original equipment manufacturers (OEMs) have been faced with an increasing need for low cost and scalable intelligent manufacturing machines. Capabilities are needed for collecting and processing large volumes of real-time data generated from manufacturing machines and processes as well as for diagnosing the root cause of identified defects, predicting their progression, and forecasting maintenance actions proactively to minimize unexpected machine down times. Although cloud computing enables ubiquitous and instant remote access to scalable information and communication technology (ICT) infrastructures and high volume data storage, it has limitations in latency-sensitive applications such as high performance computing and real-time stream analytics. The emergence of fog computing, Internet of Things (IoT), and cyber-physical systems (CPS) represent radical changes in the way sensing systems, along with ICT infrastructures, collect and analyze large volumes of real-time data streams in geographically distributed environments. Ultimately, such technological approaches enable machines to function as an agent that is capable of intelligent behaviours such as automatic fault and failure detection, self-diagnosis, and preventative maintenance scheduling. The objective of this research is to introduce a fog enabled architecture that consists of smart sensor networks, communication protocols, parallel machine learning software, and private and public clouds. The fog-enabled architecture will

have the potential to enable large-scale, geographically distributed online machine and process monitoring, diagnosis, and prognosis that require low latency and high bandwidth in the context of data-driven cyber-manufacturing systems.

Geo-dynamic monitoring using wireless sensor networks



Fig. 1. SparrowV4 wireless sensor nodes

Autor: Tudose, D. Ș., Deaconu, I., & Mușat, A.

Publicado en: 2016. 15th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (pp. 1-6). IEEE. Doi: 10.1109/RoEduNet.2016.7753235

Abstract:

Wireless sensor networks are a cheap and versatile solution for monitoring various environments. There are a number of such applications used worldwide to monitor areas in which human access is hard or near impossible. These applications are mainly used by government organizations or for research purposes, while standardized or commercial applications are still under development. They seldom focus on using the data in the interest of safety for the population, such as warning them of natural disasters or assessing the risk of damaged areas left in the wake of a natural disaster. The solution proposed in this article is a low power, low cost wireless sensor architecture which is used to monitor earthquakes and the status of urban structures exposed to earthquakes or other sources of vibration in order to prevent possible disasters.

Wireless Sensor Nodes for acceleration, strain and temperature measurements

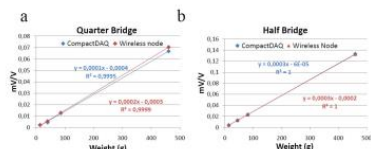


Fig.3 (a) Quarter-bridge measurements with sensor node and CompactDAQ; (b) half-bridge measurements with sensor node and CompactDAQ.

Autor: Herrasti, Z., Gabilondo, I., Berganzo, J., Val, I., & Martínez, F.

Publicado en: 2016. *Procedia Engineering*, 168, 1659-1662.

Doi: 10.1016/j.proeng.2016.11.484

Abstract:

The presented sensor node contains a heterogeneous signal conditioning circuit and signal processing software, which has been validated for acceleration, strain and temperature measurements. The combination of accelerometers and strain gages, which are widely used for vibration, stress, fatigue and failure analysis, constitutes the main basis for the validation of structural health monitoring (SHM) applications. In recent years, SHM has become an essential part of structural and mechanical system maintenance and in that matter, recent advances in wireless sensor networks (WSN), have enabled the realization of low cost wireless structure monitoring systems. Accordingly, the signal acquisition of the presented nodes is performed through wireless synchronized communication. Furthermore, as structures are often located in hard to access environments, an approach to the development of an autonomous system has been made. Therefore, the system works autonomously as it is powered by a small rechargeable lithium-ion polymer battery reinforced by energy harvesting.

Environmental Monitoring Intelligent System Using Wireless Nanosensor Networks

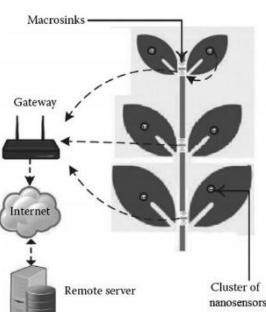


Fig. 1. Network hierarchy of a plant monitoring nanosensor network, composed of chemical nanosensors, macrosinks (routers), and a gateway.

Autor: Ababneh N., Ameri Sianaki O., Hussain S.

Publicado en: 2019. *Workshops of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications* (pp. 975-982). Springer, Cham. Doi: 10.1007/978-3-030-15035-8_96

Abstract:

Wireless nanosensor networks are envisioned to operate in the THz band, due to the small size of the network devices. The tiny dimensions of the nanosensor devices allow them to be embedded in various objects and devices in our environment to obtain fine-grained data, such as object's components or its internal status, from hard-to-reach locations in a non-invasive way, and to perform additional in-network processing and thereby enabling a myriad of novel applications in industrial, biomedical, and agricultural settings that cannot be realized with conventional sensor networks. In this work, we propose a crop monitoring/defense application of nanosensors, for detection of any compound released by plants. Based on the detected volatile compounds, the state of the plant in its surrounding can be recognized and chemical nanosensors can release the same natural composites to reinforce the plants defense mechanism in case of insect attack. Our approach centers around the creation of a wireless nanosensor network (WNSN) wherein large number of chemical nanosensor devices, which is connected to a remote center via the Internet to provide remote monitoring/controlling capabilities

A Review of the state-of-the-art Ubiquitous Multimedia Sensor Networks

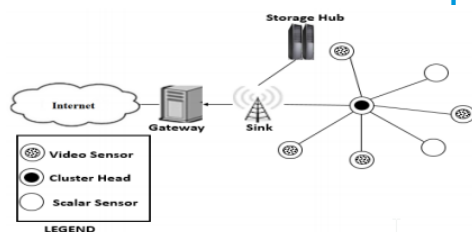


Fig 2: Single-Tier Cluster Architecture of WMSN

Autor: Okwor, C., Okomba, N., Okoli, G., Odiase, P., & Adebimpe, E.

Publicado en: OKWOR, Candidus, et al. A Review of the state-of-the-art Ubiquitous Multimedia Sensor Networks.

FUOYE Journal of Engineering and Technology, 2017, vol. 2, no 1.

Abstract:

The recent rise in the demand to incorporate multimedia contents such as audio/video and still images over Wireless Sensor Networks (WSNs) has led to the development of Wireless Multimedia Sensor Networks (WMSNs). Thus several new applications have arisen such as e-Health, environmental monitoring, video surveillance, automated transport systems, traffic control, smart cities and smart grids, home automation etc. The International Telecommunications Unit (ITU)

recommendation Section for Ubiquitous Sensor Network (USN) presents the requirements for a platform to numerous number of life services and applications. This envisions a system that will connect all devices on the network ubiquitously with collaborative efforts of many small wireless multimedia and scalar sensors to heterogeneously provide a smart web. This requirement has thrown several new challenges to wireless sensor networks. In this paper, we have given a comprehensive discussion of the Wireless Multimedia Sensor Network (WMSNs) and Ubiquitous Sensor Networks (USNs) architectures and outlined their design challenges. The paper will give the reader a clear view of the researches that are ongoing in multimedia systems ubiquitous sensor networks, and shed the light on the current challenges and future trends. We also hope it will foster discussions and new research ideas among its researchers.

Wireless proves its value: smart wireless field devices provide useful data from remote, hard-to-reach locations

Autor: Blaney, J.

Publicado en: 2009. *Power engineering*, 113(2), 38-41.

Abstract:

The wireless field communication technologies currently gaining wide approval in the process industries are finding useful applications in the power industry as well. The low cost, reliability, security and ease-of-use of the newest wireless systems are increasing awareness of their possibilities in power plants, bringing about some innovative applications with excellent results. For example:

- * A 500 MW gas-fired turbine unit saved as much as \$75,000 putting wireless devices into remote buildings to protect pumping equipment against freezing temperatures.
- * Continuous performance data on a boiler feedwater pump and air heaters delivered via wireless transmissions saved 50 percent versus the cost of installing wired instruments.
- * Analytical teams charged with monitoring performance of 140 power plants in Mexico improved coverage and increased service revenues by more than \$500,000 by using wireless

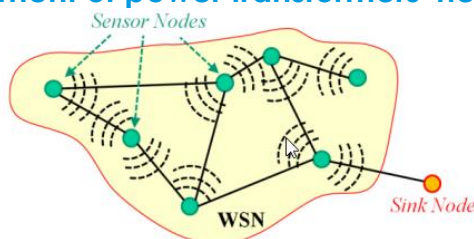


instruments to obtain key flow, pressure and temperature measurements for thermal efficiency models.

First and foremost, the cost structure of wireless is so compelling that plants can save up to 90 percent versus wired installations. Besides eliminating the cost of cable, engineering, site surveys, construction and documentation, plus costs associated with adhering to health and safety guidelines, wireless technology makes it possible to obtain never-before-available measurements and monitor critical points. Wireless transmitters are often installed in remote, or hard-to-reach areas, providing continuous data on temperatures, pressures, tank levels and the condition of essential equipment, including motors, pumps, fans, compressors and turbines.

Potential power industry applications include continuous monitoring of pressure relief valves and stacks to avoid accidental releases, monitoring temperatures at pre-heaters and pumps to improve thermal efficiencies, and analyzing vibration on all kinds of rotating equipment.

Industrial wireless sensor networks as a tool for remote on-line management of power transformers' heating and cooling process



Autor: Nikolić, A., Nešković, N., Antić, R., & Anastasijević, A.

Publicado en: 2017. *Facta universitatis-series: Electronics and Energetics*, 30(1), 107-119. Doi:

10.2298/FUEE1701107N

Abstract:

Industrial Wireless Sensor Network used for supervising of high-power transformer cooling system is presented in the paper. Due to the fact that in the thermal power plant where industrial prototype is installed is very noisy environment, a lot of problems should be solved in order to obtain high reliability and accuracy of the system. Results of the analysis presented in paper are obtained from the real thermal power plant where presented wireless sensor network based on-monitoring system is used for continuous management of power transformers' heating and control of their cooling systems. Obtained results during system

operation in longer period confirm its stability, accuracy and improvement in power plant operation.

5.2 Proyectos

OPEC: Offshore Platform for Energy Competitiveness

Financiado por: Innovate UK

Periodo de financiación: Octubre 2017 – Diciembre 2018

[+ INFO](#)

Resumen:



It is acknowledged that foundations costs impose a large cost burden on today's offshore wind and wave energy systems. The OPEC project is addressing the critical cost by advancing a novel concept that would replace traditional

foundations, and achieve a 20% reduction in the cost of energy produced by these systems.

OPEC comprises a large floating structure, fabricated cost-effectively in reinforced concrete modules, designed to support multiple wind and wave devices and also aquaculture facilities. This sharing of foundation costs across multiple facilities means that unit costs are significantly reduced.

The project is also exploring deployment of such systems in developing island states and isolated coastal communities, which currently suffer from very high electricity costs, and which would benefit economically from new aquaculture production. Such deployment would also provide valuable demonstration of OPEC, to enhance its credibility to investors in UK and other developed markets.

5.3 Noticias

El gemelo digital y la inteligencia artificial centrarán el Congreso IMIC 2020 sobre mantenimiento

Publicado en: Automática e Instrumentación

Fecha: 18/11/2019

La conexión entre lo físico y lo virtual es ya una realidad que la industria más avanzada está aplicando en el mantenimiento de sus equipos e instalaciones. El gemelo digital, esto es, la réplica virtual de un producto, servicio o sistema real permite adelantarse a posibles problemas y experimentar sin correr riesgos. Sobre sus avances, aplicaciones y metodología se debatirán a fondo en la Industrial Maintenance Innovation Conference (IMIC). El congreso de innovación en el mantenimiento industrial se celebrará en Bilbao Exhibition Centre del 26 al 27 de mayo de 2020.

[Ver noticia](#)

5 tendencias que transformarán el sector industrial en 2020

Publicado en: Automática e Instrumentación

Fecha: 14/11/2019

"El sector industrial va a evolucionar hacia modelos 'as a service' para adaptarse a las necesidades de los consumidores finales, reducir costes y mejorar su eficiencia", son palabras de Ramón Martil, director comercial de sector privado de T-Systems, filial de servicios digitales del grupo alemán Deutsche Telekom.

[Ver noticia](#)

Elegir los sensores adecuados para garantizar el éxito de una instalación IoT

Publicado en: Automática e Instrumentación

Fecha: 13/11/2019

Allí donde los sensores fueron inicialmente desplegados para monitorizar el estado de los bienes producidos, el mantenimiento predictivo es un impulsor esencial para la nueva tecnología de sensado que hace frente a los requisitos industriales. En este escenario, los sensores comprueban la salud de las máquinas, alertando a los gestores de las instalaciones de

fallos “pendientes” e incitando a un mantenimiento preventivo o a un cambio de componentes, con mínimo impacto en las operaciones.

[Ver noticia](#)

Best of Both Worlds A New Hybrid Gas Monitoring System is Making Strides

Publicado en: Occupational Health & Safety

Fecha: 01/10/2019

New gas detection solution combines wireless and fixed elements, allowing technicians to work from the safety of ground level to maintain gas detectors and create compliance reports on the fly.

[Ver noticia](#)

The IIoT Opportunity: Accelerating Insights with Advanced Analytics

Publicado en: Automation.com

Fecha: 20/08/2019

The transition to Industry 4.0 is under way, the next stage of industrial automation maturity following decades of deploying SCADA and distributed control systems (DCSes). The next stage by any name—Industry 4.0, IIoT or Digital Transformation—will be enabled by the proliferation of cost-effective wireless sensors, wireless communication networks and flexible data storage in the cloud.

[Ver noticia](#)



Predictive Maintenance With Industrial Networks

Publicado en: AutomationWorld

Fecha: 23/02/2019

Predictive maintenance is a topic that is heavily discussed in IIoT forums. However, there is a great deal of confusion as to where and how it applies to industrial networks.

[Ver noticia](#)

Exploring wireless IoT applications within industrial automation

Publicado en: Telecom Tech News

Fecha: 22/01/2019

The technologies associated with the Internet of Things (IoT) and machine to machine (M2M) connectivity are enabling a new wave of wireless networking applications within the industrial automation sector.

[Ver noticia](#)

IoT Utilization in Industrial Automation Skyrockets

Publicado en: engineering.com

Fecha: 06/02/2019

The Internet of Things (IoT) continues to gain traction in all kinds of industries and applications. Industrial Automation is one such industry that's seen a big increase in IoT utilization—a very big increase.

[Ver noticia](#)

Real-Time Control, Safety, and Security: Technological Innovation in the Factory of Tomorrow

Publicado en: Machine Design

Fecha: 14/12/2018

Widening prosperity is combining with the proliferation of sensors and extensive cloud connectivity, accelerating the pace of change in factory systems and equipment.

[Ver noticia](#)

Una red de sensores inalámbricos alerta sobre fugas de gases en fábricas

Publicado en: Innovaticias

Fecha: 20/04/2018

Para notificar posibles situaciones de riesgo, los expertos han desarrollado además una aplicación web disponible para teléfonos móviles y ordenadores que avisa de forma instantánea de cualquier anomalía.

[Ver noticia](#)

Nuevo sistema inalámbrico para la agricultura inteligente

Publicado en: Innovaticias

Fecha: 02/02/2018

El objetivo es que el sistema no sufra interferencias y presente mayor capacidad para obtener datos ambientales, controlar los recursos hídricos y localizar o medir el nivel de componentes químicos de los terrenos.

[Ver noticia](#)



6. Legislación y normativa

A continuación se incluye un listado de los comités nacionales y homólogos internacionales identificados hasta hoy en el ámbito de las tecnologías que abarca este informe²⁸:

6.1 GET 24 Procesos de Transformación para la Industria 4.0

Comité español de normalización de los procesos de transformación digital de las organizaciones y de los mecanismos de evaluación de la conformidad asociados.

6.1.1. Normas publicadas:

- ◆ **Especificación UNE 0061:2019.** Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Criterios para la evaluación de requisitos.
- ◆ **Especificación UNE 060:2018.** Industria 4.0. Sistema de gestión para la digitalización. Requisitos.

6.2 CTN 203/SC 65 Medida y Control de Procesos Industriales-Fieldbus

Comité español de normalización de sistemas y elementos utilizados para medición, control y automatización industrial. Coordinación de actividades de normalización que afecten a las funciones e integración de componentes en los sistemas incluyendo aspectos de seguridad física y funcional.

6.2.1. Comités Internacionales.

IEC TC 65 Industrial-process measurement, control and automation
CENELEC TC 65X Industrial-process measurement, control and automation

6.2.2. Normas publicadas:

- ◆ **Serie UNE-EN IEC 62443.** Seguridad para los sistemas de automatización y control industrial.

²⁸ Extraído de (Asociación Española de Normalización y Asociación Multisectorial de Empresas de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Electrónica, 2019)

- 💧 **Serie UNE-EN 61508.** Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.
- 💧 **Serie UNE-EN 61158.** Redes de comunicaciones industriales. Especificación de Fieldbus.
- 💧 **Serie UNE-EN 61784.** Redes de comunicaciones industriales. Perfiles.

6.3 CTN 116 Sistemas Industriales Automatizados

Comité español de normalización de los sistemas de automatización industrial e integración relacionados con la fabricación de componentes discretos, abarcando la aplicación de múltiples tecnologías, como por ejemplo: sistemas de información y control, máquinas y equipos y sus componentes.

Normalización en el ámbito de la fabricación aditiva (Additive Manufacturing) en relación con los procesos, términos y definiciones, sistemas de fabricación (materiales, hardware y software), procedimientos de ensayo, parámetros de calidad, contratos de servicio y cualquier otro tipo de fundamentos.

Con exclusión de: La seguridad eléctrica de los equipos y los componentes eléctricos y electrónicos.

6.3.1. Comités Internacionales.

- 💧 ISO/TC 184 Automation systems and integration
- 💧 ISO/TC 299 Robotics
- 💧 ISO/TC 261 Additive manufacturing
- 💧 CEN/TC 310 Advanced automation technologies and their applications
- 💧 CEN/TC 438 Additive manufacturing

6.3.2. Normas publicadas:

- 💧 **UNE-EN ISO 10218-1:2012.** Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 1: Robots.
- 💧 **UNE-EN ISO 10218-2:2011.** Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 2: Sistemas robots e integración
- 💧 **ISO/TS 15066:2016.** Robots and devices. Collaborative robots.
- 💧 **Serie UNE-EN ISO 17296.** Fabricación aditiva. Principios generales.



6.4 CTN 71/SC 6 Telecomunicaciones e Intercambio de Información entre Sistemas

Comité español de normalización en el ámbito de las telecomunicaciones que trata del intercambio de información entre sistemas abiertos, incluidas las funciones, los procedimientos y los parámetros del sistema, así como las condiciones para su utilización. Esta normalización abarca protocolos y servicios de capas inferiores, incluidos los físicos, de enlace de datos, de red y de transporte, así como los de capas superiores, incluidos, entre otros, Directory y ASN.1: MFAN, NFC, PLC, Future Networks y OID.

6.4.1. Comités Internacionales.

ISO/IEC JTC 1/SC 6 Telecommunications and information exchange between systems.

6.4.2. Normas publicadas.

- 💧 **ISO/IEC 21228:2019.** Information technology. Telecommunications and information exchange between systems. Coexistence mechanism for broadband powerline communication technologies.
- 💧 **Serie ISO/IEC/IEEE 8802.** Information technology. Telecommunications and information exchange between systems. Local and metropolitan area networks. Specific requirements.
- 💧 **Serie ISO/IEC 8824.** Information technology. Abstract Syntax Notation (ASN.1): Constraint specification.
- 💧 **Serie ISO/IEC 9594.** Information technology. Open Systems Interconnection. The Directory.
- 💧 **Serie ISO/IEC 29181.** Information technology. Future networks. Problem statement and requirements.
- 💧 **Serie ISO/IEC 13157.** Information technology. Telecommunications and information exchange between systems. NFC Security.

6.5 CTN 71/SC 38 Servicios y Plataformas para Aplicaciones Distribuidas

Comité español de normalización en el campo del Cloud Computing y Plataformas Distribuidas incluyendo:

- Arquitectura Orientada a Servicio (SOA)
- Acuerdos de nivel de servicio (SLA)
- Interoperabilidad y portabilidad
- Datos y su flujo a través de dispositivos y servicios cloud.



6.5.1. Comités Internacionales.

ISO/IEC JTC 1/SC 38 Cloud Computing and Distributed Platforms.

6.5.2. Normas publicadas.

- 💧 **UNE 71380:2014.** Tecnología de la información. Computación en la nube. Vocabulario y definiciones.
- 💧 **UNE 71381:2016.** Tecnología de la información. Computación en la nube. Sistemas de etiquetado.
- 💧 **ISO/IEC 17203:2017.** Information technology. Open Virtualization Format (OVF) specification.
- 💧 **ISO/IEC 17788:2014.** Information technology. Cloud computing. Overview and vocabulary.
- 💧 **ISO/IEC 17789:2014.** Information technology. Cloud computing. Reference architecture.
- 💧 **ISO/IEC 17963:2013.** Web Services for Management (WS-Management) Specification.
- 💧 **Serie ISO/IEC 18384.** Information technology. Reference architecture for Services Oriented Architecture (SOA RA).
- 💧 **Serie ISO/IEC 19086.** Information technology. Cloud computing. Service level agreement (SLA) framework.
- 💧 **ISO/IEC 19941:2017.** Information technology. Cloud computing. Interoperability and portability.
- 💧 **ISO/IEC 19944:2017.** Information technology. Cloud computing. Cloud services and devices: Data flow, data categories and data use.
- 💧 **ISO/IEC TR 11678:2019.** Information technology. Cloud computing. Guidance for policy development.
- 💧 **ISO/IEC TR 13186:2018.** Information technology. Cloud computing. Framework of trust for processing of multi-sourced data.
- 💧 **ISO/IEC TR 30101:2012.** Information technology. Distributed Application Platforms and Services (DAPS). General technical principles of Service Oriented Architecture.

6.6 CTN71/SC 41 IoT y Tecnologías Relacionadas

Este es un órgano nacional que está en proceso de creación. Su campo de actividad será la elaboración de normas básicas sobre IoT, incluyendo desarrollos sobre terminología, arquitectura de referencia y redes de sensores, junto al estudio de necesidades de normalización específica sobre IoT.

6.6.1. Comités Internacionales.

ISO/IEC JTC 1/ SC 41 Internet of Things and related technologies.



6.6.2. Normas publicadas.

- 💧 **ISO/IEC 20924:2018.** Internet of Things (IoT). Vocabulary.
- 💧 **ISO/IEC 30141:2018.** Internet of Things (IoT). Reference architecture.
- 💧 **Serie ISO/IEC 21823.** Internet of Things (IoT). Interoperability for IoT systems.
- 💧 **ISO/IEC TR 22417:2017.** Information technology. Internet of things (IoT). IoT use cases.
- 💧 **ISO/IEC 19637:2016.** Information technology. Sensor network testing framework.
- 💧 **ISO/IEC 20005:2013.** Information technology. Sensor networks. Services and interfaces supporting collaborative information processing in intelligent sensor networks.
- 💧 **ISO/IEC TR 22560:2017.** Information technology. Sensor network. Guidelines for design in the aeronautics industry: Active air-flow control.
- 💧 **Serie ISO/IEC 29182.** Information technology. Sensor networks: Sensor Network Reference Architecture (SNRA).
- 💧 **ISO/IEC 30101:2014.** Information technology. Sensor networks: Sensor network and its interfaces for smart grid system.
- 💧 **Serie ISO/IEC 30140.** Information technology. UnderWater Acoustic Sensor Network (UWASN).

6.7 CTN 71/SC 42 Inteligencia Artificial y Big Data

Este es un órgano nacional que está en proceso de creación. Su campo de actividad será la normalización en el campo de la Inteligencia Artificial y Big Data, además de:

- Servir de foco y proponente del programa de normalización intencional en todo lo relacionado con la inteligencia artificial, de forma que se tengan en cuenta las prioridades nacionales.
- Proporcionar orientación a otros comités técnicos que desarrollen aplicaciones relacionadas con la inteligencia artificial.

6.7.1. Comités Internacionales.

- 💧 ISO/IEC JTC 1/SC 42 Artificial intelligence
- 💧 IEC SEG 10 Ethics in Autonomous and Artificial Intelligence Applications
- 💧 CEN/CENELEC Focus Group on Artificial Intelligence

6.7.2. Normas publicadas.

- 💧 **ISO/IEC 20546:2019.** Information technology. Big data. Overview and vocabulary.



- 💧 **ISO/IEC TR 20547-2:2018.** Information technology. Big data reference architecture. Part 2: Use cases and derived requirements.
- 💧 **ISO/IEC TR 20547-5:2018.** Information technology. Big data reference architecture. Part 5: Standards roadmap.



7. Bibliografía

AENOR. (2011). Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. UNE 166000 EX, UNE 166001 EX, UNE 166002 EX. Madrid: AENOR.

ALERT systems, at: <http://www.alertsystems.org/> [June 15, 2010].

Asociación Española de Normalización y Asociación Multisectorial de Empresas de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Electrónica. (2019). Apoyo de la Normalización a la Economía Digital.

Catalina Aranzazu Suescún Catalina & Moreno López, Gustavo Alberto (2009). Revisión del estado del arte de redes de sensores inalámbricos.

CETISME, P. (2003). Inteligencia Económica y Tecnológica. Guía para principiantes y profesionales. Comunidades Europeas.

D. Hughes, P. Greenwood, G. Blair, G. Coulson, F. Pappenberger, P. Smith, and K. Beven, "An intelligent and adaptable grid-based flood monitoring and warning system", Proceedings of the UK eScience All Hands Meeting. Nottingham, UK, 10-13 September 2006.

Degoul, P. (1992). Le pouvoir de l'information avancée face au règne de la complexité. Annales de Mines.

Escorsa, P. R. (2001). De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva. Pearson Educación.

Escorsa, Pere, Pilar Lázaro Martínez, Círculo de Innovación en Biotecnología. (2007). Intec: la inteligencia competitiva, factor clave para la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones. Colección mi+d. Fundación Madri+d para el Conocimiento.

"Experimental and simulation analysis of a WiMAX system in an emergency marine scenario". Rosario G. Garroppo, Stefano Giordano, Davide Iacono, Luca Tavanti, Department of Information Engineering, University of Pisa, Italy, 2010.

F. Palop, J. V. (Febrero de 1995). Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Estudios Cotec, nº 15. Cotec.

Garcia-Pineda, Miguel & Bri, Diana & Sendra, Sandra & Lloret, Jaime. (2010). Practical Deployments of Wireless Sensor Networks: a Survey. International Journal on Advances in Networks and Services. 3.

Goldman Sachs, BI Intelligence Estimates, 2014.

Haiguang Wang, Yu Ge, Chee-Wei Ang. VTC. "A Routing Protocol for WiMAX Based Maritime Wireless Mesh Networks". IEEE 69th Vehicular Technology Conference, Apr. 2009.



"Internet of Things at Sea: Using AIS and VHF over Satellite in Remote Areas", Tu Dac Ho, Marianne Hagaseth, Agathe Rialland, Jan Orulf, SINTEF Ocean, 2018.

Irrigating When the Leaves Get Hot, at <http://www.activefarming.org/irrigating-when-theleaves-get-hot> [June 15, 2010].

Jaime Lloret, Diana Bri, Miguel Garcia, and Pedro V. Mauri, "A Content Distribution Network Deployment over WLANs for Fire Detection in Rural Environments", HPDC 2008, Proceedings of the International Symposium on High Performance.

Kim, S., Pakzad, S., Culler, D.E., Demmel, J., Fenves, G., Glaser, S., and Turon, M., "Health Monitoring of Civil Infrastructures Using Wireless Sensor Networks", IPSN 2007, Proceedings of the 6th International Conference on Information Processing in Sensor Networks. Cambridge, MA, April 2007.

L. Schwiebert, S. K. S. Gupta, and J. Weinmann, "Research challenges in wireless networks of biomedical sensors", OBICOM'01, Proceedings of the 7th annual international conference on Mobile computing and networking, pp.151-165. Rome, Italy, July 2001.

Michael Winkler, Klaus-Dieter Tuchs, Kester Hughes, and Graeme Barclay, "Theoretical and practical aspects of military Wireless sensor networks", JTIT, Journal of Telecommunications and Information Technolog, vol. 2. 2008.

NICTOR, National ICT Australia, at http://nicta.com.au/_data/assets/pdf_file/0003/2919/090527NICTOR1.pdf [June 15, 2010].

"Propuesta de una red de sensores inalámbrica para un sistema de observación costero". Cristina Albaladejo, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cartagena. 2011.

"Satellite-Based Wireless Sensor Networks: Radio Communication Link Design". Marios I. Poulakis, Stavroula Vassaki and Athanasios D. Panagopoulos, School of Electrical and Computer Engineering National Technical University of Athens (NTUA) Athens, Greece, 2013.

Sensores - Conceptos generales Descripción y funcionamiento, Eduardo J. Carletti.

Simona-Anda TCACIUC (2017). Performances Analysis of a SCADA Architecture for Industrial Processes. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), 8(11), 2017.

Tom Kevan, "Shipboard Machine Monitoring for Predictive Maintenance", at <http://www.sensorsmag.com/sensors-mag/shipboardmachine-monitoring-predictive-maintenance-715> [June 15, 2010].



W. Soofi, "Nanoscale Surface Acoustic Wave Sensors for Early Cancer Detection", National Nanotechnology Infrastructure Network Research Experience for Undergraduates. California 2005.

Yaw-Jen Lin, Mei-Ju Su, Sao-Jie Chen, Suh-Chin Wang, Chiu-I Lin, and Heng-Shuen Chen, "A Study of Ubiquitous monitor with RFID in an Elderly Nursing Home", MUE'07, Proceedings of the International Conference on Multimedia and ubiquitous Engineering, pp.336-340. Seoul, Korea. April 2007.





centro
tecnológico
naval y del mar

marine
technology
centre

www.ctnaval.com