

**MODELO PARA REDES DE SENSORES INALAMBRICOS EN
LAS TECNOLOGIAS DEL HOGAR**

MAYERLIN KARINA MARIÑO PEREZ

JEAN EDUARDO GARCIA VERGEL

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR SEDE CÚCUTA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

SAN JOSÉ CÚCUTA

2017

**MODELO PARA REDES DE SENSORES INALAMBRICOS EN LAS
TECNOLOGIAS DEL HOGAR**

MAYERLIN KARINA MARIÑO PEREZ

JEAN EDUARDO GARCIA VERGEL

Tutor: Frank Sáenz

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR SEDE CÚCUTA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

SAN JOSÉ CÚCUTA

2017

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción	7
Capitulo I. Problema	8
Planteamiento del Problema	8
Formulación del Problema	8
Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivo Específicos	11
Justificación	12
Capitulo II. Marco Referencial	13
Antecedentes	13
Marco Teórico	16
Capitulo III. Metodología	19
Paradigma de la Investigación	19
Enfoque de la Investigación	19
Diseño de la Investigación	19
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
Capitulo IV. Análisis de la Información	22
Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Referencias	46
Apéndices	49

Lista de Imágenes

	Pág.
Imagen 1. Arquitectura Centralizada	23
Imagen 2. Arquitectura Distribuida	24
Imagen 3. Estructura de un Nodo sensor	33
Imagen 4. Clasificación y ejemplos de sensores	34
Imagen 5. Comparación de arquitecturas existentes	35
Imagen 6. Sistema Centralizado	36
Imagen 7. Comparativa diferentes tipos de comunicación	37
Imagen 8. Topología Estrella	39
Imagen 9. Componentes de una red inalámbrica	40
Imagen 10. Estructura Zigbee	41
Imagen 10. Estructura Zigbee	41
Imagen 11. Arquitectura WSN centralizada	54
Imagen 12. Arquitectura WSN centralizada	55
Imagen 13. Topología en Estrella	56
Imagen 14. Topología en Malla	57
Imagen 15. Topología en Híbrida	57

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Modelo Propuesto	30

Lista de Tablas**Pág.****Tabla 1. Comparativa de Metodologías Existentes****27**

Introducción

Con el tiempo se observa un incremento acelerado de la presencia de las comunicaciones inalámbricas en nuestra sociedad. El diseño de redes de sensores inalámbricos (WSN¹) es un tema muy desafiante. Por un lado los avances recientes en tecnología de sistemas micro electrónicos (MEMS), comunicaciones inalámbricas y electrónica digital han permitido el desarrollo de nodos de sensor multifuncionales de bajo coste y bajo consumo, de pequeño tamaño y que se comunican sin distorsión en distancias cortas.

Este tipo de tecnología se enfoca a establecer un entorno inteligente por medio de redes de sensores, las cuales permiten recoger información para transmitirla de forma eficiente. A través de las redes de sensores se pueden crear hogares inteligentes donde los nodos se integran en muebles, electrodomésticos y en cualquier objeto del hogar. En un mismo hogar, estos nodos se pueden comunicar entre ellos y con un servidor, que a su vez se comunican con otros dispositivos de otros lugares existiendo así una completa conectividad en toda la casa.

En el siguiente trabajo se desarrolla un modelo para la implementación de redes de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar de tal forma que crear una red inalámbrica de sensores que tenga como objetivo el control de objetos domésticos en el hogar el cual se pueda controlar y supervisar los dispositivos de manera remota a través de internet, teniendo en cuenta que cada escenario presenta diferentes retos para la implementación de la red. La aplicabilidad de este proyecto, tanto en la industria como en los hogares está orientada a agilizar los procesos de acceso e incrementar la agilidad en los mismos, beneficiando en general la forma como las personas interactúan con su hábitat.

¹ Se usa ésta sigla de aquí en adelante para denotar redes de sensores inalámbricos, en ingles Wireless Sensor Network

Problema

Título

Modelo para redes de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar

Planteamiento del problema

Actualmente se ha observado un incremento acelerado de la presencia de las comunicaciones inalámbricas, según CISCO (2011) “para el mismo 2020 las proyecciones indican que en un hogar común se encontrarían más de 30 dispositivos todos conectados a internet” (p.11). Lo que ha creado una expectativa muy alta sobre cómo estos dispositivos interactuarán entre ellos y de cómo la vida de las personas cambiará cuando todos los objetos de su entorno dispongan de capacidad inalámbrica.

Son múltiples los factores que pueden caracterizar las formas de vida de las personas, un ejemplo de ello son las personas de la tercera edad que viven solos o población con algún tipo de discapacidad, teniendo en cuenta las condiciones de discapacidad que imposibilitan realizar labores tan comunes como abrir o cerrar tanto una ventana como una puerta se convierten en un problema debido a que estos sufren multitud de problemas para desenvolverse en nuestro entorno cotidiano como el desplazamiento en entornos no adaptables a sus condiciones físicas.

Así mismo, a nivel social, estas personas desean mantener el mayor tiempo posible su independencia, intentando valerse por sí mismos realizando un mejor desempeño en cuanto a actividades cotidianas, es por esto que dentro de este proyecto se mencionan que al implementar este modelo en un hogar que requiera de adaptaciones las adecuadas que necesiten las personas de tercera edad y discapacitados.

Teniendo en cuenta que existen múltiples falencias que pueden llegar a establecer en el momento de realizar una actividad física, buscando así un medio común en donde puedan mejorar sus dificultades al momento de desenvolverse en su cotidianidad y establecer para cada uno de ellos un ambiente adecuado, para lograr un mejor desarrollo de las actividades cotidianas.

Además de tener en cuenta todas las necesidades que presentan cada una de las personas de tercera edad es necesario tener como fin que al crear un modelo para poderlo implementar en hogares que requieran estas adaptaciones, juega un papel fundamental para la mejoría de las condiciones en las que se pueden llegar a encontrar todos los usuarios a trabajar, es por esto que día a día se ha venido viendo las evoluciones que muestran como ayuda para todas y cada una de las personas discapacitadas en los ámbitos generales y su vida cotidiana, basándose en los derechos que como seres humanos presentan dentro de la sociedad, es por esto que las condiciones en las que la metodología a trabajar dentro de este proyecto es llegar a realizar una búsqueda exhaustiva en donde la creación de este modelo tenga diversos beneficiarios tanto en los usuarios finales como en aquellas personas que desarrollan aplicaciones para la domótica.

A causa de esto, se han presentado soluciones novedosas como la realización de una WSN en el hogar con el fin de disminuir el grado de dificultad para realizar dichas tareas, aunque en el mercado actual se cuenta con un gran número de aplicaciones de muy alto nivel sobre el tema, las cuales en su mayoría tienen costos elevados y están pensadas más en generar una experiencia de lujo al cliente que en facilitar el desarrollo de una actividad específica a las personas. Dichos costos se convierten en una de las razones principales por las cuales las personas no se animan a tener estos dispositivos para su uso cotidiano, esto teniendo en cuenta la población con discapacidad de movilidad, personas de tercera edad o personas con dificultad para ver, solo por nombrar algunas; en su mayoría no cuentan con recursos suficientes para adquirir dichos servicios, ya que distribuyen su dinero en cubrir tanto sus necesidades básicas como sus medicinas mas no en la mejora de sus actividades cotidianas.

Hoy por hoy, el uso de las WSN aún está en desarrollo. Siendo aún un tema de investigación por muchas universidades a nivel del mundo, según Fernández y Pinzón (2014) específicamente en Colombia:

El desarrollo de sistemas de domótica tiene asociado altos costos debido al proceso de importación de los equipos y soluciones, pese a interesantes investigaciones realizadas por el SENA, la Universidad de Cauca, la Universidad Nacional, la Universidad Católica de Pereira y la Universidad de los Andes, por nombrar sólo algunas de las instituciones educativas que han tratado el tema; debido al ejercicio de absorción de productos terminados propio de nuestra industria y academia, estas investigaciones realizadas con tecnología importadas llevan a que la implementación de dichos sistemas comercialmente requieran la inversión de importantes recursos de los que muchos no disponen. (p.8)

Las características anteriormente descritas se pueden señalar que al encontrar dispositivos de una forma cómoda y plena en el momento de adquirirlos por parte de los usuarios, en el cual se verá orientado a facilitar actividades domésticas asociados al control de acceso y seguridad de los espacios, que integran componentes de hardware y software para el control de una instalación doméstica, donde sean asequibles para la comunidad.

Formulación del Problema

¿Cómo se puede crear una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar?

Objetivos

Objetivo General

Crear un modelo para una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar.

Objetivos Específicos

1. Definir el contexto que abarca una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar.
2. Comparar modelos y metodologías existentes de una red de sensores inalámbricos.
3. Crear un modelo para una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar.

Justificación

En la actualidad vivimos en un momento de especial importancia para las redes de sensores inalámbricos, debido a que se está produciendo un gran desarrollo de la misma. Autores como Suárez (2011) afirma que:

Las instalaciones domótica establecidas y controladas mediante dispositivos inalámbricos es un tema en estudio y poco desarrollada por el momento, pero es considerada como el futuro de la domótica, por las facilidades y prestaciones que aporta y que, como ocurre con las nuevas tecnologías, tras una implementación a la sociedad y mercado, experimentará un crecimiento y asentamiento en nuestros hogares. (p.16)

En poco tiempo, es muy probable que en la mayoría de los hogares se disponga de una instalación de este tipo, puesto que la automatización de los espacios y su incorporación de herramientas y tecnologías de la información y las telecomunicaciones, es más que un que solo estar en un ambiente de confort volviéndose una necesidad inminente.

La investigación a desarrollar implica dos grandes campos que se mantienen aun así relacionados: las redes de sensores inalámbricos y la domótica. La realización de este trabajo busca acercarse a la solución de estas problemáticas a través de la creación de un modelo de redes de sensores inalámbricos para lograr integrarlos con objetos cotidianos del hogar, de tal forma que logremos crear una red inalámbrica de sensores que tenga como objetivo el control de objetos domésticos en una habitación en el cual el control y la supervisión de los dispositivos se realicen de manera remota a través de internet, teniendo en cuenta que cada escenario presenta diferentes retos para la implementación de la red. El resultado de este proyecto tendrá como beneficiario no solo a las personas de tercera edad, o con algún tipo de discapacidad sino también aquellas personas que deseen implementarlo en sus hogares.

Capítulo II. Marco Referencial

Antecedentes

Para resolver algunos de los diferentes problemas que se presentan en el momento de la implementación de una WSN y el manejo remoto de los distintos equipos del hogar, se indagó sobre antecedentes de proyectos relacionados con estos temas mencionados anteriormente, encontrando que con la gran variedad de proyectos se apoya y se realizan aportes al proyecto en los siguientes términos.

Gajbhiye, P. y Mahajan, A. Estudio de arquitectura y despliegue de nodos en Wireless sensor network Ostrava, República Checa. (2008). Resumen. Las redes de sensores inalámbricos consisten en pequeños nodos con capacidad de detección, computación y comunicación inalámbrica. Se han desarrollado varias arquitecturas y estrategias de despliegue de nodos para la red de sensores inalámbricos, dependiendo de los requisitos de la aplicación. Las redes de sensores se usan en diferentes aplicaciones, por ejemplo, monitoreo ambiental, monitoreo de hábitat, domótica, aplicaciones militares, etc. En este documento presentamos una encuesta sobre el estado del arte de la arquitectura y la implementación de nodos en la red de sensores inalámbricos. Presentamos las características del entorno en el que las redes de sensores pueden desplegarse. La implementación del nodo en la red de sensores inalámbricos depende de la aplicación y puede ser determinista o aleatoria. Pero en ambos casos, la cobertura del área de interés es el problema principal.

El anterior proyecto es de gran importancia para la presente investigación, ya que sus resultados abarcan revisiones bibliográficas de varias arquitecturas y algunas estrategias para el despliegue de nodos en las WSN que se pueden implementar a la hora de construir una red de sensores inalámbricos en los dispositivos del hogar. Sin embargo, no se presentan las ventajas y limitaciones de las diferentes estrategias abordadas.

Cárdenas Valencia, A.H. y Echeverry Giraldo A.F. Prototipo de un sistema de telemetría y control para seguridad en vehículos, soportado en redes móviles. Universidad Católica de Pereira - Colombia. (2013). Resumen. Se presenta un prototipo de un sistema de telemetría y control de seguridad en vehículos, soportado en redes móviles, en el que se utiliza un módulo de comunicación móvil suministrado por el laboratorio de telecomunicaciones de la Universidad Católica Popular del Risaralda. De allí surge el diseño del módulo para el manejo de control y sensores. Este prototipo principalmente se compone de una parte de telemetría y una parte de control.

El anterior proyecto mencionado realiza un análisis de los sensores de temperatura los cuales en esta investigación serán evaluados de acuerdo al campo que se desee monitorear en la respectiva casa o habitación residencial.

De Ávila, H. C. Arquitectura de e-salud basada en redes inalámbricas de sensores. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali - México (2012). Resumen. Presenta un enfoque arquitectónico basado en Red de sensores inalámbricos para el cuidado de la salud y el progreso que tiene. La arquitectura propuesta consiste en wearable nodos sensores, un puente 802.15.4 / IEEE 802.11, un local servidor y un servidor remoto (servidor médico). Esta arquitectura permite el monitoreo de variables fisiológicas en pacientes sobre su vida cotidiana, tanto en casa como en un edificio que tiene la infraestructura propuesta.

El anterior proyecto mencionado demuestra que al implementar la tecnología Zigbee traerá beneficios para la red, debido a que esta se considera la mejor opción para el tipo de comunicación de los sensores como también se menciona que la topología a utilizar en estos casos es la topología estrella ya que a través de esta podemos controlar la mayoría de nuestros nodos al momento de utilizarlos en la creación de la red.

Marco Teórico

En esta sección se describe las bases teóricas de la investigación, algunas teorías relacionados con el Internet de las Cosas. Consiste en un recorrido por las definiciones de diversos autores que han permitido se realice el desarrollo de esta investigación. Con el objetivo de definir claramente los conceptos teóricos necesarios para una comprensión completa del dominio en que se enmarca, y argumentar la elección de las tecnologías seleccionadas.

Kevin Ashton como primer teórico del Internet de todas las cosas acuñó el término “Internet de las Cosas” definiéndolo como el mundo en el que cada objeto tiene una identidad virtual propia y capacidad potencial para integrarse e interactuar de manera independiente en la Red con cualquier otro individuo, ya sea una máquina (M2M) o un humano.

En los últimos años, el concepto de Internet de las Cosas (IoT), ha tenido variantes, por lo que a continuación se citan algunas de ellas:

Casagras (2011) define el IoT como: “Una infraestructura de red global, que enlaza los objetos físicos y virtuales a través de la explotación de la captura de datos y capacidades de comunicación. Esta infraestructura incluye desarrollos existentes y en evolución del Internet y las redes. Ofrecerá identificación específica de objetos, sensores y la capacidad de conexión como base para el desarrollo de servicios cooperativos y aplicaciones independientes. Se caracterizarán por un alto grado de captura de datos autónoma, transferencias de eventos, conectividad de red e interoperabilidad” (p.17).

Sundmaeker (2010) define el Internet de las cosas como “Una infraestructura de red global y dinámica con capacidades de auto configuración basada en estándares y protocolos de comunicación interoperables donde las “cosas” físicas y virtuales tienen identidades, atributos físicos y personalidades virtuales y utilizan interfaces inteligentes, y se integran a la perfección en la red de información" (p.11).

Vermesan (2010) definen el IoT como: “Infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la renovación de tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras” (p.13).

Marco Conceptual

A continuación, se presentará algunos conceptos de las WSN y sus componentes básicos que están presentando al momento de diseñarlas. Adicionalmente, se describirán en detalle su importancia para la investigación.

Red

Según Katz (2013) “Una red es un conjunto de componentes de hardware, conectados físicamente mediante cables y ondas, y configurados de una manera homogénea y sincronizada, que permite establecer comunicaciones entre sí” (p. 48). Es de vital importancia aclarar que para la investigación el medio que se va a destacar es la red ya que conecta los dispositivos habituales de la casa (luces, persianas, climatización, riego, antirrobo,...) y permite programarlos para mejorar el confort, la seguridad y el ahorro energético.

Redes Inalámbricas

Según Huidobro (2010)

Una red de área local inalámbrica o WLAN (Wireless LAN) son aquellas que utilizan la tecnología de Radio frecuencia (RF) que, en lugar de los tradicionales y molestos cables, utiliza el aire como medio de comunicación mediante la transmisión de ondas electromagnéticas. (p.78).

Sensor

Según Waltenegus & Poellabauer (2010) “un sensor es un dispositivo que traduce parámetros o eventos del mundo físico en señales que pueden ser medidos y analizados” (p.4). Estos sensores serán de gran importancia para la investigación debido a que a través de ellos se pueden medir variables como el aire, la temperatura, etc, y en los cuales están inmersos dentro del campo al que se desee implementar.

Redes de sensores inalámbricas (Wireless Sensor Network - WSN)

Según Potdar, V., Sharif, A. & Chang, E. (2009) “las cuales se definen como sistemas distribuidos de computación ubicua, están siendo usadas actualmente a gran escala para monitorear el estado ambiental en tiempo real” (p.347). La transformación de los hogares tradicionales en hogares inteligentes, a partir de la incorporación de herramientas de la domótica no sería posible sin la implementación de una red de sensores inalámbricos ya que teniendo en cuenta que estos son instrumentos flexibles y poderosos para poder monitorizar complejos sistemas, para la recolección de datos por medio de los sensores en la monitorización de diversos dispositivos.

Domótica

Según Rihan & Beg (2009)

“Es el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar”. (p.38).

Capítulo III. Metodología

Paradigma de la Investigación

La investigación se basa en un paradigma positivista, según Palella y Martins (2012) afirman que este paradigma es una “corriente paradigmática relega la subjetividad humana que busca la verificación empírica de los hechos y sus causas” (p.40). Teniendo en cuenta que la creación del modelo para una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar beneficiara en general la forma como las personas interactúan con su hábitat como el entorno en que aquellas personas que tienen algún tipo de discapacidad o como también personas de tercera edad que requieran esta implementación.

Enfoque de la Investigación

Palella y Martins (2012) afirma: “Se caracteriza por privilegiar el dato como esencia sustancial de su argumentación” (p.40).

Diseño de la Investigación

La investigación se llevara a cabo bajo el diseño no experimental, teniendo en cuenta “que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable” (Palella y Martins, 2012, p.87). Es decir, solo se realizara la recopilación de información que será usada para crear el modelo de sensores inalámbricos, sin manipular o alterar variables.

Tipo de investigación

La presente investigación se realizara bajo el tipo de investigación de campo ya que “el investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta y se desenvuelve el hecho” (Palella y Martins, 2012, p.88). Es decir, que la información recolectada para la elaboración del modelo de sensores inalámbricos solo se interpretara y analizara mas no se realizara ningún tipo de manipulación de variables.

Nivel de la investigación

La presente investigación es de nivel descriptivo ya que “el propósito de este nivel es el de interpretar realidades de hecho. Hace énfasis sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente” (Palella y Martins, 2012, p.92). Ya que el modelo se realizara basado en la interpretación de la información recolectada previamente, explicando el comportamiento de las variables.

Modalidad de la investigación

La investigación se llevará a cabo bajo una modalidad de proyecto especial ya que tiene como producto la búsqueda y la finalidad de los problemas del diario vivir en el que se encuentran las personas a sí mismo es necesario mostrar la solución a cualquier inconveniente presentado por parte de aquellos usuarios que muestran ciertas dificultades en el momento a desarrollar movimientos físicos en su cotidianidad, teniendo en cuenta que este tipo de investigaciones son “destinados a la creación de productos que puedan solucionar deficiencias evidenciadas, se caracterizan por su valor innovador y aporte significativo en cualquier área del conocimiento” (Palella y Martins, 2012, p.97).

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica. Para el desarrollo de la investigación se efectuara bajo la técnica del fichaje que “consiste en registrar los datos que se van obteniendo en la revisión bibliográfica, en fin, en las diferentes etapas y procesos que se van desarrollando” (Palella y Martins, 2012, p.124). Lo anterior teniendo en cuenta que la información necesaria para la creación del modelo de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar se tomará de la revisión documental previa, para su posterior organización e interpretación de la misma

Instrumento. Para la recolección de información tendrá en cuenta como instrumento fichas ya que estas recolectan “los datos secundarios requeridos para desarrollar una investigación suelen encontrarse diseminados, debido a que el material escrito corrientemente se dispersa en múltiples archivos y fuentes de información” (Palella y Martins, 2012, p.141). Las cuales son de tipo textual debido a que “estos fragmentos se repiten exactamente tal como han sido escritos, sin la menor alteración, para respetar el trabajo creador de quien se está citando” (Palella y Martins, 2012, p.143). En estas fichas se organiza y sintetiza la información recopilada de la revisión bibliográfica para la elaboración del modelo de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar.

Capítulo IV. Análisis de la información

Contexto que abarca una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar

En el apéndice A se muestra las fichas textuales que se consultaron para la elaboración del siguiente contexto en el cual se abarca todo lo referente a las redes de sensores inalámbricos:

Una red de sensores inalámbrica (en adelante WSN) es una red inalámbrica compuesta por un conjunto de dispositivos de bajo coste y consumo llamados nodos, los cuales son capaces de obtener información de su entorno, procesarla localmente, y comunicarla a través de enlaces inalámbricos hasta un nodo central de coordinación, con el fin de supervisar características físicas o condiciones medioambientales en lugares deseados.

Incluso una red de este tipo es un instrumento flexible y poderoso para poder monitorizar complejos sistemas, para la recolección de datos por medio de los sensores en la monitorización de diversos dispositivos. Las principales características de estas redes son:

- La habilidad de tratar con las posibles fallas en los nodos que conforman la red.
- Movilidad.
- Variedades de nodos.
- Escalabilidad.
- Autodiagnóstico.

La evolución de redes de sensores tiene su origen en iniciativas militares, de ahí que no sea posible hallar mucha información sobre la fuente de la idea. En la actualidad se usan en la mayoría de espacios donde se necesita un control inalámbrico mediante sensores. Las aplicaciones en WSN que son ya conocidas se pueden clasificar en: militares, monitoreo ambiental, salud, domótica y otras aplicaciones comerciales.

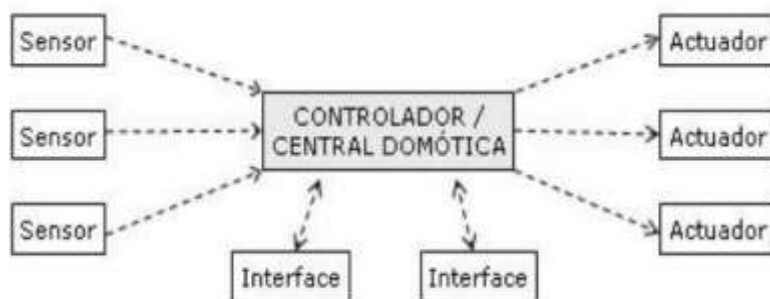
Por tanto, podemos decir que los elementos que forman la WSN son:

- **Sensores:** Existen diversos tipos de sensores, por lo general estos toman la información del medio y la convierten en señales eléctricas.
- **Nodos o ‘Motes’:** Son dispositivos capaces de recoger la información recibida por los sensores y transmitirla a otros motes o a la estación base.
- **Pasarelas o ‘Gateway’:** Son aquellos elementos que conectan la red de sensores a una red de datos.
- **Estación base:** Es el elemento que recoge todos los datos, que suele tratarse de un ordenador común o un elemento que lo sustituya.

Además, de forma muy general, las Redes de Sensores Inalámbricas se pueden dividir en dos grandes grupos según su arquitectura:

- **Centralizada:** Los nodos de la red envían los paquetes con información a la pasarela o gateway más cercano, el cual se encarga de procesarlos y transmitirlos a la estación base. Es decir, la topología de la red es en estrella, el sistema de control central sería el centro de ésta, de la que están colgando los distintos sensores y actuadores.

Imagen 1. Arquitectura Centralizada



Fuente: Cardona J. C. y Narváez Y.C. (2010). Estudio de factibilidad técnico-económico de un sistema domótico en un conjunto residencial. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/123456789/2926>

- **Arquitectura Distribuida:** En WSNs, normalmente se tiende a un tipo de arquitectura con computación distribuida. Los nodos sensores se van a comunicar con sus vecinos, y juntos van a cooperar, ejecutando algoritmos distribuidos, para así obtener una única respuesta global, que un nodo especial, llamado clúster head, se encargará de transmitir a la estación base a través de la pasarela apropiada. Es decir que desde el punto de vista físico, la topología de la red es en bus al que todos los dispositivos, independientemente de su naturaleza.

Imagen 2. Arquitectura Distribuida



- Fuente: Cardona J. C. y Narváez Y.C. (2010). Estudio de factibilidad técnico-económico de un sistema domótico en un conjunto residencial. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/123456789/2926>

Cuando una WSN es desplegada, su diseñador deberá seguir diversas pautas. Los requisitos necesarios o conjunto de áreas a considerar en el diseño son:

Topología: La topología es generalmente cambiante para las Redes de Sensores Inalámbricas. Es decir, los nodos se despliegan de manera aleatoria. Una vez situados en el escenario no se requiere la intervención humana, haciendo la configuración y el mantenimiento completamente autónomos. En la organización de la topología, cada mote busca información completa de la red o parte de ella, con el fin de mantener las estructuras de información de la red actualizadas.

Estrella

- Todos los dispositivos de la red se pueden comunicar con el coordinador Pero no entre sí.

Malla

- Se trata de una comunicación punto a punto pero existiendo restricciones en la intercomunicación de dispositivos.
- Cualquier dispositivo puede comunicarse con otro.
- El coordinador se encarga de la gestión de caminos.

Árbol

- El coordinador establece la red inicial.
- Los routers forman ramas y retransmiten los mensajes.
- Los dispositivos finales son las hojas del árbol.

Tecnología: Entre las tecnologías disponibles para la transmisión de la información los enlaces inalámbricos se encuentran las siguientes:

- Radio Frecuencia (RF): Se denomina así a todo canal de transmisión inalámbrico. En este grupo entrarían todos los enlaces cuya tecnología del mismo fue desarrollada por el fabricante y no se encuentra bajo ningún estándar. (y se recomienda no utilizar comunicaciones RF no estandarizadas).

- ZigBee: se encuentra especificada por la reunión de varios protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrico, la cual es utilizada para la radiodifusión digital de bajo consumo basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas. Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.
- Bluetooth (BT): Es una especificación industrial para redes inalámbricas económicas de área personal WPANs (Wireless Personal Area Network) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.
- WiFi (Wireless Fidelity): En español significa literalmente fidelidad sin cables. Se trata de una tecnología de transmisión inalámbrica por medio de ondas de radio con muy buena calidad de emisión para distancias cortas (hasta 100 m). Es una marca de la Wi-Fi Alliance, que es la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

Comparación de los modelos y metodologías existentes de una red de sensores inalámbricos

En el transcurso de la investigación sobre los modelos de redes de sensores inalámbricos para las tecnologías del hogar no se encontró modelo alguno de este tema por lo tanto se hizo una comparación de metodologías existentes sobre el tema investigado. En el apéndice B se muestra las fichas textuales que se consultaron para la elaboración del siguiente análisis comparativo que se realiza mediante las metodologías existentes de una red de sensores inalámbricos:

Tabla 1. Comparativa de Metodologías Existentes

Metodologías Parámetro	Metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos.	Propuesta para la implementación de una red inalámbrica de sensores inteligentes para un sistema de concentración solar con tecnología de torre central.	Implementación de una red inalámbrica que permita operar una plataforma móvil con transmisión y almacenamiento de video, mediante tecnología Wi-Fi.
PASOS, ETAPAS O FASES	Fase 1: Búsqueda y recolección de información.	Fase 2: Revisión y evaluación de tecnologías existentes.	Fase 5: <i>Documentación final:</i> Se realiza un trabajo escrito que documente los resultados obtenidos, pruebas de funcionamiento, análisis, desarrollo y la investigación realizada. Esto se hace con el fin de dar a conocer a toda la comunidad académica los resultados del proyecto.
TOPOLOGÍA	La topología seleccionada en el proyecto Metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos es la topología en estrella.	La topología seleccionada en el proyecto Metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos es la topología árbol.	No se menciona topología seleccionada.
ESTÁNDAR	Estándar IEEE 802.15.4	Estándar IEEE 802.15.4	Estándar IEEE 802.15.4

PROTOCOLO	No menciona ningún protocolo usado en el proyecto.	El protocolo que utiliza este proyecto es el Protocolo Zigbee.	En presente proyecto habla de un protocolo MAC.
SENSORES	Sensor o mote: MicaZ(no usa batería), el HAG, Ducto de succión, Bag filter y El transportador de tornillo.	En el presente proyecto no especifica ningún sensor por lo que es difícil deducir tipos de sensores.	En el proyecto no se habla de algún Tipo De Sensor ya que es un proyecto que usa tecnología wifi y no los necesita para ejecutar dicho proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con lo expuesto en el anterior cuadro comparativo se puede incluir en la investigación que el proyecto con nombre “metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos” podemos apoyarnos en los primeros cuatro (4) pasos de la metodología que trabajan los cuales son la búsqueda y recolección de información, la clasificación y ordenamiento del material recolectado, el procesamiento de la información recolectada (identificación de los que necesitamos en nuestro proyecto después de haber recopilado la información), adicionalmente como menciona en el desarrollo que habla de las características de una WSN, una red de sensores inalámbricas requiere tres (3) áreas como la Detección, la Comunicación y la Computación por ello diríamos que esta información nos ayudara a nuestro proyecto fundamentándose en una detección y comunicación directa entre el ser humano y la tecnología para simplificar el día a día en el hogar y apoyar personas con alguna discapacidad o deficiencia física.

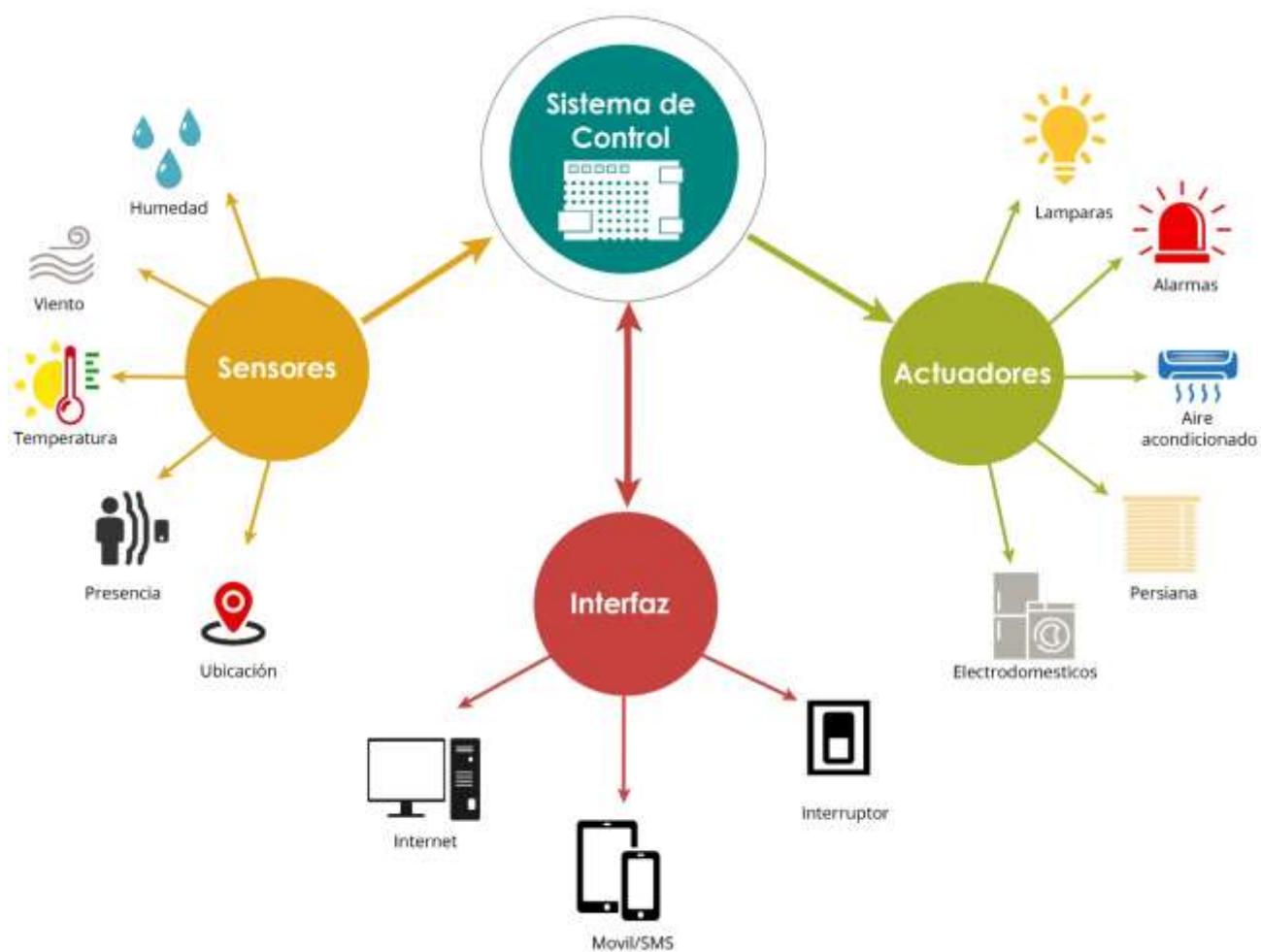
En la segunda metodología podemos observar que como su nombre lo indica “la implementación de una red inalámbrica de sensores inteligentes para un sistema de concentración solar con tecnología de torre central” nos muestra que la información obtenida por los nodos de la red es utilizada para llevar a cabo acciones correctivas que permitan el control de un proceso o ambiente. Estas redes de sensores inteligentes nos señalan que se emula el comportamiento cíclico de percepción-razonamiento-acción, son útiles para una gran cantidad de aplicaciones.

Lo que hacen es recolectar información de los sensores en tiempo real, procesar la información a través de tareas colaborativas entre los diferentes sensores, y propagar señales de control a los actuadores correspondientes para controlar el comportamiento de los sistemas físicos, el cuál es nuestro fin que la red de sensores inalámbricas en las tecnologías del hogar pueda tener algún tipo de razonamiento en acciones que necesita el ser humano, para poder accionar eficientemente las redes de sensores inteligentes sabiendo cuán útil es para una gran variedad de aplicaciones o tareas , como pueden ser: domóticas, industriales, médicas, entre otras.

De la tercera metodología o proyecto que tiene como nombre “la implementación de una red inalámbrica que permita operar una plataforma móvil con transmisión y almacenamiento de video mediante tecnología Wi-Fi”, es allí donde tomamos la primera actividad de su metodología que consiste en la documentación que consiste en la búsqueda de información viable que genere bases conceptuales fuertes la cual soporten el desarrollo del proyecto presentado, también se puede establecer que en la segunda actividad de esta metodología consiste en la planeación y análisis para poder realizar un estudio sobre Tecnologías inalámbricas y estándares actuales, con el fin de encontrar el sistema más viable y dar solución al problema identificado dentro de la vida cotidiana de las personas discapacitadas o con ciertas falencias en sus desarrollos físicos al realizar su vida cotidiana. en cuanto al consumo de energía podemos decir que los nodos vienen con una batería incorporada por lo que no afectaría por ese lado el consumo excesivo de energía y estaría controlado aunque por otro lado si un nodo deja de funcionar o sucede algo respecto a los nodos podría causar un cambio de topología, el protocolo Zigbee nos brinda un servicio para envío de datos controlado lo que hace referencia a tareas específicas además de ser seguridad adicionalmente de tener buena vida útil en sus baterías.

Creación del modelo para una red de sensores inalámbricos en las tecnologías del hogar

Figura 1. Modelo para una red de sensores inalámbricas en las tecnologías en el hogar



Fuente: Elaboracion Propia

Toda la información que se ha introducido en este capítulo se presenta el siguiente modelo con base a la recolección de información anteriormente descrita:

Campo: Domótica

Con el objeto de mostrar la implementación de los sensores inalámbricos hemos escogido la domótica, definida como la automatización de viviendas, ya que es una de las aplicaciones más atractivas de las redes de sensores inalámbricas por diversos motivos.

Como primer característica, se muestra como un medio económico de introducir los sensores y actuadores necesarios para la automatización con bajo impacto para la arquitectura de un edificio. También, su bajo coste permitirá montar cientos de nodos que se podrán integrar en nuestra vida diaria y permitir la llamada computación ubicua, que consiste en la gestión de entornos inteligentes en el interior de edificios y viviendas basados en la determinación y predicción de la localización de usuarios.

Así, los componentes de la vivienda tendrán la capacidad de comunicarse entre sí y cooperar entre ellos, lo que permitirá configurar la casa para que la intensidad de luz baje automáticamente cuando se encienda el televisor, que la temperatura de una sala se ajuste a los gustos de un usuario cuando éste entre en ella, o, por supuesto, para realizar un control energético del consumo, mantener un sistema de seguridad en la vivienda monitorizado a distancia o cualquier comunicación con otro tipo de redes multimedia o Internet.

Así concebida, una vivienda inteligente puede ofrecer una amplia gama de aplicaciones en áreas tales como:

1. Seguridad
2. Gestión de la energía
3. Automatización de tareas domésticas
4. Formación y cultura
5. Monitorización de salud
6. Comunicación con servidores externos
7. Ocio y entretenimiento
8. Operación y mantenimiento de las instalaciones

La introducción de todos estos sistemas y tecnologías en el hogar aún no es una realidad, salvo en contadas ocasiones, pero sí hay muchos elementos que ayudarán a que ello se realice rápidamente.

Por una parte cada vez existen más dispositivos electrónicos en el hogar. Eso provoca una necesidad real de comunicar unos con otros. Por otra, la estandarización de las tecnologías de comunicación privadas como las redes Ethernet cableadas o las redes inalámbricas Wi-Fi, han reducido los costes a unos niveles que permiten su despliegue masivo. Y, por supuesto, la disponibilidad y flexibilidad del elemento base que ha acelerado el desarrollo de la informática en los últimos tiempos: los computadores, así como la paulatina convergencia de la informática y las telecomunicaciones, y la necesidad, cada vez mayor, de la información a todos los niveles.

Arquitectura del Modelo

Para el desarrollo de esta investigación se necesitara que se adapte a nuestros requerimientos e implementando lo investigado, se utilizó una arquitectura centralizada distribuyendo el sistema en tres elementos (sistema de control, actuadores y sensores), formando una topología tipo estrella donde el sistema de control es el centro y el cerebro, sin permitir la comunicación entre los dispositivos del sistema, sin pasar antes por el sistema de control, permitiendo optimizar la comunicación entre los elementos y de esta manera aplicar los protocolos de comunicación requeridos para la configuración .

Elementos

Sistema de Control

En instalaciones centralizadas, son los dispositivos encargados de gestionar y controlar los dispositivos destinados a la automatización del edificio, según los parámetros de actuación establecidos por los usuarios. En ellos reside toda la inteligencia del sistema y suelen tener las interfaces de usuario necesarias para presentar la información a éste (pantalla, teclado, monitor, etc.).

Sensores

Son los dispositivos encargados de recoger la información de los diferentes parámetros a controlar (la temperatura del ambiente, existencia de un escape de agua o gas, presencia de un intruso, etc.) y enviársela al sistema de control centralizado para que ejecute automáticamente las tareas programadas. Huidrobo Moya J.M. (2004). Entre sus principales características se encuentran:

- Lectura de entradas digitales (on/off).
- Lectura de entradas analógicas.
- Memoria para Registro temporal de valores.

- Reloj de tiempo real sincronizado con la red.
- Tabla de parámetros para configuración.
- Conectividad por par trenzado e inalámbrico.

Un nodo sensor normalmente consta de cinco partes principales como muestra la Imagen 3 a continuación:

- Uno o más sensores recogen datos del medio ambiente.
- La unidad central, en la forma de un microprocesador que gestiona las tareas.
- Un transceptor (incluido en el módulo de comunicación) se comunica con el medio ambiente.
- Una Memoria, que se utiliza para almacenar datos temporales o datos generados durante el procesamiento.
- La Batería, que proporciona la energía suficiente al resto de elementos. Para aumentar la vida de la batería la eficiencia energética en todas las partes de la red es crucial. Debido a esta necesidad, las tareas de procesamiento de datos a menudo se propagan por la red, es decir, los nodos cooperan en la transmisión de datos a los nodos sumideros

Imagen 3. Estructura de un Nodo sensor



Fuente: OECD (2009) *Smart Sensor Networks: Technologies and Applications for Green Growth*. Recuperado de: <http://www.oecd.org/sti/44379113.pdf>

Tipos de sensores

La elección de un sensor para una aplicación depende de la propiedad física que debe ser controlada, por ejemplo, la temperatura, la presión, la luz o la humedad. La Imagen 4 resume algunas propiedades físicas comunes, incluyendo ejemplos de detección tecnologías que se utilizan para capturarlos. Con estos sensores podemos construir numerosos dispositivos y máquinas, proporcionando un tremendo beneficio social.

Imagen 4. Clasificación y ejemplos de sensores

Tipo	Ejemplos de Sensores
Temperatura	Termistores, termopares
Presión	Manómetros, barómetros, medidores de ionización
Acústico	Micrófonos, Resonadores piezoeléctricos
Humedad	Los sensores capacitivos y resistivos, higrómetros, Sistemas micro electromecánicos(MEMS) basado sensores de humedad
Movimiento, vibración	Acelerómetros, giroscopios, sensores de fotos
Posición	GPS, sensores basados en ultrasonidos, sensores basados infrarrojos

Feunte: Dargie, W., & Poellabauer, C. (2010). *Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice*. John Wiley & Sons. Recuperado de:
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8c6k0EVr6rMC&oi=fnd&pg=PR15&dq=%E2%80%9CFundamentals+of+wireless+sensor+networks:+theory+and+practice&ots=foVVxvsKg3&sig=A56JjZGHey29TSeCt_5G0H0SZeQ

Actuadores

Son dispositivos utilizados por el sistema de control centralizado para modificar el estado de ciertos equipos o instalaciones (el aumento o disminución de la calefacción o el aire acondicionado, el envío de una alarma a una central de seguridad, etc.). Huidrobo Moya J.M. (2004). Entre sus principales características esta:

- Control de encendido/apagado de artefactos de todo tipo.
- Control de potencia (dimmer)
- Medición de valor eficaz real de corriente y tensión. Cálculo de potencia activa y reactiva.

- Factor de potencia.
- Memoria con capacidad para Registro temporal de valores.
- Reloj de tiempo real sincronizado con la red.
- Tabla de parámetros para configuración.
- Conectividad por par trenzado e inalámbrica

Arquitectura

Para determinar que Arquitectura es más conveniente utilizar en la red inalámbrica según lo visto anteriormente, se realiza el siguiente análisis:

Imagen 5. Comparación de arquitecturas existentes

Arquitecturas		
Centralizada	Distribuida	Mixta
Recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada.	Toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores.	Sistemas que combinan tanto arquitectura centralizada como distribuida.
Genera las órdenes oportunas para los actuadores.		Dispone de pequeños dispositivos distribuidos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos a módulos centrales de procesamiento.

Fuente: Saavedra Cano, C. A. (2015). *Implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el condominio Annabella*. Recuperado de: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3547/1/UDLA-EC-TTTR-2015-04%28S%29.pdf>

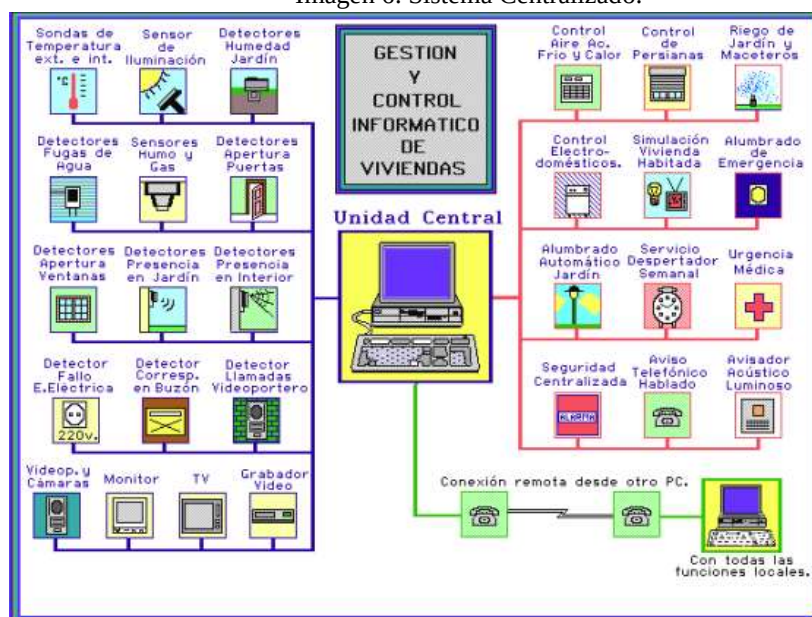
Una vez analizado los tres tipos de arquitectura, se determinó que la solución propuesta utilizará una arquitectura centralizada ya que la misma permite un control homogéneo del sistema por parte de los usuarios, pues los nodos de la red se dispersan en una determinada área para realizar un monitoreo constante de su alrededor.

Dichos nodos realizarán una serie de actividades, que son las cuatro funciones básicas que presenta una arquitectura centralizada que son repetidas durante todo su tiempo de vida, como son: Despertar-Medir-Transmitir-Dormir.

Desde el punto de vista de donde reside la inteligencia del sistema demótica, y gracias al desarrollo actual de las tecnologías de la información (en concreto los micros controladores):

En general, un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores. Toda la información de detección y actuación se tratan en este único punto. El cableado es en estrella cuyo centro es la unidad central de control y no existe comunicación entre sensores y actuadores.

Imagen 6. Sistema Centralizado.



Fuente: Fernández D. *Creación de una casa inteligente* Recuperado de:
http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/1785/TE_RamirezCarlosDaniel_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tecnologías

Imagen 7. Comparativa diferentes tipos de comunicación

Feature(s)	IEEE 802.11b	Bluetooth	ZigBee
Power Profile	Hours	Days	Years
Complexity	Very Complex	Complex	Simple
Nodes/Master	32	7	64000
Latency	Enumeration up to 3 Seconds	Enumeration up to 10 seconds	Enumeration 30ms
Range	100 m	10m	70m-300m
Extendibility	Roaming Possible	No	YES
Data Rate	11Mbps	1 Mbps	250Kbps
Security	Authentication Service Set ID (SSID), WEP	64 bit, 128 bit	128 bit AES and Application Layer user defined

Recuperado de <http://paginas.fe.up.pt/~ee99207/Tecnologias/WPAN/Zigbee.html>

Después del análisis de los principales puntos que pueden aportar cada una de las tecnologías en éste proyecto se puede concluir:

- Con Wi-Fi se tiene gran cobertura y altas tasas de transmisión, pero no cumple con la clase de transmisión que se pretende llevar a cabo, ya que por su elevado consumo es necesaria una fuente de energía más grande para su funcionamiento.
- La tecnología Bluetooth está enfocada en teléfonos celulares y otros electrodomésticos, su consumo energético sigue siendo más alto (40mA cuando está transmitiendo y 0.2mA en modo sleep, frente a los 30mA transmitiendo y 3µA en modo sleep de Zigbee) por lo que también queda descartado.
- Zigbee por su bajo consumo resulta ser la ideal, aunque tiene menor tasa de envío de datos ya es suficiente para este proyecto, además cuenta con un alcance de unos 100 metros o más y finalmente, es una tecnología diseñada para la interconexión de pequeños dispositivos con batería en una red de varios nodos, que es exactamente como se plantea en el proyecto.

Estándares

El estándar IEEE 802.15.4 define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas con tasa bajas de transmisión de datos. El propósito del estándar es definir los niveles de red básicos para dar servicio a un tipo específico de red inalámbrica de área personal (WPAN) centrada en la comunicación entre dispositivos ubicuos con bajo coste y velocidad.

El estándar no define niveles superiores ni subcapas de interoperabilidad. Existen extensiones, como la especificación ZigBee, que complementan al estándar en la propuesta de soluciones completas. (Faudot, 2008)

IEEE 802.15.4 es la base sobre la que se define la especificación de ZigBee, cuyo propósito es ofrecer una solución completa para este tipo de redes construyendo los niveles superiores de la pila de protocolos que el estándar no cubre.

El propósito del estándar es definir los niveles de red básicos para dar servicio a un tipo específico de red inalámbrica de área personal (WPAN) centrada en la habilitación de comunicación entre dispositivos con bajo coste y velocidad. Se enfatiza el bajo coste de comunicación con nodos cercanos y sin infraestructura, o con muy poca, para favorecer aún más el bajo consumo. (Faudot, 2008).

Topología

La topología de la red se define como la distribución física de los elementos de control respecto al medio de comunicación. Es el método para interconectar los equipos y sistemas conectados a ella así como la forma que adoptan. La topología depende del sistema de control que se utilice y el cableado en función de los requerimientos del sistema.

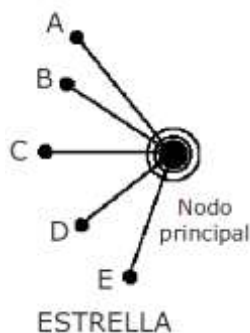
Para la implementación de la solución propuesta se seleccionó una topología en forma de estrella, donde un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

Cada dispositivo tendrá solamente un enlace punto a punto dedicado con el controlador central, habitualmente llamado concentrador. Los dispositivos no estarán directamente enlazados entre sí. Conexión utilizada típicamente por los sistemas centralizados donde existe un único controlador sobre el que pasa toda la información.

En (Kazem Sohraby, 2007), se clasifican las WSNs y sus sistemas asociados en dos categorías: (C1) los que utilizan un sistema basado en una arquitectura en forma de malla, con ruteo dinámico, tanto en la parte cableada como inalámbrica de la red, y (C2) los sistemas que utilizan conexiones punto a punto o multipunto con una arquitectura en forma de estrella y ruteo estático sobre la red inalámbrica.

Según esta clasificación, la solución se enmarca en las Redes Inalámbricas de Sensores de categoría dos (C2) desde el punto de vista comercial. La categoría que engloba la mayoría de los sistemas de control residencial. La categoría uno (C1) abarca principalmente los sistemas con fines militares.

Imagen 8. Topología Estrella



Fuente: Lorente S. (1991) Recuperado de:
http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/1785/TE_RamirezCarlosDaniel_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hardware

Luego de determinar los aspectos técnicos que se tendrán en cuenta durante la implantación de este modelo se debe realizar una búsqueda exhaustiva de los dispositivos que se encuentran en el mercado y que deben cumplir estos requerimientos. Los componentes imprescindibles para la implementación del proyecto son los siguientes:

Imagen 9. Componente de Hardware para red inalámbrica

Componentes de Hardware		
Transceiver ZigBee	Microcontrolador	Sensores
Dispositivo que realizará la transmisión y recepción de la comunicación. Para ello deberá ser compatible con el protocolo ZigBee	Estará compuesto por una CPU (<i>Central Processing Unit</i>), una memoria y puertos de E/S. El microcontrolador hará las tareas de recepción de los datos extraídos por los sensores, procesamiento y envió hacia el <i>transceiver</i> . El CPU deberá ser compatible con ZigBee.	Serán los elementos encargados de capturar las medidas.

Fuente: Saavedra Cano, C. A. (2015). *Implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el condominio Annabella*. Recuperado de: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3547/1/UDLA-EC-TTTR-2015-04%28S%29.pdf>

Protocolo

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica. Esta especificación define una solución para comunicaciones inalámbricas de bajo coste y consumo. (Faudot, 2008).

El principal objetivo que pretende satisfacer una red de comunicación ZigBee es la de comunicar aplicaciones que requieren comunicaciones seguras, con baja tasa de envío y maximización de la vida útil de sus baterías. La red, en su conjunto, utilizará una cantidad muy pequeña de energía de forma que cada dispositivo individual pueda tener una autonomía de hasta 5 años antes de necesitar un recambio en su sistema de alimentación. (Faudot, 2008)

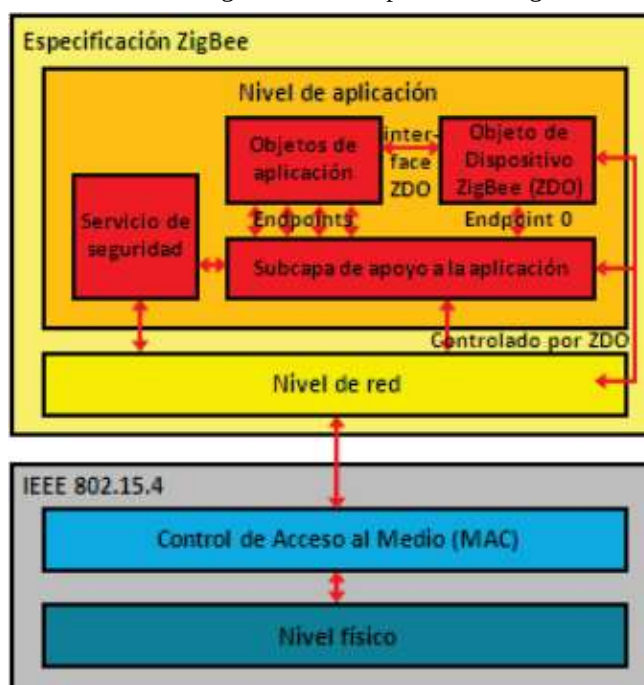
La pila de protocolos ZigBee, también conocida como ZigBee Stack, se basa en el nivel físico y el control de acceso al medio, definidos en el estándar IEEE 802.15.4, que desarrolla estos niveles para redes inalámbricas de área personal de baja tasa de transferencia. (Faudot, 2008).

La especificación ZigBee completa este estándar añadiendo cuatro componentes principales:

- Nivel de red.
- Nivel de aplicación.
- Objetos de dispositivo ZigBee (ZDO).
- Objetos de aplicación definidos por el fabricante.

Además de añadir dos capas de alto nivel (nivel de red y de aplicación) a la pila de protocolos, el principal cambio es la adición de los Objetos de dispositivo ZigBee, ya que son los responsables de llevar a cabo una serie de cometidos, entre los que se encuentran el mantenimiento de los roles de los dispositivos, la gestión de peticiones de unión a una red, el descubrimiento de otros dispositivos y la seguridad.

Imagen 10. Pila de protocolos Zigbee



Fuente: Faudot, I. B. (2008). *ZigBee aplicado a la transmisión de datos de sensores biomédicos*. Barcelona.

Recuperado de: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/3547/1/UDLA-EC-TTTRT-2015-04%28S%29.pdf>

En este capítulo se ha analizado a fondo todo lo analizado en todo el transcurso de la investigación llevando a cabo la factibilidad de la implementación de una red de sensores en el hogar, describiendo cada uno de los recursos que serán empleados y sus relaciones. Especificando las técnicas a utilizar en la solución y respetando los estándares internacionales de domótica. Técnicas estas que permiten garantizar el mantenimiento y las ampliaciones futuras de la instalación con productos de total continuidad en el mercado y en constante evolución.

Por otra parte la arquitectura que se aplicará es la centralizada con un tipo de enlace ZigBee debido a la seguridad que ofrece en sus protocolos de comunicación y la eficiente gestión de la energía en los nodos que maximiza la vida útil de las baterías.

En cambio la topología en forma de estrella es la a implementar en el sistema, ya que permite al controlador centralizado recibir información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

Conclusiones

La instalación de estos sistemas requiere habitualmente de una preinstalación que permita la interconexión de los dispositivos y la integración con otras funcionalidades. Las redes de sensores y su capacidad de comunicación inalámbrica facilita esas labores de infraestructura por lo que permiten disponer de todas las funcionalidades requeridas en viviendas inicialmente no preparadas para ello.

Muchos de los conceptos, características, propiedades y recomendaciones de carácter genéricos para los sistemas domóticos son aplicables si se utilizan redes de sensores para su implantación, con las particularidades propias de las características de las tecnologías involucradas.

Las WSN aún son un campo en investigación a nivel mundial, protocolos y nuevos dispositivos son creados por independientes y empresas. Las pocas implementaciones robustas documentadas en el marco teórico son ejemplos reales de la implementación que se han realizado en el transcurso de tiempo.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta el potencial del IoT para los próximos años, la evolución de las diferentes tecnologías asociadas y la integración de más y más dispositivos en la vida cotidiana de todas las personas, es interesante contemplar nuevos escenarios en que un sistema similar al planteado en este documento tenga cabida. Por tal motivo y como se indicó en diferentes oportunidades, cada uno de los componentes del modelo se diseñó pensando en la realización de posibles trabajos futuros y más iteraciones del mismo.

Monitorear probables o futuras áreas de control en el hogar, especificando el área en el cual se desea construir la red y así ampliar el modelo propuesto realizando una implementación real.

Se debe tener en cuenta que es de vital importancia la realización de un mantenimiento periódico (cada seis meses) a los sensores, baterías, y demás equipos periféricos que facilitan el funcionamiento del sistema que se desee construir.

Optimizar el funcionamiento de los sensores en condiciones climáticas hostiles para disminuir la ocurrencia de falsos positivos.

Esta investigación quedara abierta para futuros investigadores debido a que en este proyecto no se realizó una implementación real por lo cual los dispositivos a implementar quedaran en selección por parte de aquellos desarrolladores de aplicaciones que deseen usar el modelo propuesto.

Referencias

- Avilés García J. A. (2008). Una técnica para la caracterización de nodos en Redes de Sensores Inalámbricas (Tesis Pregrado). Escuela técnica superior de ingeniería de telecomunicación universidad politécnica de Cartagena, Colombia.
- Benitez, V. H., Hermosillo, S., Pacheco-Ramírez, M. J., & Armas-Flores, M. R. V. Propuesta para la implementación de una red inalámbrica de sensores inteligentes para un sistema de concentración solar con tecnología de torre central. (Tesis Pregrado). Universidad de Sonora Hermosillo, Sonora, México
- Cárdenas Valencia, Á. H., & Echeverry Giraldo, A. F. (2013). Prototipo de un sistema de telemetría y control para seguridad en vehículos, soportado en redes móviles.
- Cardona, j., & narváez, y. (2010). *Evaluación de la factibilidad técnico-económica de un sistema domótico en un conjunto residencial, ubicado en el sector nueva barcelona, municipio bolívar, estado anzoátegui* (doctoral dissertation, universidad de oriente).
- Casagras, R. F. I. D. (2011). the inclusive model for the Internet of Things report. EU Project.
- CISCO. (2011). The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything.
- De Ávila, H. C. (2012). Arquitectura de e-Salud basada en Redes Inalámbricas de Sensores. DIFU100ci@, 6(2), 54-61.
- Dargie, W., & Poellabauer, C. (2010). Fundamentals of wireless sensor networks: theory and practice. John Wiley & Sons.
- Gajbhiye, P., & Mahajan, A. (2008, August). A survey of architecture and node deployment in wireless sensor network. In *Applications of Digital Information and Web Technologies, 2008. ICADIWT 2008. First International Conference on the* (pp. 426-430). Ieee.

García A, Romero J. (2009). Implementación de una red inalámbrica que permita operar una plataforma móvil con transmisión y almacenamiento de video, mediante tecnología Wi-Fi. (Tesis Pregrado). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia.

Hernández, J. V. C., & Tesis, U. P. V. (2010). Redes inalámbricas de sensores: Una nueva arquitectura eficiente y robusta basada en jerarquía dinámica de grupos. *Universidad Politécnica de Valencia. Abril del 2010*

Huidobro, J. M., & Tejedor, R. J. M. (2010). *Manual de domótica*. Creaciones Copyright

JIMÉNEZ SUÁREZ C. J. (2011). Diseño e implementación de una arquitectura multimedia para el hogar digital. Proyecto fin de carrera Escuela de Ingeniería Informática, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Katz, M. D. (2013). *Redes y seguridad*. Alfaomega Grupo Editor SL.

Martínez, R. F., Meré, J. O., de Pisón Ascacíbar, F. J. M., Marcos, A. G., & Elías, F. A. (2009). Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica. (Tesis Pregrado). Universidad de La Rioja, Madrid, España.

Montoya Rivera, D. A. (2015). Diseño de un sistema de alarma inalámbrica para pequeñas empresas y hogares en Pereira y Dosquebradas (Bachelor's thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira), Colombia.

Narváez Narváez, R. P. (2013). Diseño de un prototipo inalámbrico para ajustar la presión de los dendrómetros de una explotación agronómica. (Tesis Pregrado). Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *Smart sensor networks: Technologies and applications for green growth*. OECD Publishing.

Palella, S., & Martins, F. (2012). Metodología de la investigación cuantitativa. Caracas: Fedupel.

Pérez, J., Urdaneta, E., & Custodio, Á. (2014). Metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Experimental Politécnica, Antonio José de Sucre, Venezuela.

Potdar, V., Sharif, A., & Chang, E. (2009, May). Wireless sensor networks: A survey. In *Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2009. WAINA'09. International Conference on* (pp. 636-641). IEEE.

Ramírez, C. D., Sanabria Bocanegra, R., & Suarez Sierra, M. (2011). Integración de sensores inalámbricos y domótica. (Tesis Pregrado). Corporación Universitaria Minuto De Dios “Uniminuto”, Girardot, Colombia.

Rihan, M., & Beg, M. S. (2009). Evolution of Home Automation Technology. *BVICAM's International Journal of Information Technology*, 1(2), 35-40.

Saavedra Cano, C. A. (2015). Implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el condominio Annabella (Tesis Pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Colombia.

Sánchez, E. L. (2012). Diseño de un sistema de control domótico basado en la plataforma Arduino. (Doctoral dissertation).

Sundmaeker, H.,Guillemin,P., Friess,P.,Woelfflé,S. *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*.

Vermesan, O., Friess, P. *Internet of Things – From Research and Innovation to Market Deployment*.

Apéndices

Apéndice A. Instrumento Ficha del contexto que abarca una red de sensores

inalámbricos en las tecnologías del hogar

Tipo de ficha: T	Redes de sensores inalámbricas (Wireless Sensor Network - WSN)	
Avilés García J. A. (2008). <i>Una técnica para la caracterización de nodos en Redes de Sensores Inalámbricas</i> (Tesis Pregrado). Escuela técnica superior de ingeniería de telecomunicación universidad politécnica de Cartagena, Colombia.	Relación con otras Fichas: 1	
Definición	Una Red de Sensores Inalámbrica (Wireless Sensor Network, WSN) es la colección de un conjunto de nodos sensores (motes) no cableados, de reducido tamaño, peso ligero y bajo coste, los cuales se despliegan en una región en particular. Su función es proveer una infraestructura de comunicación inalámbrica para poder monitorizar cualquier sistema específico, normalmente mediante el control de parámetros físicos, tal como temperatura o presión. Además, al estar dotados con procesador, estos nodos son capaces de realizar ciertas computaciones locales sobre los datos tomados, lo que permite una reducción de tráfico a través de la red.	
Características	• Gran Escala: La cantidad de nodos que se despliega en una red puede crecer a lo largo de la vida de ésta, pudiendo llegar a contener miles de nodos. • Topología variable: La posición en que se coloca cada uno de los nodos será de forma arbitraria o estratégica, y normalmente es desconocida por el resto de nodos. • Recursos limitados: Los sensores de la WSN, debido a las exigencias de bajo consumo de potencia, poco coste y pequeño tamaño, disponen de recursos limitados, tales como procesadores de baja frecuencia o memorias de poca capacidad. • Cooperación de nodos sensores: Realizan operaciones simples antes de transmitir los datos, lo que permite ahorro en la computación a otros elementos de la red, así como una posible reducción del tráfico a través de ella. • Comunicación: Los nodos sensores usan comunicación por difusión, y debido a que están densamente desplegados, los vecinos están muy cerca unos de otros y la comunicación multi-hop (salto de uno a otro múltiple) consigue un menor consumo de potencia que la comunicación single-hop (salto simple). • Funcionamiento autónomo. Comúnmente, los nodos son capaces de desempeñar su función sin la necesidad de supervisión humana.	

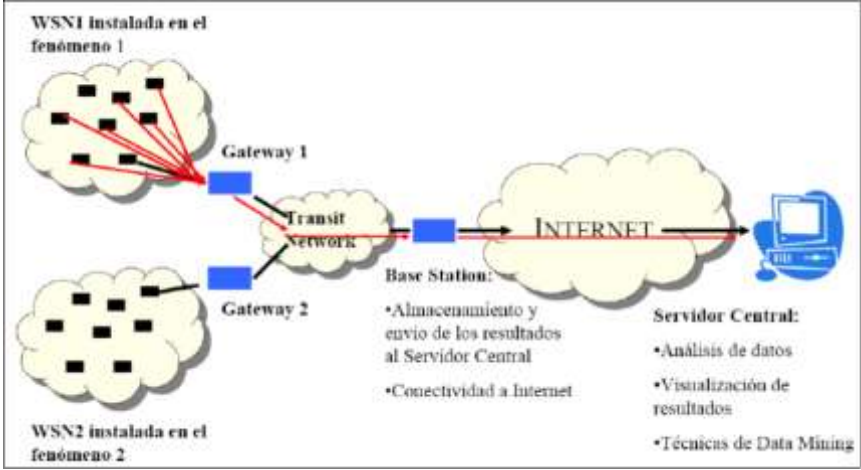
Elementos	• Sensores: toman del medio la información y la convierten en señales eléctricas. Existen de distinta naturaleza y tecnología. • Nodos: toman los datos del sensor a través de sus puertas de datos, y envían la información a la pasarela o directamente a la estación base. Contienen un procesador que les permite realizar computaciones locales con la información captada por los sensores. • Pasarelas o gateways: elementos para la interconexión entre la red de sensores y una red TCP/IP. Su función principal es la de recolectar los datos enviados por los nodos y transmitirlos hacia la estación base. • Estaciones base: recolector de datos basado en un ordenador común o sistema embebido. Los datos proceden normalmente de una pasarela, aunque pueden hacerlo también directamente desde los nodos. • Red inalámbrica: basada comúnmente en el estándar 802.15.4 ZigBee. La conectividad inalámbrica de un importante número de aplicaciones tiene modestos requerimientos respecto a la transmisión de datos, pero sin embargo demanda fiabilidad y seguridad en la comunicación, usando sistemas radio de bajo coste y escaso derroche energético.
Aplicaciones	• Aplicaciones militares: Pueden ser parte integral de sistemas militares C4ISR que son los que llevan las órdenes, el control, comunicaciones, procesamiento, inteligencia, vigilancia, reconocimientos y objetivos militares. • Aplicaciones medioambientales: En este ámbito tenemos aplicaciones como el seguimiento de animales e insectos; monitorización de condiciones ambientales detección de incendios; investigación de meteorología o geofísica; detección de inundaciones, etc. • Aplicaciones sanitarias: Entre la ciencia de ficción y la de realidad, la idea es crear Redes de Sensores Inalámbricas que permitan un control del estado de salud de las personas y sirvan para prevenir problemas y enfermedades. • Aplicaciones de hogar: domótica: En este ámbito los nodos sensores pueden ser introducidos en aparatos domésticos como aspiradoras, microondas, frigorífico, etc. Esto permite que sean manejados remotamente por los usuarios finales mediante una comunicación que se realizaría vía satélite o Internet.

Tipo de ficha: T	Sensores	
Saavedra Cano, C. A. (2015). <i>Implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el condominio Annabella</i> (Tesis Pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Colombia.	Relación con otras Fichas: 1	
Definición	Los sensores han sido parte de los sistemas electrónicos en prácticamente todas las industrias. Son fundamentales en el funcionamiento de incontables sistemas. Por décadas han sido utilizados para cuantificar fenómenos físicos y servir como catalizadores en la optimización de la toma de decisiones. Son dispositivos diseñados para percibir la información externa de una magnitud física y transformarla en un valor electrónico que sea posible introducir al circuito de control. Un sensor consta de algún elemento sensible a una magnitud física como por ejemplo la intensidad o color de la luz, temperatura, presión, magnetismo, humedad y debe ser capaz de transformar esa magnitud física en un cambio eléctrico.	
Clasificación de sensores	Los sensores pueden ser clasificados según el tipo de señal de salida y según la magnitud medida. Según el tipo de salida pueden ser sensores de todo/nada, ya el nombre en si es bastante ilustrativo, sensores digitales y sensores analógicos.	
Sensores de presencia	Un sensor de presencia, es un tipo de sensor que activa o desactiva automáticamente el mecanismo eléctrico al que está conectado, cuando detecta o no, la presencia de un objeto dentro de un radio de acción determinado. Pueden ser clasificados, según el entorno donde son instalados, en dos grupos: • Volumétricos: utilizados en el interior de las viviendas. • Perimétricos: utilizados en el exterior.	
Sensores magnéticos	Los sensores magnéticos detectan una variación en un campo magnético en respuesta a la variabilidad de alguna magnitud física. Su funcionamiento se basa en el principio físico conocido como efecto Hall, por lo que también son llamados sensores de efecto Hall. Entre los escenarios donde pueden ser utilizados estos sensores se encuentran las aplicaciones domóticas. Los sensores magnéticos pueden ser colocados en ventanas y puertas para registrar su estado de apertura o cierre.	

	En general, constan de dos partes bien diferenciadas. Una que consiste en un imán permanente; y la otra que incluye la electrónica correspondiente. El imán se suele colocar en la parte móvil, y la conformada por la parte electrónica se suele alojar en el marco de puertas y ventanas o en el suelo.
--	---

Tipo de ficha: T	Nodo o (Mote)	
	Ramírez, C. D., Sanabria Bocanegra, R., & Suarez Sierra, M. (2011). <i>Integración de sensores inalámbricos y domótica</i> . (Tesis Pregrado). Corporación Universitaria Minuto De Dios “Uniminuto”, Girardot, Colombia.	Relación con otras Fichas: 1
Definición	Un mote, también conocido como nodo sensor, es un elemento que es un dispositivo capaz de observar y tomar medidas de un fenómeno. El mote combina capacidades de recolección, procesamiento y transmisión de datos en un mismo dispositivo, logrando todo esto con un reducido coste económico, tamaño y consumo de potencia. Los sensores que lleva incorporado el nodo pueden ser de diferentes tipos: presión, humedad, temperatura, movimiento, etc. dando lugar a las distintas aplicaciones	
Características	1. Integran sensores para realizar mediciones. 2. Están limitados en diferentes aspectos: a. Energía. Ya que suelen estar alimentados por medio de baterías y el bajo consumo es una de sus prioridades. b. Capacidad de cómputo y memoria. Aún no disponen de grandes capacidades de procesador y de almacenamiento, aunque este campo está desarrollándose y ampliándose cada día. 3. Memoria. La capacidad de almacenamiento también es limitada. 4. Hacen un uso intensivo de la CPU para el procesamiento, y de la Radio para enviar y recibir mensajes. 5. Los sensores son de bajo coste. 6. Alta probabilidad de fallo, teniendo en cuenta las condiciones a las que se exponen los sensores. Deben tener costes de producción muy bajos y ser desechables. 7. Son autónomos y operan de forma independiente. 8. Se adaptan al entorno.	

Componentes Básicos	Un nodo sensor está formado por cuatro componentes básicos: 1. Unidad sensora. Sensores y conversores analógico-digitales que convierten las señales para el microprocesador. 2. Procesador. Normalmente asociado a una pequeña unidad de almacenamiento. Gestiona los procesos que permiten al nodo sensor colaborar con otros para realizar las tareas asignadas. 3. Transceptor. Conecta el nodo a la red, realizando las operaciones de transmisión y recepción de mensajes. 4. Alimentación. Uno de los componentes más importantes, se obtiene a partir de baterías aunque puede estar ayudado de un generador, como placas solares que obtienen energía del entorno. Todo esto tiene que caber en un módulo del tamaño de una caja de fósforos y, a veces, en un tamaño de un centímetro cúbico para poder suspenderlo en el aire.
Tipos	• Nodos finales (RFD): Sencen la información del medio y la transmiten al siguiente nodo de la red. No se encargan de la recepción y retransmisión de información proveniente de otros nodos. • Nodos intermedios o routers (FFD): Reciben, almacenan, procesan y re-envían los datos desde los nodos comunes hacia el Gateway. Se utilizan para extender el alcance de la red, a su vez, proveen de rutas alternativas para el envío de mensajes en la red. • Nodos Gateway: Se encargan de conectar los nodos intermedios hacia redes externas. Es la interfaz entre la plataforma de aplicación y los nodos que componen la red. Toda la información recibida en el Gateway es almacenada y reenviada a la aplicación para su tratamiento posterior.

Tipo de ficha: T	Arquitectura de una WSN	
Narváez Narváez, R. P. (2013). <i>Diseño de un prototipo inalámbrico para ajustar la presión de los dendrómetros de una explotación agronómica</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia.		Relación con otras Fichas: 1
Arquitectura Centralizada	En este tipo de red, los nodos encargados de recoger información, enviarán sus datos a la pasarela más cercana que dirigirá el tráfico de la red. Los nodos se comunican únicamente gracias a las pasarelas o ‘Gateway’.  Imagen 11. Arquitectura WSN centralizada Ventajas: 1. Bajo coste: ningún elemento necesita módulo especial de direccionamiento ni interface. 2. Instalación sencilla. 3. Requerimientos mínimos. Desventajas: 1. Flexibilidad limitada: las reconfiguraciones son costosas. 2. Poca robustez: si cae el módulo central cae todo el sistema. 3. Mayor longitud de cableado dada la topología, su uso en grandes instalaciones es limitado.	
Arquitectura distribuida	Los nodos se comunicarán sólo con otros sensores dentro de su alcance, cooperando y obteniendo una respuesta única que será enviada al ‘clúster head’ que se encargará de comunicarse con la estación base. Este tipo de arquitectura evita los problemas de la arquitectura centralizada.	

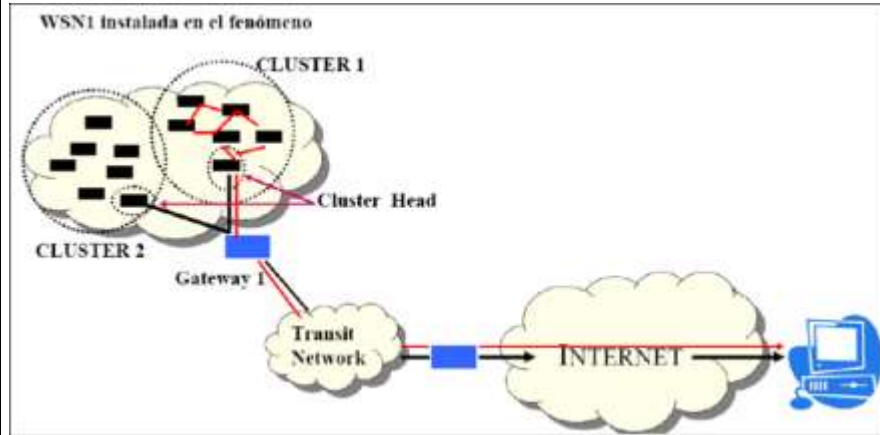


Imagen 12. Arquitectura WSN distribuida

De esta forma se evitan los problemas que surgían en la arquitectura centralizada y, además, se mantienen las características y ventajas que comentamos al comienzo de este capítulo.

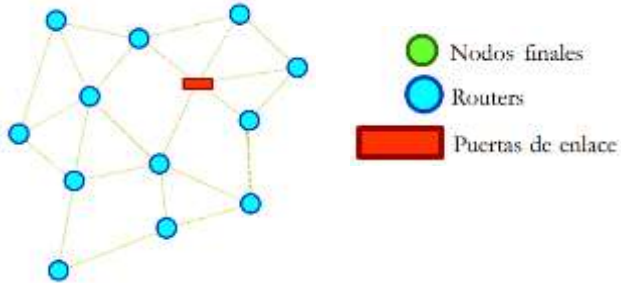
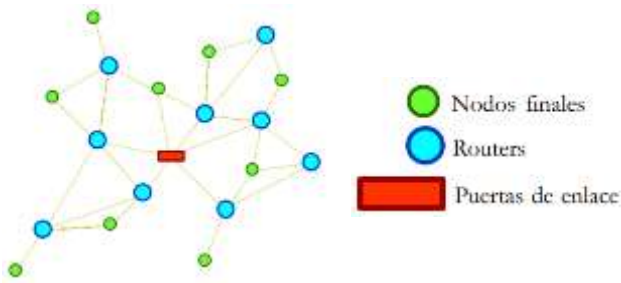
Ventajas:

1. Alta flexibilidad y una gran facilidad para reconfiguraciones.
2. Posibilidad de tecnologías plug & play, que simplifican mucho las instalaciones.
3. Ahorro de cableado en la instalación, lo que da ventajas respecto a los costes, sobre todo en instalaciones y proyectos a gran escala.

Desventajas:

1. Precio elevado de componentes, dado el incremento de complejidad que conllevan.
2. Necesidad de compatibilidad entre los equipos y componentes.
3. Escasez de productos, debida a los requisitos exigibles de direccionamientos, protocolos, etc.

Tipo de ficha: T	Topologías en WSN	
	Martínez, R. F., Meré, J. O., de Pisón Ascacíbar, F. J. M., Marcos, A. G., & Elías, F. A. (2009). <i>Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica</i> . (Tesis Pregrado). Universidad de La Rioja, Madrid, España.	Relación con otras Fichas: 1
Definición	Hay varias arquitecturas que pueden ser usadas para implementar una aplicación de WSN como pueden ser estrella, malla o una híbrida entre ellas dos. Cada topología presenta desafíos, ventajas y desventajas. Para entender las diferentes topologías es necesario conocer los diferentes componentes de la WSN. Topología se refiere a la configuración de los componentes hardware y como los datos son transmitidos a través de esa configuración. Cada topología es apropiada bajo ciertas circunstancias y puede ser inapropiada en otras. La idea de una red de sensores surge gracias a las posibilidades que nos da la tecnología	
Topología estrella	Una topología en estrella es un sistema donde la información enviada sólo da un salto y donde todos los nodos sensores están en comunicación directa con la puerta de enlace, usualmente a una distancia de 30 a 100 metros. Todos los nodos sensores son idénticos, nodos finales, y la puerta de enlace capta la información de todos ellos. La puerta de enlace también es usada para transmitir datos al exterior y permitir la monitorización de la red. Los nodos finales no intercambian información entre ellos, sino que usan la puerta de enlace para ello, si es necesario. Imagen 13. Topología en estrella Ventajas: - Un error o fallo en un nodo (cualquiera menos el control central) no afecta al resto de la instalación. - Es muy fácil añadir nuevos nodos a la red. Desventaja: - Un error o fallo en el controlador central, afecta a toda la instalación. - El cableado de la instalación es muy extenso, dado que todos los nodos se unen al control central.	

Topología en Malla	La topología en malla es un sistema multisalto, donde todos los nodos son routers y son idénticos. Cada nodo puede enviar y recibir información de otro nodo y de la puerta de enlace. A diferencia de la topología en estrella, donde los nodos solo pueden hablar con la puerta de enlace, en ésta los nodos pueden enviarse mensajes entre ellos.  Imagen 14. Topología en Malla Ventaja: En este caso si hay un fallo en uno de los cables, la información circula por otra línea. Desventaja: Su principal inconveniente es el alto coste del cableado. De hecho el sistema en malla es una topología muy poco utilizada.
Topología Híbrida Estrella-Malla	Este tipo de red busca combinar las ventajas de los otros dos tipos, la simplicidad y el bajo consumo de una topología en estrella, así como la posibilidad de cubrir una gran extensión y de reorganizarse ante fallos de la topología en malla.  Imagen 15. Topología en Híbrida Este tipo crea una red en estrella alrededor de routers pertenecientes a una red en malla. Los routers dan la posibilidad de ampliar la red y de corregir fallos en estos nodos y los nodos finales se conectan con los routers cercanos ahorrando energía.

Tipo de ficha: T	Protocolos de una WSN	
Martínez, R. F., Meré, J. O., de Pisón Ascacibar, F. J. M., Marcos, A. G., & Elías, F. A. (2009). <i>Redes inalámbricas de sensores: teoría y aplicación práctica</i> . (Tesis Pregrado). Universidad de La Rioja, Madrid, España.		Relación con otras Fichas: 1
Definición	Las WSN a diferencia de las redes inalámbricas tradicionales, están compuestas por nodos que tienen recursos acotados de cómputo, memoria y energía. Estas restricciones implican el surgimiento de protocolos de comunicación diseñados específicamente para este tipo de tecnología.	
Protocolos MAC	De los protocolos MAC actualmente disponibles, el estándar IEEE 802.15.4 es quizás de los más populares y de fácil implementación. Esto se debe en parte a la gran cantidad de fabricantes que actualmente proveen hardware compatible con el estándar IEEE 802.15.4. Este protocolo abarca la capa física y la subcapa MAC del modelo TCP/IP, para WPAN (Wireless Personal Area Network) de baja tasa de transferencia de datos. IEEE 802.15.4 admite dos topologías de red: estrella y peer to peer y dos tipos de dispositivos o nodos: de función completa (actúa como coordinador de red) y de función reducida (actúa como nodo recolector de información o simplemente, nodo fuente).	
Protocolos de la capa de red	Diversos protocolos han sido desarrollados para utilizar las plataformas de hardware basadas en IEEE 802.15.4. Éstos proporcionan, por sobre las capas definidas por IEEE 802.15.4, otras topologías de red (p. ej. Mesh), seguridad, soporte de la aplicación, etc. ZigBee, es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la ZigBee Alliance, con el fin de reducir costos y consumo de energía, en dispositivos que necesiten comunicarse inalámbricamente. Utiliza los servicios de 802.15.4 y añade la capa de red, permitiendo el uso de topologías de redes Malla (Mesh), Estrella (Star) y Árbol (Tree), la subcapa de soporte de la aplicación (APS) y los servicios de seguridad.	

Tipo de ficha: T	Tecnologías Inalámbricas	
Montoya Rivera, D. A. (2015). <i>Diseño de un sistema de alarma inalámbrica para pequeñas empresas y hogares en Pereira y Dosquebradas</i> (Bachelor's thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira), Colombia.	Relación con otras Fichas: 1	
Bluetooth	La tecnología Bluetooth es una especificación abierta para Redes Inalámbricas de Área Personal que posibilita la transmisión de datos y voz entre un grupo privado de dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Está basada en un enlace de radio de bajo coste y corto alcance, implementado en un circuito integrado proporcionando conexiones instantáneas para entornos de comunicaciones tanto móviles como estáticas.	
Wi-Fi (estándar IEEE 802.11)	Dentro de las redes de área local inalámbrica (WLAN) sin lugar a dudas la de mayor renombre e importancia es el protocolo IEEE 802.11 el cual define a una serie de estándares y es mejor conocido como Wi-Fi. La gran flexibilidad de Wi-Fi hace posible aplicaciones a distancias de hasta 100 metros alrededor del accesspoint y ofrece la posibilidad de formar redes de área local hot spots adyacentes. Algunas características destacadas: • Los estándares IEEE 802.11 usan la banda frecuencia de 2.4 GHz. • La tasa de transferencia depende del estándar que se haga uso, puede ir desde los 11 (Mbps) hasta los 108 (Mbps). • tasas de transmisión.	
ZigBee	ZigBee es el lenguaje inalámbrico que utilizan para conectarse entre sí uno o varios dispositivos de uso diario, está basado en el estándar 802.15.4. De hecho se complementan proporcionando una pila completa de protocolos que permiten las comunicaciones entre una multitud de dispositivos de una forma eficiente y sencilla. Entre sus objetivos está el de transmitir pequeños volúmenes de datos con muy bajo coste y consumo de potencia y obtener así una larga duración de batería.	

Apéndice B. Instrumento Ficha para comparar modelos y metodologías existentes de una red de sensores inalámbricos.

Tipo de ficha: T	Metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos	
Pérez, J., Urdaneta, E., & Custodio, Á. (2014). <i>Metodología para el diseño de una red de sensores inalámbricos</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Experimental Politécnica, Antonio José de Sucre, Venezuela.		Relación con otras Fichas: 2
Metodología Propuesta	En esta investigación se propone una metodología para el diseño y la implementación de una red inalámbrica de sensores. Este método tiene siete pasos: 1. Detección de necesidades de medición del entorno. 2. Caracterización del entorno. 3. Estudio de los dispositivos disponibles relacionados con redes inalámbricas de sensores. 4. Selección del tipo de red a usar. 5. Realizar cálculos. 6. Realizar pruebas experimentales con los dispositivos de forma individual. 7. Implementar la red en campo.	
Aplicada para	El método se probó en una planta de cemento midiendo la temperatura en cuatro puntos distantes con dispositivos basados en sensores y de forma inalámbrica. Los resultados fueron observados por internet desde un computador central.	

Tipo de ficha: T	Propuesta para la implementación de una red inalámbrica de sensores inteligentes para un sistema de concentración solar con tecnología de torre central	
Benitez, V. H., Hermosillo, S., Pacheco-Ramírez, M. J., & Armas-Flores, M. R. V. <i>Propuesta para la implementación de una red inalámbrica de sensores inteligentes para un sistema de concentración solar con tecnología de torre central.</i> (Tesis Pregrado). Universidad de Sonora Hermosillo, Sonora, México	Relación con otras Fichas: 2	
Metodología Propuesta	Se propone una metodología experimental mediante la cual se logre el diseño, implementación y validación de un sistema de comunicación inalámbrica basado en nodos inteligentes. A continuación se describe la metodología propuesta para la realización de este proyecto. Fase 1: Análisis de los Requerimientos de la PSH Fase 2: Revisión y Evaluación de Tecnologías Disponibles Fase 3: Diseño de Nodos Fase 4: Pruebas Preliminares Fase 5: Instrumentación de Sensores Fase 6: Pruebas Finales	
Aplicada para	Se permitieron validar la viabilidad y la eficiencia del sistema de comunicación inalámbrica, para ser implementado en la Plataforma Solar de Hermosillo (PSH), permitiendo la comunicación y control de los helióstatos, ubicada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. Esta plataforma consiste en un campo donde se cuenta con un número creciente de helióstatos desarrollados por la misma universidad y otras instituciones de investigación, así como una torre central para generación de energía y realización de pruebas experimentales	

Tipo de ficha: T	Implementación de una red inalámbrica que permita operar una plataforma móvil con transmisión y almacenamiento de video, mediante tecnología Wi-Fi.	
García A, Romero J. (2009). <i>Implementación de una red inalámbrica que permita operar una plataforma móvil con transmisión y almacenamiento de video, mediante tecnología Wi-Fi.</i> (Tesis Pregrado). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Colombia.		Relación con otras Fichas: 2
Metodología Propuesta	Elaboración de un sistema que contenga modelos teóricos, matemáticos y las simulaciones que permitan comprobar a groso modo posibles resultados.	
Aplicada para	Controlar funciones del dispositivo móvil desde el ordenador. Procesar y realimentar información. Esto representará un sistema de comunicación inalámbrica efectivo de fácil operación para realizar el control de una plataforma móvil, capaz de enviar información (video) al ordenador.	