

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL "CCI UCLV 2019"  
XVIII SIMPOSIO DE INGENIERIA ELÉCTRICA SIE-2019

**Casa domótica para una persona en silla de ruedas**

*Home automation for a person in a wheelchair*

**Efraín A. Antimil Burgos, Boris L. Martínez-Jiménez**

Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile. E-mail: [boris.martinez@uautonoma.cl](mailto:boris.martinez@uautonoma.cl)

---

**Resumen:**

La modernización del hogar, de costumbres diarias, de disminución económica de los costos de vivienda, y de una mayor calidad de vida sin duda forma parte del bienestar al que la humanidad busca a diario. El impacto puede conllevar a mejorar aspectos como el medio ambiente, el uso de energías renovables y no renovables, así como mejorar la vida de grupos de personas con capacidades disminuidas. La domótica integra un conjunto de sistemas para asegurar un mayor confort, seguridad, ahorro energético, facilidad de comunicación y entretenimiento. Por tanto, el objetivo de este trabajo es diseñar la domótica del hogar para una persona en silla de ruedas, supliendo sus necesidades y facilitando la vida en el hogar. En el trabajo se analizan estas necesidades y se seleccionan los componentes para el sistema domótico antes de la construcción de la vivienda.

**Palabras Clave:** Domótica, sensores, automatización del hogar, discapacidad.

---

## **1. Introducción**

A lo largo de la historia, las personas con discapacidad han sufrido el olvido por parte de la sociedad y han debido enfrentar un tratamiento hostil y plasmado de contradicciones basado en el desconocimiento de lo que significa la discapacidad y cómo afecta a las personas y su entorno. Hoy en día se han creado leyes a su favor para que puedan desenvolverse mejor en la sociedad y se han logrado innumerables avances al trato que se les tiene, pero aun así hay barreras que no se han podido superar. Estas personas en el mundo entero forman parte de un número importante de habitantes, alcanzando los 650 millones de habitantes con discapacidad según cifras establecidas por organismos internacionales. Más allá de los déficits propios de estas personas, son los factores del contexto los que dificultan sus experiencias de vida, estos factores son las barreras arquitectónicas, físicas y de acceso, lo que acrecienta su situación de exclusión social. La discapacidad es un concepto ecológico, ya que se define a partir de la relación de una persona con su contexto. Es por ello que a través de la ingeniería la tarea es derribar aquellas barreras arquitectónicas que obstaculizan su auténtica inclusión social, el hombre a través de la arquitectura ha creado cosas maravillosas, pero no siempre accesibles para esta población. El desconocimiento general de los arquitectos en relación a los requerimientos de las personas en situación de discapacidad es algo preocupante. Porque más allá de cumplir con las normativas obligatorias, diferentes en cada país, la calidad de vida de las personas depende de factores específicos y cotidianos. (Franco, 2019)

El área de la ingeniería conocida como la domótica o automatización del hogar, provee sistemas que proporcionan niveles de automatización dentro de las viviendas. La domótica integra un conjunto de sistemas (electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones) para asegurar así un mayor confort, seguridad, ahorro energético, facilidad de comunicación y entretenimiento. Su objetivo es integrar y lograr que todo aparato de la vivienda funcione en perfecta concordia, con la máxima utilidad y mínima intervención por parte del ser humano (Huidobro & Millan, 2010) (Rathore & otros, 2016) (Spachos & otros, 2018). Por tanto, es lógico pensar que la domótica puede facilitar la vida en el hogar de las personas con discapacidad. Por tal razón, el objetivo de este trabajo diseñar la domótica del hogar para una persona en silla de ruedas supliendo sus necesidades.

## **2. Domótica**

La terminología domótica proviene de la unión de dos palabras, *domus* (que proviene del latín y significa casa) y *tica* (abreviación de automática, palabra griega que significa “funciona por sí sola”).

Es el conjunto de funciones y sistemas que otorgan capacidad a un hogar de ser automático, entregando servicios de control energético, seguridad, bienestar y comunicación, los que pueden estar comunicados por medio de redes interiores y exteriores, y a su vez ser alámbricas o inalámbricas, donde entrega la posibilidad de controlar las funciones desde dentro del hogar como también a distancia de este.

### **2.1. Aportes de la Domótica.**

La domótica es una tecnología que contribuye a mejorar el estándar de vida del usuario en ítems como los siguientes:

- **Ahorro energético:** Gestiona de manera inteligente y optimizando los recursos la iluminación, calefacción, electrodomésticos, riego, etc.. Además, por medio del monitoreo de consumos, se logra obtener la información necesaria para realizar modificaciones en los hábitos para lograr aumentar el ahorro y la eficiencia.
- **Accesibilidad:** Facilita el manejo de los elementos y acciones del hogar de la forma que más se ajuste a la necesidad de cada individuo, ayudando también a las personas con movilidad reducida. Además de ofrecer tele-asistencia para los usuarios que lo requieran. (CEDOM, 2014)
- **Seguridad:** Aporta vigilancia automática tanto a personas, animales y bienes, así como también en casos de incendios y averías de procesos o elementos. Mediante los controles de intrusión, cierre automático de puertas y ventanas, simulación dinámica de presencia, cámaras de tele-vigilancia, alarmas personales y también las alarmas técnicas que permiten descubrir incendios, fugas de agua y gas, fallos en el suministro eléctrico, entre otros.
- **Confort:** Convierte a la vivienda en un lugar más confortable a través de la gestión de actividades domésticas que permiten abrir, cerrar, encender, apagar, regular, etc. los electrodomésticos, la calefacción, ventilación, persianas, toldos, puertas, cortinas, riego, etc.
- **Comunicación:** Garantiza una comunicación óptima con la aplicación, control a distancia a través de smartphones y laptops desde donde se puede controlar y

supervisar la vivienda. También permite recibir alertas de anomalías e informaciones de cómo están funcionando cada una de las aplicaciones y electrodomésticos. (CEDOM, 2014)

## 2.2 La Domótica en el hogar.

En el mercado existe una variedad de sistemas que cubren un amplio espectro de sistemas de automatización. Hay sistemas autónomos, de control independiente, y otros pueden estar hechos para controlar de forma integral múltiples sistemas de la domótica, con funciones que van más allá de controlar solo la calefacción, sino también como riego, luces, consumo eléctrico, etc. dependiendo de las necesidades del usuario. (Santoro & otros, 2018) (Sun & otros, 2016) (Zafari & otros, 2016)

### Componentes básicos de la domótica:

Si bien existen muchos sistemas de control de domótica, todos estos tienen aspectos en común, como los cuatro elementos que componen el sistema. (figura 1).

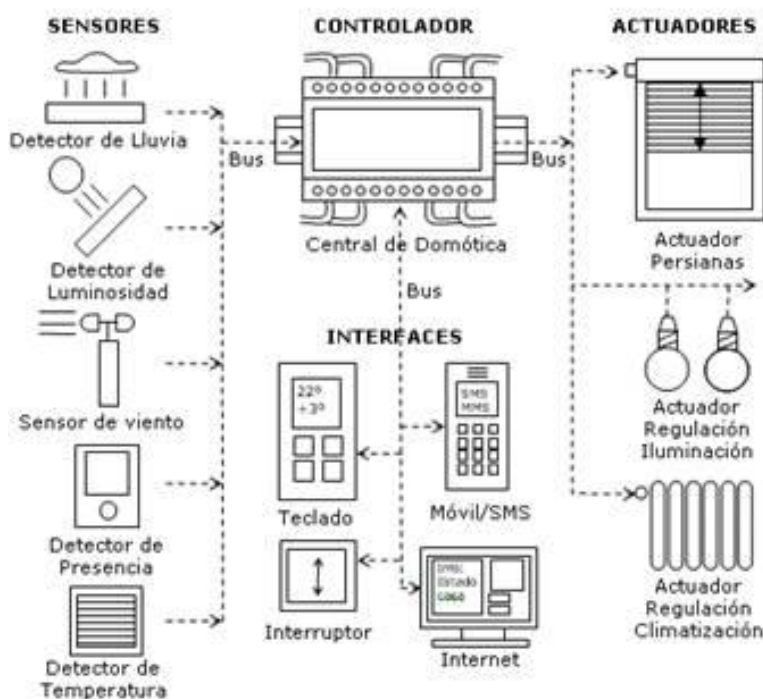


Figura 1. Componentes Básicos de la Domótica (Fuente: Google imágenes).

Según la Real Academia Española, los sensores son dispositivos capaces de detectar una acción externa, temperatura, presión, lluvia, robos, incendios, etc., y el controlador es un dispositivo o computadora que permite controlar los componentes del sistema.

Por otro lado, los actuadores son los encargados de dar respuesta a la detección que realizó el sensor, por ejemplo si detecta baja temperatura, este actuador enciende la combustión, etc. (Andrade, 2014)

Para objeto de estudio se clasificará la domótica en dos grandes grupos:

Autónoma: Es un sistema que solo actuaría como controlador de la calefacción, las ventajas de este sistema es su independencia ya que esta no dejaría de funcionar por fallas de otros sistemas, y una de sus desventajas es no poder controlar todos los sistemas desde un solo interfaz.

Abierta: Este sistema tiene la ventaja de agrupar todos los sistemas, ya sea calefacción, luces, riego, etc. en un mismo programa de interfaz, facilitando así su control, ya que desde un dispositivo de control se puede revisar el estado de todos los sistemas, una desventaja de esto es que si un elemento presenta alguna falla, puede producir una falla de todo el sistema u otro dispositivo.

### **2.3. Requerimientos del hogar.**

#### **Seguridad.**

Los portones serán portones eléctricos que podrán ser abiertos y cerrados a distancia, además el portón integrará cámara de seguridad, que podrá ser revisada desde el celular y abierta desde un punto de la casa definido.

La casa contará con cámaras de seguridad que puedan ser revisadas desde un punto en la casa y también podrán ser revisadas desde un Smartphone.

#### **Transporte.**

Dentro del hogar la persona se podrá desplazar a través de su silla de ruedas, y además la casa contará con una grúa transportadora, que se encargará de trasladar a la persona por diferentes habitaciones del hogar, tales como baño, habitación principal, cocina.

La grúa deberá cumplir con ciertas especificaciones, como tener un control accesible y de fácil alcance para la persona transportada, deberá ser capaz de mantener una estabilidad adecuada para la persona, etc..

#### **Calefacción.**

La calefacción será mediante electricidad, esta será controlada a través del sistema domótico, para así poder controlar su encendido y apagado a distancia. Además, el hecho de que sea eléctrica permitirá ser manejada de manera más fácil, lo que dará un mayor confort y comodidad a la persona que lo utilizará.

### **Encendido y apagado de luces.**

Este ítem será realizado mediante aparatos de smarthphone y tableros, todo esto será manejado por el sistema domótico. Además, tendrán sus respectivos interruptores en caso de necesitarlos.

### **Cortinas y persianas.**

La casa tendrá persianas eléctricas que serán manejadas tanto para la apertura como para el cierre de estas.

### **3. Arquitectura del sistema**

Anteriormente se mencionan los componentes básicos de un sistema domótico (figura 1). La arquitectura del sistema de control corresponde al modo en que los diferentes elementos del sistema se encuentran interconectados físicamente y de la forma en cómo estos interactúan entre sí. Se destacan tres arquitecturas básicas: arquitectura centralizada, arquitectura distribuida y arquitectura híbrida o mixta.

En el sistema centralizado, cada elemento se encuentra directamente comunicado con el controlador y no requieren comunicarse con otros dispositivos que no sea el controlador. Cada dispositivo cuenta con un único canal de comunicación con el controlador del sistema lo que lo pone en ventaja con otros tipos de arquitecturas ya que el costo de los elementos de la red es relativamente económico, de fácil instalación y sencilla configuración. Una desventaja de este tipo de arquitectura es la cantidad de cableado para implementar la red si esta se hace cableada, además, si el controlador falla, todo el sistema deja de funcionar. Igualmente, la flexibilidad y posibilidad de ampliación de los dispositivos se ve limitada por la cantidad de entradas/salidas del controlador.

La arquitectura distribuida posee más de un núcleo de control capaces de comunicarse entre ellos. Esto permite la escalabilidad de acuerdo con las necesidades futuras y que la falla de algún controlador no compromete a todo el sistema. Las redes de arquitectura distribuida requieren de protocolos de comunicación que permitan enlazar los nodos (controladores, sensores, actuadores, interfaces) de la red. Dichos protocolos, de los cuales existe una gran cantidad, se clasifican en tres tipos básicos de acuerdo a la libertad de sus usos: protocolos propietarios, estándar bajo licencia y estándar libres.

La arquitectura de mixta es aquella donde dentro de una misma red existen las características de una red centralizada y de una distribuida. Esta es la red más completa y permite la comunicación entre todos los nodos de la red y una gran escalabilidad. La interconexión de los elementos controladores se realiza generalmente a través de protocolos específicos según los dispositivos de la red.

En Chile existen varias empresas dedicadas al diseño y montaje de sistemas de automatización para viviendas, con venta de kits para sistemas domóticos fácilmente instalables. No obstante, no todas las viviendas se encuentran en condiciones de albergar este tipo de redes, depende de factores del estado de la vivienda, del estado de la red eléctrica, y el impacto que puede provocar las señales a través de la red eléctrica sobre otros equipos. Además, no se puede asegurar que un sistema domótico es mejor o peor, depende de las necesidades del usuario que pueden pasar de simples medidas de confort a una mejor gestión de los recursos energéticos utilizados dentro de la vivienda.

Para el proyecto aquí abordado, se selecciona un sistema con arquitectura mixta y un protocolo de comunicación abierto, el proporcionado por KNX. Esto permitirá adaptarse mejor a las características de cada usuario, además de las ventajas de escalabilidad y flexibilidad en cuanto a la selección de los componentes del sistema, entiéndase controladores, sensores, actuadores, interfaces de diferentes marcas y proveedores que pueden conectarse a este sistema abierto.

### **Equipamiento**

El resumen de los requisitos queda expresado en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1 Resumen con requerimientos por habitación

<b>habitación</b>	<b>calefacción</b>	<b>luces</b>	<b>persianas</b>
cocina	sí	sí	sí
comedor	sí	sí	no
living	sí	sí	sí
dormitorio principal	sí	sí	sí
baño principal	sí	sí	no
sala de estar	sí	sí	sí
terracea	no	sí	no
baño secundario	sí	sí	no
dormitorio visita	sí	sí	no
estacionamiento	no	sí	no
<b>TOTALES</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>4</b>

Para ello, el equipamiento propuesto es:

- Software ETC de KNX: permite la configuración del sistema y de elementos individuales
- FUENTE DE ALIMENTACION KNX PS640 CON Router IP: para alimentar elementos además de que posee router con IP para la
- Jung CD 5074 RF TSM Módulo emisor KNX RF, 4 fase: permite el manejo inalámbrico de consumidores, por ejemplo, conexión/desconexión de luz,

regulación de luz, subir/bajar persianas. Es un pulsador para accionamiento, regulación, control de persianas, envío de valores, etc. También tiene indicación de estado con LED y sensor de temperatura integrado.

- 4 Actuadores de persianas KNX S-B2-UP 230V 1 canal 230V, 2 entradas binarias, control de fachadas, empotrable
- 8 Termostatos con sensor de temperatura KNX (con pantalla y dos botones para cambio de temperatura): permitiría la configuración por habitaciones
- 10 SCN-P360D1.01 Detector de presencia, 1 sensor, tamaño reducido, rango presencia max 4 m, movimiento 6m: El funcionamiento general incluiría que solo se accionen las luces si hay presencia en la habitación

Esto resulta en un Nivel 2 (medio) según la Clasificación de las instalaciones mediante niveles de domotización de la Asociación Española de Domótica e Inmótica - CEDOM (CEDOM, 2018)

#### **4. Conclusiones**

El uso del sistema domótico propuesto reducirá los costos en la utilización de energía eléctrica (calefacción, ventanas e iluminación), mejorando la protección física, confort y estado emocional de la persona discapacitada. Se destaca que la inversión inicial se ve disminuida al incorporar la domótica desde el diseño de la vivienda. La casa automatizada aquí diseñada resulta en un nivel intermedio según la clasificación de las instalaciones mediante niveles de domotización de CEDOM. Trabajos futuros podrían desarrollarse para disminuir la inversión inicial y aumentar el nivel de domotización

#### **5. Referencias bibliográficas**

- Andrade, G. (2017). Estudio de factibilidad de un diseño domótico para optimizar los recursos en la habitación de un adulto mayor (Trabajo de grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Consultado Agosto 22, 2018 en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27285/1/Tesis%20final%20Guillermo%20Andrade.pdf>
- CEDOM (2018). Tabla de niveles para evaluación de instalaciones domóticas. Accedido el 29 de noviembre de 2019. <http://www.cedom.es/sobre-domotica/tabla-de-niveles-para-evaluacion-de-instalaciones-domoticas>
- Franco, J. (2019). Estos 13 diseños de IKEA facilitan (e igualan) la vida de personas con discapacidad. *Plataforma Arquitectura*. Accedido el 29 Marzo 2019, <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/913296/estos-13-disenos-de-ikea-facilitan-e-igualan-la-vida-de-personas-con-discapacidad>.



- Huidobro, J. M., & Millan, R. (2010). *Manual de domótica*. España: Creaciones.
- Rathore, M. M., Ahmad, A., Paul, A., & Rho, S. (2016). Urban planning and building smart cities based on the internet of things using big data analytics. *Computer Networks*, 101, 63-80.
- Santoro, G., Vrontis, D., Thrassou, A., & Dezi, L. (2018). The internet of things: building a knowledge management system for open innovation and knowledge management capacity. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 347-354.
- Spachos, P., Papapanagiotou, I., & Plataniotis, K. N. (2018). Microlocation for smart buildings in the era of the internet of things: A survey of technologies, techniques, and approaches. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(5), 140-152.
- Sun, Y., Song, H., Jara, A. J., & Bie, R. (2016). Internet of things and big data analytics for smart and connected communities. *IEEE access*, 4, 766-773.
- Zafari, F., Papapanagiotou, I., & Christidis, K. (2016). Microlocation for internet-of-things-equipped smart buildings. *IEEE Internet of Things Journal*, 3(1), 96-112.