



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS “ESPE”  
EXTENSIÓN LATACUNGA.**

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL DOMÓTICO DE ARQUITECTURA  
CENTRALIZADA Y DISTRIBUIDA BASADA EN LONWORKS”.

**AUTORES**

VICTOR EMILIO CEDEÑO NUÑEZ  
JUAN CARLOS RUIZ VASCO

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

**AÑO 2013**



## Objetivo General.

- Diseñar e implementar un Módulo de Control Domótico de Arquitectura Centralizada y Distribuida basada en LonWorks, para los laboratorios de la ESPE Extensión Latacunga.

## Objetivos Específicos.

- Contribuir con el ahorro energético, tanto de hogares y de edificios.
- Facilitar la coexistencia de productos de diferentes fabricantes.
- Analizar los nuevos protocolos de comunicación, para domótica.
- Realizar la programación de los equipos, y verificar su correcto funcionamiento.
- Estudiar y aplicar todas las ventajas que tiene el equipo SICOV 300.
- Instalar unidad USB al equipo para conexiones con PC.
- Implementar diferentes módulos para el control de accesos, persianas e iluminación.

# INTRODUCCIÓN

## CONCEPTOS BÁSICOS

### DOMÓTICA

La domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda que permite una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema.

# VENTAJAS DE AUTOMATIZAR UNA VIVIENDA.

- **Ahorro energético:** gestiona inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente, sanitaria, el riego, los electrodomésticos.
- **Fomentando la accesibilidad:** facilita el manejo de los elementos del hogar a las personas con discapacidades de la forma que más se ajuste a sus necesidades.

- **Aportando seguridad: de personas y bienes:** controles de intrusión y alarmas técnicas que permiten detectar incendios, fugas de gas o inundaciones de agua.
- **Convirtiendo la vivienda en un hogar más confortable:** con la gestión de electrodomésticos, climatización, ventilación, iluminación natural y artificial.
- **Garantizando las comunicaciones:** recepción de avisos de anomalías e información del funcionamiento de equipos e instalaciones, y gestión remota del hogar.

# INMÓTICA

La inmótica es un modo de gestión remoto, centralizado y automatizado que supone la incorporación de numerosos subsistemas en las instalaciones de edificios, hospitales terciarios, centros comerciales, aeropuertos con el fin de optimizar recursos.

La inmótica permite monitorizar el funcionamiento general del edificio y controlar otros aspectos como los ascensores, el balance energético, el riego, la sensorización de variables como temperatura y humedad, las alertas, el sistema de accesos o de detección de incendios.

# VENTAJAS

- Ahorro en servicios de mantenimiento.
- Gestión eficaz de los parámetros principales del edificio.
- Gestión del personal del edificio.
- Aviso de averías.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Alarmas técnicas.
- Telegestión remota.
- Supervisión de consumo eléctrico.
- Mejora de la eficiencia del trabajador o del edificio.
- Aumento del confort de los usuarios y estética.
- Detección y gestión eficaz de la seguridad en el complejo.



# ARQUITECTURAS DE CONTROL

**Arquitectura Centralizada.-** En un sistema de domótica de arquitectura centralizada todos los elementos sensores reúnen la información del sistema y la envían al controlador para que tome las decisiones y se las comunique a los elementos actuadores.

**Arquitectura Distribuida.-** En un sistema de domótica de arquitectura distribuida, cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa y su configuración.

# PROTOCOLOS

**Protocolos Estándar.-** Es un conjunto de reglas que han sido ampliamente usados e implementados por diversos fabricantes usuarios, y organismos oficiales como por ejemplo la IEEE, ISO. Idealmente, un protocolo estándar debe permitir a los dispositivos comunicarse entre sí, aun cuando estos sean de diferentes fabricantes.

**Protocolo Propietario.-** Es un producto o sistema desarrollado por una empresa para sólo poder operar con sus propios dispositivos o con otros de terceros especificados anticipadamente no es posible intercambiar dispositivos con diferentes tecnologías o de otros fabricantes.

# ESTANDARES EN DOMÓTICA

- BACnet.
- BatiBus.
- CEBus.
- EHS.
- EIB.
- HBS.
- HES.-
- LonWorks.
- X-10.

## SENSORES Y ACTUADORES

**Sensor.-** Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

**Actuadores.-** Son los dispositivos que actúan sobre el medio exterior, convierten una magnitud eléctrica en otra magnitud de tipo mecánica o térmica.

# LONWORKS

LONWORKS es un estándar propietario desarrollado por la empresa Echelon, el estándar ha sido ratificado por la organización ANSI.

El estándar LONWORKS se basa en el esquema propuesto por LON (Local Operating Network). Este consiste en un conjunto de dispositivos inteligentes, o nodos, que se conectan mediante uno o más medios físicos y que se comunican utilizando un protocolo común.

Uno de los beneficios inmediatos de LON es que un pequeño número de nodos pueden realizar un gran número de distintas funciones dependiendo de cómo estén interconectados.

## APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA LONWORKS.

La tecnología Lonworks proporciona una solución a los múltiples problemas de diseño, construcción, instalación, y mantenimiento de redes de control; redes que pueden variar en tamaño desde 2 a 32,000 dispositivos.

Las aplicaciones se da en la aviación, navieros, petroleras.

## CHIP NEURON.

Todos los dispositivos presentes en una red Lonworks precisan de un chip Neuron.

El Neuron está constituido internamente como tres microprocesadores en uno, dos de los microprocesadores están optimizados para ejecutar el protocolo de comunicaciones, mientras que el tercero está dedicado a ejecutar el programa de control del nodo, hay por tanto dos procesadores de comunicación y un procesador para la aplicación.

Disponer de dos procesadores dedicados a tareas de comunicación en red y uno dedicado a la aplicación asegura que la complejidad del programa no afecta negativamente a la respuesta de la red y viceversa. Adicionalmente, el hecho de encapsular ambas funciones en un solo chip ahorra tiempos de diseño y producción.

## Ventajas Técnicas.

- El uso del chip Neuron garantiza un entorno de ejecución hardware para el protocolo. Para asegurar suficiente potencia de proceso, el protocolo se implementa como una mezcla de hardware y firmware.
- Diseñado para un amplio rango de aplicaciones, y fabricados en masa por dos de los mayores fabricantes de semiconductores del mundo, el chip Neuron ofrece una implementación del protocolo LonTalk más económica que cualquier otra solución propietaria. El resultado neto se traduce en que el chip Neuron es el mejor y más económico procesador Lonworks para cualquier aplicación que precise potencia de proceso de 8 bits.



## Medios de Transmisión

El protocolo LonTalk o ANSI/EIA 709.1 es independiente de los medios de transmisión. El medio físico está caracterizado por el tipo de transceptor de los dispositivos. Por lo tanto, una red LONWORKS puede funcionar con cualquier red en donde exista un transceptor LONWORKS, de manera que se pueda elegir el medio que se ajuste a su aplicación.

Existen varias opciones en cuanto a medios de transmisión se refiere. Se deberá seleccionar el que más se adapte a la aplicación.

Actualmente, el par trenzado es utilizado mayoritariamente en las redes LONWORKS y es el mismo medio de transmisión que se localizara en el Módulo de Entrenamiento.

## SICOV 300

El equipo SICOV 300, elemento que se encarga de la gestión de la red, además siendo el controlador del sistema domótico, este toma la información que proveen los nodos que actúan conjuntamente con los sensores.



Grafica 1: Equipo Sicov 300

## INS 451-R

- Es un nodo de control estándar para diferentes etapas de control.



Grafica 2:Equipo INS 451-R

## IND 260-F.

Es un nodo que sirve para, dos luces reguladas, dos detectores de presencia, dos multisensores (temperatura, luminosidad y humedad).



Grafica 3:Equipo IND 260-F

## INS-800

Es un nodo de control, horario que al utilizar el Firmware que se cargue al equipo, podremos programar el encendido de luces o de algún actuador a la hora q le hayamos programado.



Grafica 4:Equipo INS 800

## FA-45

Fuente de apoyo de 45w proporciona alimentación de apoyo, cuando la potencia consumida por el sistema es mayor que la proporcionada por el nodo principal.



Grafica 5:Equipo FA-45

## IA USB-F

Interface de red LONWORKS para la programación de los nodos.



Grafica 6:Equipo USB

## IMPLEMENTACIÓN

El diseño del consiste en ubicar todos los elementos en el módulo de tal manera que puedan ser vistos y programados fácilmente, y los estudiantes puedan tener acceso al tablero principal donde estarán los interruptores, luces, sensores, y IA-USB para la programación de los equipos para prácticas de laboratorio.



Grafica 7:Módulo metálico



## Montaje de los equipos al Módulo

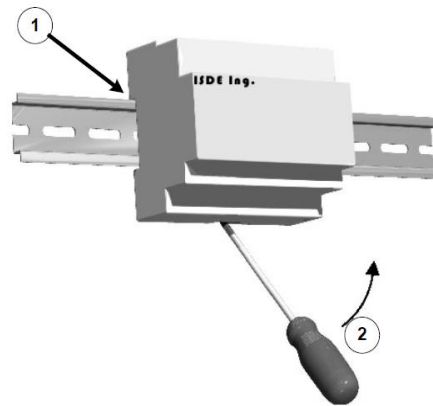
Se colocó tres carriles los cuales servirán para soportar el peso de los equipos y darle una mejor estética a los mismos como indica la figura.



Grafica 8: Instalación Rieles

## Pasos para instalar los equipos.

- 1.- Poner primero la parte superior del equipo,
- 2.- Poner la parte inferior con ayuda de un destornillador de punta plana ejerciendo presión hacia el lado indicado por la flecha.
- 3.- Finalmente empujar el equipo hacia el carril y sacar el destornillador. Comprobar que al tirar del equipo éste no se suelta.



Grafica 9: Instalación Equipos.

## CABLEADO.

### RED LONWORKS.

Para el cableado de la red LONWORKS, se utilizó cable utp categoría 6, la conexión se realiza en serie, a cada uno de los equipos, e irá conectado en una de las terminaciones la interfaz usb para la programación de los nodos y del Sicov 300.



Grafica 10:Puesta red LONWORKS.

## INSTALACIÓN DE LOS SENSORES.

Cada equipo según el firmware que los carguemos, dispondrá de entradas de diferentes tipos de sensores, sean estos de presencia, de agua, de humo, de intensidad luminosa, etc.

Para el Sicov 300, va a tener entradas de sensores como son de humo, de presencia, de fuego, de agua, y las salidas serán los actuadores, pero para ahorro y como forma de demostración en algunos nodos, instalaremos a las entradas interruptores que simularán a un sensor y a la salida una luz piloto, para indicar que el actuador esta funcionando.

Para el equipo INP 120, para el control de accesos ira conectado un lector de proximidad, y una luz piloto de 15 VDC, la cual simulará la apertura y cerradura de una puerta, también a su salida va conectado una luz de hall, que se encenderá la momento de pasar la tarjeta magnética.

Para el equipo IND 451 que realiza el control de iluminación, control de sensores de presencia y agua, va conectado a sus entradas, un sensor de agua, y cuatro pulsadores para iluminación, y un pulsadores que simulara el anemómetro.

Para el equipo IND 800, solo posee 8 salidas con relés libres de tensión, para el control de iluminación, va conectado luz piloto de 120VAC.

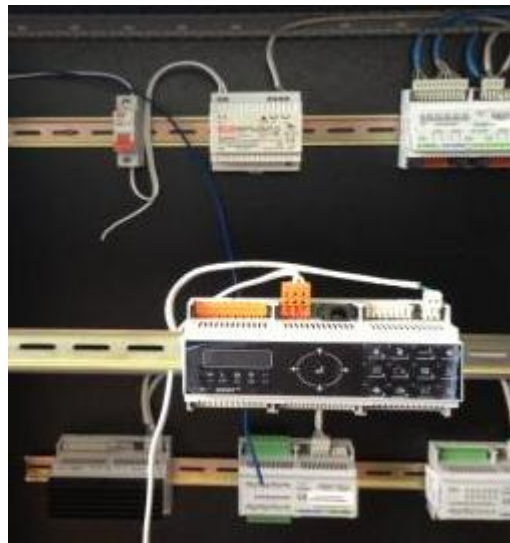
Para el equipo IND 260, que realiza dimerización de luces, sensor de presencia, va conectado a sus entradas, un sensor de presencia, y un sensor de luminosidad, y a sus salidas va conectado un ojo de buey de 120VAC, para verificar como cambia la intensidad de la luz.

Para la programación de los equipos, va conectado a la red LONWORKS la interfaz USB, finalmente todos estos sensores e interruptores van conectados a un panel en MDF para demostración y funcionamiento de los mismos.

## ALIMENTACIÓN DE VOLTAJE A LOS NODOS.

La alimentación eléctrica a los nodos es a través de la fuente de apoyo, esta nos da 12VDC, va conectado el cableado en serie desde la fuente hasta cada nodo de control.

El cableado también se lo realiza con cable utp categoría 6, hay que tener en cuenta para conectar a las borneras de los equipos es necesario utilizar la pinza adecuada para evitar dañar los conectores, y tener una conexión eficiente.



Grafica 11:Alimentación a los nodos

## Comprobación de la red LONWORKS.

Antes de la terminación de módulo es necesario comprobar que las conexiones de los cables están bien hechas, así como revisar en el software que todos los nodos se encuentran enlazados a la red LONWORKS, esto se realiza conectando el usb al computador.



Grafica 12: Comprobación red LONWORKS

# ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO

Para automatizar una vivienda con equipos básicos se requiere al menos el equipo SICOV 300, sensores como de fuego, de humo, de alarma médica, de presencia, y sensor de agua y actuadores para cerrar las válvulas de gas, de agua, sirena contra robos.

La inversión automatizar una vivienda con equipos mínimos bordea los 2000.00 dólares.

Para automatizar un conjunto habitacional de 10 casas, necesitaremos más nodos, para que realicen el control en cada vivienda, la inversión bordeara los 8000.00 dólares americanos por todas las casas.



## CONCLUSIONES

- Se logró cumplir con el objetivo principal del proyecto esto es el, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE CONTROL DOMÓTICO DE ARQUITECTURA CENTRALIZADA Y DISTRIBUIDA BASADA EN LONWORKS”, y mediante la experimentación se logró demostrar su correcto funcionamiento.
- Al implementar el módulo domótico, los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, podrán comprender y reafirmar los conocimientos teóricos mediante la práctica bajo situaciones reales.
- La topología bus fue la elegida para implementar el proyecto de tesis; pero como se conoce existe diversidad de transceptores (transceivers), que nos permiten realizar diferentes topologías de red (anillo, libre, malla, etc.), las cuales se escogerán de acuerdo al tipo de aplicación.
- El software LonMaker, nos permite realizar mediante bloques funcionales los diversos tipos de conexiones para las variables de red, obteniendo de esta manera una respuesta en tiempo real y de forma física de los nodos conectados a la red.
- La ampliación de la red no viene condicionada por el fabricante, ya que una de las ventajas de la tecnología LonWorks, es que es interoperable.
- Los nodos implementados son los necesarios para tener un control y monitorización en forma real de una vivienda, con el objeto de demostrar el funcionamiento de cada uno de ellos en un tipo de control establecido.

- Cada dispositivo o nodo viene dotado por un firmware, el mismo que determina su objetivo, y permite procesar y controlar el comportamiento local de las entradas y salidas. Además controla cómo y cuándo son enviadas las variables de red.
- La red LONWORKS es un sistema abierto, en el cual podemos incorporar tecnologías de otros fabricantes no propietarias, para la automatización de viviendas y asegurar una confiable comunicación de los dispositivos.
- LONWORKS asegura la comunicación de todos los nodos, gracias al microprocesador Neuron Chip que incorporan sus equipos, el chip utiliza tres microprocesadores internos los cuales son, dos para comunicación con los otros nodos y el otro para aplicación.
- LONWORKS tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es que los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial.

- LonMaker nos permite realizar adiciones, movimientos y cambios simples sin afectar el funcionamiento de la red.
- El cableado de potencia y de datos se los realizo por canaletas individuales; ya que si existía paralelismo entre los dos tipos de cable, se generaría un campo magnético que produciría ruido, el mismo que afectaría en el correcto funcionamiento de la red y por ende en la comunicación dentro de la misma de los diferentes nodos.

## RECOMENDACIONES.

- Antes de realizar cualquier instalación o conexión primeramente revisar los manuales de los equipos, para hacer una conexión segura a la red eléctrica y evitar daños a personas y equipos.
- Realizar las conexiones tanto de entradas y salidas de los equipos con la pinza adecuada, así se evitara que se dañen las borneras y también aseguraremos una conexión segura de los cables al equipo.
- Es recomendable poner un breaker de protección, de esta forma si existe algún corto en el sistema, este nos servirá de protección.
- Cuando se haga un cableado por regla general nunca ubicar en una misma canaleta, datos y alimentación eléctrica.
- Dependiendo de la carga que consuman los equipos poner el número cable adecuado.
- Antes de realizar algún tipo de programación del módulo se recomienda probar si los equipos están conectados a la red LonWorks.

## BIBLIOGRAFÍA

- ROMERO MORALES, Cristóbal: Domótica en el mundo; Tipos de arquitectura en domótica, 2010, Cap. I RA-MA EDITORIAL
- ROMERO MORALES, Cristóbal: Domótica en el mundo; Viviendas inteligentes, 2010, Cap, IV estándares abiertos. RA-MA EDITORIAL
- VÁZQUEZ, Francisco: Productos LONWORKS, 2009 Cap. III.EDITORIAL ESPAÑOLA.
- CASTRO LOZANO, Carlos: Domótica e Inmótica, 2010 Cap. I, II, III, IV, V. Editorial Rama.
- Echelon Corporation (2007) Guía de diseño de REDES LONWORKS versión 2.1.13 Aditel Sistemas V1.2
- Echelon Corporation (2008) REDES LONWORKS Echelon, selección de arquitecturas y topología y redes capítulo III Aditel Sistemas V1.2

- <http://www.isde-ecuador.com/22-domotica>.
- <http://www.casadomo.com>.
- <http://www.livemodern.org/teoria-de-la-domotica>.
- <http://antoniopendolema.blogspot.com/2013/04/arquitectura-centralizada.html>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/LonWorks>
- <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>