

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION**



Tesis Monográfica para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Título

“Estudio para automatizar viviendas de tamaño estándar de personas con discapacidad motriz comparando tecnologías Arduino y LOGO!”.

Autor:

Isidro Tobit Valverde González.
2014-0721U

Tutor:

Ing. Ramiro Arcia Lacayo.

Managua, Octubre 2019

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de esta monografía.

Al Ingeniero Ramiro Arcia Lacayo por la paciencia que ha tenido y por su importante y valiosa asesoría en el desarrollo de la presente tesis.

A mi familia, mi papa, mi mama y mi hermano que creyeron en mí, por sus oraciones, por apoyarme incondicionalmente, por darme consejos, valores y por haberme enseñado todas las cosas buenas que pueda haber en mí.

Gracias a Angie Michelle que me ha soportado y animado durante todo el tiempo que he tenido que dedicarme a este trabajo y por qué incondicionalmente me brindó su apoyo.

RESUMEN

Este estudio pretende beneficiar a las personas con discapacidad motriz de la población Nicaragüense, creando un sistema flexible, económico y seguro que pueda mejorar su autonomía en el hogar realizando diferentes acciones cotidianas.

Es un proyecto social en el que muchos familiares de las personas afectadas podrían estar interesados individualmente, ya que beneficia al paciente en cuanto a la dotación de independencia pero también aporta mucha tranquilidad a la persona que se haga cargo de él.

Antes de diseñar el proyecto se realizaron diferentes visitas a diferentes centros donde acuden las personas con discapacidad con la intención de comprender sus dificultades y su diario vivir.

Considerando lo anterior se elaboró el estudio para automatizar utilizando las tecnologías Arduino y LOGO! Con el propósito de comparar cual es más eficiente técnica y económicamente.

En el caso de Arduino, se utilizó específicamente la placa Arduino UNO, es un microcontrolador que posee 14 pines de entrada / salida digital, 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio.

En cuanto a LOGO! Se usó el LOGO! 230 RCE, siendo este autómata más “pequeño” de Siemens. El módulo lógico funciona con alimentación de 115/230 V AC/DC. Se pueden configurar 400 bloques de funciones. Además, dispone de 8 entradas digitales y 4 salidas digitales (relés).

Con cada tecnología se creó un sistema automatizado que fue dividido en 4 partes: alarma de seguridad, control de temperatura, control de iluminación exterior, gestión desde Smartphone.

La alarma con la gestión del microcontrolador y la ayuda de sensores de movimiento y un timbre ayudará a la persona con discapacidad a saber cuándo alguien este acercándose a la puerta principal de su hogar con esto se lograra seguridad y vigilancia.

Para el control de temperatura se ocupó un sensor que nos ayudara a llevar una medición de los grados centígrados dentro del hogar y se programara para que a una temperatura optima se activen los ventiladores o aires acondicionados.

El control de temperatura es un aspecto muy importante a tener en cuenta cuando se trata de personas con discapacidad, puesto que un adecuado confort térmico les aporta bienestar físico y psicológico.

Por otro lado, el control de iluminación exterior mediante programación evitara el desplazamiento de la persona con discapacidad, a su vez, dándole confiabilidad y seguridad.

Por último, para la gestión desde un dispositivo Smartphone se establecerá una comunicación hombre-máquina. La comunicación entre los microcontroladores y el celular será a través de bluetooth o vía WiFi. Este procedimiento permitirá que las personas desde su silla puedan realizar diversas acciones evitando el desplazamiento y promoviendo la interacción y participación en su ambiente familiar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	II
ÍNDICE DE CONTENIDOS	III
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
ÍNDICE DE TABLAS	V
GLOSARIO	VI
1 ASPECTOS GENERALES	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	4
2 PROBLEMÁTICA DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ EN SUS VIVIENDAS	5
2.1 DISCAPACIDAD EN EL SER HUMANO	5
2.1.1 Discapacidad en Nicaragua	6
2.2 VIVIENDA DE TAMAÑO ESTANDAR PARA PERSONA CON DISCAPACIDAD MOTRIZ	7
2.3 PLANOS DE UNA VIVIENDA ESTÁNDAR.....	9
2.4 ANALISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTA.....	12
2.4.1 Preguntas de identificación	12
2.4.2 Preguntas de hecho y acción	12
3 ESTUDIO DE AUTOMATIZACION	17
3.1 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS	17
3.1.1 Microcontrolador	17
3.1.2 Arduino	17
3.1.3 PLC LOGO!.....	19
3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL	22
3.2.1 Microcontroladores	22
3.2.2 Sensores y actuadores	26
3.2.3 Dispositivos adicionales.....	31
3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL	34
3.3.1 Diseño con tecnología Arduino.....	34
3.3.2 Diseño con tecnología LOGO!	41
3.4 UBICACION DE LA INSTALACIÓN	48
4 ELABORACIÓN DE PROTOTIPO	49
5 PRESUPUESTO	54
5.1 PRESUPUESTO CON TECNOLOGÍA ARDUINO.....	54
5.2 PRESUPUESTO CON TECNOLOGÍA LOGO!	55
6 COMPARACION DE LAS TECNOLOGIAS	57
7 CONCLUSIONES	59
8 REFERENCIAS	60
9 BIBLIOGRAFÍA	61
10 ANEXOS	62
10.1 FORMATO DE ENCUESTA.....	62
10.2 CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN COMPLETO EN ARDUINO	64
10.3 DIAGRAMA FUNCIONAL COMPLETO EN LOGO! SOFT COMFORT	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Dimensiones de silla de ruedas	7
Ilustración 2	Ancho mínimo de puertas	7
Ilustración 3	Desplazamiento en la habitación	7
Ilustración 4	Desplazamiento en el baño	8
Ilustración 5	Desplazamiento en la cocina.....	8
Ilustración 6	Planta arquitectónica total.....	9
Ilustración 7	PA- Sala / Comedor / Cocina	10
Ilustración 8	PA - Habitación de la persona con discapacidad	10
Ilustración 9	PA - Habitación principal.....	11
Ilustración 10	PA - Baño / Aseo.....	11
Ilustración 11	Distribución de la muestra en pregunta 1	12
Ilustración 12	Distribución de la muestra en pregunta 2	13
Ilustración 13	Distribución de la muestra en pregunta 3	13
Ilustración 14	Distribución de la muestra en pregunta 4	13
Ilustración 15	Distribución de la muestra en pregunta 5	14
Ilustración 16	Distribución de la muestra en pregunta 6	14
Ilustración 17	Distribución de la muestra en pregunta 7	14
Ilustración 18	Distribución de la muestra en pregunta 8	15
Ilustración 19	Distribución de la muestra en pregunta 9	15
Ilustración 20	Distribución de la muestra en pregunta 10	15
Ilustración 21	Distribución de la muestra en pregunta 11.	16
Ilustración 22	Distribución de la muestra en pregunta 12	16
Ilustración 23	Distribución de la muestra en pregunta 13	16
Ilustración 24	Arduino UNO.....	23
Ilustración 25	LOGO! y sus partes	25
Ilustración 26	HC-SR04	27
Ilustración 27	DHT11	27
Ilustración 28	DS3231	28
Ilustración 29	HC-06.....	28
Ilustración 30	SE-2102.B	29
Ilustración 31	T6360	29
Ilustración 32	Brazo eléctrico para puertas	30
Ilustración 33	Módulo de 8 Relevadores 5 V con Opto acoplador.....	31
Ilustración 34	Jumpers	32
Ilustración 35	Fuente de alimentación 9V	32
Ilustración 36	LOGO! DM8 230R.....	33
Ilustración 37	Conexiones para alarma de seguridad.....	35
Ilustración 38	Conexiones para control de temperatura	36
Ilustración 39	Conexiones para control de iluminación exterior	37
Ilustración 40	Conexiones para gestión desde Smartphone	39
Ilustración 41	Conexión de LOGO! a la red.....	41
Ilustración 42	Conexión de las entradas de LOGO! con diferente voltaje	42
Ilustración 43	Conexión de las entradas de LOGO! con el mismo voltaje	42
Ilustración 44	Conexión de las salidas de LOGO!	42
Ilustración 45	Configuración de la entrada I1 en LOGO! Soft Comfort.....	43
Ilustración 46	Diagrama funcional para alarma de seguridad	43
Ilustración 47	Configuración de la entrada I2 en LOGO! Soft Comfort.....	44
Ilustración 48	Diagrama funcional para control de temperatura	44
Ilustración 49	Configuración del bloque temporizador semanal	45
Ilustración 50	Diagrama funcional para control de iluminación exterior.....	45
Ilustración 51	Diagrama funcional para gestión desde Smartphone	47

Ilustración 52	Primeras pruebas con el DHT11	50
Ilustración 53	Primeras pruebas con el DS3231.....	50
Ilustración 54	Primeras pruebas con el HC-SR04	50
Ilustración 55	Primeras pruebas con el HC-06	50
Ilustración 56	Pruebas con DHT11 usando modulo relé y ventilador	51
Ilustración 57	Pruebas con HC-SR04 usando modulo relé y timbre	51
Ilustración 58	Pruebas con HC-06 usando modulo relé y un bombillo	51
Ilustración 59	Pruebas con DS3231 usando modulo relé y un bombillo	51
Ilustración 60	Ubicación de los dispositivos en la maqueta	52
Ilustración 61	Maqueta para simular vivienda	52
Ilustración 62	Conexión total del prototipo para comprobar y demostrar el funcionamiento del sistema con Arduino	52
Ilustración 63	Conexiones del módulo relé con los actuadores	52
Ilustración 64	Pruebas con LOGO! 230 RCE versión 0AB6.....	53
Ilustración 65	Pruebas realizadas en el laboratorio de control de sistemas de la UNI	53
Ilustración 66	Pruebas del subsistema control de iluminación exterior	53
Ilustración 67	Pruebas del subsistema control de temperatura y Alarma de seguridad	53
Ilustración 68	Diagrama funcional completo en LOGO! Soft Comfort.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características técnicas Arduino UNO	22
Tabla 2	Estado de las entradas de LOGO! 230 RCE según corriente y voltaje	41
Tabla 3	Costos de materiales del sistema de control para tecnología Arduino	54
Tabla 4	Costos de materiales adicionales para tecnología Arduino	54
Tabla 5	Costo de mano de obra con tecnología Arduino	55
Tabla 6	Costos totales con tecnología Arduino	55
Tabla 7	Costos de materiales del sistema de control para tecnología LOGO!	55
Tabla 8	Costos de materiales adicionales para tecnología LOGO!	56
Tabla 9	Costos de mano de obra con tecnología LOGO!	56
Tabla 10	Costos totales con tecnología LOGO!	56

GLOSARIO

Actuador: Dispositivo o máquina que activa el sistema de control de un proceso; la naturaleza de esta señal determina el tipo de actuador (hidráulico, neumático, electrónico, etc.).

Analógico: adj. Dicho de un aparato o de un sistema que presenta información, especialmente una medida, mediante una magnitud física continua proporcional al valor de dicha información.

Automatización: Convertir ciertos movimientos o acciones en automáticos.

Digital: adj. Dicho de un dispositivo o sistema: Que crea, presenta, transporta o almacena información mediante la combinación de bits.

Entrada: Entrada de datos o señales.

GND: Abreviación en inglés de Estados Unidos ground, puesta a tierra o conexión a tierra.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

LOGO! Soft Comfort: es el software multilingüe para la creación de programas para LOGO! en el PC

Memorias: Dispositivo físico, generalmente electrónico, en el que se almacenan datos e instrucciones para recuperarlos y utilizarlos posteriormente.

Microcontrolador: Chip procesador de propósito especial diseñado y construido para gestionar una determinada tarea específica, y que está constituido por una unidad central de procesamiento, memoria propia, canales de entrada/salida (puertos) y temporizadores.

PC: Sigla en inglés personal computer, computadora personal.

PLC: siglas en inglés Programmable Logic Controller y en español controlador lógico programable.

Programación: Preparar ciertas máquinas o aparatos para que empiecen a funcionar en el momento y en la forma deseados.

Salida: Salida de datos o señales.

Sensor: Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Vin: Tensión o voltaje de entrada.

Vcc: Tensión o voltaje continuo.

1 ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCION

La automatización como la gran mayoría de descubrimientos e inventos de la historia, surge de una necesidad; la necesidad que tiene el ser humano por mejorar sus procesos. Automatizar permite desde un simple temporizador encender y apagar una luz o cualquier aparato a una hora determinada hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de una casa.

Un sistema (maquina o proceso) automatizado es aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado. Está típicamente constituido por: sensores, sistema de control (funciona como operador, procesa la información y las consignas), actuadores y proceso.

Es un sistema en bucle cerrado, donde la información sobre los cambios del proceso captada por los sensores es procesada dando lugar a las acciones necesarias, que se implementan físicamente sobre el proceso por medio de los actuadores. Este sistema de control se comunica eventualmente con el operador, recibiendo de éste consignas de funcionamiento, tales como marcha, paro, etc... Y comunicándole información sobre el estado del proceso (para la supervisión del correcto funcionamiento).

Las señales de entrada y de salida pueden ser de cualquier tipo, sin embargo el concepto tradicional de automatización se utiliza para sistemas de eventos discretos (también llamados sistemas secuenciales) en los que esas señales son binarias, es decir, solo pueden tomar 2 valores, activa o inactiva (estos valores suelen representarse como un 1 o un 0). En ese caso el sistema de control implementa el algoritmo de lógica binaria que relaciona los valores que van tomando en cada instante las entradas (1 o 0) con los valores que deben ir tomando en cada instante las salidas (también 1 o 0) para que el sistema funcione adecuadamente.

El desarrollo de las tecnologías y los sistemas de apoyo permite a las personas con discapacidad avanzar hacia su integración digital y social en igualdad de condiciones, pueden mejorar sus habilidades y, por tanto, están más capacitados para vivir de forma autónoma. Esta tecnología es casi perfecta para una persona con discapacidad motriz puesto que se requiere una mínima o nula intervención.

La discapacidad es parte de la condición humana. Casi todas las personas tendrán una discapacidad temporal o permanente en algún momento de sus vidas, y los que sobrevivan y lleguen a la vejez experimentarán cada vez más dificultades de funcionamiento. La mayoría de los grupos familiares tienen algún integrante discapacitado, y muchas personas que no lo son asumen la responsabilidad de apoyar y cuidar a sus parientes y amigos con discapacidad.

En definitiva, automatizar viviendas es buscar el bienestar para el ciudadano y conseguir una nueva relación más amigable, productiva, sostenible y segura del individuo con su entorno.

“La discapacidad no debería ser un obstáculo para el éxito. Yo mismo he sufrido una neuropatía motora durante la práctica totalidad de mi vida adulta, y no por ello he dejado de desarrollar una destacada carrera profesional como astrofísico y de tener una feliz vida familiar.”

(Profesor Stephen W. Hawking)

1.2 ANTECEDENTES

Los orígenes de la automatización se encuentran en la Prehistoria, con el desarrollo de las máquinas simples (palancas, poleas, ruedas, planos inclinados) que minimizaban la fuerza que debían hacer las personas.

El primer ejemplo de automatización real fue el Telar de Jacquard que en inicios del siglo XVIII utilizó tarjetas perforadas para automatizar el proceso de tejido, así mientras un experto del telar tradicional hacía 2 cm de brocado en una semana, el Telar de Jacquard era capaz de producir hasta 60 cm de brocado en la misma semana.

El siguiente gran paso de la automatización sucedió con la aparición de la computadora ya que incrementó el número de áreas en las que podía realizarse la automatización, uno de los primeros sectores que se beneficiaron de esto fue el automotriz que incluso fueron los primeros en utilizar lo que podría considerarse la primera computadora para la automatización, el PLC.

La implementación de automatización en edificios se empezó a considerar a nivel comercial hasta en los 80's fueron denominados edificios inteligentes. En el sector doméstico la integración de sistemas a escala comercial se desarrolló más tarde coincidiendo con la evolución y despliegue de Internet. Empezó en los 90's en Japón, Estados Unidos y algunos países en el norte de Europa.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que en los años anteriores ex alumnos de la UNI de la carrera de Ingeniería Eléctrica realizaron algunos estudios relacionados a la automatización con LOGO!, algunos de los títulos son los siguientes:

- Modelación de una casa estándar utilizando PLC (2013).
- Diseño y simulación del control y funcionamiento de un ascensor utilizando Logo Soft Comfort y PLC LOGO 230 RC de SIEMENS para un edificio de 4 plantas (2016).

En estos estudios se utilizó la tecnología PLC LOGO!, en el proyecto “Diseño y simulación del control y funcionamiento de un ascensor utilizando Logo Soft Comfort y PLC LOGO 230 RC de SIEMENS para un edificio de 4 plantas” se planteó en utilizar los PLC para controlar sistemas comunes en nuestra sociedad como lo son los elevadores y en el caso de “Modelación de una casa estándar utilizando PLC” se propuso una automatización en viviendas para el confort de los dueños sin embargo no apostaron por el beneficio de las personas con discapacidad motriz.

1.3 OBJETIVOS

General:

Elaborar estudio para automatizar viviendas de tamaño estándar de personas con discapacidad motriz comparando tecnologías Arduino y LOGO!

Específicos:

- Diagnosticar las dificultades experimentadas diariamente por personas con discapacidad motriz en sus viviendas.
- Diseñar un programa con Arduino y LOGO! Soft Comfort. que cubra las necesidades de dichas personas.
- Construir un prototipo (maqueta) de una vivienda automatizada con los dispositivos Arduino y LOGO!
- Analizar las ventajas y desventajas técnicas y económicas entre Arduino y LOGO!

1.4 JUSTIFICACIÓN

En este trabajo monográfico se pretende crear un precedente en la Universidad Nacional de Ingeniería para que los estudiantes de las diferentes carreras afines al tema (Eléctrica, Electrónica, Computación, Sistemas) apliquen sus conocimientos técnicos-científicos en pro de las personas con discapacidad.

Así mismo, con este estudio los alumnos de la Facultad de Electrotécnica y Computación tendrán en el centro de documentación un material que afiance los conocimientos teóricos adquiridos en las asignaturas como Control de Sistema, Electrónica de Potencia, microprocesadores y otras afines al tema.

Este tipo de trabajos permiten enfrentarse a un reto y a problemas reales que se encuentran en el futuro en cualquier carrera profesional como son la presentación en un plazo de tiempo determinado, la resolución de problemas que únicamente dependan de uno mismo etc. Esto fortifica las capacidades como profesional y como trabajador, por lo que el simple hecho de superar la realización de un proyecto de estas características debe ser suficientemente motivador.

Es muy común para la gente poder encender o apagar una lámpara en su vida cotidiana pero es cierto que existe un gran grupo de personas que no pueden hacerlo. La gran motivación y finalidad de este proyecto es ayudar a ese grupo de personas a mejorar su calidad de vida con el simple hecho de poder encender o apagar una luminaria.

Este tipo de personas con discapacidad motriz son totalmente dependientes de una persona a su cargo para hacer cualquier cosa y aunque este proyecto no les hace ser totalmente independientes, les ayuda a poder realizar tareas por si solos.

Para ello, utilizando la automatización podrán realizar diferentes acciones sin tener que hacer un gran esfuerzo para ello y por supuesto sin tener que moverse ni depender de una tercera persona para su consecución. Dándoles una pequeña independencia que al día de hoy no tienen, mejorará su autoestima, ya que tendrán la satisfacción personal de poder realizar acciones que, son comunes para el día a día de las personas que no presentan dicha limitación en su movilidad.

A nivel personal, la razón que me ha llevado a desarrollar este proyecto, se basa principalmente, en el hecho de querer formar parte de un proyecto social que ayude a mejorar la calidad de vida de una persona con discapacidad.

Así mismo, otro objeto es el aprendizaje. En este proyecto se quiere explorar los principios físicos y teóricos de dos tecnologías. Además, adquirir nuevos conocimientos, debido que será necesario en la realización, la implementación física de elementos hardware (componentes electrónicos, cableado, etc.), como el manejo de diferentes lenguajes de programación y la implementación de software.

MARCO TEORICO

2 PROBLEMÁTICA DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ EN SUS VIVIENDAS

2.1 DISCAPACIDAD EN EL SER HUMANO

Una persona con discapacidad es aquella que tiene impedida o entorpecida alguna de las actividades cotidianas, por alteración de sus funciones intelectuales o físicas. Pero también significa una redistribución de las habilidades y la capacidad de adaptarse a eso.

Tipos de discapacidad:

Cognitiva: Es una disminución en las habilidades cognitivas e intelectuales del individuo. Entre las más conocidas discapacidades cognitivas están: El Autismo, El síndrome Down, Síndrome de Asperger y el Retraso Mental.

Sensorial: Es la que se encuentra relacionada con la disminución de algunos de los sentidos. La discapacidad sensorial corresponde a las personas con deficiencias visuales, auditivas y a quienes presentan problemas en la comunicación y el lenguaje.

Física: Es la pérdida o imposibilidad de mover algunos de los miembros superiores o inferiores. Existen diversas causas por las cuales se presenta la discapacidad física; factores congénitos, hereditarios, por accidentes o enfermedades degenerativas, neuromusculares, infecciosas o metabólicas.

Enfoque del proyecto

Dado que no es sencillo realizar un estudio sobre una realidad tan diversa como es el de las personas discapacitadas, resulta necesario centrarse en un grupo que presente rasgos comunes con respecto a sus limitaciones funcionales. El grupo elegido del presente proyecto ha sido el de las personas con discapacidades físico-motrices en las extremidades inferiores, entre otros motivos por el gran número de personas que presentan este tipo de limitación funcional.

Problemas de las personas con discapacidad.

La persona con discapacidad puede recomenzar su aprendizaje o aprender nuevas habilidades que le permitan tener una vida digna. Sin embargo, dichas posibilidades se reducen si tiene que enfrentarse a un mundo hostil. En lugar de apoyar y valorar sus esfuerzos, tienden a tratarlo como un “menor de edad” que necesita algún tipo de “ayuda” por no contar con las mismas capacidades físicas o intelectuales que la mayoría de personas.

En ese sentido, vale la pena hablar de dificultades simultáneas a la “discapacidad”, que no tienen que ver con aspectos fisiológicos del sujeto sino con la intolerancia o desinterés de la sociedad por quienes conviven con algún tipo de discapacidad; dificultades que pueden expresarse en una mirada de “compasión”, en un gesto de incomodidad por la presencia del “discapacitado”.

La población discapacitada, en su mayoría, está constituida por personas con escasos recursos económicos, ya que de lo contrario no tendrían dicha discapacidad al contar con los medios necesarios para los tratamientos u operaciones, exceptuando casos en los que no sea posible. Así mismo, esta falta de recursos económicos impide el poder acceder a sistemas tecnológicos que los ayuden a desenvolverse en sus actividades diarias.

En las casas, los centros comerciales, centros educativos y otros lugares de concurrencia pública generalmente no encontramos los diferentes sistemas de ayuda para las personas con discapacidad, como lo son las rampas, rótulos en braille, entre otros. Esto limita e impide su adecuado desenvolvimiento en la sociedad. Es responsabilidad colectiva de la sociedad hacer las modificaciones ambientales necesarias para la participación completa de la persona con discapacidad en todas las áreas de la vida social.

Es difícil que algún familiar le pueda dedicar el tiempo necesario a una persona con discapacidad, para ayudarlo en sus distintas actividades diarias como comer, asearse, entre otros. Lo ideal sería poder contratar una persona especializada para dicho trabajo pero eso implicaría un gasto económico. Es por esto que la persona con discapacidad debe aprender a realizar la mayoría de sus actividades diarias de manera personal e individual, lo cual resulta más sencillo si se cuenta con la tecnología adecuada.

La tecnología permite que las actividades diarias se simplifiquen, los avances tecnológicos llegan primero a las personas con mayores recursos económicos, pero se deben hacer asequible a las personas con escasos recursos y que por diferentes motivos podrían necesitarlos más.

2.1.1 Discapacidad en Nicaragua

La situación de la discapacidad en Nicaragua es un problema que se ha venido incrementando durante los últimos años debido a múltiples causas, que han dejado discapacidades de magnitudes considerables; el conflicto que vivió el país en los años 80's se constituyó en un factor importante en el incremento de la población con discapacidad. El incremento de la población con discapacidad está relacionado con el aumento de las enfermedades crónicas degenerativas, las enfermedades transmisibles, las condiciones hereditarias, las lesiones por accidentes de todo tipo.

Los resultados encontrados en la Encuesta Nicaragüense para Personas con Discapacidad, por su siglas ENDIS 2003, publicadas en el año 2004, encontró que el 10.3 por ciento de la población mayor de seis años, tenía alguna limitación o discapacidad, que son aproximadamente cerca de 500 mil habitantes. Las personas con problemas de movilidad, ocupan hasta un 75 por ciento o sea tres de cada cuatro personas con discapacidad tienen problemas de movilidad.

En el año 2010 se inició la investigación/censo denominada: Todos con Voz, con la que se ha venido visitando todas las viviendas de país, para detectar y evaluar a todas las personas con discapacidad, las alcaldías respectivas han impulsado acciones para mejorar las condiciones de vida de las personas con discapacidad sean estas físicas o mentales.

En el año 2018 el programa Todos con Voz han contabilizado aproximadamente 54061 personas con discapacidad físico motor en toda Nicaragua lo que representa el 1% de la población total ya que para el año 2019 el número de habitantes es de 6527691 según fuentes del INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo). La distribución de las personas discapacitadas en los diferentes departamentos es de la siguiente manera:

Managua 14027, Jinotega 4726, León 4410, Chinandega 3688, Matagalpa 3505, Nueva Segovia 2859, Rivas 2635, Boaco 2497, Carazo 2273, Masaya 2062, Zelaya Central 2047, Chontales 1657, Río San Juan 1653, Madriz 1647, RACCS 1419, Granada 1413, Las Minas 795, RACCN 748, Estelí sin registro.

2.2 VIVIENDA DE TAMAÑO ESTANDAR PARA PERSONA CON DISCAPACIDAD MOTRIZ

Se realizó una descripción de la accesibilidad relacionada con los elementos del espacio interior, atendiendo a las limitaciones de los usuarios y asegurando que los elementos arquitectónicos estén libres de obstáculos para las personas con movilidad reducida, garantizando una accesibilidad integral.

Las pautas de diseño de la vivienda a continuación descrita, están relacionadas con las medidas antropométricas de una persona con discapacidad que utiliza silla de ruedas, así mismo, se realizaron consultas en **Industrias Tema S.A** y en la **Fábrica Nacional de Sillas de Ruedas** para conocer las dimensiones de las sillas de ruedas que habitualmente utilizan los Nicaragüenses.

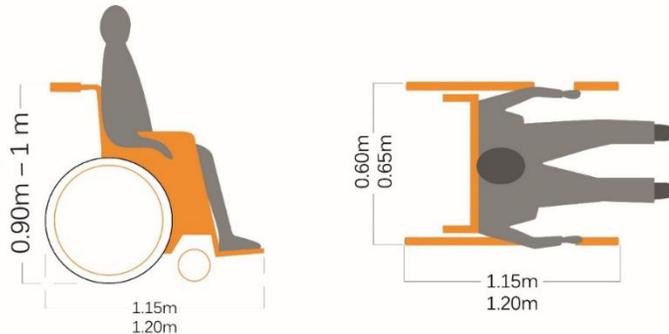


Ilustración 1 Dimensiones de silla de ruedas
Fuente: Autor

Las principales características en las viviendas en relación con la accesibilidad son las siguientes:

Puertas:

Las puertas de acceso a un edificio no pueden ser giratorias y deben tener un ancho mínimo de 90cms. Las puertas interiores no deben tener menos de 85cms de ancho.

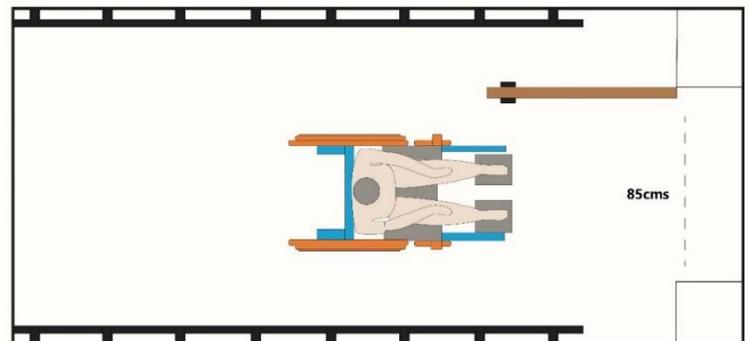


Ilustración 2 Ancho mínimo de puertas
Fuente: Autor

Habitación:

Los dormitorios de las personas con discapacidad deben estar adaptados a sus capacidades para resultar accesibles, por lo que es necesario solucionar cualquier problema que impida una estancia agradable y cómoda. La habitación debe considerar un área circular de rotación de 360°.

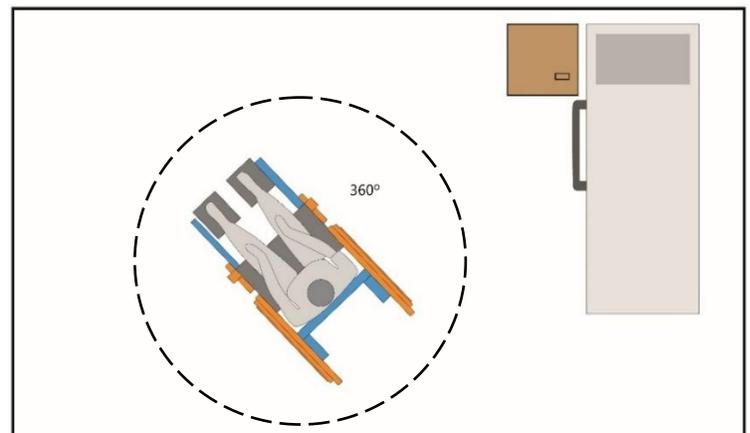


Ilustración 3 Desplazamiento en la habitación
Fuente: Autor

Baño:

Un aseo o baño es un espacio para la higiene, vital e imprescindible en cualquier vivienda, donde además de las funciones fisiológicas se realizan otras actividades que tienen que ver con el cuerpo y sus cuidados. Estos espacios deben permitir el acceso, la movilidad interior y el uso del mismo a todos los posibles usuarios. Si existen varios baños o aseos, al menos uno deberá ser utilizable por personas con cualquier tipo de limitación funcional.

Se recomienda que la puerta del baño sea de corredera o abra siempre hacia afuera, esto para evitar que, en caso de que el usuario sufra alguna caída al interior del baño, pueda quedar impidiendo la apertura de la puerta.

Debe contar con un espacio libre de al menos 150 cms de diámetro, que permita al interior del baño el giro de una silla de ruedas en 360°.

Cocina:

El diseño de una cocina convencional en una vivienda posee grandes dificultades para que personas con discapacidad puedan mantener suficientes niveles de autonomía personal. Su tamaño mínimo debe estar dado por la posibilidad de girar en 360° la silla de ruedas, esto es, al igual que en los baños y habitaciones, un círculo vacío inscrito en un diámetro de 150 cms.

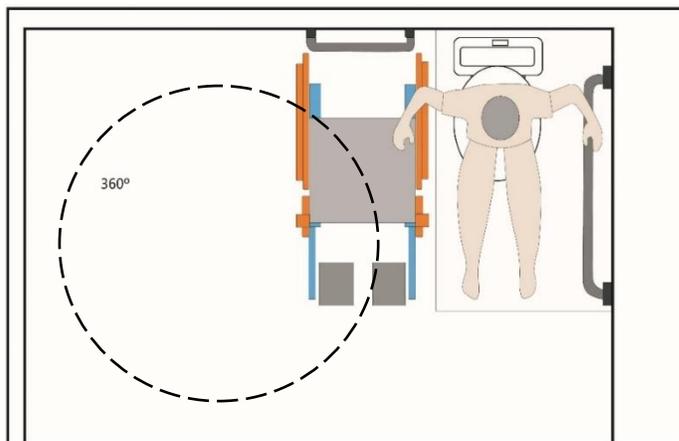


Ilustración 4 Desplazamiento en el baño
Fuente: Autor

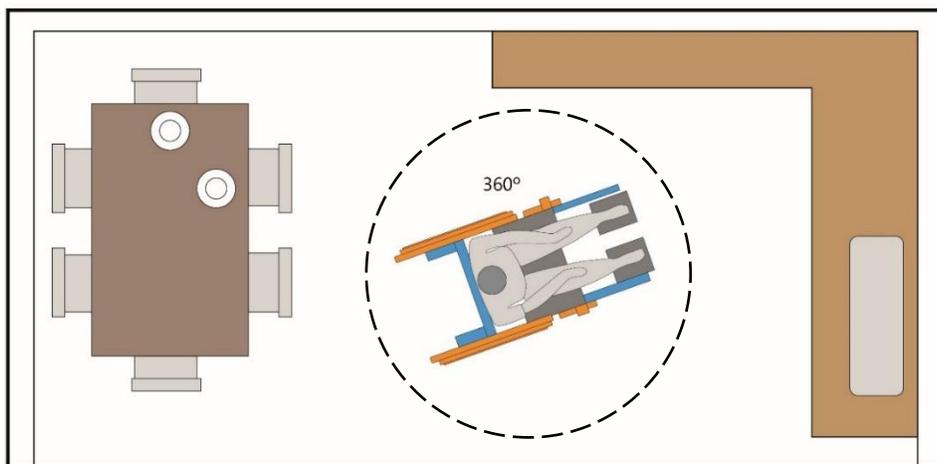


Ilustración 5 Desplazamiento en la cocina
Fuente: Autor

2.3 PLANOS DE UNA VIVIENDA ESTÁNDAR

A continuación se presentan los planos de una vivienda estándar de 61.75 metros cuadrados que consta de dos dormitorios, un baño y una cocina, además de la sala/comedor.

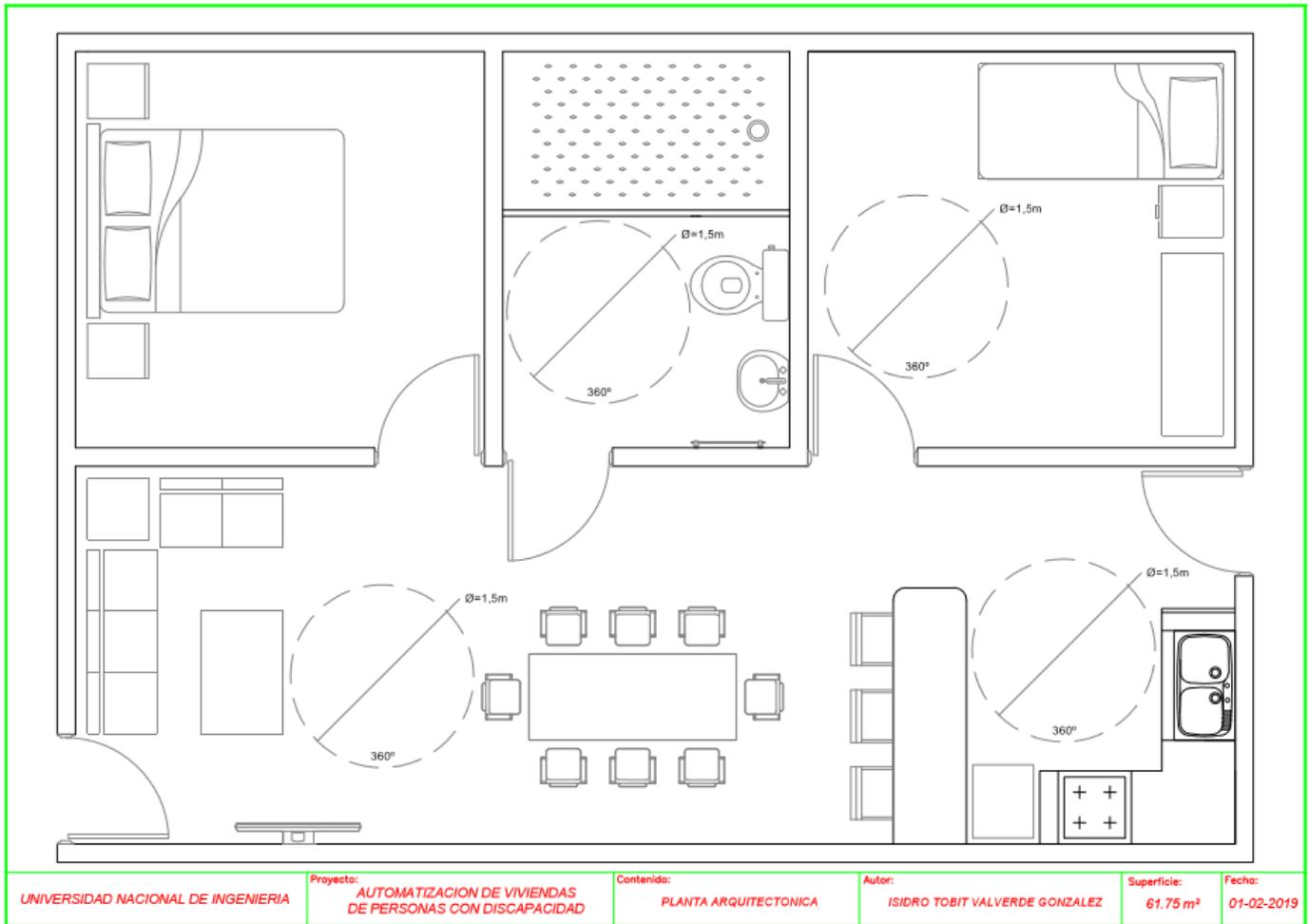


Ilustración 6 Planta arquitectónica total
Fuente: Autor

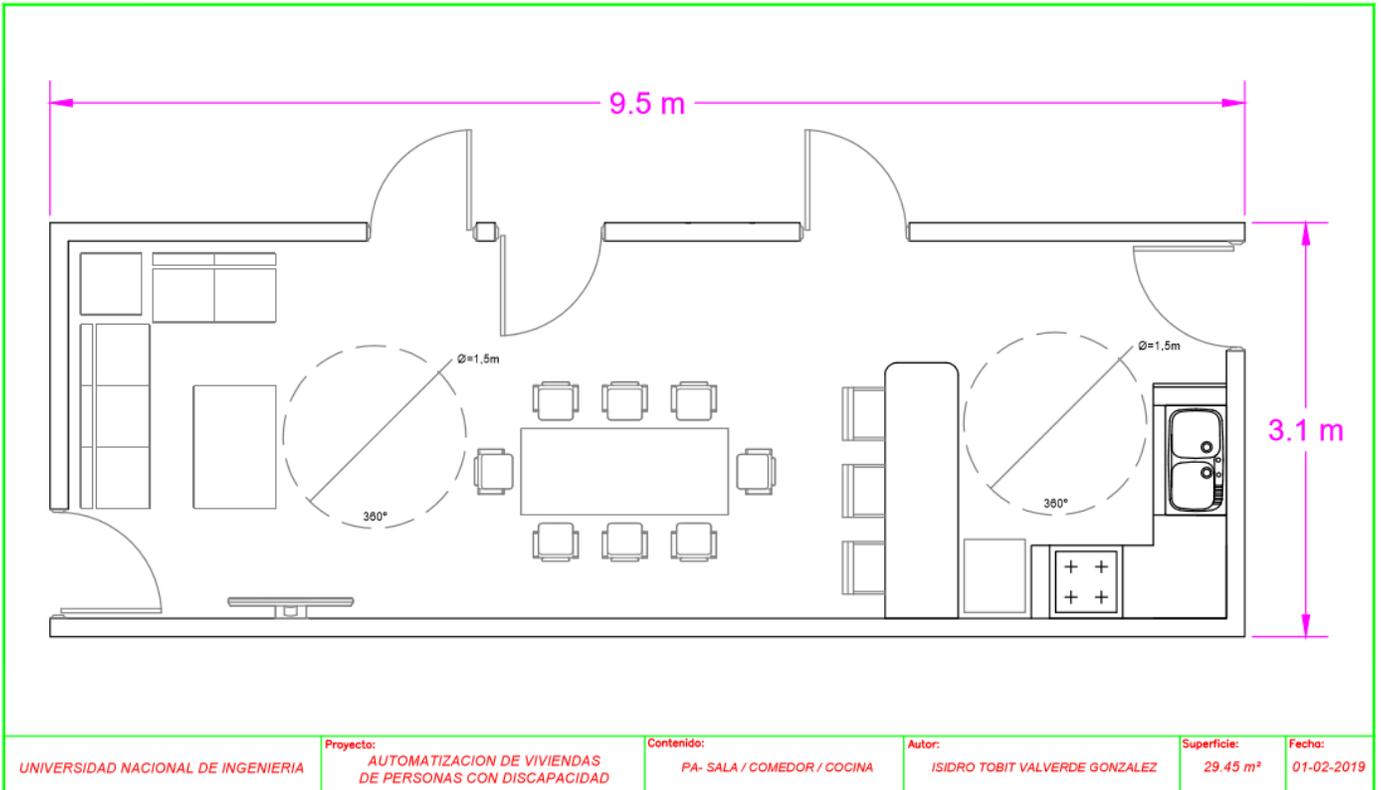


Ilustración 7 PA- Sala / Comedor / Cocina
Fuente: Autor

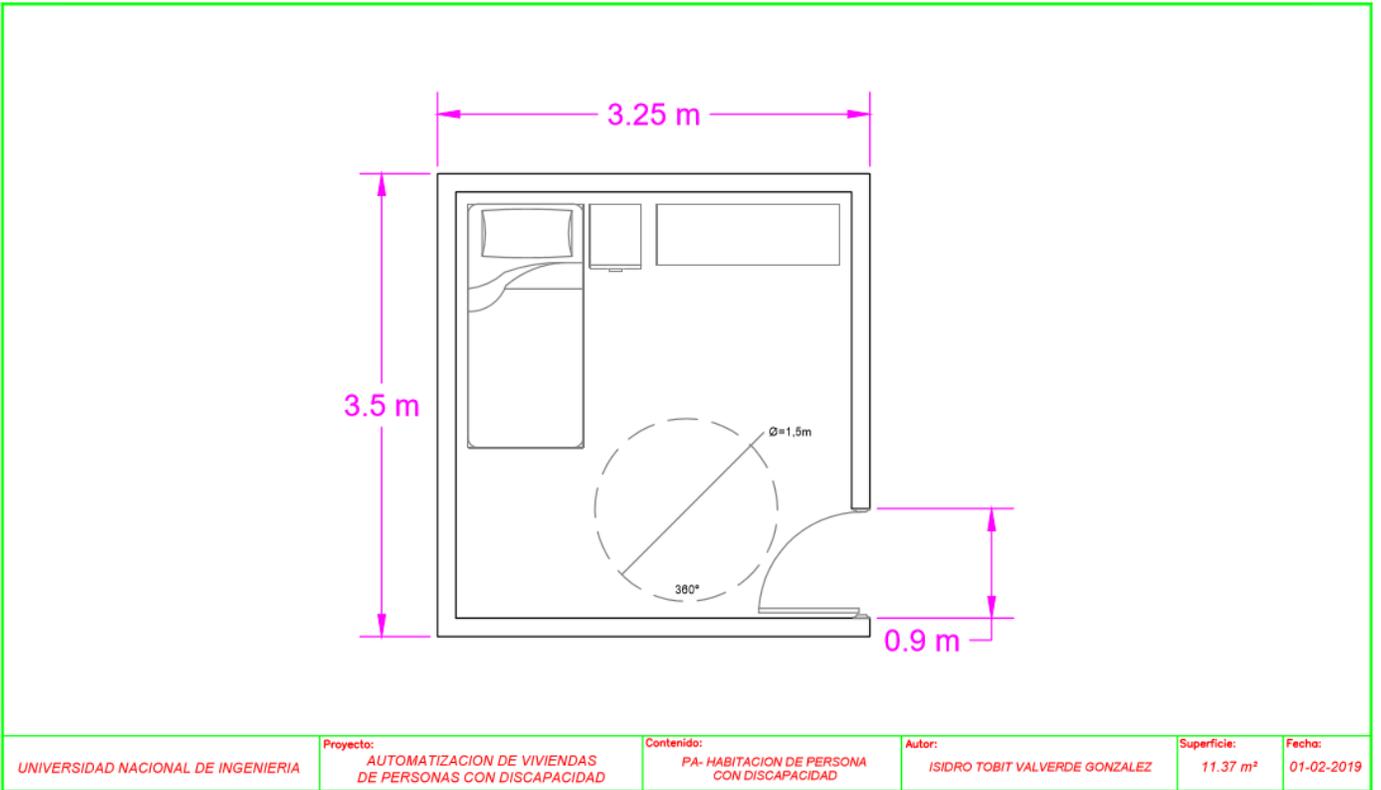
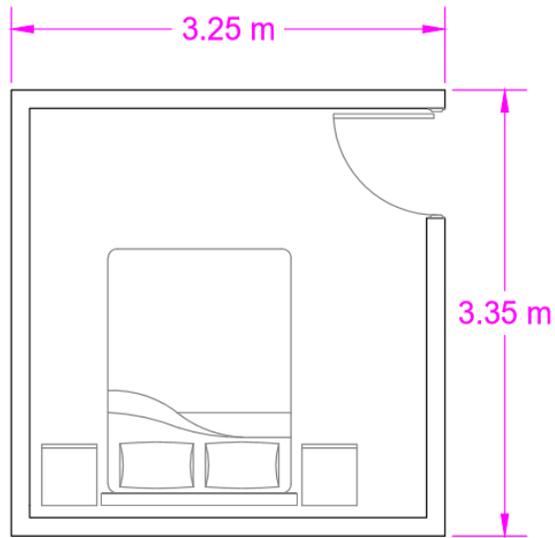
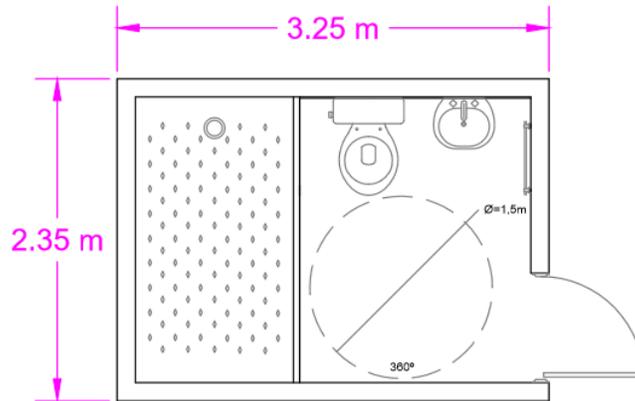


Ilustración 8 PA - Habitación de la persona con discapacidad
Fuente: Autor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Proyecto: AUTOMATIZACION DE VIVIENDAS DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD	Contenido: PA- HABITACION PRINCIPAL	Autor: ISIDRO TOBIT VALVERDE GONZALEZ	Superficie: 10.89 m ²	Fecha: 01-02-2019
------------------------------------	--	--	--	-------------------------------------	----------------------

Ilustración 9 PA - Habitación principal
Fuente: Autor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	Proyecto: AUTOMATIZACION DE VIVIENDAS DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD	Contenido: PA- BAÑO / ASEO	Autor: ISIDRO TOBIT VALVERDE GONZALEZ	Superficie: 7.64 m ²	Fecha: 01-02-2019
------------------------------------	--	-------------------------------	--	------------------------------------	----------------------

Ilustración 10 PA - Baño / Aseo
Fuente: Autor

2.4 ANALISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTA

Con el fin de lograr los objetivos planteados al inicio de esta tesis, en este título se presentan los resultados obtenidos de la ejecución de las encuestas realizadas.

Se ejecutó la encuesta a un total de 35 individuos, donde 25 de ellos son pertenecientes a la Asociación Nicaragüense de Deporte sobre silla de Ruedas, la cual es una organización que promueve el deporte adaptado para personas usuarias de sillas de ruedas con el propósito de desarrollar habilidades y destrezas. El restante de encuestados son personas de la tercera edad encontradas en distintos lugares de la ciudad de Managua.

Después de recolectar la información a través de las técnicas de una encuesta, apoyada en un cuestionario conformado por 18 ítems de tipo abanico, es decir las respuestas consistieron en una serie de alternativas, entre las cuales el encuestado escogió la que creyó conveniente; se procedió a la interpretación y análisis de cada uno de los ítems. Se vació la información obtenida en el programa Excel para su organización y posterior realizar gráficas para una mejor comprensión de los resultados.

A continuación se presentaran los resultados siguiendo el orden establecido en el cuestionario, partiendo por preguntas de identificación y posterior preguntas de hecho y acción.

2.4.1 Preguntas de identificación

Dentro de la muestra se tiene un total de 27 hombres y 8 mujeres, representando un 77% y un 23% respectivamente.

El nivel de estudios se dividió en cuatro categorías, donde se observa que la mayor parte de la muestra 43% alcanza estudios de primaria, en segundo lugar bachillerato con 40% y en tercer lugar universitario con 17%.

Por otro lado, la edad de los encuestados, el 31% oscila en la edad de 50 a 60 años, en segundo lugar de 40 a 50 años con el 26%, 60 o más el 20%, 30 a 40 años el 14% y por ultimo de 20 a 30 años el 9%.

2.4.2 Preguntas de hecho y acción

Seleccione a qué grupo de personas con dificultad de desplazamiento pertenece.

Como se puede observar el 46% de la muestra obtuvo su condición por enfermedad, en segundo lugar lisiado de guerra con el 37%, en el caso de vejez son personas que no utilizan directamente una silla de ruedas pero si tienen mucha dificultad para desplazarse representando un 14%.

Algunos de los casos del primer puesto fueron: accidentes de tránsito, pleito de pandillas, enfermedad poliomiélitis (polio), etc.

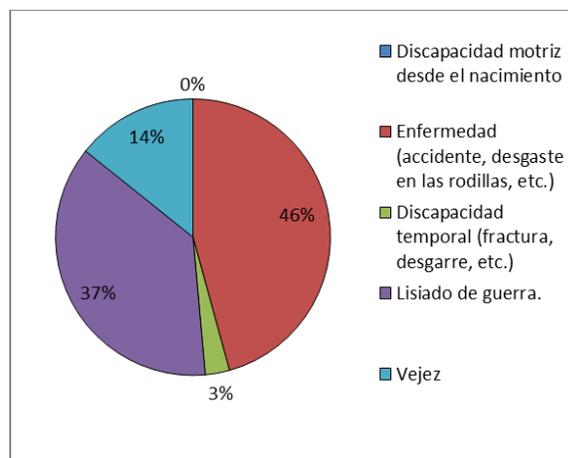


Ilustración 11 Distribución de la muestra en pregunta 1
Fuente: Autor

¿Cuál es su fuente de ingreso?

Con respecto a la fuente de ingresos, dado que las personas encuestadas la mayoría son de edad avanzada y también un buen porcentaje son lisiados de guerra su fuente de ingreso es por jubilación o pensión, protagonizando un 37%, en segundo lugar con el 29% poseen un negocio propio por ejemplo una pequeña pulpería, costura, etc. En tercer lugar el 14% son comerciantes ya sea vendedores ambulantes en los semáforos, trabajar en los mercado, etc. El 11% no posee fuente de ingreso y por último el 9% son asalariados.

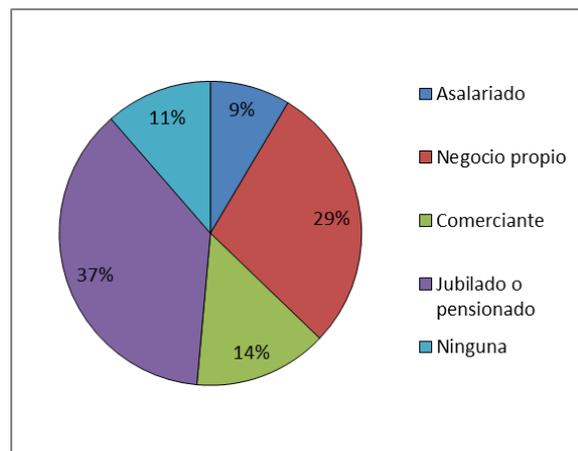


Ilustración 12 Distribución de la muestra en pregunta 2
Fuente: Autor

¿Su condición física le limita a realizar actividades cotidianas en el hogar?

La mayoría de las personas obtuvieron su condición a temprana edad por lo que aducen que no le limita nada en el hogar, pero en las preguntas posteriores evidenciaron que si necesitan un poco de ayuda. Sin embargo, el 51% si declaró que están limitados en ciertas actividades.

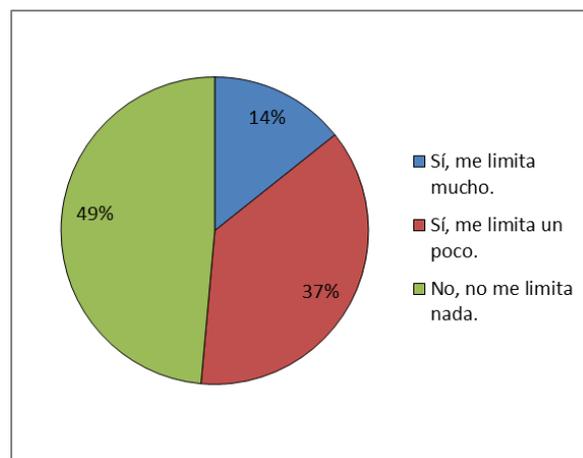


Ilustración 13 Distribución de la muestra en pregunta 3
Fuente: Autor

¿Su condición física ha dificultado sus actividades sociales con la familia, amigos, vecinos u otras personas?

El 54% respondió que si tenían dificultades en sus relaciones sociales, algunos expresaron que perdieron amistades cuando obtuvieron su condición o que algunas personas los trataban como niños pequeños que no podían valerse por si solos.

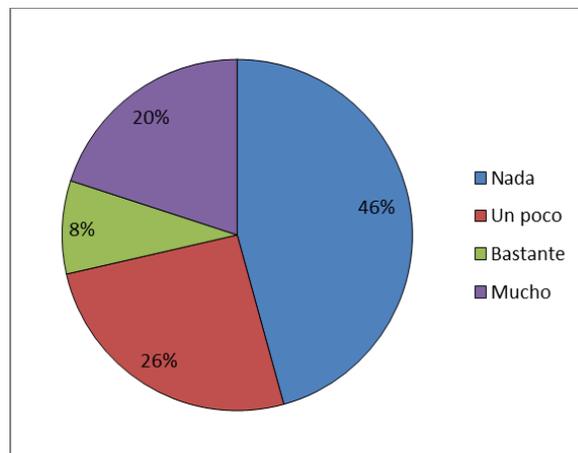


Ilustración 14 Distribución de la muestra en pregunta 4
Fuente: Autor

Cuántas horas al día esta solo(a) en su hogar

Esta pregunta reveló que la mayoría de este grupo de personas pasan solos ya sea siempre o algunas horas del día, es decir que no tienen quien los auxilie.

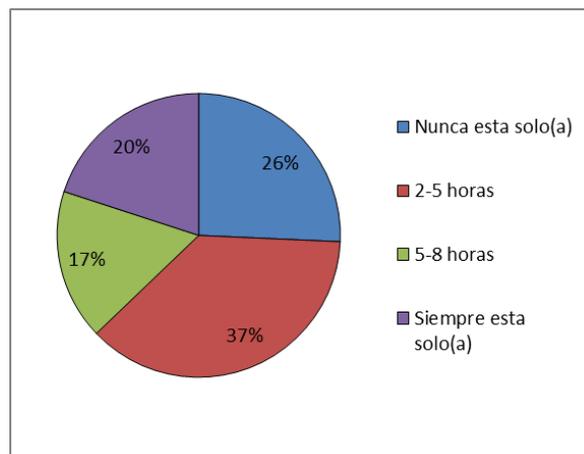


Ilustración 15 Distribución de la muestra en pregunta 5
Fuente: Autor

Cuántos días a la semana esta solo(a) en su hogar

También, el 74% manifestó que varios días a la semana están solos en sus hogares.

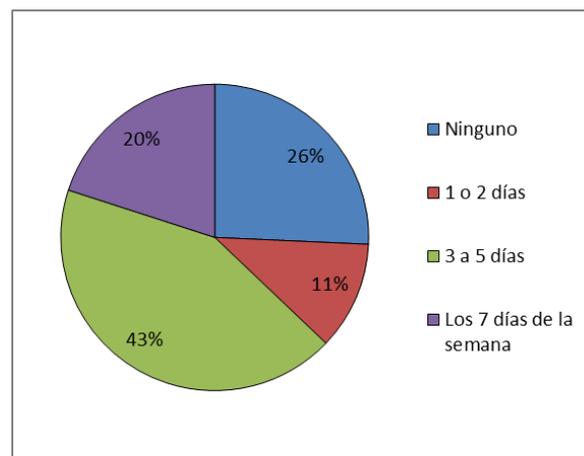


Ilustración 16 Distribución de la muestra en pregunta 6
Fuente: Autor

¿Posee un celular Smartphone?

El 77% de los encuestados expresó que si posee un celular Smartphone, esto es beneficioso ya que desde un dispositivo de estos se pueden controlar diversos aparatos del hogar.

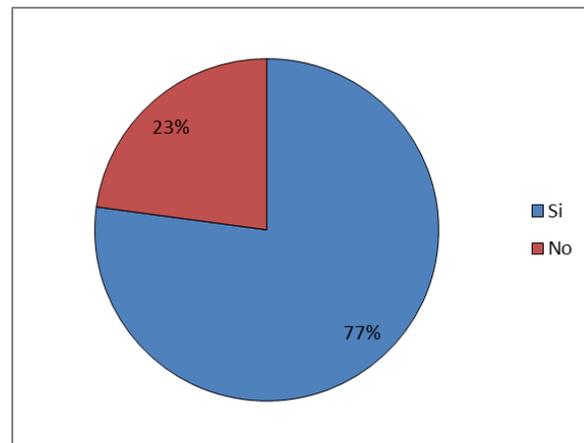


Ilustración 17 Distribución de la muestra en pregunta 7
Fuente: Autor

¿Posee internet residencial de tipo router?

El 57% no posee internet residencial, es decir que una comunicación vía WiFi no es conveniente.

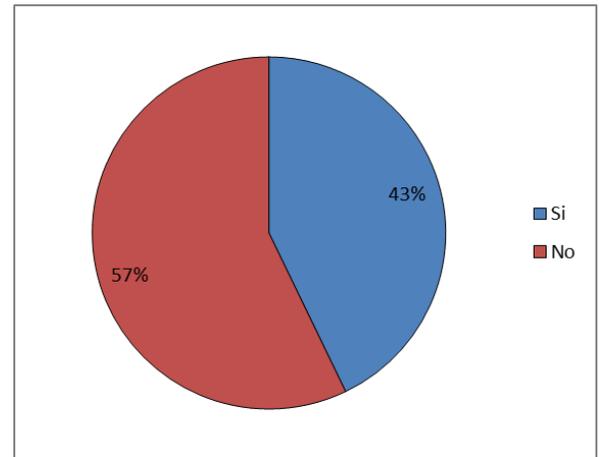


Ilustración 18 Distribución de la muestra en pregunta 8
Fuente: Autor

¿Le gustaría poder controlar (encender o apagar) las lámparas de su hogar desde su silla?

La mayoría expresó que si le gustaría poder controlar la iluminación de su hogar desde su silla de ruedas, el 12% que dijo estar indeciso fueron los que no tenían celular Smartphone es probable que no estén relacionados con la tecnología.

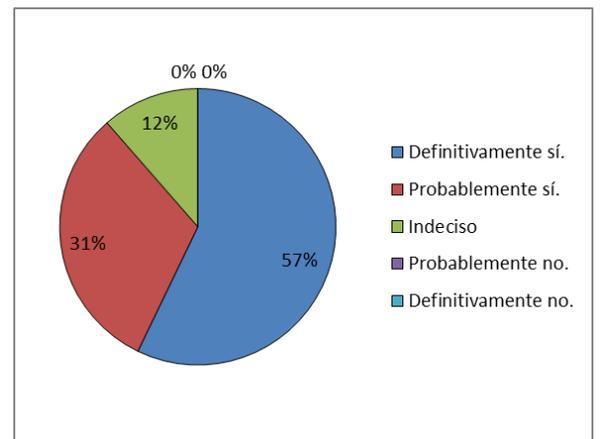


Ilustración 19 Distribución de la muestra en pregunta 9
Fuente: Autor

¿Desearía que su hogar cuente con un sensor de temperatura que dé la orden de encender o apagar ventiladores o AA?

La mayoría exteriorizó rápidamente que sí, posiblemente porque vivimos en un país tropical con un clima caluroso y ellos por estar en la misma posición siempre necesitan un buen confort climático.

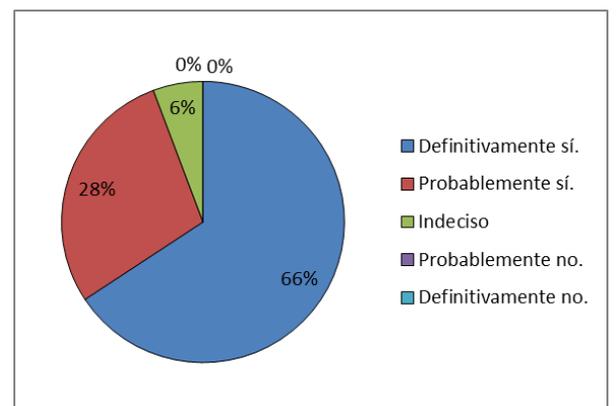


Ilustración 20 Distribución de la muestra en pregunta 10
Fuente: Autor

¿Le agradaría abrir puertas y ventanas desde su silla?

En esta pregunta el 77% opinaron que si les agradaría realizar esta acción.

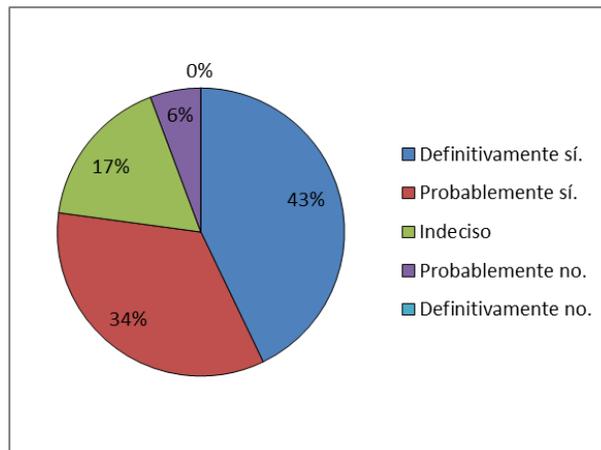


Ilustración 21 Distribución de la muestra en pregunta 11.
Fuente: Autor

¿Le interesaría que su hogar cuente con un sistema automatizado que le facilite su vida diaria?

El 83% manifestó que si les interesa un sistema automatizado en su hogar para evitar o disminuir su desplazamiento, a su vez crear comodidad y seguridad.

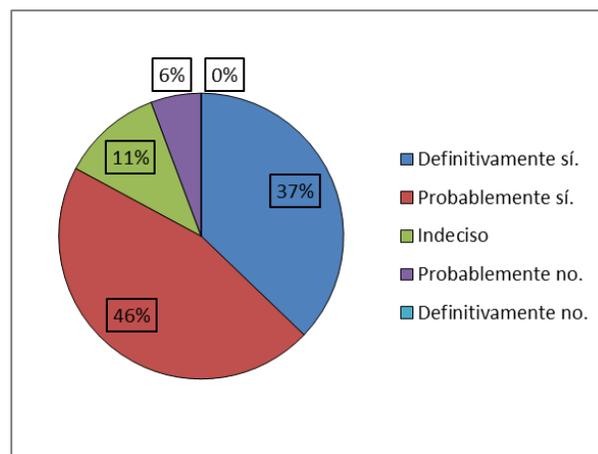


Ilustración 22 Distribución de la muestra en pregunta 12
Fuente: Autor

¿Estaría dispuesto(a) a invertir en este sistema automatizado?

En esta pregunta el porcentaje disminuyó dado que muchos de los encuestados son personas de clase media o baja. Partiendo de esto, se debe crear un sistema económico, seguro y eficiente para satisfacer a la mayoría de la población con esta condición física.

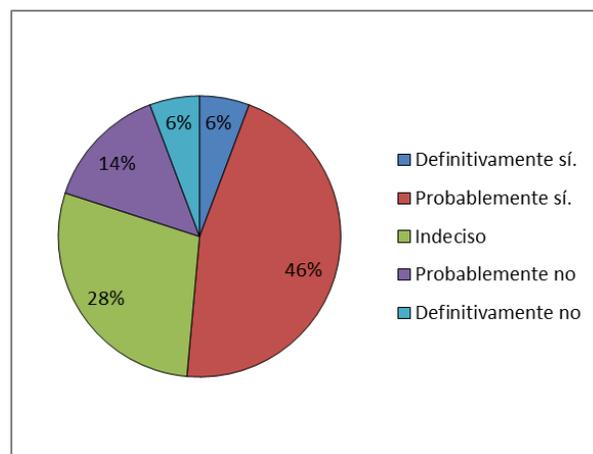


Ilustración 23 Distribución de la muestra en pregunta 13
Fuente: Autor

3 ESTUDIO DE AUTOMATIZACION

3.1 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

3.1.1 Microcontrolador

Un **microcontrolador** es un circuito integrado (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por una persona.

Por definición, un microcontrolador ha de incluir en su interior tres elementos básicos:

CPU (Unidad Central de Proceso): es la parte encargada de ejecutar cada instrucción y de controlar que dicha ejecución se realice correctamente. Normalmente, estas instrucciones hacen uso de datos disponibles previamente (los “datos de entrada”), y generan como resultado otros datos diferentes (los “datos de salida”), que podrán ser utilizados (o no) por la siguiente instrucción.

Diferentes tipos de memorias: son en general las encargadas de alojar tanto las instrucciones como los diferentes datos que estas necesitan. De esta manera posibilitan que toda esta información (instrucciones y datos) esté siempre disponible para que la CPU pueda acceder y trabajar con ella en cualquier momento. Generalmente encontraremos dos tipos de memorias: las que su contenido se almacena de forma permanente incluso tras cortes de alimentación eléctrica (llamadas “persistentes”), y las que su contenido se pierde al dejar de recibir alimentación (llamadas “volátiles”). Según las características de la información a guardar, esta se grabará en un tipo u otro de memoria de forma automática, habitualmente.

Diferentes E/S (entrada/salida): son las encargadas de comunicar el microcontrolador con el exterior. En los pines de entrada del microcontrolador podremos conectar sensores para que este pueda recibir datos provenientes de su entorno, y en sus pines de salida podremos conectar actuadores para que el microcontrolador pueda enviarles órdenes y así interactuar con el medio físico. De todas formas, muchos pines de la mayoría de microcontroladores no son exclusivamente de entrada o de salida, sino que pueden ser utilizados indistintamente para ambos propósitos (de ahí el nombre de E/S).

Es decir, un microcontrolador es un computador completo (aunque con prestaciones limitadas) en un solo chip, el cual está especializado en ejecutar constantemente un conjunto de instrucciones predefinidas. Estas instrucciones irán teniendo en cuenta en cada momento la información obtenida y enviada por los pines de E/S y reaccionarán en consecuencia.

3.1.2 Arduino

Arduino forma parte del concepto de hardware y software libre y está abierto para uso y contribución de toda la sociedad. Fue creado en Italia en el año 2005 con el objetivo de servir como base para proyectos de bajo coste, consiste en una placa microcontrolador, con un lenguaje de programación en un entorno de desarrollo que soporta la entrada y salida de datos y señales.

Detalladamente Arduino es en realidad tres cosas:

Una **placa hardware libre** que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines-hembra (los cuales están unidos internamente a las E/S del microcontrolador) que permiten conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Cuando hablamos de “placa hardware” nos estamos refiriendo en concreto a una PCB (del inglés “printed circuit board”, o sea, placa de circuito impreso). Las PCBs son superficies fabricadas de un material no conductor (normalmente resinas de fibra de vidrio reforzada, cerámica o plástica) sobre las cuales aparecen laminadas (“pegadas”) pistas de material conductor (normalmente cobre). Así pues, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna.

Los microcontroladores incorporados en las diferentes placas Arduino pertenecen todos a la misma “familia tecnológica”, por lo que su funcionamiento en realidad es bastante parecido entre sí. En concreto, todos los microcontroladores son de tipo AVR, una arquitectura de microcontroladores desarrollada y fabricada por la marca Atmel. El diseño hardware de la placa Arduino está inspirado originalmente en el de otra placa de hardware libre preexistente, la placa Wiring.

Un software (más en concreto, un “entorno de desarrollo”) gratis, libre y multiplataforma (ya que funciona en Linux, MacOS y Windows) que debemos instalar en nuestro ordenador y que nos permite escribir, verificar y guardar (“cargar”) en la memoria del microcontrolador de la placa Arduino el conjunto de instrucciones que deseamos que este empiece a ejecutar. Es decir: nos permite programarlo. La manera estándar de conectar nuestro computador con la placa Arduino para poder enviarle y grabarle dichas instrucciones es mediante un simple cable USB, gracias a que la mayoría de placas Arduino incorporan un conector de este tipo.

Un **lenguaje de programación libre**. Por “lenguaje de programación” se entiende cualquier idioma artificial diseñado para expresar instrucciones (siguiendo unas determinadas reglas sintácticas) que pueden ser llevadas a cabo por máquinas. Concretamente dentro del lenguaje Arduino, encontramos elementos parecidos a muchos otros lenguajes de programación existentes (como los bloques condicionales, los bloques repetitivos, las variables, etc.), así como también diferentes comandos – así mismo llamados “órdenes” o “funciones” – que nos permiten especificar de una forma coherente y sin errores las instrucciones exactas que queremos programar en el microcontrolador de la placa. Estos comandos los escribimos mediante el entorno de desarrollo Arduino.

Tipos de placas Arduino

Cuando hablamos de “placa Arduino”, deberíamos especificar el modelo concreto, ya que existen varias placas Arduino oficiales, cada una con diferentes características (como el tamaño físico, el número de pines-hembra ofrecidos, el modelo de microcontrolador incorporado, la cantidad de memoria utilizable–, etc.).

Las placas Arduino más populares o más utilizadas son las siguientes:

Arduino UNO

Arduino de gama básica, todas las shields están diseñadas para usarse sobre esta placa. Cuenta 14 pines entrada/salida digitales de las cuales 6 se pueden usar como PWM, 6 entradas analógicas, además con I2C, Interfaz Periférica Serial (SPI).

Arduino Leonardo

Es un tablero de microcontrolador basado en el ATmega32u4 (hoja de datos). Tiene 20 pines de entrada / salida digital (de los cuales 7 se pueden usar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio

Arduino Mega 2560

Es un tablero de microcontrolador basado en el ATmega2560. Cuenta con 54 pines de entrada / salida digital (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP, y un botón de reinicio.

Arduino Micro

Es completamente similar al Leonardo, la única diferencia es el tamaño con el que fue construido. Es compatible con las Shields de Arduino, sin embargo se debe instalar de forma externa, es decir, cableándolo, aunque en el caso de que se construya nuestra propia shield no es ningún problema.

Arduino Nano

Arduino basado en un microcontrolador ATmega328. Es similar en cuanto a características al Arduino uno. Las diferencias son tanto el tamaño como la forma de conectarlo al ordenador para programarlo.

Arduino YUN

El Arduino YUN se trata de un conjunto que trabaja por separado de forma complementaria, por un lado se tiene la versatilidad de un Arduino normal. En este caso un ATmega32u48 a 16 Mhz, y por otro lado de un dispositivo con microprocesador Atheros AR9331. El cual funciona con Lilino (Linux basado en OperWrt (OperWrt-Yun)) a 400 Mhz. Las características del Arduino son similares a la placa Leonardo. Tiene Ethernet, slot SD y WiFi incluidos, controlados por Lilino.

3.1.3 PLC LOGO!

Un PLC (Programmable Logic Controller) o autómatas programables según la definición del estándar internacional IEC 61131 que normaliza las características fundamentales de los mismos tanto en su parte hardware como software, es una máquina electrónica programable capaz de ejecutar un programa, o sea, un conjunto de instrucciones organizadas de una forma adecuada para solventar un problema dado, y diseñada para trabajar en un entorno industrial y por tanto hostil. Las instrucciones disponibles para crear programas serán de una naturaleza tal que permitirán controlar procesos, por ejemplo: funciones lógicas, operaciones aritméticas, de contaje de eventos, de temporización, etc. Además, el PLC estará diseñado de forma tal que la conexión del mismo con el proceso a controlar será rápida y sencilla por medio de entradas y salidas de tipo digital o analógico.

La definición dada por la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos) dice que un PLC es:

“Instrumento electrónico, que utiliza memoria programable para guardar instrucciones sobre la implementación de determinadas funciones, como operaciones lógicas, secuencias de acciones, especificaciones temporales, contadores y cálculos para el control mediante módulos de E/S analógicos o digitales sobre diferentes tipos de máquinas y de procesos”.

Gracias a los PLC's es posible realizar operaciones en tiempo real, debido a su disminuido tiempo de reacción. Además, son dispositivos que se adaptan fácilmente a nuevas tareas debido a su flexibilidad a la hora de programarlos, reduciendo así los costos adicionales a la hora de elaborar proyectos. Tienen una construcción estable al estar diseñados para poder resistir condiciones adversas sobre vibraciones, temperatura, humedad y ruidos. Sin embargo, presentan ciertas desventajas como la necesidad de contar con técnicos cualificados para ocuparse de su buen funcionamiento.

Funcionamiento

Un PLC una vez conectado a la red eléctrica tiene básicamente dos modos de funcionamiento:

Stop. En este modo de funcionamiento no se ejecuta el programa de control.

Run. En este modo de funcionamiento el programa de control se está ejecutando de manera indefinida hasta que o bien el PLC pasa al modo Stop o bien se desconecta de la alimentación.

Es obviamente este último modo de funcionamiento el más interesante. Cuando el autómatas se encuentra en esta situación el programa de control que está grabado en su memoria se ejecuta cíclicamente describiendo lo que se ha dado en llamar “Ciclo de Scan”. Consiste básicamente en cuatro pasos bien diferenciados:

1. **Lectura de las entradas del PLC.** Las condiciones de entrada de los módulos de señal se leen y convierten en señales binarias o digitales. Estas señales se envían a la CPU y se guardan en los datos de la memoria.
2. **Ejecución del programa de control,** el cual ha sido cargado secuencialmente en la memoria (cada instrucción individualmente). Durante la ejecución del programa se generan nuevas señales de salida.
3. **Escritura de las salidas del PLC.** Tras la ejecución de la última parte del programa, las señales de salida (binaria, digital o analógica) se envían a los módulos de señal desde los datos de la memoria. Estas señales son entonces convertidas en las señales apropiadas para las señales de los actuadores.
4. **Tareas internas del PLC,** como el control de memoria, diagnóstico etc. Esta parte del ciclo se ejecuta muy rápidamente de modo que el usuario no lo perciba.

PROGRAMACIÓN

La programación de LOGO! puede efectuarse directamente desde las teclas situadas en la parte frontal del propio autómatas, o también a través de un ordenador. Cuando se programa desde el PC se emplea el software LOGO!Soft Comfort, del cual existen varias versiones, ya que el fabricante las actualiza constantemente.

LOGO! SoftComfort dispone, entre otras, de las siguientes funciones: creación de programas con una interfaz de usuario gráfica, simulación del programa en el PC y configuración fácil de bloques, transferencia del programa en ambos sentidos: del microcontrolador al PC y del PC al microcontrolador, visualización de cambios de estado y variables de proceso en modo RUN.

PROGRAMACIÓN CON LOGO!Soft Comfort.

El esquema puede dibujarse primero sobre papel y después copiarlo en LOGO!Soft Comfort, o también puede diseñarse directamente sobre el software de programación. A continuación se enumeran los pasos básicos a seguir:

- Colocar las entradas, las salidas y los bloques funcionales sobre la plataforma de programación.
- Conectar mediante líneas los elementos entre sí.
- Parametrizar los bloques que lo precisen.
- Simular el funcionamiento desde el PC.
- Optimizar la presentación del esquema. Se evitará el excesivo cruce de líneas.
- Introducir nombre a las entradas, salidas y bloques que lo precisen.

- Insertar las explicaciones necesarias. De este modo se hará más comprensible el esquema, especialmente para revisiones posteriores.
- Guardar el proyecto. Es conveniente guardar el proyecto en el disco duro del ordenador o en un disco flexible.
- Transferir el programa al autómatas LOGO! y, si se desea, a la tarjeta de memoria.

Tipos de PLCs

PLC compactos

Son aquellos que incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete. A menudo existe un número fijo de E/S digitales (no mayor a 30), una o dos canales de comunicación (para programar el PLC y la conexión de los buses de campo) y HMI. Además, puede haber una entrada para el contador de alta velocidad y una o dos E/S analógicas. Estos PLCs de tipo compacto se utilizan en automoción como substitutos de los relés.

Algunos de sus usos son: arrancadores de motores, mando de bombas, máquinas de embolsado, mando de compuertas, centros de formación, calefacción, climatización y ventilación, embotelladoras, transporte, sistemas automáticos de equipos, etc.

Por ejemplo: Módulo lógico LOGO! de Siemens.

PLC modular

Es el tipo de PLC más potente y tiene más funciones que los PLC compactos. La CPU, SM, CP y otros módulos se encuentran generalmente en paquetes separados en un riel DIN o en un riel con una forma especial y que se comunica con la CPU a través de un sistema bus. Tiene un número limitado de lugares para los módulos pero, en la mayoría de los casos, este puede aumentarse. Además, los PLCs modulares pueden utilizar un elevado número de entradas/salidas, pueden soportar programas más grandes, guardar más datos y operar bajo el modo de multitarea. Normalmente se utilizan para el control, regulación, posicionamiento, procesamiento de datos, manipulación, comunicación, monitorización, servicios-web, etc.

Por ejemplo: SIMATIC S7-1200 y SIMATIC S7-1500 de Siemens.

PLC de tipo montaje en rack

Son aquellos que prácticamente tienen las mismas capacidades y funciones que el PLC modular. Sin embargo, existen algunas diferencias en el bus o en el rack dónde se colocan los módulos del PLC. El rack contiene ranuras para los módulos y un sistema de bus integrado para intercambiar información entre los diferentes módulos. La mayoría de los módulos PLC no tienen sus propias cajas, disponen solamente de un panel frontal con una interfaz-HIM. La ventaja principal es que pueden permitir un intercambio más rápido de los datos entre los módulos y el tiempo de reacción por parte de los módulos es menor.

Por ejemplo: SIMATIC S7-400 de Siemens.

3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

3.2.1 Microcontroladores

Arduino UNO

Arduino Uno es una placa de microcontrolador basada en el ATmega328P (hoja de datos). Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio [1].

"Uno" significa uno en italiano y se eligió para marcar el lanzamiento de Arduino Software (IDE) 1.0. La placa Uno y la versión 1.0 de Arduino Software (IDE) fueron las versiones de referencia de Arduino, ahora evolucionaron a versiones más recientes.

El Arduino puede ser autónomo o no. En el primer caso, una vez programado el microcontrolador, la placa no necesita estar conectada a ningún computador y puede funcionar autónomamente si dispone de alguna fuente de alimentación. En el segundo caso, la placa debe estar conectada de alguna forma permanente (por cable USB) a un computador ejecutando algún software específico que permita la comunicación entre este y la placa y el intercambio de datos entre ambos dispositivos.

Puede alimentarse directamente a través del propio cable USB o mediante una fuente de alimentación externa, como puede ser un pequeño transformador o, por ejemplo una pila de 9V. Los límites están entre los 6 y los 12 V. Como única restricción hay que saber que si la placa se alimenta con menos de 7V, la salida del regulador de tensión a 5V puede dar menos que este voltaje y si sobrepasamos los 12V, probablemente dañaremos la placa.

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Límite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua por pin IO	20 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz
Longitud	68.6 mm
Anchura	53.4 mm
Peso	25 g

Tabla 1 Características técnicas Arduino UNO
Fuente: Características técnicas del ARDUINO UNO

Pines de alimentación (Power Pins)

- VIN: se trata de la fuente tensión de entrada que contendrá la tensión a la que estamos alimentando al Arduino mediante la fuente externa.
- 5V: fuente de tensión regulada de 5V, esta tensión puede venir ya sea de pin VIN a través de un regulador interno, o se suministra a través de USB o de otra fuente de 5V regulada.
- 3.3V: fuente de 3.3 voltios generados por el regulador interno con un consumo máximo de corriente de 50mA.
- GND: pines de tierra.

Entradas y salidas digitales (Digital Inputs/Outputs)

Cada uno de los 14 pines digitales se puede utilizar como una entrada o salida. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 k Ω . Además, algunos pines tienen funciones especializadas como [1]:

- Pin 0 (RX) y 1 (TX). Se utiliza para recibir (RX) y la transmisión (TX) de datos serie TTL.
- Pin 2 y 3. Interrupciones externas. Se trata de pines encargados de interrumpir el programa secuencial establecido por el usuario.
- Pin 3, 5, 6, 9, 10 y 11. PWM (modulación por ancho de pulso). Constituyen 8 bits de salida PWM con la función `analogWrite()`.
- Pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines son de apoyo a la comunicación SPI.
- Pin 13. LED. Hay un LED conectado al pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el valor está bajo, es apagado.



Ilustración 24 Arduino UNO
Fuente: Sitio web “Arduino.cl”

Entradas analógicas (Analog Inputs)

El Arduino posee 6 entradas analógicas, etiquetadas desde la A0 a A5, cada una de las cuales ofrecen 10 bits de resolución (es decir, 1024 estados). Por defecto, tenemos una tensión de 5V, pero podemos cambiar este rango utilizando el pin de AREF y utilizando la función `analogReference()`.

LOGO! 230RCE

Un LOGO! es un PLC, ya que el término PLC no es más que el acrónimo en inglés de Programmable Logic Controller, es decir, un controlador lógico programable, lo que viene siendo un LOGO!. Lo que ocurre es que el acrónimo PLC se usa para controladores programables de mayor capacidad como pueden ser en Siemens las series 200, 300, 400, 1200 o 1500.

El LOGO! es el autómatas más “pequeño” de Siemens, por lo tanto es el más económico y el que se puede considerar más adecuado para el uso doméstico o pequeñas aplicaciones industriales. Es un autómatas de poca potencia en comparación con PLC's de mayor capacidad, esto quiere decir que está mucho más limitado su poder de procesamiento, su número de entradas y su número de salidas.

LOGO! cuenta con:

- Varias versiones para diferentes fuentes de alimentación DC 12V / 24V RCE, AC / DC 24V RCE, DC 24V CE, AC / DC 115 / 240V RCE.
- 400 bloques de memoria de programa
- Servidor web integrado en todas las unidades básicas.
- Pantalla (6 líneas con 16 caracteres cada una, 3 colores de fondo)
- Conectividad para LOGO remoto! Visualización de 8 textos vía Ethernet para todos los LOGO! 8 módulos básicos
- Registro de datos
- Tarjetas SD estándar como medio de almacenamiento.
- Rango de temperatura extenso -20 a 55 ° C, sin condensación
- Comunicación Modbus TCP / IP integrada
- Sincronización de fecha y hora vía NTP
- Interfaz para módulos de ampliación

Información proporcionada según el código de LOGO!

- 12: versión de 12 V
- 24: versión de 24 V
- 230: versión de 115...240 V
- R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor)
- C: temporizador semanal integrado
- o: variante sin pantalla ("LOGO! Pure")
- DM: módulo digital
- AM: módulo analógico
- CM: módulo de comunicación (p.ej. AS-Interface)

En este proyecto se utilizará el módulo lógico **LOGO! 230RCE**, debido a que este dispositivo es compatible con sensores populares en el mercado y a los niveles de tensión proporcionados por la distribuidora eléctrica Nicaragüense.

El módulo lógico LOGO! 230 RCE de Siemens con display configurable en tres colores diferentes funciona con alimentación de 115/230 V AC/DC. Se pueden configurar 400 bloques de funciones. Además, dispone de 8 entradas digitales y 4 salidas digitales (relés). El módulo lógico LOGO! 230 RCE con pantalla se puede programar a través de la interfaz Ethernet. También se puede comunicar con otros módulos de la serie LOGO!.

Características:

- Rango admisible, límite inferior: 100 V
- Rango admisible, límite superior: 253 V
- Nº de entradas digitales: 8
- Número de salidas: 4; Relé
- Salidas de relé: con carga inductiva, máx. 3 A - con carga resistiva, máx. 10 A
- Temperatura de empleo: mín. 0 °C - máx. 55 °C
- Dimensiones: Ancho 71,5 mm - Alto 90 mm - Profundidad 60 mm

Cada modelo de LOGO! posee un número de pedido que lo identifica, por ejemplo: 6ED1 052-2FB00-0BA3. En este código, los cuatro últimos caracteres se refieren a la generación a la que pertenece el automatismo:

- 0BA0 → 1ª generación
- 0BA1 → 2ª generación
- 0BA2 → 3ª generación
- 0BA3 → 4ª generación
- 0BA4 → 5ª generación

La versión más reciente es LOGO! 0BA8.

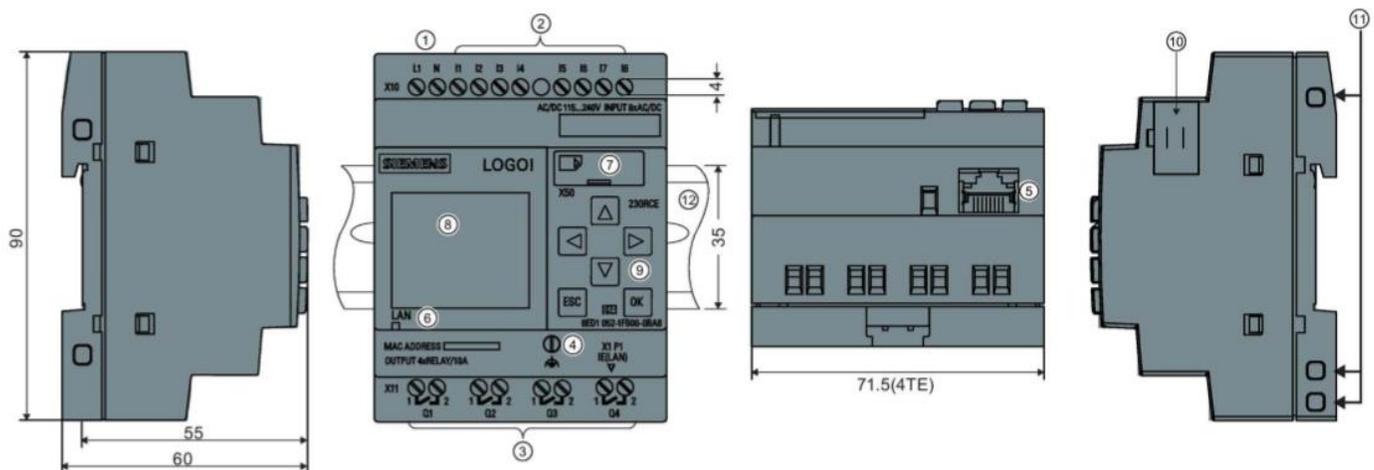


Ilustración 25 LOGO! y sus partes
Fuente: LOGO! Manual de producto 07/2016

- 1) Fuente de alimentación
- 2) Entradas
- 3) Salidas
- 4) Borne FE para conectar la toma de tierra
- 5) Interfaz RJ45 para la conexión a Ethernet
- 6) LED de estado de la comunicación Ethernet
- 7) Slot de tarjetas micro SD
- 8) LCD
- 9) Panel de control
- 10) Interfaz de ampliación
- 11) Conectores hembra de codificación mecánica
- 12) Perfil normalizado

3.2.2 Sensores y actuadores

Para que el sistema de control pueda detectar los cambios y actuar de acuerdo con la programación establecida, se utilizan unos dispositivos denominados transductores, que serán los periféricos del sistema. (Un transductor es un dispositivo que es capaz de detectar y procesar el valor o la variación de una magnitud física y convertirla en otra magnitud ya sea eléctrica, mecánica o de cualquier otro tipo). En las aplicaciones del entorno de la automatización, pueden encontrarse dos tipos de transductores: los sensores y los actuadores.

Sensores

Los sensores son un tipo de periférico cuyo transductor convierte una magnitud física de entrada en una señal eléctrica a su salida. Estas señales en ocasiones pueden ser de valores demasiado pequeños o estar configuradas de forma que no puedan ser tratadas por los sistemas de control. Para evitar este problema, los sensores están dotados además de un acondicionador de señal y una etapa de salida.

Los elementos básicos de un sensor son, por tanto:

- Transductor: convierte las variaciones de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica (señal).
- Acondicionador de señal: realiza la función de modificar y adaptar la señal de entrada del transductor para adecuarla a la etapa de salida.
- Etapa de salida: convierte la señal del acondicionador al nivel o formato requerido para la entrada del controlador.

En función de la señal de salida, los sensores pueden clasificarse en:

- Analógicos: la señal de salida varía en el tiempo, tomando su salida un valor de tensión o corriente normalizado.
- Digitales: proporcionan una señal de salida codificada en impulsos serie o paralelo con codificación digital.
- Todo o nada: son las salidas que actúan con un relé interno, presentando el contacto de dicho relé.

Actuadores

Los actuadores son elementos de salida que utiliza el sistema para modificar el estado y actuar sobre ciertos equipos e instalaciones. Pueden clasificarse en:

- Analógicos: la señal de salida varía en el tiempo, tomando un valor de tensión o corriente normalizado. Son utilizados en la regulación y control de los diversos equipos del sistema.
- Digitales: proporcionan una señal de salida codificada en impulsos serie o paralelo con codificación digital. Son utilizados para dar a conocer valores predeterminados de parámetros establecidos por el usuario en una pantalla digital.
- Todo o nada: son salidas que actúan con un relé interno, presentando el contacto de dicho relé. Es el tipo de actuador más extendido. Los ejemplos más clásicos son los contactores, electroválvulas y cualquier otro elemento del sistema que base su funcionamiento en sólo dos posiciones (encendido/apagado, abierto/cerrado, etc.).

Sensores para Arduino uno

Sensor de distancia HC-SR04

Este sensor ultrasónico usa sonar (acrónimo de Sound Navigation And Ranging, 'navegación por sonido') para determinar la distancia de un objeto como los murciélagos o delfines lo hacen, ofrece un excelente rango de detección sin contacto, su operación no es afectada por la luz del sol o materiales oscuros, aunque materiales acústicamente blandos son difíciles de detectar [2].

Características:

- Voltaje de alimentación: +5VDC
- Corriente en espera: <2mA
- Corriente de trabajo: 15mA
- Ángulo eficaz: <15°
- Rangos de distancia: 2cm a 400cm
- Ángulo de medida: 30°
- Ancho de pulso de disparo (Trigger Input Pulse Width): 10us
- Eco (Echo): salida del sensor.
- Frecuencia de ultrasonido: 40KHz



Ilustración 26 HC-SR04
Fuente: Sitio web "amazon.ca"

Pines:

- VCC = +5VDC
- Trig = Trigger input of Sensor, entrada del pulso de disparo para iniciar la medición.
- Echo = Echo output of Sensor, pin de eco, que retorna un pulso proporcional a la distancia que rebota el sonido.
- GND = GND

Sensor de temperatura DHT11

Los sensores DHT11 están compuestos en dos partes, un sensor de humedad capacitivo y un termistor, también constan de un circuito integrado básico en el interior que hace la conversión de analógico a digital y este envía una señal digital con la temperatura y la humedad [3].

Características:

- Alimentación de 3.3V a 5VDC
- Corriente máxima 2.5mA durante la conversión
- Lectura de humedad con un +/- 5% de precisión
- Lectura de temperatura con un +/- 2°C de precisión
- Capaz de medir humedad de 20% a 80%
- Capaz de medir temperatura de 0 a 50°C
- No más de 1 Hz en velocidad de muestreo (una vez cada segundo)
- Dimensiones: 15.5mm x 12mm x 5.5mm

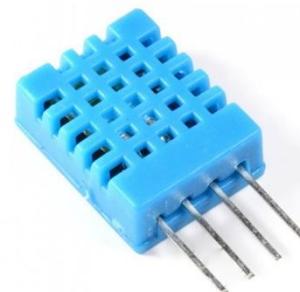


Ilustración 27 DHT11
Fuente: Sitio web "mechatronicstore.cl"

Los sensores DHT11 cuentan con cuatro pines:

- VCC (3.3VDC A 5VDC) (pin 1)
- Salida de datos
- No se conecta (pin 3)
- GND

Real Time Clock (RTC) DS3231.

El DS3231 es un reloj en tiempo real (RTC) extremadamente preciso. El dispositivo incorpora una entrada de batería y mantiene la hora exacta cuando se interrumpe la alimentación principal del dispositivo. El RTC mantiene información sobre segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año. El reloj funciona en formato de 24 horas o de 12 horas con un indicador AM / PM [4].

Características:

- Voltaje de Operación: 3.3V - 5V
- Exactitud Reloj: 2ppm
- Memoria EEPROM AT24C32 (4K * 8bit = 32Kbit = 4KByte)
- Comunicación I2C, solo utiliza 2 cables.
- Salida de onda cuadrada programable
- La batería puede mantener al RTC funcionando por 10 años.
- Puede funcionar con voltajes BAJOS
- Temperatura de funcionamiento: -45°C a + 80°C.



Ilustración 28 DS3231
Fuente: Sitio web
“naylampmechatronics”

DS3231 es un dispositivo de seis terminales, de los cuales dos pines no son de uso obligatorio. Así que tenemos principalmente cuatro pines:

- 32K: Este pin es una salida del DS3231 y consiste en una señal de 32768 Hz que puede emplearse en algún otro circuito.
- SQW: Es otra salida del DS3231 y puede ser configurado para producir señales de distintas frecuencias o como salida de alarma que se activa a una determinada hora y fecha o cada cierto tiempo.
- SCL y SDA: Comunicación I2C con el DS3231 y la memoria
- VCC: Alimentación (5 Voltios)
- GND: masa o negativo de la alimentación

Bluetooth HC-06

HM-06 es un módulo Bluetooth diseñado para establecer comunicación de datos inalámbrica de corto alcance entre dos microcontroladores o sistemas. El módulo funciona con el protocolo de comunicación Bluetooth 2.0 y solo puede actuar como dispositivo esclavo [5].

El HC-06 utiliza la técnica de salto de frecuencia de espectro extendido (frequency hopping spread spectrum 'FHSS') para evitar la interferencia con otros dispositivos y para tener transmisión dúplex completa. El dispositivo funciona en el rango de frecuencia de 2.402 GHz a 2.480GHz.

El módulo HC-06 tiene 4 pines:

- Vcc: Se debe dar un suministro positivo de + 5V a este pin para alimentar el módulo
- Gnd: Conectarse a tierra
- TXD: Pin de Transmisión de datos, por este pin el HC-06 transmite los datos que le llegan desde la PC o Móvil mediante bluetooth.
- RXD: pin de Recepción, a través de este pin el HC-06 recibirá los datos del Arduino los cuales se transmitirán por Bluetooth.



Ilustración 29 HC-06
Fuente: Sitio web “teslabem”

Sensores para LOGO!

Sensor de movimiento (PIR) de 120v

Se conocen como sensores infrarrojos pasivos o sensores PIR por las siglas en inglés *Passive InfraRed sensor*.

El sensor PIR está fabricado de un material cristalino que genera carga eléctrica cuando se expone a la radiación infrarroja. Los cambios en la cantidad de radiación producen cambios de voltaje que son medidos por un amplificador. Este sensor contiene unos filtros especiales llamados lentes fresnel que enfocan las señales infrarrojas sobre el elemento sensor. Cuando las señales infrarrojas del ambiente donde está el sensor cambian, el amplificador activa las salidas produciendo el cierre del circuito, durante un cierto tiempo (ajustable) y su apertura luego de transcurrido el mismo [6].

A este tipo de sensores se les denomina pasivos porque no emiten ningún tipo de energía para funcionar pero sí que detectan variaciones de energía en el espacio correspondiente.



Ilustración 30 SE-2102.B
Fuente: Sitio web “amazon.com.mx”

Termostato

Un termostato es un dispositivo de control que actúa abriendo o cerrando un contacto de un circuito eléctrico en función de las variaciones de temperatura del lugar dónde se encuentre su elemento sensor o bulbo. El termostato también es conocido como interruptor de temperatura, pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados, cambiando su estado cuando la temperatura alcanza el nivel para el que son preparados [7].



Ilustración 31 T6360
Fuente: Sitio web “climabit”

Actuadores para Arduino uno y LOGO!

Timbre

Es un circuito eléctrico compuesto por un generador, un interruptor y un electroimán. La armadura del electroimán está unida a una pieza metálica llamada martillo, que puede golpear una campana pequeña.

Brazo eléctrico para puertas

El brazo eléctrico utiliza un motor para controlar la apertura y el cierre de las puertas abatibles. Se coloca asegurándose a la puerta o reja con unos soportes. La colocación depende de las dimensiones y el diseño de la puerta. Se ubica del lado interior de la casa en posición para abatir hacia dentro o hacia fuera. Algunos modelos cuentan con una batería de respaldo en caso de ausencia de energía eléctrica.

Están activados desde una variedad de mecanismos, uno de los utilizados es con un sensor de proximidad. El sensor detecta movimiento dentro del área designada y abre la puerta. El sensor queda activo hasta que la persona se va del área designada antes de cerrar la puerta. Otro mecanismo común es el botón pulsador, que se encuentra principalmente en o alrededor de las puertas diseñadas para personas con discapacidad.



Ilustración 32 Brazo eléctrico para puertas
Fuente: Sitio web “beninca”

Iluminación

La iluminación se usa para crear los entornos visuales necesarios en el hogar para que las personas vivan, trabajen, jueguen, aprendan y se comuniquen. Y sus efectos en la calidad de vida son importantes: la salud, la productividad, la comodidad, el rendimiento, etc.

En algunos casos la visión se deteriora debido a la edad o por enfermedad, esto tiene consecuencias para la independencia de la persona. Los afectados se vuelven rápidamente ansiosos y más inseguros para moverse. Una iluminación automatizada ayuda a evitar errores visuales y prevenir las caídas.

Ventiladores o aire acondicionado

Los ventiladores son los típicos aparatos eléctricos que pasan inadvertidos durante la mayor parte del año, pero que cobran mucha importancia en los hogares durante los infernales días de calor.

En realidad, el ventilador no desciende la temperatura de la estancia. Es la sensación térmica la que varía gracias a que el aire enfría nuestro cuerpo al secar el sudor. Por eso un ventilador tradicional sólo es útil cuando el chorro de aire nos impacta. Por otro lado, algunas personas optan por usar aire acondicionado esta ayuda a enfriar mucho más rápido pero el consumo energético es más elevado.

Para los dos casos se puede usar la automatización y establecer una temperatura cómoda para las personas discapacitadas del hogar.

3.2.3 Dispositivos adicionales

Dispositivos adicionales para Arduino uno

Módulo de 8 Relevadores 5 V con Opto acoplador

El **Relé** es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevador.

El electroimán hace girar la armadura verticalmente al ser alimentada, cerrando los contactos dependiendo de si es N.A o N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado). Si se le aplica un voltaje a la bobina se genera un campo magnético, que provoca que los contactos hagan una conexión. Estos contactos pueden ser considerados como el interruptor, que permite que la corriente fluya entre los dos puntos que cerraron el circuito.

Módulo de relevadores (relés) conmutan cargas de potencia. Los contactos de los relevadores están diseñados para conmutar hasta 10 A y 250 VAC (5 VCD). Las entradas de control se encuentran aisladas con opto acopladores para minimizar el ruido percibido por el circuito de control mientras se realiza la conmutación de la carga [8].

- El voltaje de la bobina del relé es de 5 VDC
- Led indicador para cada canal (enciende cuando la bobina del relé esta activa)
- Terminales de conexión de tornillo (clemas)
- Terminales de entrada de señal lógica con headers macho de 0.1"
- Contactos independientes para conexionado

Especificaciones

- Alimentación: 3.3 V - 5 V
- Contacto nominal: 10 A 120 VCA / 5 VCD
- Número de relevadores: 8 de 1 polo 2 tiros
- Número de canales: 8 canales independientes protegidos con optoacopladores
- Vida eléctrica: 100,000 ciclos
- Vida mecánica: 100,000 ciclos
- Temperatura de trabajo mínima: -30° C
- Temperatura de trabajo máxima: 85° C
- Dimensiones: 13.5 cm X 5.3 cm



Ilustración 33 Módulo de 8 Relevadores 5 V con Opto acoplador
Fuente: Sitio web “[electronicathido](#)”

Cables jumpers

Un jumper es un tipo de socket rectangular de plástico que a su vez tiene en su interior dos o más sockets metálicos con un espacio entre ellos de 0.2 mm hechos de fósforo-bronce, de una aleación de cobre--níquel, de estaño o de latón y con un color dorado o cromado, de tal manera que cuando se introducen y se empujan hacia los pines de un circuito, éstos cierran el circuito cubriendo completamente los pines, resultando en una conexión temporal.



Una vez aclarado lo anterior, los cables jumpers son cables que tienen en sus terminales los jumpers que contienen sockets o pines, de ahí que se conozcan como cables jumper hembra o cables jumper macho.

Ilustración 34 Jumpers
Fuente: Sitio web
“leantec”

Protoboard

Es una tabla con orificios que se encuentran conectados eléctricamente entre sí de manera interna, en el cual se pueden insertar temporalmente componentes electrónicos y cables para montar y modificar, fácil y rápidamente circuitos electrónicos sin necesidad de soldaduras y herramientas. Está hecho de dos materiales, un aislante, generalmente un plástico, y un conductor que conecta los diversos orificios entre sí.

Resistencia

Se denomina resistor o resistencia al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. Las de potencia pequeña, empleadas en circuitos electrónicos, van rotuladas con un código de franjas de colores.

Fuente de alimentación

La forma más sencilla de alimentar el Arduino UNO es a través del puerto USB. Sin embargo una vez que deseamos colocar la tarjeta en su aplicación final, el puerto USB no es la forma más óptima de alimentarla.

El método más habitual de alimentar es mediante un adaptador de corriente (AC DC). Este alimentador debe de dar un voltaje adecuado al Arduino que conectemos y la potencia suficiente. Un voltaje adecuado para el Arduino UNO es un alimentador de 7 o 7,5V puesto que por debajo de ese voltaje es posible que la salida 5V de Arduino esté por debajo y por encima el regulador de tensión se calentará innecesariamente y puede acabar dañándose. Esta opción es la mejor cuando el proyecto no necesita moverse.



Ilustración 35 Fuente de alimentación 9V
Fuente: Sitio web
“naylampmechatronics”

Dispositivos adicionales para LOGO!

LOGO! Módulo de expansión DM8 230R

El módulo de expansión LOGO!8 DM8 230R de Siemens trabaja con tensión 115 a 230 V AC. Además, dispone de 4 entradas digitales y 4 salidas digitales (relés). El módulo de expansión LOGO!8 DM8 230R se monta en carril DIN de 35 mm de ancho.

Características:

- Rango admisible, límite inferior : 100 V
- Rango admisible, límite superior: 253 V
- Nº de entradas digitales: 4
- Tipo de tensión de entrada: AC/DC
- Para señal "0": < 40 V AC; < 30 V DC
- Para señal "1": > 79 V AC, > 79 V DC
- Número de salidas: 4; Relé
- Dimensiones (W x H x D): 35,5 x 90 x 58 mm



Ilustración 36 LOGO! DM8 230R
Fuente: Sitio web "fametal"

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Los sistemas de control utilizados en la automatización de viviendas y edificios están basados en sistemas controlados por microprocesador. Su arquitectura corresponde a una unidad de control (CPU), memorias (RAM, ROM, EEPROM), periféricos de entrada y salida, módulos de transmisión y recepción y una o varias fuentes de alimentación.

La arquitectura de los sistemas de control indica la forma en la que los diferentes elementos de la red van a ser interconectados, como se va a tratar la información y por cuantos controladores va a ser tratada.

Las arquitecturas de control usadas actualmente se pueden clasificar en tres grupos:

- Sistemas de control centralizado.
- Sistemas de control descentralizado.
- Sistemas de control distribuido.

Dependiendo del sistema de control aplicado en la red doméstica se está condicionando la forma de instalación de dicha red y sus componentes asociados, para este proyecto se empleará el sistema de control centralizado tanto para Arduino y LOGO!.

3.3.1 Diseño con tecnología Arduino

El sistema será dividido en 4 partes para comprender mejor las conexiones entre el microcontrolador y los diferentes elementos (actuadores, sensores, etc) y su programación. En este apartado se muestran los códigos de programación de cada subsistema y en los anexos se puede apreciar la configuración completa en el código consolidado.

Las conexiones se han realizado utilizando el programa de código abierto y libre Fritzing. El código de colores del conexionado no es uniforme, aunque en general se ha respetado el uso del rojo como señal de voltaje positivo (VCC o +5V), y el negro el de masa (GND).

Cabe mencionar que el pin 5v y GND estarán conectados la mayoría de veces en los esquemas, así mismo, se usaran relés en todas las salidas para poder activar cargas con voltajes de 120, ya que el Arduino uno su voltaje de salida es 5V.

Alarma de seguridad

Esta alarma ayudará a la persona con discapacidad a saber cuándo alguien este acercándose a la puerta principal de su hogar con esto se lograra seguridad y vigilancia.

Se conectara un sensor de distancia HC-SR04 al Arduino uno, esto permitirá crear una alarma de seguridad, este sensor detecta objetos en un rango de distancia, el cual estará ubicado en la entrada principal del hogar y se programara para que se active a 2 metros. Para este esquema se usaran 3 pines de Arduino uno, en los pines 2,3 funcionando como entradas digitales será conectado el sensor de distancia y el pin 5 como salida para activar al actuador.

Si en la vivienda no se encuentre ninguna persona, se agregó un botón en la gestión desde Smartphone para desactivar la alarma. En el código de programación completo añadido en los anexos se puede apreciar la configuración.

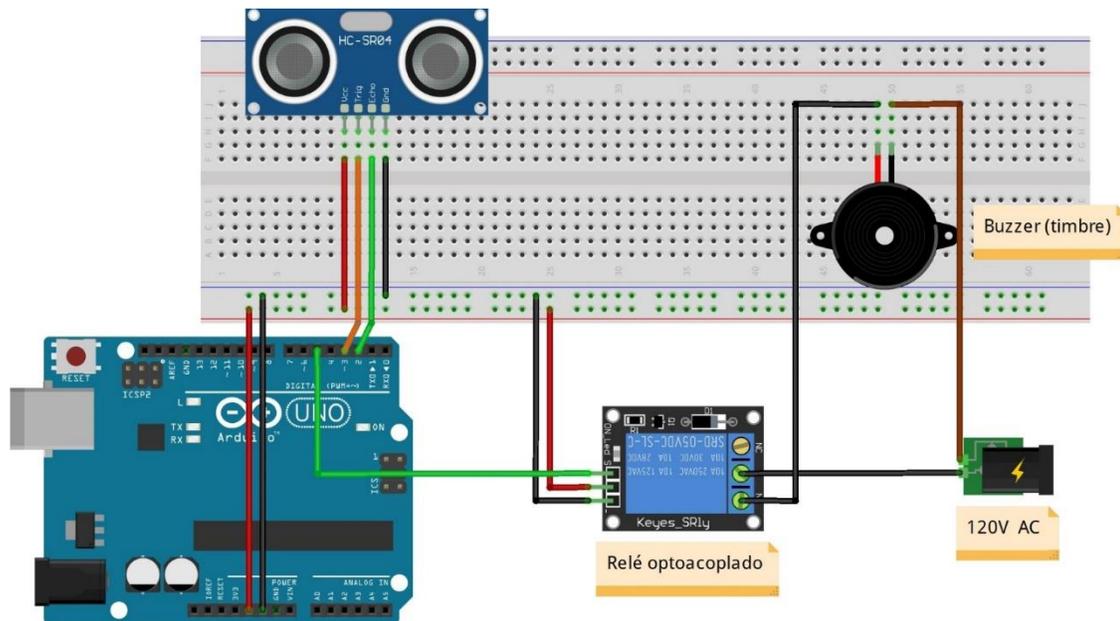


Ilustración 37 Conexiones para alarma de seguridad
Fuente: Autor

Código de programación

```
#define trigPin 3
#define echoPin 2
#define led 5

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop()
{
  long duracion, distancia ;
  digitalWrite(trigPin, LOW); // Nos aseguramos de que el trigger
está desactivado
  delayMicroseconds(2); // Para asegurarnos de que el trigger esta LOW
  digitalWrite(trigPin, HIGH); // Activamos el pulso de salida
  delayMicroseconds(10); // Esperamos 10µs. El pulso sigue
active este tiempo
  digitalWrite(trigPin, LOW); // Cortamos el pulso y a esperar el
echo

  duracion = pulseIn(echoPin, HIGH) ;
  distancia = duracion / 2 / 29.1 ;
  Serial.println(String(distancia) + " cm." ) ;
  int Limite = 200 ; // Medida en vacío del sensor
  if ( distancia < Limite)
  {
    digitalWrite( led , LOW) ;
  }
  if ( distancia > Limite)
  {
    digitalWrite ( led , HIGH) ;
  }
}
```

Control de temperatura

El control de temperatura es un aspecto muy importante a tener en cuenta cuando se trata de personas con discapacidad, puesto que un adecuado confort térmico les aporta bienestar físico y psicológico. Se deberá prestar especial atención en los espacios que los usuarios dediquen la mayor parte de su tiempo, como es el caso del salón/comedor y dormitorio.

Para el control de temperatura utilizaremos un sensor DHT11 el cual conectado al Arduino nos ayudara a llevar a censar los grados centígrados dentro del hogar y se programara para que a una temperatura $\leq 30^\circ$ se activen los ventiladores o aires acondicionados (esto dependerá de lo que disponga el cliente). La ubicación del sensor se procurara que sea en el centro del hogar para tener un mejor alcance y control. En este esquema se destinaran 2 pines de Arduino uno, en el pin 4 como entrada digital estará conectado el sensor DHT11 y el pin 6 como salida para activar los actuadores.

Al igual que en la alarma, en el control de temperatura se agregó un botón en la gestión desde Smartphone para desactivar el sensor y que no se activen los ventiladores si en la casa no se encuentra ninguna persona en el hogar. En el código de programación completo añadido en los anexos se puede apreciar la configuración.

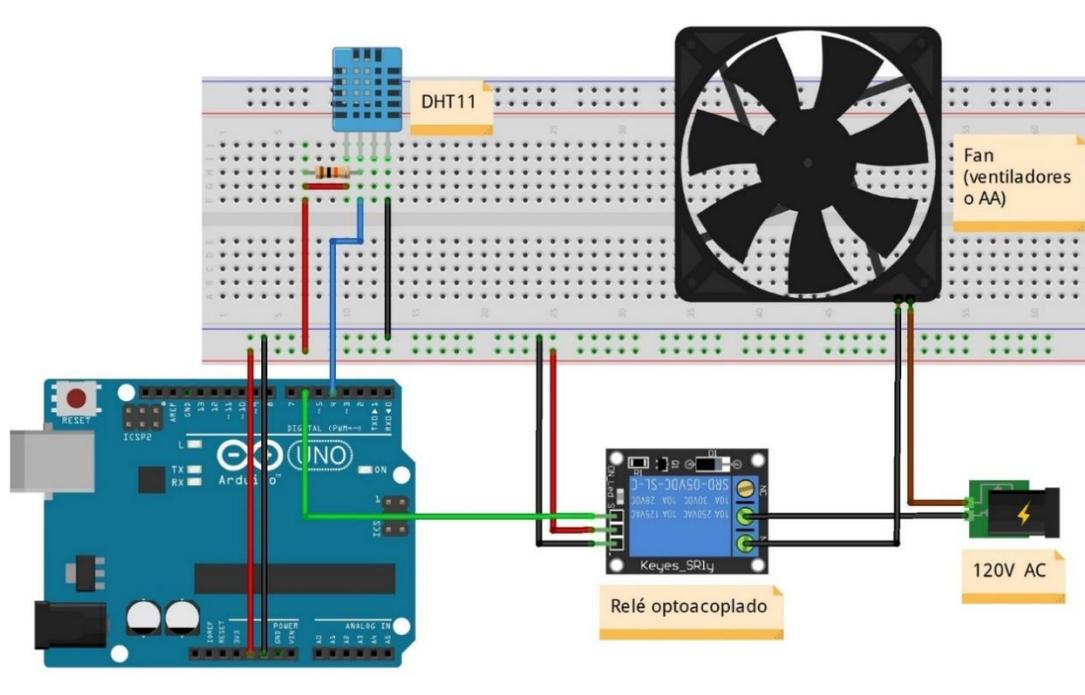


Ilustración 38 Conexiones para control de temperatura
Fuente: Autor

Código de programación

```
#include <dht.h>
dht DHT;
#define DHT11_PIN 4
int temp;
int humedad;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(6,OUTPUT);
}
void loop(){
```

```

int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
Serial.print("Temperature = ");
Serial.println(DHT.temperature);
Serial.print("Humidity = ");
Serial.println(DHT.humidity);
delay(1000);

if (DHT.temperature >= 30)
{
digitalWrite(6, HIGH);
}
if (DHT.temperature < 30)
{
digitalWrite(6, LOW);
}
}

```

Control de iluminación exterior

La programación de las luces exteriores evitará el desplazamiento de la persona con discapacidad, a su vez, dándole confiabilidad y seguridad.

Por medio del Arduino, se ajustara la hora del RTC y programaremos las luces exteriores de la casa, éstas se encenderán a las 6:00 pm según la puesta del sol y se apagaran a las 5:30 am en el amanecer. Para este circuito se usaran 3 pines de Arduino uno, en los pines A4, A5 como entradas analógicas será conectado el RTC y el pin 12 como salida para activar al actuador.

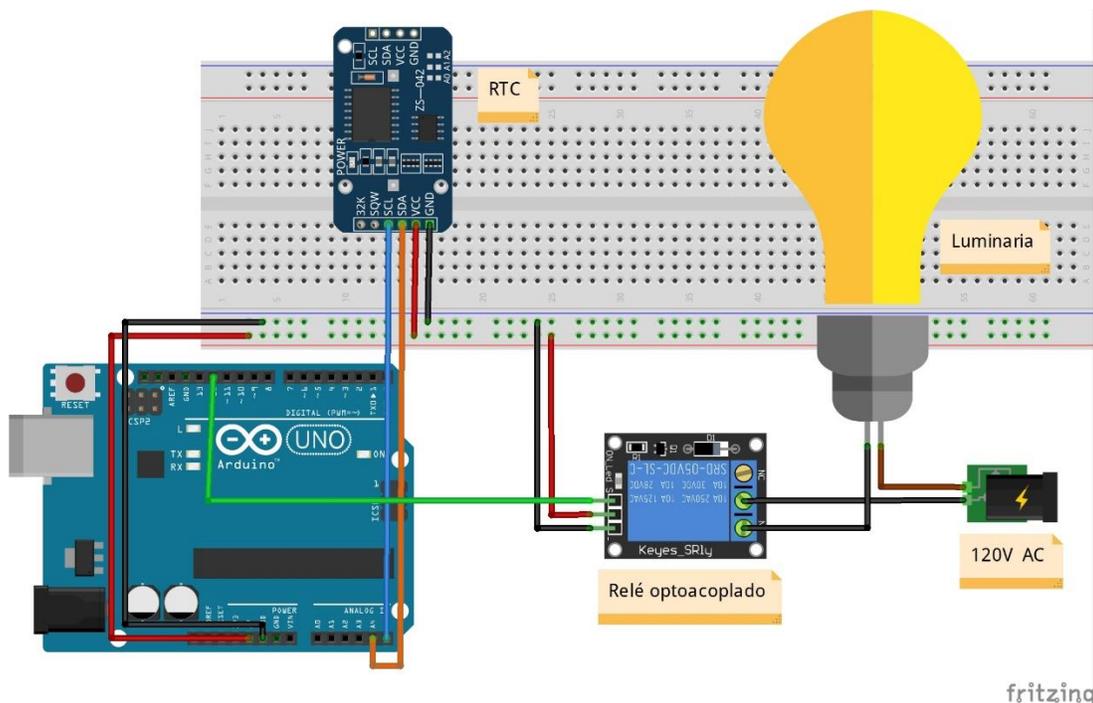


Ilustración 39 Conexiones para control de iluminación exterior
Fuente: Autor

Código de programación

```
#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>
RTC_DS1307 RTC;

void setup () {
Wire.begin(); // Inicia el puerto I2C
RTC.begin(); // Inicia la comunicación con el RTC
RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__)); // Establece la fecha y hora (Comentar
una vez establecida la hora)
Serial.begin(9600); // Establece la velocidad de datos del puerto serie

pinMode(12, OUTPUT);
pinMode(A5, INPUT);
pinMode(A4, INPUT);

}
void loop(){
DateTime now = RTC.now(); // Obtiene la fecha y hora del RTC

delay(1000); // La información se actualiza cada 1 seg.

if (now.hour()== 18 && now.minute() ==00)
{
digitalWrite(12,HIGH);
}
if (now.hour()== 05 && now.minute() ==30)
{
digitalWrite(12,LOW);
}
}
```

Gestión desde Smartphone

Las gestiones desde un dispositivo Smartphone permitirá que las personas desde su silla puedan realizar diversas acciones evitando el desplazamiento y promoviendo la interacción y participación en su ambiente familiar.

El sensor Bluetooth HC-06 permite establecer una conexión entre un celular y Arduino con un alcance de 5 a 10 m por lo que se colocara en el centro del hogar o en otro lugar estratégico que permita realizar todas las acciones programadas. Desde un dispositivo móvil se controlara las luces de la sala, comedor, cocina y la habitación de la persona con discapacidad, a su vez se podrá abrir y cerrar una puerta abatible (también puede ser de corredera, esto dependerá de la infraestructura del hogar del cliente) mediante el actuador brazo eléctrico para puertas.

El apk se bajara de la Playstore y será modificada, se pondrá un condicionante que esperara un comando determinado para habilitar el pin de salida donde están conectadas las luces y el brazo electrico.

A continuación se explicara el proceso de las modificaciones de esta apk:

- Apenas abrimos el APK nos solicita encender el bluetooth del móvil.
- Se activan la visibilidad de los botones a utilizar.
- Especificamos el nombre del botón.
- Y en esta el comando.
- Guardamos el comando que queremos que mande el modulo al Arduino, este comando estará en la programación para que habilite un pin de salida.

En este circuito se destinaran 7 pines de Arduino uno, los pines 0,1 como entradas digitales estará conectado el sensor Bluetooth y para este caso los pines de salida que activan los actuadores serán de la siguiente manera: pin 7 brazo eléctrico para puertas, pin 8 iluminación de sala, pin 9 iluminación de comedor, pin 10 iluminación de cocina, pin 11 iluminación de habitación.

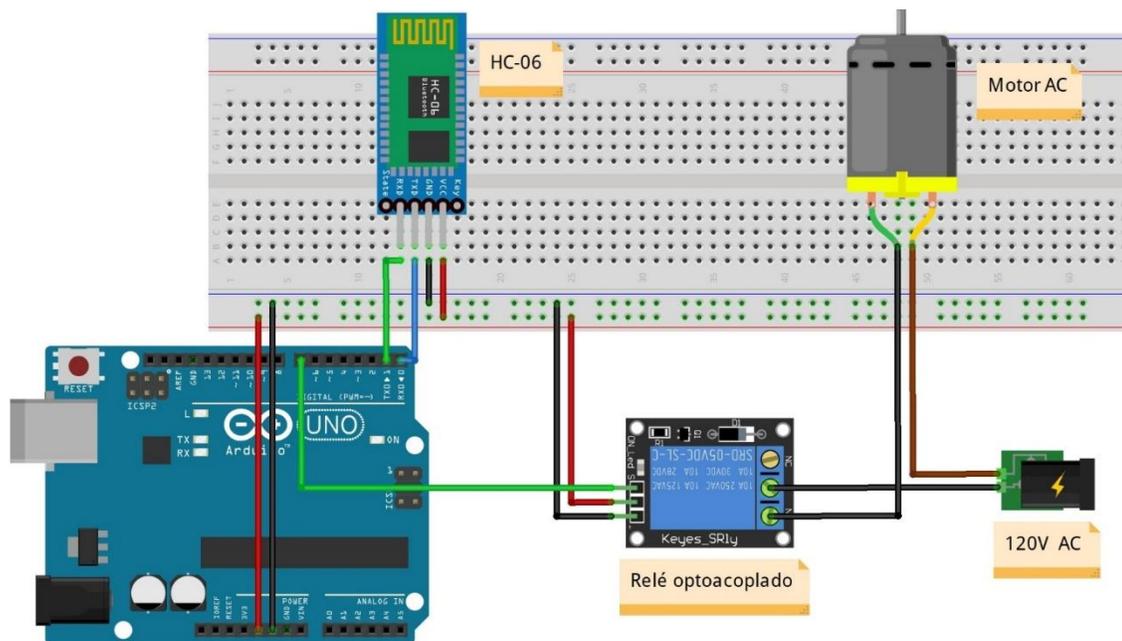


Ilustración 40 Conexiones para gestión desde Smartphone
Fuente: Autor

Código de programación

```
int state = 0; // Variable lectura dato serial
int bandera=0;
void setup() {
  pinMode(7, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(8, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(9, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(10, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(11, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  if(Serial.available() > 0)
  {
    state = Serial.read();
  }
}
```

```

if (state == 'A' && bandera==0)
{
    digitalWrite(7, HIGH);
    bandera = 1;
    state = 0;
}
if (state == 'A' && bandera==1)
{
    digitalWrite(7, LOW);
    bandera = 0;
    state = 0;
}
if (state == 'B' && bandera==0)
{
    digitalWrite(8, HIGH);
    bandera = 1;
    state = 0;
}
if (state == 'B' && bandera==1)
{
    digitalWrite(8, LOW);
    bandera = 0;
    state = 0;
}
if (state == 'C' && bandera==0)
{
    digitalWrite(9, HIGH);
    bandera = 1;
    state = 0;
}
if (state == 'C' && bandera==1)
{
    digitalWrite(9, LOW);
    bandera = 0;
    state = 0;
}
if (state == 'D' && bandera==0)
{
    digitalWrite(10, HIGH);
    bandera = 1;
    state = 0;
}
if (state == 'D' && bandera==1)
{
    digitalWrite(10, LOW);
    bandera = 0;
    state = 0;
}
if (state == 'E' && bandera==0)
{
    digitalWrite(11, HIGH);
    bandera = 1;
    state = 0;
}
if (state == 'E' && bandera==1)
{
    digitalWrite(11, LOW);
    bandera = 0;
    state = 0;
}
}

```

3.3.2 Diseño con tecnología LOGO!

Cableado de LOGO!

Para el cableado y montaje del dispositivo LOGO! se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el LOGO! se pueden conectar cables de una sección entre 1,5 mm² y 2,5 mm² y de material cobre.
- Para efectuar el cableado de LOGO!, el destornillador debe tener un ancho de hoja de 3 mm.
- Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible. Si se requieren conductores más largos, se deberá utilizar un cable apantallado. Los conductores se deben tender por pares: un conductor neutro junto con un conductor de fase o una línea de señal.
- Al finalizar el montaje siempre hay que cubrir los bornes para proteger el LOGO! contra el contacto no permitido de las piezas bajo tensión.

Conexiones

Alimentación de LOGO! 230RC

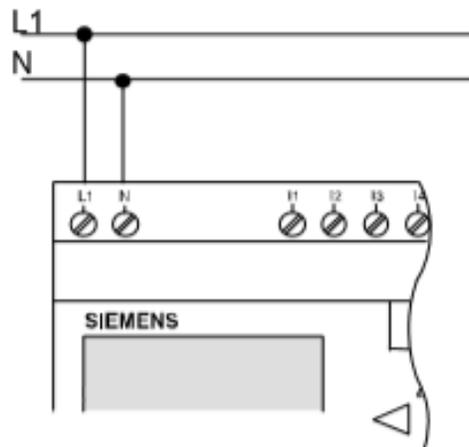


Ilustración 41 Conexión de LOGO! a la red
Fuente: Manual LOGO!

Entradas de LOGO! 230RC

Las entradas digitales del LOGO! 230RC están divididas en dos grupos, cada uno de los cuales dispone de 4 entradas. Dentro de un grupo debe utilizarse la misma fase en todas las entradas. Sólo entre los grupos puede haber fases distintas. Ejemplo: I1 a I4 en fase L1, I5 a I8 en fase L2

Las entradas tienen los siguientes estados según el voltaje o corriente:

Estado de conexión 0	Menor a 40V CA
Intensidad de entrada	Menor a 0,03 mA
Estado de conexión 1	Mayor a 79V CA
Intensidad de entrada	Mayor a 0,08 mA

Tabla 2 Estado de las entradas de LOGO! 230 RCE según corriente y voltaje
Fuente: LOGO! Manual 2001-2003

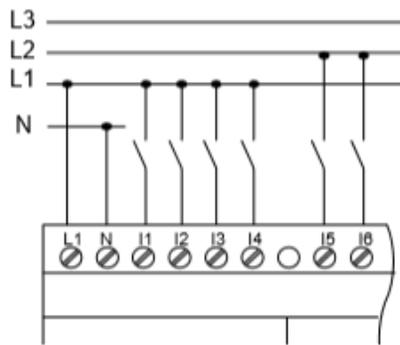


Ilustración 42 Conexión de las entradas de LOGO! con diferente voltaje
Fuente: LOGO! Manual 2001-2003

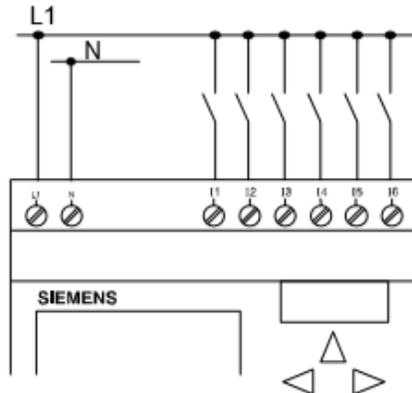


Ilustración 43 Conexión de las entradas de LOGO! con el mismo voltaje
Fuente: LOGO! Manual 2001-2003

Salidas de LOGO! 230RC

Las salidas de LOGO! ...R... son relés. Los contactos de los relés están libres de potencial con respecto a la tensión de alimentación y a las entradas.

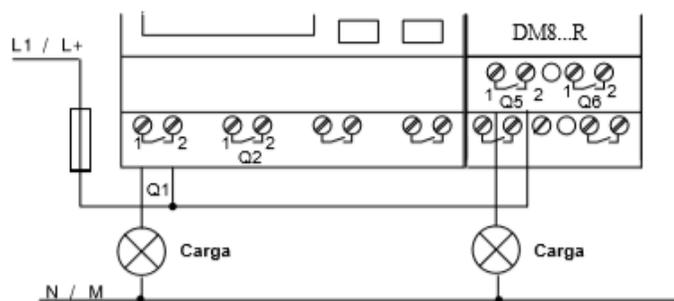


Ilustración 44 Conexión de las salidas de LOGO!
Fuente: LOGO! Manual 2001-2003

Programación

A continuación se detalla las conexiones y programación en Logo Soft Comfort el cual será dividido en 4 partes para mayor comprensión. En este apartado se muestran los diagramas funcionales de cada subsistema y en los anexos se puede apreciar la configuración completa en el diagrama funcional consolidado.

Alarma de seguridad

En este archivo se utilizó una entrada digital I1 que representa al sensor de movimiento, esta entrada se configuro como un pulsador (contacto Normalmente Abierto).

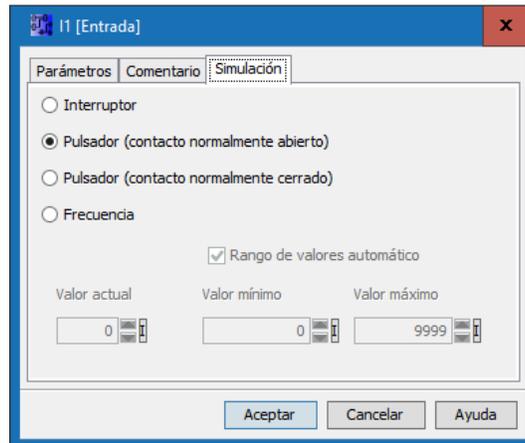


Ilustración 45 Configuración de la entrada I1 en LOGO! Soft Comfort
Fuente: Autor

Así mismo cuando el sensor de movimiento (I1) se accione, activara la salida Q1 que representa a un timbre. Se añadió un texto de aviso para poder visualizar en la pantalla LCD del LOGO! cuando el sensor de movimiento este activo.

Diagrama funcional

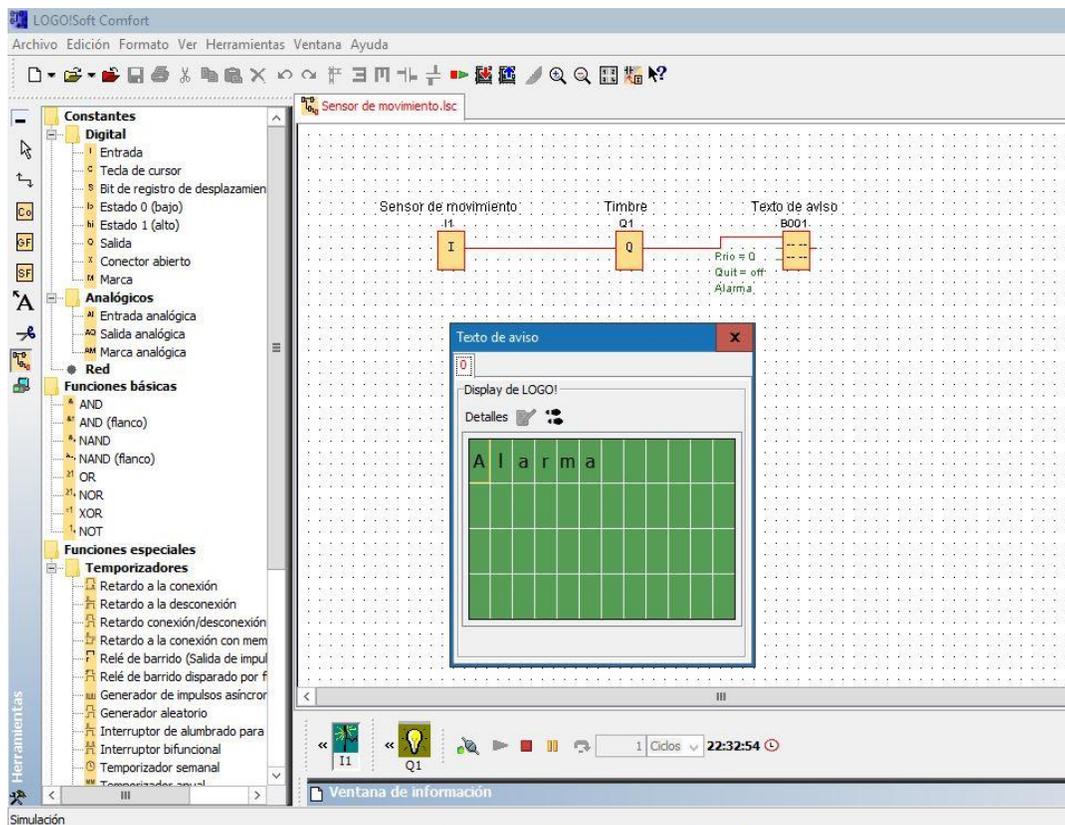


Ilustración 46 Diagrama funcional para alarma de seguridad
Fuente: Autor

Control de temperatura

En este caso se utilizó la entrada digital I2 que representa a un termostato, así mismo, esta entrada se configuro como un pulsador (contacto Normalmente Abierto).

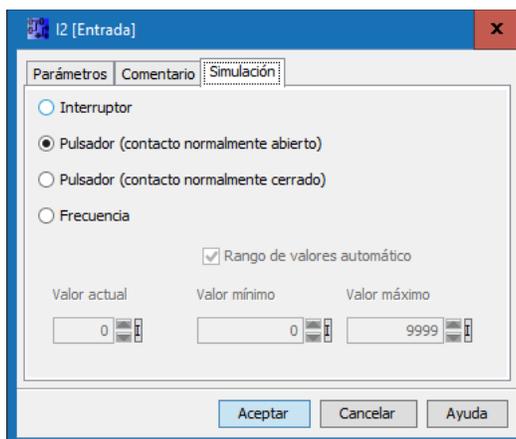


Ilustración 47 Configuración de la entrada I2 en LOGO! Soft Comfort
Fuente: Autor

De igual manera cuando el termostato (I2) se accione, activara la salida Q2 que representa a los ventiladores o aire acondicionado del hogar. Se añadió un texto de aviso para poder visualizar en la pantalla LCD del LOGO! cuando el termostato alcance la temperatura programada y active la salida.

Diagrama funcional

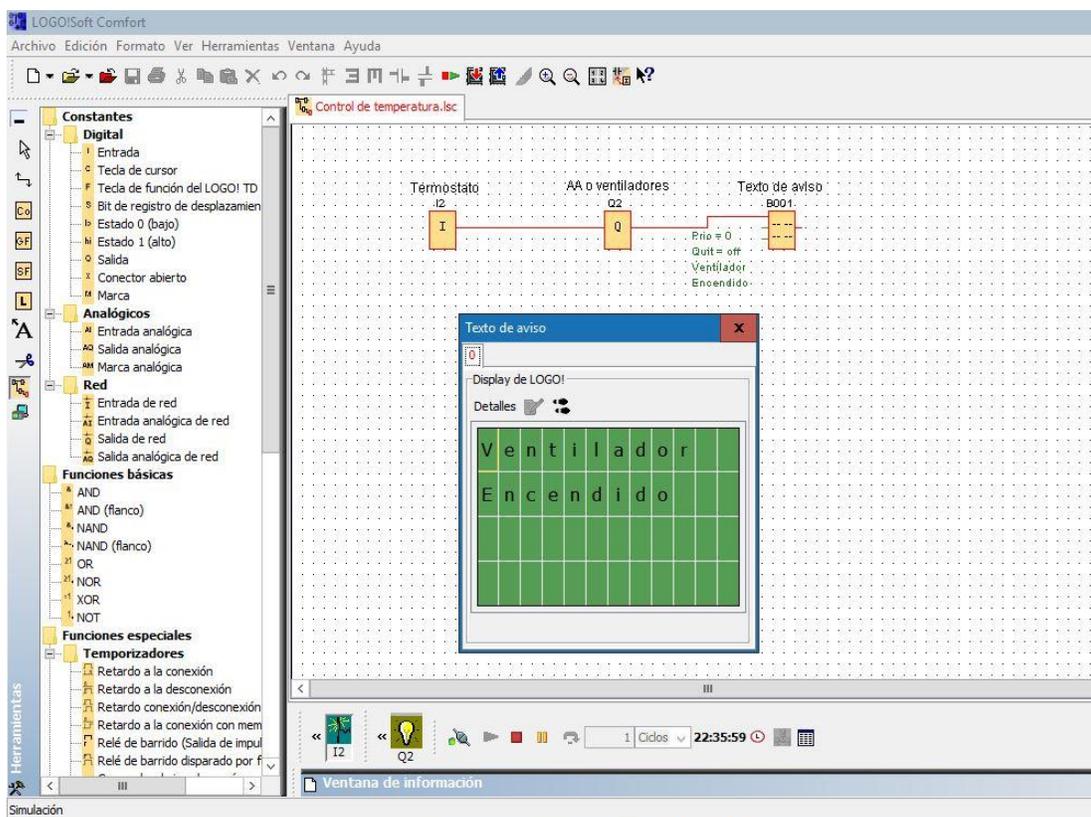


Ilustración 48 Diagrama funcional para control de temperatura
Fuente: Autor

Control de iluminación exterior

En este diagrama se utilizó la función especial llamada temporizador semanal, este bloque no necesita ningún sensor ya que viene integrado en el LOGO!

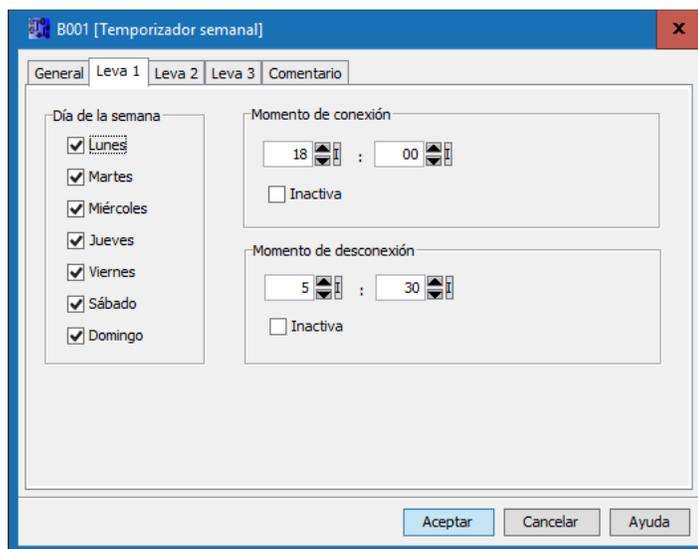


Ilustración 49 Configuración del bloque temporizador semanal
Fuente: Autor

El bloque contiene 3 levas para programar 3 diferentes horarios, en este caso solo se utilizará la leva 1 configurando para que se active la salida Q3 que representa a las luces exteriores del hogar a las 6:00pm según la puesta del sol y desactive a las 5:30 am en el amanecer.

Diagrama funcional

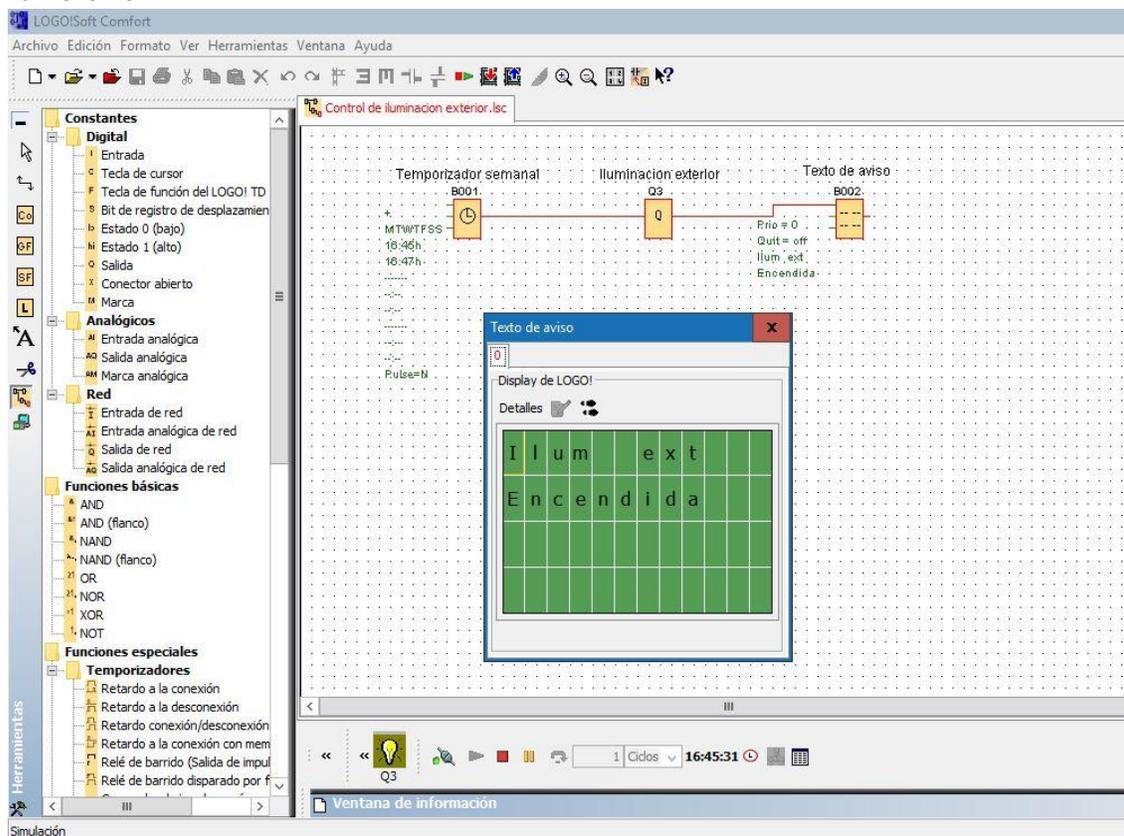


Ilustración 50 Diagrama funcional para control de iluminación exterior
Fuente: Autor

Gestión desde Smartphone

LOGO! App V.10

Esta aplicación gratuita permite a los usuarios conectar sus dispositivos inteligentes a LOGO! 0BA7 y LOGO! 0BA8 a través de punto de acceso WiFi. Posee diferentes tipos de control como: indicador, interruptor, gráfico de barras, campo de salida y control deslizante. El tipo de control se puede configurar de forma gratuita. Si se necesita uno adicional, estos deben activarse una vez, mediante una compra en la aplicación. Después de la activación, se puede configurar tantos controles según sea necesario (máximo 50) [9].

Está disponible en los idiomas inglés y alemán, en dispositivos versiones de Android mayores a 4.1 y para Apple requiere iOS 7.0 o posterior. Compatible con iPhone, iPad y iPod touch. (Para Nicaragua solo se encuentra disponible en dispositivos iOS).

Antes de usar el acceso a través del LOGO! aplicación, es necesario conceder permiso de acceso en el respectivo LOGO! controlador y especifique una contraseña para este acceso, esta solo se utiliza para iniciar sesión en LOGO! aplicación.

Configuración de la conexión al LOGO!

1. Clic en el "símbolo más" en la descripción general del dispositivo. Se abre el cuadro de diálogo "Crear conexión".
2. Seleccionar el tipo de su LOGO! (0BA7 o 0BA8).
3. En el campo "Nombre", ingresar un nombre con el que se muestra la conexión en la aplicación. El nombre puede ser libre.
4. En "Dirección IP / Nombre de host" y "Puerto", ingresar los datos de conexión del controlador

Al final el controlador se muestra en la descripción general del dispositivo. Clic en el controlador para establecer la conexión.

Creación de etiquetas:

1. En la máscara "Información de la estación", seleccionar "Etiquetas", símbolo más.
2. Se abre el cuadro de diálogo "Agregar etiqueta". Ingresar los siguientes datos:
Dirección: la dirección corresponde a la dirección VM (memoria variable) de su entrada de red en el LOGO! Soft Comfort. (Solo si la entrada es analógica)
Nombre: ingresar cualquier nombre para la etiqueta. El nombre solo se usa para mostrar en la aplicación.
Formato: en Formato, seleccione el formato de visualización de la etiqueta. Para etiquetas digitales, seleccione "BINARIO"; para etiquetas analógicas, seleccione el formato de visualización requerido, "UNSIGNED".
3. Haga clic en el icono del disquete para guardar la etiqueta.

La etiqueta se muestra en la lista de etiquetas se pueden crear un máximo de 20 etiquetas.

Hay cinco controles diferentes que se pueden usar:

- Botón: para cambiar entre dos valores de una etiqueta
- Control deslizante: para cambiar valores analógicos
- Barras: salida de valores analógicos
- Campo de salida: salida de valores analógicos
- Indicador: salida de valores analógicos con indicación de rangos de valores críticos

Agregar controles

1. Símbolo más en la página de control.
2. Seleccionar el botón de control.
3. Ingresar la siguiente información en "Botón Editar":

Editar nombre de control: nombre con el que se muestra en la aplicación. El nombre del control es independiente del nombre de la etiqueta.

Nombre izquierda / derecha: etiqueta en la aplicación para el botón izquierdo y derecho del control

Seleccionar PLC: selección de la CPU que contiene la etiqueta para el control.

Etiqueta de destino: etiqueta que se mostrará y controlará mediante el control.

Valor izquierda / derecha: valor que se escribirá con el botón izquierdo o derecho.

Muestra el campo indicador (opcional): el campo indicador emite el valor de una etiqueta.

Etiqueta actual: etiqueta en el controlador cuyo valor se va a emitir.

Texto en el campo indicador: Texto que se mostrará para un valor de etiqueta dado (por ejemplo, "Motor apagado" para el valor de etiqueta "0").

Valor para el texto: valor de la etiqueta.

4. Clic en el icono del disquete en la esquina superior derecha para guardar el control.

En el siguiente circuito se muestra las 5 entradas digitales que serán asociadas a LOGO! app para poder controlarlas de manera remota.

Diagrama funcional

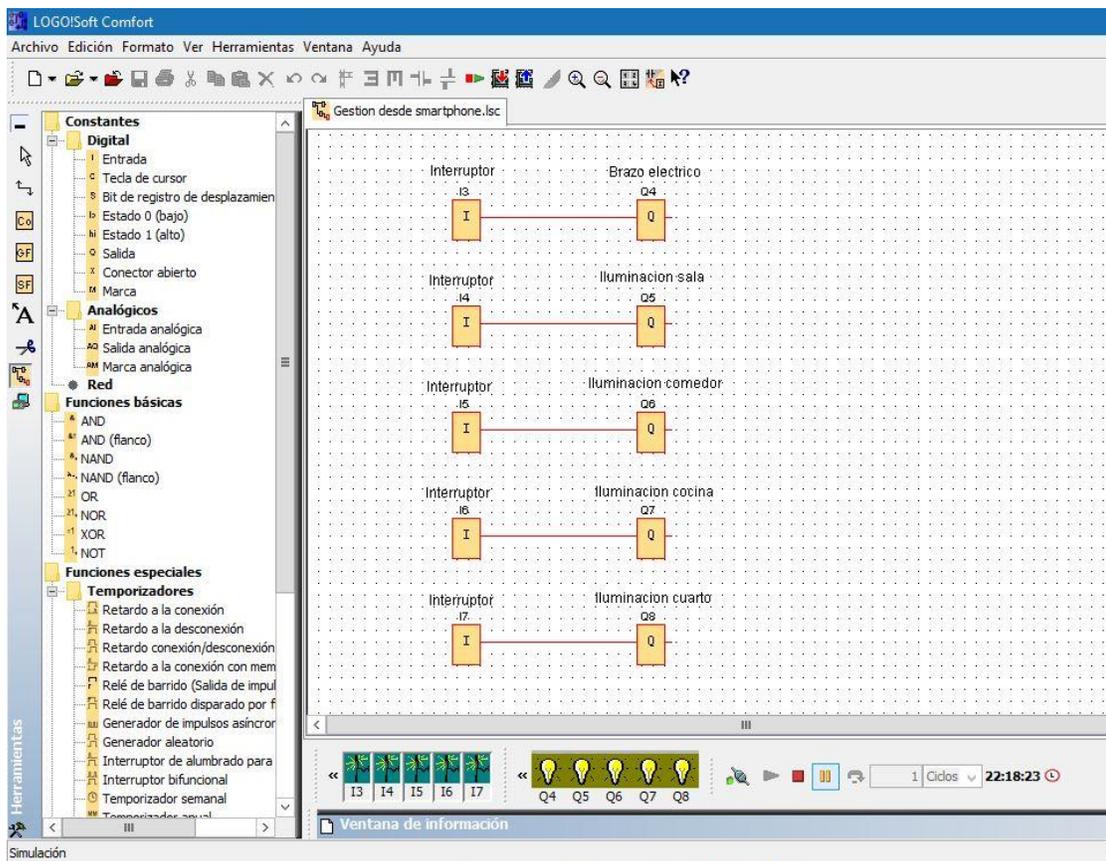


Ilustración 51 Diagrama funcional para gestión desde Smartphone

Fuente: Autor

3.4 UBICACION DE LA INSTALACIÓN

Una vez se han concretado las funciones y características del sistema automatizado, y por tanto se conocen los componentes necesarios para llevarlo a cabo, hay que definir la ubicación de los elementos.

La instalación requiere de dos tipos de tensiones: tensión alterna de 120Vac, correspondiente a la instalación convencional y necesaria para la mayor parte de los actuadores (luminarias, motores, ventiladores, etc.), y tensión continua de 12Vdc, correspondiente en exclusiva a la instalación de control en lo que respecta a microcontrolador y sensores.

El cableado de conductores de tensión alterna y continua se debe realizar de forma independiente; se tiene de este modo, una instalación de canalizaciones y cajas, paralela a los tubos y cajas de la instalación convencional. Debe existir separación clara de las dos instalaciones, esto beneficiara la comprensión, ampliación y mantenimiento de la instalación. El trabajo del instalador del sistema automatizado deber ser en gran medida de forma independiente, interfiriendo mínimamente con el sistema convencional.

Los elementos presentes en un sistema automatizado, como se ha comentado, son por lo general: sensores, actuadores, elementos de control y pequeño material auxiliar. Por otro lado, las posibles ubicaciones dentro de la edificación son: cajas de distribución, cajas de derivación, cajas de empotrar y de superficie.

Para el sistema de control debe existir un breaker especial dentro del panel eléctrico, a fin de que si existiese un fallo en el sistema eléctrico del hogar este quede aislado y no sufra daño. También será el encargado de alimentar todos los elementos de control.

Por último, se recomienda instalar una especie de gabinete cerca del panel eléctrico del hogar que contenga todo el sistema de control, de esta manera se evitara el uso innecesarios de conductores y se podrá conmutar de forma más accesible los diferentes actuadores distribuidos en todo el hogar.

Cabe señalar que la ubicación y distribución de los diferentes elementos del proyecto no tiene una condición única, ya que este depende de la arquitectura y sistema eléctrico existente del hogar que se va a instalar.

4 ELABORACIÓN DE PROTOTIPO

Una vez cubiertas las distintas etapas en el diseño del sistema automatizado, las cuales se han indicado algunos criterios a seguir para su materialización, se debe proceder a la puesta en marcha. Por supuesto que las tareas anteriores de programación de los controladores y de las interfaces de usuario, así como la instalación de componentes y su conexión, han podido ser realizadas simultáneamente.

Comprobar exhaustivamente el funcionamiento del sistema antes de la entrega al usuario es de suma importancia, pues un mal funcionamiento podría afectar muy negativamente a la imagen y percepción de la utilidad de la automatización en general.

Así mismo, el montaje del prototipo se puede utilizar para presentar este proyecto en diversos foros, cursos o conferencias, exponiendo el trabajo realizado y así promover el conocimiento y aprendizaje sobre un sistema real a las personas interesadas en este sector.

En este apartado se mostrara el montaje de los diferentes subsistemas como también la puesta en marcha del sistema completo.

Para comprobar el funcionamiento completo del sistema se ha realizado una batería de pruebas:

- Verificación de todas fuentes de alimentación y dispositivos auxiliares
- Comprobación del correcto funcionamiento individual de cada elemento, comprobando todos los sensores y actuadores, dado que algunos requieren de ciertos ajustes.
- Confirmación de que las señales llegan de manera correcta a cada entrada del controlador.
- Poner en servicio el controlador corroborando que no existen errores.
- Constatación de todas las salidas del controlador, su direccionamiento, rangos de tensión y corriente y que individualmente pueden energizarse todos los actuadores.
- Ejecución de las interfaces de usuario y las comunicaciones con el controlador.
- Cargar los programas de control y supervisión y verificar cada una de las funcionalidades para las que el sistema ha sido preparado.

A continuación el proceso de elaboración del prototipo en el orden de los hechos.

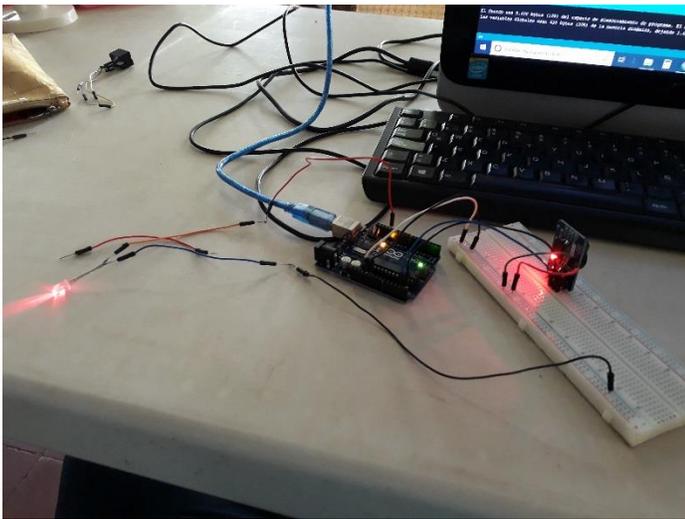


Ilustración 53 Primeras pruebas con el DS3231
Fuente: Autor

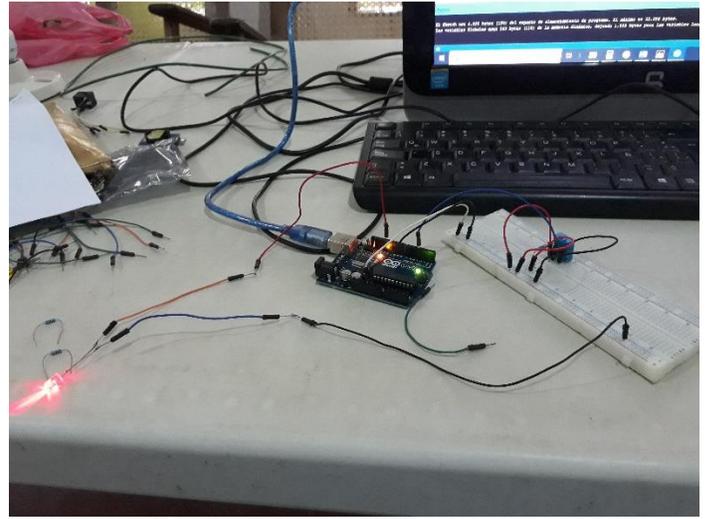


Ilustración 52 Primeras pruebas con el DHT11
Fuente: Autor

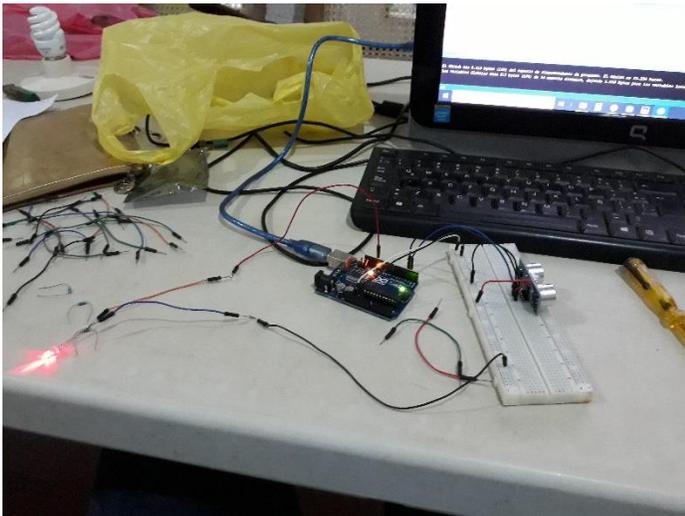


Ilustración 54 Primeras pruebas con el HC-SR04
Fuente: Autor

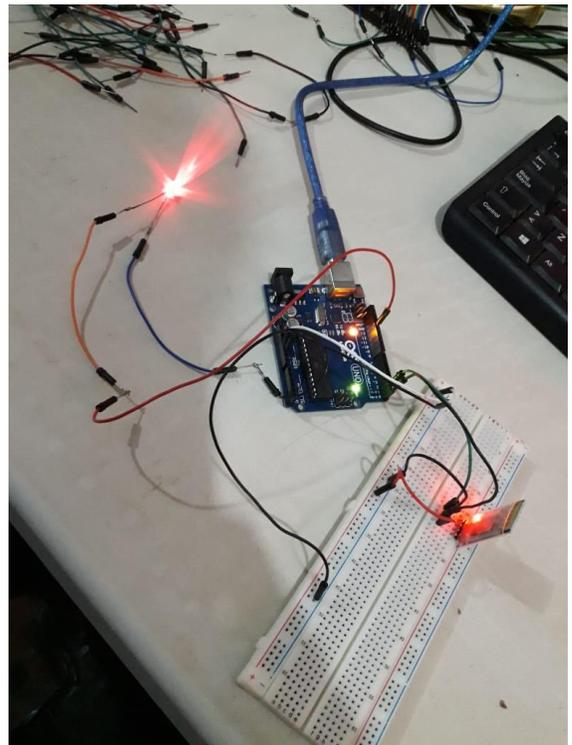


Ilustración 55 Primeras pruebas con el HC-06
Fuente: Autor

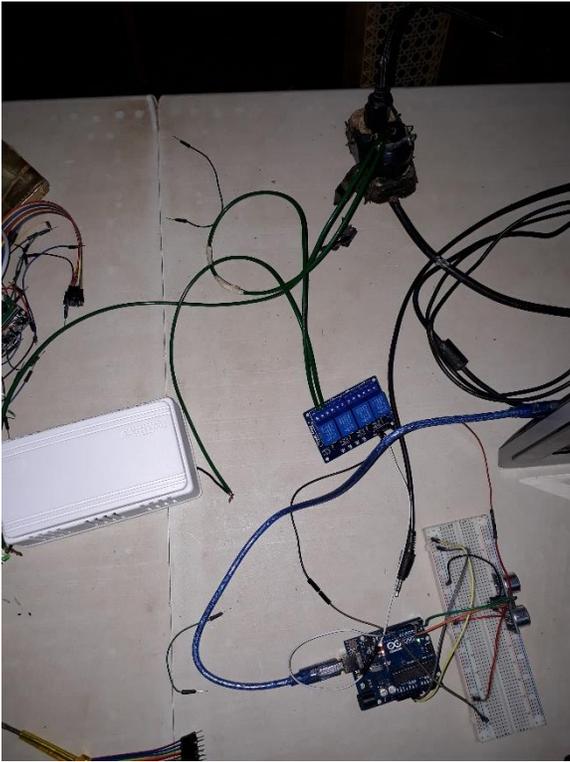


Ilustración 57 Pruebas con HC-SR04 usando modulo relé y timbre
Fuente: Autor

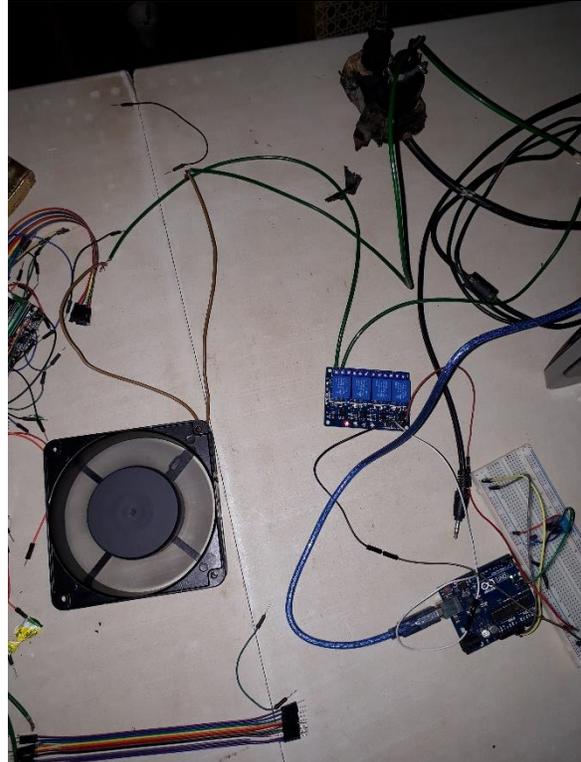


Ilustración 56 Pruebas con DHT11 usando modulo relé y ventilador
Fuente: Autor

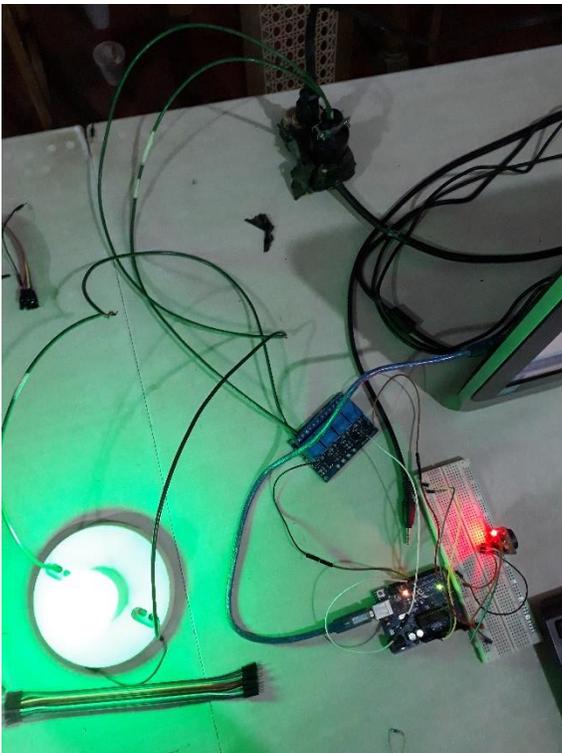


Ilustración 59 Pruebas con DS3231 usando modulo relé y un bombillo
Fuente: Autor

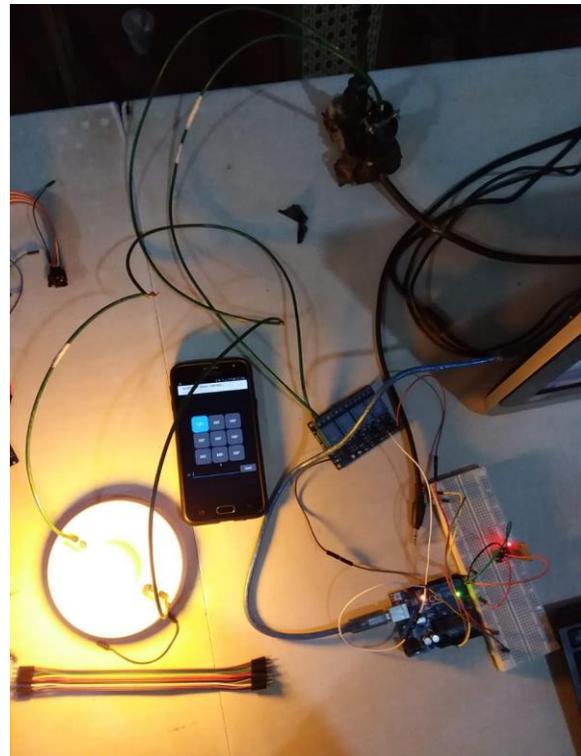


Ilustración 58 Pruebas con HC-06 usando modulo relé y un bombillo
Fuente: Autor



Ilustración 61 Maqueta para simular vivienda
Fuente: Autor



Ilustración 60 Ubicación de los dispositivos en la maqueta
Fuente: Autor



Ilustración 63 Conexiones del módulo relé con los actuadores
Fuente: Autor

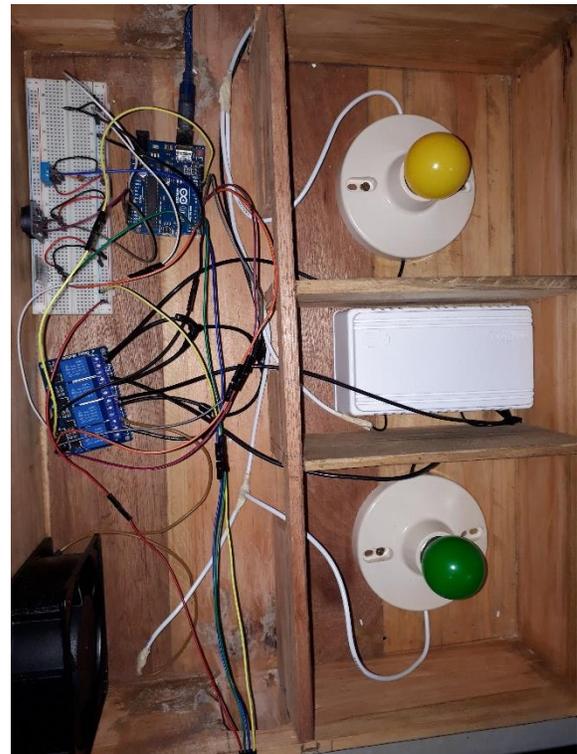


Ilustración 62 Conexión total del prototipo para comprobar y demostrar el funcionamiento del sistema con Arduino
Fuente: Autor

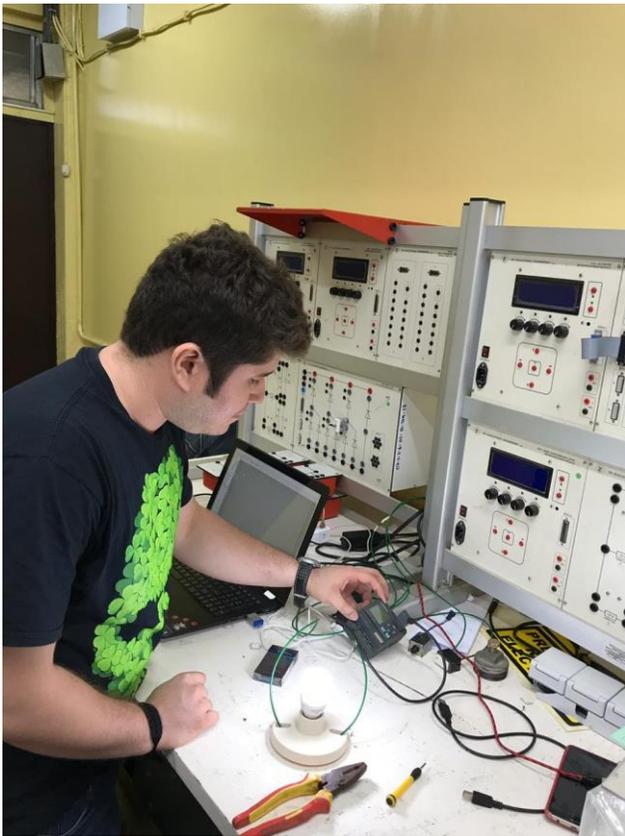


Ilustración 65 Pruebas realizadas en el laboratorio de control de sistemas de la UNI
Fuente: Autor

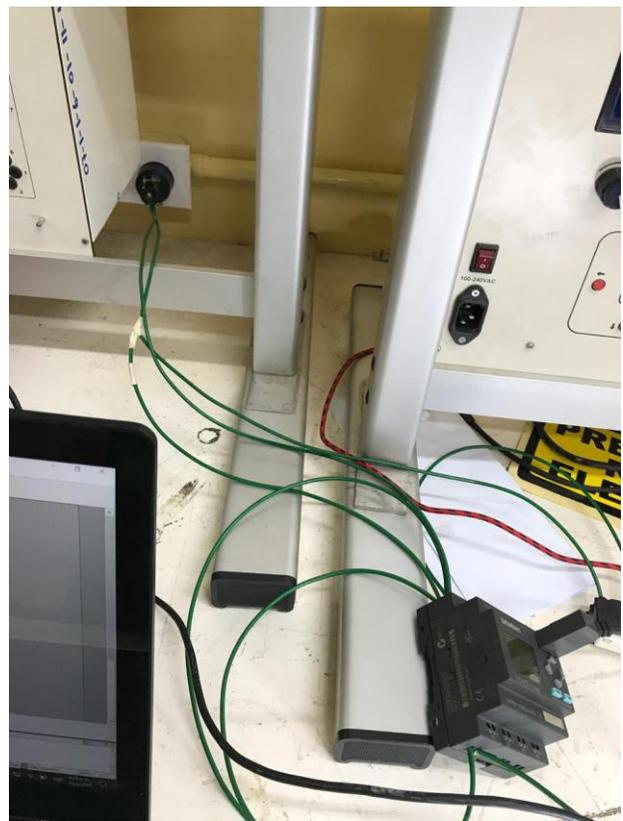


Ilustración 64 Pruebas con LOGO! 230 RCE versión 0AB6
Fuente: Autor

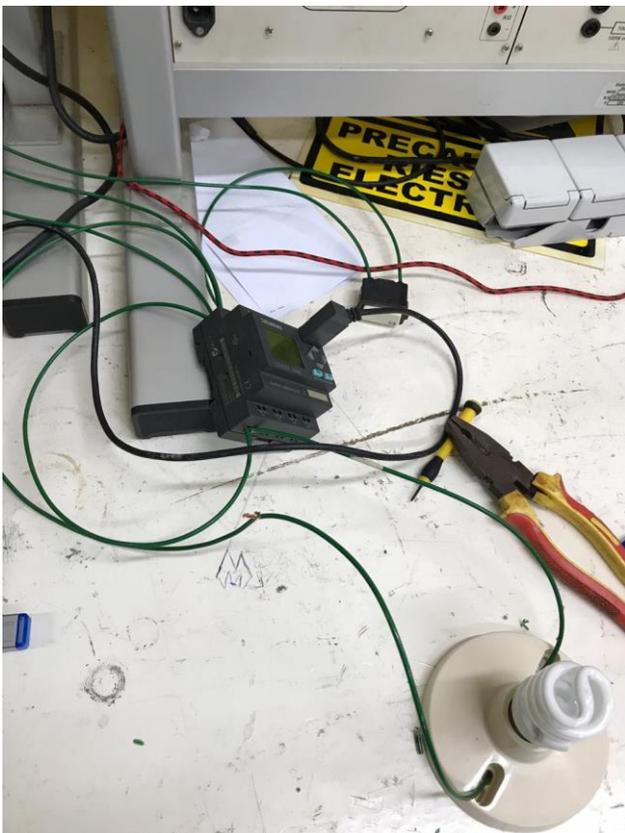


Ilustración 67 Pruebas del subsistema control de temperatura y Alarma de seguridad
Fuente: Autor



Ilustración 66 Pruebas del subsistema control de iluminación exterior
Fuente: Autor

5 PRESUPUESTO

En este apartado se detalla el desarrollo del proyecto en términos económicos. Se tendrá en cuenta la mano de obra de instalación y programación, material del sistema de control y material adicional.

El presupuesto se realizara de manera individual para las dos tecnologías debido que en el siguiente título se hará la comparación de ambas.

5.1 PRESUPUESTO CON TECNOLOGÍA ARDUINO

En la siguiente tabla se muestra el material que se estima necesario para la realización de la automatización con Arduino, así como sus costes.

N°	Descripción	Precio por Unidad	Cantidad	Precio Total
1	Arduino UNO	C\$470	1	C\$ 470
2	Sensor Ultrasónico HC-SR04	C\$150	1	C\$ 150
3	Sensor de temperatura DHT11	C\$180	1	C\$ 180
4	Bluetooth HC-06.	C\$330	1	C\$ 330
5	Real Time Clock (RTC) DS3231.	C\$150	1	C\$ 150
6	Timbre	C\$338	1	C\$ 338
7	Brazo eléctrico para puertas	C\$1815	1	C\$ 1815
9	Módulo de 8 Relevadores 5 V con Opto acoplador	C\$520	1	C\$ 520
10	Cables jumpers (10 pack)	C\$42	2	C\$ 84
11	Tabla de nodos mediana 830 puntos	C\$180	1	C\$ 180
12	Resistencia	C\$3	2	C\$ 6
13	Fuente de alimentación 12V/2A	C\$275	1	C\$ 275
Total en córdobas				C\$ 4498
Total en dólares				\$ 134.3

Tabla 3 Costos de materiales del sistema de control para tecnología Arduino

Fuente: Autor

Tabla de materiales adicionales

N°	Descripción	Precio por Unidad	Cantidad	Precio Total
1	Gabinete de Madera	C\$ 500	1	C\$ 500
2	Cinta aislante	C\$ 60	1	C\$ 60
3	Conductor #12	C\$12	16 mts	C\$ 192
4	Break 1x15 120/240v	C\$300	1	C\$ 300
Total en córdobas				C\$ 1052
Total en dólares				\$ 31.4

Tabla 4 Costos de materiales adicionales para tecnología Arduino

Fuente: Autor

Tabla de mano de obra

N°	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Precio Total
1	Armado del circuito de control y programación	C\$900	1	C\$ 900
2	Mano de obra de instalación en el hogar	C\$2500	1	C\$ 2500
			Total en córdobas	C\$ 3400
			Total en dólares	\$ 101.5

Tabla 5 Costo de mano de obra con tecnología Arduino

Fuente: Autor

Tabla de costos totales

N°	Descripción	Precio en C\$	Precio en \$
1	Materiales del sistema de control	C\$ 4498	\$ 134.3
2	Materiales adicionales	C\$ 1052	\$ 31.4
3	Mano de obra	C\$ 3400	\$ 101.5
Total		C\$ 8950	\$267.2

Tabla 6 Costos totales con tecnología Arduino

Fuente: Autor

Como se puede apreciar, el costo total de inversión para el sistema de automatización de la vivienda con tecnología Arduino resulta de aproximadamente de C\$ 8,950 córdobas, que equivale a \$ 267,2 dólares americanos con tipo de cambio a Septiembre de 2019.

5.2 PRESUPUESTO CON TECNOLOGÍA LOGO!

En la siguiente tabla se muestra el material que se estima necesario para la realización de la automatización con LOGO! así como sus costes.

N°	Descripción	Precio por Unidad	Cantidad	Precio Total
1	LOGO! 230RCE 115V/230V/RELAY	\$156	1	\$ 156
2	Sensor de movimiento (PIR) 120V	\$ 9.1	1	\$ 9.1
3	Termostato	\$ 12	1	\$ 12
4	Timbre	\$ 10.1	1	\$ 10.1
5	Brazo eléctrico para puertas	\$55	1	\$ 55
6	LOGO! Módulo de expansión DM8 230R	\$75	1	\$ 75
			Total en córdobas	C\$ 10626.2
			Total en dólares	\$ 317.2

Tabla 7 Costos de materiales del sistema de control para tecnología LOGO!

Fuente: Autor

Tabla de materiales adicionales

N°	Descripción	Precio por Unidad	Cantidad	Precio Total
1	Gabinete de Madera	C\$ 500	1	C\$ 500
2	Cinta aislante	C\$ 60	1	C\$ 60
3	Conductor #12	C\$12	16 mts	C\$ 192
4	Break 1x15 120/240v	C\$300	1	C\$ 300
Total en córdobas				C\$ 1052
Total en dólares				\$ 31.4

Tabla 8 Costos de materiales adicionales para tecnología LOGO!

Fuente: Autor

Tabla de mano de obra

N°	Descripción	Precio unitario	Cantidad	Precio Total
1	Armado del circuito de control y programación	C\$900	1	C\$ 900
2	Mano de obra de instalación en el hogar	C\$2500	1	C\$ 2500
Total en córdobas				C\$ 3400
Total en dólares				\$ 101.5

Tabla 9 Costos de mano de obra con tecnología LOGO!

Fuente: Autor

Tabla de costos totales

N°	Descripción	Precio en C\$	Precio en \$
1	Materiales del sistema de control	C\$ 10626.2	\$ 317.2
2	Materiales adicionales	C\$ 1052	\$ 31.4
3	Mano de obra	C\$ 3400	\$ 101.5
Total		C\$ 15078.2	\$ 450.1

Tabla 10 Costos totales con tecnología LOGO!

Fuente: Autor

Como se puede apreciar, el costo total de inversión para el sistema de automatización de la vivienda con tecnología LOGO! de Siemens resulta de aproximadamente de C\$ 15,078.2 córdobas, que equivale a \$ 450.1 dólares americanos con tipo de cambio a Septiembre de 2019.

6 COMPARACION DE LAS TECNOLOGIAS

En este título se hará el análisis de los resultados de automatización de viviendas para personas con discapacidad motriz utilizando las tecnologías Arduino y LOGO! Mediante el método de observación científica.

A continuación se describe la comparación técnica evaluando cada uno de los sistemas, examinando el comportamiento de las dos tecnologías.

Alarma de seguridad

Como se observa en los apartados anteriores, con la tecnología Arduino se necesita un sensor de distancia que mediante un proceso activa el actuador, en este caso un timbre. La desventaja es que necesita un relé para poder alimentar el timbre debido que el Arduino UNO tiene un voltaje de salida no compatible con la red eléctrica en baja tensión de Nicaragua.

LOGO! 230 RCE de siemens solo requiere un sensor de movimiento de 120V para que funcione el sistema, puesto que el voltaje de la red de baja tensión de nuestro país está dentro del rango permitido de alimentación, salidas y entradas del dispositivo.

En este caso las dos tecnologías funcionan de manera correcta y dan una solución efectiva a la necesidad planteada.

Control de temperatura

En este sistema el microcontrolador Arduino UNO demanda un sensor de temperatura, para recibir los datos del clima y poder accionar el actuador ventilador o aire acondicionado, así mismo, como se mencionaba este controlador requiere de un relé para adecuarse al voltaje 120.

En cuanto a LOGO! 230 RCE solo ocupa un termostato para su funcionamiento, debido que su voltaje de salida es el adecuado.

Los dos sistemas funcionan de manera apropiada brindando solución a la necesidad expuesta.

Control de iluminación exterior.

Para este sistema se necesita un RTC ya que Arduino no cuenta con un control horario en su placa, de la misma manera se utiliza un relé para las cargas de iluminación de 120V.

Por otro lado, LOGO! Dispone en su arquitectura de un temporizador semanal que mediante programación permite controlar la iluminación exterior del hogar a 120V.

De acuerdo con lo mencionado, en el control de iluminación exterior LOGO! 230 RCE de siemens muestra una ventaja puesto que no necesita un dispositivo externo para el funcionamiento de este sistema. Cabe mencionar, que las dos tecnologías resuelven la problemática.

Gestión desde Smartphone.

Con respecto al control desde el celular, Arduino permite conectar un módulo bluetooth a su placa logrando establecer conexión entre el microcontrolador y el dispositivo móvil a través de una aplicación compatible con el modulo, con esto se pueden controlar diferentes actuadores del hogar desde la silla de ruedas, ya sea iluminación y el brazo eléctrico para puertas. De igual forma para poder controlar dispositivos a 120V se necesita un módulo relay.

En el caso de LOGO! para gestionar desde el celular se necesita una aplicación homologada llamada LOGO! App que permite establecer una conexión a través de WiFi con el autómata. Las salidas no necesitan ningún dispositivo adicional dado que LOGO! 230 RCE opera con 120V.

En esta particular se observa que LOGO! posee una desventaja, puesto que para su funcionamiento requiere de acceso WiFi, y la aplicación solo está disponible en Nicaragua para dispositivos iOS, esto dificulta su utilización ya que el uso de este sistema operativo en la población de nuestro país es reducido. Por otro lado, Arduino no necesita acceso WiFi para el control, ya que lo hace a través de conexión bluetooth, y la gestión está disponible tanto para Android como para iOS.

Concretizando, se afirma que Arduino presenta ventaja sobre LOGO! dado que es más accesible para las problemáticas planteadas, uno de los aspectos más importantes es la interface hombre-máquina. Desde ella, el usuario o usuarios finales pueden manejar de manera completa la instalación, la sencillez de manejo del mismo y el grado de adaptación al usuario determina el éxito del sistema, por lo que hay que prestar una dedicación especial al mismo.

La desventaja más significativa es el empleo de varias fuentes de poder para alimentar la tarjeta Arduino y las cargas, esto puede representar un problema, pero con el uso del módulo de relays el sistema funciona correctamente.

La tarjeta Arduino UNO emplea un solo cable USB para la transmisión de programas hacia la tarjeta, y con el mismo elemento se puede monitorear y usar como fuente de alimentación para dicho dispositivo, algo que no se puede emplear en el Siemens LOGO! 230RC, ya que este controlador emplea una fuente de alimentación independiente.

La relación costo-beneficioso es muy importante, un mayor empleo de recursos genera disconformidad con la economía del usuario, por lo cual Arduino es una excelente opción, siendo un dispositivo que cumple con las mismas funciones y características de su contraparte, teniendo un mayor número de entradas digitales y analógicas, soportar muchos protocolos abiertos de comunicación, existe mucha oferta de tarjetas de expansión para soportar todo tipo de sensores, etc., todo esto a un precio reducido. LOGO! Al ser un dispositivo escalable, entre más compleja es la necesidad requiere más complementos.

Como se puede observar en el presupuesto, la diferencia de precios entre las dos tecnologías es muy significativa, implementando el sistema automatizado con Arduino el ahorro es de C\$6,128.20 en córdobas respecto a LOGO! En dólares equivale a \$182.9.

7 CONCLUSIONES

En síntesis, en esta monografía se desarrolló un estudio de automatización con la tecnología Arduino, así mismo con LOGO! de Siemens, con el objetivo de favorecer a las personas con discapacidad motriz en el país de Nicaragua, de tal modo que ellos puedan mejorar su autonomía en el hogar realizando diferentes acciones desde su silla de ruedas.

Uno de los aspectos más importante para diseñar una instalación automatizada es tener claras las necesidades del cliente, puesto que las funcionalidades requeridas condicionan la elección del protocolo y los dispositivos concretos. Por esta razón se realizó una encuesta a 35 personas de las cuales 25 son usuarios directos de silla de ruedas y el restante son personas de la tercera edad. Los testimonios, respuestas y dialogo con ellos fueron la base para poder perfilar el sistema automatizado.

Se diseñó de manera exitosa la conexión y programación del sistema automatizado en cada tecnología, dividiéndose en 4 partes: La alarma ayudará a la persona con discapacidad a saber cuándo alguien este acercándose a la puerta principal de su hogar con esto se lograra seguridad y vigilancia. Para el control de temperatura, con la ayuda de un sensor que lleva una medición de los grados centígrados, activa a una temperatura optima los ventiladores o aires acondicionados. Por otro lado, el control de iluminación exterior evitara el desplazamiento de la persona con discapacidad, a su vez, dándole confiabilidad y seguridad. Luego, para la gestión desde un dispositivo Smartphone se estableció una comunicación hombre-máquina a través de un celular siendo vía bluetooth o WiFi. Este procedimiento permitirá que las personas desde su silla puedan realizar diversas acciones evitando el desplazamiento y promoviendo la interacción y participación en su ambiente familiar.

Es un reto para cualquier ingeniero el demostrar que lo planteado en un proyecto de este tipo sea completamente realizable en la práctica, y produce una gran satisfacción el demostrar que tras largas horas de arduo trabajo, finalmente el sistema diseñado cumpla las especificaciones previstas. Es por esto que se realizó el montaje de un prototipo.

En relación a Arduino se compró todos los componentes necesarios y fue posible verificar de manera completa las entradas, salidas, sensores y actuadores de todo el sistema. En cambio en LOGO! de Siemens por falta de presupuesto no se compraron los componentes, pero se realizaron pruebas en el Laboratorio de Control de Sistemas de Facultad de Electrotecnia y Computación de la UNI, quedando pendiente el apartado de gestión desde Smartphone ya que el LOGO! 230RC disponible en el laboratorio es versión 0AB6 el cual no es compatible con la LOGO! App. Es así que, las pruebas quedan disponibles para futuras líneas de trabajo.

Para terminar, después de analizar cada una de las tecnologías en su parte técnica (funcionamiento, programación, versatilidad, etc.) y económica, se concluye que Arduino es el indicado para automatizar viviendas de personas con discapacidad motriz en el país de Nicaragua, puesto que desde el punto de vista económico-social logrará beneficiar a un mayor números de usuarios.

Nicaragua al ser un país en vías de desarrollo y tomando en cuenta que la mayoría de su población pertenece a la clase media y baja, la mejor opción es Arduino, dado que desempeña y posee las mismas o más funciones y características que LOGO! de Siemens a un precio menor.

8 REFERENCIAS

- [1] RS Components., (s.f.). *Arduino UNO*, Reino Unido.
- [2] Cytron Technologies., (2013). *Product User's Manual – HC-SR04 Ultrasonic Sensor*, Johor, Malaysia.
- [3] Guangzhou Aosong Electronics Co., Ltd. (s.f.). *Temperature and humidity module DHT11 Product Manual*, China.
- [4] Dallas Semiconductor., (2010). *Extremely Accurate I2C-Integrated RTC*, San Gabriel Drive, Sunnyvale.
- [5] Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd. (s.f.). *Product Data Sheet HC-06*, Cantón, China.
- [6] ILLUX de México, S.A., (2019). *SE-2102.B*, México.
- [7] Honeywell S.L. (s.f.). *T4360/T6360 Termostatos de Ambiente*, Madrid, España.
- [8] Master Electrónicos., (s.f.). *MODULO DE 8 RELEVADORES*, México.
- [9] Siemens., (2016). *LOGO! App V.10*. Nürnberg Alemania.

9 BIBLIOGRAFÍA

Libros

- ✓ Bratu, N., (1995). *Instalaciones Eléctricas, Diseños básicos y conceptos*, México: Alfaomega grupo editor, S.A.
- ✓ Cooper, D., (1991). *Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición*, México: Prentice Hall Hispanoamérica, S.A.
- ✓ Daneri, P., (2008). *PLC, Automatización y control industrial*, Buenos Aires, Argentina: Editorial Hispano Americana S.A.
- ✓ Ebel, F., (2007). *Fundamentos de la técnica de automatización*, Denkendorf, Alemania: Festo Didactic GmbH & Co.
- ✓ Torrente, O., (2013). *Arduino. Curso práctico de formación*, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.

Manuales

- ✓ Banzi, M. y Barragin, H. (2007). *Arduino: Manual de Programación*, San Francisco, California: Creative Commons.
- ✓ Siemens., (2003). *LOGO! Manual*, Nürnberg, Alemania.
- ✓ Siemens., (2014). *Ayuda en pantalla de LOGO!Soft Comfort*, Nürnberg Alemania.

Sitios web

- ✓ Arduino. (s.f.). Arduino-Introducción. Recuperado de <https://www.arduino.cc/>
- ✓ Ministerio de Salud. (2017-2018). Mapa Nacional de la Salud en Nicaragua. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://www.minsa.gob.ni>
- ✓ Organización Mundial de la Salud. (2001). Informe mundial sobre la discapacidad. Recuperado de <http://www.who.int/es>
- ✓ SIEMENS. (s.f.). LOGO! - small is beautiful. Recuperado de <https://www.siemens.com>
- ✓ SIEMENS. (s.f.). LOGO! Basic Modules. Recuperado de <https://new.siemens.com>
- ✓ SIEMENS. (s.f.). LOGO! Expansion Modules. Recuperado de <https://new.siemens.com>
- ✓ Más de 100 sitios web revisados.

10 ANEXOS

10.1 FORMATO DE ENCUESTA

La presente encuesta tiene como finalidad conocer la opinión de personas con discapacidad motriz acerca de automatizar su vivienda.

Sus respuestas ayudaran a realizar un estudio de tesis monografía de la carrera Ing. Eléctrica en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Marque con una X la respuesta más apropiada

Nivel de estudios		Sexo		Edad	
Primaria	<input type="checkbox"/>	Masculino	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Bachillerato	<input type="checkbox"/>	Femenino	<input type="checkbox"/>		
Universitario	<input type="checkbox"/>				
Ninguno	<input type="checkbox"/>				

Encierre en un círculo el inciso de su respuesta

1. Seleccione a que grupo de personas con dificultad de desplazamiento pertenece.

- Discapacidad motriz desde el nacimiento.
- Enfermedad (accidente, desgaste en las rodillas, etc.)
- Discapacidad temporal (fractura, desgarre, etc.)
- Lisiado de guerra.
- Vejez.

2. ¿Cuál es su fuente de ingreso?

- a) Asalariado
- Negocio propio
- Comerciante
- Jubilado
- Ninguna

3. ¿Hasta qué grado su condición física le limita a realizar actividades cotidianas en el hogar?

- a) Sí, me limita mucho.
- Sí, me limita un poco.
- No, no me limita nada.

4. ¿Su condición física ha dificultado sus actividades sociales con la familia, amigos, vecinos u otras personas?

- a) Nada
- Un poco
- Bastante
- Mucho

5. Cuantas horas al día esta solo(a) en su hogar

- a) Nunca esta solo(a)
- 2-5 horas
- 5-8 horas
- Siempre esta solo(a)

- 6. Cuantos días a la semana esta solo(a) en su hogar**
b) Ninguno
1 o 2 días
3 a 5 días
Los 7 días de la semana
- 7. ¿Posee un celular Smartphone?**
a) Si.
No.
- 8. ¿Posee internet residencial de tipo router?**
a) Si.
No.
- 9. ¿Le gustaría poder controlar (encender o apagar) las lámparas de su hogar desde su silla?**
a) Definitivamente sí.
Probablemente sí.
Indeciso
Probablemente no.
Definitivamente no.
- 10. ¿Desearía que su hogar cuente con un sensor de temperatura que dé la orden de encender o apagar ventiladores o AA?**
a) Definitivamente sí.
b) Probablemente sí.
c) Indeciso
d) Probablemente no.
e) Definitivamente no.
- 11. ¿Le agradecería abrir puertas y ventanas desde su silla?**
a) Definitivamente sí.
b) Probablemente sí.
c) Indeciso
d) Probablemente no.
e) Definitivamente no.
- 12. ¿Le interesaría que su hogar cuente con un sistema automatizado que le facilite su vida diaria?**
a) Definitivamente sí.
a) Probablemente sí.
b) Indeciso
c) Probablemente no.
d) Definitivamente no.
- 13. ¿Estaría dispuesto(a) a invertir en este sistema automatizado?**
a) Definitivamente sí.
b) Probablemente sí.
c) Indeciso
d) Probablemente no.
e) Definitivamente no.

*Sus respuestas me ayudan mucho
Gracias*

10.2 CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN COMPLETO EN ARDUINO

```
#define trigPin 3
#define echoPin 2
#define led 5

#include <dht.h>
dht DHT;
#define DHT11_PIN 4
int temp;
int humedad;

#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>
RTC_DS1307 RTC;

int state = 0; // Variable lectura dato serial
int bandera=0;

void setup() {
  Serial.begin (9600); // Establece la velocidad de datos del puerto serie
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);

  pinMode(6,OUTPUT);

  Wire.begin(); // Inicia el puerto I2C
  RTC.begin(); // Inicia la comunicación con el RTC
  RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__)); // Establece la fecha y hora
  (Comentar una vez establecida la hora)
  pinMode(12,OUTPUT);
  pinMode(A5,INPUT);
  pinMode(A4,INPUT);

  pinMode(7, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(8, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(9, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(10, OUTPUT); //Declara pin de Salida
  pinMode(11, OUTPUT); //Declara pin de Salida
}

void loop() {
  long duracion, distancia ;
  digitalWrite(trigPin, LOW); // Nos aseguramos de que el trigger está
  desactivado
  delayMicroseconds(2); // Para asegurarnos de que el trigger esta
  LOW
  digitalWrite(trigPin, HIGH); // Activamos el pulso de salida
  delayMicroseconds(10); // Esperamos 10µs. El pulso sigue active
  este tiempo
  digitalWrite(trigPin, LOW); // Cortamos el pulso y a esperar el echo
  duracion = pulseIn(echoPin, HIGH) ;
  distancia = duracion / 2 / 29.1 ;
  Serial.println(String(distancia) + " cm.") ;
  int Limite = 200 ; // Medida en vacío del sensor

  int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
```

```

Serial.print("Temperature = ");
Serial.println(DHT.temperature);
Serial.print("Humidity = ");
Serial.println(DHT.humidity);
delay(1000);

DateTime now = RTC.now(); // Obtiene la fecha y hora del RTC
Serial.print(now.year(), DEC); // Año
Serial.print('/');
Serial.print(now.month(), DEC); // Mes
Serial.print('/');
Serial.print(now.day(), DEC); // Dia
Serial.print(' ');
Serial.print(now.hour(), DEC); // Horas
Serial.print(':');
Serial.print(now.minute(), DEC); // Minutos
Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC); // Segundos
Serial.println();
delay(1000); // La información se actualiza cada 1 seg.

if(Serial.available() > 0)
{
    state = Serial.read();
}

if ( distancia < Limite && state == 'F' && bandera==0)
{
    digitalWrite( led , HIGH) ;
    bandera = 1;
    state = 0;
}

if ( distancia > Limite && state == 'F' && bandera==1)
{
    digitalWrite ( led , LOW) ;
    bandera = 0;
    state = 0;
}

if (DHT.temperature>= 30 && state == 'G' && bandera==0)
{
    digitalWrite(6,HIGH);
    bandera = 1;
    state = 0;
}

if (DHT.temperature< 30 && state == 'G' && bandera==1)
{
    digitalWrite(6,LOW);
    bandera = 0;
    state = 0;
}

if (now.hour()== 18 && now.minute() ==00)
{
    digitalWrite(12,HIGH);
}

if (now.hour()== 05 && now.minute() ==30)
{
    digitalWrite(12,LOW);
}

```

```

if (state == 'A' && bandera==0)
    {
        digitalWrite(7, HIGH);
        bandera = 1;
        state = 0;
    }
if (state == 'A' && bandera==1)
    {
        digitalWrite(7, LOW);
        bandera = 0;
        state = 0;
    }
if (state == 'B' && bandera==0)
    {
        digitalWrite(8, HIGH);
        bandera = 1;
        state = 0;
    }
if (state == 'B' && bandera==1)
    {
        digitalWrite(8, LOW);
        bandera = 0;
        state = 0;
    }
if (state == 'C' && bandera==0)
    {
        digitalWrite(9, HIGH);
        bandera = 1;
        state = 0;
    }
if (state == 'C' && bandera==1)
    {
        digitalWrite(9, LOW);
        bandera = 0;
        state = 0;
    }
if (state == 'D' && bandera==0)
    {
        digitalWrite(10, HIGH);
        bandera = 1;
        state = 0;
    }
if (state == 'D' && bandera==1)
    {
        digitalWrite(10, LOW);
        bandera = 0;
        state = 0;
    }
if (state == 'E' && bandera==0)
    {
        digitalWrite(11, HIGH);
        bandera = 1;
        state = 0;
    }
if (state == 'E' && bandera==1)
    {
        digitalWrite(11, LOW);
        bandera = 0;
        state = 0;
    }
}

```

10.3 DIAGRAMA FUNCIONAL COMPLETO EN LOGO! SOFT COMFORT

En este circuito se ha realizado el consolidado de los diferentes diagramas y se añadió una entrada digital I8 que lleva por nombre apagado total, tiene la función de condicionar mediante una función básica AND a las entradas I1 e I2, con el objeto que cuando el hogar no se encuentre ninguna persona no se accione el termostato ni el sensor de movimiento.

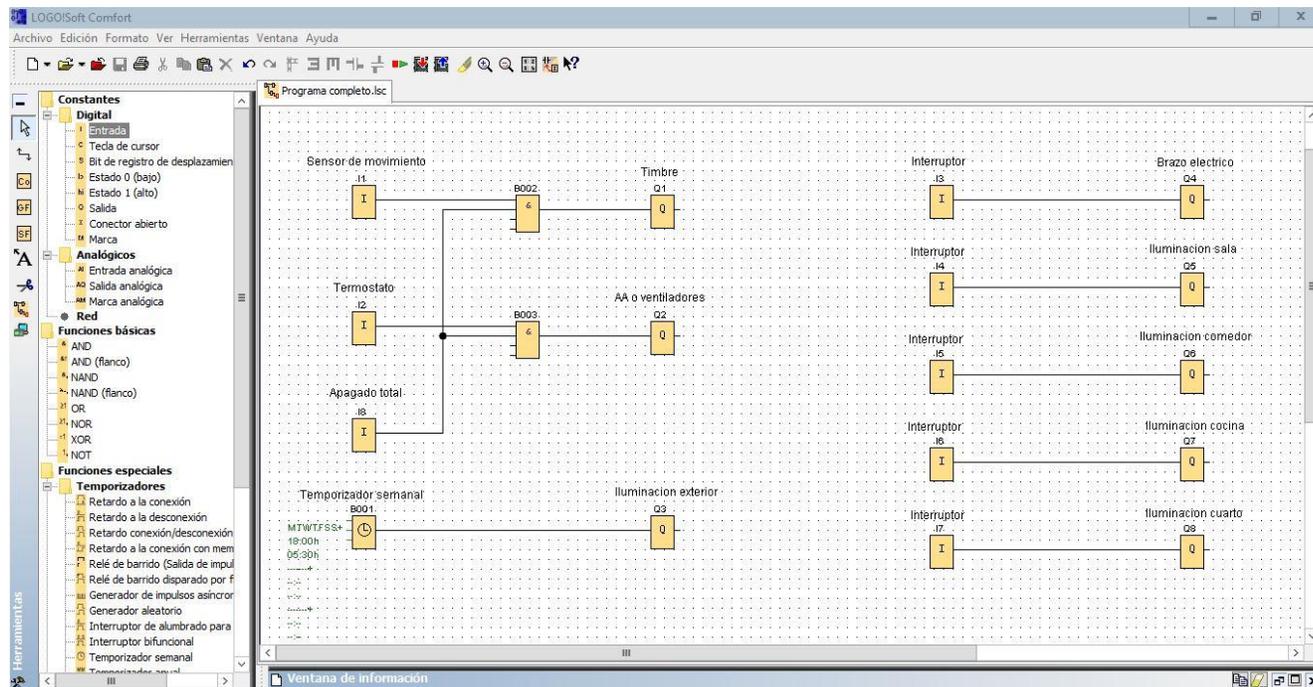


Ilustración 68 Diagrama funcional completo en LOGO! Soft Comfort
Fuente: Autor