



UNIVERSIDAD  
**DE ATACAMA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

## **CONTROL DOMOTICO USANDO ARDUINO MEGA-2560**

Proyecto de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de  
Ingeniero de ejecución en Instrumentación y automatización industrial

Profesor guía: Juan Carlos Madrigal Lobos

Alejandro Sebastián Torres Carrasco

Copiapó, Chile 2022

## DEDICATORIA

Deseo dedicar esta investigación, a todas las personas que me apoyaron durante su realización, brindándome su apoyo, comprensión, compañía, amistad, complicidad y consejos.

A mi familia: Domingo Torres, Rosa Carrasco, Bastián Torres, Anayn Torres, Cristián Torres, Ambar Garcia, Domi, Pipe, Persi, Sacha, Isi, Isabelita y Perlita. Gracias por todo, son una parte importante de mis logros.

A los compañeros de trabajo de los cuales aprendí y crecí como tecnico, como profesional, como compañero, como persona y prontamente como ingeniero: Rodrigo, Blass, Juan Carlos, Edu, Carlos, José, Wilson, Victor, Christian, Gabriel, Eduardo, Juanito, Yelena, Elias, Cristhoper, Pepe, Josthin, Nelson, Gustavo, Pedro, Leito, Pablito, Fabian, Pablo, Carlitos, Miguel, Enrique, Oscar, Esteban, Yocelin, Jose Luis, Christopher, Jason, Salvador, Cristian, Elias y Don Jose.

A los amigos que estan, los que no estan y los que vienen llegando: Daniel, Ruxel, Raul, Ana, Made, Tania, Jessi, Mauri, Maritza, Jenny, Pablo, Sergio, Ruben, Noe, Toti, Juan Pablo, Giovanni, Anto, Fran, Siu, Pierina, Claudio, Bri, Emely, Cote, Andrea, Maio, Palita, Javirulo, Dinka, Lio y Cleo.

A las personas que me inspiran dia a dia: Yoshihiro Togashi, Tom Delonge, Mark Hoppus, Julian Casablancas, Andy Samberg, Melisa Fumero, Dann Goor, Michal Schur y Cristián Stambuk.

## INDICE

<b>CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes generales.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Objetivo general .....	5
1.4 Objetivos específicos .....	5
1.5 Resumen de capítulos.....	6
<b>CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Aplicaciones de la domótica .....	8
2.2 Ventajas y desventajas de la domótica.....	9
<b>CAPITULO 3. CENTRALES DE ALARMA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Kit alarma GSM 3G .....	12
3.2 Kit GSM PLUS .....	13
3.3 Alarma Impotec GSM + sirena .....	14
3.4 Conclusiones sobre centrales de alarmas .....	15
<b>CAPITULO 4. ARDUINO .....</b>	<b>16</b>
4.1 Historia de Arduino.....	17
4.2 Razones para utilizar Arduino.....	18
4.3 Hardware de Arduino .....	19
4.4 Conclusiones sobre Arduino.....	20
<b>CAPITULO 5: ENCUESTA PARA ELECCIÓN DE SISTEMAS DOMOTICOS.</b>	<b>21</b>
5.1 Preguntas y respuestas de la encuesta.....	21
5.2 Análisis de las respuestas .....	27
5.3 Conclusiones encuesta para elección sistemas domóticos .....	30
<b>CAPITULO 6. COMPONENTES DE LA IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>32</b>
6.1 Arduino Mega 2560 .....	32
6.2 Buzzer y leds.....	33
6.3 Sensor de gas metano .....	35
6.4 Sensor detector de movimiento .....	37
6.5 Fotorresistor LDR .....	39
6.6 Sensor de temperatura.....	40
6.7 Display alfanumérico LCD 2x16 .....	41

<b>CAPÍTULO 7. PROGRAMACIÓN .....</b>	<b>43</b>
7.1 Terminales de entradas y salidas .....	43
7.2 Software Arduino.....	45
7.3 Código leds y Buzzer .....	48
7.4 Código detección de gas .....	49
7.5 Código detección de intrusos .....	50
7.6 Código control de luces .....	51
7.7 Código control de temperatura .....	51
7.8 Código pantalla LCD .....	52
<b>CAPÍTULO 8. IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>54</b>
8.1 Implementación control domótico .....	55
<b>CAPÍTULO 9. COSTOS ECONOMICOS .....</b>	<b>60</b>
<b>CAPÍTULO 10. BENEFICIOS ACADEMICOS .....</b>	<b>61</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>BIOGRAFIA.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 3.1: Central de alarmas .....	11
Figura N° 3.2: Kit alarma marca GSM 3G .....	12
Figura N° 3.3: Kit GSM PLUS .....	13
Figura N° 3.4: Alarma Impotec GSM + Sirena .....	14
Figura N° 4.1: Primer Arduino .....	17
Figura N° 4.2: Kit Arduino Uno .....	19
Figura N° 5.1: Grafico Respuesta 1 .....	27
Figura N° 5.2: Grafico respuesta 2 .....	28
Figura N° 5.3: Grafico respuesta 3 .....	28
Figura N° 5.4: Grafico respuesta 4 .....	29
Figura N° 5.5: Grafico respuesta 5 .....	29
Figura N° 6.1: Arduino Mega 2560 .....	33
Figura N° 6.2: Diodo LED .....	34
Figura N° 6.3: Buzzer .....	34
Figura N° 6.4: Conexionado de Led y Buzzer .....	35
Figura N° 6.5: Sensor de gas MQ4 .....	36
Figura N° 6.6: Terminales del sensor de gas MQ4 .....	36
Figura N° 6.7: Conexionado de sensor MQ4 .....	37
Figura N° 6.8: Campos de un sensor PIR .....	37
Figura N° 6.9: Sensor PIR HC-SR501 .....	38
Figura N° 6.10: Entradas y ajustes del sensor PIR .....	38
Figura N° 6.11: Conexión PIR .....	39
Figura N° 6.12: Sensor foto resistivo LDR .....	39
Figura N° 6.13: Conexionado Sensor LDR .....	40
Figura N° 6.14: Cables del sensor DS18B20 .....	41
Figura N° 6.15: Conexión Sensor DS18B20 .....	41
Figura N° 6.16: Pantalla LCD 2x16 DH44780 .....	42
Figura N° 6.17: Display LCD 2x16 DH44780 .....	42
Figura N° 7.1: Terminales tarjeta Arduino Mega .....	43

Figura N° 7.2: Software Arduino .....	45
Figura N° 7.3: Conexionado Led en terminal 13 .....	46
Figura N° 7.4: Código Encendido intermitente de un Led .....	47
Figura N° 7.5: Configuración Placa y Puerto USB .....	48
Figura N° 7.6: Programación de leds y Buzzer .....	49
Figura N° 7.7: Código detección de gas .....	50
Figura N° 7.8: Código detección de intrusos .....	50
Figura N° 7.9: Código control de luces .....	51
Figura N° 7.10: Código control de temperatura .....	52
Figura N° 7.11: Código pantalla LCD .....	53
Figura N° 8.1: Prueba de sensor PIR .....	54
Figura N° 8.2: Pruebas con sensor detector de gas .....	54
Figura N° 8.3: Conexionado entre Arduino, Leds y Buzzer .....	56
Figura N° 8.4: Conexionado Arduino, sensor de gas .....	57
Figura N° 8.5: Conexionado sensor fotoresistivo y temperatura .....	58
Figura N° 8.6: Conexionado de pantalla LCD y teclado 4x4 .....	59

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 2.1: Ventajas y desventajas de la domótica .....	10
Tabla N° 3.1: Cotización GSM 3G .....	12
Tabla N° 3.2: Cotización Kit GSM PLUS .....	13
Tabla N° 3.3: Cotización alarma Impotec GSM+Sirena .....	12
Tabla N° 5.1: Encuesta implementación Domótica <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	23
Tabla N° 5.2: Encuesta implementación Domótica <sup>2</sup> / <sub>2</sub> .....	24
Tabla N° 5.3: Respuestas encuesta implementación Domótica <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	25
Tabla N° 5.4: Respuestas encuesta implementación Domótica <sup>2</sup> / <sub>2</sub> .....	26
Tabla N° 7.1: Terminales empleados en Tarjeta Arduino 2560 .....	44
Tabla N° 7.2: Partes de Software Arduino .....	46
Tabla N° 9.1: Valor de implementación domótica .....	60

## RESUMEN

Este proyecto presentó el diseño, desarrollo, programación e implementación de un módulo educativo de domótica utilizando la tarjeta programable Arduino. Para controlar sistemas automatizados, que mejoran la calidad de vida del usuario, a nivel domiciliario y ayudarán a futuros estudiantes, a relacionarse de mejor manera con Arduino a nivel académico. Este proyecto de domótica se implementó con tecnología Arduino, plataforma de software gratuito, hardware económico y una amplia cantidad de códigos gratis en Internet, para su programación. Todo esto permitió, un ahorro económico en comparación a otros sistemas, que monitorean condiciones en una vivienda. El objetivo del este módulo Arduino Mega256 de domótica, fue controlar la temperatura, el encendido de luces al oscurecer, emanaciones de gas y advertencia en caso de presencia de intrusos. Estos sistemas, mejoran la calidad de vida de los ocupantes de la casa. Se trabajó con una plataforma de hardware y software libre, con la programación basada en el software de Arduino, para la visualización de datos se puede utilizar un computador o la pantalla LCD 2x16. La tecnología Arduino, es simple de comprender y ayudaría a los estudiantes de la carrera, a relacionarse con ella y poder aplicarla en un sinnúmero de proyectos. El diseño de este sistema soportado en una tarjeta Arduino Mega 2560, permite agregar más sensores o módulos al contar con terminales libres. Esto ayuda a mejorar el sistema ya existente, de ser necesario y sin desmantelar los sensores y actuadores ya instalados.



## **ABSTRACT**

This project presents the design, development, programming and implementation of an educational module of home automation using the Arduino programmable card, to control automated systems that improve the quality of life of the user, at home level and help future students, to relate in a better way with Arduino at an academic level. This home automation project was implemented with Arduino technology, free software platform, economic hardware and a large number of free codes on the Internet, for programming. All this allowed an economic saving compared to other systems, which monitor conditions in a home. The objective of this Arduino Mega256 module of home automation, was to control the temperature, the lighting of lights at dark, gas emanations and warning in case of presence of intruders. All these systems improve the quality of life of the occupants of the house. It works with a free hardware and software platform, with programming based on Arduino software, for data visualization you can use a computer or the 2x16 LCD screen. Arduino technology is simple to understand and would help the students of the career, to relate to it and be able to apply it in an endless number of projects. The design of this system supported on an Arduino Mega 2560 card, allows you to add more sensors or modules by having free pins. This helps to improve the existing system, if necessary and without dismantling the sensors and actuators already installed.

*“Deberías disfrutar de los pequeños desvíos, disfrútalos mucho, porque de ese modo encontrarás aquello que es más importante que lo que querías”*

-Ging Freecs

## CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

Durante el curso de la carrera de ingeniería en ejecución en instrumentación y automatización industrial. Se apunta constantemente a actividades relacionadas al ámbito industrial: fabricas, plantas mineras, campos fotovoltaicos, centrales de distribución eléctrica. Pero existe un área, que cuenta con un basto campo de desarrollo, la automatización domiciliaria o domótica. “La domótica proporciona una integración de las diferentes instalaciones, en materia de electricidad, electrónica, informática, ocio, multimedia y comunicaciones.” (Muñoz, 2011, pág. 10) Esta área de la automatización apunta al control en casas, departamentos, hoteles u hospitales. La domótica tiene como objetivo “asegurar al usuario un aumento de la seguridad, del confort, del ahorro energético, de las facilidades de comunicación, y de las posibilidades de entretenimiento” (Muñoz, 2011, pág. 10)

Cursando el ramo de microcontroladores, se desarrollaron diferentes talleres y laboratorios, utilizando una tarjeta de fácil programación y precio económico, la tarjeta Arduino. “Arduino es un dispositivo de hardware libre que monta un microcontrolador en una placa de circuito impreso y dispone de un entorno de programación libre junto con un lenguaje de programación propio.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 29)

Para poder determinar la conveniencia de implementar o no un control domótico, empleando una tarjeta Arduino. Se realizará una comparación entre una central de alarmas y un sistema controlado por Arduino. Las centrales de alarmas son comúnmente utilizadas, para la seguridad de los usuarios, esta es una de las principales características, con las que debe contar una vivienda domótica. En esta comparación se tomará en cuenta; el valor económico de la implementación, la complejidad de la configuración, la complejidad del conexionado y cableado y las prestaciones con que cuentan ambos sistemas, para elegir el mejor y realizar una implementación domiciliaria de un control automatizado.

En caso de determinar la conveniencia de la tarjeta Arduino por sobre la central de alarmas, para el control domótico. Será necesario realizar una encuesta, para conocer la opinión de las personas, en relación con su interés en una vivienda automatizada. Esta encuesta tendrá como finalidad, saber si consideran importante implementar un control domótico en sus hogares, si estarían dispuestos a implementarlo, cuánto consideran o cuanto podrían pagar los usuarios, cuales son las principales necesidades que se deben cubrir, ya sea en el área de la seguridad de los ocupantes, la confortabilidad, el ahorro energético y económico, entre otros.

Una vez realizada la encuesta, si los resultados arrojados justifican implementar una automatización a nivel domiciliario, se pasará al siguiente capítulo. Se cotizarán los componentes que formaran parte del o los sistemas, se elegirá el tipo de placa que se adapte de mejor forma al proceso, se realizará una evaluación de los sistemas más importantes según el criterio de los encuestados, se tendrá que planificar el conexionado, se realizará la cotización de los sensores y actuadores. Con estos antecedentes se procederá a realizar la programación e implementación del módulo domótico, para de forma práctica corroborar el buen funcionamiento del control domótico.

Para la realización de este control domótico, se empleará un modelo práctico, con el fin de controlar las distintas variables y tener un pequeño banco de pruebas. Gracias a todo lo anterior, este estudio tendrá un fin académico, donde se buscará que los alumnos de las carreras afines, tengan las herramientas y conocimientos, para adentrarse en el mundo de la programación, pues “Arduino fue creado con el propósito de ser una plataforma extremadamente fácil de usar en comparación a otras, lo que la hace ideal tanto para los desarrolladores más experimentados como para principiantes.” (Caicedo Pedredá, 2014, pág. 10) De esta manera, la presente, contribuirá en el área de la automatización domótica, para comprobar la conveniencia de su implementación y servirá como instructivo de referencia, para alumnos de la carrera, para poder adentrarse en el área de la domótica, automatización y la programación de Arduino.

## 1.1 Antecedentes generales

La domótica tiene como objetivo, automatizar procesos domiciliarios en viviendas o edificios departamentales. Gracias a la domótica, no es necesario contar con personal, que supervise estos procesos todo el tiempo. La domótica cuenta con una tarjeta inteligente o procesador, que controla o vigilar el proceso. Sensores que captan las variables físicas, como movimiento, temperatura, oscuridad, para informar a la tarjeta de los distintos cambios. Actuadores que, comandados por la tarjeta, modifican la variable a controlar. Considerando lo anterior, un ejemplo amigable, sería el control de temperatura. Un sensor de temperatura capta los cambios, informando a un controlador, que a su vez le indica al calefactor, si encenderse o apagarse. “La domótica sería, pues, la manera de agrupar e integrar dispositivos, de manera independiente, para que su información pueda ser usada por la totalidad de sistemas agrupados”. (Merino Córdoba, 2019, pág. 25)

“La domótica es la tecnología que automatiza las funciones e instalaciones de un edificio o vivienda para aumentar la comodidad, la seguridad y el ahorro de energía”. (Merino Córdoba, 2019, pág. 24) La seguridad de los habitantes de la vivienda es la principal razón para implementar un sistema domótico. Luego la confortabilidad para mejorar la calidad de vida. Seguido del uso eficiente de la energía, que nos permite ahorrar en gastos económicos. Por último, pero no menos importante es la comunicación, controles remotos y televigilancia y por último la accesibilidad, considerando a las personas con alguna limitación.

Existen centrales de alarma, que proporcionan un servicio de seguridad y control junto con otros dispositivos, dirigidos a ahorrar energía y proporcionar confort. El problema radica en su elevado costo de implementación. Para controlar el encendido de luces, movimiento o detección de intrusos, emisiones de gas y la temperatura, procesos básicos, relacionados a la domótica, se requiere de una central de alarmas y otros dispositivos, lo que nos da como resultado un elevado valor económico. Inclusive existen empresas, que realizan todas estas implementaciones, pero a un valor mucho mayor.

## 1.2 Planteamiento del problema

La domótica o automatización a nivel domiciliario, nace con el fin de mejorar la calidad de vida de los ocupantes de la vivienda. Permite una gestión eficiente del uso de la energía, aporta seguridad y es confortable para el usuario. Busca el aprovechamiento máximo de energía y luz. Facilita algunas acciones y les ahorra tiempo a los ocupantes.

Utilizando tecnología Arduino, es posible implementar el control de uno o varios sistemas. Entre los sistemas tentativos, para realizar el modelo de prueba se encuentran: Encendido de luces automáticas al oscurecer, activación de alarma emergencia, sensor detector de gas o humo, sensor detector de intrusos, sensor para controlar la temperatura. Todo esto comandado por un microcontrolador Arduino.

En este proyecto, se busca en primera instancia, el control de la iluminación a medida que oscurezca. Esto se traduce en un ahorro energético y se ahorra tener que programar el control según la hora de salida y puesta de sol, considerando que, en Chile, según el cambio horario, las horas de sol, son variables según el mes.

Se propone utilizar sensores detectores de humo o gas, para evitar la ocurrencia de amagos o incendios, donde las pérdidas tienen costos elevados. Este sistema, no es considerado por las centrales de alarmas, y tiene una alta importancia. Brinda seguridad, tanto a los ocupantes de la casa, como al inmueble.

Se desea implementar un sistema de detección de intrusos, para que los ocupantes se sientan más seguros. Sistema más empleado por las centrales de alarmas y que protege, a los habitantes del inmueble. Resulta evidente que una casa automatizada, empleando un control domótico, ya sea usando tarjetas o centrales de alarmas, posee una mayor confiabilidad de sus distintos sistemas integrados y una mayor confortabilidad, frente a una casa convencional sin sistema domótico implementado.

### **1.3 Objetivo general**

Diseñar e implementar un sistema capaz de automatizar una serie de procesos domiciliarios, como control de temperatura, detección de intrusos, encendido automático de luces, detección de gas y alarmas en cada caso. Todo esto, controlado con una tarjeta Arduino.

### **1.4 Objetivos específicos**

1.4.1 Describir la importancia de la Domótica en la seguridad y confort de un hogar.

1.4.2 Realizar una comparación económica entre sistemas de alarmas y sistemas controlados por placa Arduino.

1.4.3 Seleccionar tarjetas y sensores adecuados para realizar la automatización domiciliaria empleando Arduino.

1.4.4 Analizar los resultados obtenidos, después de hacer el estudio económico y montar el módulo.

1.4.5 Utilizar el módulo de implementación domótica, con objetivos académicos, para ser usado por estudiantes de la carrera.

## 1.5 Resumen de capítulos

El primer capítulo, corresponde a la introducción, antecedentes generales, planteamiento del problema y objetivos. En este capítulo, se da a conocer el objetivo de estudio, en otras palabras, que se comprende por automatización domiciliaria, mejor conocida como domótica. Se describen los capítulos, se plantea en que consiste este estudio y cuáles son los objetivos, que se desea alcanzar a lo largo de este proyecto.

En el segundo capítulo, se describen las principales aplicaciones en el mercado de la domotica, se analizan sus ventajas y desventajas. Es por ello que, es necesario conocer el objetivo para la realización de este estudio y que instrumentos, sensores, pantallas, tarjetas y equipos están presentes en el control domiciliario.

En el tercer capítulo, se realiza un estudio de tres centrales de alarmas, para tener una idea de su valor económico de las distintas centrales, sus principales características y que sistemas puede proteger.

En el capítulo cuatro, se relata la historia de las placas Arduino, estas serán empleadas, para llevar a cabo la implementación de este sistema. Se exponen las razones para usar Arduino y se describen las tarjetas Arduino.

En el capítulo cinco, se realizará una encuesta a 50 personas mayores de 18 años para saber cuánto dinero estarían dispuestos a invertir en un control automático domótico y cual creen es o son los sistemas prioritarios en la implementación, que tendrían en sus casas, para salvaguardar sus bienes y la integridad de sus seres queridos. Estos sistemas, podrían considerar: control automático de encendido de luces al oscurecer; detección de intrusos dentro del inmueble; detección y control de la temperatura ambiente, para enfriar o calentar la casa; detección de fugas de gas o humo, para proteger a los ocupantes. Entre otros sistemas, que se puedan implementar, que sean igual de necesarios.



En el capítulo seis, se seleccionan los distintos componentes, que conformarán el módulo didáctico de domótica. Estos componentes se cotizaron en una página web en china y una página web chilena. Se realizará la elección de los distintos componentes, según su precio y prestaciones, para realizar la mejor elección. Se tendrá una ficha técnica de cada componente y explicará la forma de conectarlo a Arduino.

En el capítulo siete, se realiza un levantamiento de la cantidad de terminales que se utilizarán en esta implementación domótica y una pequeña introducción al software de programación Arduino. Además, se realizan los códigos, de cada sistema por separado, para mejor comprensión del lector. Estos códigos, son hechos en lenguaje C++, este lenguaje es relativamente simple y no requiere de tener conocimientos previos, de informática, electricidad ni electrónica.

En el capítulo ocho, se realiza la implementación del módulo de domótica. Esta implementación, contará con diagramas de conexión, para la simplificación de la implementación del módulo didáctico. De esta forma, resultara sencillo, realizar la puesta en marcha del módulo, o implementar un sistema similar, por el lector ya sea un estudiante de la carrera o persona ajena al área de la automatización.

En el capítulo nueve, se presentará un estudio de los costos económicos, relacionados a la implementación y puesta en marcha del módulo domótico y sus distintos sistemas, empleando para ello, la tecnología Arduino Uno. Además, se efectuará una comparativa, versus el costo de la implementación frente a las centrales de alarmas, para comprender cuales poseen mayores prestaciones y cuales tienen un costo económico más elevado.

Por último, durante el capítulo diez, se enfocará en los beneficios académicos, que trae realizar esta memoria, sobre la tecnología Arduino y la posibilidad de automatizar otros sistemas. Para que los alumnos de la carrera, puedan tener mayores conocimientos, sobre Arduino. Esto aplica, a alumnos de instrumentación y automatización industrial, alumnos de electricidad y alumnos de energías renovables.

## CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

La automatización domiciliaria o domótica, es necesaria para mejorar nuestra calidad de vida. Desde el uso eficiente de la energía, hasta una mayor confortabilidad en nuestros hogares. Facilita la activación de sistemas y proporciona una mayor seguridad a los ocupantes de la casa o departamento. Es un conjunto de tecnologías, relacionadas con la automatización y el control inteligente de un edificio departamental o de una vivienda. “La domótica ayuda a mejorar la calidad de vida de sus usuarios, empleando una mezcla entre automatización e informática. Siendo hoy en día, una mejora necesaria, para tener un hogar seguro y confortable.” (López, Espinoza, & Barrientos, 2015)

### 2.1 Aplicaciones de la domótica

Los propósitos mas comunes para los que se suelen emplear sistemas domóticos son:

2.1.1 Gestión de la energía: con lo que “se consigue un ahorro energético y económico que favorece la sostenibilidad ofreciendo posibilidades de regulación, programación y optimización que permiten utilizar la cantidad adecuada de energía, al mínimo coste.” (Merino Córdoba, 2019, pág. 26) Como, por ejemplo, programar el encendido de la calefacción durante la noche o encenderlo, cuando el usuario este próximo a llegar al hogar, con una programación controlada por temporizadores.

2.1.2 Sistema de comodidad: “proporciona una mayor comodidad ambiental, de acuerdo con los deseos del usuario.” (Merino Córdoba, 2019, pág. 26) Se puede observar en la motorización de persianas enrollables, el encendido de luces exteriores, puesta en funcionamiento de calefacción o automatización del riego del jardín. Se libera a las personas de tareas insalubres, repetitivas o no deseadas, con lo que incrementa el bienestar.

2.1.3 Sistemas de seguridad: se pueden distinguir, en líneas generales, dos grandes subáreas: la seguridad de las personas y las de los bienes. “Con estos sistemas se disminuyen los riesgos por avería o contingencias, gracias a la capacidad de detección de incendios, fugas de agua, averías, disfunciones de los servicios, robos, agresiones o intrusiones.” (Merino Córdoba, 2019, pág. 27) Un caso habitual es el uso de videoportero, o, mejor aun un sistema de captación de imagen en el portero electrónico de la vivienda.

## **2.2 Ventajas y desventajas de la domótica**

Como ocurre en cualquier cuestión económica, la decisión de invertir en este tipo de instalaciones debe adoptarse desde un punto de vista financiero. Se debe considerar el coste de material y mano de obra. No se debe optar por el sistema mas sofisticado, sino por el que se adapte a las necesidades. De este modo el precio de la mano de obra y material será menor. Además, es posible disminuir el valor del cableado, lo que conlleva menor número de conductores. Si se trata del usuario de la instalación, “se destacará la futura amortización del sistema de control, la mejora en las condiciones de comodidad, las nuevas posibilidades de actuación y el atractivo que supone disponer de este tipo de posibilidades tecnológicas.” (Merino Córdoba, 2019, pág. 30). Si se trata del punto de vista del arquitecto, “habrá que destacar la innovación individualización y exclusividad de la construcción, propias de estos sistemas.” (Merino Córdoba, 2019, pág. 30)

Pese a las ventajas, también se podrán encontrar una serie de condicionantes que motivan la desconfianza hacia esta tecnología. Una de estas seria, la falta de estandarización de los sistemas, lo que hace que los usuarios sean reacios a implementar, al carecer de técnicos, ajenos a la empresa que instala originalmente, para solucionar futuros problemas. Por ello las desventajas serian “el sobrecoste de los productos mas habituales, el sobrecoste en el precio de las viviendas con sistemas implementados, por estas razones se asocia estas instalaciones a niveles sociales de mayores medios económicos.” (Merino Córdoba, 2019, pág. 31)

**Tabla N° 2.1: Ventajas y desventajas de la domótica.**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1. Futura amortización del sistema de control	1. Coste elevado de los productos, considerados más habituales
2. Mejoras en las condiciones de comodidad	2. Sobrecoste en el precio de viviendas, con tecnología domótica.
3. Las nuevas posibilidades de actuación	3. Se asocia a niveles sociales con mayores medios económicos.

### CAPITULO 3. CENTRALES DE ALARMA

En la actualidad, existe una basta cantidad de centrales de alarmas en el mercado. Estas centrales pueden ser configuradas e instaladas, por sus propios usuarios teniendo los conocimientos adecuados. Además, existen empresas especializadas, que realizan la instalación y por un costo extra el monitoreo de condiciones de forma permanente. Aun contando todas estas opciones, la domótica se ha implementado en un pequeño porcentaje de la población. Existen varios factores a considerar, como el desconocimiento de sus ventajas, la falta de interés, pero el mayor factor actualmente es la alta inversión o el costo que conlleva instalar una central de alarmas o contratar una de estas empresas instaladoras.



**Figura N° 3.1: Central de alarmas.**

Para realizar el estudio de factibilidad de este proyecto, es necesario comparar los valores de inversión tanto de las centrales de alarmas, como de la tarjeta Arduino. Se cotizaron en distintas páginas de internet centrales de alarmas, para realizar una comparación económica. La instalación se realizará considerando la mano de obra de un maestro mayor y un ayudante, trabajando durante un día. Esta es la forma en que los técnicos eléctricos cobran los trabajos particulares. Por el maestro mayor se cobra una UF y por el ayudante, media UF, obteniéndose \$50.000 pesos chilenos. Estos valores se obtuvieron al consultar con compañero de trabajo titulado en electricidad y certificado como instalador SEC, Don Salvador Ordenes, quien presto apoyo, para consultas al realizar este proyecto de titulación.

### 3.1 Kit alarma GSM 3G

“Kit de alarma GSM 2G 3G ALAR401 de fácil instalación, ideal para departamentos, casas, locales, oficinas, entre otros.” (Fersontec, 2022) Recibe todos los mensajes de alarma en su teléfono móvil o fijo. Comunicación bidireccional, usted podrá comunicarse a través de la central de alarma, escuchar lo que está pasando en el lugar de instalación de la central de alarma ALAR401. Puede agregar más sensores inalámbricos o cableados, acepta hasta 99 sensores inalámbricos y 8 zonas cableadas, 5 controles remoto.

A continuación, en la figura N° 3.2: Kit alarma marca GSM 3G. se aprecia la central de alarma, sus respectivos sensores de movimiento, pulsadores y controles remotos.



**Figura N° 3.2: Kit alarma marca GSM 3G.**

**Tabla N° 3.1: Cotización GSM 3G**

Ítem	Valor
1. Kit alarma marca GSM 3G	\$49.990
2. Valor de HH para instalación (1 día)	\$50.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$99.990</b>

### 3.2 Kit GSM PLUS

“Central de alarma autónoma, con panel de control y pantalla LCD, que también puede ser manejada por SMS o por control remoto (se incluyen dos controles).” (drakon, 2009) Es un completo sistema de alarma, con batería auto recargable (duración aproximada 6 a 8 horas). Puede conectar una sirena con baliza inalámbrica (opcional) y todas las funcionalidades de una alarma tradicional, incluyendo el auto monitoreo, sin pagar cuentas ni contratos. Aviso mediante llamada telefónica.

A continuación, en la figura N° 3.3: Kit GSM PLUS, se puede apreciar, la central de alarmas, con su respectivo manual de usuario y operaciones. Sensores de movimiento. Chips, para los llamados telefónicos de alertas.



**Figura N° 3.3: Kit GSM PLUS.**

**Tabla N° 3.2: Cotización Kit GSM PLUS**

Ítem	Valor
1. Kit GSM PLUS	\$99.990
2. Valor de HH para instalación (1 día)	\$50.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$149.990</b>

### 3.3 Alarma Impotec GSM + sirena

Alarma GSM Inalámbrica, sin contratos ni mensualidades, Control directo por el usuario. “Kit de alarma GSM, llamado a tu celular, mensaje en caso de corte de luz, batería de respaldo. Posee pantalla LCD, con 8 zonas de defensa cableadas y 100 zonas de defensa inalámbricas.” (limitada, 2022)

A continuación, en la figura N° 3.5: Alarma Impotec GSM+Sirena. Se aprecia la central de alarmas. Seis sensores detectores de movimiento. Seis sensores inductivos. Una Sirena y 4 controles remotos, para activar o desactivar la central de alarmas.



**Figura N° 3.4: Alarma Impotec GSM + Sirena.**

**Tabla N° 3.3: Cotización Alarma Impotec GSM+Sirena**

Ítem	Valor
1. Alarma Impotec GSM+Sirena	\$129.990
2. Valor de HH para instalación (1 día)	\$50.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$179.990</b>



### **3.4 Conclusiones sobre centrales de alarmas**

Después de realizar el análisis, las cotizaciones y estudio de tres diferentes tipos de centrales de alarmas. Resulta evidente que tienen un valor económico relativamente elevado. No se realizó la cotización de una central de alarmas, instalada por una empresa de seguridad, pero es evidente que el valor se elevaría al considerar la mano de obra y posible monitoreo on-line del inmueble, este es otro servicio prestado por las empresas de vigilancia o seguridad.

Otro dato que se obtuvo, luego de realizada la cotización, es que las centrales solo detectan presencia de intrusos. Si bien la seguridad y protección de los habitantes del hogar es primordial, existen otros sistemas igual de importantes. La central no detecta amagos de incendios, fugas de gas, no proporciona control de temperatura, mucho menos regulación de la luminosidad del alumbrado. Si se desea tener un control de todos estos sistemas, es necesario considerar la implementación de un módulo domótico empleando la tecnología Arduino. Puesto que Arduino cuenta con una infinidad de sensores y actuadores, para realizar la implementación, que mas se acerque a las necesidades de los ocupantes del hogar.

La central de alarmas, solo se enfoca en la detección de intrusos, con un costo relativamente elevado. En el siguiente capítulo, se realizará un estudio, sobre la tarjeta Arduino y sus distintos sensores, para comparar con las centrales de alarma. Tanto en prestaciones, como en el costo de implementación. De esta manera, se tendrá más claro, cual, de los dos sistemas, es mas conveniente, para este estudio. Cabe destacar, que la comparación entre centrales de alarmas y tarjetas Arduino, aplica solo para este estudio, no se trata de menoscabar a las empresas representadas por las anteriores tarjetas, más bien tener presentes y entender sus ventajas y desventajas, frente a un control integral de una vivienda. Considerando aspectos, más allá de la seguridad de sus habitantes.

## CAPITULO 4. ARDUINO

“Arduino es un dispositivo de hardware libre que monta un microcontrolador en una placa de circuito impreso y que dispone un entorno de programación libre, junto con un lenguaje de programación propio.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 29) Arduino está pensado, para estudiantes, artistas, diseñadores, como hobby y para todos quienes deseen crear sistemas automatizados o didácticos, sin importar si se cuenta o no con conocimientos previos.

Las placas Arduino incorporan arquitectura de tipo AVR, desarrollada y fabricada por Atmel. Además, posee un puerto de conexión USB desde donde se puede alimentar la placa y establecer comunicación con el computador. Es importante conocer e identificar las necesidades del proyecto, para elegir la placa Arduino correcta, ya que varían en tamaño, número de pines, modelo de microcontrolador. “La placa Arduino incorpora un microcontrolador reprogramable, junto con una serie de pines hembras, que facilitan la conexión de sensores y actuadores.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 29)

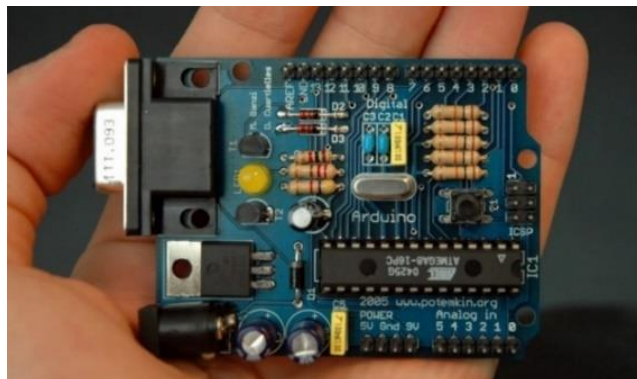
Arduino posee un entorno de desarrollo para trabajar con la placa que es totalmente gratuito, que es de software libre y puede ser instalado en casi todos los sistemas operativos existentes. (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 30) El microcontrolador de la tarjeta se programa usando el “*Arduino Programming Language*” (Lenguaje de programación de Arduino. Este lenguaje está basado en la plataforma de programación wiring) lenguaje similar al conocido lenguajes de programación informática C/C++. “A dicho lenguaje se les ha incorporado elementos para especificar de forma coherente, las instrucciones exactas que se quieren programar.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 30) El software para escribir el código de programación puede ser descargado de forma gratuita o pagando una pequeña donación, a la fundación sin fines de lucro, de Arduino. Los diferentes diseños, que se requiere utilizar, están disponibles bajo licencia abierta, lo que permite adaptarlas a futuros proyectos de manera libre o utilizarlos como referencia.

## 4.1 Historia de Arduino

En el año 2005, en el instituto IVREA en Ivrea Italia se inició Arduino. Los alumnos utilizaban el microcontrolador BASIC Stamp, que tenía un valor de 100 dólares americanos, muy costoso para los estudiantes. En ese entonces, uno de los profesores de Ivrea, Massimo Banzi, se convertiría en uno de los fundadores de Arduino.

El nombre Arduino, proviene del Bar di Re Arduino (Bar del rey Arduino), donde el profesor Massimo, pasaba parte de su tiempo. El estudiante Hernando Barragán, desarrollo la tarjeta Wiring, el lenguaje de programación y la tarjeta de desarrollo. Luego los investigadores, promovieron la idea. “Uno de sus fundadores afirma que, el proyecto no surgió como la idea de negocio, sino como una necesidad de subsistir ante el inminente cierre del instituto de diseño IVREA.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 28)

Para la producción en serie de la primera versión de Arduino, se estimó que el valor no fuera superior a 30 euros (\$ 23.700 pesos chilenos en la actualidad). Que fuera montado sobre una placa azul, debería ser Plug and Play (enchufar y usar) y debería trabajar con todos los sistemas informáticos, tales como Mac, Windows y Linux. A continuación, en la figura 4.2: Placa Arduino RS232, se puede apreciar, la primera tarjeta Arduino construida por Massimo, en conjunto con sus estudiantes.



**Figura N° 4.1: Primer Arduino.**

## 4.2 Razones para utilizar Arduino

Arduino destaca en el conjunto de placas con microcontroladores programables, por las siguientes características:

**4.2.1 Coste:** Al ser una placa pensada para el aprendizaje desde cero y para profesores y alumno, su precio es bajo comparado con otras placas. La placa oficial más barata cuesta en torno a 28.000 pesos chilenos e incluye todo lo necesario para realizar cualquier tipo de proyecto. “Al tratarse de un hardware libre, puedes encontrar placas Arduino a precios más económicos y con las mismas funcionalidades/prestaciones” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 30)

**4.2.2 Libre y extensible:** Arduino es un software y hardware libre, por lo tanto, cualquier persona que desee y quiera puede mejorar tanto la placa, el software o el lenguaje de programación. “Tanto el código fuente del software y el lenguaje, como el diseño de la placa se encuentran publicados.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 30)

**4.2.3 Comunidad:** El gran logro de Arduino y el gran impulsor de su éxito. “Mucha gente, lo esta usando, modificando y ampliando constantemente, es decir, es un proyecto vivo y en contante actividad gracias a todas las personas, pertenecientes a su comunidad.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 31)

**4.2.4 Multiplataforma:** “El software para programar Arduino, tiene la ventaja de funcionar en la gran mayoría de los sistemas operativos: Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 31)

**4.2.5 Programación simple y clara:** “La programación de Arduino es fácil de usar para novatos, además es flexible para ser usado por usuarios más avanzados. El entorno de programación es amigable.” (Córcoles & Moreno, 2018, pág. 31)

## 4.3 Hardware de Arduino

**4.3.1 Placas de Arduino:** A continuación se enumeran las placas más conocidas de Arduino: Arduino Galileo, Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Due, Arduino Yún, Arduino Zero, Arduino Micro, LilyPad Arduino Simple, LilyPad Arduino SimpleSnap, LilyPad Arduino, LilyPad Arduino USB, Arduino Pro Mini, Arduino Fio, Arduino Pro, Arduino MKR1000/Genuino MKR1000, Arduino MICRO/Genuino MICRO, Arduino/Genuino, Arduino Gemma.

**4.3.2 Placas de Expansión (Shields):** Las placas de expansión, permiten aumentar los terminales de las placas Arduino y así incluir más sensores o actuadores. Las placas de expansión más utilizadas son: Arduino GSM Shield, Arduino Ethernet Shield, Arduino WiFi Shield, Arduino Wireless SD Shield, Arduino USB Host Shield, Arduino Motor Shield, Arduino Wireless Proto Shield, Arduino Proto Shield.

**4.3.3 Kits:** Los Kits más utilizados en la actualidad, y que incluyen placas, luces, sensores son: The Arduino Starter Kit, Arduino Materia. El valor del Kit que aparece en la siguiente imagen es de \$ 27.000 pesos chilenos. (Wikipedia, 2017). En la figura N° 4.3: Kit Arduino Uno, se puede apreciar, el Arduino 1, cable de programación, pantalla, sensores, luces leds, entre otros.



**Figura N° 4.2: Kit Arduino Uno.**

#### **4.4 Conclusiones sobre Arduino**

Después de realizar un análisis más detallado de la placa y los Kits Arduino, que se pueden adquirir en el comercio. El Kit Arduino, es económicamente mucho más conveniente que una central de alarmas. Además, posee mayores prestaciones. Para poder realizar la supervisión de distintos sistemas a un bajo costo. Considerando el mismo valor, de la mano de obra de instalación.

Mientras la central de alarma, solo se enfoca en la seguridad de los ocupantes y advertencia de intrusos. La tecnología Arduino permite cubrir todas las necesidades requeridas por la domótica, lo que presenta una alta gama de posibilidades. Entre estas se encuentran: la seguridad, confortabilidad, ahorro energético, telemetría, y controles remotos, de distintos equipos o sistemas. El límite, es la creatividad del programador e instalador. Arduino podrá controlar: temperatura, ahorro de energía, control a distancia, automatización de encendido de luces, apertura de puertas a distancia, cerrado de cortinas, encendido de artefactos de cocina, control de temperatura. Cumpliendo con todos los requisitos, necesarios para obtener un control domótico, como tal, considerando las necesidades básicas de los usuarios.

En el siguiente capítulo, se realizará una encuesta, para elegir entre las centrales de alarmas y la tarjeta Arduino. Además, se buscará saber, cuales sistemas son más importantes al momento de monitorear dentro de una casa. Por último, se sabrá, cuanto estaría dispuesta, una persona a invertir en una automatización, para poder mejorar la confiabilidad y seguridad de su hogar.

## **CAPITULO 5: ENCUESTA PARA ELECCIÓN DE SISTEMAS DOMOTICOS**

En el presente capítulo se realizará una encuesta, para determinar si es conveniente implementar una automatización en un hogar. Además, esto servirá para conocer la opinión de las personas encuestadas sobre si es preferible una central de alarmas o una placa Arduino, que aplicación de la domótica es más importante y cuales sistemas implementaría en su propia vivienda. En esta encuesta, se realizarán 5 preguntas, a 50 personas, mayores de 18 años. Estas preguntas están enfocadas en: determinar el valor que están dispuestos a pagar, cual control prefieren, cuales consideran que son los sistemas prioritarios en un control domótico. Para encuestar a las personas, se utilizará la red social de Facebook, a conocidos, amigos o contactos, que estuvieran dispuestos a participar

### **5.1 Preguntas y respuestas de la encuesta**

La encuesta de implementación domótica se realizará a 50 personas. Las personas encuestadas deben ser mayores de edad. Se les dará una pequeña introducción sobre la domótica y los conceptos ya mencionados, para luego hacer paso a las preguntas.

**5.1.1 Pregunta 1** - ¿Usted consideraría implementar la domótica en su hogar, con el fin de tener un consumo eficiente, mayor seguridad y comodidad? Con esta pregunta, se conocerá el porcentaje de personas que están interesadas en realizar una mejora domótica en su hogar. Si la persona responde no estar interesada en la implantación, se dará por finalizada la encuesta.

**5.1.2 Pregunta 2** - ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar, para implementar una mejora domótica en su hogar? Con esta pregunta, se determinará, el valor aproximado que puede tener la propuesta que se desea realizar de implementación domótica. Desde el punto de vista de la ingeniería, los proyectos deben tener un bajo costo económico.

**5.1.3 Pregunta 3** - ¿Cuál es la aplicación más importante de la domótica? Según información en Internet, en primer lugar, están ahorro de energía o en algunas páginas seguridad, como el tipo de aplicación más importante. Con esta encuesta se determinará, que opinan las personas de Copiapó, sobre cuál es la más importante y por ende se debe implementar en este proyecto.

**5.1.4 Pregunta 4** - De los siguientes sistemas a implementar, ¿Elija los dos que considere más importante? Se realizará un listado de los sistemas más utilizados en la actualidad, para elegir los 3 o 4 sistemas a implementar en este proyecto. Para obtener los mas importantes y prioritarios.

**5.1.5 Pregunta 5** - Al implementar una casa domótica, ¿Cuál de los siguientes controladores elegiría? En este punto, se utilizarán 2 centrales de alarma, que se cotizaron previamente y una placa Arduino, para saber el porcentaje de aceptación con el que cuenta Esta tecnología. De esta forma, elegir la mejor opción cual la cual realizar la implementación domótica, del módulo didáctico.

A continuación, se presenta la Tabla N° 5.1: Encuesta implementación Domótica <sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Con las 3 primeras preguntas y sus distintas alternativas. Para que los encuestados, puedan elegir.



**Tabla N° 5.1: Encuesta implementación Domótica <sup>1</sup>/<sub>2</sub>.**

Encuesta Implementación Domótica <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
<p>Pregunta 1: ¿Usted consideraría implementar la domótica en su hogar, con el fin de tener un consumo eficiente, mayor seguridad y comodidad?</p> <p>A) Si</p> <p>B) No</p>
<p>Pregunta2: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar, para implementar una mejora domótica en su hogar? EJEMPLO: Encendido automático de luces, detección de intrusos</p> <p>A) Entre 20.000 y 40.000 pesos chilenos</p> <p>B) Entre 40.000 y 60.000 pesos chilenos</p> <p>C) Entre 60.000 y 80.000 pesos chilenos</p> <p>D) Entre 80.000 y 120.000 pesos chilenos</p> <p>E) Más de 120.000 pesos chilenos</p>
<p>Pregunta 3: Según su opinión, ¿Cuál es la aplicación más importante de la domótica?</p> <p>A) Seguridad: Proteger bienes y a las personas</p> <p>B) Ahorro de energía: Uso eficiente de la energía</p> <p>C) Confort: Comodidad para el usuario, (ejemplo: control remoto)</p> <p>D) Comunicaciones: Pantallas, tele-vigilancia</p> <p>E) Accesibilidad: Mejoras para personas con discapacidades</p>

A continuación, se presenta la Tabla N° 5.2: Encuesta implementación Domótica <sup>2</sup>/<sub>2</sub>. Con las 2 últimas preguntas y sus distintas alternativas. Para que los encuestados, puedan elegir.

**Tabla N° 5.2: Encuesta implementación Domótica <sup>2/2</sup>.**

Encuesta Implementación Domótica <sup>2/2</sup>
<p>Pregunta 4: De los siguientes sistemas a implementar, ¿Elija los dos que considere más importante?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>A) Encendido automático de luces al oscurecer</li><li>B) Control de temperatura ambiental</li><li>C) Detección de intrusos al interior de la casa</li><li>D) Detección de fugas de gas</li><li>E) Detección de fuego o humo</li><li>F) Encendido y apagado de electrodomésticos</li><li>G) Aviso de llegada de terceros a la vivienda</li><li>H) Riego automático del jardín</li><li>D) Apertura o cierre de puertas o ventanas</li><li>J) Apertura de persianas o toldos</li></ul>
<p>Pregunta 5: ¿Cuál de los siguientes controladores elegiría?</p> <ul style="list-style-type: none"><li>A) Central de alarmas, con un sensor de movimiento, un sensor magnético y una sirena – Precio \$55.000 pesos chilenos</li><li>B) Central de alarmas, con 6 sensores de movimiento, 6 sensores magnéticos para puertas o ventanas, y una sirena – Precio \$120.000.</li><li>C) Placa Arduino, con alarma, sensor de temperatura, sensor detector de intrusos, encendido de luces al oscurecer y/o detección de gas – Precio \$ 37.000</li></ul>

Resultados en las tablas 5.3 y 5.4 Respuestas encuesta implementación domótica.

**Tabla N° 5.3: Respuestas encuesta implementación Domótica 1/2**

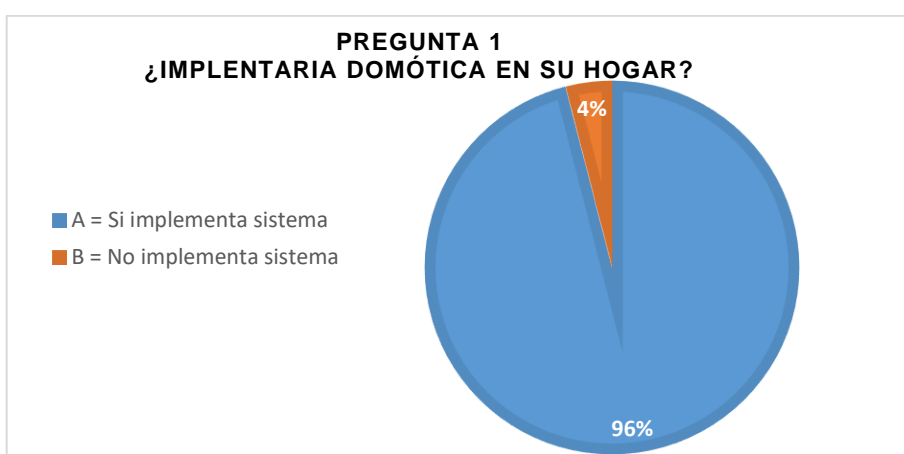
Respuestas Encuesta Implementación Domótica 1/2						
	Pregunta 1	Respuesta 2	Respuesta 3	Respuesta 4		Respuesta 5
1°	A	A	A	A	C	C
2°	A	D	A	D	E	C
3°	A	C	A	C	D	C
4°	B	-	-	-	-	-
5°	A	B	A	C	I	C
6°	A	D	A	A	D	C
7°	A	B	A	A	C	A
8°	A	D	A	D	C	C
9°	A	A	B	A	F	C
10°	A	A	C	D	I	C
11°	A	A	B	C	D	C
12°	A	B	B	E	F	C
13°	A	C	A	A	C	C
14°	A	B	B	C	D	C
15°	A	A	A	D	I	C
16°	A	B	A	C	E	C
17°	A	A	B	D	E	C
18°	A	D	A	C	D	C
19°	A	A	A	A	C	C
20°	A	C	B	D	G	C
21°	A	B	B	C	E	A
22°	A	C	C	B	C	A
23°	A	C	A	A	C	B
24°	A	C	A	A	C	C
25°	A	A	D	B	G	C

**Tabla N° 5.4: Respuestas encuesta implementación Domótica <sup>2</sup>/<sub>2</sub>.**

Respuestas Encuesta Implementación Domótica <sup>2</sup> / <sub>2</sub>						
	Pregunta 1	Respuesta 2	Respuesta 3	Respuesta 4		Respuesta 5
26°	A	A	A	A	C	B
27°	A	B	A	A	C	A
28°	A	A	B	F	D	A
29°	A	B	A	B	C	C
30°	A	B	A	D	C	C
31°	A	B	A	A	G	C
32°	A	C	A	A	D	C
33°	A	D	B	B	D	C
34°	A	A	B	C	D	C
35°	A	A	B	A	D	A
36°	A	A	A	D	E	A
37°	A	A	B	C	F	C
38°	A	A	C	C	A	A
39°	A	B	C	D	G	C
40°	A	D	A	C	D	B
41°	A	B	A	B	C	C
42°	A	C	A	B	C	A
43°	A	D	E	C	D	C
44°	A	C	D	C	F	C
45°	A	B	B	B	G	C
46°	B	-	-	-	-	-
47°	A	D	A	C	A	A
48°	A	B	A	C	D	C
49°	A	A	A	A	C	C
50°	A	B	B	D	B	C

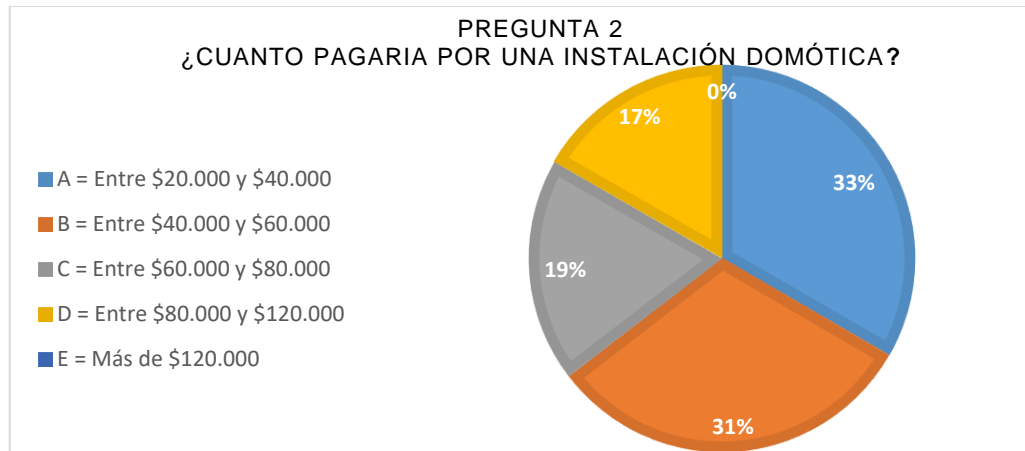
## 5.2 Análisis de las respuestas

**5.2.1 Pregunta 1** - ¿Usted consideraría implementar la domótica en su hogar, con el fin de tener un consumo eficiente, mayor seguridad y comodidad? Para responder a esta pregunta consideraron dos alternativas. Como se podrá apreciar en, la figura N° 5.1: Grafico respuesta 1. El 96 % de los encuestados considera realizar una implementación domótica en su propio domicilio. Con este primer antecedente, se aprecia la buena acogida que tiene la domótica según las personas encuestadas. Esta pregunta, muestra buenos indicios, para implementar un sistema domótico.



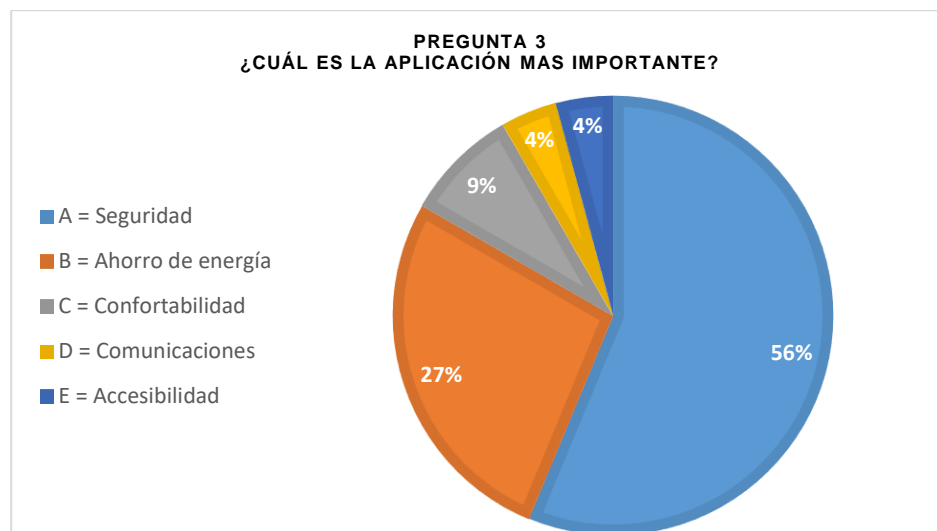
**Figura N° 5.1: Grafico Respuesta 1.**

**5.2.2 Pregunta 2** - ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar, para implementar una mejora domótica en su hogar? Ejemplo: Encendido automático de luces, detección de intrusos. Como se puede apreciar en la figura N° 5.2: Grafico respuesta 2. El 33 % de los encuestados pagaría el valor más bajo para poder implementar una implementación domótica en su vivienda, entre 20.000 y 40.000 pesos chilenos. El segundo porcentaje más alto 31 %, pagaría entre 40.000 y 60.000 pesos chilenos. Con estas respuestas, debemos considerar, que el costo de implementación es extremadamente importante. A medida que el valor de la implementación aumenta, las personas encuestadas tienden a no considerar realizar la inversión.



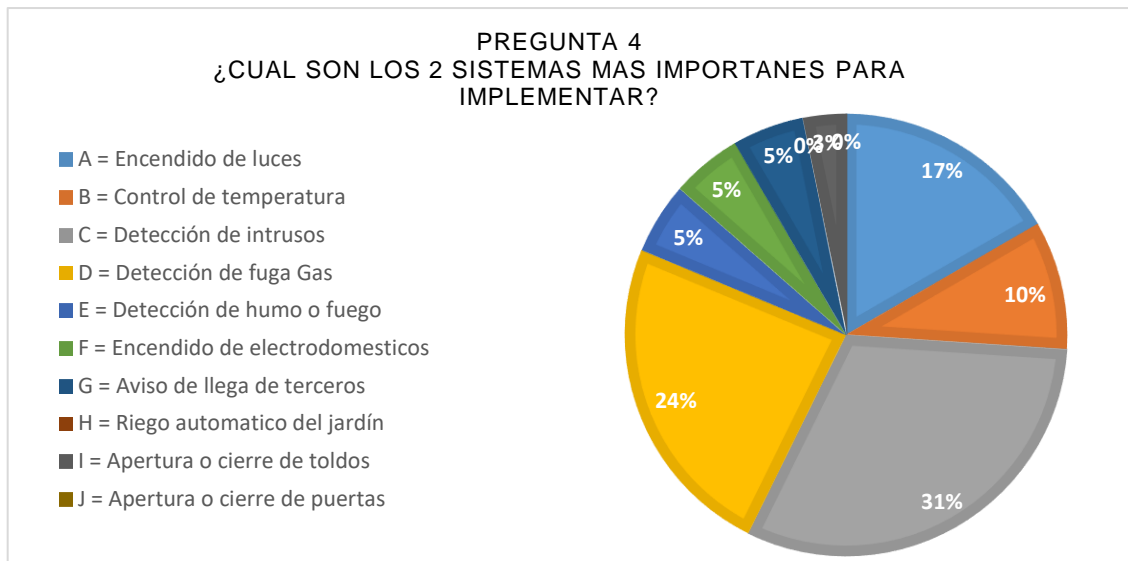
**Figura N° 5.2: Grafico respuesta 2.**

**5.2.3 Pregunta 3** - ¿Cuál es la aplicación más importante de la domótica? Para responder a esta pregunta consideraron cinco alternativas. Como se puede apreciar en la Figura N° 5.3: Grafico respuesta 3. El 56 % de los encuestados considera que la aplicación, más importante es la seguridad. En segundo lugar, con un 27 %, los encuestados consideran al ahorro de energía, como otra de las aplicaciones más importantes. Solo el 8 % considera a la confortabilidad como una aplicación importante y en último lugar, con un 4 % están comunicaciones y accesibilidad.



**Figura N° 5.3: Grafico respuesta 3**

**5.2.4 Pregunta 4** - ¿Elija los dos sistemas que considere más importante? Como se podrá apreciar en la figura N° 5.4: Grafico respuesta 4. El 31 % de los encuestados considera que el sistema más importante al implementar es “Detección de intrusos”, seguido con un 24 % “Detección fuga de gas”, el tercer sistema con mayor relevancia con un 17 % es “Encendido automático de luces” y en cuarto lugar con un 9 % “Control de temperatura”.



**Figura N° 5.4: Grafico respuesta 4.**

**5.2.5 Pregunta 5** - ¿Cuál de los siguientes controladores elegiría? Como se podrá apreciar en la figura N° 5.5: Grafico respuesta 5. El 73 % de los encuestados considera que el control empleando una Placa Arduino es el más conveniente. Desde el punto de vista económico y en su amplia versatilidad.



**Figura N° 5.5: Grafico respuesta 5.**

### **5.3 Conclusiones encuesta para elección sistemas domóticos**

En el área de seguridad de los habitantes, considerada como la más importante según los resultados obtenidos por la encuesta, es indispensable contar con sensores que detecten la presencia de intrusos, estos sensores son los más usados en los sistemas de alarmas, son conocidos en el mercado como sensores PIR. Los sensores PIR, se encargarán de detectar movimientos en lugares que deberían estar desocupados. Por ello, es indispensable contar con un sistema de detección de intrusos en el módulo. Control de intrusos, será el primer y principal sistema, a implementar.

Siguiendo con la seguridad, se debe implementar un sistema, que detecte humo, fuego o gas. Este sistema se antepondrá a un incendio. Con este sistema, se busca salvaguardar los bienes patrimoniales de los habitantes del hogar. En el caso de un hogar, se considerará como sistema prioritario, la fuga de gas ya sea de cocinas o canalizaciones. Para la detección de emplea un sensor, que cuenta las partículas por millón de gas en el aire, y genera una alarma. El sensor detectará si existe humo en la habitación y se lo informará al controlador. De esta manera, se puede saber y evitar un incendio y las pérdidas que conlleva.

En el área del ahorro de energía, existe un sensor resistivo, que detecta la luz u oscuridad, este sensor se puede emplear para el encendido y apagado automático de la iluminación de la vivienda. Cuando se ponga o salga el sol. Existe otra forma de programar la iluminación y es por horarios. Pero como en nuestro país, existen los cambios de hora, lo correcto sería, utilizar un sensor de luz, para el control de la iluminaria. De esta manera, el dueño del hogar, se libera de realizar la programación del encendido, cambiando horarios, según la fecha. Este sensor, permite calcular el nivel de oscuridad, enciendo las luces, a la oscuridad requerida, todo esto configurable desde la tarjeta Arduino y el software.



En el área de confort o comodidad, se puede monitorear la temperatura ambiente, utilizando un sensor de temperatura. Es un hecho conocido, que la temperatura ambiente, afecta directamente en la salud de las personas, inclusive en sus estados de ánimo. Utilizando un sensor y un equipo de calefacción o aire acondicionado, se puede mantener la temperatura ambiente en un rango agradable. Este sensor tiene un alto rango de medida y puede incluso ser sumergido en agua, lo que le proporciona un alto índice de protección. El sensor arroja una medida, la cual se puede utilizar para encender, luces de advertencia o equipos de control de temperatura. Además, de informar, cual es la temperatura actual.

Como cada sistema al ser activado debe generar una alarma, se considerará un Buzzer y luces led para cada sistema, así de esta manera, se informará al usuario de la ocurrencia de algún evento, para tomar las medidas correctivas. Se pretende utilizar una pantalla LCD y un teclado de 4x4, para activar o desactivar la tarjeta y visualizar el estado de cada sistema en tiempo real.

Para controlar todo lo anterior emplearemos una Tarjeta Arduino, según la cantidad de sensores, tarjetas y módulos, se pretende escoger el mejor modelo de Arduino. Lo importante es que, esta tecnología, tiene un bajo costo y cuenta con mayores opciones que las centrales de alarmas antes mencionadas, que solo tienen como objetivo la seguridad, y dejan de lado el ahorro energético y la comodidad. Por el alto uso de cableado, para implementar todos los dispositivos, de una vez, es posible que se emplee una tarjeta mas robusta, en este caso se recomienda la tarjeta Arduino Mega 2560. Esta tarjeta, tiene un precio mayor, pero cuenta con mas entradas y salidas para una mejor implementación.

Si se quisiera agregar sensores de temperatura o sensores de humo o fuego, el valor será aún más elevado. En el siguiente capítulo, se elegirán los componentes que conformaran la automatización domótica con tecnología Arduino y corroboraremos si económicamente es más rentable que las actuales centrales de alarma.

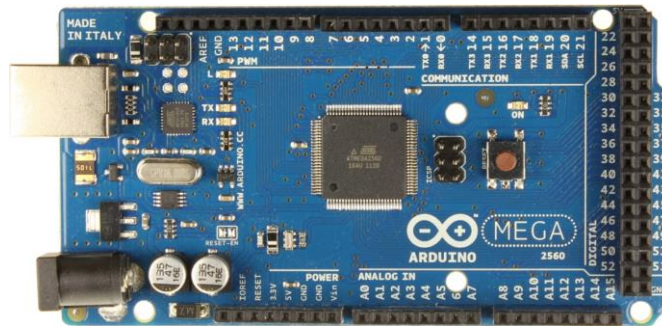
## **CAPITULO 6. COMPONENTES DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Para realizar la confección del módulo educativo de domótica, es preciso adquirir un kit Arduino, este cuenta con varios módulos y accesorios que serán de gran utilidad para comenzar con la implementación. Para que el precio sea más conveniente, se comprará un kit en una página web de productos chinos [www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com), se demorará un mes en llegar. Los demás componentes, se pueden cotizar en una página de venta en Chile <http://www.maxelectronica.cl/12-arduino>, se demorarán tres días, aproximadamente en llegar.

Para tener un mejor entendimiento de los distintos sensores o módulos compatibles con Arduino, se realizará una explicación de los componentes que se emplearán en el módulo de simulación domótica. Esto para tener un mejor dominio sobre el tema, al finalizar este capítulo, se realizará un recuento de todos los componentes y su valor, para realizar la comparación con respecto a las centrales de alarma y determinar si es conveniente, desde el punto de vista económico emplear un control con Arduino

### **6.1 Arduino Mega 2560**

Solo considerando la pantalla LCD y el teclado, se emplean 14 terminales digitales. Es por ello por lo que no se puede utilizar un Arduino Uno, que solo cuenta con 13 terminales digitales. Buscando una alternativa, que cumpla con las características de la tarjeta Arduino Uno, la tarjeta más utilizada de Arduino, se utilizará una Arduino Mega 2560. Esta tarjeta, tiene 54 terminales digitales, que es más que suficiente para implementar todo el sistema de domótica, quedando pines disponibles para realizar una futura mejora, por parte de alumnado en proyectos o futuros laboratorios. En la figura N° 6.1, se podrá apreciar al Arduino Mega 2560.



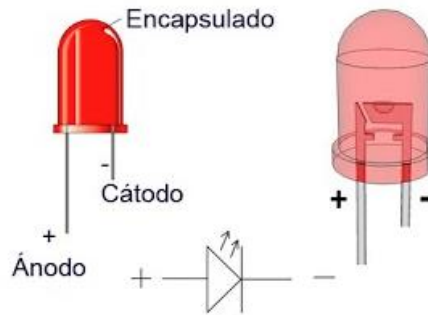
**Figura N° 6.1: Arduino Mega 2560.**

Arduino MEGA2560 R3 es una placa basada en el microcontrolador ATmega2560. Esta tiene 54 terminales de entradas/salidas digitales (14 pueden usarse como salidas PWM o analógicas). Cuenta con 16 entradas analógicas, las cuales igualmente pueden ser configuradas como entradas/salidas digitales, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un alimentador Jack y un botón reinicio.

## **6.2 Buzzer y leds**

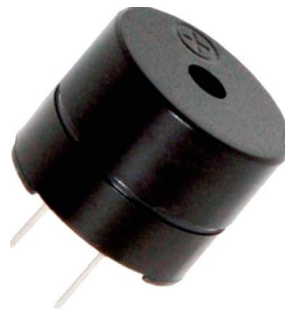
Para realizar la programación de los cuatro sistemas antes mencionados, es necesario contar con leds indicadores de la emergencia y un Buzzer sonoro. Estos LED y Buzzer, se activarán dependiendo de la emergencia y servirán como una advertencia lumínica, para advertir el problema. Según cada tipo de emergencia, se activará un led diferente, para indicar el problema específico.

Los LED son Diodos especiales que, al ser atravesados por una corriente, pueden emitir luz. Se alimentan con 5 Volts con corriente continua. Existen diodos LED de varios colores que dependen del material con el cual fueron construidos, entre los cuales se encuentran: rojo, azul, verde, amarillo ámbar, blanco frio, infrarrojo, entre otros. Para conectar el led a la tarjeta Arduino, es preciso utilizar una resistencia de 330 Ohm, conectada en serie al diodo, puede ir en el ánodo o en el cátodo.



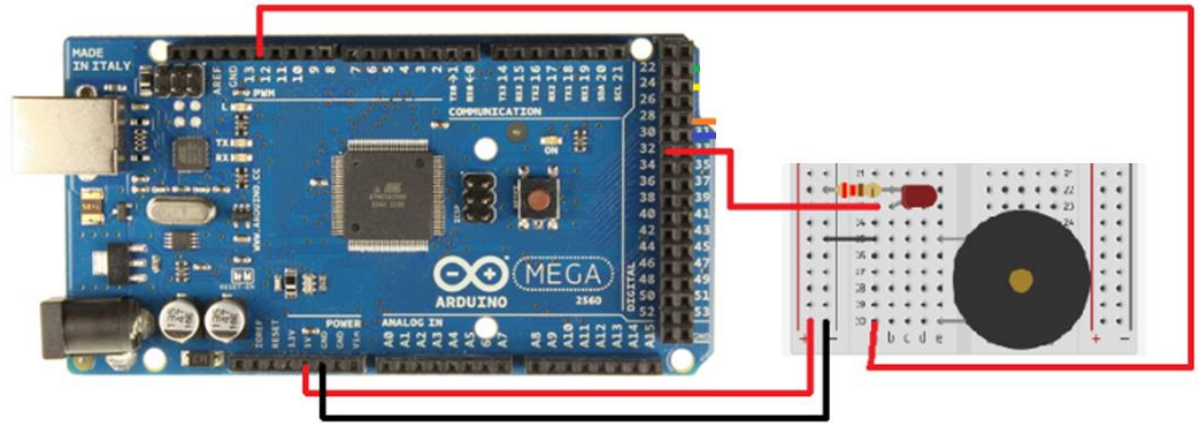
**Figura N° 6.2: Diodo LED.**

El Buzzer o zumbador, es un dispositivo que genera una alarma sonora, que en este proyecto emplearemos como advertencia de una situación fuera de lo común o peligrosa. Este es un Buzzer activo, genera un tono de frecuencia fijo, se alimenta con 5 volts de tensión continua y no necesita de resistencias en serie para funcionar. Sus características técnicas son: Voltaje de alimentación: 3.5 - 5.5 Volts DC; Corriente de operación: < 25 mA y Frecuencia emitida:  $2300 \pm 500$  Hz. En la figura N° 6.4: Buzzer, se puede observar un típico Buzzer, empleado en Arduino.



**Figura N° 6.3: Buzzer.**

A continuación, se muestra como es la conexión típica de un Led y Buzzer a un Arduino. El Led, va conectado a un pin como salida digital y a un pin de tierra. Entre el diodo y la tierra, se debe agregar una resistencia de mínimo 330 Ohm, para evitar que el led sufra una sobre corriente. El Buzzer se conecta a un terminal usándolo como salida PWM, se emula una salida analógica y a un terminal de tierra. No es necesario utilizar resistencia.



**Figura N° 6.4: Conexión de Led y Buzzer.**

### 6.3 Sensor de gas metano

El sensor de gas metano MQ2, es un instrumento analógico, se emplea para detectar fugas de gas. El MQ2 puede detectar: gas licuado de petróleo, i-butano, propano, metano, alcohol, hidrogeno. Posee una alta sensibilidad y un rápido tiempo de respuesta. Además, cuenta con un potenciómetro para ajustar la sensibilidad de detección o partículas por millones de gas, en el aire.

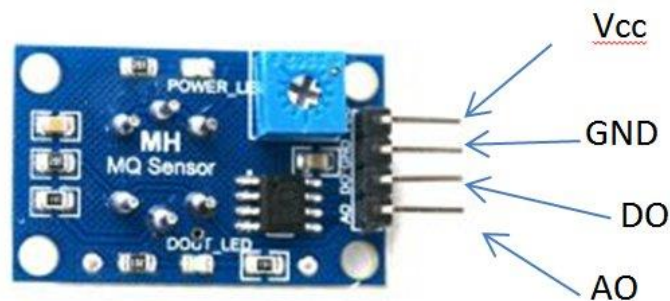
Este sensor detecta presencia de gas combustible y humo en concentraciones de 300 a 10.000 ppm. Cuenta con una sencilla interfaz de tensión analógica, de esta manera solo emplea un terminal de entrada analógica de la tarjeta Arduino.

Para que MQ2 detecte la presencia de gas, el terminal de alimentación se debe conectar a 5 Volt y el terminal negativo a tierra, de esta manera el sensor se mantiene lo suficientemente caliente para funcionar. La sensibilidad del detector se ajusta con una carga resistiva entre los terminales de salida y tierra. Se puede observar al sensor en la figura N° 6.6: Sensor gas MQ4.



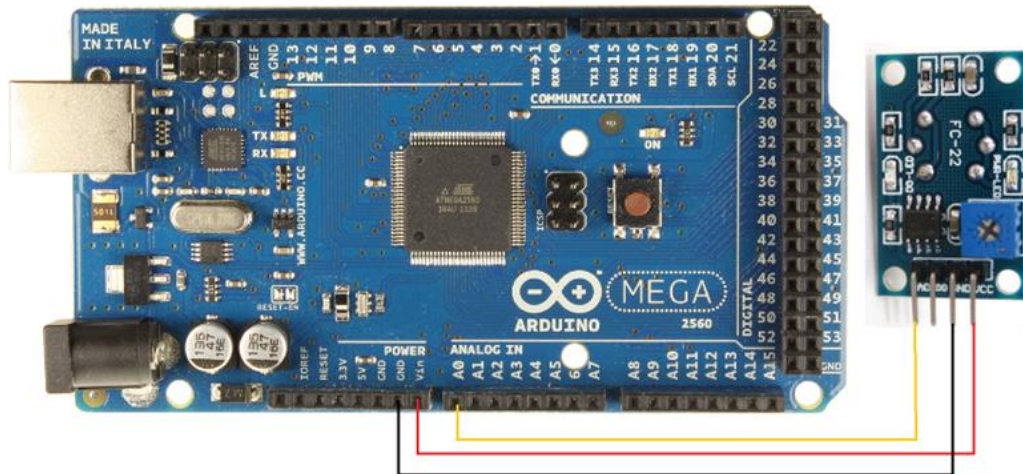
**Figura N° 6.5: Sensor de gas MQ4.**

La tarjeta del sensor MQ2 cuenta con dos salidas de datos, una salida digital (DO) y otra salida analógica (AO). La salida digital envía una señal en estado alto, cuando el sensor llega a un nivel deseado previamente, el cual se puede ajustar por medio del potenciómetro. La salida analógica va aumentando el valor del voltaje en proporción al nivel de gas que el sensor detecta. Conexionado y alimentación del sensor, en figura N° 6.7: Terminales del sensor de gas MQ4.



**Figura N° 6.6: Terminales del sensor de gas MQ4.**

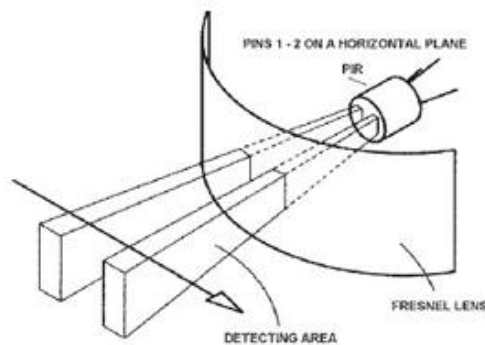
Al utilizar un Arduino Mega 2560, se debe realizar la conexión de la siguiente forma, como indica la figura N° 6.7: conexionado de sensor MQ4, para alimentar el sensor y conectarlo a una entrada analógica de Arduino. De todas maneras, se puede utilizar cualquier tipo de tarjeta Arduino.



**Figura N° 6.7: Conexión de sensor MQ4.**

#### 6.4 Sensor detector de movimiento

El módulo PIR HC-SR501, es un sensor piro eléctrico pasivo infrarrojo. Incluye un sensor, un lente controlador PIR BISS0001, regulador y demás componentes de apoyo para una fácil utilización. Cuenta con un rango de detección de 3 a 7 metros. Utiliza lentes Fresnel de 199 zonas y un ángulo de 100°. La salida se activa alta a 3.3 Volts de tensión continua. Su tiempo de activación es regulable. Consume < 50  $\mu$ A en reposo y su voltaje de alimentación fluctúa entre los 4.5 a 20 Volts de tensión en continua.



**Figura N° 6.8: Campos de un sensor PIR.**

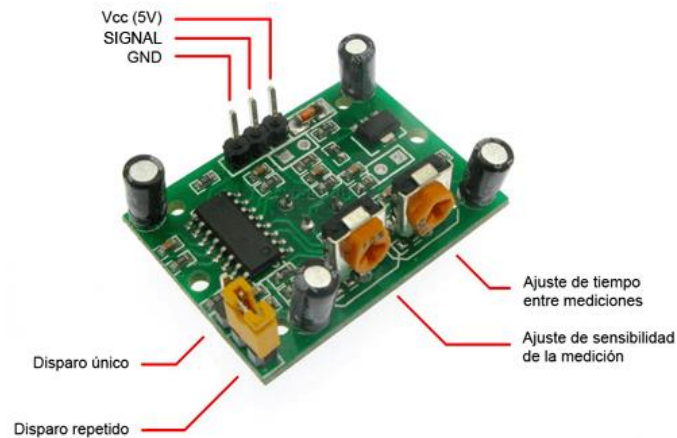


El otro elemento esencial para un mejor funcionamiento del sensor es una cúpula plástica formada por lentes de Fresnel, que divide el espacio en zonas y enfoca la radiación a cada campo del PIR.



**Figura N° 6.9: Sensor PIR HC-SR501.**

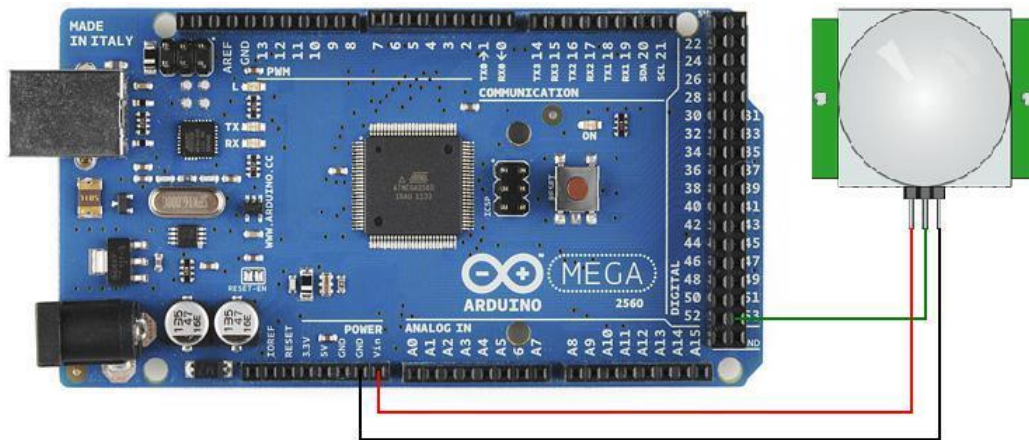
El sensor HC-SR501 cuenta con un terminal para una salida de datos digital (DO), otro para la alimentación de 5 VDC y un terminal de tierra. La salida digital envía una señal en estado alto, cuando el sensor llega a un nivel deseado previamente. Además, cuenta con dos potenciómetros, uno para ajustar la sensibilidad de la medición y otro para el tiempo entre mediciones. Por último, se cuenta con un jumper que permite elegir entre un disparo único y un disparo repetido.



**Figura N° 6.10: Entradas y ajustes del sensor PIR.**

Al utilizar un Arduino Mega 2560, se debe realizar la conexión de la siguiente forma, para alimentar el sensor PIR y conectarlo a un terminal, utilizado como entrada digital de Arduino. De todas maneras, se puede utilizar cualquier tipo de tarjeta Arduino.





**Figura N° 6.11: Conexión PIR**

## 6.5 Fotorresistor LDR

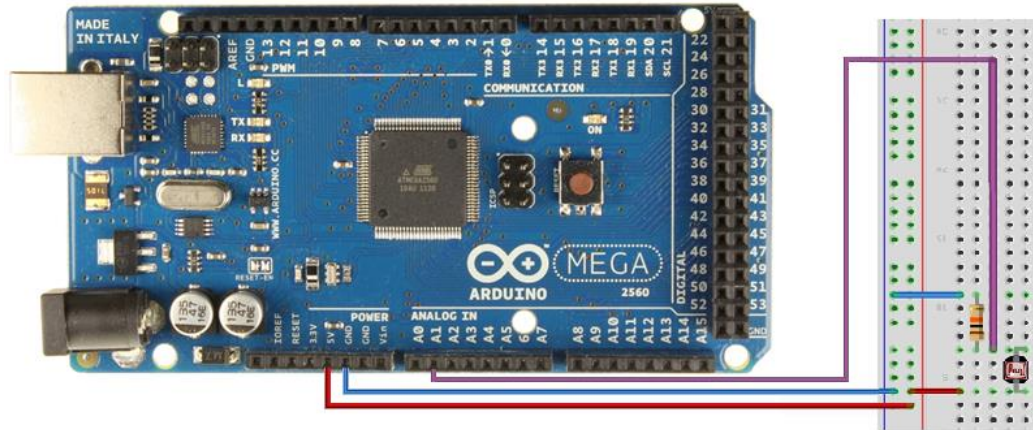
El sensor LDR (*Light-Dependent Resistor* o *Resistor dependiente de la luz*) es un tipo de resistencia que varía su valor dependiendo de la cantidad de luz que la ilumina. Los valores de una fotorresistencia cuando está totalmente iluminada y cuando está totalmente a oscuras varía. Puede medir 1000 ohmios (1 K) en iluminación total y puede llegar a los 50.000 ohmios (50 K) cuando está a oscuras.

El LDR es fabricado con materiales de estructura cristalina, y utiliza sus propiedades fotoconductoras. El valor de la fotorresistencia (en Ohmios) no varía de forma instantánea cuando se pasa de luz a oscuridad o, al contrario, y el tiempo que se dura en este proceso no siempre es igual si se pasa de oscuro a iluminado o si se pasa de iluminado a oscuro.



**Figura N° 6.12: Sensor foto resistivo LDR.**

Al utilizar un Arduino, para alimentar el sensor foto resistivo LDR. El sensor no cuenta con polaridad, se puede conectar de cualquier forma. Al conectar uno de sus extremos, debe ser alimentado con 5 Volts de tensión continua, el otro extremo se conecta a una resistencia de 10 K $\Omega$ , que va a la tierra, entre la resistencia y el sensor resistivo, se posiciona un conductor, que va hacia una de las entradas analógicas.

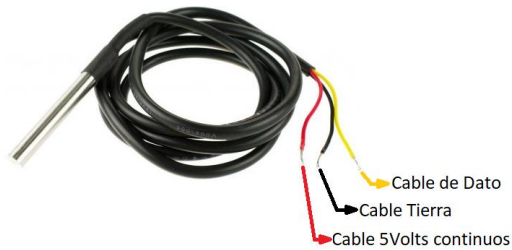


**Figura N° 6.13: Conexión Sensor LDR.**

## 6.6 Sensor de temperatura

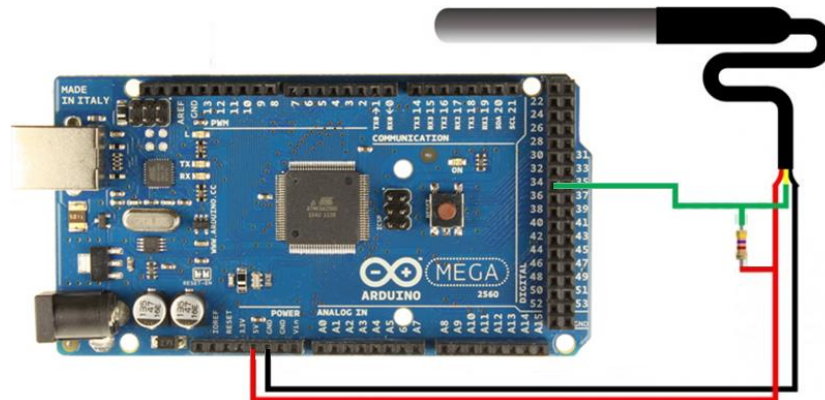
El sensor de temperatura DS18B20, es un dispositivo que cuenta con una comunicación digital. Emplea tres terminales: Alimentación (5Vdc), GND (Tierra) y el terminal de datos. El sensor usa la comunicación por OneWire. OneWire es un protocolo de comunicación, que permite enviar y recibir datos empleando para esta tarea un solo cable. A diferencia de otros protocolos digitales, que utilizan dos o más líneas, para los datos.

Sensor digital, tiene una resolución de 9 y 12 bits, mide temperaturas entre -50 a 125 grados centígrados, con una precisión de  $\pm 0.5$  grados y utiliza el protocolo OneWire. Consta de un cable largo para aplicaciones donde es necesario sumergirlo en líquidos u otras sustancias. Para leer los datos del sensor desde la tarjeta Arduino, es necesario utilizar dos librerías, que se deben instalar antes de cargar el código, en la placa Arduino. Las librerías que utiliza el sensor son: Dallas Temperature y OneWire.



**Figura N° 6.14: Cables del sensor DS18B20.**

Para el correcto funcionamiento del sensor de temperatura DS18B20, es necesario agregar una resistencia de 4,7 K Ohm, esta resistencia se conecta entre el cable de alimentación y el cable de datos. El sensor se alimenta con 5 Volts de tensión (Cable rojo) y Tierra (cable negro). El cable de datos va conectado a un terminal digital, en este caso se usó un cable verde, por lo general es rojo. Como se mencionó anteriormente, entre el cable de datos y el cable de alimentación, se agrega una resistencia.



**Figura N° 6.15: Conexión Sensor DS18B20.**

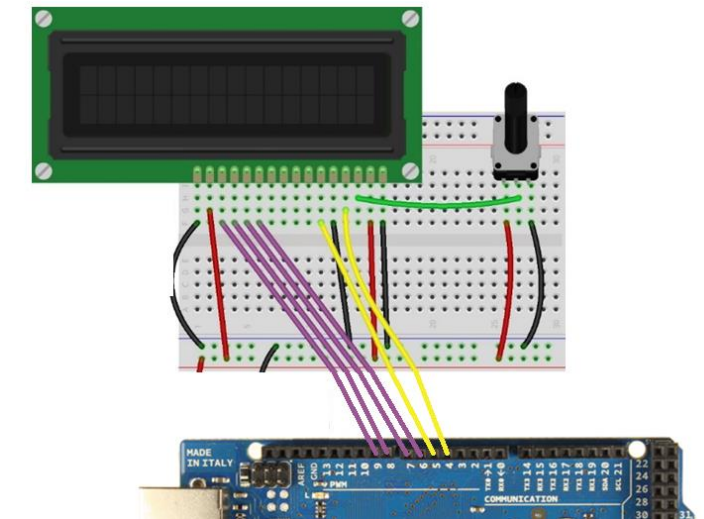
## 6.7 Display alfanumérico LCD 2x16

Para poder visualizar detecciones, alarmas u otros y no depender de un PC, la mejor opción es utilizar un display alfanumérico El display LCD DH44780, permite visualizar mensajes y caracteres que provengan de la tarjeta Arduino. Este display puede visualizar 16 caracteres en dos filas, completando un total de 32 caracteres, se alimenta con 5 Volts y es compatible con una gran cantidad de librerías. Cuenta con iluminación, tiene un amplio ángulo de visión, un alto contraste que es ajustable. Dimensiones 80 mm x 36 mm x 12 mm y área de visualización 64.5 mm x 16 mm.



**Figura N° 6.16: Pantalla LCD 2x16 DH44780.**

Para un óptimo funcionamiento del display LCD 2x16 DH33780, es necesario conectar de forma correcta los terminales que se indicarán en la siguiente imagen, además se debe emplear un potenciómetro, para regular el contraste de la pantalla. La conexión entre Arduino y el display DH44780, debería ser, como se muestra en la siguiente imagen.



**Figura N° 6.17: Display LCD 2x16 DH44780.**

## CAPÍTULO 7. PROGRAMACIÓN

Para realizar el montaje y programación de los cuatro sistemas y su visualización, es preciso analizar cada sistema por separado, para una mejor comprensión del programa. A continuación, se realizará un análisis paso a paso de los distintos Sketch o código.

### 7.1 Terminales de entradas y salidas

El actual modulo didáctico de automatización domiciliaria, cuenta con dos entradas analógicas, correspondientes al sensor de gas MQ2 y al sensor fotoresistivo LDR. Una salida PWM, correspondiente al Buzzer de alarma. Once salidas digitales, correspondientes a los leds de alarma y a la pantalla LCD. Además de diez entradas digitales, relacionadas al sensor PIR, al sensor de temperatura DS18B20 y las otras 8 al teclado de membrana 4x4. Empleando veinticuatro terminales de datos en total. Como se puede apreciar a simple vista, aun se puede expandir el sistema, debido a la gran capacidad de terminales que tiene la tarjeta Arduino Mega 2560. En la figura N° 7.1, se podrán apreciar los terminales, de la tarjeta Arduino Mega.

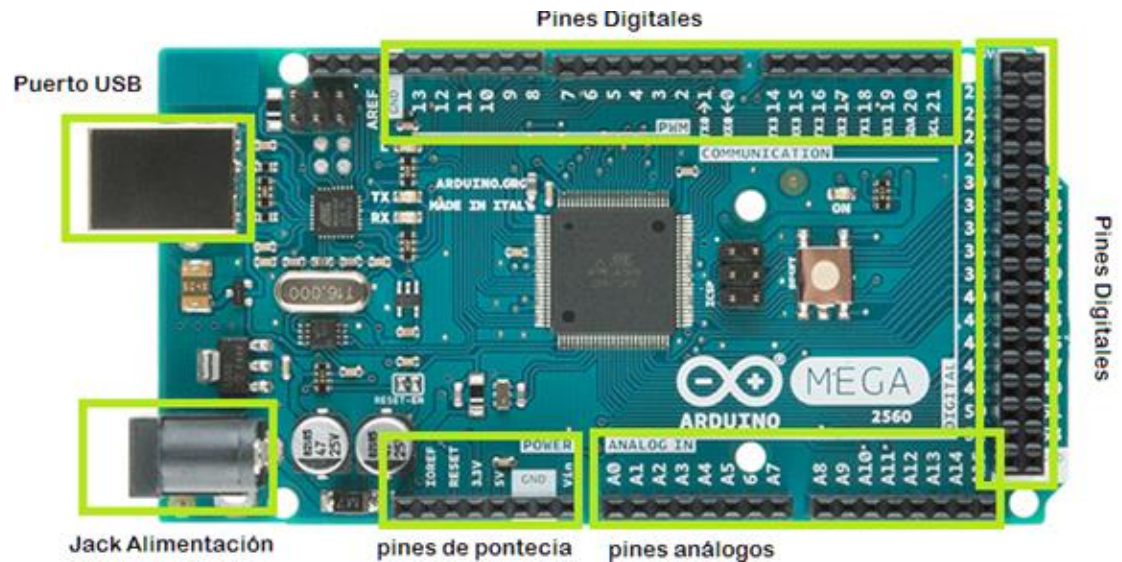


Figura N° 7.1: Terminales tarjeta Arduino Mega.



A continuación, se realizará una tabla para realizar un catastro de los terminales que se emplearán en el control domiciliario. En esta tabla se incluyen 2 entradas analógicas (Sensor de gas y sensor de temperatura), 10 entradas digitales (Correspondiente al teclado) 12 salidas digitales (sensores leds y pantalla LCD) y una salida PWN (correspondiente al buzzer).

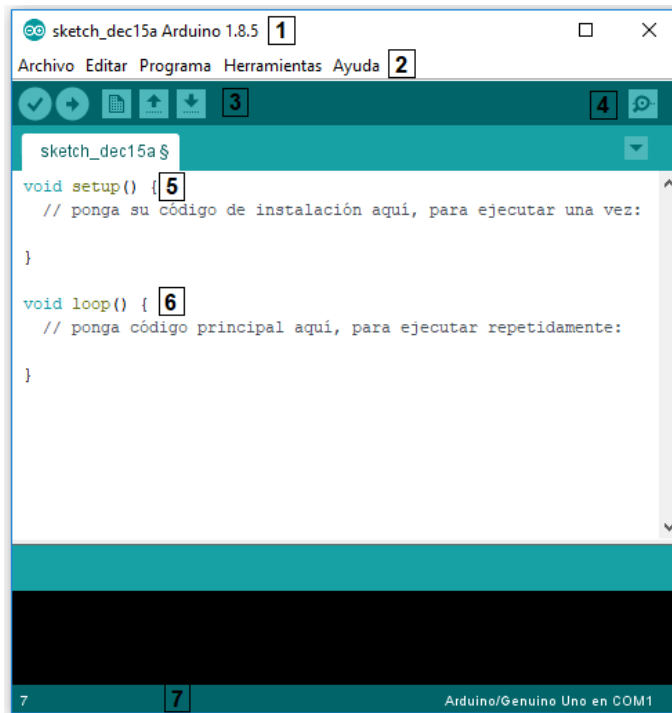
**Tabla N° 7.1: Terminales empleados en Tarjeta Arduino 2560.**

<b>P IN</b>	<b>TIPO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<b>12</b>	Salida PWN	Buzzer (zumbador)
<b>0</b>	Entrada analógica	Sensor de gas MQ2
<b>1</b>	Entrada analógica	Sensor de luz LDR
<b>22</b>	Salida digital	Led advertencia Alarma Gas (Verde)
<b>24</b>	Salida digital	Led advertencia detección movimiento
<b>26</b>	Entrada digital	Sensor de movimiento PIR
<b>28</b>	Salida digital	Led se encienden en la oscuridad
<b>30</b>	Salida digital	Led advertencia temperatura baja
<b>32</b>	Salida digital	Led advertencia temperatura alta
<b>34</b>	Entrada digital	Sensor de temperatura (OneWire)
<b>36</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Fila 1
<b>38</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Fila 2
<b>40</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Fila 3
<b>42</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Fila 4
<b>44</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Columna 1
<b>46</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Columna 2
<b>48</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Columna 3
<b>50</b>	Entrada digital	Teclado 4x4 Columna 4
<b>4</b>	Salida digital	Pantalla LCD Datos
<b>5</b>	Salida digital	Pantalla LCD Datos
<b>6</b>	Salida digital	Pantalla LCD Datos
<b>7</b>	Salida digital	Pantalla LCD Datos
<b>9</b>	Salida digital	Pantalla LCD Control del Contraste
<b>10</b>	Salida digital	Pantalla LCD Enable inicia transmisión
<b>11</b>	Salida digital	Pantalla LCD RS Selecciona tipo de datos

## 7.2 Software Arduino

Para programar la tarjeta Arduino, es necesario descargar e instalar el software Arduino IDE (Entorno de desarrollo integrado). Este software se puede descargar gratuitamente desde la página oficial de Arduino [www.arduino.cc/en/Main/Software](http://www.arduino.cc/en/Main/Software). (Arduino, s.f., pág. Software)

Arduino IDE, está disponible para instalarlo en Windows, Windows APP o Android, Mac OS X y Linux (32bits, 64 bits y ARM). La instalación es sencilla, luego de descargar el software, se debe ejecutar como administrador y presionar siguiente hasta terminar. Al abrir Arduino IDE, el programa abrirá una ventana que consta de una barra de menús, algunas botoneras y el área donde se realiza el código. En la actualidad la última versión que existe de Arduino IDE es la 1.8.13. En la figura N° 7.2, se podrá apreciar, el software Arduino, para configurar las tarjetas Arduino|.



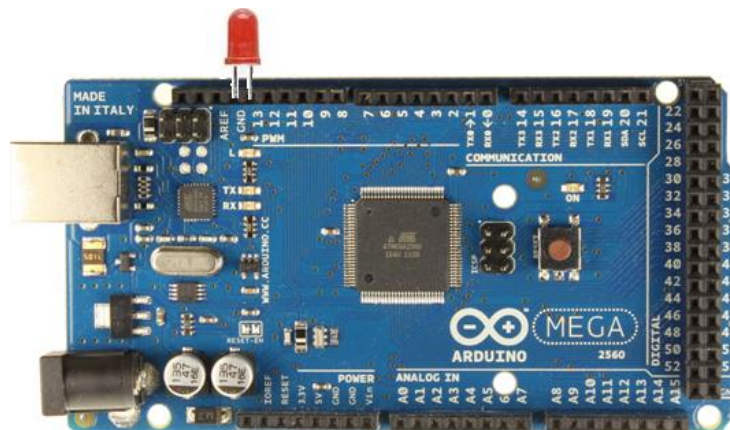
**Figura N° 7.2: Software Arduino.**

En la tabla N° 7.2, se indicarán las partes más importantes, del software Arduino, estas partes, se encuentran enumeradas, en la figura N° 7.2 software Arduino, que se acaba de presentar anteriormente.

**Tabla N° 7.2: Partes de Software Arduino**

Partes de software Arduino	
1	Nombre del programa y versión del software
2	Archivo: Se pueden abrir otros proyectos, guardar, ejemplos, etc. Editar: Deshacer, rehacer, editar, copiar, pegar, etc. Programa: Verificar/compilar, cargar código, librerías. Herramientas: Monitor serial, configuración del puerto USB y placa Ayuda: Soluciones de Arduino
3	Verificar – Subir – Nuevo – Abrir – Salvar
4	Monitor serial
5	Código que presenta las entradas y salidas
6	Código que se repite infinitas veces, es la acción de control
7	Área donde se indican mensajes sobre el código

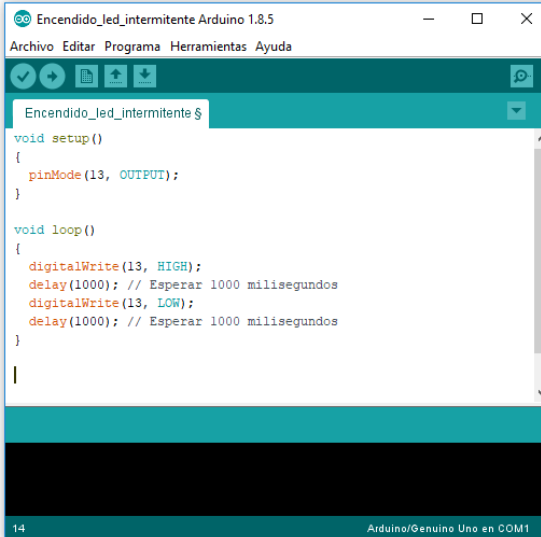
Para tener una mejor comprensión del lenguaje de programación, se realizará un ejemplo básico, el encendido y apagado de un led. Este es el ejemplo más básico y sirve para comenzar a comprender el lenguaje de programación utilizado por Arduino.



**Figura N° 7.3: Conexión Led En Terminal 13.**



En este primer código o sketch, al energizar la placa Arduino, el led se encenderá por un segundo, luego se apagará un segundo y se repetirá este ciclo infinitas veces. El código está dividido en dos secciones, void setup y void loop. En void setup, se identifican los terminales a usar y se indica, si serán entradas o salidas de información, esta función del programa se lee una sola vez. En void loop, se indica el funcionamiento del control, esta función es leída infinitas veces por el programa, como indicará la figura N° 7.4, expuesta a continuación.



```
Encendido_led_intermitente $
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(1000); // Esperar 1000 milisegundos
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(1000); // Esperar 1000 milisegundos
}

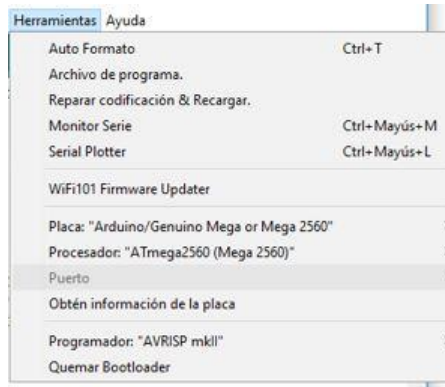
|
```

**Figura N° 7.4: Código Encendido intermitente de un Led.**

En void setup, se escribe el terminal donde se conectará el lado positivo del led y se especifica que este terminal será usado como una salida. Es necesario escribir voidsetup(), todo con minúsculas y luego abrir un corchete, dentro de este corchete se usará el terminal 13 como salida “terminalMode(13, OUTPUT);” y se cierra el corchete.

En void loop, se debe señalar la acción que realizará el led. Se escribe voidloop(), todo con minúsculas y luego se abre un corchete. Dentro del corchete se sentencia que el terminal digital 13 se deberá encender “digitalWrite (13, HIGH);”. En la línea de abajo, se indica que al energizar o encender el led se deben esperar 1000 milisegundos “delay(1000) y luego apagar el terminal digital 13 “digitalWrite(13,LOW);”.

Luego se vuelve a esperar un segundo y el código se repite, hasta que se apague la tarjeta. Para comprobar si el código es correcto o no tiene errores de redacción, se da clic a verificar. En caso de algún error, este se visualizará en la barra inferior. Si el código está correcto, saldrá el texto “compilado”.



**Figura N° 7.5: Configuración Placa y Puerto USB.**

Se debe configurar el tipo de placa Arduino a utilizar y el puerto USB con el cual se conectará la computadora al Arduino. Esto se realizará en el menú herramientas, en la opción placa, se selecciona “Arduino/Genuino Mega or Mega 2560”. Luego en puerto, se debe seleccionar el que esté conectado al Arduino.

### 7.3 Código leds y Buzzer

El control domiciliario, cuenta con cinco leds para cada sistema como advertencia. Un led para advertencia de gas, uno para movimiento, uno para luz y dos para temperatura. Además, cuenta con un Buzzer, para advertir de una emergencia en el caso de los 3 primeros sistemas mencionados.

En el encabezado del programa, se declaran como constantes enteras a los 5 leds y el Buzzer, asignándole un nombre y número de terminal. En void setup, se indica que los leds y el zumbador son salidas. La configuración queda demostrada, en la figura N° 7.6, programación de Leds y Buzzer.

```

//ALARMAS - LEDS Y BUZZER
const int LedGas = 22;
const int LedMovimiento = 24;
const int LedOscuridad = 28;
const int LedFrio = 30;
const int LedCalor = 32;
const int Alarma = 12; //Alarma con pulso analogo

void setup() {

//ALARMAS - LEDS Y BUZZER
pinMode (LedGas, OUTPUT); //Led de Gas
pinMode (LedMovimiento, OUTPUT); //LedMovimiento
pinMode (LedOscuridad, OUTPUT); //LedOscuridad
pinMode (LedFrio, OUTPUT); //Led Frio
pinMode (LedCalor, OUTPUT); //Led calor
pinMode (Alarma, OUTPUT); //Alarma Buzzer
pinMode (PIR, INPUT); //Entrada PIR

```

**Figura N° 7.6: Programación de Leds y Buzzer.**

#### 7.4 Código detección de gas

El sensor de gas, al estar energizado se calienta y es capaz de medir la concentración de gas que se encuentra disipado en la habitación. La medición de la concentración de gas se realiza en partículas por millón (P.P.M.).

En el siguiente código, en la primera parte, se asigna un valor límite de 200 partículas por millón, como concentración de gas. En void setup, se activa el puerto serial para visualizar en la pantalla la concentración de gas. En el void loop, se le indica al controlador que, si la concentración de gas es superior a 200 partículas por millón, se deberá activar el zumbador y su respectivo led, como advertencia de “Alaram de gas”.

Por la pantalla del software, se puede ver la concentración de gas en el ambiente, usando el puerto serial.print. En caso de niveles aceptables se indicará como estado “normal” y en caso de superar las 200 partículas por millón, se indicará como “Alarma”.

```

//SENSOR DE GAS
int valor_limite= 200; //Particulas de gas por millon

void setup() {
//PANTALLA SERIAL
Serial.begin(9600); //Se llama a la pantalla serial
sensors.begin();//Inicializamos el sensor de temperatura }

void loop() {
//ALERTA DE GAS
if(analogRead(A0) > valor_limite)
{analogWrite (Alarma, 0); //Volumen alarma (Max 100)
digitalWrite (LedGas, HIGH); //Si gas supera valor limite alarma
Serial.print("Gas Metano:");
Serial.print (analogRead(A0)); //Envia al Serial el valor leido del Sensor MQ4
Serial.println (" Alarma");
//PANTALLA ALARMA GAS
else {analogWrite (Alarma, 0);
digitalWrite (LedGas, LOW); //Si gas es bajo sin alarma
Serial.print("Gas:");
Serial.print (analogRead(A0)); //Envia al Serial el valor leido del Sensor MQ4
Serial.println (" NORMAL"); }
}

```

**Figura N° 7.7: Código detección de gas.**

## 7.5 Código detección de intrusos

El sensor PIR, se conecta a una entrada digital, al detectar movimiento, enciende el Buzzer y led. En el Sketch, se declaran el sensor, led y el zumbador, en void setup. En void loop, cuando PIR detecte un movimiento, imprime un mensaje de “Intrusos: Alarma” además enciende el led y el zumbador. Cuando se deja de captar movimiento, se apagan el zumbador y el led y por la pantalla se visualiza el mensaje “Intrusos: Normal”.

```

//SENSOR DE MOVIMIENTO PIR
const int PIR = 26; //Sensor de movimiento digital

void loop() {
//ALERTA DE MOVIMIENTO
if (digitalRead(PIR) == HIGH)

{analogWrite (Alarma, 0); //Volumen alarma (Max 100)
digitalWrite (LedMovimiento, HIGH); //Si gas supera valor limite alarma
Serial.println("Intrusos: Alarma");

else {digitalRead(PIR == LOW);
digitalWrite (LedMovimiento, LOW);
Serial.println("Intrusos: Normal");
//PANTALLA LCD SIN INTRUSOS
delay(2000);
lcd.clear();
}
}

```

**Figura N° 7.8: Código detección de intrusos.**

## 7.6 Código control de luces

El sensor foto resistivo LDR, se conecta a una entrada analógica, emplea un led blanco, cuando el sensor detecte cierta cantidad de oscuridad. Se declara un valor cero. En el void setup, se declara el led como salida y el puerto serial a 9600 baudios para imprimir la cantidad de luz. En void loop, si el sensor detecta un valor inferior al configurado en el programa, debería encender la luz o led. En caso contrario el led permanecerá apagado.

```
//SENSOR LDR DE LUZ
const int LDR = A1; // Sensor de luz Analogico
int valorLDR = 0; //Valor entero de comparación

void loop() {
//SENSOR DE LUZ
digitalWrite (LedOscuridad, LOW);
valorLDR= analogRead(LDR);

//COMPARACIONES Y ESCRITURAS DE LUZ
if (valorLDR < 200)
{digitalWrite (LedOscuridad, HIGH);
Serial.print("Luz: ");
Serial.print(valorLDR);
Serial.println(" ON");

else { (valorLDR > 200);
digitalWrite (LedOscuridad, LOW);
Serial.print("Luz: ");
Serial.print(valorLDR);
Serial.println(" OFF");
}
```

**Figura N° 7.9: Código control de luces.**

## 7.7 Código control de temperatura

Para realizar el código de programación del control de temperatura, se deben incluir las librerías de “OneWire” y “Dallas Temperature”. Luego se define el terminal donde se va a conectar el cable de datos del sensor de temperatura. En el void loop, se definen los dos valores de la temperatura, alto y bajo y la activación de los correspondientes leds. En void grados, se realiza la medición de temperatura y el valor se imprime por el monitor serial con 9600 baudios.

```

// BIBLIOTECAS SENSOR DE TEMPERATURA ds18b20
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

void loop() {
//SENSOR DE TEMPERATURA
grados();
digitalWrite (LedCalor, LOW);
if(temperatura>30){digitalWrite(LedCalor, HIGH);
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println("°C Alta");

digitalWrite(LedFrio,LOW);
if(temperatura<10)
{digitalWrite(LedFrio, HIGH);
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println("°C Baja");

if(temperatura>10)
if(temperatura<30)
{Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println("°C Normal");

```

**Figura N° 7.10: Código control de temperatura.**

## 7.8 Código pantalla LCD

Para poder visualizar el estado de los cuatro sistemas, sin el uso del computador, es necesaria la conexión y programación de la pantalla LCD. Esta pantalla imprime información en tiempo real, sobre estado de los sistemas y alarmas activadas. Para tener información en terreno y de forma práctica.

En la parte superior se incluye la biblioteca de la pantalla llamada liquidCrystal, para facilitar la configuración de la pantalla y sea más sencillo para el programador. En void setup, se indican los terminales de datos empleados para la transferencia de datos o salidas digitales. Luego en void loop, se configuran el contraste y se da como ejemplo, la visualización que tendrá la alarma de gas, como se apreciará, en la figura N° 7.11, sobre el código de la pantalla LCD.

```

//DECLARACION PANTALLA LCD
#include <LiquidCrystal.h> //Se incluye la libreria de la pantalla
LiquidCrystal lcd (11,10,4,5,6,7); // ( RS, E, D4, D5, D6, D7)

void setup() {
  //SETUP Pantalla LCD
  lcd.begin(16,2); //Se inicia LCD }

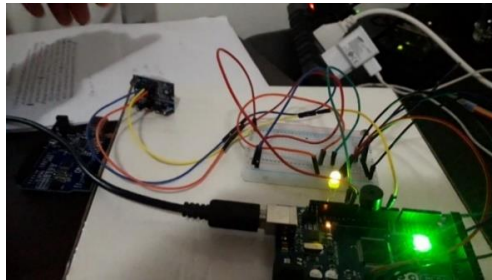
void loop() {
  //LOOP de Pantalla LCD
  analogWrite(9,40); //V0 = Contraste (9pin - 80 contraste[0 a255])
  delay(2000);
  lcd.clear();
  //PANTALLA ALARMA GAS
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Gas:");
  lcd.print(analogRead(A0));
  lcd.print (" Alarma"); }//\n fin linea

```

**Figura N°7.11: Código pantalla LCD.**

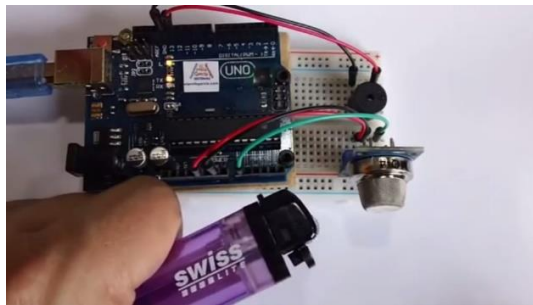
## CAPÍTULO 8. IMPLEMENTACIÓN

Al implementar el módulo de domótica, primero se realizarán pruebas con los distintos sensores y componentes por separado. En estas pruebas, cada sistema funcionó de buena forma, para controlar entre otras cosas, el movimiento o presencia de intrusos, usando el sensor PIR y activando un led respectivo y una alarma sonora. Se programa sensor detector de gas, que al detectar más de 200 partículas por millón activará su respectivo led y la alarma sonora.



**Figura N° 8.1: Prueba de sensor PIR.**

Se configura y conecta sensor fotoresistivo LDR y al oscurecer la habitación, el controlador enciende el led correspondiente al sistema de encendido por oscuridad, al encender luz el led vuelve a su estado apagado. Finalmente se configura el sensor de temperatura, arrojando información a través de la pantalla del computador. La lógica del sistema de control de temperatura es, si la temperatura bajo de los 20 °C, se enciende la alarma de frio o el led azul. Si la temperatura sube sobre los 30 °C, se enciende el led rojo, que indica temperatura alta. Ambos Led están acompañados de la alarma sonora o Buzzer.



**Figura N° 8.2: Pruebas con sensor detector de gas.**



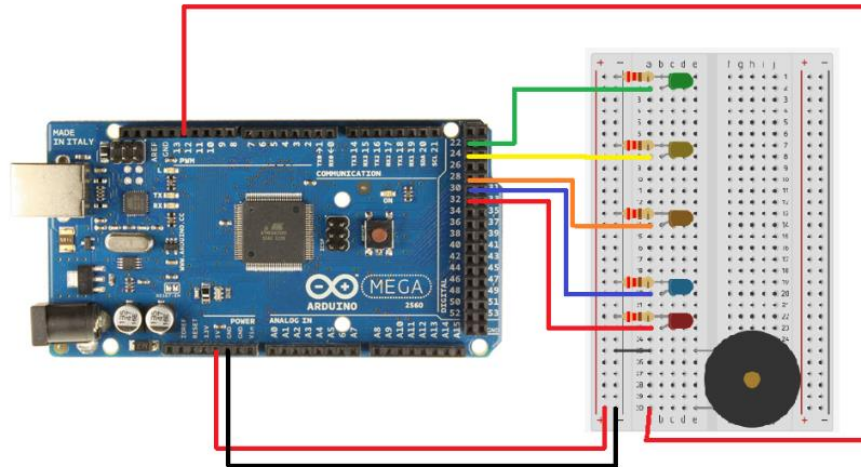
Con los sistemas funcionando de buena manera por separado, se procede a realizar la configuración de todos juntos. Para esto es necesario, realizar una serie de diagramas y tener una mejor comprensión del tipo de conexión. No todos los sensores funcionan de la misma manera, ni tienen la misma forma de conectarse ni mucho menos configurarse. Teniendo todo esto como antecedente, se procederá a realizar diagramas de conexionado sectorizado.

### **8.1 Implementación control domótico**

El módulo de domótica empleará la placa Arduino Mega 2560, esta placa será el controlador de todo el sistema. Para realizar una explicación detallada del conexionado, se realizará por subsistemas, para mejor comprensión de la información. Este módulo cuenta con cuatro sistemas ya mencionados: Detección de gas, detección de extraños, encendido de luces al oscurecer y control de la temperatura.

Cada sistema cuenta con un led, para activarse cuando sea necesario, el sistema de temperatura cuenta con dos leds, uno par temperatura alta y uno para temperatura baja. El Buzzer se activa, si se detecta gas, intrusos o temperaturas extremas.

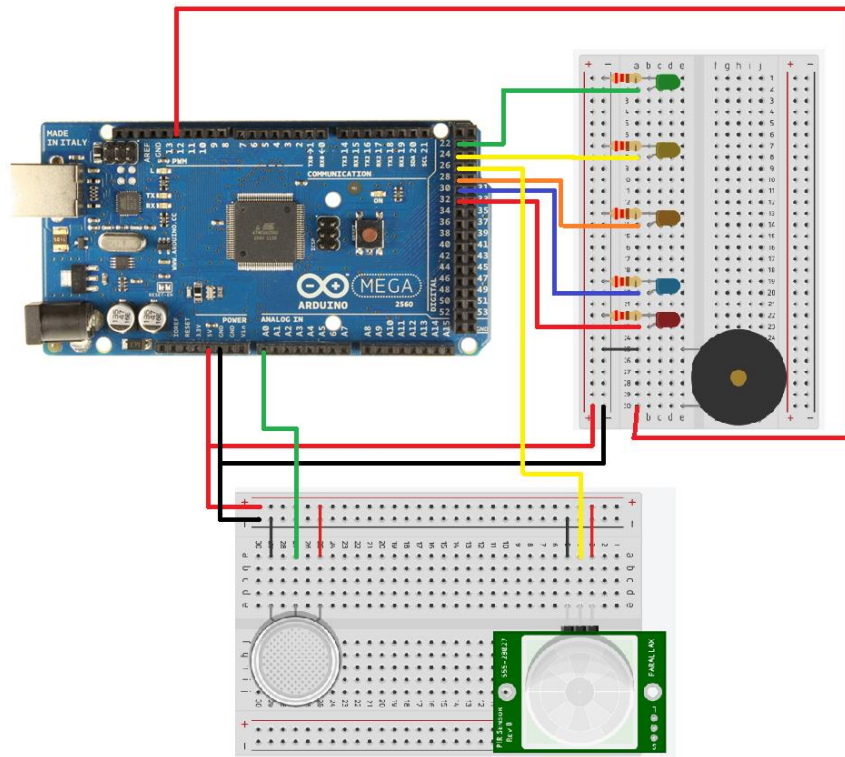
Los leds deben emplear una resistencia de 220 Ohm, y se conectan a terminales, que funcionan como salidas digitales. El Buzzer no emplea resistencia y se conecta a una salida digital PWN, de esta manera logra generar un tono. La conexión desde Arduino Mega 2560 hacia los Leds y el Buzzer queda como se aprecia en la figura N° 8.3.



**Figura N° 8.3: Conexión entre Arduino, Leds y Buzzer.**

Para conectar el sensor de gas, se debe alimentar con 5 Volts (cable rojo), tierra (cable negro) y verde se conecta a A0, que funciona como entrada analógica del Arduino. El sensor de gas, al calentarse, comienza a medir el aire y detecta las partículas por millón de metano. Al estar conectado en una entrada analógica, puede tomar usar un rango de datos, entre 50 y 10.000 partículas por millón de gas, en este caso se realizará como punto de alarma las 200 partículas por millón de gas, para alarmar.

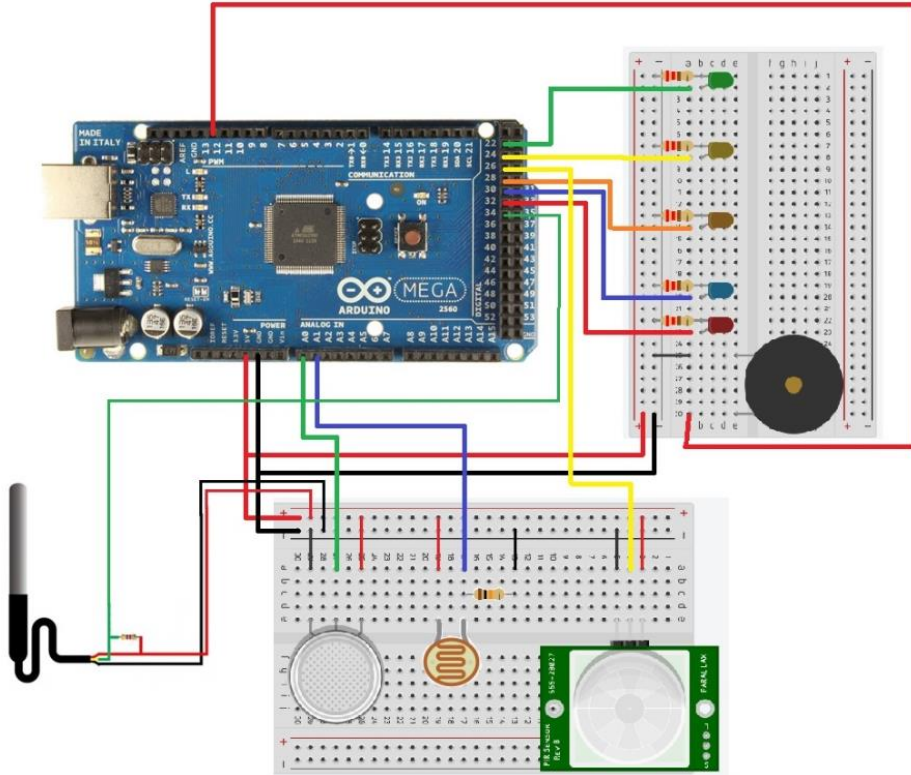
Para conectar el sensor PIR, el procedimiento es similar al conexionado anterior. El PIR cuenta con cables de alimentación, rojo se conecta a 5 Volts y negro a tierra. Además, cuenta con un cable amarillo de señal, este cable llega a Arduino, quien emplea su terminal como una entrada digital. El PIR tiene dos funcionamientos, activado (detectando) o desactivado (no detectando), es por ello por lo que se emplea una entrada digital. El PIR se puede regular para permanecer un mayor tiempo activado al detectar o aumentar su rango de distancia y sensibilidad. Como se puede apreciar en la figura N° 8.4, conexionado entre Arduino, el sensor de gas y el sensor de movimiento PIR, junto a los leds de alarmas y el Buzzer de advertencia.



**Figura N° 8.4: Conexión Arduino, sensor de gas.**

Para conectar el sensor fotoresistivo, este se alimenta con 5 volts en uno de sus extremos. El otro extremo se conecta a tierra y a una resistencia de 10 KOhm, esta resistencia por su otro extremo se conecta a una entrada analógica de la tarjeta Arduino Mega 2560. El sensor fotoresistivo, capta la cantidad de luz existente en el lugar donde esté instalado y funciona como una señal analógica. De esta forma, se puede regular, a cuanta luz ambiental encender o apagar la iluminación automatizada.

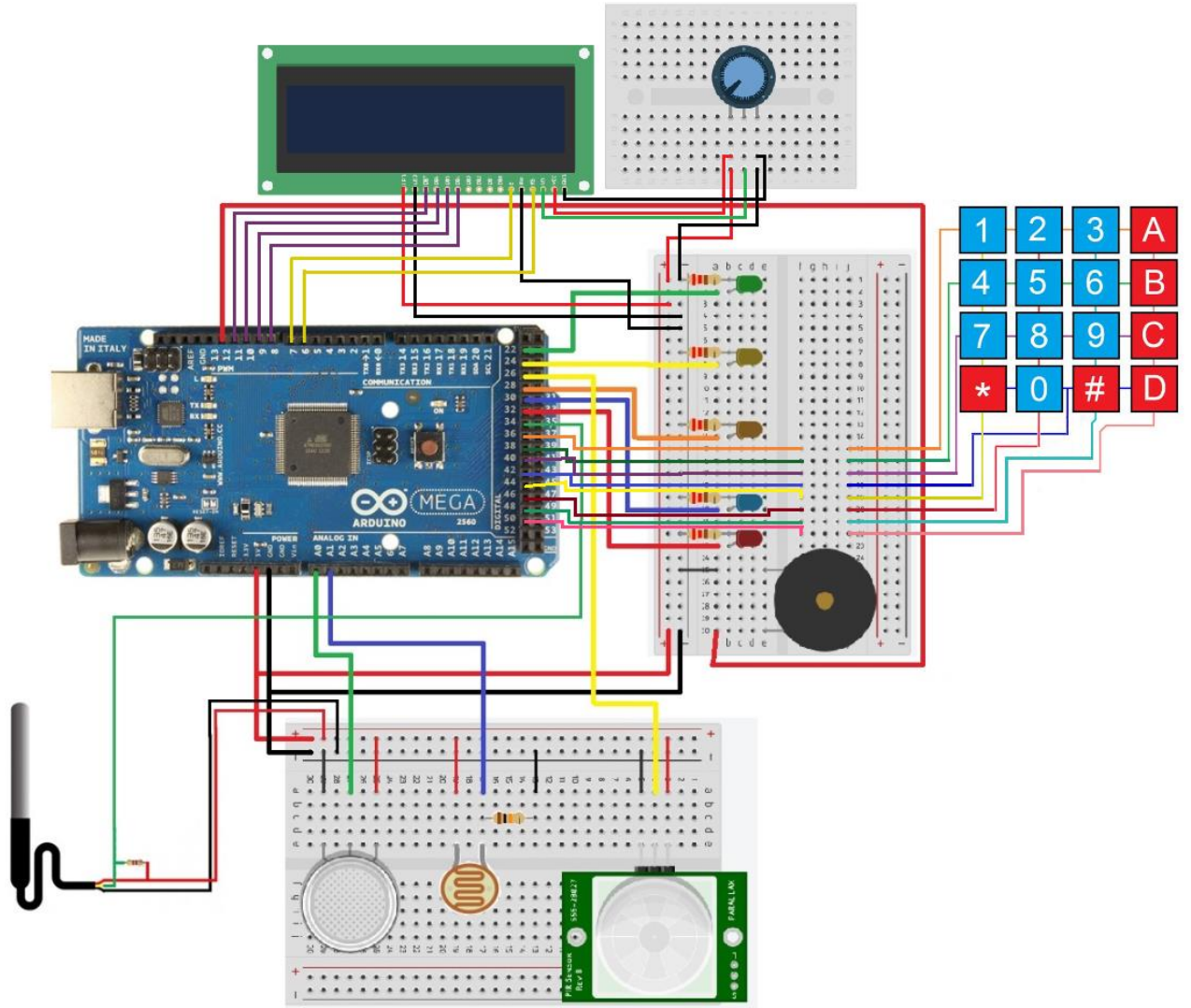
Para conectar el sensor de temperatura, el cable negro se hace llegar directamente a la tierra, el cable rojo a 5 voltios y el cable verde a una entrada digital del Arduino, entre el cable positivo y el cable de señal se instala una resistencia de 4,7 KOhm, esta resistencia permite tener una buena medición. En la figura 8.5, se agregará al conexionado el sensor fotoresistivo y el sensor de temperatura.



**Figura N° 8.5: Conexión sensor fotoresistivo y temperatura.**

Al conectar la pantalla se debe tener extremo cuidado en los terminales que se alimentan como 5 Volts y tierra, Además se debe utilizar un potenciómetro para regular la intensidad del brillo de la pantalla. Las demás conexiones son salidas digitales de la tarjeta Arduino. En este caso se emplearán seis terminales o salidas digitales, para enviar información desde Arduino a la pantalla.

El conexionado del teclado es sumamente simple. Se conectan los ocho terminales, directamente, como salidas digitales de la tarjeta Arduino. Como se puede apreciar en la siguiente imagen, este es el conexionado del módulo de implementación domótica. En la siguiente figura N° 8.6, se agregará al conexionado de la figura anterior, la pantalla LCD y el teclado matriarcal 4x4, de esta forma se tiene una mejor comprensión, sobre los distintos circuitos y su conexionado.



**Figura N° 8.6: Conexión de pantalla LCD y teclado 4x4.**

## CAPÍTULO 9. COSTOS ECONOMICOS

Considerando los cuatro sensores, el controlador, la pantalla, el teclado, las luces led y el Buzzer, se puede calcular un estimativo del valor de los productos, para hacer una comparación con una central de alarmas. Antes de realizar el cálculo del valor total, cabe destacar que las centrales de alarmas solo cuentan con sensores de movimiento PIR y sensores magnéticos de puertas o ventanas.

Agregar un sensor de temperatura, un sensor de luz o un detector de gas, aumentaría aún más el costo de adquisición. Al cotizar en Aliexpress, un kit que cuenta con un Arduino Mega y gran cantidad de los otros componentes el valor es de \$23.000, se compran en Chile el teclado en \$3000, el sensor de temperatura \$4490 y el sensor PIR \$3990. Con estos valores, se puede calcular el costo total de la implementación del módulo.

**Tabla N° 9.1: Valor de implementación domótica.**

COMPONENTES	VALOR
KIT: Arduino Mega2560, Buzzer, etc	\$ 23000
Sensor de temperatura	\$ 4490
Sensor de movimiento PIR	\$ 3990
Teclado 4x4	\$ 3000
<b>Mano de obra instalación</b>	\$50.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 84480</b>

Al realizar la tabla anterior, se puede determinar que el valor total de implementación es de \$ **84.480** pesos, más económico que todas las otras centrales de alarmas. Económicamente, la implementación del control domiciliario controlado con Arduino es rentable. Del punto de vista de las mejoras, este control cuenta con más sensores, que mejoran considerablemente la seguridad, confortabilidad y confort del usuario. Por estos dos puntos, es rentable realizar un control domiciliario, con tecnología Arduino.

## **CAPÍTULO 10. BENEFICIOS ACADEMICOS**

Arduino es una tecnología a la cual se puede acceder fácilmente. Tiene un valor económico relativamente bajo y su programación e implementación no requiere, tener grandes conocimientos de programación, electricidad o instrumentación.

Se puede considerar a la tarjeta arduino, como una opción frente al PLC, controlador lógico programable. Donde se deben tener conocimientos previos de electricidad, electrónica, programación. Además, el PLC al ser un artefacto, que trabaja especialmente, en áreas industriales, tiene un IP mucho más alto, lo que conlleva un valor económico elevado. Es por eso que esta memoria tiene como objetivo, realizar un proceso automatizado, empleando un controlador más amigable con el usuario y fácil de adquirir. Esto va en directo beneficio de los alumnos de las carreras de instrumentación y automatización industrial, electricidad y energías renovables. Donde pueden sacar el máximo provecho de la tarjeta arduino, y sus sensores e instrumentos.

El alumno podrá, emplear la tecnología arduino, para la realización de laboratorios de programación, usarlo en proyectos de titulación en el área de la automatización, realizar proyectos de energías renovables, por contar con equipos que consumen poca corriente. Utilizarlo para mejorar los laboratorios en las actuales dependencias de la universidad o inclusive durante sus prácticas profesionales o ya trabajando, mejorar procesos industriales a bajo costo, implementando la tecnología Arduino. Cuyas prestaciones, están limitadas, solo por la creatividad de cada usuario.

En resumen, el presente estudio, tiene como segundo objetivo, el acercar a los estudiantes de las carreras de tecnología, a la programación empleando Arduino, para brindarles una poderosa herramienta, en el área eléctrica y de automatización. Con bajos costos, altas prestaciones y simples de implementar. Logrando que el alumno, adquiera mayores conocimientos y se convierta en un profesional más preparado.

## CONCLUSIONES

Durante la implementación del módulo de domótica empleando la tecnología Arduino, el primer objetivo era realizar un control de procesos domiciliarios a un bajo costo económico, teniendo como prioridad la seguridad, confortabilidad y accesibilidad de los habitantes del inmueble, donde se implemente la automatización. Se realizó un estudio basado en encuestas, para estar al tanto de la visión que tenía el público sobre la domótica. De esta forma, tomar una decisión sobre la implementación del estudio. Un alto porcentaje de los encuestados consideró, implementar algunas mejoras domóticas en su hogar, por ser necesarias y útiles. Al realizar la pregunta relacionada al valor que estarían dispuestos a pagar, se apreció que el valor es un punto importante. Si bien, las personas se preocupan por su seguridad y confortabilidad, es necesario adquirir un sistema con un valor conveniente para el bolsillo del usuario.

El segundo objetivo de la implementación del módulo domótico, era poder contar con una tarjeta de programación, para brindarles a los alumnos de la carrera mejores herramientas, con las cuales desempeñarse en el área industrial o domiciliaria del control automático. Teniendo en cuenta el bajo costo y fácil programación de la tarjeta Arduino. Se consideró beneficioso implementar un módulo para los alumnos, donde puedan practicar programación en talleres o reforzando y mejorando sus conocimientos y aptitudes. Para mejorar la recepción de Arduino por parte de los alumnos, se realizó un detallado estudio sobre esta tecnología, para que cualquiera que lea este trabajo de titulación, tenga o no conocimientos eléctricos, electrónicos o informáticos, pueda comprender de forma simple y clara. Los capítulos sobre la elección de los componentes, programación de la tarjeta, conexión de los distintos sensores y la puesta en marcha del módulo domótico Arduino, son extremadamente detallados, explicando los distintos sistemas por separado (Encendido de luces, detección de intrusos, control de temperatura y detección de gas), para una mejor comprensión y de esta forma lograr una excelente recepción por parte del alumnado, hacia la tecnología Arduino.



Después de realizar el estudio económico comparativo entre las centrales de alarmas y la tarjeta Arduino y gracias a la realización de cotizaciones, quedó demostrado que económicamente la tecnología Arduino, es la de mayor conveniencia. La central de alarmas, que tiene un precio un poco superior a la implementación de Arduino, tiene muy pocas prestaciones, lo que la hace en extremo limitada. Las otras dos centrales de alarma, tienen valores mucho más elevados y solo cumplen con mantener seguros a los ocupantes del inmueble, descuidando los otros aspectos que debe considerar la domótica. Al implementar el módulo domótico, se pudo comprobar de una manera práctica, que funciona de forma eficiente, luego de realizadas las distintas pruebas y que puede replicarse a un hogar. Junto con las ventajas antes mencionadas al automatizar empleando Arduino, se puede apreciar lo simple que resulta su implementación, conexión rápida y amigable, programación sencilla y fácil comprensión al interactuar por primera vez con Arduino. Esto conyeba que esta placa, se convierta en una de las tarjetas programables, más importantes para los electrónicos, instrumentistas, electricistas, alumnos y docentes en la actualidad.

Además, este proyecto de titulación tiene un objetivo académico, el cual busca que los futuros estudiantes de la carrera, tengan una mejor y más fácil relación con la programación de Arduino y lo consideren una buena opción, al momento de automatizar un proceso, medir variables o controlar un equipo. Estos conocimientos adquiridos durante los años de estudio, se podrán aplicar en el campo laboral, logrando contar con profesionales, mejor preparados, para enfrentar los nuevos desafíos, tanto en el área de control, programación y electrónica. Como experiencia personal, luego de cursar el ramo de microcontroladores en el segundo año de carrera, comencé a interesarme por la programación e implementación de proyectos usando Arduino. Esto mismo, puede pasar con futuros alumnos de la carrera, que tengan interés en Arduino y utilicen la presente tesis, para adentrarse en el mundo de la programación. De esta manera, este proyecto de título, sirve como un manual, amigable al usuario, para adquirir nociones básicas de programación y utilización de Arduino y sus distintos dispositivos asociados.

De manera practica, se realizo un modulo, que cuenta con los cuatro sistemas y la pantalla de visualización. Se realizó un video para dejar en evidencia, como sugirio el profesor guia, el buen funcionamiento del proceso de control y monitoreo de condiciones. De esta forma, se pudo ratificar, que el sistema propuesto, cumple con su funcionalidad domitica, de brindar seguridad al usuario (Alarma de intrusos), cuidar de las instalaciones (Alarma de gas), ahorro de energia (Medicion de luminosidad) y control de temperatura (Confortabilidad). Todos estos procesos, se pueden ver en estado normal o estado alarma, en la patalla del computador o en la pantalla LCD. Con este video, que se expondra durante la defensa de tesis, queda en manifiesto, la efectividad de la pruesta domitoca, a nivel de un proyecto ingenieril y a nivel de un proyecto academico, para futuros estudiantes, que quieran desarrollar proyectos similares.

La tarjeta Arduino Mega 2560, cuenta con un gran numero de pines, de entrada o salida. En este caso, quedan pines disponibles, para seguir mejorando el modulo interactivo y agregar otros sistemas, que no fueron considerados en este proyecto de titulación. Para agregar o mejorar el proyecto, el unico limite es la creatividad del usuario. Como solo es necesario, declarar el pin y programar un dispositivo, esta modificación no altera lo que se tenia programado antes, una de las tantas oportunidades que nos brinda Arduino, para seguir mejorando e innovando.

## BIBLIOGRAFIA

- Arduino. (s.f.). *Arduino*. Obtenido de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Caicedo Pedreda, A. (2014). *Arduino para principiantes*. Galicia: IT campus academy.
- Concepto de definicion*. (1 de octubre de 2015). Obtenido de <http://conceptodefinicion.de/domotica/>
- Córcoles, S., & Moreno, A. (2018). *Arduino. Edición 2018 Curso Practico*. Madrid: RA-MA Editorial.
- Definición, A. (2017). *Definición de Domótica*. Obtenido de Definición de Domótica: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/domotica.php>
- Drakon. (2009). *Drakon*. Obtenido de <http://www.drakon.cl/producto/alarma-gsm-plus-kit-base/>
- drakon. (2009). *drakon chile*. Obtenido de <http://www.drakon.cl/producto/alarma-gsm-plus-kit-base/>
- Fersontec. (2022). <https://www.fersontec.cl>. Obtenido de <https://www.fersontec.cl/alarmas-gsm/sistema-de-alarma-gsm-inalambrica-ft3000-para-casa-negocio-oficina-departamentos>
- Flores, J. (s.f.). *Muy interesante*. Obtenido de <https://www.muyinteresante.es/innovacion/articulo/ique-es-la-domotica>
- Gyssel, R. (s.f.). *Monografías*. Obtenido de Domótica: <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>
- [https://www.electronline.cl/sistema-de-alarma-gsm-de-casa-99-zonas-inalambricas-7-alambrica-cqn?gclid=CjwKCAjwr56IBhAvEiwA1fuqGtbXOh3mKWIs1RoWJ3Roh\\_mWdyKZc94pXpNlexlshbgOLyR4xjZHKhoCzVMQAvD\\_BwE](https://www.electronline.cl/sistema-de-alarma-gsm-de-casa-99-zonas-inalambricas-7-alambrica-cqn?gclid=CjwKCAjwr56IBhAvEiwA1fuqGtbXOh3mKWIs1RoWJ3Roh_mWdyKZc94pXpNlexlshbgOLyR4xjZHKhoCzVMQAvD_BwE). (2021).
- limitada, i. (2022). *Impotec*. Obtenido de <https://impotec.cl/kit-gsm/61-alarma-gsm-casa-kit-completo-sirena-exterior-inalambrica-000000004001.html>
- López, C., Espinoza, M., & Barrientos, A. (2015). Implementación de una solución de domótica. *Sinergia e innovación*, 88-120.
- Merino Córdoba, S. (2019). *Dómotica. Gestión de la energía y gestión técnica de edificios*. RA-MA Editorial.
- Muñoz, A. (2011). *Domótica e Inmótica KNX Guía práctica para el Instalador*. España: Ediciones Experiencia.
- +SEGTv. (s.f.). *SEGTv*. Obtenido de <http://www.segtv.cl/products/view/3>
- Torrente, Ó. (2013). *Arduino. Curso práctico para la formación*. Madrid: RC.

## ANEXOS

### PROGRAMA COMPLETO

```
//ALARMAS - LEDS Y BUZZER
const int LedGas = 22;
const int LedMovimiento = 24;
const int LedOscuridad = 28;
const int LedFrio = 30;
const int LedCalor = 32;
const int Alarma = 12; //Alarma con pulso analogo
//SENSOR DE GAS
int valor_limite= 200; //Particulas de gas por millon
//SENSOR DE MOVMIENTO PIR
const int PIR = 26; //Sensor de movimiento digital
//SENSOR LDR DE LUZ
const int LDR = A1; // Sensor de luz Analogico
int valorLDR = 0; //Valor entero de comparación
// BIBLIOTECAS SENSOR DE TEMPERATURA ds18b20
#include <OneWire.h> // (modelo del sensor DS18b20)
#include <DallasTemperature.h>
// Sensor Temp pin 34
#define ONE_WIRE_BUS 34
//Configurar oneWire
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
//Declaración de variables de temperatura
float temperatura=0.00;
int i=0;
//DECLARACION PANTALLA LCD
#include <LiquidCrystal.h> //Se incluye la libreria de la pantalla
LiquidCrystal lcd (11,10,4,5,6,7); // ( RS, E, D4, D5, D6, D7)

void setup() {
//SETUP Pantalla LCD
lcd.begin(16,2); //Se inicia LCD
//ALARMAS - LEDS Y BUZZER
pinMode (LedGas, OUTPUT); //Led de Gas
pinMode (LedMovimiento, OUTPUT); //LedMovimiento
pinMode (LedOscuridad, OUTPUT); //LedOscuridad
pinMode (LedFrio, OUTPUT); //Led Frio
pinMode (LedCalor, OUTPUT); //Led calor
pinMode (Alarma, OUTPUT); //Alarma Buzzer
pinMode (PIR, INPUT); //Entrada PIR
//PANTALLA SERIAL
Serial.begin(9600); //Se llama a la pantalla serial
sensors.begin();//Inicializamos el sensor de temperatura}
```

```

void loop() {
//LOOP de Pantalla LCD
analogWrite(9,40); //V0 = Contraste (9pin - 80 contraste[0 a255])
delay(2000);
lcd.clear();
//ALERTA DE GAS
if(analogRead(A0) > valor_limite)
{analogWrite (Alarma, 100); //Volumen alarma (Max 100)
digitalWrite (LedGas, HIGH); //Si gas supera valor limite alarma}
Serial.print("Gas Metano:");
Serial.print (analogRead(A0)); //Envia al Serial el valor leido del Sensor MQ4
Serial.println (" Alarma");
//PANTALLA ALARMA GAS
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Gas:");
lcd.print(analogRead(A0));
lcd.print (" Alarma"); } //\n fin linea
else {analogWrite (Alarma, 0);
digitalWrite (LedGas, LOW); //Si gas es bajo sin alarma
Serial.print("Gas:");
Serial.print (analogRead(A0)); //Envia al Serial el valor leido del Sensor MQ4
Serial.println (" NORMAL");
//PANTALLA GAS NORMAL
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Gas:");
lcd.print(analogRead(A0));
lcd.print (" Normal"); } //\n fin linea

//ALERTA DE MOVIMIENTO
if (digitalRead(PIR) == HIGH)
{analogWrite (Alarma,100); //Volumen alarma (Max 100)
digitalWrite (LedMovimiento, HIGH); //Si gas supera valor limite alarma
Serial.println("Intrusos: Alarma");
//PANTALLA LCD INTRUSOS
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Intrusos: Alarma"); } //\n fin linea
else {digitalRead(PIR == LOW);
digitalWrite (LedMovimiento, LOW);
Serial.println("Intrusos: Normal");
//PANTALLA LCD SIN INTRUSOS
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Intrusos: Normal"); } //\n fin linea //Si no hay movimiento

```

```

delay(2000);
lcd.clear();
//SENSOR DE LUZ
digitalWrite (LedOscuridad, LOW);
valorLDR= analogRead(LDR);
//SENSOR DE TEMPERATURA
grados();
digitalWrite (LedCalor, LOW);
if(temperatura>30){ digitalWrite(LedCalor, HIGH);
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println("°C Alta");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Tem:");
lcd.print(temperatura);
lcd.print(" Alta");} //Encender led rojo sobre 30Grados
digitalWrite(LedFrio,LOW);
if(temperatura<10)
{ digitalWrite(LedFrio, HIGH);
Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println("°C Baja");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Tem:");
lcd.print(temperatura);
lcd.print(" Baja");} //Encender led azul bajo 10grados

if(temperatura>10)
if(temperatura<30)
{ Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.println("°C Normal");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Tem:");
lcd.print(temperatura);
lcd.print(" Normal");}
//COMPARACIONES Y ESCRITURAS DE LUZ
if (valorLDR < 200)
{ digitalWrite (LedOscuridad, HIGH);
Serial.print("Luz: ");
Serial.print(valorLDR);
Serial.println(" ON");
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Luz:");
lcd.print(valorLDR);
lcd.print(" ON");}

```

```
else { (valorLDR > 200);
digitalWrite (LedOscuridad, LOW);
Serial.print("Luz: ");
Serial.print(valorLDR);
Serial.println(" OFF");
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Luz:");
lcd.print(valorLDR);
lcd.print(" OFF");} }
//Para escribir la temperatura
void grados(){
sensors.requestTemperatures(); // Envía el comando para obtener temperaturas
temperatura=sensors.getTempCByIndex(0); // getTempCByIndex(0) se refiere al primer
Serial.println("-----");} //Imprime la temperatura: ____ °C
```

