



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“AUTOMATIZAR EL MONITOREO Y CONTROL DE AIRES
ACONDICIONADOS ANALÓGICOS UBICADOS EN LOS
LABORATORIOS DE COMPUTACIÓN DE LA FCNM”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

CARMEN STEPHANIA ARMENDÁRIZ PIGUAVE

LUIS MIGUEL ROBELLY ROBELLY

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2018

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y a mis padres, por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en los transcurso de mi vida. A mis hermanas por estar siempre conmigo cuando más lo necesitaba para darme apoyo en mis estudios. Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis profesores, y a mis amigos por haberme apoyado en las buenas y malas, sobre todo por haber compartido conmigo en sus conocimientos y su amistad.

Carmen Stephania Armendáriz Piguave

A Dios por la guía que me brindo en mis momentos de mayor debilidad, a mis abuelitos Luis y Carmen por apoyarme, guiarme, acompañarme, aconsejarme y aguantarme a lo largo de todo este camino. A mis padres, que me brindaron la ayuda necesaria para nivelarme en los primeros años de esta carrera universitaria. A mis amigos Wilmer, Katherine, Mayda y Genesis por estar a mi lado cuando más los necesitan. A mis maestros que contribuyeron a mi desarrollo profesional. Y, por último, al Lic. José Flores, por la guía y apertura brindada.

Luis Miguel Robelly Robelly

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mi padres, por ser mi apoyo desde el inicio de mi carrera, a mis hermanas por estar conmigo apoyando a seguir adelante, a mis amigos y a mis profesores por darme el apoyo condicional para lograr mis objetivos.

Carmen Stephania Armendáriz Piguave

El presente proyecto es dedicado a mis abuelitos Luis y Carmen, a mis padres Miguel y Cecilia por ser mi apoyo al inicio de este proceso, a mi hermana Katyhuska, y por último a mis amigos y profesores por el apoyo brindado.

Luis Miguel Robelly Robelly

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual".

Stephania Armendáriz Piguave

Luis Robelly Robelly

TRIBUNAL EVALUADORES

Ing. Robert Andrade Troya
PROFESOR EVALUADOR

Ing. María Angélica Santacruz
PROFESORA EVALUADOR

RESUMEN

En este proyecto se diseñó un sistema de monitoreo que permitirá controlar los niveles de temperatura, el encendido y apagado de los aires acondicionados que se encuentran ubicados en los laboratorios de computación de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM), en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Uno de los principales inconvenientes identificados en esta unidad académica, es el dispendio de energía eléctrica por parte de los aires acondicionados de la facultad, al no existir un control de la energía que consumen estos equipos en horarios en los que no son utilizados por estudiantes y profesores.

A través del presente proyecto se pretende optimizar el consumo de energía, diseñando un sistema de monitoreo que permitirá controlar los niveles de temperatura utilizando placas arduino y sensores.

Palabras claves: temperatura, arduino, sensores, aires acondicionado, sistema de monitoreo

ABSTRACT

In this project a monitoring system was designed to control the temperature levels, the switching on and off of the air conditioners that are located in the computer labs of the Faculty of Natural Sciences and Mathematics (FCNM), in the High School Polytechnic of the Litoral (ESPOL). One of the main drawbacks identified in this academic unit is the expenditure of electricity by the air conditioners of the faculty, since there is no control of the energy consumed by these teams at times when they are not used by students and teachers

Through this project, the aim is to optimize energy consumption by designing a monitoring system that will allow control of temperature levels using arduino plates and sensors.

Keywords: *temperature, Arduino, air aconditions, system monitoring, sensors, java*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del Problema.....	2
1.3 Objetivo.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco Teórico.....	3
CAPÍTULO 2.....	4
2. METODOLOGÍA.....	4
2.1 Fase de Empatizar.....	4
2.2 Fase de Definir.....	5
2.3 Fase de Idear.....	5
2.4 Fase de Prototipos.....	8
CAPÍTULO 3.....	9
3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	9
3.1 Hardware utilizado.....	10
3.1.1 Concepto básico de la placa Arduino.....	10

3.1.2	Comparativa entre las diferentes placas Arduino.....	10
3.1.3	Selección del tipo de placa Arduino a utilizar	11
3.2	Sensores y Configuraciones.....	12
3.3	Software que se utilizaron	19
3.4	Diseño y la ubicación de los sensores	20
CAPÍTULO 4	.....	21
4.	IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO	21
4.1	Cronograma de actividades.....	21
4.2	Presupuesto	22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	23
Conclusiones	.....	23
Recomendaciones	.....	24
BIBLIOGRAFIA	.....	25
ANEXOS	.....	27

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FCNM	Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas
M. Sc.	Máster en Ciencias
DT	Design Thinking
FODA	Fortalezas, Oportunidad, Debilidades, y Amenazas.
PWM	Modulación por ancho de pulsos (Pulse width modulation)
IDE	Entorno de desarrollo integrado (Integrated Development Environmet)
FIEC	Faculta de Ingeniería en Electricidad y Computación
Lcdo	Licenciado
LW	Linear Wind
PIR	Passive Infrared
IR	Infrared
FCSH	Facultad de Ciencias Sociales Humanísticas.
BTU	Unidad Térmica Británica
TCP	Protocolo de Control de Transmisión.
IP	Protocolo de Internet.
GND	Ground
NEC	National Electrical Code
AC	Aire acondicionados
DC	Corriente Directa
SQL	Lenguaje de consulta estructurada (Structured Query Language)
USB	Bus Universal en serie (Universal Serial Bus)

SIMBOLOGÍA

mm	Milímetros
mA	Miliamperio
m	Metros
cm	Centímetros
° C	Grados centígrados
V	Volteos
MHz	Megahertzios
GB	Gigabytes
A	Amperio
KB	Kilobytes
ms	Milisegundos
Vs	Supply Voltage
KHz	Kilohertzios
GHz	Gigahertzios
Tx	Transmisión
Rx	Recepción
Vcc	Voltaje de corriente continua.
C++	Lenguaje de Programación

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Pasos de la metodología DT	4
Figura 3.1 Diseño de la Red del sistema LW.....	9
Figura 3.2 Arduino UNO	11
Figura 3.3 Sensor de Temperatura DHT11	12
Figura 3.4 Esquema de conexión del Sensor de temperatura DTH11 ..	13
Figura 3.5 Sensor de Movimiento PIR HC-SR501	14
Figura 3.6 Rango de detección de movimiento.....	15
Figura 3.7 Esquema eléctrico del Sensor Movimiento	15
Figura 3.8 Módulo receptor Infrarrojos.....	16
Figura 3.9 Diodo emisor de luz Infrarroja.....	16
Figura 3.10 Conexión de los sensores de luz infrarroja	17
Figura 3.11 Módulo Ethernet Shield	18
Figura 3.12 Tabla de perfiles de usuarios.....	19
Figura 3.13 Menú de Wamp Server.....	19
Figura 3.14 Diseño de ubicación de los Arduinos en el bloque 32C	20
Figura 4.1 Cronograma de Actividades	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Referencia del Marco Teórico.....	3
Tabla 2.1 Cronograma de Entrevista.....	5
Tabla 2.2 Matriz de Decisión	7
Tabla 3.1 Comparativa de placas Arduino.....	11
Tabla 3.2 Característica del Sensor DHT11.....	13
Tabla 3.3 Características de Sensor Receptor infrarrojos IR	17
Tabla 4.1 Presupuesto del proyecto.	22

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), cuenta con seis unidades académicas, donde se dictan un gran número de carreras de ingeniería. Estas carreras tienen un ciclo básico, el cual se dicta dentro de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCNM), donde utilizan sus aulas de clases y laboratorios de computación.

La FCNM, cuenta con tres laboratorios de computación que son Sigma, Omega y Beta, los cuales son utilizados por parte de los estudiantes y profesores, tanto para clases como para actividades de investigación.

1.1 Descripción del problema

La FCNM realiza la planificación de los horarios y materias que se dictarán en los laboratorios de computación, esta actividad se la hace de manera semestral, previo al inicio de cada término académico. La planificación es enviada al departamento de redes de la FCNM, quienes tienen a cargo la supervisión y mantenimiento de los laboratorios de computación.

Los encargados de los laboratorios de computación hacen el uso de esta planificación para mantener los laboratorios completamente operativos y verificar que los AC se mantengan encendidos únicamente en los horarios ya planificados. Sin embargo, la problemática surge cuando, los docentes notifican a sus alumnos que las clases son suspendidas o trasladan la clase a otra aula, y no avisan al personal encargado de los laboratorios, esto provoca que los aires acondicionado permanezcan encendidos, a pesar de que no se encuentre nadie dentro del aula de clases.

1.2 Justificación del Problema

El proyecto surgió por la necesidad de los encargados de los laboratorios de computación de la FCNM de controlar la actividad de los aires acondicionados, sin necesidad de que un encargado este constantemente en el lugar o se dirija al laboratorio cada vez que inicie o culmine una clase.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de monitoreo utilizando placas de arduino, con sensores que permiten controlar los niveles de temperatura, de humedad, la hora de encendido y apagado de los aires acondicionados, evitando el alto consumo de energía eléctrica de los AC que funcionan dentro de los laboratorios de computación de la FCNM.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el comportamiento físico de los equipos de aires acondicionados mediante las placas de arduino con sensores.
- Diseñar el programa que permita la conexión de los sensores, con los módulos de arduino.
- Verificar el sistema de control de aires acondicionados, a través de la red local que se encuentra en los laboratorios de computación de la facultad.
- Reducir los consumos de energía eléctrica de los aires acondicionado en los laboratorios de computación.

1.4 Marco Teórico

Hemos tomado como referencia dos tesis de diferentes universidades que son: la Universidad Tecnológica de Pereira, y la Escuela Superior Politécnica del Litoral, donde describen un problema común con este proyecto (ver en la Tabla 1.1). A continuación, se realiza un resumen de cada tesis:

No.	Tema	Autores	Años
01	“Diseño de un sistema para la gestión de iluminación, climatización y accesos a las instalaciones de la FIEC.”	Jean Pierre Núñez Palma, Jessica Valle Tigreros.	2016
02	“Diseño automatización sistema aire acondicionados”	Sebastián Ocaña H., Jhom Ramírez R.	2016

Tabla 1.1 Referencia del Marco Teórico.

Resumen 1: “Diseño de un sistema para la gestión de iluminación, climatización y accesos a las instalaciones de la FIEC”, donde este proyecto es orientado al ahorro de energía por medio de un circuito electrónico que gestiona los subsistemas de luminarias y climatización, el cual se complementa con un sistema de control de acceso seguro a las instalaciones de la FIEC [3].

Resumen 2: De acuerdo a este proyecto fue creado con el fin de mejorar la calidad y el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado, para realizar una optimalización del sistema en el cual tendría una mejora en la calidad y el funcionamiento en el ahorro de los gastos energéticos, por el cual me permite el control de la activación, y desactivación del sistema por demanda [4].

Estos tipos de referencia que se utilizaron para el desarrollo de nuestro proyecto no se reflejan durante el proceso de la elaboración de la tesis.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para el presente proyecto se usó la metodología Design Thinking (DT), para definir la problemática principal, las posibles soluciones y evaluar la mejor solución según los requerimientos del cliente. Por lo cual, se utilizaron las cinco fases con las que cuenta esta metodología (ver en la figura 2.1).

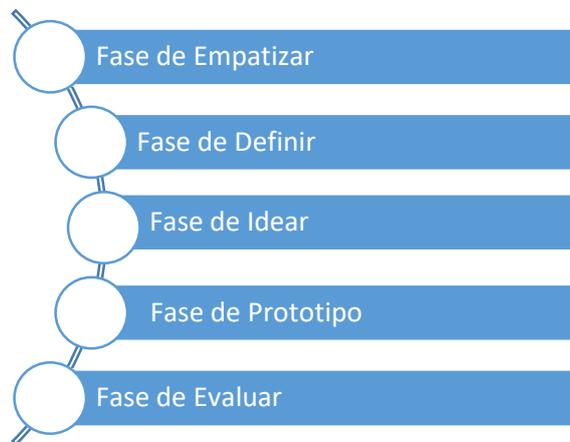


Figura 2.1 Pasos de la metodología de Design Thinking

2.1 Fase de Empatizar

Como primer paso, se investigó en la página web sobre la FCNM, lo cual permitió conocer las funciones que cumplen los laboratorios de computación y realizar un diagrama organizacional del personal que trabaja dentro de la facultad. Con la información recolectada y con la ayuda de un banco de preguntas como se visualiza en el Anexo I, se realizaron una serie de entrevistas a las diferentes personas (ver en la tabla 2.1) que trabajan o estudian dentro de los laboratorios de computación de la facultad.

Nombre	Cargo / Actividad	Fecha	Hora	Lugar
Joyce Marín	Estudiante	20/oct	13:00	Casa de Joyce.
Lcdo. José Flores	Soporte Técnico	25/oct.	21:00	Skype
M.Sc. Gerónimo Villón	Jefe del Dpto. de Sistema	24 /oct	14:30	ESPOL
Kelly Tumbaco	Ayudante	25/oct.	19:30	Skype

Tabla 2.1 Cronograma de Entrevista

2.2 Fase de Definir

En esta fase se realizó un análisis FODA (ver en el Anexo II), donde se observaron las debilidades y amenazas de los laboratorios de computación. Al mismo tiempo se utilizó la herramienta conocida como mapa de afinidades (ver en el Anexos III), el cual permitió hallar dos de las mayores falencias y problemáticas de los laboratorios de computación de la FCNM, las cuales son:

- Controlar los niveles de temperatura, debido a que los estudiantes tenían frío durante los horarios de clases.
- No tener un control de los horarios de préstamos de laboratorios.

2.3 Fase de Idear

Luego de definir el problema, se procedió a crear un “Brainstorming”, con una serie de ideas que pueden llegar a ser las posibles soluciones a la problemática. Las ideas que se definieron fueron las siguientes:

- I. Programar como hora máxima de atención las 18h00 para el cierre de los laboratorios de computación.
- II. Configurar placas Arduino para el encendido y apagado de los aires acondicionados de los laboratorios de computación.
- III. Instalar sensores térmicos que provean de una muestra del monitoreo por hora en una plataforma web.
- IV. Manejar un solo control remoto para todos los aires acondicionados de los laboratorios.

- V. Instalar un dispositivo RFID que active los aires acondicionados cuando solo se detecte más de 3 dispositivos móviles en los laboratorios
- VI. Instalar un circuito de cámaras térmicas en los laboratorios de computación.
- VII. Implementación de ductos de refrigeración para los laboratorios de computación.
- VIII. Diseñar un aplicativo para smartphones, donde se configure la temperatura del laboratorio, por medio de votación de todos los presentes usando el aplicativo.
- IX. Diseñar un aplicativo que me permita avisar cuando los equipos estén apagados.
- X. Realizar un sistema de inventarios de todos los aires acondicionados.

Adicional a esta lluvia de ideas se tomaron una serie de criterios, los cuales se consideran más influyentes al momento de realizar el proyecto. Los criterios se los detalla a continuación:

Criterio	Descripción del criterio
a.	Rapidez de implementación del proyecto.
b.	Conservar la integridad, sin alteraciones por personas ajenas al proyecto.
c.	Mantener la infraestructura de los laboratorios
d.	No interrumpir las clases durante la ejecución del proyecto.
e.	Bajo costo de instalación.
f.	Acceso de los estudiantes al proyecto.
g.	Acceso de los docentes al proyecto
h.	Necesita de una intranet
i.	No está expuesto a fallos eléctricos.
j.	No está expuesto a fallos humanos

Luego de observar las posibles soluciones (números romanos) y los criterios (letras del alfabeto), se procedió a realizar una matriz de decisión (ver en la tabla 2.2).

Criterio	POSIBLES SOLUCIONES									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
a.	X	X		X			X	X	X	X
b.		X				X	X			
c.	X	X	X	X	X	X		X	X	X
d.		X					X	X	X	X
e.	X	X		X			X	X	X	X
f.				X	X		X	X	X	
g.				X	X		X	X		
h.		X	X			X		X		
i.	X			X			X			
j.	X	X								X
Puntos	6	7	2	6	3	3	7	7	5	5

Tabla 2.2 Matriz de Decisión

En la tabla 2.2 de la matriz de decisión, la representación de la “X” significa que la solución cubre uno de los criterios planteados, esto ayuda a realizar un sumatorio total por solución y permite escoger la mejor. Por otro lado, se puede observar los puntajes más altos son de tres posibles soluciones:

- Configurar placa Arduino, con sensores que nos permita el encendido y apagado de los aires acondicionados de los laboratorios de computación.
- Implementación de los ductos de refrigeración para los laboratorios de computación.
- Diseñar un aplicativo para smartphones, donde se configure la temperatura del laboratorio, por medio de votación de todos los presentes usando el aplicativo.

De estas tres posibles soluciones se consideró la primera por ser las más viable en el diseño e implantación. Las otras dos se descartaron, por el tiempo y dinero que le costara a la facultad realizarlas.

2.4 Fase de Prototipos

Una vez seleccionada la solución, se procedió a diseñar un prototipo de bajo nivel. Para el desarrollo de la implementación se utilizó una placa Arduino que permitirá controlar los niveles de temperaturas, usando un sensor. La placa se conectará a una red local, la cual le permitirá comunicarse con la oficina del encargado de los laboratorios de computación. La placa tendrá un sensor infrarrojo que enviará señales al aire acondicionado, lo cual permitirá el encendido y apagado del mismo. Por otro lado, se diseñó una interfaz gráfica donde se visualizará la temperatura del aire acondicionado, el horario de clases y se verificará si el aire se encuentra o no encendido (ver en la figura 2.4).



Figura 2.4 Fase del Prototipo de bajo nivel

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Se diseñó un sistema que lleva como nombre Linear Wind (LW), el cual permitirá el monitoreo de los aires acondicionados en los laboratorios Sigma, Beta y Omega. Para la recopilación de datos, LW manejará un subsistema de sensores conectados a una placa Arduino. Teniendo un total de tres placas, una por cada laboratorio, las cuales tendrán comunicación con la computadora del supervisor de los laboratorios, que está en la oficina de control, dentro del laboratorio Omega. Por otro lado, LW se conectará con una base de datos donde se almacenarán los horarios de clase de cada laboratorio, como los logs de accesos de usuarios al sistema (ver en la figura 3.1).

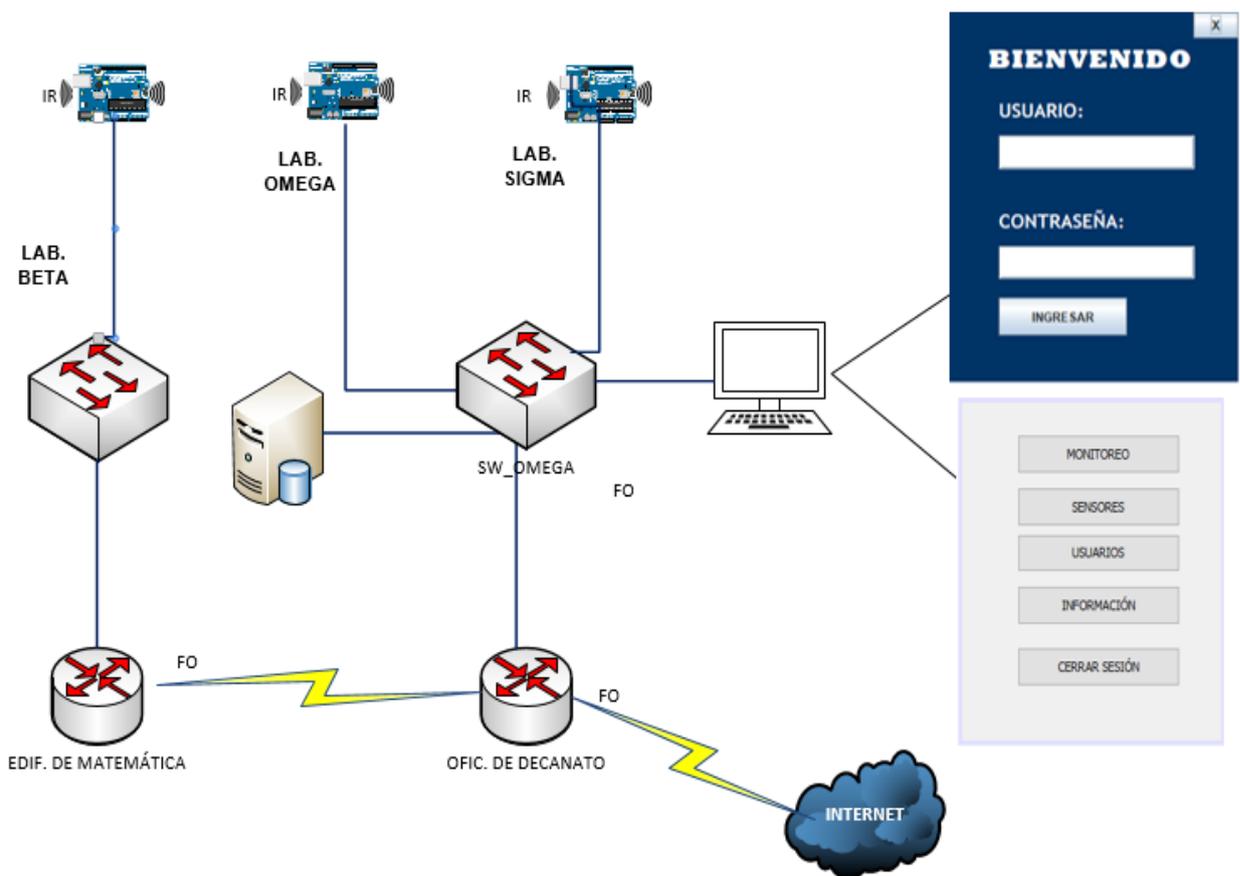


Figura 3.1 Diseño de la Red del sistema LW.

El sistema contará una detección automática de usuarios dentro de los laboratorios de computación. Esta detección, será realizada por los sensores de movimientos, los cuales identificarán movimiento en el aula de clases. Si los sensores detectan un movimiento y no hay registro en la base de datos de clases en ese instante, el sistema encenderá el aire acondicionado, y almacenará el incidente como un log de acceso, en la base de datos. Adicional, aparecerá una alerta en la interfaz gráfica de la actividad inusual.

Una vez definido el esquema general del proyecto. Se detalla a continuación los componentes y su funcionalidad dentro del sistema LW. Para ello se lo dividió en dos grandes grupos Hardware y Software.

3.1 Hardware utilizado

3.1.1 Concepto básico de la placa Arduino.

La placa Arduino es una plataforma electrónica de hardware que contiene microcontroladores y microprocesador. Estos modelos de placas cuentan con entradas y salidas tanto analógica como digitales, las cuales sirven para conectar los sensores que serán necesarios para el proyecto. Por otro lado, Arduino cuenta con su propio lenguaje de programación cuya base principal es C++, sobre este lenguaje se configurarán los tiempos de lectura de cada sensor (ver en el Anexos IV, Anexo V).

3.1.2 Comparativa entre las diferentes placas Arduino

Se realizó una investigación sobre los diferentes modelos de placas que se podrían utilizar para la implementación del proyecto, por lo cual se desarrolló una tabla de comparativa (ver en la tabla 3.1) entre el modelo Arduino Uno y el Arduino Mega2560.

Característica de Arduino	Especificaciones	
Tipo de Microcontrolador	ATMega328	ATMega2560
velocidad de reloj	16 MHz	16 MHz
pinos digitales e/s	14	54
pinos entradas analógicas	6	6
pinos (PWM)	6	15
memoria de programa	32 KB	256 KB
memoria de datos (SDRAM)	2KB	8KB
voltaje operativo	5V _{cd}	5V _{cd}
voltaje de entrada	7 - 12V _{cd}	6 – 20V _{cd}
pin de corriente dc 3.3v	50 mA	50 mA
pin io	40 mA	20 mA
tipo de usb	A	Mini-B

Tabla 3.1 Comparativa de placas Arduino.

3.1.3 Selección del tipo de placa Arduino a utilizar

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el modelo Arduino UNO (ver en la figura 3.2), por los componentes básicos que permitirán una correcta lectura y el envío de datos. Este modelo puede ser alimentado vía USB tipo A o con una fuente de poder que entregue 5 voltios.



Figura 3.2 Arduino UNO [6]

3.2 Sensores y Configuraciones

Los sensores permiten detectar magnitudes físicas o químicas llamadas variables de instrumentación y luego transformarlas en variables eléctrica.

Para el desarrollo del proyecto utilizaremos los siguientes sensores:

- Sensor de Temperatura DHT11
- Sensor de movimiento PIR
- Sensor de infrarrojos IR
- Módulo de Shield.

Sensor de Temperatura DHT11

Este módulo permite registrar los niveles de temperatura y humedad del ambiente donde se encuentre. La señal que emite y recibe el DHT11 (ver en la figura 3.4) es digital, lo cual le permite estar protegido contra ruidos, a diferencia del sensor LM35, que es análogo y no cuenta con esta protección.



Figura 3.3 Sensor de Temperatura DHT11 [7]

Características del sensor de Temperatura DHT11

Una de sus características es su alta exactitud al momento de tomar datos. Este sensor se integra a un sensor resistivo para temperatura y otro para la humedad. La humedad se puede medir en un rango que va del 20% hasta el 90% de la humedad relativa en el medio ambiente, y el rango de temperatura es de 0°C a 50°C. A continuación, en la tabla 3.2 se detallan las características del sensor de temperatura DHT11.

Característica	Especificaciones
Alimentación	3.5V _{cd} a 5V _{cd}
Consumo	2.5 Ma
Señal de salida	Digital
Rango	De 0°C a 50°C
Precisión	± 2°C
Resolución de temperatura	1°C (8bit)
Precisión de medición de humedad:	4% RH.
Resolución humedad	1% RH
Tiempo censando.	1 seg.

Tabla 3.2 Característica del Sensor DHT11

Conexión del DHT11 al Arduino

Existen dos versiones de sensores de temperatura y humedad DHT11. En los dos casos, la alimentación va desde 3.5V_{cd} a 5V_{cd}, si se utiliza Arduino MKR1000 o un ESP8266, éstos pueden presentar inconvenientes con el módulo de temperatura, ya que no suministran más de 3.3V. Por lo cual, se precisa la utilización de una placa Arduino uno, para alimentar al módulo (ver en la figura 3.4).

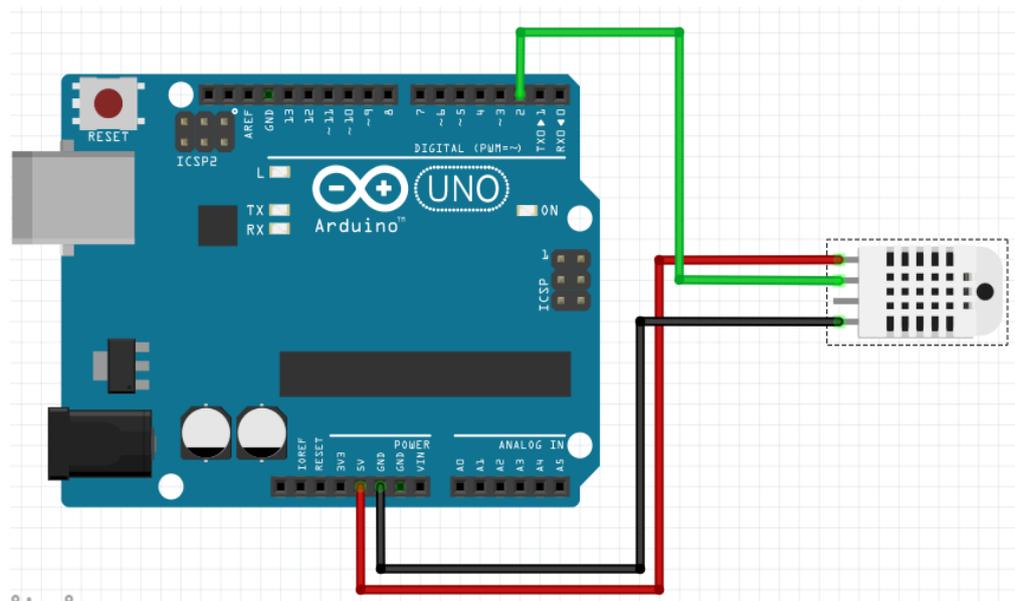


Figura 3.4 Esquema de conexión del Sensor de temperatura DTH11

Sensor de Movimiento PIR HC-SR501

El sensor de movimiento PIR (Passive Infra Red), funciona emitiendo una ráfaga de luz infrarroja, cuando ésta rebota en un objeto, identifica que algo se interpuso en su campo de visión y activa una alerta indicando que ha detectado un movimiento. A través de este sensor se monitoreará si hay o no personas dentro del aula de clases (ver en la figura 3.5).



Figura 3.5 Sensor de Movimiento PIR HC-SR501 [8]

Los módulos HC-SR501 cuentan con 3 pines de conexión, estos son: uno receptor $+5V_{cd}$, otro de salida para la data y el último será GND.

Adicional el módulo cuenta con dos tipos de resistencias variables de calibración ch1, y RL2.

- Ch1: permite establecer el intervalo de la ráfaga de luz, la cual permitirá la detección.
- RL2: permite variar la distancia de detección de tres a siete metros.

Características del Sensor de Movimiento

Las características técnicas de estos sensores de movimiento son las siguientes:

- Sensor piroeléctrico (Pasivo)
- Voltaje de Operación de $5V_{cd}$ a $20V_{cd}$.
- Rango de detección entre 3 hasta 7 metros ajustables.
- Lente Fresnel de 19 zonas, ángulo $<100^\circ$.
- Salida activa alta de 3.3V.
- Salida de alarma de movimiento con ajuste de tiempo entre 3 segundos a 5 minutos.
- Consumo promedio es <1 mA.
- Temperatura de funcionamiento: $40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$.

Rango de detección del movimiento PIR HC-SR501

El rango de detección de movimiento de los PIR es ajustable y generalmente funciona con alcances de hasta 7 metros, y con una apertura de 90°C a 110°C (ver en la figura 3.6).

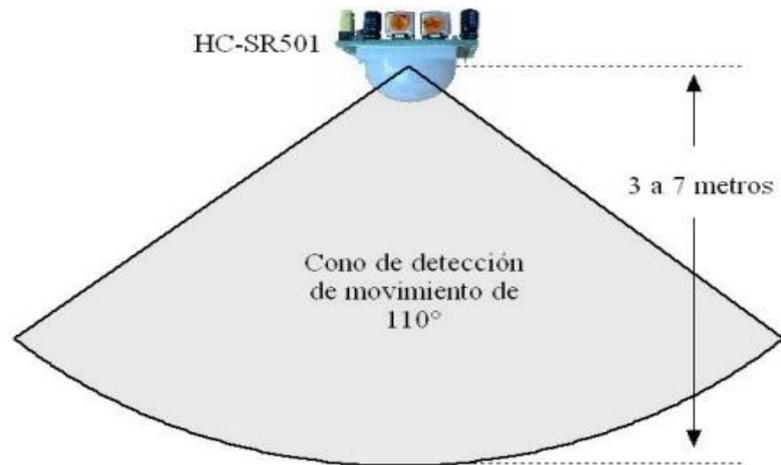


Figura 3.6 Rango de detección de movimiento [9]

Esquema de conexión del Sensor PIR en el Arduino

Se estableció la configuración y la conexión del sensor PIR, de la siguiente manera (ver en la figura 3.7).

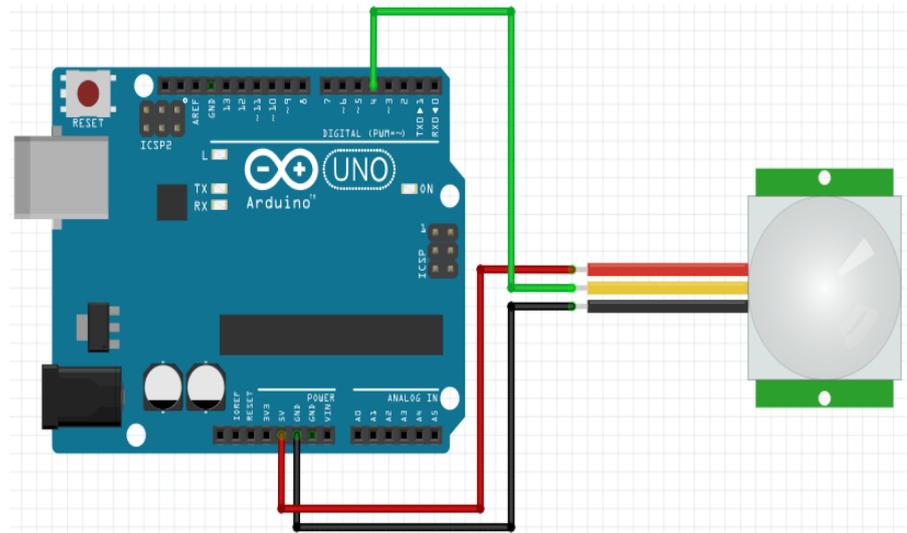


Figura 3.7 Esquema eléctrico del Sensor Movimiento.

Sensores infrarrojos

Como sensores infrarrojos se utilizaron; el módulo KY-022 (Ver en la figura 3.8), que es capaz de recibir señal por medio de longitudes de onda infrarrojas y para la emisión de señal se utilizó un diodo emisor de luz infrarroja (Ver en la figura 3.9). Este par de sensores serán utilizados en conjunto como el sistema de control remoto del proyecto, siendo el ultimo nivel antes de llegar a los circuitos de los aires acondicionados.

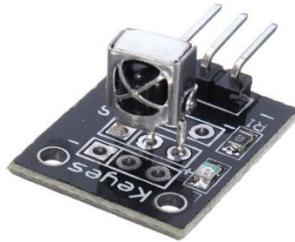


Figura 3.8 Módulo receptor Infrarrojos [10]



Figura 3.9 Diodo emisor de luz Infrarroja [11]

Sensor Receptor de Infrarrojos

Este sensor receptor de infrarrojos 38B18, es uno de los componentes que incorpora un diodo IR, amplificador y demodulador. Siendo capaz de recibir señales de luz infrarroja con datos digitales. Estos sensores son comúnmente usados en los en los televisores para recibir las señales del control remoto.

Una de las características de este sensor receptor de infrarrojo es su alcance de 18 metros en posición frontal y 8 metros en ángulo de 45°. A continuación, en la tabla 3.3 se detallan las características del sensor receptor infrarrojos.

Característica	Especificaciones
Tensión de Alimentación	2.7 V _{cd} a 5.5 V _{cd}
Frecuencia de Trabajo	38 KHz
Longitud de onda recepción	940 nm
Consumo de corriente	0.4 mA - 1.5 mA
Decoded NEC	818E7
Temperatura de Operación	-20°C a 65°
Rango de detección	18 m
Ángulo de Recepción	+ - 45°

Tabla 3.3 Características de Sensor Receptor infrarrojos IR

Conexión de los sensores infrarrojos con la placa Arduino.

Se estableció la conexión de los sensores emisor y receptor de infrarrojos en la placa Arduino (ver en la figura 3.10).

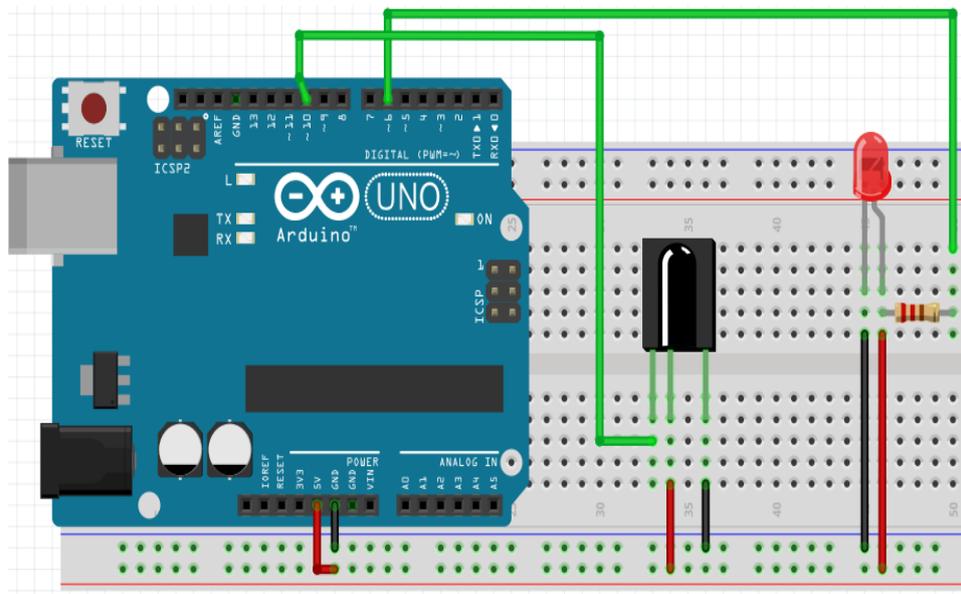


Figura 3.10 Conexión de los sensores de luz infrarroja

Módulo Ethernet Shield.

El módulo Ethernet Shield es una placa que cuenta con un conector Jack Rj 45 lo que le permite conectarse por medio de un cable ethernet a una red local, tiene integrado el chip Ethernet Wiznet W5100 (ver en la figura 3.11). Adicional este módulo es capaz de enviar información que le remitimos indicando la dirección IP y puerto que deseamos usar.

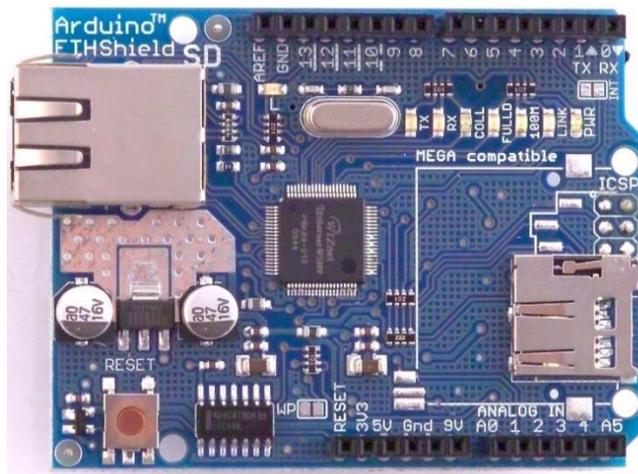


Figura 3.11 Módulo Ethernet Shield [12]

Sus características más relevantes son las siguientes:

- Stack TCP/IP integrado.
- Consumo en modo de baja energía: <10 uA
- Procesador integrado de 32 bits, puede ser utilizado como procesador de aplicaciones.
- Tamaño: se asemeja a la placa Arduino uno
- Conversor analógico a digital de 10-bit
- Soporta tarjeta microSD entre 8,16, o 32 Gb
- Encendido y transmisión de datos en menos de 2ms
- Rango de operación -40C° ~ 125C°

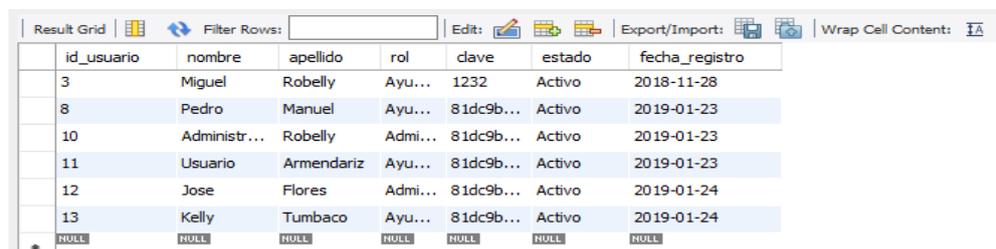
3.3 Software que se utilizaron

NetBeans

Se utilizó para crear el backend del sistema LW y para diseñar la interfaz gráfica de usuario. Dentro del Backend se encontrarán los parámetros de conexión con las placas Arduino y la base de datos.

MySQL WorkBrench

Para la creación de la base de datos se utilizó My SQL WorkBrench por tener una licencia libre, dentro de esta herramienta se configuraron tres tablas: la primera contendrá los perfiles de usuarios que pueden acceder al sistema, la segunda registrará todos los logs de accesos al sistema, por parte del personal que labora en los laboratorios de computación, y la tercera tendrá un registro de todos los horarios de clase de cada laboratorio de computación (ver en la figura 3.12).



The screenshot shows a MySQL Workbench interface with a table of user profiles. The table has columns for id_usuario, nombre, apellido, rol, clave, estado, and fecha_registro. The data rows are as follows:

id_usuario	nombre	apellido	rol	clave	estado	fecha_registro
3	Miguel	Robelly	Ayu...	1232	Activo	2018-11-28
8	Pedro	Manuel	Ayu...	81dc9b...	Activo	2019-01-23
10	Administr...	Robelly	Admi...	81dc9b...	Activo	2019-01-23
11	Usuario	Armendariz	Ayu...	81dc9b...	Activo	2019-01-23
12	Jose	Flores	Admi...	81dc9b...	Activo	2019-01-24
13	Kelly	Tumbaco	Ayu...	81dc9b...	Activo	2019-01-24
	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Figura 3.12 Tabla de perfiles de usuarios

Wamp Server

Una herramienta que emula un servidor local que servirá para enlazar los servicios de SQL, la interfaz gráfica y el Arduino (ver en la figura 3.13).

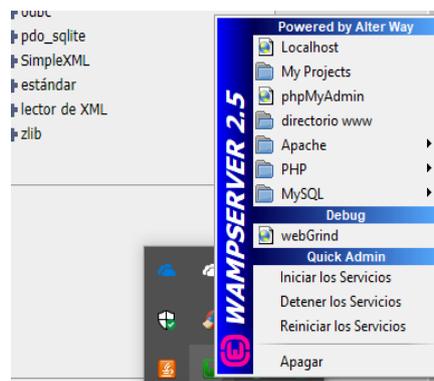


Figura 3.13 Menú de Wamp Server

3.4 Diseño y la ubicación de los sensores

En la planta alta del bloque 32B se encuentran ubicados dos laboratorios de computación (Omega, Sigma) y en bloque 32C en la planta alta se encuentra ubicado en el laboratorio de computación BETA, con 40 computadoras cada una y adicional una bodega. Por otro lado, en el laboratorio Omega, y Beta tiene un cuarto de rack que provee acceso a la red. Dentro del laboratorio Omega, y Sigma tienen dos AC de la marca COMFORSTAT 5 de tipo techo 24000 y 64000 Btu.

El dispositivo Arduino se ubicará exactamente a 2 metros de los AC, distancia adecuada para ejecutar las funciones de control remoto que permitirá apagar o encender los aires acondicionados que se encuentran dentro de los laboratorios de computación (ver en la figura 3.14).

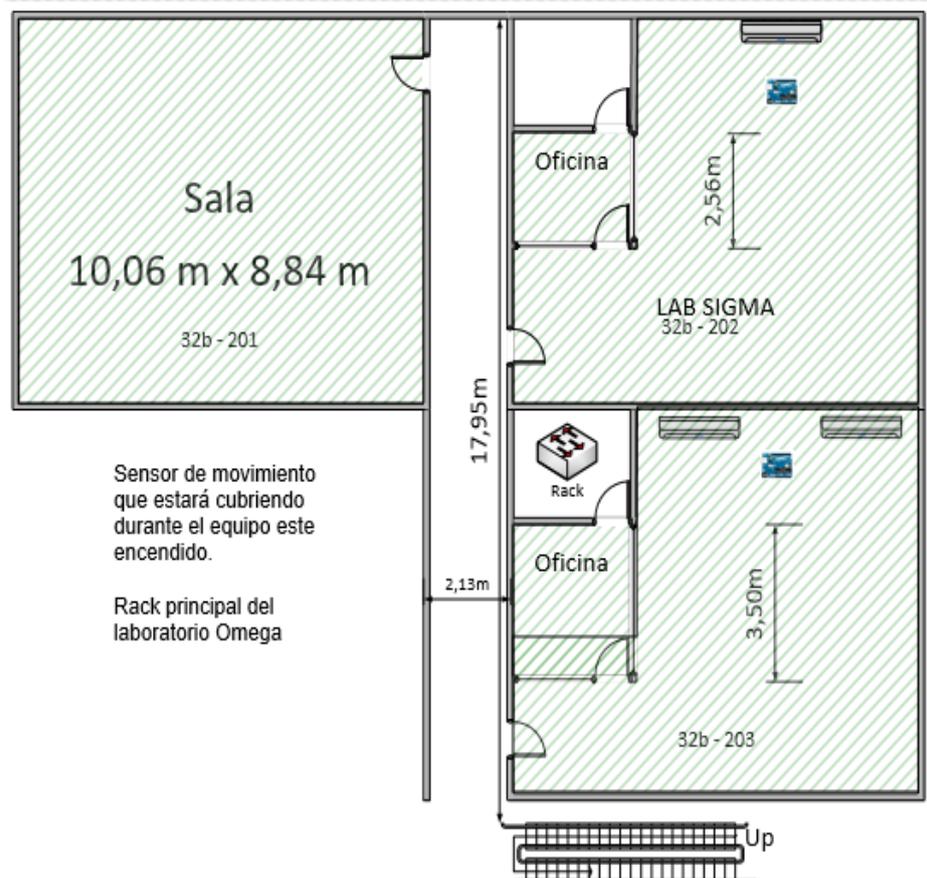


Figura 3.14 Diseño de ubicación de los Arduinos en el bloque 32C.

CAPÍTULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

4.1 Cronograma de actividades

En la figura 4.1 se detalla la planificación del proyecto, por lo cual se estima que la creación del sistema dure 3 meses.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Cronograma de Implementación del sistema LW	88 días	vie 2/11/18	mar 5/3/19
▸ Desarrollo	20 días	vie 2/11/18	jue 29/11/18
Diseño del Frontend	7 días	vie 2/11/18	sáb 10/11/18
Diseño del Backend	6 días	lun 12/11/18	lun 19/11/18
Adquisición del hardware	2 días	vie 16/11/18	lun 19/11/18
Familiarización con el Arduino	4 días	lun 19/11/18	jue 22/11/18
Investigación y desarrollo con arduino	5 días	vie 23/11/18	jue 29/11/18
▸ Pruebas	27 días	lun 3/12/18	mar 8/1/19
Traslado de Arduinos	2 días	lun 3/12/18	mar 4/12/18
Compra de nuevo Arduino	2 días	mar 4/12/18	mié 5/12/18
Pruebas en hogar	10 días	jue 6/12/18	mié 19/12/18
Pruebas en los laboratorios	3 días	mié 19/12/18	vie 21/12/18
Apdatación y configuración de nueva conexión	9 días	vie 21/12/18	mié 2/1/19
Prueba con los nuevos módulos	4 días	jue 3/1/19	mar 8/1/19
▸ Producción	41 días	mar 8/1/19	mar 5/3/19
Familiarización con el proyecto por parte del personal	10 días	mar 8/1/19	lun 21/1/19
Compra de equipos para ambos laboratoto	8 días	mar 22/1/19	jue 31/1/19
Instalación de equipos físicos	3 días	vie 1/2/19	mar 5/2/19
Configuración de aplicativo..	10 días	mié 6/2/19	mar 19/2/19
Pruebas en producción	10 días	mié 20/2/19	mar 5/3/19

Figura 4.1 Cronograma de actividades del sistema LW.

4.2 Presupuesto

En la tabla 4.1 de presupuesto se definen de la siguiente manera: los gastos de hardware que se utilizan para el diseño del prototipo, materiales electrónicos y el personal de soporte técnico (servicios).

Ítem	Descripción	Cant.	Precios	Total
Hardware				
1	Modelo Arduino Uno	3	\$ 15,00	\$ 45,00
2	Sensores de Temperatura	3	\$ 2,70	\$ 8,10
3	Sensor de Movimiento	3	\$ 3,15	\$ 9,45
4	Sensor de Infrarrojos	3	\$ 1,60	\$ 4,80
5	Módulo de Shield	3	\$ 8,50	\$ 25,50
Materiales				
6	Cable Jumper x10de 20cm	10	\$ 1,75	\$ 17,50
7	Resistencia 200hm -1/2w	10	\$ 0,50	\$ 5,00
8	Resistencia 10k - 1/2w	10	\$ 0,50	\$ 5,00
9	Ventilador de 8x8x2.5 cm	3	\$ 2,30	\$ 6,90
10	Puntos de Redes - CAT 6	3	\$ 124,00	\$ 372,00
11	Puntos Eléctrico - Polarizado	3	\$ 75,00	\$ 225,00
12	Caja Plástica	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Software				
13	Desarrollador	2	\$ 1.000,00	\$2.000,00
14	Instalación del Sistema	2	\$ 500,00	\$1.000,00
Servicios				
15	Soporte Técnico	2	\$ 20,00	\$ 40,00
16	Mantenimiento del software	2	\$ 425,00	\$ 850,00
TOTAL				\$4.659,25

Tabla 4.1 Presupuesto del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En el desarrollo del proyecto se realizó la recolección de datos de los laboratorios de computación OMEGA.
- De la recolección de datos del laboratorio Omega en varios días con diferente clima, lluvioso, soleado y nublado. Se comprobó que los días dónde se tenía la menor actividad en los aires acondicionados era en los nublados y lluviosos, esto debido a la temperatura baja registrada fuera de los laboratorios de computación.
- La condición principal que automatizaba la actividad del aire acondicionado fue la detección de movimiento, debido a que los laboratorios son prestados a los estudiantes para actividades extracurriculares.
- Para el proceso de comunicación infrarroja se indagó sobre los diferentes protocolos de transmisión de información con que cuentan las principales marcas de acondicionadores de aires.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar charlas informativas sobre el uso de la plataforma y el mecanismo a inicio de cada semestre a los nuevos ayudantes de los laboratorios.
- Se recomienda no mover los dispositivos de medición del lugar donde fueron ubicados, debido que pueda afectar la lectura del sistema.
- Se recomienda en los dispositivos arduino y sensores se realice el mantenimiento preventivo por lo menos una vez al mes.
- Se recomienda que en la plataforma se encuentre instalado en el usuario de administrador.

BIBLIOGRAFIA

[1] Antony García González (2016, noviembre,23) Arduino +Java: fácil y rápido [online] Disponible en: <http://panamahitek.com/arduino-java-facil-y-rapido/>

[2] Antony García González (2017, diciembre,24) Librería PanamaHitek Arduino (v.3.0.) [online] Disponible en: http://panamahitek.com/libreria-panamahitek_arduino/

[3] Valle Tigrero Jessica, Jean Pierre (2017, febrero,8) Diseño de un sistema para la gestión de iluminación, climatización y accesos a las instalaciones de la FIEC. [online] Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/37209/D-103516.pdf>

[4] (Ocaña Hidalgo & Ramírez Rodríguez, 2016) Diseño automatización sistemas aires acondicionados [online] Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6947/69793O15.pdf?sequence=1>

[5] MAKERSPACES (4, Febrero,2018) ARDUINO FOR BEGINNERS [online] Disponible en: <https://www.makerspaces.com/arduino-uno-tutorial-beginners/>

[6] NaylamMechatronics (11, Noviembre,2018) Arduino uno R3 [online] Disponible en: <https://naylampmechatronics.com/arduino-tarjetas/8-arduino-uno-r3.html>

[7] NaylamMechatronics (12, Noviembre,2018) Sensor de Temperatura y Humedad DHT11 [online] Disponible en: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html>

[8] Electrocrea (13, Noviembre,2018) Sensor de Movimiento PIR HC-SR501 [online] Disponible en: <https://electrocrea.com/products/sensor-de-movimiento-pir-hc-sr501>

- [9] Punto Flotante.S.A (Noviembre,2017) Manual de usuario del sensor movimiento PIR HC-SR501 [online] Disponible en: <https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf>
- [10] MasterInnovacion (Noviembre,2018) Módulo Receptor Infrarrojo [Online] Disponible en:<https://shop.master.com.mx/product/detail?id=7602>
- [11] ElectroCrea (Diciembre,2018) Led infrarrojo receptor VS1838B [Online] Disponible en: <https://electrocrea.com/products/led-infrarrojo-receptor-vs1838b>
- [12] Electronicastore (Diciembre,2018)Ethernet Shield Módulo de Expansión Arduino [Online] Disponible en: <https://electronicastore.net/producto/ethernet-shield-w5100-Módulo-expansion-arduino/>

ANEXOS

ANEXO I:

Banco de Preguntas - FASE DE EMPATIZAR

Asistente del departamento de Redes

- ¿Que función cumples en la empresa?
- ¿Cuántos laboratorios tienen la facultad?
- ¿Cuáles son tus debilidades?
- ¿Siente que estas líneas de trabajo van de acuerdo a la empresa?
- Si fuese jefe por un día, harías algún cambio en la empresa?
- ¿Que te falta por vivir?
- ¿Con que frecuencia realiza préstamos en los laboratorios?
- ¿Cuántos laboratorios de computación cuenta la FCNM?
- ¿Qué te gustaría mejorar en los laboratorios de computación de la FCNM?
- ¿Qué problema tienen comúnmente en los laboratorios?
- ¿Cómo verifican si los aires acondicionados se encuentran encendidos o apagados?
- ¿Qué piensas sobre las funciones que cumple los guardias de seguridad?
- ¿Cuáles son los horarios de préstamos de laboratorios de computación?

Ayudantes de laboratorios.

- ¿Cuáles son tus debilidades?
- ¿Qué tipo de función realiza en los horarios de ayudantías?
- ¿Qué problemas común vez en los laboratorios?
- Cree usted que las temperatura de los aires acondicionados que se encuentra en los laboratorios de computación son normales o no.
- ¿Cuáles son tus funciones?
- Que cosa cree que usted debería mejorar en los laboratorios de computación, o en aulas de la FCNM.

ANEXO II:

FODA



ANEXO III:

MAPA DE AFINIDAD

Horario de laboratorio de computación.	Aires acondicionados de laboratorio de computación	Alimentación cerca de la zona de Laboratorio de computación	Registro de ingreso a laboratorios	Ideas varias
<p>-Reducir las horas de ayudantías en los laboratorios</p> <p>-Cerrar los laboratorios temprano</p>	<p>-Distribuir mejor el aire acondicionado en los laboratorios</p> <p>-Implementar sistemas de monitoreo de A/C</p> <p>-Controlar la contaminación del aire</p> <p>-¡Hacer algo con los aires, hace mucho frio!</p> <p>-Arreglar todos los aires que se dañan con cada corte de luz, de manera inmediata</p>	<p>-Colocar una maquina dispensadora de comida en el corredor de los laboratorios de computación.</p> <p>-Poner cafetera por parte de los ayudantes</p> <p>-Colocar máquina de café dentro del laboratorio</p>	<p>-Automatizar el registro de ayudantes</p> <p>-Dejar entrar solo estudiantes de la facultad a los laboratorios</p>	<p>-Prohibir a estudiantes entrar comida</p> <p>-no dejar entrar gatos en los laboratorios</p> <p>-Aumentar el número de ayudantes en los laboratorios.</p> <p>-Mejorar los sueldos de los ayudantes</p> <p>-Mantener actualizada la información de clases en los laboratorios.</p> <p>-reestructurar laboratorios</p>

ANEXO IV:

Pasos para programar los sensores

- Automatización
- Detección de temperatura mínima y la aumenta
- Detección de temperatura máxima y la disminuye en un grado.

```
sensor_de_temperatura Arduino 1.8.8 Hourly Build 2018/11/30 12:33
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sensor_de_temperatura $
    return;
}
if ( T <= 22) {
    irsend.sendNEC(0x20DF00FF, 32);
    digitalWrite(12, HIGH);
    delay(100);
}
if ( T >= 29) {
    irsend.sendNEC(0x20DF10EF, 32);
    digitalWrite(12, HIGH);
    delay(100);
}
}
```

Se configura el sensor de movimiento para el apagado del aire de forma automática

```
sensor_de_temperatura Arduino 1.8.8 Hourly Build 2018/11/30 12:33
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sensor_de_temperatura $
}
// Se configura el valor de inactividad a 15 minutos sin que el sensor detecte movimiento
void Inactividad(int contadoractividad) {
    if (contadoractividad == 15000) {
        irsend.sendNEC(0x20DF10EF, 32);
        digitalWrite(12, HIGH);
        //Serial.println("Enviado");
        delay(100);
    }
}
```

Detección del control remoto, desde el aplicativo en el Arduino

```
if (Serial.available() > 0) {
  input = Serial.read();
  if (input == '1') {
    valor_button = HIGH;
    if (valor_button == HIGH) {
      irsend.sendNEC(0x20DF10EF, 32);
      digitalWrite(12, HIGH);
      delay(100);}
  } else {
    digitalWrite(12, LOW);}
  if (input == '2') {
    valor_button = HIGH;
    if (valor_button == HIGH) {
      irsend.sendNEC(0x20DF40BF, 32);
      digitalWrite(12, HIGH);
      delay(100);}
  } else {
    digitalWrite(12, LOW);}
  if (input == '3') {
    valor_button = HIGH;
    if (valor_button == HIGH) {
      irsend.sendNEC(0x20DFC03F, 32);
      digitalWrite(12, HIGH);
      delay(100);}
  }
}
```

Se configura en la pantalla inicial el horario en formato imagen, variando, según el día de la semana

```
File Edit View Navigate Source Refactor Run Debug Profile Team Tools Window Help
...age Led.java x PantallaInicio.java x Autenticacion.java x AgregarHorario.java x AgregarUsuarios.java x MenuAdr
Source Design History
58 */
59 public PantallaInicio() {
60     initComponents();
61     setLocationRelativeTo(null);
62     Date fechaActual = null;
63     Icon icono = null;
64     fechaActual = new Date(System.currentTimeMillis());
65     System.out.println(fechaActual);
66     String Valor_dia = null;
67     GregorianCalendar fechaCalendario = new GregorianCalendar();
68     fechaCalendario.setTime(fechaActual);
69     int diaSemana = fechaCalendario.get(Calendar.DAY_OF_WEEK);
70     System.out.println(diaSemana);
71     if (diaSemana == 1) {
72         Valor_dia = "Domingo";
73     } else if (diaSemana == 2) {
74         Valor_dia = "Lunes";
75         icono = new ImageIcon(getClass().getResource("/ICONOS/lunes.JPG"));
76     } else if (diaSemana == 3) {
77         Valor_dia = "Martes";
78         icono = new ImageIcon(getClass().getResource("/ICONOS/martes.JPG"));
79     } else if (diaSemana == 4) {
80         Valor_dia = "Miercoles";
81         icono = new ImageIcon(getClass().getResource("/ICONOS/miercoles.JPG"));
82     } else if (diaSemana == 5) {
83         Valor_dia = "Jueves";
84         icono = new ImageIcon(getClass().getResource("/ICONOS/jueves.JPG"));
85     } else if (diaSemana == 6) {
86         Valor_dia = "Viernes";
87         icono = new ImageIcon(getClass().getResource("/ICONOS/viernes.JPG"));
88     } else if (diaSemana == 7) {
89         Valor_dia = "Sabado";
90     }
91     Dia_semana.setText(Valor_dia);
92     Horario.setIcon(icono);
93 }
Formularios.PantallaInicio > PantallaInicio > try >
Bookmarks
```

Implementación de la conexión con el Arduino por medio del puerto COM 3, haciendo uso de la librería PanamaHitek_Arduino

```
File Edit View Navigate Source Refactor Run Debug Profile Team Tools Window Help
...age Led.java x PantallaInicio.java x Autenticacion.java x AgregarHorario.java x AgregarUsuarios.java x M
Source Design History
95 try {
96     arduino.arduinoRXTX("COM3", 9600, listener);
97 } catch (ArduinoException ex) {
98     Logger.getLogger(Led.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
99 }
100
101 }
102
```

Anexo V:

Fichas técnicas.

1. DataSheet Arduino UNO

Fuente: <https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>

2. DataSheet Sensor de Temperatura DHT11

Fuente: <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>

3. DataSheet Sensor de Movimiento

Fuente: <https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf>

4. DataSheet Módulo Shield.:

Fuente: https://www.mouser.com/catalog/specsheets/A000056_DATASHEET.pdf

5. DataSheet Sensor de Infrarrojo ky-022

Fuente: https://sawersbot.com/mooc/datasheet/412_ARDUINO_SENSOR_INFRARED_RX.pdf

6. DataSheet Sensor de Infrarrojo IR

Fuente: <https://www.optimusdigital.ro/TL1838-Infrared-Receiver-datasheet.pdf>.