



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

TEMA:

**PLAN PILOTO DEL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL Y SEGURIDAD PARA OPTIMIZAR
RECURSOS DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA**

ALUMNOS:

Ricardo Fabricio Alvarado Sanmartín
Gustavo Adolfo Ayala Rada
Wilson Eduardo Cueva Jarrín

DIRECTOR

MsC. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA



TESIS DE GRADO
PLAN PILOTO DEL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE
CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL Y SEGURIDAD PARA OPTIMIZAR
RECURSOS DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera
de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad Católica de
Santiago de Guayaquil

REALIZADO POR:

Ricardo Fabricio Alvarado Sanmartín
Gustavo Adolfo Ayala Rada
Wilson Eduardo Cueva Jarrín

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el título de:
Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

MsC. Luis Córdova Rivadeneira
Director de Tesis

MsC. Edwin Palacios Meléndez
Vocal

MsC. Luzmila Ruilova Rodríguez
Vocal

MsC. Manuel Romero Paz
Decano de la Facultad

MsC. Luis Córdova Rivadeneira
Director de Carrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de grado titulado “**PLAN PILOTO DEL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL Y SEGURIDAD PARA OPTIMIZAR RECURSOS DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA**” desarrollado por Gustavo Adolfo Ayala Rada, Wilson Eduardo Cueva Jarrín y Ricardo Fabricio Alvarado Sanmartín fue realizado, corregido y terminado, razón por la cual está apto para su presentación y sustentación.

Ricardo Fabricio Alvarado Sanmartín
Gustavo Adolfo Ayala Rada
Wilson Eduardo Cueva Jarrín

MsC. Luis Córdova Rivadeneira
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos vida, fuerza e iluminarnos en cada uno de los pasos emprendidos para culminar nuestra carrera universitaria.

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional en todas las metas que nos hemos propuesto y por sus sabios consejos para superar cualquier adversidad que se nos ha presentado en este trayecto.

A nuestros profesores el Ing. Luis Córdova Rivadeneira y el Ing. Eduardo Mendoza Merchán , que con su experiencia y paciencia nos condujeron en el desarrollo de nuestro proyecto de tesis, siempre pendiente en cualquier detalle durante la implementación y revisión del mismo

A todos nuestros profesores que en el transcurso de nuestra carrera supieron brindarnos sus conocimientos para finalmente ponerlos en práctica en nuestra vida profesional.

A nuestros compañeros por compartir con nosotros alegrías, tristezas, experiencias y oportunidades durante todo nuestro ciclo universitario.

A nuestros compañeros de tesis por su colaboración, dedicación y apoyo en todo lo que nos hemos propuesto para alcanzar esta meta que es de ser Ingenieros en Telecomunicaciones.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a todas las personas que nos han apoyado directa e indirectamente y en especial a nuestros padres, que con su ejemplo de amor y constancia, han influido en nuestras personalidades para poner el entusiasmo, dedicación y esfuerzo, para llegar a la culminación de nuestros logros profesionales.

ABSTRACT

This project uses new technologies to control the access and monitoring the classes of the Architecture School, it is based on microcontrollers, and RFid technology.

The microcontroller PIC 18F4550 has 40 pins; it can be inputs and outputs, it has 3 kind of memory, one memory is used for the program, the other is used for the information temporary, and the last one is for the database, this part of the memory never will be deleted by himself, it need to be deleted by the programmer.

The RFid technology, controls the access to the classes, by a RFid reader, when it reads a tag, it compares to the information that is placed on the memory card; if it is correct the microcontroller send an instruction to open the door and turn on the lights, and if is before 11 o'clock morning it will not turn on the air conditioners, otherwise they will be turn on.

There are schedules for the teachers, if they are not on it, they could not be able to activate the system.

Every 30 minutes the system will make an historical with the status of the classes, when the time is between 23:00 and 5:59, and it makes the historical, the microcontroller send and instruction to inactivate all the equipment; if the movement sensor or magnetic sensor activate between this hours, it will send a pulse for the alarm and send to the software an advertisement that the alarm was activated, if they are activated in regular hours it will not send the alarm instruction.

They are different kind of users, like administrator, maintenance, and teachers; the first two kinds have the same access policy and the last one have another policy. The first two kinds could access whenever they want, because they are administrator or authority, and the other have to enter to clean o give some maintenance; the last kind can enter to classes just if the schedule permits.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	12
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO	13
1.1. ANTECEDENTES	13
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.4. HIPÓTESIS.....	14
1.5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	14
1.5.1. Objetivos Generales.....	14
1.5.2. Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO 2: INMÓTICA.....	16
2.1. DEFINICIÓN	16
2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	17
2.3. CRONOLOGÍA DE LA INMÓTICA	18
2.4. CARACTERÍSTICAS.....	19
2.5. ESTANDARES DE LA DOMÓTICA	21
2.5.1. Estándar Konnex	22
2.5.2. Estándar Instabus EIB	23
2.5.3. Estándar LonWork.....	24
2.5.4. Protocolo X10.....	25
2.6. ARQUITECTURA DE LA DOMÓTICA	26
2.6.1. Arquitectura Centralizada	26
2.6.2. Arquitectura Descentralizada	26
2.6.3. Arquitectura Distribuida	27
2.6.4. Arquitectura Híbrida / Mixta	27
2.7. APLICACIONES	28
2.8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INMÓTICA.....	31
2.8.1. Ventajas de la Inmótica	31
2.8.2. Desventajas de la Inmótica	33
CAPÍTULO 3: EQUIPOS Y TECNOLOGIAS DEL PROYECTO	34
3.1. MICROCONTROLADORES PIC18F455.....	34
3.1.1. Organización de la Memoria	35
3.1.2. Memoria de programa.....	35
3.1.2.1. Memoria RAM de Datos	35
3.1.2.2. Memoria EEPROM de Datos.....	35
3.1.2.3. Pila	35
3.1.2.4. Memoria de Configuración	35
3.1.2.5. Registros de identificación	36
3.1.2.6. Arquitectura de Harvard	36

3.1.2.7.	Aplicaciones de los Microcontroladores	37
3.2.	SENSOR DE MOVIMIENTO	37
3.2.1.	Definición.....	37
3.2.2.	Tipos de Sensores de Movimiento	38
3.2.2.1.	Sensores Infrarrojos:	38
3.2.2.2.	Sensores de Vibración:.....	38
3.2.2.3.	Sensores Fotoeléctricos:	38
3.2.2.4.	Sensores Ultrasónicos:	39
3.2.2.5.	Sensores Acústicos:	39
3.2.3.	Esquema de un Sensor Óptico de Presencia	39
3.2.3.1.	Diodo Emisor de Luz.....	40
3.2.3.2.	Fototransistor.....	40
3.3.	SENSOR DE TEMPERTURA	40
3.3.1.	Definición.....	40
3.3.2.	Características Principales	41
3.3.3.	Funcionamiento	42
3.4.	SENSOR MAGNÉTICO	42
3.4.1.	Definición.....	42
3.4.2.	Composición	42
3.4.2.1.	Soporte Electrónico:	42
3.4.3.	Soporte Magnético:.....	43
3.4.4.	Aplicaciones.....	43
3.5.	CÁMARA IP	44
3.5.1.	Definición.....	44
3.5.2.	Características	45
3.6.	SWITCH	47
3.7.	TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN	47
3.7.1.	Comunicación RS-232	47
3.7.2.	Comunicación RS 485.....	49
3.7.2.1.	Características Básicas	49
3.7.2.2.	Sistema de Bus RS485.....	50
3.7.2.3.	Bus de 2 hilos RS485	51
3.7.2.4.	Bus de 4 hilos RS485	52
3.7.3.	Comunicación I ² C.....	52
3.7.3.1.	Funcionamiento del Bus I ² C.....	53
3.8.	TECNOLOGÍA RF ID	54
3.8.1.	Arquitectura.....	55
3.8.2.	Beneficios y Ventajas	56
3.9.	TARJETA RFID	56
3.9.1.	Capas de la Etiqueta RFID.	57
3.9.2.	Tipos de Antenas Impresas para frecuencias HF y UHF.....	58
3.9.3.	Estandarización RFID	59
3.10.	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO μFAT	60
3.10.1.	Características	60
3.10.2.	Teoría de Operación	62

3.10.3.	Primer Encendido y Archivo de Configuración	63
3.10.3.1.	Mode (Modo).....	64
3.10.3.2.	Baud.....	64
3.10.3.3.	Carácter de Disparo.....	65
CAPÍTULO 4: HARDWARE Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....		67
4.1.	TARJETA DE CIRCUITO IMPRESO.....	67
4.1.1.	TARJETA DE CONTROL.....	67
4.1.1.1.	Diagrama Esquemático.....	67
4.1.1.2.	Diseño de pistas	71
4.1.1.3.	Tarjeta Montada	72
4.1.2.	Tarjetas del Lector RFID y LCD	72
4.1.2.1.	Diseño de Pista	73
4.1.2.2.	Tarjeta Montada	73
4.1.2.3.	Display LCD 16x2.....	74
4.1.2.4.	Lector RFID.....	76
4.1.2.5.	ID 12	76
4.2.	DIAGRAMAS DE CONEXIONES	76
4.2.1.	Conexiones de Red	77
4.2.2.	Diagrama de conexión de las aulas.....	77
4.2.3.	Topología y Configuración de la Red.....	78
4.3.	ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	78
4.3.1.	Contactos de Relé	79
4.3.1.1.	Características	79
4.3.2.	Contactores	80
4.3.3.	Transformadores	80
4.3.4.	Regulador LM7805.....	81
4.4.	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	82
4.4.1.	Parámetros de Programación.....	82
4.4.2.	Diagrama de Flujo	84
4.4.3.	Funciones Principales del Sistema	86
4.4.3.1.	Sensor de Temperatura:	86
4.4.3.2.	Sensor Magnético:.....	86
4.4.3.3.	Sensor de Movimiento:	86
4.4.3.4.	Botón Apagado Total:	87
4.4.3.5.	Tarjeta SD:	87
4.4.3.6.	Lector-LCD:.....	87
4.4.4.	Herramientas de Trabajo.....	88
4.4.4.1.	El PICC.....	88
4.4.4.2.	Programador Pickit2.....	88
4.4.5.	Programación del PIC 18F4550	89
4.4.5.1.	Programa Principal.....	89
4.4.5.2.	Función Control ().....	92
4.4.5.3.	Función para obtener datos de lector RFid.....	96
4.5.	PRUEBAS Y RESULTADOS	102

CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES	106
Bibliografía	107
ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO.....	110
ANEXO 2. PRESUPUESTO.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2: INMÓTICA

FIGURA 2. 1: TECNOLOGÍA PARA EDIFICIOS.....	16
FIGURA 2. 2: DISPOSITIVOS DE CONEXIÓN INMÓTICA	21
FIGURA 2. 3: ESTRUCTURA DOMÓTICA	22
FIGURA 2. 4: EQUIPOS KONNEX.....	23
FIGURA 2. 5: MARKETING LONWORK.....	24

Capítulo 3: EQUIPOS Y TECNOLOGIAS DEL PROYECTO

FIGURA 3. 1: SENSOR DE MOVIMIENTO.....	38
FIGURA 3. 2: SENSOR ÓPTICO.....	39
FIGURA 3. 3: SENSOR DE TEMPERATURA LM35	41
FIGURA 3. 4: SOPORTE MAGNÉTICO	43
FIGURA 3. 5: APLICACIÓN SENSOR MAGNÉTICO	44
FIGURA 3. 6: CÁMARA IP	44
FIGURA 3. 7: SWITCH 8 PUERTOS D-LINK	47
FIGURA 3. 8: PUERTO SERIAL RS232 DB9.....	48
FIGURA 3. 9: PUERTO PARALELO RS232 DB25.....	49
FIGURA 3. 10: DIFERENTES INTERFACES RS485	51
FIGURA 3. 11: BUS DE 2 HILOS RS485	51
FIGURA 3. 12: BUS DE 4 HILOS RS485	52
FIGURA 3. 13: LÍNEAS SDA Y SCL.....	53
FIGURA 3. 14: CONDICIONES START-STOP	54
FIGURA 3. 15: TARJETA RFID.....	57
FIGURA 3. 16: FRECUENCIA HF Y UHF DE ANTENAS	58
FIGURA 3. 17: FORMAS DE TARJETAS IMPRESAS UHF Y HF.....	59
FIGURA 3. 18: COMPONES DE LA TARJETA μ FAT	61

Capítulo 4: HARDWARE Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

FIGURA 4. 1: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO PIC18F4550.....	67
FIGURA 4. 2: DIAGRAMA DE LAS SALIDAS HACIA LOS DISPOSITIVOS	68
FIGURA 4. 3: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO CONEXIÓN RS-485 Y RELOJ.....	69
FIGURA 4. 4: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO ENTRADAS	69
FIGURA 4. 5: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO RESET Y SENSOR DE TEMPERATURA	70
FIGURA 4. 6: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TECLADO Y CONEXIÓN UFAT	70
FIGURA 4. 7: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TECLADO Y CONEXIÓN UFAT	71
FIGURA 4. 8: DISEÑO DE CIRCUITO IMPRESO TARJETA DE CONTROL	71
FIGURA 4. 9 TARJETA DE CONTROL IMPLEMENTADA.....	72
FIGURA 4. 10: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO TARJETA RFID-LCD.....	73
FIGURA 4. 11: DISEÑO DE CIRCUITO IMPRESO	73
FIGURA 4. 12: TARJETA IMPLEMENTADA	74
FIGURA 4. 13 DISPLAY LCD 16X2	74
FIGURA 4. 14 DIMENSIONES DISPLAY LCD.....	75
FIGURA 4. 15: LECTOR RFID	76
FIGURA 4. 16: LECTOR RFID-12	76
FIGURA 4. 17 DIAGRAMA DE CONEXIÓN GENERAL.....	77
FIGURA 4. 18: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE AULA	78
FIGURA 4. 19: DIAGRAMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.....	78
FIGURA 4. 20 PARTES DE RELÉ.....	79
FIGURA 4. 21 TRANSFORMADOR 12V A 3A	81
FIGURA 4. 22: DIAGRAMA DE BLOQUE	81
FIGURA 4. 23 PROGRAMADOR PICKIT 2	89
FIGURA 4. 24 CAJA 30X20X10.....	102
FIGURA 4. 25 SENSOR MAGNÉTICO.....	103
FIGURA 4. 26 UBICACIÓN DE CÁMARA.....	104

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 3: EQUIPOS Y TECNOLOGIAS DEL PROYECTO

TABLA 3. 1: CARACTERÍSTICA PIC 18F4550	34
TABLA 3. 2: COMPARACIÓN PUERTO SERIAL Y PARALELO.....	49
TABLA 3. 3: COMPARACIÓN DE FRECUENCIA DE LECTOR.....	59
TABLA 3. 4: COMPONES DE LA TARJETA μ FAT	61
TABLA 3. 5: ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN.....	64
TABLA 3. 6: VALORES CAMPO "BAUD"	65

Capítulo 4: HARDWARE Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

TABLA 4. 1: DESCRIPCIÓN DE PINES DEL DISPLAY LCD	75
TABLA 4. 2: CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	82

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. ANTECEDENTES

En las últimas décadas la mayoría de las edificaciones han venido evolucionando en todos sus sistemas de control de acceso y seguridad, dando facilidades y comodidades a la mayoría de usuarios que optan por esta beneficiosa y ahorrativa manera de adaptarse al futuro.

En la actualidad la mayor parte de las universidades manejan sistemas antiguos, de control o de seguridad, esto implica que exista un uso innecesario de ciertos recursos.

Debido a cómo avanza la vida cotidiana de una persona junto a los avances tecnológicos, se dice que las personas de hoy, tienen que ir a la par de la tecnología, si no lo hacen, se quedan y no podrán progresar.

La infraestructura de la facultad de arquitectura carece de un sistema de control de acceso moderno; con la propuesta de implementación del plan piloto, basado en un conjunto de sistemas capaces de automatizar una edificación, optimizará los servicios energéticos, la seguridad y el bienestar de las 4 aulas de la facultad de arquitectura.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ineficiente control de ingreso a las aulas de la facultad de arquitectura, sumado al poco control de ahorro de energía en equipos y luminarias.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En la facultad de arquitectura se busca mejorar el acceso para que los profesores sin necesidad del encargado puedan entrar a las aulas y empezar a tiempo sus clases.

Se analizará que profesor es responsable de cada aula para lograr tener un óptimo control sobre la misma, en caso de algún daño o sustracción de algún equipo.

Para optimizar todos los recursos de la facultad se investigara como desactivar los equipos dentro del aula una vez culminada la jornada de clases.

1.4. HIPÓTESIS

Se facilitara a los docentes el ingreso a las aulas sin necesidad de una persona encargada, y a su vez registraría la hora de ingreso a clases.

De igual manera, se reducirán costos por el buen uso de la energía eléctrica.

Adicional a todo el sistema de control, se podría implementar un sistema para tener un mejor confort ya que se ambientarían las aulas antes de cada clase o antes de algún evento en las mismas.

1.5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

1.5.1. Objetivos Generales

Desarrollar herramientas de control de acceso y monitoreo de equipos a través de la implementación de un sistema integrado de nuevas tecnologías para aprovechar los recursos eléctricos o personal que labora en la Facultad de Arquitectura.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Optimizar el consumo de energía
- Diseñar un sistema que controle el ingreso de personal docente
- Diseñar un sistema de monitoreo para las aulas
- Reducir gastos de personal
- Prevenir la pérdida de equipos tecnológicos
- Mejorar la ambientación de las aulas
- Desarrollar un software que maneje los dos sistemas para un fácil manejo.

- Proveer de tecnología de acceso a la facultad de arquitectura.

En el siguiente capítulo nos adentramos en la tecnología base del proyecto y en la cual se ha investigado para la elaboración del mismo.

CAPÍTULO 2: INMÓTICA

Es un término desconocido por muchos, pero que simplemente significa incorporar a un establecimiento, ya sea hotelero, industrial, educativo o empresarial, un sistema de gestión automatizado, esto con el objeto de reducir el consumo de energía, y aumentar el confort y la seguridad de los mismos.

2.1. DEFINICIÓN

Se entiende por Inmótica al conjunto de sistemas capaces de automatizar un edificio, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta universalidad. Se podría definir como la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un establecimiento.

La Inmótica es una alta tecnología aplicable fundamentalmente a los edificios (hoteles, universidades, etc.) que permite dotar a las mismas de un sistema inteligente de gestión y control. Este tipo de instalaciones coordina distintos elementos electrónicos dentro del mismo para facilitar un uso central y controlado del confort. La tecnología de la Inmótica tiene el principal objetivo de brindar la mayor seguridad posible, con el mayor ahorro energético y calidad de confort. (www.itresa.com, 2006)



Figura 2. 1: Tecnología para edificios

Fuente: <http://transmedia.bligoo.com/content/view/476764/Entendiendo-el-nuevo-concepto-de-Edificio-Inteligente.html>

2.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La electricidad nos ha permitido elevar el nivel de confort en nuestras casas y ha dado paso a la entrada de los electrodomésticos: lavadora, frigorífico, lavavajillas, horno, etc., máquinas capaces de realizar tareas cotidianas de forma casi autónoma, elevando nuestro nivel de confort. (Reyes, 2008)

La siguiente evolución que ha llegado es la: Domótica, que se encarga de la integración y regulación de ambos sistemas (eléctricos y electrónicos), de tal manera que "la casa" es capaz de "sentir" (detectar la presencia de personas, la temperatura, el nivel de luz) y reaccionar por sí sola, a estos estímulos (regulando el clima, la iluminación, conectando la alarma) llegando a elevadas cotas de confort, seguridad y sobretodo: ahorro energético. (Valdés & Pallás, 2007)

La Historia de la domótica comprende una serie de etapas, desde los primeros protocolos orientados al "control remoto", hasta los grandes protocolos capaces de realizar "funciones lógicas complejas", para satisfacer las más exigentes programaciones de regulación y preparados para la verdadera Revolución Domótica: La autorregulación.

Resulta imposible precisar una fecha concreta para el nacimiento de la Inmótica, ya que no se trata de un hecho puntual, sino de todo un proceso evolutivo que comenzó con las redes de control de los edificios inteligentes y se ha ido adaptando a las necesidades propias de las personas. Habría que citar la historia completa de la evolución de la computación y electrónica, ya que la Inmótica está estrechamente vinculada con el desarrollo de nuevas tecnologías y se refiere solo a la adaptación de éstas a las necesidades de los seres humanos (DomoPrac, 2009).

En todo caso, si hemos de destacar una fecha importante en la historia de la Inmótica en concreto, esta sería el año 1978 con la salida al mercado del sistema X-10. X10 es el "lenguaje" de comunicación que utilizan los productos compatibles X10 para hablarse entre ellos y que le permiten controlar las luces

y los electrodomésticos de un hogar, aprovechando para ello la instalación eléctrica existente, y evitando tener que instalar cables.

Luego se implantan sistemas de control de las instalaciones. En un principio, a comienzos de los años 80, sólo se hacían cosas básicas como la gestión integral de calefacción y aire acondicionado, que hasta entonces se hacía de forma aislada. Posteriormente se ha ido sofisticando continuamente hasta llegar a una integración total de la gestión.

2.3. CRONOLOGÍA DE LA INMÓTICA

A continuación se destacan algunas fechas de descubrimientos importantes que sirvieron de gran ayuda para evolución de las tecnologías y que son la base de los grandes avances que ha realizado la Inmótica.

1.959. IBM construye los primeros ordenadores transistorizados, también llamados de segunda generación. Texas Instruments desarrolla la tecnología de circuitos integrados, que disminuirá drásticamente el tamaño y precio de los equipos.

1.968. Intel crea el microprocesador. Este es un componente revolucionario, pudiéndose utilizar para las más diversas funciones de control.

1975. La Historia de la domótica la inició X10 en 1975, creado para el telecontrol y basado en corrientes portadoras o Power Line (PL). Este sistema de protocolo estándar se extendió mucho por Estados Unidos y en Europa (sobretudo Reino Unido y España). La sencillez y sobretudo la accesibilidad al protocolo, derivó en multitud de aplicaciones (software y hardware), una variada red de distribución, incluso bajo internet (teletienda).

1978. En todo caso, si debe destacarse una fecha importante en la historia de la domótica, esta sería el año 1978 con la salida al mercado del sistema X-10.

1998. Las redes de la familia de ZigBee se conciben, al tiempo que se hizo claro que Wi-Fi y Bluetooth no serían soluciones válidas para todos los contextos. En concreto, se observó una necesidad de redes ad hoc inalámbricas.

2003. El estándar IEEE 802.15.4 se aprueba en mayo.

2009. Un programa de actualización sobre soluciones tecnológicas y nuevos escenarios de uso inimaginable en cada uno de los sectores propios de la

Inmótica, haciendo énfasis en el estándar internacional KNX para el mundo industrial y la edificación (Museo de Informática de Argentina, 1996).

2.4. CARACTERÍSTICAS

En la actualidad, la mayor parte de los sistemas eléctricos o electrónicos instalados en edificios terciarios adolecen un problema fundamental: su ineficacia. El primer y más evidente resultado de esta ineficiencia es el gasto innecesario y excesivo de todo tipo de recursos-energéticos, hídricos, etc.-, incidiendo no sólo de forma económica sino también medioambiental. Esta falta de control y gestión genera también problemas de otra índole como incomodidades, incapacidades para atender desviaciones energéticas, derroche de energía y posiblemente falta de condiciones óptimas para atender situaciones de emergencia (Luis, 2007).

Permiten de una forma centralizada y/o remota apagar y encender, abrir y cerrar y regular mecanismos y aparatos que forman parte de o están conectados a la instalación eléctrica del edificio como la iluminación, climatización, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, suministro de gas, suministro de electricidad, etc.

A partir de un análisis global del concepto, se pueden determinar rasgos generales propios y comunes a los distintos sistemas de un edificio inteligente que son los que la caracterizan como tal. El uso de estos sistemas tiene implicaciones que se pueden dividir en inmediatas, ya que trascienden el individuo para afectar al entorno social a través de nuevos modelos de uso.

Estas características generales, junto con las consecuencias inmediatas emanadas de su uso, son las siguientes:

- Control Remoto. A través de un esquema de comunicación con los distintos equipos (mando a distancia, bus de comunicación, etc.). Reduce la necesidad de moverse dentro del edificio.
- Control de Acceso. Numeroso personal de trabajo ya no debe realizar la marcación de tarjeta común para ingreso, sino mediante tarjetas RFID se logrará un rápido acceso sin problemas.
- Programabilidad. El hecho de que los sistemas del edificio se pueden programar ya sea para que realicen ciertas funciones con sólo tocar un botón o que las lleven a cabo en función de otras condiciones del entorno

(hora, temperatura interior o exterior, etc.) produce un aumento del confort y un ahorro de tiempo.

- Acceso a servicios externos: servicios de acceso a Internet, telecompra, etc. Para ciertos colectivos estos servicios pueden ser de gran utilidad (por ejemplo, unidades familiares donde ambos cónyuges trabajan) ya que producen un ahorro de tiempo (Noguerón Construcciones Técnicas, 2011).

La Inmótica se encarga de gestionar principalmente los siguientes cuatro aspectos:

Energía eléctrica: En este campo, la Inmótica se encarga de gestionar el consumo de energía, mediante temporizadores, relojes programadores, termostatos, etc. También se aprovecha de la tarifa nocturna, mediante acumuladores de carga.

Confort: La Inmótica nos proporciona una serie de comodidades, como pueden ser el control automático de los servicios de: Iluminación, temperatura y la gestión de elementos como accesos, persianas, ventanas, etc.

Seguridad: La seguridad que nos proporciona un sistema inmótico es más amplia que la que nos puede proporcionar cualquier otro sistema, pues integra tres campos de la seguridad que normalmente están controlados por sistemas distintos:

- Seguridad de los bienes: Gestión del control de acceso y control de presencia. Alarmas ante intrusiones.
- Seguridad de Monitoreo: Una persona puede encargarse del monitoreo y de la seguridad desde un punto específico.
- Incidentes y averías: Mediante sensores, se pueden detectar los incendios y las fugas de gas y agua, y, mediante el nodo telefónico, desviar la alarma hacia los bomberos, por ejemplo.

Comunicaciones: Este aspecto es imprescindible para acceder a multitud de servicios ofrecidos por los operadores de telecomunicaciones. La Inmótica tiene una característica fundamental, que es la integración de sistemas, por eso hay nodos que interconectan la red domótica con diferentes dispositivos, como Internet, la red telefónica, etc (ElictriCasas, 2008).



Figura 2. 2: Dispositivos de Conexión Inmótica

Fuente: <http://www.simonalert.com/Es/Videovigilancia/Videovigilancia-Sistema.htm>

2.5. ESTANDARES DE LA DOMÓTICA

Hoy en día existe un gran número de soluciones tecnológicas para redes tanto inalámbricas como domóticas diseñadas para cubrir áreas específicas o necesidades concretas. Esto ha confundido a ingenieros, instaladores, usuarios, a la vez que dificultado la labor de integración, importante para el desarrollo de soluciones universales. Por ello, las soluciones inalámbricas basadas en estándares que cubren todo el rango de posibles aplicaciones domésticas son las que se están imponiendo en el mercado.

A continuación se describen los estándares de domótica más importantes aunque hay que remarcar que existen otras soluciones en el mercado que pueden ser más apropiadas cuando se quieren resolver problemas concretos.

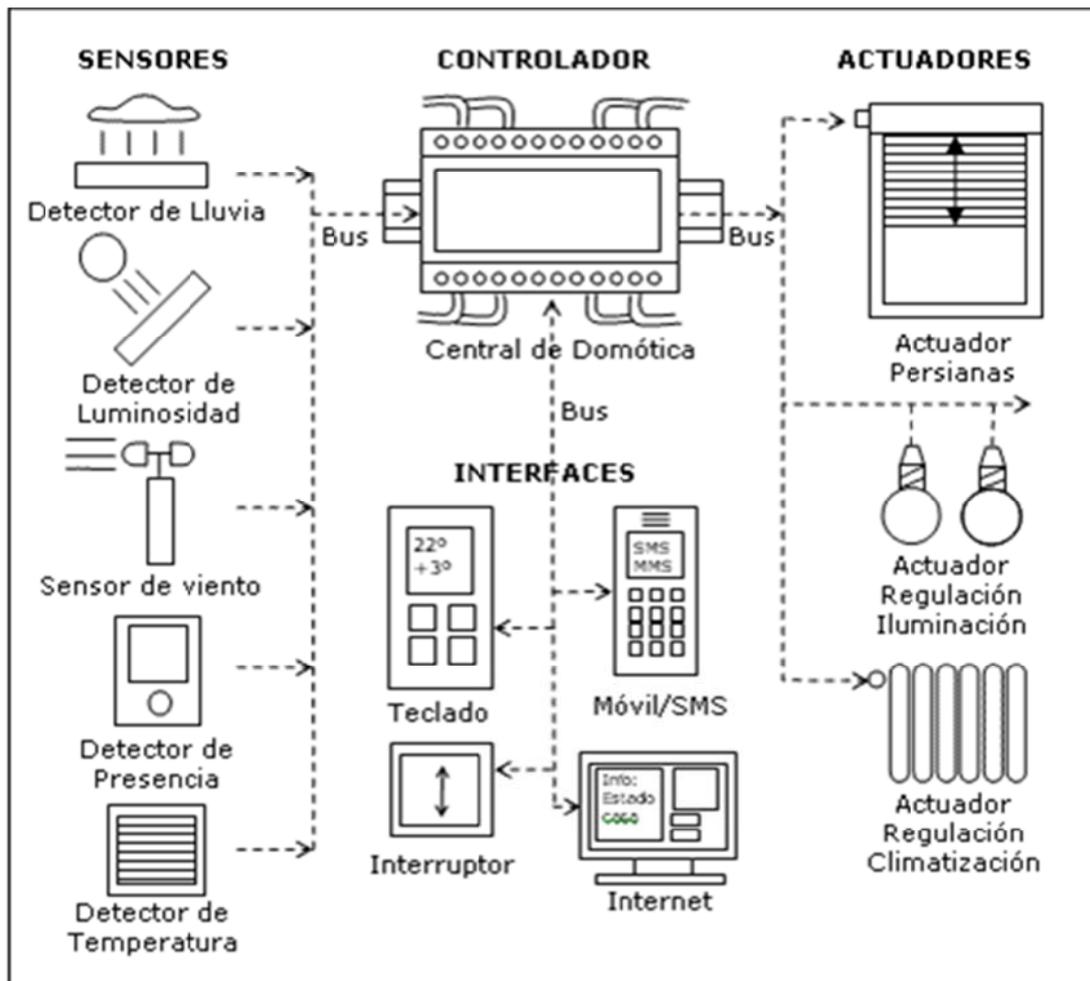


Figura 2. 3: Estructura Domótica

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Dom%C3%B3tica>

2.5.1. Estándar Konnex

El estándar KNX se basa en la tecnología EIB, y expande su funcionalidad añadiendo nuevos medios físicos a dicho estándar y los modos de configuración de BatiBUS y EHS.

Aunque puede utilizar distintos medios físicos; pares trenzado, línea eléctrica, cableado Ethernet o radio-frecuencia, lo más habitual es que las instalaciones KNX utilicen cableado propio de par trenzado.

La versión 1.0 del estándar KNX proporciona una solución con tres modos de configuración:

- Modo-S (modo sistema). La configuración del sistema usa la misma filosofía que el EIB actual, esto es, los diversos dispositivos o nodos de la red son instalados y configurados por profesionales con ayuda de una aplicación software especialmente diseñada para este propósito.

- Modo-E (Easy/Fácil). En la configuración sencilla los dispositivos son programados en fábrica para realizar una función concreta. Aún así algunos detalles deben ser configurados en la instalación, ya sea con el uso de un controlador central o mediante unos microinterruptores alojados en el mismo dispositivo.
- Modo-A (Modo Automático). En la configuración automática, con una filosofía Plug&Play(conectar/usar) ni el instalador ni el usuario final tienen que configurar el dispositivo. Este modo está especialmente indicado para ser usado en electrodomésticos, equipos de entretenimiento (consolas, set-top boxes, HIFI) y proveedores de servicios. Con la filosofía Plug&Play, el usuario final no tiene que preocuparse de leer complicados manuales de instalación o perderse en un mar de referencias o especificaciones (Servielectroic JV, 2008).



Figura 2. 4: Equipos KCONNEX

Fuente: <http://www.casadomo.com/noticiasDetalle.aspx?idm=10&id=9788&c=6>

2.5.2. Estándar Instabus EIB

El Instabus EIB es un sistema descentralizado para el control de las instalaciones de una vivienda mediante un bus de comunicación. Es un sistema de los llamados abiertos, pues actualmente existen numerosas empresas europeas, fabricantes de material eléctrico, que han adoptado el mismo protocolo de comunicaciones y que por tanto es posible mezclar componentes de diferentes marcas en una misma instalación.

Permite que todos los componentes eléctricos de las instalaciones del edificio estén Intercomunicados entre sí, todos con todos. De esta forma es posible que cualquier componente dé órdenes a cualquier otro, independientemente de la distancia entre ellos y de su ubicación. Es decir, que todos los aparatos que

utilizan la energía eléctrica en su funcionamiento quedan integrados en una sola red (Aguero, 2006).

El Bus es un simple cable de $2 \times 0,5 \text{ mm}^2$, llamado par trenzado, que recorre todo la edificación y al cual se conectan todos los sensores y actuadores pertenecientes a las instalaciones de iluminación, aire acondicionado, persianas, alarmas, información, etc.

Es un sistema destinado fundamentalmente a obras de nueva construcción o de reforma, pues para su instalación requiere una preinstalación a nivel de canalizaciones y cajas de registro, lo que implica bastante obra de nuevas canalizaciones de cable.

Los principales fabricantes de esta tecnología, son Siemens y Jung. Esta tecnología se utiliza mucho en edificios de oficinas.

2.5.3. Estándar LonWork

LonWork puede utilizar una gran variedad de medios de transmisión: aire, par trenzado, coaxial, fibra, o red eléctrica. Requiere la instalación de “nodos” a lo largo de la red que gestionan los distintos sensores y actuadores. La instalación y configuración de estos nodos debe ser realizada por profesionales utilizando las herramientas informáticas apropiadas.



Figura 2. 5: Marketing LonWork

Fuente: <http://domohome.es/dom%C3%B3tica/>

El estándar LonWork se basa en el esquema propuesto por LON (Local Operating Network). Este consiste en un conjunto de dispositivos inteligentes, o nodos, que se conectan mediante uno o más medios físicos y que se comunican utilizando un protocolo común. Por inteligente se entiende que cada nodo es autónomo y proactivo, de forma que puede ser programado para

enviar mensajes a cualquier otro nodo como resultado de cumplirse ciertas condiciones, o llevar a cabo ciertas acciones en respuesta a los mensajes recibidos.

2.5.4. Protocolo X10

Los sistemas enmarcados dentro de los denominados por corriente portadora, utilizan la propia instalación eléctrica de una vivienda para comunicarse sus elementos. Es decir, no es necesaria la instalación de ningún cableado específico para implementarlas en casa.

La red eléctrica de una edificación proviene de una única toma antes del cuadro general, luego todos los dispositivos eléctricos que en ella conviven, están comunicados entre sí.

El protocolo X10 es uno de los primeros estándares creados bajo esta tecnología. Su comercialización es completamente modular al estar compuesto mediante módulos de carril DIN, para instalar en cuadros eléctricos o en cajas de registro, módulos de enchufe (plug&play) para interponer entre la toma de enchufe del dispositivo a controlar y el propio dispositivo y, por último, módulos en formato pulsador para ubicarlos donde actualmente se encuentran los interruptores convencionales. Por su gran sencillez de instalación, su filosofía de producto es del tipo hágaselo usted mismo.

Al ser un sistema popular dispone de filtros de cuadro para impedir que nuestras señales salgan fuera de la edificación y, por el contrario, para que nuestro sistema no se vea alterado por señales externas.

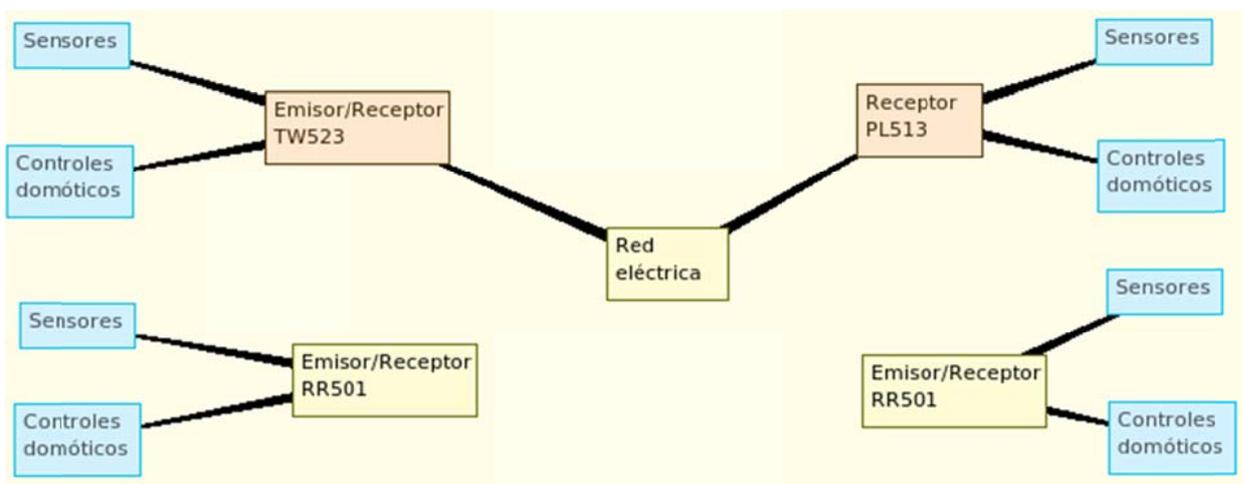


Figura 2.6: Estructura Protocolo X 10

Fuente: <http://opendomotica.wordpress.com/2008/11/23/estudio-del-protocolo-x10-i/>

2.6. ARQUITECTURA DE LA DOMÓTICA

La Arquitectura de los sistemas inmóticos hace referencia a la estructura de su red ^[15]. La clasificación se realiza en base de donde reside la “inteligencia” del sistema. Las principales arquitecturas son:

2.6.1. Arquitectura Centralizada

En un sistema de arquitectura centralizada, un controlador centralizado, envía la información a los actuadores e interfaces según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

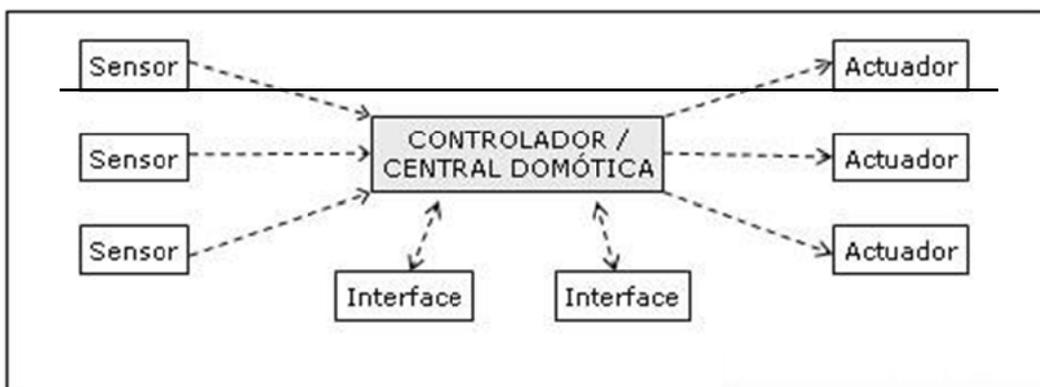


Figura 2.7: Arquitectura Domótica Centralizada

Fuente: <http://www.casadomo.com/>

2.6.2. Arquitectura Descentralizada

En un sistema de domótica de Arquitectura Descentralizada, hay varios controladores, interconectados por un bus, que envía información entre ellos y a los actuadores e interfaces conectados a los controladores, según el programa, la configuración y la información que recibe de los sensores, sistemas interconectados y usuarios.

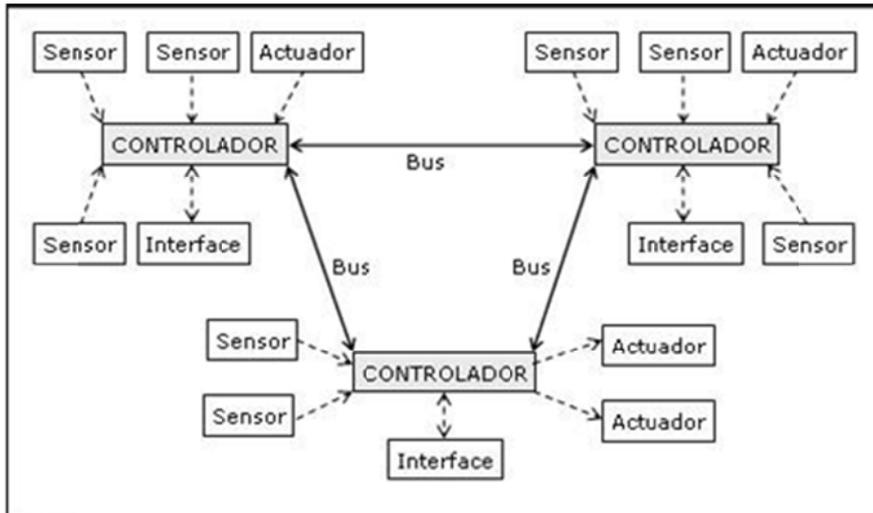


Figura 2.8: Arquitectura Domótica Descentralizada

Fuente: <http://www.casadomo.com/>

2.6.3. Arquitectura Distribuida

En un sistema de Inmótica de arquitectura distribuida, cada sensor y actuador es también un controlador capaz de actuar y enviar información al sistema según el programa, la configuración, la información que capta por sí mismo y la que recibe de los otros dispositivos del sistema.

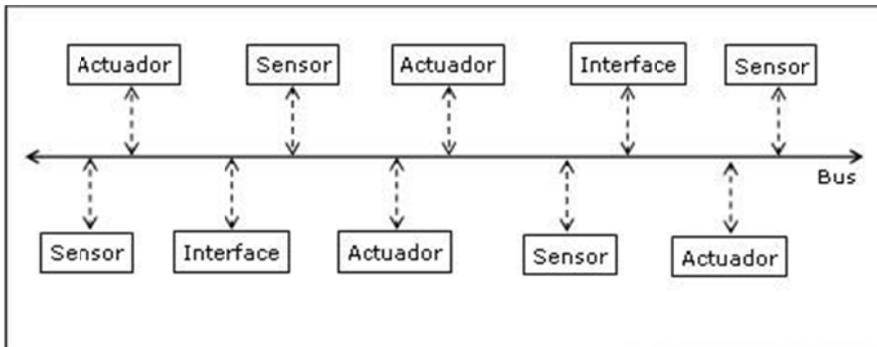


Figura 2.9: Arquitectura Domótica Distribuida

Fuente: <http://www.casadomo.com/>

2.6.4. Arquitectura Híbrida / Mixta

Se combinan las arquitecturas de los sistemas centralizadas, descentralizadas y distribuidas. A la vez que puede disponer de un controlador central o varios controladores descentralizados, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden también ser controladores (como en un sistema “distribuido”) y procesar la información según el programa, la configuración, la

información que capta por sí mismo, y tanto actuar como enviarla a otros dispositivos de la red, sin que necesariamente pasa por otro controlador.

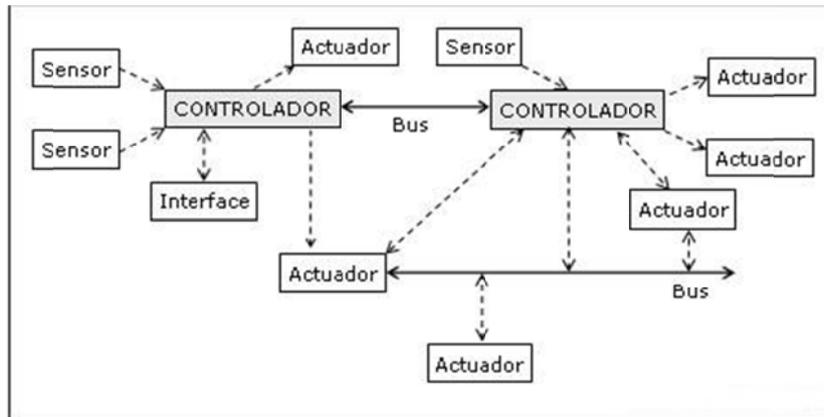


Figura 2.10: Arquitectura Domótica Híbrida o Mixta

Fuente: <http://www.casadomo.com/>

2.7. APLICACIONES

Debido a su gran versatilidad y en función del objetivo del sistema inmótico podemos definir más funcionalidades. Veamos algún ejemplo ^[16].

➤ Centro de Ocio y Restauración

La implantación de un sistema de control en un centro comercial tiene cuatro objetivos principales:

- Seguridad del edificio: Uno de los objetivos del sistema de control es mantener la seguridad del edificio ante intrusiones ajenas y alarmas técnicas, inundaciones o escapes de gas.
- Mantenimiento del complejo: El sistema de control supervisa todos los cuadros eléctricos, las horas de funcionamiento de las luminarias, y las alarmas técnicas. De este modo se ahorra y se ayuda al servicio de mantenimiento a tener las instalaciones controladas.
- Ahorro energético: El derroche de energía es algo muy común en este tipo de complejos, con una buena gestión de la iluminación y climatización se puede ahorrar una gran cantidad del gasto energético, amortizando la inversión anual.
- Ayuda a la gestión del edificio: Una de las mayores ventajas es la facilidad de gestión y ahorro de personal que reporta un sistema de control. Facturación de gasto energético.

- Control de zonas verdes y regadío de las mismas en función de parámetros atmosféricos.

➤ Bañero y Gimnasios.

Los sistemas de control gestionan los parámetros fundamentales en estas instalaciones que son la:

- Climatización
- El control de la calidad del aire
- La temperatura del agua, la composición de la misma
- Control de accesos, facturación
- Iluminación.
- Todo esto permite la creación de escenas en función del uso que se le vaya a dar a la sala en concreto.
- Control el audio y video de las distintas salas a través de pantallas táctiles en cada sala o desde el punto de control central, mejorando la confortabilidad de los usuarios finales.

➤ Zonas educativas.

En una zona educativa los parámetros fundamentales para garantizar el bienestar de las personas y el correcto funcionamiento del centro son:

- La climatización
- Iluminación.
- Salas comunes.
- Estores y persianas.
- Control de accesos y ausencias.
- Seguridad.

➤ Hoteles.

En instalaciones hoteleras, existe la integración de sistemas de control de las zonas comunes del hotel y de cada una de las habitaciones.

- En las zonas comunes se puede realizar el control de:
 - ✓ Cuadros eléctricos
 - ✓ Control de iluminación
 - ✓ Control de sistemas de ventilación y climatización
 - ✓ Alarmas en el hotel
 - ✓ Integración con ascensores
 - ✓ Medición de consumos.

- En las habitaciones, el control de:
 - ✓ Control de acceso
 - ✓ Control de presencia
 - ✓ Control del sistema de televisión
 - ✓ Control del clima
 - ✓ Control de servicios (limpieza)

- Parkings.
 - Sistemas de ayuda al aparcamiento a través de señales luminosas en las zonas de paso de los vehículos y en cada plaza individualmente.
 - Sistemas de reconocimiento de matriculas.

- Centros para personas mayores.
 - Localización de personas
 - Detección de comportamientos extraños
 - Control remoto de la iluminación, persianas y climatización
 - Supervisión de habitaciones
 - Seguridad
 - Alarmas individuales por paciente de pánico
 - Control del personal del recinto
 - Control de accesos y de permanencia

- Comunidades de vecinos.
 - Gestión de zonas comunes
 - Reservas de pistas comunes
 - Iluminación inteligente en zonas comunes
 - Seguridad. CCTV
 - Sitio Web comunitario

- Control de accesos a zonas comunes
- Control eficiente de riego e iluminación en jardines

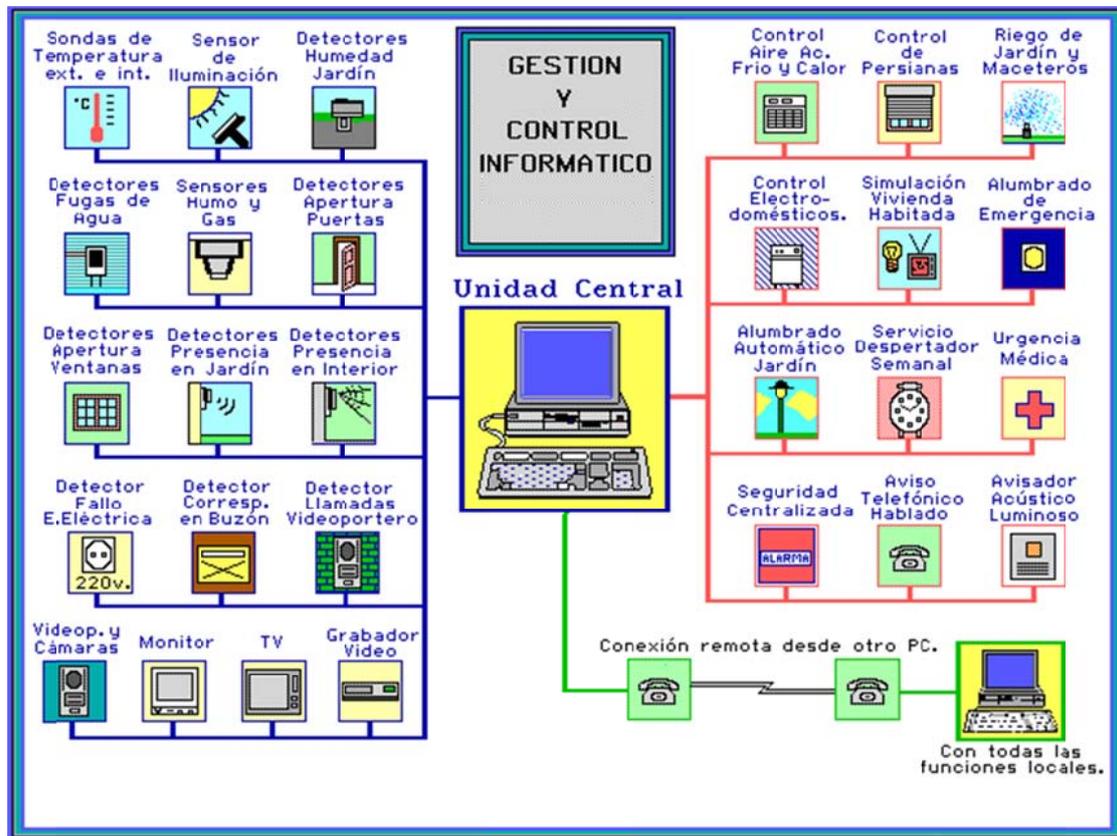


Figura 2.11: Aplicaciones Generales

Fuente: <http://www.um.es/docencia/barzana/IATS/lats09.html>

2.8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INMÓTICA

Como toda nueva tecnología, la inmótica es una gran alternativa para la comodidad y el beneficio de grandes edificaciones, pero también trae consigo inconvenientes de los que día a día se trata de solventar con nuevas ideas.

2.8.1. Ventajas de la Inmótica

Las principales ventajas se basan en racionalización de la energía, la reducción de los costos de mantenimiento, reducción de fallas imprevistas, seguridad de los bienes y por sobre todas las cosas la seguridad de las personas que lo habitan. ^[17]

Por ello la gestión técnica de este tipo de instalaciones cobra una máxima relevancia tanto en la optimización de los recursos del centro como en el bienestar y la comodidad de los usuarios y sus trabajadores.

Las ventajas de un sistema de control en edificios y grandes instalaciones son muy numerosas. Las más destacables son:

- Ahorro energético de hasta un 40%.
- Ahorro en servicios de mantenimiento.
- Gestión eficaz de los parámetros principales del edificio.
- Gestión del personal del edificio.
- Supervisión en tiempo real de eventos.
- Gestión de históricos y tiempos de funcionamiento.
- Aviso de averías.
- Avisos de mantenimiento preventivo.
- Alarmas técnicas.
- Telegestión remota.
- Supervisión de consumo eléctrico.
- Mejora de la eficiencia del trabajador o del edificio.
- Aumento del confort de los usuarios y estética.
- Detección y gestión eficaz de la seguridad en el complejo.



Figura 2.12: Sistema Inmótico

Fuente: <http://www.domoticacentro.com.ar/>

2.8.2. Desventajas de la Inmótica

Como es de imaginarnos, en la Inmótica y Domótica, no todo son cosas a favor. Si bien no se considera que la implementación en una edificación lleve consigo alguna problemática, hay algunas debilidades en el sistema debido fundamentalmente al nuevo de la tecnología y, por lo tanto, la inexperiencia en la entrega de los servicios. Dentro de estas debilidades están algunos puntos que hay que considerar, siendo algunos de ellos:

- El alto precio de los aparatos inmóticos (instalación, equipos), siendo Latinoamérica la zona más cara para adquirirlos, aunque se espera que con el tiempo estos valores disminuyan debido a la competencia entre empresas.
- El uso de la Internet (fundamental en el uso de la Domótica) en las personas hace que disminuyan su vida social.
- La vulnerabilidad de acceso al sistema informativo, pudiendo desactivar el sistema de seguridad de nuestro hogar lo cual podría provocar un gran caos.

En el siguiente capítulo se presentarán todos los componentes y equipos que se utilizarán en el proyecto, esta descripción será de gran ayuda para comprender sus mecanismos y efectos que tiene cada uno sobre la automatización de las aulas.

CAPÍTULO 3: EQUIPOS Y TECNOLOGÍAS DEL PROYECTO

En este capítulo se describirá cada uno de los equipos prácticos a utilizarse cuya función ayudará a cumplir los objetivos del proyecto, así también los tipos de tecnologías, que servirá para comprender de qué manera se interconectan los equipos mostrándonos sus normas de seguridad para evitar vulnerabilidades.

3.1. MICROCONTROLADORES PIC18F455

El PIC 18F4550, pertenece a los microcontroladores PIC18 de gama alta. Posee una arquitectura RISC (Reduced Instruction Set Computer) de 16 bits longitud de instrucciones y 8 bits de datos. La tabla 3.1 muestra en resumen las características fundamentales de este microcontrolador y de sus antecesores los PIC18F2550/445.

CARACTERÍSTICAS	PIC18F2455	PIC18F2450	PIC18F4455	PIC18F4550
Frecuencia de Operación	Hasta 48MHz	Hasta 48MHz	Hasta 48MHz	Hasta 48MHz
Memoria de Programa (bytes)	24.576	32.768	24.576	32.768
Memoria RAM de Datos (bytes)	2.048	2.048	2.048	2.048
Memoria EEPROM Datos (bytes)	256	256	256	256
Interrupciones	19	19	20	20
Líneas de E/S	24	24	35	35
Temporizadores	4	4	4	4
Módulos de Comparación/Captura/PWM (CCP)	2	2	1	1
Módulos de Comparación/Captura/PWM mejorado (ECCP)	0	0	1	1
Canales de Comunicación Serie	MSSP.EUSART	MSSP.EUSART	MSSP.EUSAR	MSSP.EUSAR
Canal USB	1	1	1	1
Puerto Paralelo de Transmisión de Datos (SPP)	0	0	1	1
Canales de Conversión A/D de 10 bits	10 Canales	10 Canales	13 Canales	13 Canales
Comparadores analógicos	2	2	2	2
Juego de instrucciones	75 (83 ext.)	75 (83 ext.)	75 (83 ext.)	75 (83 ext.)
Encapsulados	PDIP28 pines SOIC28 pines	PDIP28 pines SOIC28 pines	PDIP40 pines QFN 40 pines TQFP 40 pines	PDIP40 pines QFN 40 pines TQFP 40 pines

Tabla 3. 1: Característica PIC 18F4550

Fuente: <http://www.pinguino.org.ve/descargas/Manual%20PIC%2018F4550.pdf>

3.1.1. Organización de la Memoria

El uC PIC18F4550 dispone de las siguientes memorias para su funcionamiento.

3.1.2. Memoria de programa

Es la memoria flash interna de 32.768 bytes la misma que almacena instrucciones y constantes/datos. Puede ser escrita/leída mediante un programador externo o durante la ejecución programa mediante unos punteros.

3.1.2.1. Memoria RAM de Datos

Es una memoria SRAM interna de 2048 bytes en la que están incluidos los registros de función especial. Almacena datos de forma temporal durante la ejecución del programa Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución mediante diversas instrucciones.

3.1.2.2. Memoria EEPROM de Datos

Es una memoria no volátil de 256 bytes. Almacena datos que se deben conservar aun en ausencia de tensión de alimentación Puede ser escrita/leída en tiempo de ejecución a través de registros.

3.1.2.3. Pila

Es un bloque de 31 palabras de 21 bits que se encarga de almacenar la dirección de la instrucción que debe ser ejecutada después de una interrupción o subrutina.

3.1.2.4. Memoria de Configuración

Es la memoria en la que se incluyen los bits de configuración (12 bytes de memoria flash) y los registros de identificación (2 bytes de memoria de solo lectura). Se trata de un bloque de memoria situado a partir de la posición 30000H de memoria de programa (más allá de la zona de memoria de programa de usuario).

En esta memoria de configuración se incluyen bits de configuración los que están contenidos en 12 bytes de memoria flash permiten la configuración de algunas opciones del uC como:

- Opciones del oscilador.
- Opciones de Reset.
- Opciones del Watchdog.
- Opciones de la circuitería de depuración y programación.
- Opciones de protección contra escritura de memoria de programa y memoria EEPROM de datos.

Estos bits se configuran generalmente durante la programación del uC, aunque también pueden ser leídos y modificados durante la ejecución del programa.

3.1.2.5. Registros de identificación

Son dos registros situados en las direcciones 3FFFFEH y 3FFFFFFH que contienen información del modelo y revisión del dispositivo. Son registros de solo lectura y no pueden ser modificados por el usuario.

3.1.2.6. Arquitectura de Harvard

El uC PIC18F4550 dispone buses diferentes para el acceso a memoria de programa y memoria de datos (arquitectura Harvard):

- **Bus de la memoria de programa:**
 - ✓ 21 líneas de dirección
 - ✓ 16/8 líneas de datos (16 líneas para instrucciones/8 líneas para datos)
- **Bus de la memoria de datos:**
 - ✓ 12 líneas de dirección
 - ✓ 8 líneas de datos

Esto permite acceder simultáneamente a la memoria de programa y a la memoria de datos. Es decir se puede ejecutar una instrucción (lo que por lo general requiere acceso a memoria de datos) mientras se lee de la memoria de programa la siguiente instrucción (proceso pipeline).

3.1.2.7. Aplicaciones de los Microcontroladores

- En sistemas de comunicación: centrales telefónicas, transmisores, receptores, teléfonos fijos, celulares, fax, etc.
- En electrodomésticos: lavarropas, hornos de microondas, heladeras, lavavajillas, televisores, reproductores de DVD, minicomponentes, controles remotos, etc.
- Industria informática: Se encuentran en casi todos los periféricos; ratones, teclados, impresoras, escáner, etc.
- Domótica: sistemas de alarma y seguridad, control de procesos hogareños a distancia, etc.
- Automatización: climatización, seguridad, etc.
- Industria: Autómatas, control de procesos, etc.
- Otros: Instrumentación, electromedicina, ascensores, calefacción, aire acondicionado, sistemas de navegación, etc.

3.2. SENSOR DE MOVIMIENTO

Es un dispositivo electrónico equipado de sensores que responden un movimiento físico. Se encuentran, en sistemas de seguridad o en circuitos cerrados de televisión. El sistema puede estar compuesto, simplemente, por una cámara de vigilancia conectada a un ordenador, que se encarga de generar una señal de alarma o poner el sistema en estado de alerta cuando algo se mueve delante de la cámara (Kannan M., 2007).

3.2.1. Definición

Los sensores de movimiento (Figura 3.1) transmiten señales de radio de alta frecuencia, para detectar el movimiento de alguna persona u objeto en las áreas de seguridad cubiertas por dichos sensores. En otras palabras dan un aviso si alguien entra en su casa.



Figura 3. 1: Sensor de Movimiento

Fuente: <http://formastecnologicas.blogspot.com/2010/01/tipos-de-sensores.html>

3.2.2. Tipos de Sensores de Movimiento

Los sensores también están siendo adaptados a todo tipo de electrodomésticos, haciendo mucho más eficaz los niveles de protección o de vigilancia, a continuación se presentan algunos tipos.

3.2.2.1. Sensores Infrarrojos:

Los detectores de movimiento utilizan luces infrarrojas para detectar los cambios de calor, como por ejemplo cuando una persona se mueve a través de una habitación, esta luz lo detecta con la ayuda del sensor infrarrojo. Si una persona se mueve del rango del sensor de movimiento, se activa la alarma. Los sensores infrarrojos generalmente son más pequeños y muy confiables.^[19]

3.2.2.2. Sensores de Vibración:

Detectan a una persona a través de la vibración. Muchas alarmas de autos tienen esta característica para poder alertar a sus dueños de que alguien ha golpeado sus autos.

3.2.2.3. Sensores Fotoeléctricos:

Algunos sistemas de detección de movimiento utilizan láser y rayos fotoeléctricos. El láser se dispara hacia el otro lado de la habitación. Si el láser es interrumpido, entonces se activa la alarma.

3.2.2.4. Sensores Ultrasónicos:

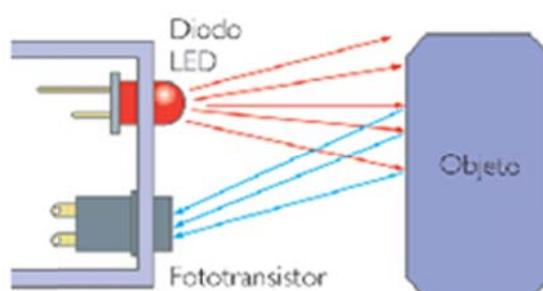
Utilizan una frecuencia de alrededor de 30 kHz. El transmisor rebota las ondas de las paredes, muebles, ventanas y techo y cuando la habitación se estabiliza, se arma la alarma.

3.2.2.5. Sensores Acústicos:

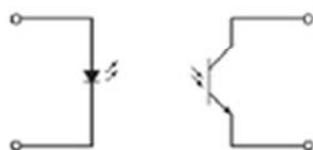
Pueden detectar la energía producida por cualquier tipo de sonido, incluidos los vidrios rotos. En el caso de los vidrios rotos producidos por las ventanas violadas, se emite una alarma sonora.

3.2.3. Esquema de un Sensor Óptico de Presencia

La luz emitida por el diodo LED (Light-Emitting Diode/Diodo Emisor de Luz) se refleja en el objeto, incidiendo en el fototransistor (en el que la corriente del colector es proporcional a la intensidad luminosa que recibe la base del dispositivo), como se observa en la Figura 3.2



Disposición física del sensor óptico.



Esquema eléctrico.

Figura 3. 2: Sensor Óptico

Fuente: http://ec.kalipedia.com/tecnologia/tema/robotica/graficos-esquema-sensor-optico.html?x1=20070821klpinginf_53.Ees&x=20070821klpinginf_92.Kes

3.2.3.1. Diodo Emisor de Luz

Un diodo emisor de luz, también conocido como LED es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica^[20]. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia.

El color, depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo.

3.2.3.2. Fototransistor

Se llama fototransistor a un transistor sensible a la luz, normalmente a los infrarrojos. La luz incide sobre la región de base, generando portadores en ella. Esta carga de base lleva el transistor al estado de conducción.

Un fototransistor es igual a un transistor común, con la diferencia que el primero puede trabajar de 2 formas:

- Como transistor normal con la corriente de base I_b (modo común).
- Como fototransistor, cuando la luz que incide en este elemento hace las veces de corriente de base. I_p (modo de iluminación).
- Puede utilizarse de las dos en formas simultáneamente, aunque el fototransistor se utiliza principalmente con el pin de la base sin conectar.

3.3. SENSOR DE TEMPERTURA

Actualmente se dispone de una gran variedad de dispositivos e instrumentos para la medición precisa de la temperatura, en este caso se utilizará el LM35.

3.3.1. Definición

El LM35 (Figura 3.3) es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C y un rango que abarca desde -55° a +150°C.



Figura 3. 3: Sensor de Temperatura LM35

Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/178-sensor-de-temperatura-mcp9700a.html>

El sensor se presenta en diferentes encapsulados pero el más común es el TO-92 de igual forma que un típico transistor con 3 patas, dos de ellas para alimentarlo y la tercera nos entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo. Con el LM35 sobre la mesa las patillas hacia nosotros y las letras del encapsulado hacia arriba tenemos que de izquierda a derecha los pines son: VCC - Vout- GND (Martin, 2001).

La salida es lineal y equivale a $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ por lo tanto:

- $+1500\text{mV} = 150^{\circ}\text{C}$
- $+250\text{mV} = 25^{\circ}\text{C}$
- $-550\text{mV} = -55^{\circ}\text{C}$

3.3.2. Características Principales

El circuito integrado LM35D es un sensor de temperatura cuya tensión de salida es linealmente proporcional con la temperatura en la escala Celsius (centígrada). Posee una precisión aceptable para la aplicación requerida, no necesita calibración externa, posee sólo tres terminales, permite el censado remoto y es de bajo costo.

- Factor de escala : $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ (garantizado entre $9,8$ y $10,2\text{mV}/^{\circ}\text{C}$)
- Rango de utilización : $-55^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$
- Precisión de : $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$ (peor caso)
- No linealidad : $\sim 0,5^{\circ}\text{C}$ (peor caso)

3.3.3. Funcionamiento

Para hacernos un termómetro lo único que necesitamos es un voltímetro bien calibrado y en la escala correcta para que nos muestre el voltaje equivalente a temperatura. El LM35 funciona en el rango de alimentación comprendido entre 4 y 30 voltios.

Podemos conectarlo a un conversor Analógico/Digital y tratar la medida digitalmente, almacenarla o procesarla con un Microcontrolador o similar.

El sensor de temperatura puede usarse para compensar un dispositivo de medida sensible a la temperatura ambiente, refrigerar partes delicadas del robot o bien para loggear temperaturas en el transcurso de un trayecto de exploración

3.4. SENSOR MAGNÉTICO

Los sensores magnéticos se basan en la tecnología magnetoresistiva. Ofrecen una alta sensibilidad. Entre las aplicaciones se incluyen brújulas, control remoto de vehículos, detección de vehículos, realidad virtual, sensores de posición, sistemas de seguridad e instrumentación médica (Areny & Ramon, 2007).

3.4.1. Definición

Este dispositivo, es un interruptor, que a diferencia de actuar sobre el manualmente, se hace magnéticamente, es decir, se activa cuando un imán se le aproxima a 15mm y se desactiva cuando este se separa 25mm.

3.4.2. Composición

El sensor magnético consta de dos elementos como lo son el soporte electrónico y el soporte magnético, brevemente descritos a continuación.

3.4.2.1. Soporte Electrónico:

El soporte electrónico, incorpora en su interior, los mecanismos que harán abrirse o cerrarse un circuito. Como si de un relé se tratara.

3.4.3. Soporte Magnético:

El soporte magnético, tiene en su interior dos imanes polarizados de forma que su campo se dirija de forma adecuada. En este caso el campo se emite lateralmente al soporte. En la Figura 3.4 se identifica la constitución de un soporte magnético.

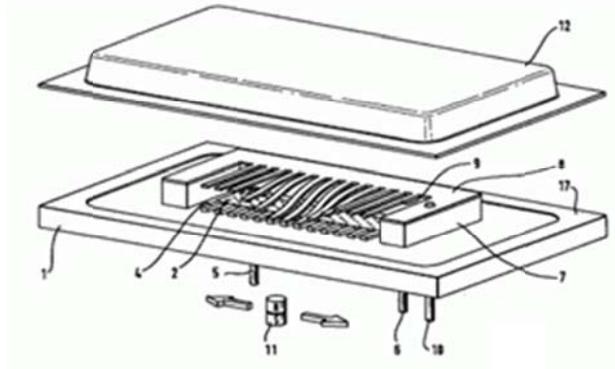


Figura 3. 4: Soporte Magnético

Fuente: <http://patentados.com/invento/sensor-magnetico-pasivo-de-posicion.html>

Los sensores usan el efecto magneto-resistivo, la propiedad por la cual, un material magnético cambia su resistencia en presencia de un campo magnético externo. Esto proporciona un excelente medio para medir con precisión desplazamientos lineales y angulares (por ejemplo en varillas metálicas, levas, cremalleras), pues pequeños movimientos mecánicos producen cambios medibles en el campo magnético^[23].

Los sensores encuentran aplicación en instrumentación y control de procesos, como también en automatización industrial.

3.4.4. Aplicaciones

Este sensor a más de ser usado en sistemas de seguridades también presenta otras aplicaciones como (Figura 3.5):

- Medición de desplazamientos (con precisión de décimas de milímetro)
- Medición de ángulos de rotación (ignición electrónica en motores)
- Censado de corriente en conductores eléctricos.

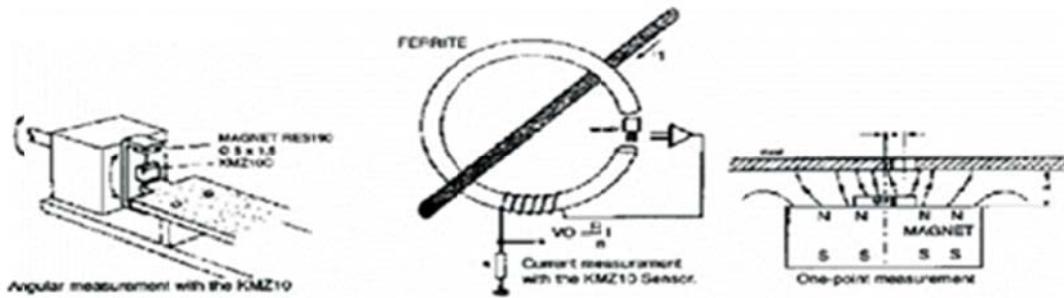


Figura 3. 5: Aplicación Sensor Magnético

Fuente: <http://www.gmelectronica.com.ar/catalogo/pag48.html>

3.5. CÁMARA IP

Una cámara IP (Internet Protocol/Protocolo de Internet) es un dispositivo que emite las imágenes directamente a la red (Intranet o internet) sin necesidad de un ordenador.

3.5.1. Definición

Las cámaras IP (Figura 3.6), son videocámaras de vigilancia especialmente diseñadas para enviar las señales de video (y en algunos casos audio), a través de internet desde un explorador o a través de un concentrador en una red local.



Figura 3. 6: Cámara IP

Fuente: <http://pichincha.evisos.ec/camara-ip-wireless-dlink-dcs-920-id-57175>

3.5.2. Características

Una cámara de red incorpora su propio miniordenador, lo que le permite emitir vídeo por sí misma.

Además de comprimir el vídeo y enviarlo, puede tener una gran variedad de funciones:

- Envío de correos electrónicos con imágenes.
- Activación mediante movimiento de la imagen.
- Activación mediante movimiento de sólo una parte de la imagen.
- Creación una máscara en la imagen, para ocultar parte de ella o colocar un logo.
- Activación a través de otros sensores.
- Control remoto para mover la cámara y apuntar a una zona.
- Programación de una secuencia de movimientos en la propia cámara.
- Posibilidad de guardar y emitir los momentos anteriores a un evento.
- Utilización de diferente cantidad de fotogramas según la importancia de la secuencia. Para conservar ancho de banda.
- Actualización de las funciones por software.

Las cámaras IP permiten ver en tiempo real qué está pasando en un lugar, aunque esté a miles de kilómetros de distancia.

Una cámara IP (o una cámara de red) es un dispositivo que contiene:

- Una cámara de vídeo de gran calidad, que capta las imágenes.
- Un chip de compresión que prepara las imágenes para ser transmitidas por Internet.
- Un ordenador que se conecta por sí mismo a Internet.

Con las cámaras IP se puede ver qué está pasando en este preciso momento. La cámara se conecta a través de Internet a una dirección IP que tienen sus cámaras IP.

- Las cámaras IP permiten al usuario tener la cámara en una localización y ver el vídeo en tiempo real desde otro lugar a través de Internet.

- El acceso a estas imágenes está totalmente restringido: sólo las personas autorizadas pueden verlas. También se puede ofrecer acceso libre y abierto si el vídeo en directo se desea incorporar al Website (Sitio Web) de una compañía para que todos los internautas tengan acceso.

Las cámaras IP incorporan todas las funciones de una cámara de vídeo y añaden más prestaciones:

- La lente de la cámara enfoca la imagen en el sensor de imagen. Antes de llegar al sensor, la imagen pasa por el filtro óptico que elimina cualquier luz infrarroja y muestra los colores correctos.
- Actualmente están apareciendo cámaras día/noche que disponen de un filtro de infrarrojos automático, este filtro se coloca delante del CCD (Charged-Coupled Device/Dispositivo de Carga Acoplada) sólo cuando las condiciones de luz son adecuadas proporcionándonos de esta manera imágenes en color, cuando las condiciones de luz bajan este filtro se desplaza y la cámara emite la señal en blanco y negro produciendo más luminosidad y de esta manera podemos iluminar la escena con luz infrarroja y ver en total oscuridad.
- El sensor de imagen convierte la imagen, que está compuesta por información lumínica, en señales eléctricas. Estas señales eléctricas se encuentran ya en un formato que puede ser comprimido y transferido a través de redes.
- Como las cámaras de vídeo convencionales, las cámaras IP gestionan la exposición (el nivel de luz de la imagen), el equilibrio de blancos (el ajuste de los niveles de color), la nitidez de la imagen y otros aspectos de la calidad de la imagen. Estas funciones las lleva a cabo el controlador de cámara y el chip de compresión de vídeo.
- Las cámaras IP comprimen la imagen digital en una imagen que contiene menos datos para permitir una transferencia más eficiente a través de la Red, cámaras MPEG4.

3.6. SWITCH

Un conmutador o switch (Figura 3.7) es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes (bridges), pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red (Jequer, 2011).



Figura 3. 7: Switch 8 puertos D-LINK

Fuente: <http://www.eurodisigloxxi.com/producto.aspx?idproducto=5181>

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes u ordenadores, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las LANs (Local Area Network/Red de Área Local).

3.7. TECNOLOGÍA DE COMUNICACIÓN

El proyecto utiliza distintas tecnologías de comunicación debido a sus diversos usos y aplicaciones, todas ellas relacionadas con los microcontroladores.

3.7.1. Comunicación RS-232

Ante la gran variedad de equipos, sistemas y protocolos que existen surgió la necesidad de un acuerdo que permitiera a los equipos de varios fabricantes comunicarse entre sí. La EIA (Electronics Industry Association/Asociación de industria Electrónica) elaboró la norma RS-232 (Recommended Standard 232/Estándar Recomendado 232), la cual define la interface mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial.

Todas las normas RS-232 cumplen con los siguientes niveles de voltaje:

- Un “1” lógico es un voltaje comprendido entre -5v y -15v en el transmisor y entre -3v y -25v en el receptor.
- Un “0” lógico es un voltaje comprendido entre $+5\text{v}$ y $+15\text{v}$ y en el transmisor y entre $+3\text{v}$ y $+25\text{v}$ en el receptor.

El envío de niveles lógicos (bits) a través de cables o líneas de transmisión necesita la conversión a voltajes apropiados. En los microcontroladores para representar un 0 lógico se trabaja con voltajes inferiores a 0.8v , y para un 1 lógico con voltajes mayores a 2.0V .

En general cuando se trabaja con familias TTL (Transistor-Transistor Logic/Lógica Transistor a Transistor) y CMOS se asume que un “0” lógico es igual a cero Volts y un “1” lógico es igual a cinco Volts.

La importancia de conocer esta norma, radica en los niveles de voltaje que maneja el puerto serial del ordenador, ya que son diferentes a los que utilizan los microcontroladores y los demás circuitos integrados. Por lo tanto se necesita de una interface que haga posible la conversión de los niveles de voltaje a los estándares manejados por los CI TTL.

En las Figuras 3.8 y 3.9 se describe los pines de 2 tipos diferentes de Puerto Serial RS 232 DB 9 y DB 2.

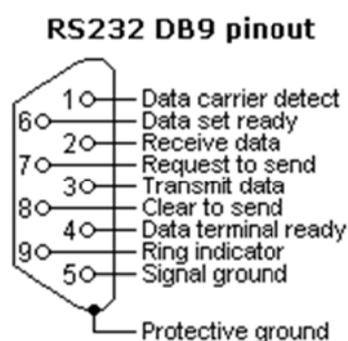


Figura 3. 8: Puerto Serial RS232 DB9

Fuente: <http://www.lammertbies.nl/comm/cable/RS-232.html>

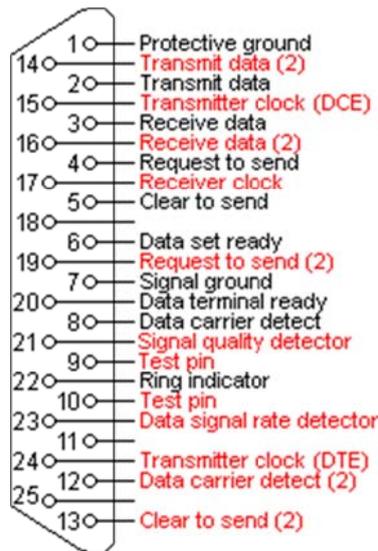


Figura 3. 9: Puerto Paralelo RS232 DB25

Fuente: <http://www.lammerbries.nl/comm/cable/RS-232.html>

DB 9	DB 25	FUNCION
1	8	DETECTOR DE PORTADORA DE DATO / DATA CARRIER DETECT
2	3	RECEIVER DATA / RECIBIDOR DE DATOS
3	2	TRANSMIT DATA / TRANSMISION DE DATOS
4	20	DATA TERMINAL READY / DATOS LISTOS DEL TERMINAL
5	7	SIGNAL GROUND / SEÑAL DE TIERRA
6	6	DATA SET READY / CONJUNTO DE DATOS LISTOS
7	4	REQUEST TO SEND / RESPUESTA DE ENVIO
8	5	CLEAR TO SEND / BORRAR ENVIAR
9	22	RING INDICATOR / INDICADOR

Tabla 3. 2: Comparación Puerto Serial y Paralelo

Fuente: Autores

3.7.2. Comunicación RS 485

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, en el sector de la automatización industrial la interfaz RS485 aún está muy extendida, pero está siendo desplazada lentamente por interfaces basadas en Ethernet.

3.7.2.1. Características Básicas

Es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en 1 solo hilo, con una longitud máxima de

1.200 metros operando entre 300 y 19.200 bps y la comunicación half-dúplex. Soporta 32 transmisiones y 32 receptores. Al tratarse de un estándar bastante abierto permite muchas y muy diferentes configuraciones y usos. Otras especificaciones de esta comunicación son:

- Interfaz diferencial.
- Conexión multipunto.
- Alimentación única de +5V.
- Hasta 32 estaciones (ya existen interfaces que permiten conectar 256 estaciones).
- Velocidad máxima de 10 Mbps (a 12 metros).
- Longitud máxima de alcance de 1.200 metros (a 100 Kbps).
- Rango de bus de -7V a +12V.

3.7.2.2. Sistema de Bus RS485

La interfaz RS485 ha sido desarrollada, de un modo análogo a la interfaz RS422, para la transmisión serial de datos a altas velocidades y a distancias grandes. Mientras la RS422 sólo permite la conexión unidireccional de hasta 10 receptores en un emisor, la RS485 ha sido concebida como sistema de bus bidireccional con hasta 32 usuarios. Con los modernos Transceiver-ICs es posible conectar hasta 128 usuarios a un sistema de bus mediante la reducción de la carga que generan los nodos de bus.

Físicamente las interfaces RS422 y RS485 varían poco, de modo que se puede utilizar los mismos módulos Transceiver para las dos interfaces.

Dado que varios transmisores trabajan en una línea común, tiene que garantizarse con un protocolo que en todo momento esté activo como máximo un transmisor de datos. Los otros transmisores tienen que encontrarse en ese momento en estado ultraohmio.

En función de las interfaces disponibles, progresivamente se puede equipar sin problemas los terminales que no dispongan de conexión RS485 con esta interfaz por varios métodos como se observa en la figura 3.10



Figura 3. 10: Diferentes Interfaces RS485

Fuente: <http://www.wut.de/e-6www-11-apes-000.php>

Un bus RS485 puede tener en principio una estructura de sistema de dos hilos o de cuatro.

3.7.2.3. Bus de 2 hilos RS485

El Bus de 2 hilos RS485 se compone según el bosquejo inferior del cable propio de Bus con una longitud máxima de 500m. Los participantes se conectan a este cable a través de una línea adaptadora de máximo 5 metros de largo. La ventaja de la técnica de 2 hilos reside esencialmente en la capacidad multimaster, en donde cualquier participante puede cambiar datos en principio con cualquier otro. El Bus de 2 hilos es básicamente apto sólo semidúplex. Es decir puesto que sólo hay a disposición una vía de transmisión, siempre puede enviar datos un solo participante (4 TMC Process Development, 2009).

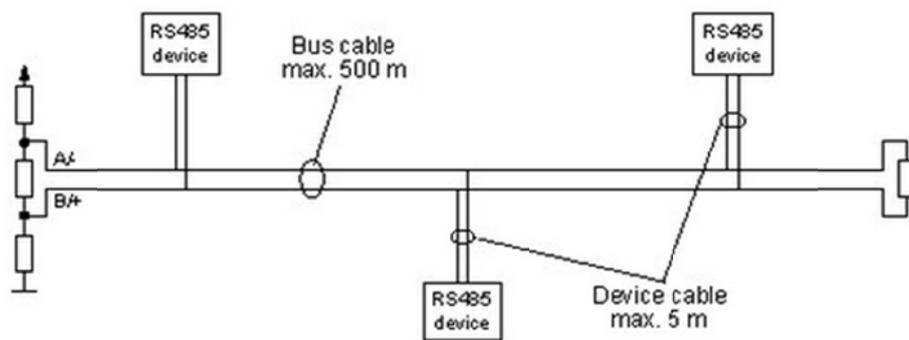


Figura 3. 11: Bus de 2 Hilos RS485

Fuente: <http://www.4tmc.co.za/RS485.html>

3.7.2.4. Bus de 4 hilos RS485

La técnica de 4 hilos usada por ejemplo por el bus de medición DIN (DIN 66 348) sólo puede ser usada por aplicaciones Master/Slave. Conforme al bosquejo se cablea aquí la salida de datos del Maestro a las entradas de datos de todos los Servidores. Las salidas de datos de los Servidores están concebidas conjuntamente en la entrada de datos del Maestro.

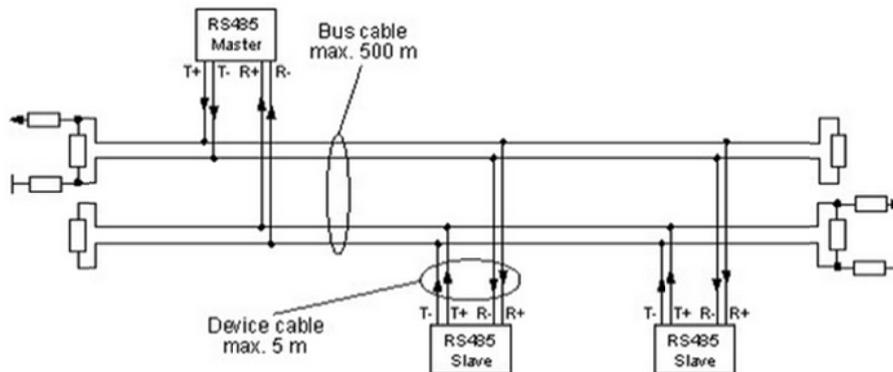


Figura 3. 12: Bus de 4 Hilos RS485

Fuente: <http://www.4tmc.co.za/RS485.html>

3.7.3. Comunicación I²C

Es un bus de comunicaciones en serie, la velocidad es de 100Kbits por segundo en el modo estándar, aunque también permite velocidades de 3.4Mbit/s.

Es un bus muy usado en la industria, principalmente para comunicar microcontroladores y sus periféricos en sistemas integrados (Embedded Systems) y generalizando más para comunicar circuitos integrados entre sí que normalmente residen en un mismo circuito impreso.

La principal característica de I²C es que utiliza dos líneas para transmitir la información: una para los datos (SDA) y por otra la señal de reloj (SCL).

Las características más salientes del bus I²C son:

- Cada dispositivo conectado al bus tiene un código de dirección seleccionable mediante software. Habiendo permanentemente una relación Master/ Slave entre el micro y los dispositivos conectados.
- El bus permite la conexión de varios Masters, ya que incluye un detector de colisiones.

- El protocolo de transferencia de datos y direcciones posibilita diseñar sistemas completamente definidos por software.
- Los datos y direcciones se transmiten con palabras de 8 bits.

3.7.3.1. Funcionamiento del Bus I²C

Las líneas SDA y SCL transportan información entre los dispositivos conectados al bus.

Cada dispositivo es reconocido por su código (dirección) y puede operar como transmisor o receptor de datos. Además, cada dispositivo puede ser considerado como Master o Slave, como se muestra en la figura 3.13.

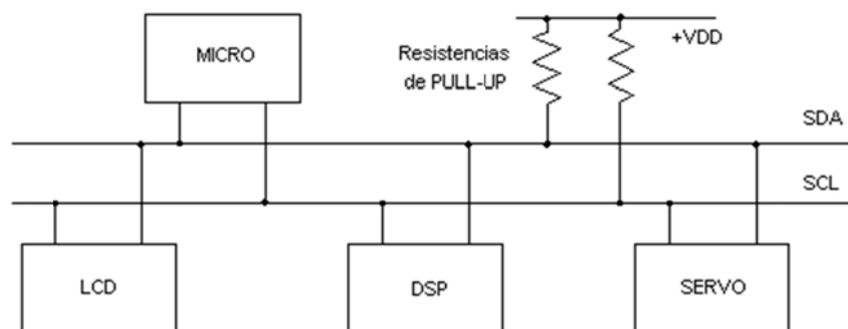


Figura 3. 13: Líneas SDA y SCL

Fuente: <http://www.comunidadelectronicos.com/articulos/i2c.htm>

El Master es el dispositivo que inicia la transferencia en el bus y genera la señal de Clock. El Slave (esclavo) es el dispositivo direccionado. Las líneas SDA (serial Data) y SCL (serial Clock) son bidireccionales, conectadas al positivo de la alimentación a través de las resistencias de pull up. Cuando el bus está libre, ambas líneas están en nivel alto. La transmisión bidireccional serie (8-bits) de datos puede realizarse a 100Kbits/s en el modo estándar o 400 Kbits/s en el modo rápido. La cantidad de dispositivos que se pueden conectar al bus está limitada, solamente, por la máxima capacidad permitida, 400 pF.

Antes de que se establezca un intercambio de datos entre el circuito Master y los Esclavos, el Master debe informar el comienzo de la comunicación (condición de Start): la línea SDA cae a cero mientras SCL permanece en nivel alto. A partir de este momento comienza la transferencia de datos. Una vez finalizada la comunicación se debe informar de esta situación (condición de

Stop). La línea SDA pasa a nivel alto mientras SCL permanece en estado alto (figura 3.14).

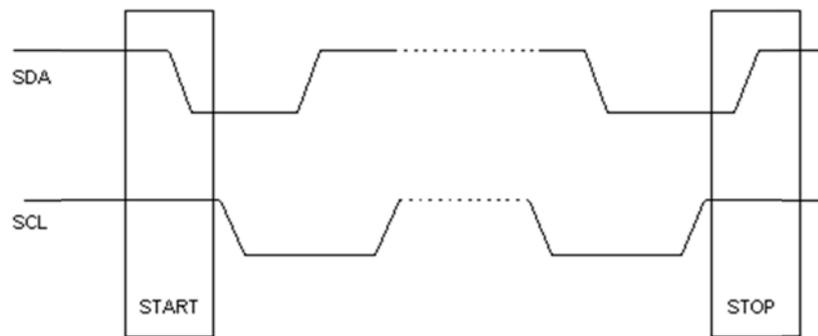


Figura 3. 14: Condiciones Start-Stop

Fuente: <http://www.comunidadelectronicos.com/articulos/i2c.htm>

El Maestro genera la condición de Start. Cada palabra puesta en el bus SDA debe tener 8 bits, la primera palabra transferida contiene la dirección del Esclavo seleccionado. Luego el Máster lee el estado de la línea SDA, si vale 0 (impuesto por el esclavo), el proceso de transferencia continúa. Si vale 1, indica que el circuito direccionado no valida la comunicación, entonces, el Maestro genera un bit de stop para liberar el bus I2C. Este acuse de recibo se denomina ACK (acknowledge) y es una parte importante del protocolo I2C. Al final de la transmisión, el Maestro genera la condición de Stop y libera el bus I2C, las líneas SDA y SCL pasan a estado alto.

3.8. TECNOLOGÍA RF ID

RFID (Radio Frequency Identification/Identificación por Radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID. El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio ^[34]. Las tecnologías RFID se agrupan dentro de las denominadas Auto ID (Automatic Identification/Identificación Automática).

3.8.1. Arquitectura

El modo de funcionamiento de los sistemas RFID es simple. La etiqueta RFID, que contiene los datos de identificación del objeto al que se encuentra adherido, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos. Esta señal puede ser captada por un lector RFID, el cual se encarga de leer la información y pasarla en formato digital a la aplicación específica que utiliza RFID (Jordano, 2005).

Un sistema RFID consta de los siguientes tres componentes:

- Etiqueta RFID o transpondedor: compuesta por una antena, un transductor radio y un material encapsulado o chip. El propósito de la antena es permitirle al chip, el cual contiene la información, transmitir la información de identificación de la etiqueta. Existen varios tipos de etiquetas. El chip posee una memoria interna con una capacidad que depende del modelo y varía de una decena a millares de bytes. Existen varios tipos de memoria:
 - Solo lectura: el código de identificación que contiene es único y es personalizado durante la fabricación de la etiqueta.
 - De lectura y escritura: la información de identificación puede ser modificada por el lector.
 - Anticolisión. Se trata de etiquetas especiales que permiten que un lector identifique varias al mismo tiempo (habitualmente las etiquetas deben entrar una a una en la zona de cobertura del lector).
- Lector de RFID o transceptor: compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si hay alguna etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta (la cual contiene la información de identificación de esta), extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos.
- Subsistema de procesamiento de datos o Middleware RFID: proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos.

3.8.2. Beneficios y Ventajas

- Combinación de diferentes tecnologías la RFID e Internet.
- Proveedor de identificación y localización de artículos en la cadena de suministro más inmediato, automático y preciso de cualquier compañía, en cualquier sector y en cualquier parte del mundo.
- Lecturas más rápidas y más precisas (eliminando la necesidad de tener una línea de visión directa).
- Niveles más bajos en el inventario.
- Mejora el flujo de caja y la reducción potencial de los gastos generales.
- Reducción de roturas de stock.
- Capacidad de informar al personal o a los encargados de cuándo se deben reponer las estanterías o cuándo un artículo se ha colocado en el sitio equivocado.
- Disminución de la pérdida desconocida.
- Ayuda a conocer exactamente qué elementos han sido sustraídos y, si es necesario, dónde localizarlos.
- Integrándolo con múltiples tecnologías -vídeo, sistemas de localización, etc.- con lectores de RFID en estanterías ayudan a prevenir el robo en tienda.
- Mejor utilización de los activos.
- Luchar contra la falsificación (esto es primordial para la administración y las industrias farmacéuticas).
- Retirada del mercado de productos concretos.
- Reducción de costos y en el daño a la marca (averías o pérdida de ventas).

3.9. TARJETA RFID

Las RFID cards (Figura 3.15) son tarjetas plásticas de identificación de personas, que en vez de una banda magnética, poseen un código para identificar al usuario. Este reconocimiento se realiza sin introducir la tarjeta en ningún sitio, sino mediante su acercamiento a un Puesto de Control, que activa y lee la tarjeta.

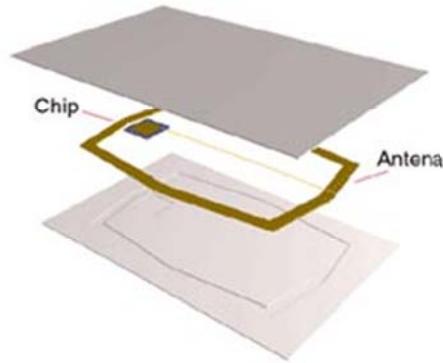


Figura 3. 15: Tarjeta RFID

Fuente: http://www.akrocard.com/tarjetas_rfid.php

Genéricamente, se las conoce como tarjetas de identificación de radiofrecuencia, en inglés: RF cards, o RFID cards, y no solo hay tarjetas, sino también estos sistemas se colocan en fichas de plástico, en especie de llaveros y también en tags (etiquetas), que se adhieren a productos comerciales.

3.9.1. Capas de la Etiqueta RFID.

Las Etiquetas RFID pasivas más habituales o de consumo masivo se componen de las siguientes capas:

- El Papel Frontal, que es el papel dónde se imprime información y hace de protección del chip. La impresión puede realizarse tanto en imprenta como con máquinas impresoras de etiquetas y que a la vez puedan grabar información en el chip.
- El Adhesivo, que une el tag o inlay (incrustación) con el papel. Normalmente es el mismo adhesivo que ya viene directamente del fabricante de papel.
- El Chip RFID, dónde está miniaturizado el circuito, se almacena la información en una memoria no volátil y que es capaz de alimentarse de la energía que proviene de una onda electromagnética.
- Los Bumps del Chip RFID, que son los soportes del chip y que normalmente están fabricados en oro. Deben tener una gran resistencia a la presión y una gran conductividad.

- La Antena Impresa, que es la capa de material conductor capaz de captar las ondas electromagnéticas a unas frecuencias determinadas y transformar la energía de la onda en corriente eléctrica para alimentar el chip.
- Capa Dieléctrica, de unas 50 micras de grosor, normalmente de PET o papel y que sirve para dar consistencia a la antena y a la unión de la antena con el chip.
- Adhesivo para Fijar el Chip, que debe ser conductor y que es una de las claves para un buen contacto entre el chip y la antena impresa.
- El Adhesivo Final, para adherir la etiqueta a su destino y que tiene las mismas características que los adhesivos de los papeles comerciales.

Todo el conglomerado de capas arriba expuesto viene sobre un papel soporte siliconado que permite dispensar cada una de las etiquetas a discreción o en maquinaria de aplicación automática.

3.9.2. Tipos de Antenas Impresas para frecuencias HF y UHF

Es un punto que genera mucha confusión a la hora de definir el tipo de tecnología a utilizar en las etiquetas RFID, ya que las bandas de frecuencia más utilizadas del RFID (RFID POINT, 2010), dentro del espectro electromagnético son las que se muestran en la figura 3.16:

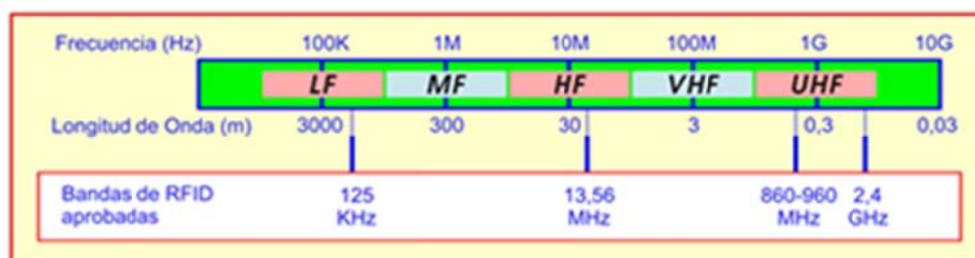


Figura 3. 16: Frecuencia HF y UHF de Antenas

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_RFID

Concretamente no es la misma antena para una frecuencia 13,56 MHz que para una de 868 MHz. En la primera el RFID trabaja bajo la generación de un campo magnético y la segunda bajo la acción de un campo electromagnético.

Por ello las formas los dos tipos de antenas son bien diferenciadas y se resumen en la tabla 3.3.

FRECUENCIA	CAMPO	ESPESOR	CAPAS	SOLDADURA	FABRICACIÓN
RFID HF (13.56) MHZ	MAGNETICO	15-19 Micras	2	Si	Costosa
RFID UHF (868) MHZ	ELECTROMAGNETICO	4-9 Micras	1	No	Bajo Costo

Tabla 3. 3: Comparación de Frecuencia de Lector

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_RFID

En la figura 3.17 se encuentra dos formas de antenas para etiquetas RFID observándose las diferencias entre las vueltas de cobre para las diferentes frecuencias HF (High Frequency/Alta Frecuencia) y UHF (Ultra High Frequency/Frecuencia Ultra Alta). Resultará evidente, que para poder obtener unos costos razonables para la utilización de la tecnología RFID, el trabajar con las frecuencias UHF reporta mayores ventajas en costos de etiquetas RFID.

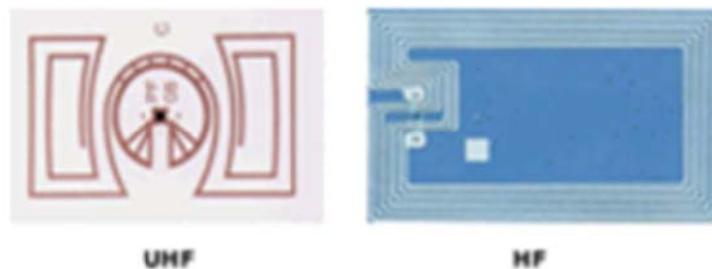


Figura 3. 17: Formas de Tarjetas impresas UHF y HF

Fuentes: http://es.wikipedia.org/wiki/Etiqueta_RFID

3.9.3. Estandarización RFID

Los estándares de RFID abordan tres áreas fundamentales:

- Protocolo en el interfaz aéreo: especifica el modo en el que etiquetas RFID y lectores se comunican mediante radiofrecuencia.
- Contenido de los datos: especifica el formato y semántica de los datos que se comunican entre etiquetas y lectores.
- Certificación: pruebas que los productos deben cumplir para garantizar que cumplen los estándares y pueden interoperar con otros dispositivos de distintos fabricantes.

Como en otras áreas tecnológicas, la estandarización en el campo de RFID se caracteriza por la existencia de varios grupos de especificaciones

competidoras. Por una parte está ISO, y por otra Auto-ID Centre (conocida desde octubre de 2003 como EPCglobal, de EPC, Electronic Product Code). Ambas comparten el objetivo de conseguir etiquetas de bajo coste que operen en UHF.

Los estándares EPC para etiquetas son de dos clases:

- Clase 1: etiqueta simple, pasiva, de sólo lectura con una memoria no volátil programable una sola vez.
- Clase 2: etiqueta de sólo lectura que se programa en el momento de fabricación del chip (no reprogramable posteriormente).

Las clases no son interoperables y además son incompatibles con los estándares de ISO. Aunque EPCglobal está desarrollando una nueva generación de estándares EPC está (denominada Gen2), con el objetivo de conseguir interoperabilidad con los estándares de ISO, aún se está en discusión sobre el AFI (Application Family Identifier/identificador Aplicación Familiar) de 8 bits.

Por su parte, ISO ha desarrollado estándares de RFID para la identificación automática y la gestión de objetos. Existen varios estándares relacionados, como ISO 10536, ISO 14443 e ISO 15693, pero la serie de estándares estrictamente relacionada con las RFID y las frecuencias empleadas en dichos sistemas es la serie 18000.

3.10. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO μ FAT

La tarjeta de almacenamiento μ FAT está conformada por una tarjeta microSD que sustituye la SD de tamaño completo, con almacenamiento masivo USB universal, y los circuitos de carga con protección de sobrecarga para cargar una batería de polímero de litio a través de la conexión USB.

3.10.1. Características

- Modos de Funcionamiento: Automático UART (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal).
- Velocidades de transferencia configurables en los modos UART de 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 y 115200 baudios.

- Modo de Activación UART, tiene una longitud de trama configurable de hasta 510 caracteres (incluyendo el carácter de activación).
- Bastidores UART activados se delimitan con retorno de transporte y caracteres de avance de línea para facilitar la lectura.
- 8 canales ADC, todos seleccionables como encendidos o apagados.
- Registro ADC en formato ASCII o binario.
- Registro ASCII delimitado por tabulaciones entre mediciones, delimitado entre los bastidores de retorno de transporte y caracteres de avance de línea.
- Frecuencia variable para modo ADC
- Frecuencia de "dispositivos de seguridad" para garantizar que el archivo no tratar de sobrescribirse, con un máximo de 1500 Hz para un canal y 187Hz para los ocho canales (modo de registro ASCII).

La disposición básica de la tarjeta puede verse en la figura 3.16 señalando sus principales componentes.

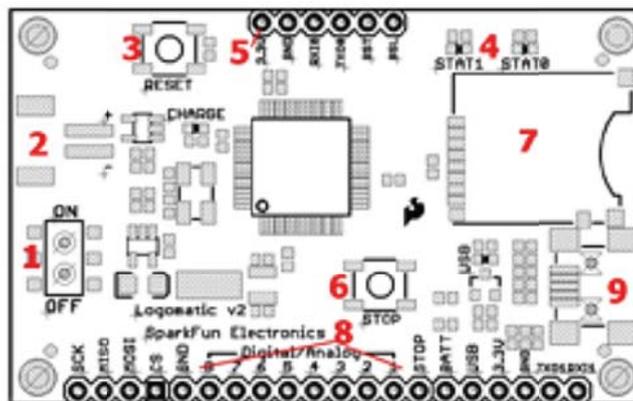


Figura 3. 18: Compones de la Tarjeta µFAT
Fuente: www.sparkfun.com

1	Interruptor de Encendido.
2	V _{in} en el Conector
3	Boton de Reinicio
4	LEDs de Estado.
5	UART0 Puerto de Programación
6	Boton de Interrupción de Registro
7	Zócalo de Tarjeta MicroSD
8	ADC puertos.
9	Jack USB Mini-B

Tabla 3. 4: Compones de la Tarjeta µFAT
Fuente: Autores

La μ FAT tiene una LDO (low dropout/caída baja) regulador de 3.3V. La disipación de potencia máxima del regulador de voltaje es de 450 mW, y el consumo máximo de corriente de la μ FAT es de 80mA (peor caso). La tensión máxima podría arrancar con $(450 \text{ mW}) / (80\text{mA}) + 3,3 = 8.925\text{V}$, pero esto va a estar muy cerca para poner el regulador de voltaje en interruptor térmico. Para un mejor funcionamiento, la tensión de alimentación debe estar entre 3,6 y sobre 7,5 V.

3.10.2. Teoría de Operación

La μ FAT almacena los datos en una microSD en un proceso de dos etapas. Los datos se guardan primero en uno de los dos buffers de 512 bytes de datos. Cuando cada buffer se llena, se registra en la tarjeta SD y el registro continúa en el otro buffer.

El factor limitante de la velocidad de la μ FAT es el proceso de escritura en la tarjeta SD. El ciclo más largo de escritura es de aproximadamente 42.5ms, lo que significa el menor tiempo permitido para registrar los datos a uno de los buffers también es 42.5 ms. Si el registro se produce más rápido que esto, el buffer que se están escribiendo en la tarjeta SD será reemplazado por una nueva entrada en el proceso de escritura en la tarjeta SD.

En los modos de UART, esto podría convertirse en un problema a una velocidad de transmisión de 115200 (1 bit de arranque, 1 bit de parada, 8 bits de datos). Si la transmisión a este ritmo se rompe, 512 bytes se llenan en 44.4mS. Menores tasas de datos, no deben presentar ninguna dificultad.

En el modo de ADC, los márgenes de seguridad se imponen para aliviar la sobrescritura del búfer. Los tipos de muestras tienen un límite en función de la cantidad de canales que se tienen activados, aunque esto sólo se impone al registrarse en formato ASCII. Los límites de frecuencia son:

- 1 canal activo, 1500 Hz máximo
- 2 canales activos, 750 Hz máximos
- 3 canales activos, máximo de 500 Hz
- 4 canales activos, 375 Hz máximos
- 5 canales activos, 300 Hz máximo

- 6 canales activos, 250 Hz máximo
- 7 canales activos, 214 Hz máximos
- 8 canales activos, 187 Hz máximos

Cabe señalar que estos límites de frecuencia están muy cerca de los márgenes permisibles. La sobrescritura del búfer es poco probable que ocurra, pero los archivos de texto producidos pueden presentar carácter perdidos. La solución a esto es reducir la velocidad de muestra hasta que los caracteres de erros no sean vistos.

Los límites de frecuencia no se imponen en modo de registro binario ADC. Mayor velocidad de muestreo se puede realizar en modo binario, desde un 43% para 8 canales a 57% de incremento para un canal, pero se tendrá requerirá escribir su propia aplicación para interpretar el archivo resultante. Para obtener las velocidades de datos más rápidas, basta con cambiar la "posición de seguridad" la opción de "Y" a "N" y establecer el número de "Frecuencia" para lo que se desea. El analizador que lee el archivo de configuración lee hasta 4 dígitos, para que pueda colocarse lo más alto 9999Hz (aunque probablemente dejará de funcionar a esa velocidad).

3.10.3. **Primer Encendido y Archivo de Configuración**

Antes de encender la μ FAT por primera vez, se coloca la tarjeta microSD en el lector de tarjetas y formatear en FAT16. Luego instalar la tarjeta en la μ FAT y vuelva a encenderlo. Ahora bien, apague la unidad, conecte un cable USB (conector tipo mini-B) en la unidad, y enciéndalo de nuevo. La unidad se monta como un driver en su computadora (alternativamente, puede retirar la tarjeta y usar un lector de tarjetas para leerlo). Ahora aparecerán dos archivos de la tarjeta, LOGCON.TXT y LOG0.TXT. El primero es el archivo de configuración, el segundo es el primer archivo de sesión (vacío). Al abrir el archivo se muestra la siguiente información, tabla 3.5.

MODE	0
ASCII	S
Baud	4
Frecuencia	100
Carácter de Disparo	\$
Marco de Texto	100
AD1.3 = N	N
AD0.3 = N	N
AD0.2 = N	N
AD0.1 = N	N
AD1.2 = N	N
AD0.4 = N	N
AD1.7 = N	N
AD1.6 = N	N
Safety On	S

Tabla 3. 5: Archivo de Configuración

Fuente: Autores

3.10.3.1. Mode (Modo)

Hay 3 ajustes del modo: "0" para el registro automático de UART, "1" para el registro activado por UART, y "2" para el registro de ADC.

Modo 0 registra todo lo que viene en el UART0, prevé cual es la configuración correcta del UART (8 bits de datos, un bit de parada, sin paridad, la tasa de los datos de su elección).

Modo 1.- Registra un número determinado de caracteres ("Marco de texto = 100"en este caso dará lugar a99 caracteres registrados después del disparo) después de un caracter específico ("Trigger= \$" en este caso).

Modo 2.- Registra mediciones ADC según cuál sea la frecuencia que se especifica ("Frecuencia=100") en este caso.

El campo ASCII solo aplica para el modo ADC (modo 2). Se especifica si la unidad se registrará en formato ASCII ("ASCII = S") o en formato binario ("ASCII = N").

3.10.3.2. Baud

El campo BAUD fija la velocidad de transmisión de los modos de registro UART. Las tasas disponibles son las siguientes:

1	1200
2	2400
3	4800
4	9600
5	19200
6	38400
7	57600
8	115200

Tabla 3. 6: Valores Campo "Baud"

Fuente: Autores

El campo "Frecuencia" se aplica en modo de registro ADC y es responsable de establecer la frecuencia de muestreo de la μ FAT. El número que aparece (100 en este caso) está en Hertz y se puede ajustar entre 1 y 9999.

3.10.3.3. Carácter de Disparo

El campo de "caracteres de disparo" sólo se aplica al modo UART de activación (modo 1). Este es el caracter que el dispositivo espera para iniciar el registro de un número especificado de caracteres.

El campo "Marco de texto" especifica el número de caracteres para ser registrados con el carácter de disparo cuando la μ FAT se ejecuta en modo 1.

Los siguientes ocho líneas en el archivo de configuración indican que las líneas ADC son para ser leídas por la μ FAT. Cada uno puede ser activado al cambiar "N" a "Y". Estos valores no afectan en uno de los 2 modos UART.

El último campo en el archivo es el campo "Seguridad". Esto establece los límites de frecuencia para ADC encendiéndolo con una "Y" o desactivarlo con una "N".

Una vez explicado el funcionamiento y lo que la μ FAT establecerá la configuración de la tarjeta. Los dos indicadores LED de estado parpadearán con rapidez durante la inicialización, a continuación, la unidad pasará a trabajar con la configuración seleccionada. La única indicación adicional de la operación que se ve es cuando uno de los dos buffers de datos registra en la tarjeta SD, STAT0 para buffer# 1 y STAT1 para buffer # 2. Estos serán muy rápidos "repuntes" debido a que el LED se enciende solo durante el proceso de escritura, entre 20 y 40 ms.

En el siguiente capítulo se presentará las tarjetas de circuito impreso y la programación de las principales funciones del sistema, adicionalmente las especificaciones que se tomaron en cuenta para la realización de dicha programación.

CAPÍTULO 4: HARDWARE Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

En este capítulo presentaremos las principales partes de conformación del proyecto como lo son las tarjetas impresas, así también la programación del microcontrolador PIC 18F455 explicando sus respectivas funciones.

4.1. TARJETA DE CIRCUITO IMPRESO

Es la tarjeta base de todo tipo de equipo electrónico, sirve como medio de conexión entre el microprocesador, los circuitos electrónicos de soporte, la RAM, y demás tarjetas de expansión suelen realizar funciones de control de periféricos

4.1.1. TARJETA DE CONTROL

Las tarjetas esclavas estarán situadas en cada una de las aulas en las que luego del estudio respectivo, se decidió implementar el proyecto.

4.1.1.1. Diagrama Esquemático

Se usó el programa Proteus para lograr el diseño esquemático de las tarjetas, este diseño se lo realizó dependiendo de las necesidades de seguridad y acceso de las aulas de la facultad de Arquitectura. Para una mejor visualización se dividirá la tarjeta para explicar cada parte (Breijo, 2008).

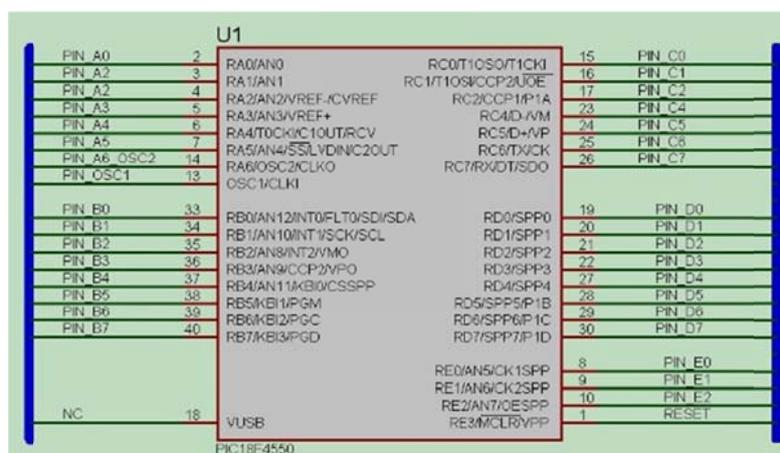


Figura 4. 1: Diagrama Esquemático PIC18F4550

Fuente: Autores

En la figura 4.1 se observa el diagrama del PIC18f455 donde están configuradas las entradas y salidas, se colocó un bus de conexión para una mejor visualización.

A continuación se muestra el diagrama de conexión hacia las salidas que están conectadas a los diferentes dispositivos (figura 4.2).

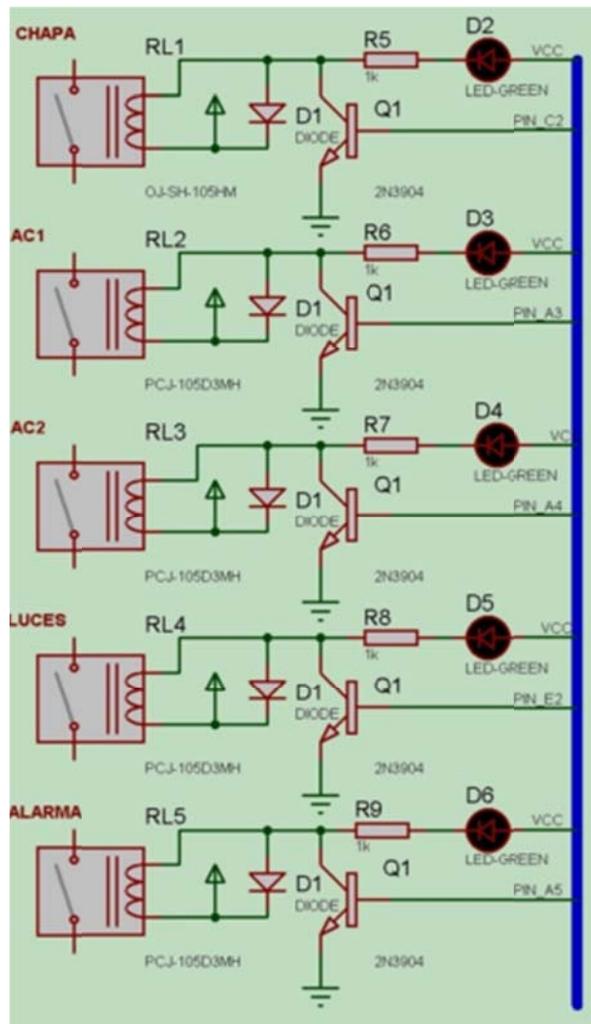


Figura 4. 2: Diagrama de las Salidas hacia los dispositivos

Fuente: Autores

En la figura 4.3 se muestra el circuito de conexión para la comunicación RS-485, además la conexión del reloj.

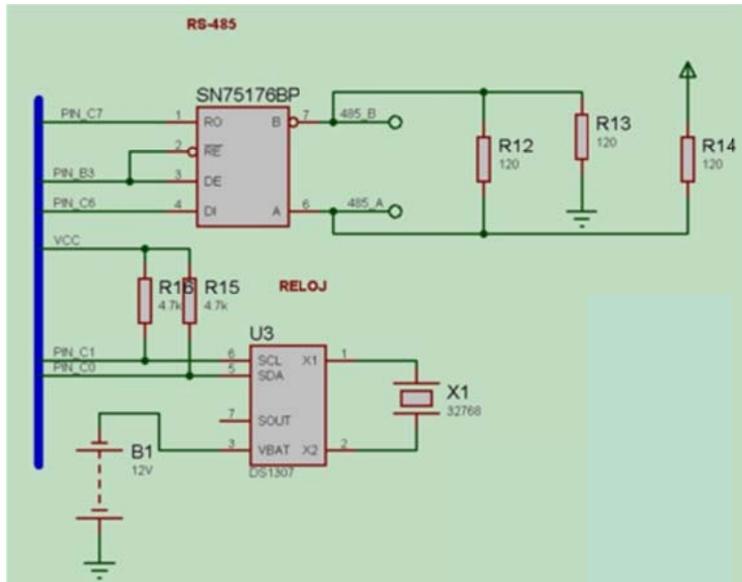


Figura 4. 3: Diagrama Esquemático Conexión RS-485 y Reloj

Fuente: Autores

En la figura 4.4 se muestran las entradas representadas por pulsadores conectadas hacia el PIC 18F4550.

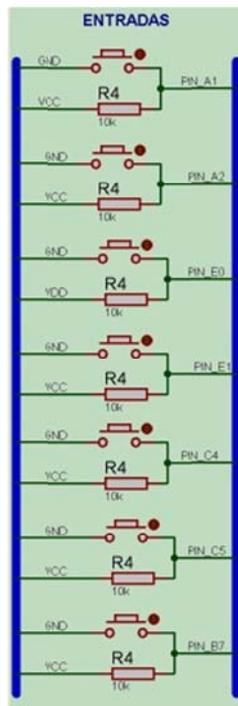


Figura 4. 4: Diagrama Esquemático Entradas

Fuente: Autores

En la figura 4.5 se observa el circuito para reinicio del sistemas y el circuito donde va configurado el sensor de temperatura.

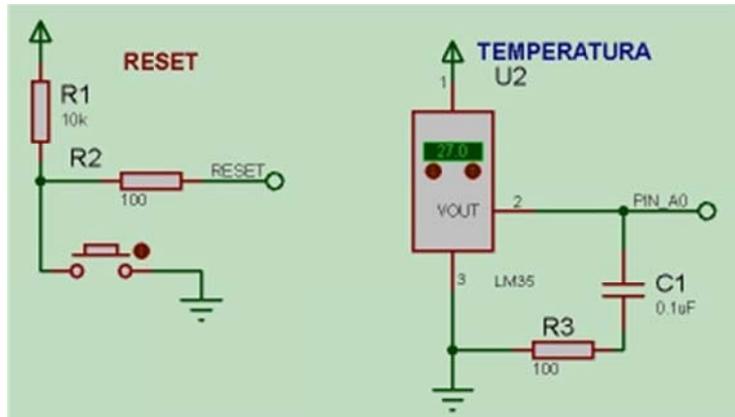


Figura 4. 5: Diagrama Esquemático Reset y Sensor de Temperatura
Fuente: Autores

En la figura 4.6 se muestra el circuito para el conector del teclado para la actualización de la fecha y hora del sistema. Además las conexiones hacia la tarjeta ufat.

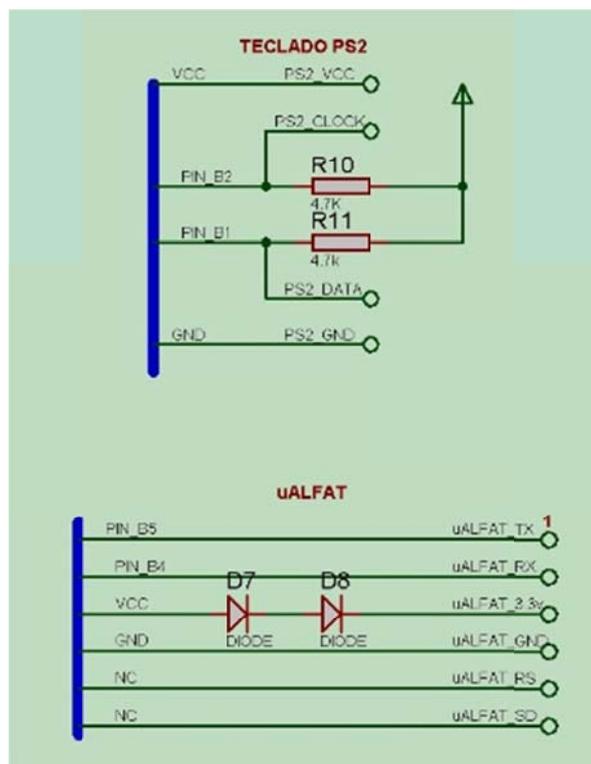


Figura 4. 6: Diagrama Esquemático Teclado y Conexión uFAT
Fuente: Autores

En la figura 4.7 se presenta el circuito de alimentación del LM7805 y del PIC18F4550 y los leds indicadores de funcionamiento del sistema.

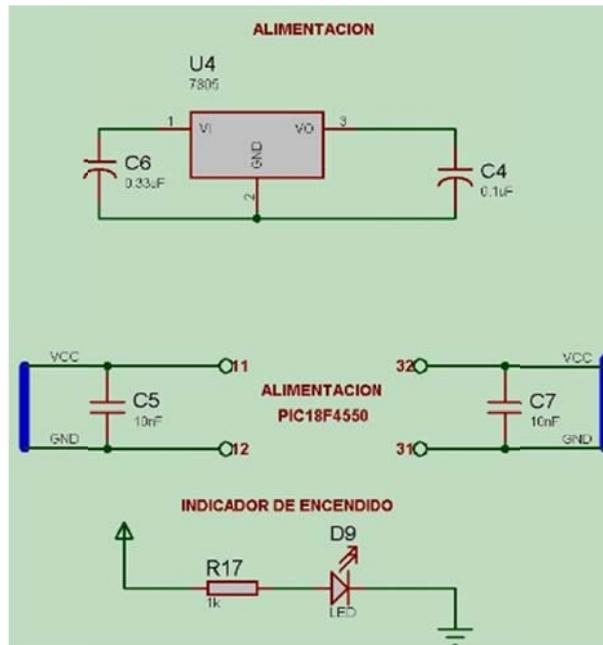


Figura 4. 7: Diagrama Esquemático Teclado y Conexión uFAT

Fuente: Autores

4.1.1.2. Diseño de pistas

Para el diseño de la pista se utiliza la herramienta ARES para la realización del diseño del circuito impreso como se observa en la figura 4.8. (Carpenter & Savant, 1992)

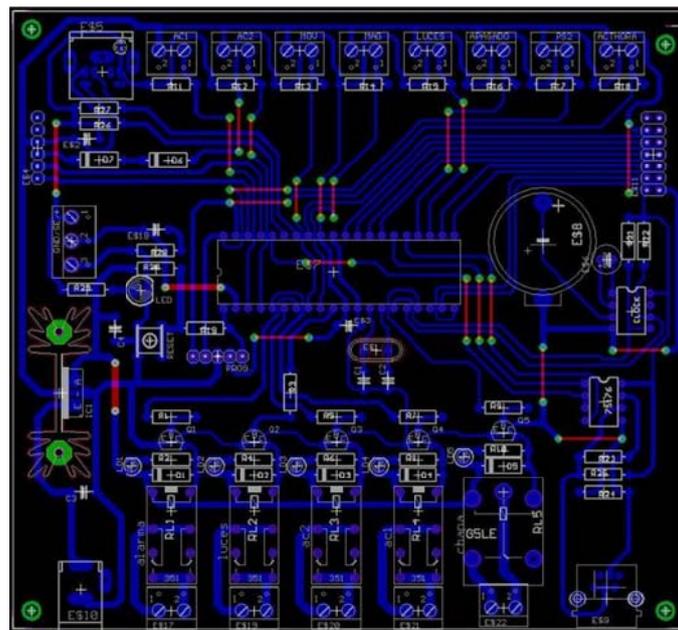


Figura 4. 8: Diseño de Circuito Impreso Tarjeta de Control

Fuente: Autores

4.1.1.3. Tarjeta Montada

Así también luego de obtener las tarjetas impresas se procedió con la colocación de los elementos de las tarjetas esclavas, como vemos en la figura 4.9.

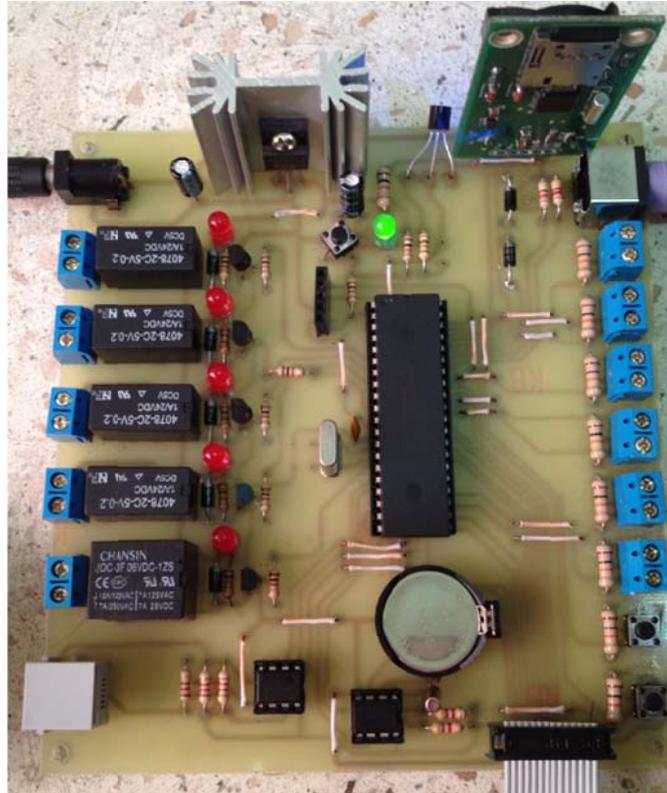


Figura 4. 9 Tarjeta de Control Implementada

Fuente: Autores

4.1.2. Tarjetas del Lector RFID y LCD

La tarjeta del lector RFID se colocará en la parte externa de cada aula, aquí encontraremos, a más del lector, un display LCD en el cual se mostrará un saludo y el nombre de la persona que hará uso del aula (Figura 4.10).

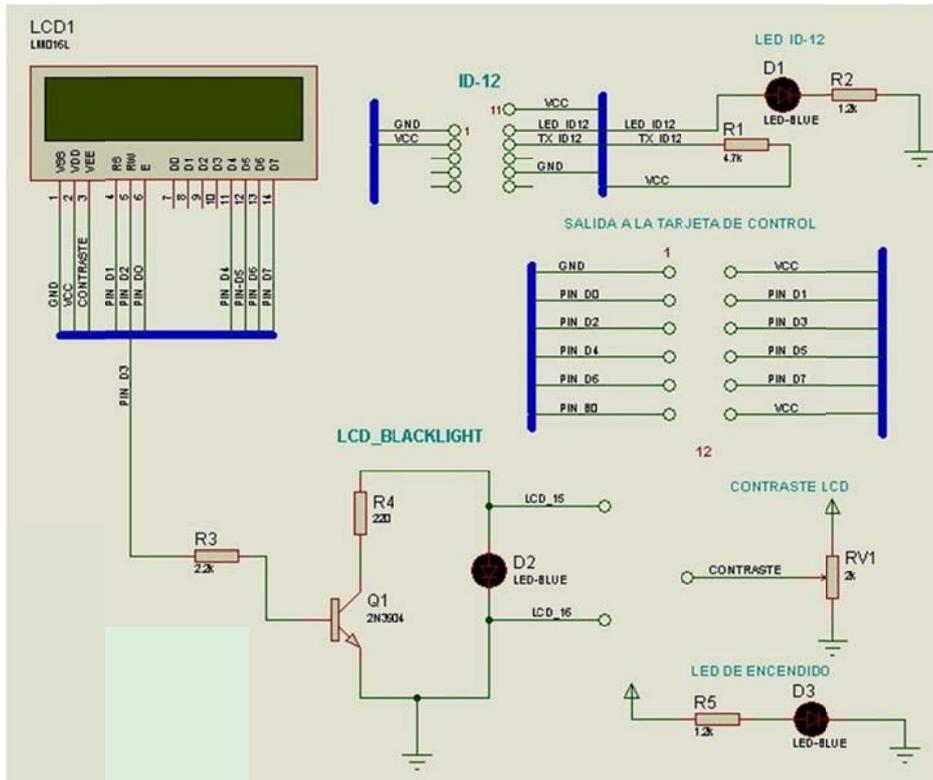


Figura 4. 10: Diagrama Esquemático Tarjeta RFID-LCD

Fuente: Autores

4.1.2.1. Diseño de Pista

También se hizo uso de la herramienta ARES para la realización del diseño del circuito impreso de la tarjeta del lector como se observa en la figura 4.11.

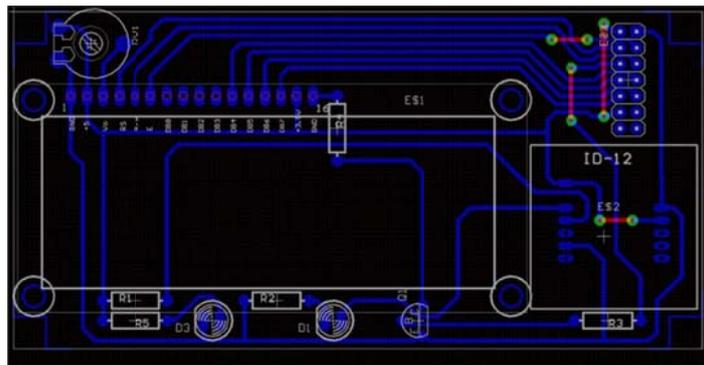


Figura 4. 11: Diseño de Circuito Impreso

Fuente: Autores

4.1.2.2. Tarjeta Montada

Una vez que tenemos las tarjetas de circuito impreso, se procedió a soldar los elementos, recordando que tanto el display LCD y el sensor RFID van en la parte exterior de la placa. Se colocó Leds para indicar el funcionamiento y el

momento de la activación del lector, en la figura 4.12 podemos observar la tarjeta lista para la instalación.



Figura 4. 12: Tarjeta Implementada

Fuente: Autores

4.1.2.3. Display LCD 16x2

Una pantalla de cristal líquido o LCD (figura 4.13) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

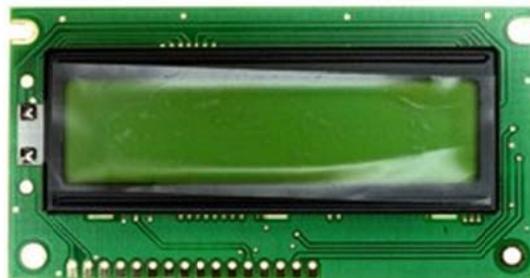


Figura 4. 13 Display LCD 16x2

Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/display-lcd/27-lcd-2x16-con-backlight.html>

El módulo tiene retro iluminación y es capaz de mostrar hasta 2 líneas de 16 caracteres. Se puede conectar directamente a un puerto serie de tipo rs232 o bien conectarlo directamente a un puerto serie de un micro controlador. Se alimenta a 5v y 15 mA para la parte lógica, y de 5 a 14v a 100 mA para la iluminación del display. Su velocidad de trabajo es de 9600 o 2400 baudios. En la figura 4.14 que se muestra a continuación podemos observar las dimensiones específicas del display LCD.

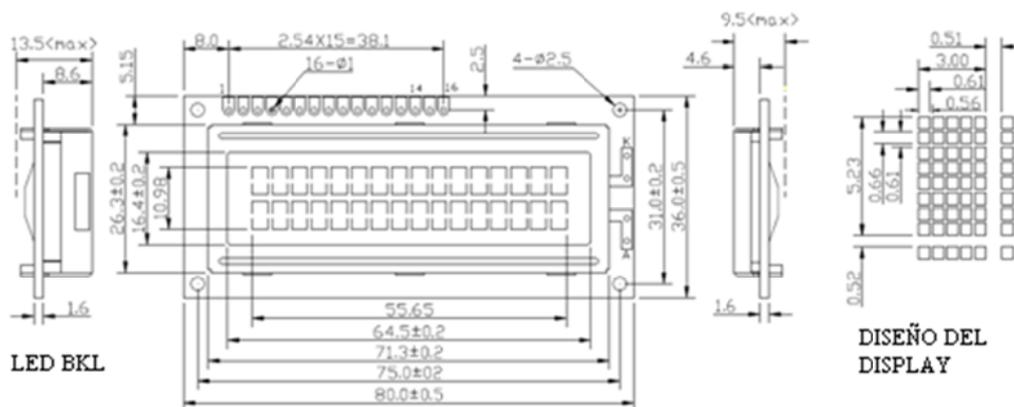


Figura 4. 14 Dimensiones Display LCD

Fuente: <http://www.planetaelectronico.com/articulo/cebek-display-lcd-2x16-lineas-alfanumerico-8630/>

En la tabla 4.1 a continuación se especifican las características de los pines del display, tomando en cuenta que estos cambian depende el tamaño del dispositivo.

DESCRIPCION DE PINES DISPLAY LCD 16X2				
Num.	PIN	INPUT /OUTPUT	CONECCION EXTERNA	FUNCIONES
	Nombre			
1	VSS	-	Fuente de Alimentacion	VSS : GND
2	VDD	-		VDD: +5V
3	VO	-		V_{LCD} Ajustes
4	RS	INPUT	MPU	Registro de Detección de Señal "0": Registro de Instrucción (al escribir); Bandera Ocupada y Contador de Dirección (al Leer) "1": Registro de Datos (Al leer y escribir)
5	R/W	INPUT	MPU	Selección de Señal Lectura/Escritura "0" para Escritura "1" para Lectura
6	E	INPUT	MPU	Operación de Señal Habilitada (Lectura/Escritura)
7/10	DB0-DB3	INPUT	MPU	Líneas de Bus de datos de Bajo Orden con 3 estados, función bidireccional para uso en transacciones de datos con el MPU, líneas no son usadas en interconexion de microprocesador de 4 bits
11/14	DB4-DB7	INPUT	MPU	Líneas de Bus de datos de Bajo Orden con 3 estados, función bidireccional para uso en transacciones de datos con el MPU. DB7 puede revisar Banderas ocupadas
15/16	Led "+"	INPUT	Led de Retroalimentacion Fuente de Alimentacion	LED "+" Voltage Tipo: 4,2V MAX 4,5V
	Led "-"			LED "-" GND

Tabla 4. 1: Descripción de Pines del Display LCD

Fuente: http://electronicseverywhere.blogspot.com/2010/09/pic16f887877-programming-in-c-tutorial_08.html

4.1.2.4. Lector RFID

Lector de RFID es aquel compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador (Figura 4.15). El lector envía periódicamente señales para ver si hay alguna etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta (la cual contiene la información de identificación de esta), extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos.

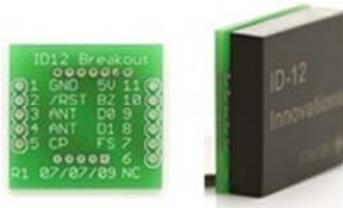


Figura 4. 15: Lector RFID

Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/pcb/358-tarjeta-pcb-para-lector-rfid.html>

4.1.2.5. ID 12

El lector ID12 viene con antenas internas, y tiene rangos de lectura de 12cm, con antenas externas el ID12 puede entregar rangos de lectura hasta de 25 cm. El lector soporta formato de datos ASCII (Standard Code for Information Interchange/Código Estándar para Intercambio de Información), Wiegand26 and Magnetic ABA Track2. En la figura 4.16 se indica los pines para programación de lector.

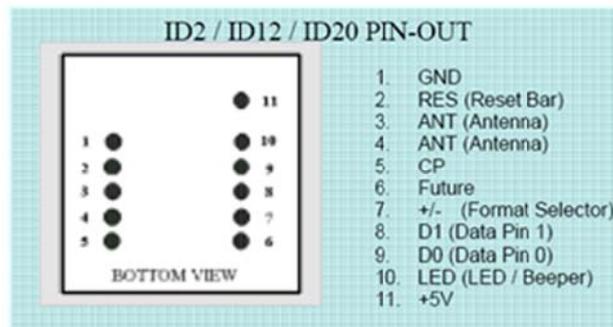


Figura 4. 16: Lector RFID-12

Fuente: <http://www.edaboard.com/thread232766.html>

4.2. DIAGRAMAS DE CONEXIONES

Básicamente se le llama diagrama electrónicos a gráficas esquemáticas, que dependiendo la simbología te indica las rutas de conexión interna de un

dispositivo o equipo electrónico, esto con el fin de facilitar los trabajos en caso de mantenimientos sean estos mantenimiento preventivo o correctivo.

4.2.1. Conexiones de Red

En este diagrama (figura 4.17) vemos una conexión general del proyecto en cómo se conectan cada una de las aulas con la red para que pueda ser visualizada en cualquier punto de la facultad de Arquitectura.

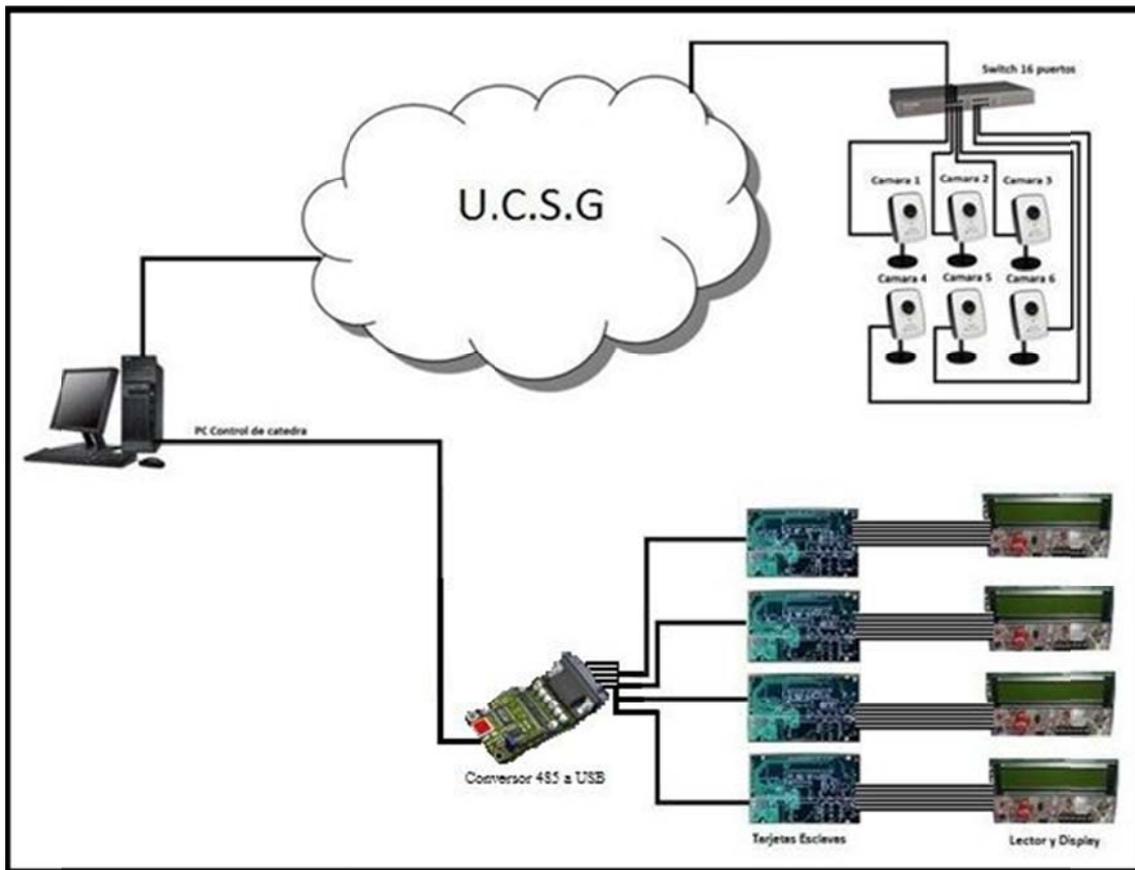


Figura 4. 17 Diagrama de Conexión General

Fuente: Autores

4.2.2. Diagrama de conexión de las aulas

En el diagrama de la figura 4.18 se especifica cada uno de los elementos y sensores que están disponibles para controlar las aulas

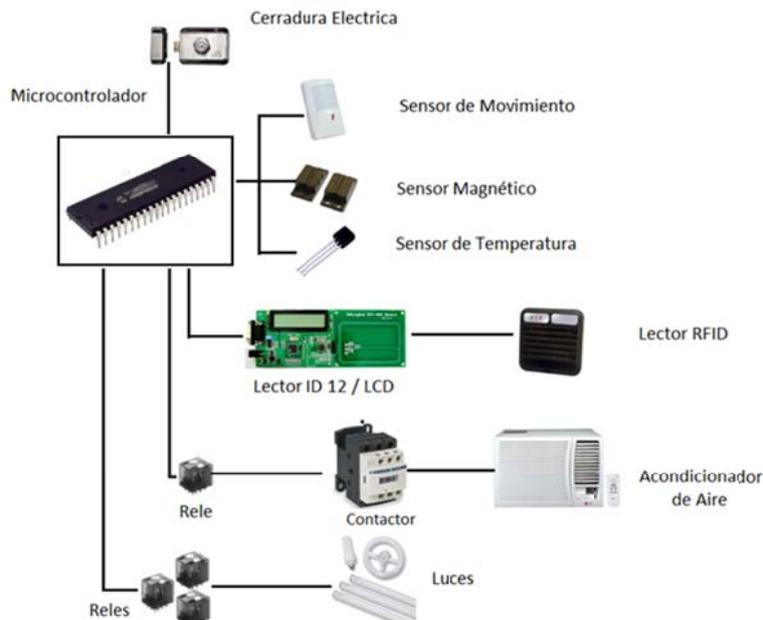


Figura 4. 18: Diagrama de Conexión de Aula

Fuente: Autores

4.2.3. Topología y Configuración de la Red

El proyecto se basa en una topología del tipo árbol donde su red raíz es la misma que utiliza la Facultad de Arquitectura, por lo que este proyecto podrá ser visualizado en cualquier punto de la Universidad.

4.3. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

A continuación se presenta la parte eléctrica del proyecto la misma compuesta por diversos elementos que proporcionaran el correcto funcionamiento y respaldo en ocasiones que se presente algún problema con el flujo eléctrico de la Facultad de Arquitectura.

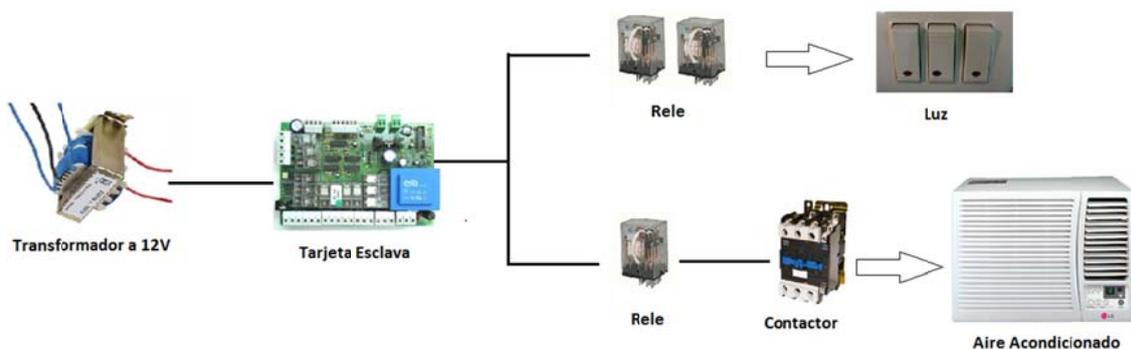


Figura 4. 19: Diagrama de Alimentación Eléctrica

Fuente: Autores

4.3.1. Contactos de Relé

El relé o relevador (figura 4.20) es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes

Se denominan contactos de trabajo aquellos que se cierran cuando la bobina del relé es alimentada y contactos de reposo a los cerrados en ausencia de alimentación de la misma. De este modo, los contactos de un relé pueden ser normalmente abiertos, NA o NO, Normally Open por sus siglas en inglés, normalmente cerrados, NC, Normally Closed, o de conmutación. La lámina central se denomina lámina inversora o de contactos inversores o de conmutación que son los contactos móviles que transmiten la corriente a los contactos fijos. En la figura podemos ver las principales conexiones del relevador.

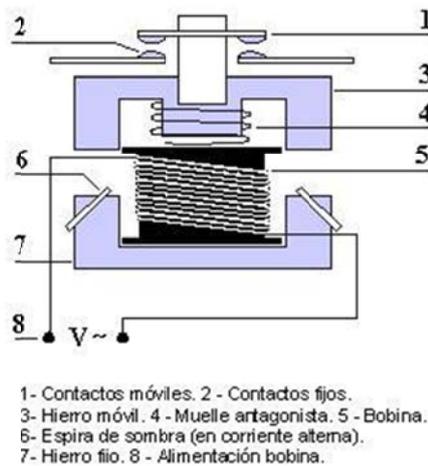


Figura 4. 20 Partes de Relé

Fuente: <http://industrial-automatca.blogspot.com/>

4.3.1.1. Características

Los contactos normalmente abiertos conectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se desconecta cuando el relé está inactivo. Este tipo de contactos es ideal para aplicaciones en las que se requiere conmutar fuentes de poder de alta intensidad para dispositivos remotos.

Los contactos normalmente cerrados desconectan el circuito cuando el relé es activado; el circuito se conecta cuando el relé está inactivo. Estos contactos se

utilizan para aplicaciones en las que se requiere que el circuito permanezca cerrado hasta que el relé sea activado.

4.3.2. Contactores

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada"

Las principales características que encontramos en los contactores son:

- Robusto y fiable, ya que no incluye mecanismos delicados.
- Se adapta con rapidez y facilidad a la tensión de alimentación del circuito de control (cambio de bobina).
- Facilita la distribución de los puestos de paro de emergencia y de los puestos esclavos, impidiendo que la máquina se ponga en marcha sin que se hayan tomado todas las precauciones necesarias.
- Protege el receptor contra las caídas de tensión importantes (apertura instantánea por debajo de una tensión mínima).

4.3.3. Transformadores

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de voltaje, en energía alterna de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético (figura 4.21). Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, aisladas entre sí eléctricamente por lo general arrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferro magnético. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.



Figura 4. 21 Transformador 12V a 3A

4.3.4. Regulador LM7805

El circuito se alimenta a través de un transformador a 12V el cual tiene que ser regulado a un voltaje de 5 V para así evitar sobrecalentar cualquiera de los dispositivos del circuito impreso, por eso utilizamos un regulador de voltaje que nos de 5V exactos, en la figura 4.22 se explica su diagrama de bloque.

Dentro de los reguladores de voltaje con salida fija, se encuentran los pertenecientes a la familia LM78xx, donde "xx" es el voltaje de la salida.

El LM78L05 es un regulador de voltaje positivo, de salida 5 volts/100mA, con un error máximo del 5%, para una mejor información en la tabla 4.2 encontramos sus características electrónicas.

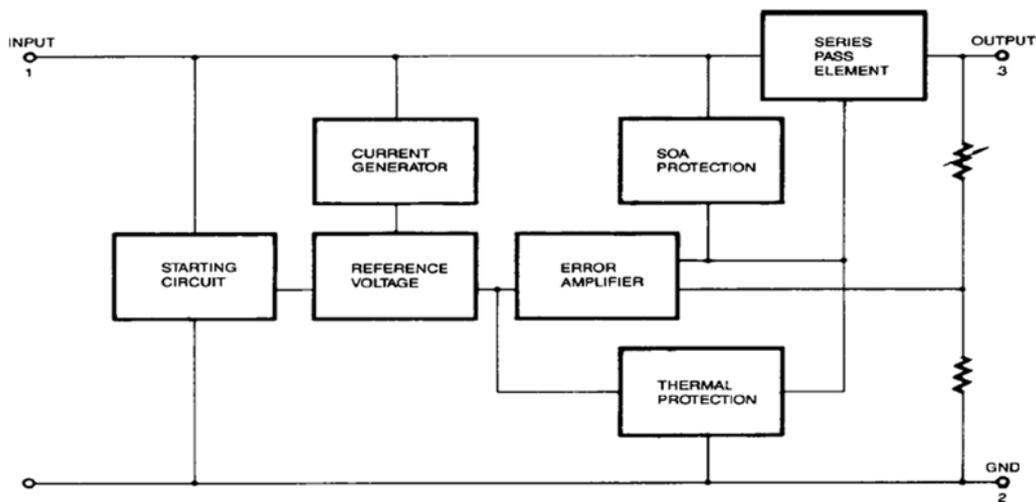


Figura 4. 22: Diagrama de Bloque

Fuente: <http://www.datasheetdir.com/LM7805+Linear-Voltage-Regulators>

CARACTERISTICAS ELECTRICAS LM7805	Simbolo	Condiciones	LM7805			Unid.	
			Min.	Tip.	Max.		
Voltage de Salida	Vo	Tj = ±25 °C	4,8	5,0	5,2	V	
		5 mA ≤ Io ≤ 1.0 A Po ≤ 15 W VI = 7V a 20V	4,8	5,0	5,25		
Regulacion de Linea	RegLine	Tj = ±25 °C	Vo = 7v a 25v	-	4,0	100	mV
			VI = 8v a 12v	-	1,6	50	
Regulacion de Carga	Regload	Tj = ±25 °C	Io = 5.0mA a 1.5A	-	9	100	mV
			Io = 250mA a 750mA	-	4	50	
Corriente de Reposo	I _Q	Tj = ±25 °C	-	5	8	mA	
Cambio de Corriente de Reposo	ΔI _Q	Io = 5 mA a 1.0 A VI = 7v a 25v	-	0,03	0,5	mA	
			-	0,3	1,3		
Variación de Voltage de Salida	ΔVo/ΔT	Io = 5 mA	-	-0,8	-	mV/°C	
Salida de Voltage de Ruido	V _N	f = 10 Hz a 100 KHz. TA = ±25 °C	-	42	-	μV/Vo	
Rechazo de Ondulacion	RR	f = 120 Hz	62	73	-	dB	
		Vo = 8 V a 18V					
Expulsion de Voltage	V _{Drop}	Io = 1A. Tj = ±25 °C	-	2	-	V	
Resistencia de Salida	r _O	f = 1Khz	-	15	-	mΩ	
Corriente de Cortocircuito	ISC	VI = 35V. TA = ±25 °C	-	230	-	mA	
Corriente de Pico	IPK	Tj = ±25 °C	-	2,2	-	A	

Tabla 4. 2: Características Eléctricas

Fuente: <http://www.rac1324.freewebspace.com/FUENTES.html>

4.4. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

Tomando en consideración las falencias detectadas en la facultad de arquitectura se establecieron varios parámetros de programación que cubran las necesidades de seguridad y control de acceso de las aulas.

4.4.1. Parámetros de Programación

A continuación se presenta los parámetros establecidos para la programación del sistema:

- Guardar el status del aula cada 30 minutos, al inicio de cada hora y a la media hora de esta, es decir a las 6:00, 6:30, 7:00, 7:30, etc.
- El momento que se active el sensor de movimiento y el sensor magnético en los horarios no productivos de 23:00 hasta 05:59 de domingo a sábado, envía un reporte guardándolo en el historial y genera un pulso de alarma
- El lector está conectado a una de las interrupciones del PIC, y así estará pendiente en todo momento si se activa el lector.

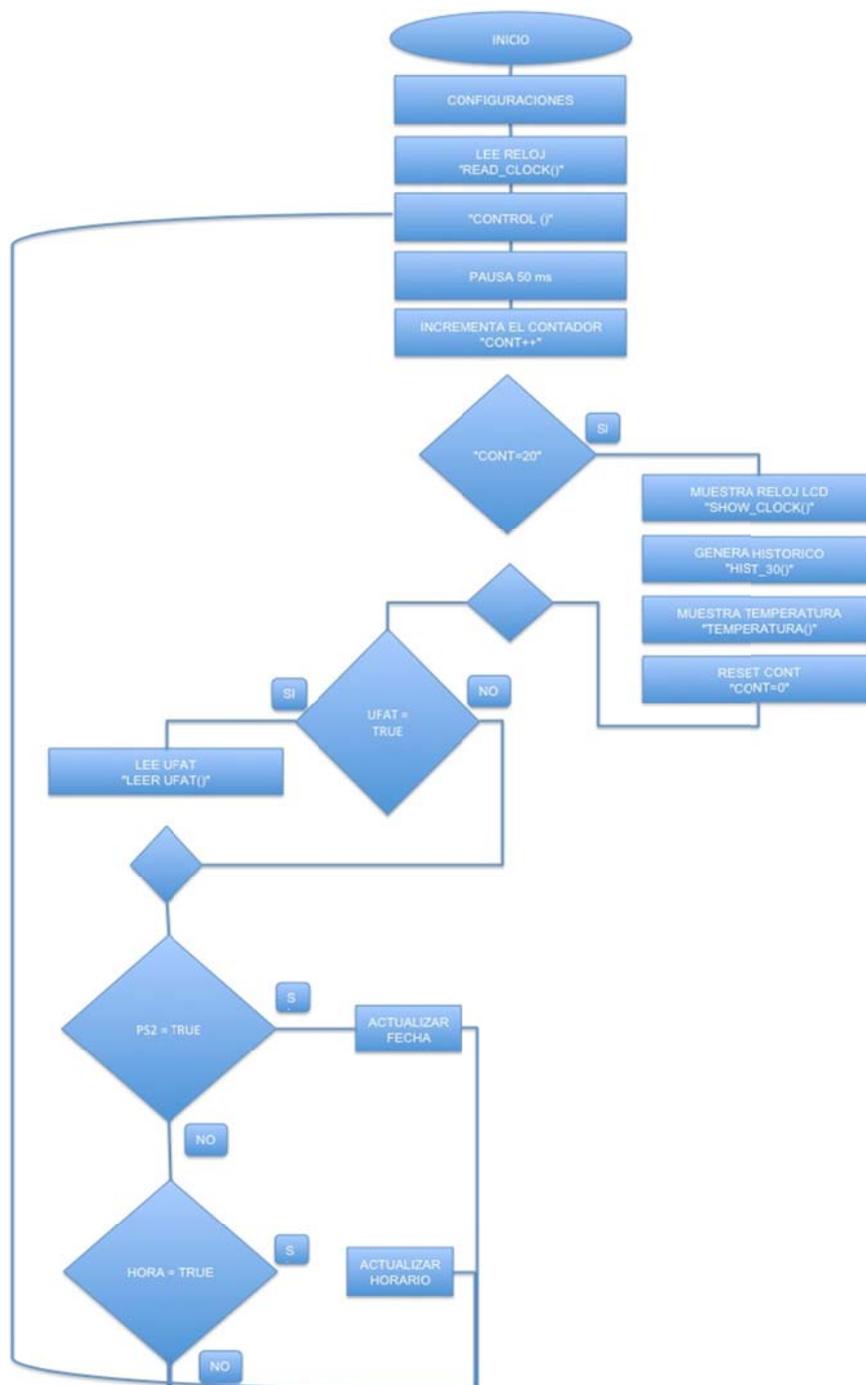
- Al momento que se pasa una tarjeta de Rfid, el microcontrolador verifica y actúa según el usuario. Si es un Administrador (ADM), Personal de Sistema (SIS), o personal de mantenimiento (MAN) permite su acceso a cualquier hora, pero si es Docente (DOC) solo podrá ingresar en la hora que tenga clases. De no existir o no encontrarse el código de la tarjeta, emitirá un mensaje indicando que no existe ese usuario.
- El pulsador de apagado total está conectado a una de las interrupciones del PIC, y así estará pendiente en todo momento si se pulsa el botón. Al momento de presionar el botón de apagado total, se apagan las luces y los acondicionadores, y se almacena un histórico del estado del aula.
- Cada 30 segundos se actualiza el estatus del aula y así será enviada al computador para su visualización.
- Mandar a apagar Luces y Aires Acondicionados a partir de las 2pm y también a las 11pm.
- Cada media hora verifica el sistema si las luces y equipos de aire acondicionado están encendidos, si el horario se encuentra entre las 23:00 y 06:00, apaga los equipos y luces.
- El sensor magnético sirve para indicar que el aula está abierta, en caso de que esta abierta en horario restringido se activará la alarma.
- El rango de horarios está asignado cada media hora y se almacena en la memoria EEPROM. Para su direccionamiento se utiliza un algoritmo basado en el día de la semana y la hora.
- Al pasar la tarjeta por el lector Rf-ID, se comparará los datos de la tarjeta con la memoria SD y luego validará el usuario, mostrando el nombre y apellido del usuario en el LCD. Además se abrirá la puerta de dicha aula, activando las Luces y Aires Acondicionados.
- El sistema activa las luces y los acondicionadores una vez que el docente ha ingresado al aula. Los aires acondicionados se encienden solo a partir de las 11 de la mañana.
- Si la temperatura es mayor a 30°C, se preguntará si el o los Aires Acondicionados están encendidos. En caso de estar apagado lo encenderá.

- Los usuarios con código ADM, SIS y MAN podrán ingresar a cualquier hora y se generara un registro de su ingreso.

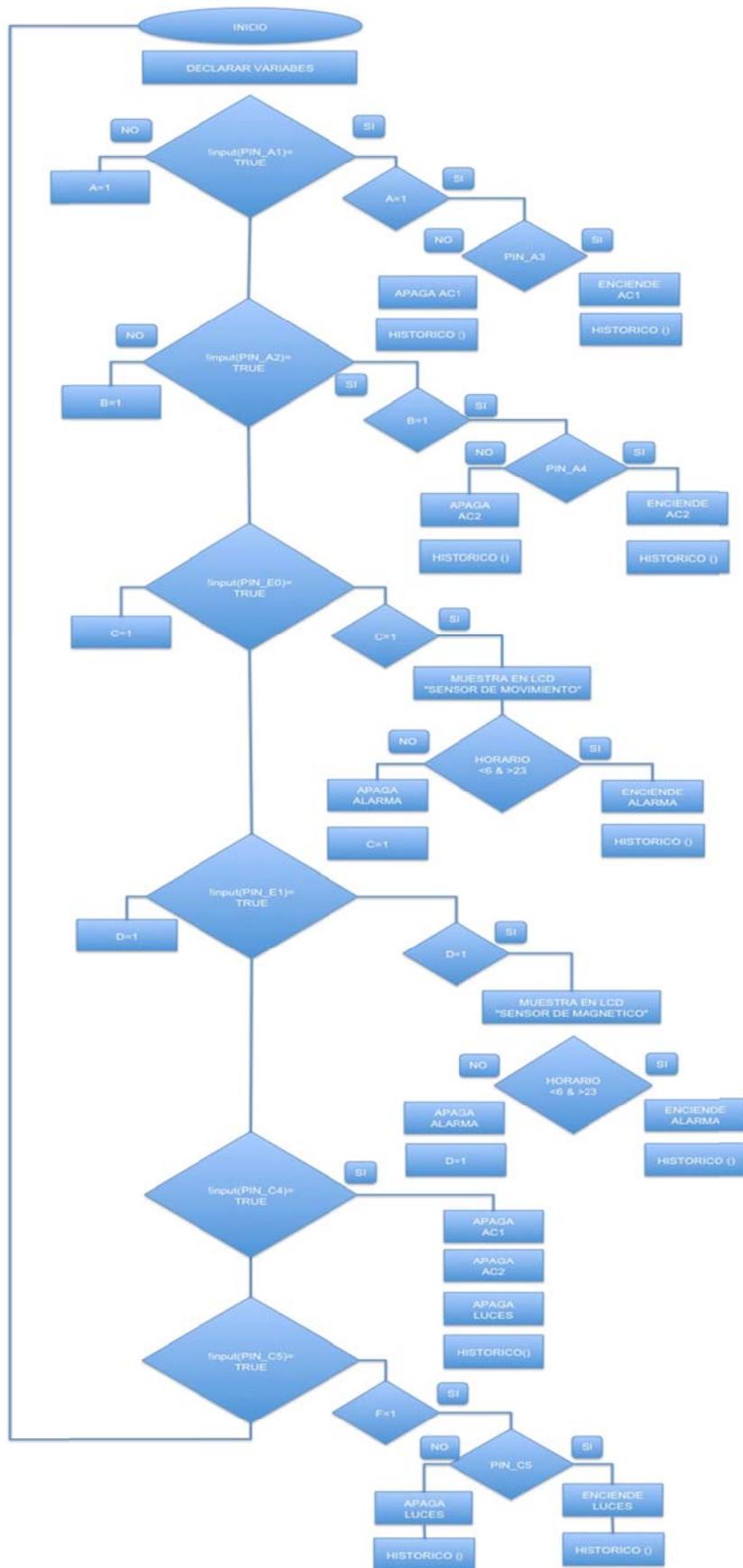
4.4.2. Diagrama de Flujo

Los diagramas de flujo muestran un breve resumen del funcionamiento del programa o las subrutinas del programa, para una mejor comprensión. Con los diagramas de flujo no hay que leer el código del programa del microcontrolador.

4.4.2.1. Programa Principal



4.4.2.2. Función Control



4.4.3. Funciones Principales del Sistema

Las funciones del sistema se los ha establecido de acuerdo a las necesidades que fueron descritas al principio del proyecto, en el siguiente ítem se describe algunos puntos importantes de estas funciones.

4.4.3.1. Sensor de Temperatura:

Se encarga de enviar datos al PIC 18F455 de la tarjeta a través del PIN_A0; si la temperatura es mayor a 30° a través del comando OUTPUT HIGH PIN_A3 y OUTPUT HIGH PIN_A4, el PIC 18F455 recibe dicha información y ejecuta la función de encendido de acondicionadores de aire 1 y 2 respectivamente, mediante una señal de voltaje hacia el relé térmico el cual transforma dicho voltaje al contactor y ejecuta el encendido.

Debido a que le integrado recibe una señal análoga de temperatura, se realiza una forma que es:

```
void temperatura(void)
{
floattemp;
temp=read_adc();
temp=temp/2.05;
lcd_gotoxy(12,2); printf(lcd_putc,"%1.1g",temp);
lcd_putc(223);
if( (tiempo[2]>10)&&(tiempo[2]<23)&&(temp>30))
{
    output_high(PIN_A3); //enciende AC1
    output_high(PIN_A4); //enciende AC2
}
```

4.4.3.2. Sensor Magnético:

Cambia de estado lógico a travez del PIN_E1 si los polos están unidos o separados, cuando el horario es restringido (23:00 a 05:59) al cambiar el estado lógico manda una señal de OUTPUT HIGH PIN_A5 activando la alarma.

4.4.3.3. Sensor de Movimiento:

El dispositivo se encuentra en un estado lógico 0 el cua al detectar la presencia en el aula cambia su estado lógico a 1, enviando la señal al PIC 18F455 a

través del PIN E_0. Este sensor al igual que el sensor magnético es utilizado en el horario restringido descrito anteriormente

4.4.3.4. Botón Apagado Total:

Un vez que la jornada en el aula culmine se debe presionar el botón de apagado total, esta señal es enviada al microcontrolador el mismo que mediante la función OUTPUT LOW PIN_A3, PIN_A4, PIN_E2 desactivará las luces y acondicionadores de aire.

4.4.3.5. Tarjeta SD:

Esta tarjeta se le dará uso para el almacenamiento de datos de los códigos de las tarjetas asignadas a cada profesor donde consta su nombre y horario.

Esta información para ser leída y validada se deberá guardar correctamente en un archivo .txt con el nombre de los últimos 5 dígitos de la tarjeta asignada a cada usuario.

Las instrucciones a ser utilizadas para leer un archivo que se encuentra en la Micro SD son las siguientes:

```
initSD();  
OpenFile(1,'R',nombre);  
ReadFile(1,'+',20);  
CloseFile(1);  
InitSD(); Inicializa la MicroSD
```

4.4.3.6. Lector-LCD:

El lector RFID al dar lectura de una de las tarjetas envía una señal al PIC 18F455, este se comunica con la tarjeta SD para la validación del ingreso de dicho usuario, en caso de que el usuario este dentro de la base de datos del registro de la memoria SD; muestra a través del comando LCDOUT los datos de las personas y su hora de ingreso. Una vez validada la información se procederá a activar la chapa eléctrica mediante el PIN_C2, así como también la activación de los acondicionadores y las luces.

En el caso de no validación de usuario ya sea que el aula se encuentre deshabilitada por sus horarios de clase o que el usuario no tenga permiso de

acceso a las aulas, se activa una señal hacia un led rojo que se encuentra junto al LCD evitando la entrada de dicho usuario y a la vez por medio del comando (LCD OUT) muestra un mensaje de no validación de usuario.

4.4.4. Herramientas de Trabajo

Para realizar la programación del microcontrolador se debe contar con las herramientas descritas a continuación.

4.4.4.1. El PICC

El Picc es un programa de grabación para microcontroladores tanto de Microchip (PIC), de desarrollo integrado (IDE) con en el circuito de depuración (ICD) capacidad diseñada específicamente por MicroEngineering Labs, Laboratorios de PBP y compilador PBP PRO. El editor principal proporciona la sintaxis completa de resaltar el código con ayuda contextual, sugerencias de palabras clave sensibles y la sintaxis.

El explorador de código le permite saltar automáticamente para incluir los archivos, define, constantes, variables, los alias y los modificadores, los símbolos y las etiquetas, que están contenidos dentro de su código fuente. Corte completo, copiar y pegar, deshacer y se proporciona, junto con las características de búsqueda y reemplazo.

El PBP (PicBasic Pro) es el compilador, éste programa lee el código escrito en PBP y busca errores de sintaxis o configuraciones erróneas, si la compilación se realizó con éxito, entonces crea un archivo del mismo nombre que el que está compilando, pero con extensión .HEX (hexadecimal) éste archivo, contiene la información que se descargará al microcontrolador, así en formato Hexadecimal y esto es lo que entenderá el microcontrolador, en otras palabras, lo que hace PBP es "traducir" el lenguaje Basic a formato HEX, es como un traductor entre una persona y el microcontrolador, mientras uno "habla" en Basic, el micro habla en HEX, por lo tanto PBP hace que se entiendan los dos.

4.4.4.2. Programador Pickit2

Es un programador USB de Pic's que fabrica Microchip (Figura 4.23). El PICKIT 2 contiene un chip PIC18F2550. Este Pic es actualizable en su código o firmware (escribiendo en su memoria flash propio). El PICKIT 2 contiene un

gestor de arranque que lo hace posible. Se puede utilizar esta característica para actualizar el firmware de su PICKIT 2.



Figura 4. 23 Programador PICKIT 2

Fuente: <http://www.bairesrobotics.com/productos/>

El PICKIT 2 es un programador denominado in-circuit-programmer lo que significa que no tiene un zócalo para programar el Pic, más bien tiene un conector de 6 pines para conectar con la tarjeta del Pic. Hay que tener cuidado con esta característica pues si no está conectado de manera correcta el Pic nunca podrá ser programado y hasta puede llegar a dañarse. Otra característica interesante es que el PicKit2 tiene la opción de depuración del programa.

Funciona con software y firmware de Microchip, soporta todos los microcontroladores conocidos y se actualiza constantemente. El MicroCode Studio es una interface en el cual se escribe el código del programa, este otro programa corrige errores de sintaxis, ordena visualmente las subrutinas etc. El Microcode queda enlazado con el PICBASIC y el IC-PROG, de manera que una vez que se termina el programas, se compila y éste genera el archivo *.HEX, los programas se debe guardar en formato PicBasic *.BAS.

4.4.5. Programación del PIC 18F4550

4.4.5.1. Programa Principal

```
// Direccion de aula 205: 0x12
```

```
#include <18f4550.h>
```

```

#fuses HS,NOUSB DIV,NOWDT
#device adc=10//10-bit ADC
#use delay (clock=20Mhz)
//#define RS485_ID 0x12
//#include <rs485.c>
#use rs232(baud=9600,FORCE_SW, INVERT, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7,
STREAM=RS485)//
#use rs232(baud=9600, float_high, bits=8, xmit=PIN_B0,
rcv=PIN_B0,STREAM=rfid)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_b4, rcv=PIN_b5, STREAM=uFAT)
#include <lcd.c>
#include <key_pc.c>
#include <uafat.c>
#include <clockcalendar.c>
#include <domo_historico.c>
#include <lib1.c>
#include <lib_control.c>
#byte UCON=0xF6D
#bit USBEN=UCON.3
// Registro para desactivar el USB externo
#byte UCFG=0xF6F
#bit UPUEN=UCFG.4
#bit UTRDIS=UCFG.3
#byte port_a=0xF80
#byte port_c=0xF82
#byte port_e=0xF84

void main() //inicio de la funcion principal.
{
    int8 cont=0,cont2=0,i;
    set_tris_a(0b00000111);    port_a=0;
    //set_tris_c(0b00110000);    port_c=0;
    set_tris_e(0b00000011);    port_e=0;

```

```

USBEN=0;
UTRDIS=1;
lcd_init();
kb_init();
ext_int_edge(h_to_l);
enable_interrupts(int_ext);
enable_interrupts(global);
initSD(); ufat_error=data_void();
lcd_putc("\fCONTROL ACCESO "); delay_ms(200);
lcd_gotoxy(5,2); lcd_putc("U C S G"); //delay_ms(1000);
inicio=1; //permite recoger los datos de la Rfid
setup_adc(adc_clock_internal); //confi el conversor analogo a digital (ADC)
setup_adc_ports(AN0); // configura puerto analogo
set_adc_channel(0); //configura canal analogo
output_high(PIN_D3);
if(!input(PIN_B7)) // Ingresa al menu para actualizar hora.
    actualizar();
if(!input(PIN_B6)) // Actualiza el horario desde la MicroSD.
    horario();
read_clock(); //lee reloj
show_clock(); //muestra reloj
delay_ms(1000);
while(true)
{
    control();
    delay_ms(50); //tiempo del contador
    cont++;
    if(cont==20) //Actualiza el reloj cada 2 segundos
    {
        read_clock(); //lee reloj
        show_clock(); //muestra reloj
        hist_30(); //generacion de historico cada media hora
        temperatura();
        cont=0; cont2++;
    }
}

```

```

    if(cont2==30) //ingresa cada minuto
    {
        cont=0;
        //envia al computador valor de estatus (estado del aula)
    }
}
if(incoming!=0)
{
    leer_ufat();
    delay_ms(2000);
    bit_clear(status,5);
    incoming=0;
}
if(!input(PIN_B7)) // Ingresa al menu para actualizar hora.
    actualizar();
if(!input(PIN_B6)) // Actualiza el horario desde la MicroSD.
    horario();
}
}

```

4.4.5.2. Función Control ()

```

void control(void)
{
    static int a=1,b=1,c=1,d=1,f=1;
    //----- AIRE ACONDICIONADO 1 -----
    if(!input(PIN_A1)) //AC1: PIN_A1 --> in ; PIN_A3 --> out ;
    {
        if(a==1)
        {
            if(input(PIN_A3))
            {
                output_low(PIN_A3); //apaga AC1
                bit_clear(estado_aula,0); //status: bit 0: 1 enable , 0 disable
            }
        }
    }
}

```

```

else
{
    output_high(PIN_A3); //Enciende AC1
    bit_set(estado_aula,0);
}
}
if(!input(PIN_A1))
    a=0;
}
else
    a=1;
// -----AIRE ACONDICIONADO 2 -----
if(!input(PIN_A2)) //AC1: PIN_A2 --> in ; PIN_A4 --> out ;
{
    if(b==1)
    {
        if(input(PIN_A4))
        {
            output_low(PIN_A4); //Apaga AC2
            bit_clear(estado_aula,1); //Status: bit 1
        }
        else
        {
            output_high(PIN_A4); //enciende AC2
            bit_set(estado_aula,1);
        }
    }
}
if(!input(PIN_A2))
    b=0;
}
else
    b=1;
//-----SENSOR MOVIMIENTO-----
if(input(PIN_E0)) // SENSOR MOV PIN_E0 --> IN

```

```

{
  if(c==1)
  {
    bit_set(estado_aula,2); //Status Bit 2
    lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("SENSOR MOVIMIEN");
    //si el horario es entre las 23:00 y las 5:59, genera alarma
    if((tiempo[2]<6)||((tiempo[2]>22)) //limita el horario entre las 23:00 y 06:00
    {
      delay_ms(1000);
      lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("ALARMA ACTIVADA");
      output_high(PIN_A5); //alarma PIN_A5 --> OUT
      puts("@205 #");
      historico(3); //genera un historico por sensor de movimiento
      delay_ms(500); lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc(" ");
      delay_ms(1500); lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("ALARMA ACTIVADA");
      //ENVIAR PC ALARMA
    }
  }
  if(input(PIN_E0))
    c=0;
}
else
{
  bit_clear(estado_aula,2);
  if(d==1)
    output_low(PIN_A5);
  c=1;
}
// -----SENSOR MAGNETICO-----
if(input(PIN_E1)) // SENSOR MAG PIN_E1 --> IN
{
  if(d==1)
  {
    bit_set(estado_aula,3); //Status Bit 3

```

```

lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("SENSOR MAGNETICO");
if((tiempo[2]<6)||((tiempo[2]>22)) //limita el horario entre las 23:00 y 06:00
{
    delay_ms(1000);
    output_high(PIN_A5);
    historico(2);//genera un historico por sensor de movimiento
    putc(';');
    delay_ms(500); lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("          ");
    delay_ms(1500); lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("ALARMA ACTIVADA");
    //ENVIAR PC ALARMA //VALOR DE ALARMA 10
}
}
if(input(PIN_E1))
    d=0;
}
else
{
    bit_clear(estado_aula,3);
    if(c==1)
        output_low(PIN_A5);
    d=1;
}
// -----APAGADO TOTAL-----
if(input(PIN_C4)) // Apagado total PIN_C4 --> IN
{
    output_low(PIN_A3); //Apaga Aire AC 1
    output_low(PIN_A4); //Apaga AC 2
    output_low(PIN_E2); //Apaga luces
    historico(1);//genera un historico de apagado total del aula
}
//----- LUCES-----
if(input(PIN_C5)) //LUCES: PIN_C5 --> in ; PIN_E2 --> out ;
{
    if(f==1)

```

```

{
  if(input(PIN_E2))
  {
    output_low(PIN_E2); //Status Bit 4
  }
  else
  {
    output_high(PIN_E2);
  }
}
if(!input(PIN_C5))
  f=0;
}
else
  f=1;
}

```

4.4.5.3. Función para obtener datos de lector RFid

```

int8 incoming=0, inicio=0; //inicio evita que se inhiba int0 al inicio
int8 rfid_data[16]; //obtiene la informacion de la Rfid
int8 ualfat_data[120]; //almacena los datos del usuario
int8 ualfat_data1[120]; //almacena los datos del usuario
#int_ext // interrupcion para obteer el dato de la Rfid
void one_wire()
{
  int i;
  if(inicio!=0)
  {
    for(i=0;i<16;i++)
    {
      rfid_data[i]=getc(rfid);
    }
    bit_set(status,5);
    incoming=1;
  }
}

```

```

}
}
//*****
void leer_ufat()//
{
int8 usuario[10]={"12345.txt"};
int8 pos[10]={2,5,3,3,16,10,10,30,20};//localizacion:{0,3,9,13,17,34,45,56,87}
int8 i=0,h=0,j=0,k=0,num_usu;
for(i=0;i<5;i++)
    usuario[i]=rfid_data[i+8]; //edita el nombre del usuario
OpenFile(1,'R',usuario); ufat_error=data_void();
ReadFile(1,'^',120); ufat_error=data_void();
if(ufat_error==0)
{
for(i=0;i<120;i++) //recoge la cadena de caracteres de la uALFAT
    ualfat_data[i]=getc(uFAT);
for(i=0;(i<120)&&(ualfat_data[i]!='^');i++)
{
if((ualfat_data[i]!=0x09))
{
if(k<(pos[h]))
{
ualfat_data1[j]=ualfat_data[i];
k++; j++;
}
}
else
{
while(k<(pos[h]+1)) // completa todos los caracteres
{
ualfat_data1[j]='\0';
j++;k++;
}
h++; k=0;
}
}
}
}

```

```

    }
}
num_usu=(uafat_data1[0]-48)*10+uafat_data1[1];//determina el id docente
if((uafat_data1[9]=='D')&(uafat_data1[10]=='O')&(uafat_data1[11]=='C'))
nivel=1;
else
if((uafat_data1[9]=='M')&(uafat_data1[10]=='A')&(uafat_data1[11]=='N'))
nivel=2;
else if((uafat_data1[9]=='S')&(uafat_data1[10]=='I')&(uafat_data1[11]=='S'))
nivel=3;
else if((uafat_data1[9]=='A')&(uafat_data1[10]=='D')&(uafat_data1[11]=='M'))
nivel=4;
read_clock();
if(num_usu==tiempo[7]) //si el docente esta habilitado
{
    lcd_putc("\f");
    lcd_gotoxy(1,2);
    for(i=13;uafat_data1[i]!='\0';i++)
    {
        lcd_putc(uafat_data1[i]);
        putc(uafat_data1[i]);
    }
    lcd_gotoxy(1,1);
    for(i=17;uafat_data1[i]!='\0';i++)
    {
        lcd_putc(uafat_data1[i]);
        putc(uafat_data1[i]);
    }
    putc(' ');
    lcd_gotoxy(7,2);
    for(i=34;uafat_data1[i]!='\0';i++)
    lcd_putc(uafat_data1[i]);
    m_hist[4][3]=uafat_data1[0]; //transfiero la identificación al histórico
    m_hist[4][4]=uafat_data1[1];

```



```

}
if(nivel==3) //SISTEMAS
{
    m_hist[6][3]=ualfat_data1[0]; //transfiero la identificación al histórico
    m_hist[6][4]=ualfat_data1[1];
    historico(6);
}
if(nivel==4) //ADMINISTRADOR
{
    m_hist[7][3]=ualfat_data1[0]; //transfiero la identificación al histórico
    m_hist[7][4]=ualfat_data1[1];
    historico(7);
}
putc(';'); //envia fin de trama RS485
output_high(PIN_C2); //acciona la chapa
delay_ms(500);
output_low(PIN_C2);
output_high(PIN_E2); //enciende luces
delay_ms(500);
output_low(PIN_C2);
if(tiempo[2]>10) // a partir de las 11 de la mañana
{
    output_high(PIN_A3); //enciende AC1
    output_high(PIN_A4); //enciende AC2
}
}
else
{
    lcd_putc("\f NO HABILITADO");
    lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("REVISE HORARIO");
}
}
else // El usuario no se encuentra en la memoria del sistema.
{

```

```

    lcd_putc("\fUSUARIO N EXISTE");
    lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("INFORME A ADMINI");
}
CloseFile(1); ufat_error=data_void();
delay_ms(1000);
}
//*****
void horario() //el separador en el archivo de texto en el hexadecimal
{
    int8 horari[10]={"hora1.txt"};
    int8 data[2];
    int8 k=0,i=0,j=0,h=0,dir=0;
    lcd_putc("\fACTUALIZ HORARIO");
    lcd_gotoxy(1,2); lcd_putc("Tranfiriendo...");
    OpenFile(1,'R',horari); ufat_error=data_void(); //abre el archivo de horario
    for(k=0;k<34;k++) //lleva la cuenta de las filas (son 35 medias horas)
    {
        ReadFile(1,'+',22); ufat_error=data_void(); //lee el archivo en cuenta de 22
        if(ufat_error==0) // si no hay error
        {
            for(i=0;i<22;i++) //captura los atos desde la ualfat
                ualfat_data[i]=getc(uFAT);
            for(i=0;i<22;i++)
            {
                j=ualfat_data[i];
                if((j!=0x9)&&(j!=0xD)&&(j!=0xA)) //filtra los caracteres utiles
                {
                    data[h]=j-48;
                    h++;
                    if (h==2) //cada dos digitos ingresa para convertirlos a decimal
                    {
                        j=data[0]*10+data[1];
                        write_eeprom(dir,j); //escribe en la eeprom.
                        dir++;
                    }
                }
            }
        }
    }
}

```

```
        h=0;//resetea para nuevo conteo
    }
}
}
}
delay_ms(10);
}
CloseFile(1); ufat_error=data_void();
delay_ms(500);
lcd_putc("\f");
}
```

4.5. PRUEBAS Y RESULTADOS

Durante las pruebas realizadas en la Facultad de Arquitectura, se comprobaron que los parámetros previamente establecidos fueron los adecuados para la programación de los microcontroladores.

En el montaje del proyecto se colocó una caja plástica, en la pared de 30x20x10 cm, donde se instaló la tarjeta de control, con su fuente de alimentación tal como se muestra en la siguiente figura 4.24.



Figura 4. 24 Caja 30x20x10

Fuente Autores

Se dividieron en cajas individuales los contactores de los relays, tanto en el aula 205 y 208, debido a la cantidad de cables que debía ir entre las tarjetas y los dichos objetos.

El sensor de temperatura debe tener una distancia mínima de 5 cm debido a que la tarjeta genera calor, y este podría variar con respecto a la temperatura real

Durante las pruebas de los sensores magnéticas se detectó que deben ser ubicados en la esquina superior del lado donde la puerta se abre, tal como se muestra en la figura 4.25.



Figura 4. 25 Sensor Magnético

Fuente: Autores

La fuente de alimentación para poder abrir las chapas eléctricas, debe de ser diferente a la fuente de alimentación de la tarjeta debido a que esta puede generar una variación de voltaje al generar el pulso de apertura.

Durante la prueba de sensores de movimiento se detectó que deben ser colocados en la mitad del aula debido a que su ángulo de detección es de 85 grados a un máximo de 10 metros de distancia.

Para un óptimo control de las aula, las cámara ip se colocaron apuntando a la puerta, para que así se vea las personas que están entrando a las aulas y a su vez se las pueda identificar a las personas.



Figura 4. 26 Ubicación de Cámara

Fuente: Autores

Debido a la infraestructura de la facultad de arquitectura, al colocar las chapas eléctricas, hubo el inconveniente de un desnivel entre la puerta y el marco, lo que llevo mucho tiempo en nivelarla para que estas tengan un buen funcionamiento.

Para el tendido del cableado tanto eléctrico, como de datos se colocó canaletas con divisiones evitando así interferencias y ruidos.

Para la actualización de la hora del sistema se lo puede realizar a través de un teclado alfa numérico, conectándolo directamente a la tarjeta de control. Para ello previamente se debe presionar el botón de actualización de hora y una vez concluido presionar la tecla “*”.

En el caso de extraer la tarjeta SD para actualizar horarios y asignaciones se deberá presionar un botón para reiniciar el proceso.

Si la tarjeta llega a quedar inhibida existe un botón de reset general.

Si desea programar una nueva tarjeta se ingresaran los datos a través del software “CAS” y este debe ser guardado en la tarjeta SD.

CONCLUSIONES

- Luego de las pruebas que se realizaron en la facultad de arquitectura, llegamos a la conclusión de realizar un sistema de comunicación alámbrica conectándolos a la red de la facultad de arquitectura a través del rack, ya que existía una gran pérdida de paquetes en la comunicación entre nuestro circuito principal y el control de cátedra.
- Debido a la gran cantidad de información que se debía transmitir desde el control de cátedra a las tarjetas de control en cada una de las aulas y por la infraestructura inadecuada para una red inalámbrica, se optó por poner tarjetas de almacenamiento de datos en cada una de las aulas junto con las tarjetas de control, las mismas que validan la información con las tarjetas RFID y estas deben ser actualizadas al inicio de cada semestre o cada vez que haya cambios de horarios para las aulas ayudando a que el sistema sea independiente (descentralizado), no dependa de la red o de control de cátedra.
- La caja de relés se ubicó cerca de los equipos de fuerza para evitar una excesiva cantidad de cables entre los equipos de fuerza y el circuito.
- Con el sistema para controlar las aulas, se obtuvo un mejor manejo y control de los tiempos para que el profesor inicie sus clases.
- Los aires acondicionados solo se podrán prender o apagar no se puede variar la temperatura a través del software pero si de forma manual.
- Debido a las políticas ejercidas en la Universidad Católica nuestro proyecto no tuvo salida a la WEB por lo que el software tendrá uso a través de la red interna de la facultad de Arquitectura.

RECOMENDACIONES

- Separar la caja de relés con respecto a la caja del circuito para poder disminuir el tamaño de la caja.
- Etiquetar el cableado tanto eléctrico como de comunicación para evitar la confusión de los mismos ya que al momento de hacer pruebas se dificultó la comunicación entre varios equipos lo cual provocó pérdida de tiempo.
- La temperatura del aula no se puede controlar con acondicionadores independientes tipo ventana o Split ya que se tendría que cambiar el circuito interno del aire y poner un termostato digital, por lo que se recomienda usar centrales de aire para la ambientación adecuada.
- Para tener una visualización de las cámaras de seguridad a través de la web se necesitará que el centro de cómputo de un punto de red con una ip pública.
- Para conectar las tarjetas de control al bus RS485 se utilizó un cable multipar con un conector RJ-11, para un fácil manejo.
- Se realizaron pruebas de continuidad de todos los cables se van a ir desde las aulas hasta la caja máster tal como cables de las cámaras y cables de las tarjetas, con el detector de continuidad
- Para el lector de tarjetas RF-ID se utilizaron cajas plásticas para tener un mejor alcance del lector, y las tarjetas no siempre tienen que pegarse a la caja.
- Para el mejor funcionamiento del PIC, se recomienda tener dos fuentes de alimentación, para así evitar una posible inhibición del mismo.

Bibliografía

- Museo de Informática de Argentina. (Julio de 1996). Recuperado el Diciembre de 2011, de www.museoinformatico.com.ar:
http://www.museoinformatico.com.ar/articulos_ibm.html
- www.itresa.com. (2006). Recuperado el Diciembre de 2011, de Itresa Ingeniería e Informática Industrial: <http://www.itresa.com/domotica.htm>
- ElictriCasas. (Noviembre de 2008). Recuperado el Diciembre de 2011, de www.electricasas.com: <http://www.electricasas.com/que-es-la-domotica/>
- Servielectroic JV. (2008). Recuperado el Diciembre de 2011, de <http://www.servielectricjv.com>:
<http://www.servielectricjv.com/domotica.html>
- 4 TMC Process Development. (2009). Recuperado el Enero de 2012, de www.4tmc.co.za: <http://www.4tmc.co.za/rs485.html>
- DomoPrac. (14 de Septiembre de 2009). Recuperado el Diciembre de 2011, de www.domoprac.com:
<http://www.domoprac.com/domoteca/domoteca/conceptos-basicos/historia-de-la-domotica-pasado-presente-y-futuro.html>
- RFID POINT. (22 de Octubre de 2010). Recuperado el Enero de 2012, de www.rfidpoint.com: <http://www.rfidpoint.com/general/sobre-rfid/>
- Noguerón Construcciones Técnicas. (Marzo de 2011). Recuperado el Diciembre de 2011, de www.construcciones-casas.es:
<http://www.construcciones-casas.es/casas-domoticas/>
- Aguero, C. (2006). Recuperado el Diciembre de 2011, de www.jeuazarru.com:
http://www.jeuazarru.com/docs/casa_inteligente.pdf
- Areny, P., & Ramon. (2007). Sensores y Acondicionadores de Señal. Barcelona: Marcombo.
- Breijo, E. (2008). Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC. Barcelona: Ediciones Tecnicas Marcombo.
- Carpenter, M., & Savant, R. (1992). Diseño Electrónico. Madrid: Circuitos y Sistemas Gordon L.
- Jequer. (11 de Febrero de 2011). Electrotelematica. Recuperado el Enero de 2012, de electrotelematico.wordpress.com:
<http://electrotelematico.wordpress.com/2011/02/11/conmutador-dispositivo-de-red-o-switch/>

- Jordano, J. I. (1 de Enero de 2005). Profisica. Recuperado el Enero de 2012, de [www.profisica.cl: http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=14](http://www.profisica.cl/comofuncionan/como.php?id=14)
- Kannan M., M. (2007). Digital Control. Bombay: Indian Institute of Technology.
- Luis, F. (2007). Controles y Automatismos Eléctricos. Bogotá: Telemecanique de Colombia S.A.
- Martin, D. (2001). X-Robotics. Recuperado el Enero de 2012, de [www.x-robotics.com: http://www.x-robotics.com/sensores.html](http://www.x-robotics.com/sensores.html)
- Reyes, C. (2008). Microcontroladores PIC "Programación en Basic". Quito: RISPGRAF.
- Valdés, F., & Pallás, R. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones PIC. Barcelona: Marcombo.

ANEXOS

ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO

Software del Control de Acceso Seguro

Control de Acceso Seguro (CAS), es el programa que permitirá controlar por medio de diversas herramientas, que el personal encargado de las aulas o sus directivos pueda tener control de las mismas sin tener que estar abandonando su puesto de trabajo, y así lograr un correcto uso del tiempo durante las jornadas laboral.

Ingreso al Sistema

Al iniciar el programa de Control de Acceso Seguro (CAS) se deberá ingresar el usuario con su contraseña. Como se muestra en la figura 1

Existen 2 tipos de usuarios:

- Administradores
- Invitado

Los administradores tendrán todos los privilegios para monitorear, controlar, configurar y actualizar todos los datos del sistema.

A diferencia del usuario invitado que no se le permitirá configurar ni controlar, solo tendrá acceso al monitoreo e historial del sistema.

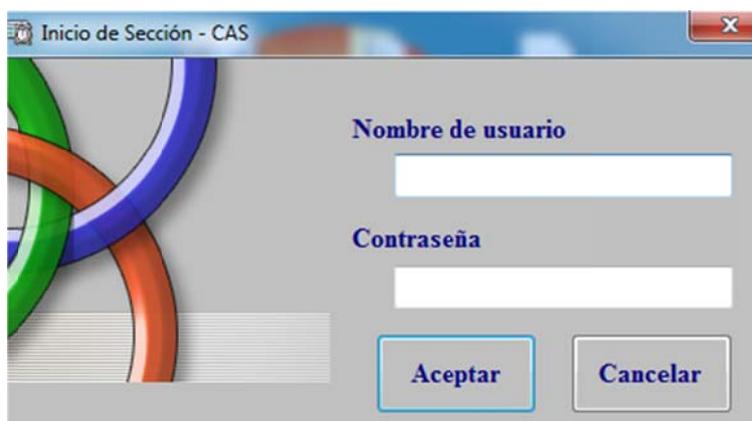


Figura 1

Una vez que el usuario ingrese al sistema mostrara la ventana principal del sistema como se ve en la figura 2. Esta contiene barra de herramientas con sus respectivas aplicaciones ubicada en la parte superior izquierda.



Figura 2

La herramienta **MONITOREO** sirve para visualizar algún recurso de las aulas, ya sean estas:

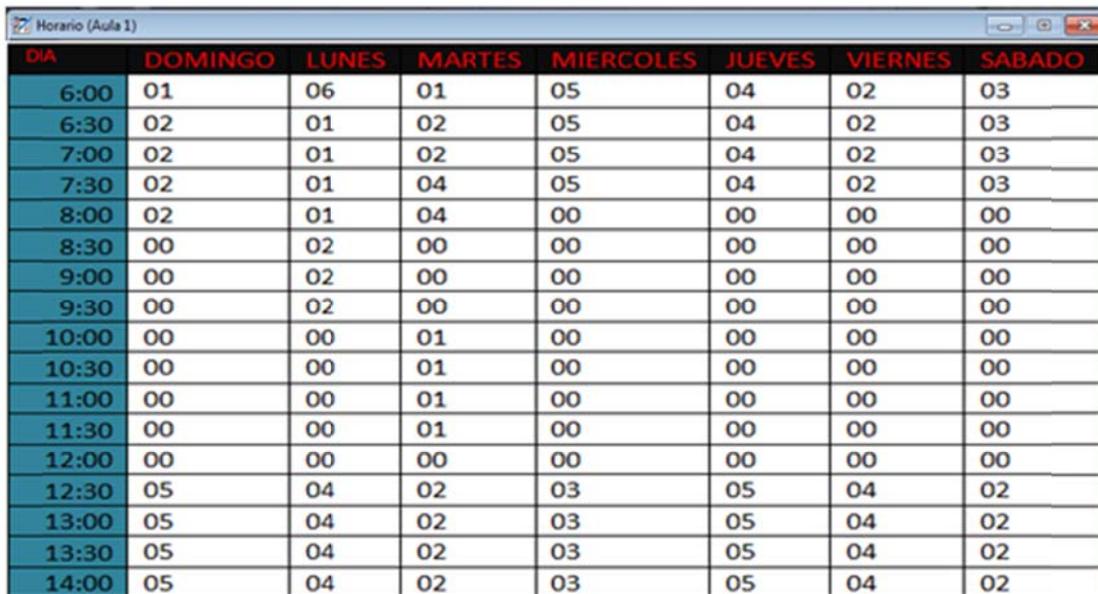
- Horarios
- Cámaras

La opción horario describe es uso semanal que va a tener el aula durante el semestre.



Figura 3

La figura (figura 4) muestra los horarios de dicha aula tanto de inicio como de finalización, la cual es cargada desde una base de Datos



DIA	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
6:00	01	06	01	05	04	02	03
6:30	02	01	02	05	04	02	03
7:00	02	01	02	05	04	02	03
7:30	02	01	04	05	04	02	03
8:00	02	01	04	00	00	00	00
8:30	00	02	00	00	00	00	00
9:00	00	02	00	00	00	00	00
9:30	00	02	00	00	00	00	00
10:00	00	00	01	00	00	00	00
10:30	00	00	01	00	00	00	00
11:00	00	00	01	00	00	00	00
11:30	00	00	01	00	00	00	00
12:00	00	00	00	00	00	00	00
12:30	05	04	02	03	05	04	02
13:00	05	04	02	03	05	04	02
13:30	05	04	02	03	05	04	02
14:00	05	04	02	03	05	04	02

Figura 4

La opción cámaras, permite visualizar cada aula (figura 5). Existirán aulas que tengan más de un dispositivo de video dependiendo de sus dimensiones.



Figura 5

En la figura 6 muestra las 2 cámaras del aula 205, la cual puede ajustarse el zoom según sea necesario.

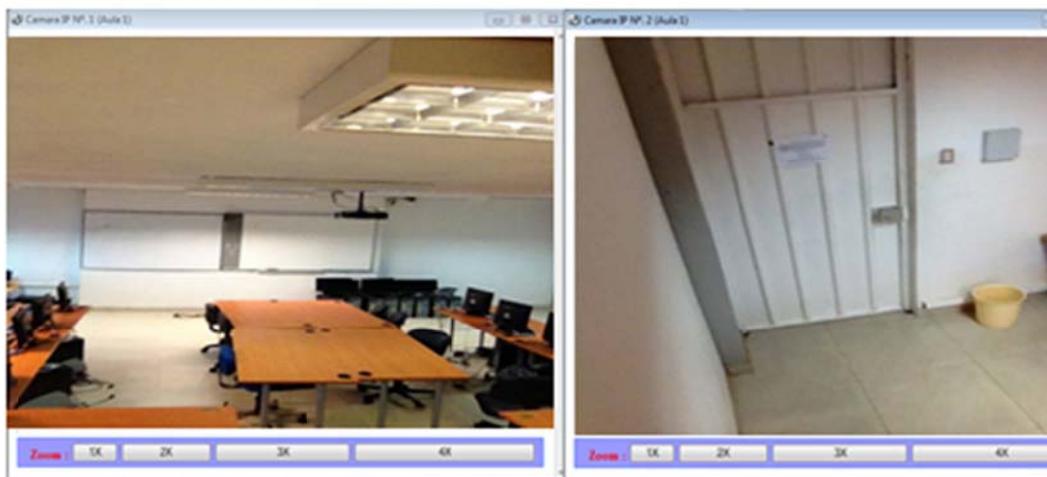


Figura 6

La herramienta **HISTORIAL** (figura 7), muestra los informes de:

- Aulas
- Docentes
- Personal de mantenimiento
- Administradores
- Sistema
- Eventos
- Errores



Figura 7

La opción historial del aula, permite escoger un intervalo de fecha para que el programa muestre un informe de todos los acontecimientos del aula (figura 8).

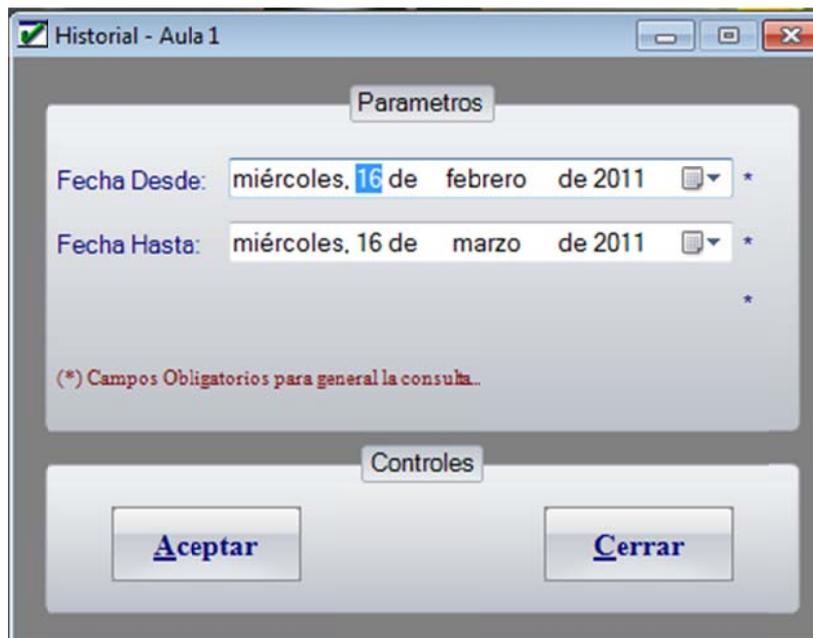


Figura 8

Después de haber elegido el intervalo de las fechas, se visualizara una nueva ventana donde muestra el historial de actividades en el aula, como se muestra en la figura 9.

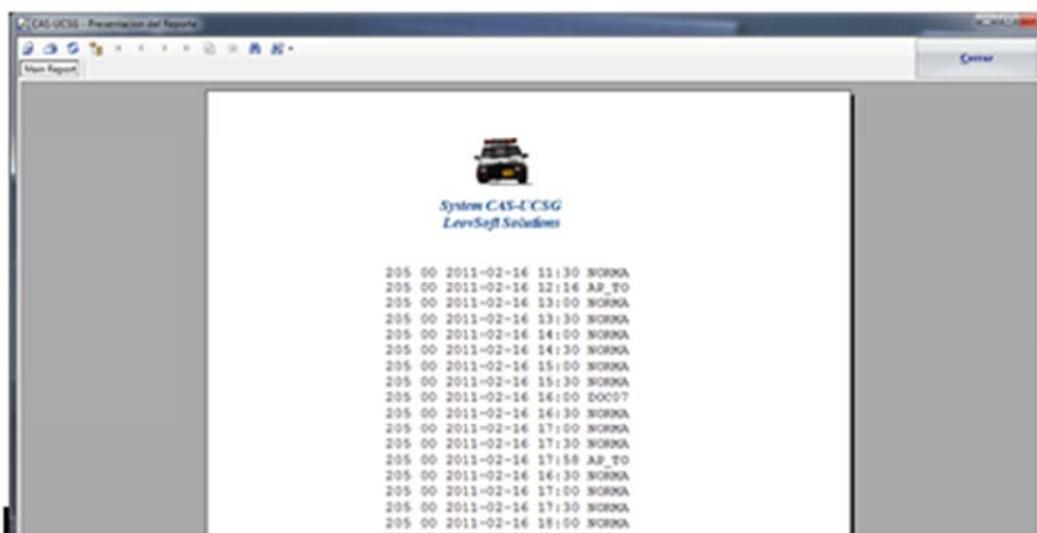


Figura 9

Permitiendo las siguientes opciones:

- Guardar el archivo en múltiples formatos (Word, Excel, Pdf)

- Imprimir el archivo
- Actualizar el archivo

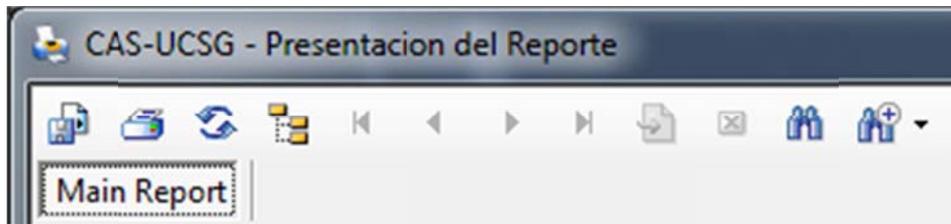


Figura 10

Así mismo esta herramienta permitirá obtener un reporte de las actividades realizadas por usuarios ya sean:

- Docentes
- Personal de Mantenimiento
- Administradores
- Sistema

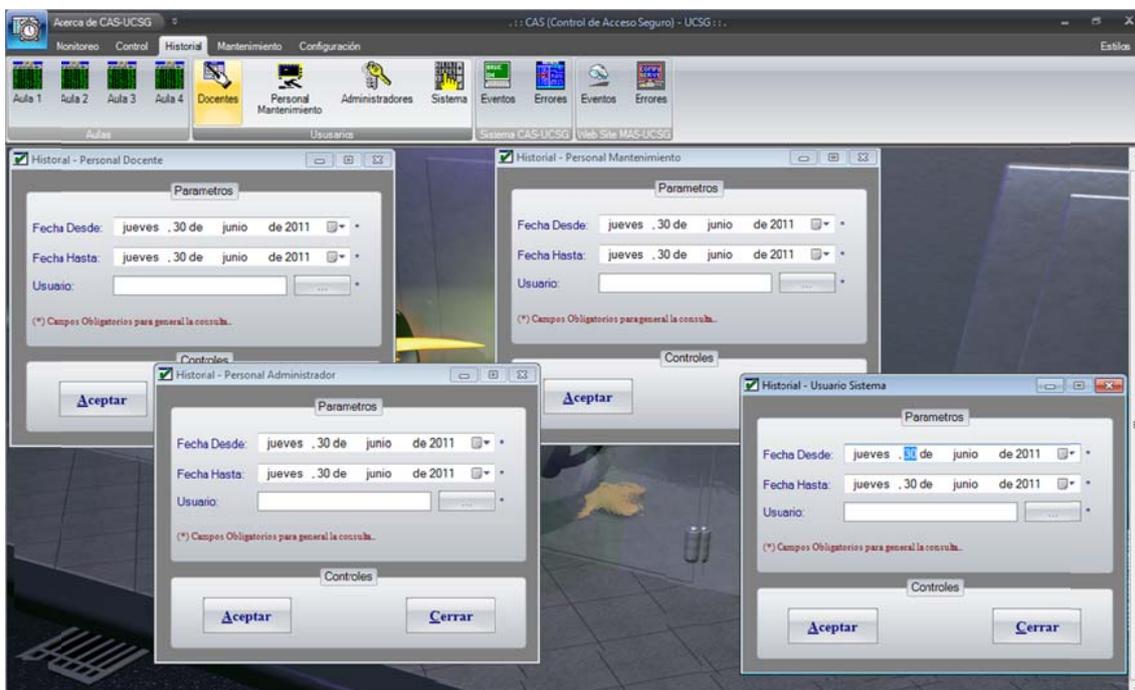


Figura 11



Figura 12

La herramienta **MANTENIMIENTO**, permite la creación y actualización de nuevos usuarios.

La siguiente figura muestra las opciones que nos presenta esta herramienta como nuevos usuarios:

- Docentes
- Personal De Mantenimiento
- Administradores
- Sistema.



Figura 13

Para la creación o actualización de estos usuarios es necesario ingresar los siguientes datos

- Usuario: (ejm: usuario: 01)
- Apellido:
- Nombre:
- Cédula:
- Teléfono:
- Título abreviado: (ejm: Arq., Ing.)
- Código de Tarjeta: (código asignado por medio del lector ubicado en control de cátedra)

Tal y como se muestra en la figura 14.

The screenshot shows a window titled "Nuevo - Personal Docente". It contains a section "Datos del Usuario" with the following fields:

- Usuario: 03
- Tipo: Docente
- Apellidos: CEPEDA PICO
- Nombres: MANUEL ORLANDO
- Cedula: 0912548752
- Telefono: 042854590
- Titulo Abreviado: (Ejm. Sr. Correa, Eco. Correa)
- RF-ID: 2848A

 A note at the bottom of the form states: "(*) Campos Obligatorios para el almacenamiento del Usuario en Base..". Below the form is a "Controles" section with three buttons: "Aceptar", "Cancelar", and "Cerrar".

Figura 14

La herramienta **CONFIGURACIÓN**, permite configurar la red LAN, las cámaras IP, y cambiar los parámetros de lectura de las tarjetas RF-ID. Así como también nos permite actualizar todo el sistema en el tiempo deseado.

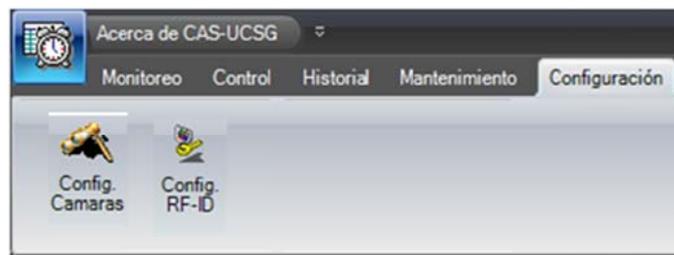


Figura 15

La opción de Parámetros de Cámaras IP, permite configurar las direcciones y puertos que se decida asignar a cada cámara.

The screenshot shows a dialog box titled "Configuración Parametros". It has a "Parametros" section with a label "Dirección IP:" and an empty text input field. Below this is a "Controles" section with three buttons: "Aceptar", "Cancelar", and "Cerrar".

Figura 16

En lo que respecta a los parámetros de la lectura de las tarjetas RF-ID se encuentra descrito lo siguiente:

- Puerto COM: (por lo general es el 8080)
- Bits por segundo: (5600)
- Bits de datos: (dependerá del tipo de tarjeta y generación que puede ser de 8 o 16 bytes)
- Paridad:
- Bits de parada:
- Control de flujo:



Figura 17

La opción de Parámetros de Cámaras IP, permite configurar las direcciones y puertos que se decida asignar a cada cámara.

Anexo 2. PRESUPUESTO

Para la realización de todos los trabajos antes mencionados se invirtió la cantidad de 4541.20 dólares, los cuales fueron financiados por cada uno de los integrantes del grupo de tesis y se detallan a continuación.

MATERIALES ELECTRONICOS

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Contactores	4	38.00	152.00
Lectores de Tarjetas	4	75.00	300.00
Cajas para aulas	4	50.00	200.00
Caja Master	1	45.00	45.00
Fuentes de 12V	5	35.00	175.00
RS-485	4	15.00	60.00
PIC 18F4550	10	15.00	150.00
Relays	16	8.00	128.00
Transceiver	1	50.00	50.00
Tarjeta Electronica	4	90.00	360.00
Cable UTP	500	0.09	45.00
Conectores UTP	50	0.50	25.00
Elementos			100.00
TOTAL			1,790.00

EQUIPOS

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Sensores de Movimiento	4	40.00	160.00
Sensores de Temperatura	4	30.00	120.00
Sensores Magneticos	4	10.00	40.00
Tarjetas	20	2.00	40.00
Camaras IP	4	180.00	720.00
Switch de 8 puertos	1	80.00	80.00
Tarjeta MicroSD	4	100.00	400.00
Software	1	600.00	600.00
TOTAL			2,160.00

MATERIALES ELECTRICOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Chapas Electricas	4	90.00	360.00
Tubo PVC 3/4"	3	2.00	6.00
Tubo PVC 1/2"	10	1.70	17.00
Tubo EMT 1/2"	4	7.60	30.40
Codo PVC 3/4"	2	0.80	1.60
Codo PVC 1/2"	4	0.70	2.80
Codo EMT 1/2"	4	1.60	6.40
Cable Electrico Flexible # 12	6 (10 mt)	7.20	43.20
Cable Electrico Flexible # 14	3(10 mt)	4.50	13.50
Conectores EMT 1/2 "	4	0.60	2.40
Tornillo triple punto	7 (10 u)	0.70	4.90
Taco Ficher	7 (10 u)	2.10	14.70
Canaleta 12 x 24	5	2.10	10.50
Canaleta 12 x 32	10	2.50	25.00
Breaker 20 Amp	1	4.80	4.80
Caja de Paso 4 x 4	1	45.00	45.00
Cinta Aislante	1	3.00	3.00
TOTAL			591.20