

# INSTITUTO DE FORMACIÓN TÉCNICO SUPERIOR

24



## PROYECTO FIN DE CARRERA

Técnico Superior en Teleinformática

Diseño e implementación de una Red de Sensores Inalámbricos (WSN) aplicado a la domótica, para controlar un edificio basado en el protocolo ZigBee.

Benjamín Chuquimango Chilón

[benjaminchuq@gmail.com](mailto:benjaminchuq@gmail.com)

Buenos Aires - Argentina

2017

# **Diseño e implementación de una Red de Sensores Inalámbricos (WSN) aplicado a la domótica, para controlar un edificio basado en el protocolo ZigBee.**

## **PROYECTO FIN DE CARRERA**

**Autor: L. Benjamín Chuquimango Chilón**

**Nº Matrícula:** 00816  
**Materia:** Seminario Proyecto  
**Código de Materia:** 24

**Dirigido Por: Ing. Alfonso Castelao García**

Tecnicatura Superior en Teleinformática  
Instituto de Formación Técnico Superior 24  
Diciembre 2017

## **Declaración**

Yo Luis Benjamín Chuquimango Chilón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ninguna calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes al Instituto de Formación Técnico Superior n° 24, según lo establecido por la Ley 11.723 - Régimen Legal de la Propiedad Intelectual.

Luis Benjamín Chuquimango Chilón

---

## Dedicatoria

---

Dedico todo mi esfuerzo y trabajo a mis padres que me dieron la vida, por los valores que me inculcaron para ser cada día una mejor persona y por la inspiración que me dan para luchar por mis sueños.

Al amor de mi vida Rubí Ramírez, por el amor incondicional que me dio en todos estos años y su apoyo constante que me brindó durante toda mi carrera.

Benjamín

---

# Agradecimiento

---

Un profundo agradecimiento a Dios por su amor incondicional, por las oportunidades que me da día a día y por la salud; gracias a él he podido cumplir con esta meta.

A mis padres Julián y María por sus consejos, su amor y por sus oraciones que siempre me motivaron y ayudaron a trazar mi camino.

A mis hermanos, que siempre me alientan para dar un paso más y llegar más lejos.

Al director de tesis Ing. Alfonso Castelao García que con su dedicación, experiencia y conocimientos me orientó en el desarrollo de esta investigación, y sobre todo me motivo a desarrollarme como persona y profesional.

Al Instituto de Formación Técnico Superior 24, al rector de la Institución Ing. Eduardo Benzo, a mis profesores Ing. Guillermo Defays, Ing. Carlos Geronimi Y Prof. Fabián Toledo por los valiosos conocimientos que me brindaron.

Al Ing. Gregorio Glas, Coordinador de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, por permitirme formar parte del LASE (Laboratorio Abierto de Sistemas Embebidos) y del laboratorio de Sistemas de Computación y Redes.

---

# Resumen

---

En el presente proyecto de fin de carrera *“Diseño e implementación de una Red de Sensores Inalámbricos (WSN) aplicado a la domótica, para controlar un edificio basado en el protocolo ZigBee”*, se desarrolla un Sistema Domótico capaz de controlar diferentes elementos de un edificio a través de un WSN (Red de Sensores Inalámbricos). Este sistema permitirá realizar tareas de monitoreo, envío y recepción de datos en tiempo real a través de un servidor conectado a un microcontrolador. El control del sistema se realiza remotamente a través de Internet.

El sistema consta de sistemas de detección de movimientos, sensores de temperatura, sistemas de detección de humo y sistemas de detección de gases tóxicos. Para controlar todo el Sistema, el usuario a través de una PC o un teléfono puede activar o desactivar alarmas, prender luces, entre otras cosas.

También existe la opción de que se produzca una llamada a un número telefónico especificado por el usuario con un mensaje generado por el sistema. Para ello, se ha diseñado y fabricado una plataforma inalámbrica, comenzando por la programación del microcontrolador, fabricación de los módulos y culminando con el diseño de una interfaz de representación en tiempo real para la estación de control, donde los datos recibidos serán mostrados al usuario.

Con el objetivo de identificar una mejor metodología, el trabajo consistió en profundizar la Gestión de Proyectos definida por el Project Management Institute (PMI) en el PMBOK. Por esto el proyecto se dividió en dos carpetas:

## 1. Documentos relativos al Objetivo del Proyecto o **Carpeta del Proyecto**

Inicialmente, se realizó un análisis del estado del arte donde damos una introducción a la domótica, tecnologías inalámbricas, protocolo ZigBee y GSM. Siguiendo con la carpeta se realizó el diseño del Sistema, la selección de los componentes del hardware y se simuló cada uno del módulo con el Proteus 7.10.

Finalmente, para llevar a cabo el flujo de información entre los sensores y los dispositivos, se creó una base de datos MySQL capaz de administrar la información, reportando datos estadísticos a través de una página web. Finalizando con la Normativa Legal del proyecto.

## 2. Documentos relativos a la Gestión del Proyecto o **Carpeta de Gestión**

Siguiendo con la guía PMBOK, en esta carpeta se definió la Gestión de Integración del proyecto, el Acta de Constitución del Proyecto, Gestión de Alcance, Gestión del Tiempo donde se desarrolló el Diagrama de Gantt, el PERT y el Camino Crítico.

El estudio se completa con la Gestión de Costos donde detallamos el flujo de caja, Gestión de Riesgos, Gestión de Recursos Humanos y Normativa Legal, etc. Además presentamos una serie de tablas y figuras con la aplicación práctica al propio PMI.

**Palabras claves:** Sensores, Zigbee, domótica, Proteus, web, WSN, PMI.

# Índice General

---

Declaración.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Resumen.....	VI
Índice General.....	VII
Índice de figuras.....	XII
Índice de tablas.....	XVI

## Índice Carpeta Del Proyecto

### CAPÍTULO I

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación y Antecedente.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivos específicos.....	3
1.3. Organización de la memoria.....	3
1.4. Metodología y plan de trabajo.....	4

### CAPÍTULO II

<b>2. Estado del Arte.....</b>	<b>5</b>
2.1. Introducción.....	6
2.2. Domótica.....	6
2.2.1. Aplicaciones de la Domótica.....	7
2.2.2.1. Confort.....	7
2.2.2.2. Seguridad.....	7
2.2.2.3. Comunicaciones.....	8
2.2.2.4. Gestión de la Energía.....	8
2.2.2.2. Tipos de Sistemas.....	8
2.2.3. Clasificación por topología.....	10
2.2.4. Clasificación por el tipo de señal utilizada.....	11
2.3. Gases Peligrosos.....	11
2.3.1. Propiedad de los gases.....	11
2.3.2. Peligros de Gases.....	11
2.3.3. Riesgos de Gases por Sector Industrial.....	13
2.3.4. Gases Peligrosos de Fácil Acceso u Obtención.....	13
2.3.5. Límites de Exposición Profesional (LEP).....	14
2.3.5.1. Valores Límite Ambientales (VLA).....	14

## Índice General

2.3.5.2.VLA de los Gases Pre-Seleccionados.....	15
2.4. Comunicaciones inalámbricas.....	16
2.4.1.Bluetooth.....	16
2.4.2.Protocolo ZigBee.....	16
2.4.2.1.Tipos de dispositivos.....	17
2.4.2.2. Topologías de Red.....	17
2.4.3. Wi-Fi.....	18
2.4.3.1. PHY en Wi-Fi.....	18
2.4.3.2. Wi-Fi Shield.....	18
2.4.3.3. GSM.....	18
2.4.3.3.1. Estándares de la comunicación 3GPP.....	19
2.4.3.3.2. Características del módulo GSM.....	19
2.5. Componentes del Sistema.....	19
2.5.1. Sensores.....	19
2.5.1.1.Sensores analógicos.....	20
2.5.1.2.Sensores digitales.....	20
2.5.1.3. Sensores binarios.....	21
2.5.2. Actuadores.....	21
2.5.3. Controladores.....	21

## CAPÍTULO III

3. Diseño General del Sistema.....	22
3.1. Introducción.....	23
3.2. Descripción del Sistema.....	23
3.3. Diagrama de Bloques del Sistema.....	23
3.3.1.Diagrama de Bloques Unidad Central de Control.....	24
3.3.2.Diagrama de Bloques de la Unidad Remota.....	24
3.4. Diagrama de Secuencias del Sistema.....	25
3.5. Consideraciones previas al Diseño.....	26
3.5.1. Ubicación de Sensores.....	26
3.5.1.1. Elección de sensores para el proyecto.....	27
3.5.2. Comunicación Inalámbrica.....	27
3.5.2.1. Módulos XBee.....	28
3.5.2.2. Elección de Modelo XBee .....	30
3.5.2.3. Características eléctricas del XBee.....	30
3.5.2.4. Circuito básico para el XBee.....	30
3.5.2.5. Configuración Módulos XBee.....	31

## CAPÍTULO IV

4. Hardware y Software Unidad Remota.....	32
4.1. Introducción.....	33
4.2. Componentes de las Unidades remotas.....	33
4.2.1. Hardware de la Unidad Remota.....	34
4.2.1.1.Sistema de Detección de Dióxido de Carbono.....	34
4.2.1.1.1. Selección del modelo de sensor.....	34
4.2.1.1.2. Componentes.....	35
4.2.1.1.3. Calibración del Sensor MG811.....	37
4.2.1.2.Sistema de detección de Oxígeno.....	38
4.2.1.2.1. Componentes.....	38
4.2.1.3.Sistema de detección de Temperatura.....	40
4.2.1.3.1. Selección del modelo de sensor.....	40

4.2.1.3.2. Componentes.....	41
4.2.1.4. Sistema de detección de Humedad.....	43
4.2.1.4.1. Selección del modelo de sensor.....	43
4.2.1.4.2. Componentes.....	43
4.2.1.5. Sistema de detección de luminosidad.....	44
4.2.1.5.1. Componentes.....	44
4.2.1.6. Sistema de detección de movimiento.....	46
4.2.1.6.1. Componentes.....	46
4.2.1.7. Relés.....	48
4.2.1.8. Regulador de tensión.....	49
4.2.2. Software de la Unidad Remota.....	50

## CAPÍTULO V

<b>5. Hardware y Software Unidad Central.....</b>	<b>52</b>
5.1. Introducción.....	53
5.2. Componentes de las Unidad Central de control.....	53
5.2.1. Hardware.....	53
5.2.1.1. Componentes del Hardware.....	54
5.2.2. Software.....	58
5.2.2.1. Programación de la interfaz del microcontrolador.....	58
5.2.2.2. Desarrollo del servidor.....	59
5.2.2.3. Comunicación entre Servidor y Clientes.....	60
5.2.2.4. Desarrollo de la Aplicación Web.....	60
5.2.2.5. Conexión MySQL.....	62
5.2.2.6. Comunicación del Módulo de la Placa- Servidor.....	63
5.2.2.7. Almacenamiento en la Base de Datos.....	64
5.2.2.8. Desarrollo y comunicación GSM.....	64

## CAPÍTULO VI

<b>6. Implementación del Sistema.....</b>	<b>67</b>
6.1. Introducción.....	68
6.2. Consideraciones antes de Fabricar .....	68
6.3. Simulaciones y diseño de PCB de componentes.....	68
6.3.1. Conexiones módulo PIC 18F4620.....	69
6.3.2. Conexiones LCD y estados.....	69
6.3.3. Conexiones Del Circuito Módulo XBee.....	70
6.3.4. Conexiones del Circuito de detección de Temperatura.....	70
6.3.5. Conexiones del Circuito de detección de Dióxido de Carbono.....	71
6.3.6. Conexiones del Circuito de detección de Oxígeno .....	72
6.3.7. Conexiones del Circuito de detección de Humedad.....	73
6.3.8. Conexiones del Circuito PIR.....	73
6.3.9. Conexiones del Circuito de detección de Luminosidad.....	74
6.3.10. Conexiones de Circuito de Relés.....	76
6.3.11. Conexiones GSM.....	76
6.3.12. Conexiones Regulador de Tensión.....	77

## CAPÍTULO VII

<b>7. Normativa Legal y Técnica.....</b>	<b>78</b>
7.1. Marco legal y técnico de las instalaciones domóticas.....	79
7.2. Normativa legal.....	79
7.2.1. Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.....	79

## Índice General

7.2.2. Propiedad Intelectual.....	80
7.2.3. Derecho de Autor.....	81
7.2.4. Administrador De La Administración Federal De Ingresos Pùblicos.....	82
7.3. Normativa Técnica.....	82
7.3.1. Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).....	82
7.3.1.1. Normas publicadas.....	82
7.3.2. CENELEC.....	83
7.3.2.1. Comité Técnico 205.....	83
7.3.2.2. Normas publicadas.....	83
7.3.3. ISO/IEC.....	84
7.3.3.1. Subcomité 25.....	84
7.3.3.2. Normas publicadas .....	84

## Índice Carpeta de Gestión

Introducción.....	87
Justificación.....	88

<b>1. PROYECTO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>89</b>
1.1. Estudio de Necesidades .....	89
1.1.1. Emplazamiento.....	89
1.1.2. Localización actual.....	90
1.1.3. Beneficiarios del proyecto.....	90
1.1.4. Condiciones preexistentes.....	93
1.1.5. Planteamiento del problema.....	94
1.1.6. Causas del Problema .....	94
1.1.7. Planteamiento de la solución.....	95
1.1.8. Preguntas de Investigación .....	95
<b>2. Gestión de la Integración del proyecto.....</b>	<b>96</b>
2.1. Acta de constitución del proyecto.....	96
2.1.1. Información general.....	96
2.1.2. Objetivos del proyecto.....	96
2.1.3. Consideraciones previas del proyecto .....	96
2.1.3.1. Descripción del proyecto .....	96
2.1.3.2. Alcance del proyecto .....	97
2.1.3.3. Limitaciones del proyecto.....	97
2.1.3.4. Restricciones.....	98
2.1.4. Fases del proyecto.....	98
2.1.5. Cronograma de hitos.....	98
2.1.6. Recursos Humanos del Proyecto.....	99
2.1.7. Riesgos.....	99
2.1.8. Organigrama del proyecto.....	99
2.1.9. Entrega del Acta de Constitución.....	100
<b>3. Gestión del Alcance .....</b>	<b>101</b>
3.1. Definir el Alcance del proyecto.....	101
3.1.1. Alcance.....	101
3.1.2. Limitaciones.....	101

3.2. Recopilación de Requerimientos.....	102
3.3. Estructura de Desglose de Trabajo .....	102
<b>4. Gestión del Tiempo.....</b>	<b>104</b>
4.1. Diagrama de GANTT.....	105
4.2. Diagrama PERT.....	105
4.3. Lista de Hitos.....	105
4.4. Camino Crítico.....	109
<b>5. Gestión de Costos.....</b>	<b>110</b>
5.1. Lista de Componentes.....	110
5.2. Proveedores.....	111
5.3. Costes del Proyecto.....	112
5.3.1.Costes de la Unidad Central.....	112
5.3.2.Costes de la Unidad Remota.....	112
5.3.3.Otros costes de materiales.....	113
5.3.4.Costes en Recursos Humanos.....	113
5.3.5.Costes indirectos.....	113
5.4. Presupuesto total.....	114
5.5. Venta y Margen de Ganancia.....	114
5.6. Flujo de Caja.....	115
5.7. Curva S del proyecto.....	115
<b>6. Gestión de los Recursos Humanos.....</b>	<b>116</b>
6.1. Recursos Humanos.....	116
6.2. Organigrama del Equipo del Proyecto.....	116
6.3. Roles y responsabilidades.....	117
<b>7. Gestión de Riesgos.....</b>	<b>119</b>
7.1. Identificación de los Riesgos.....	119
7.2. Categorización de los Riesgos en el proyecto.....	120
7.3. Análisis Cualitativo de los Riesgos.....	120
7.4. Matriz de Priorización de Riesgos.....	122
7.5. Respuesta a los riesgos.....	122
<b>8. Gestión de Interesados.....</b>	<b>125</b>
8.1. Interesados del proyecto.....	125
8.2. Niveles de autoridad de los interesados.....	126
<b>Conclusiones y líneas de trabajo futuras .....</b>	<b>129</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>130</b>

# Índice De Figuras

---

Figura 2.1: Hogar domótico

Figura 2.2: Campos de la Domótica

Figura 2.3: Sistema domótico centralizado

Figura 2.4: Esquema del sistema domótico descentralizado.

Figura 2.5: Esquema del sistema domótico distribuido o híbrido.

Figura 2.6: Topología en Estrella

Figura 2.7: Topología en Anillo

Figura 2.8: Topología en Bus

Figura 2.9: Topología Mesh

Figura 2.10: Límite de Gas Inflamable

Figura 3.1: Diagrama de Bloques del Sistema General

Figura 3.2: Diagrama de la Unidad Central de Control de la Red

Figura 3.3: Diagrama de bloques de la Unidad Remota

Figura 3.4: Diagrama de secuencia del sistema de red

Figura 3.5: Chip Antena

Figura 3.6: Wire Antena

Figura 3.7: Conector U.FL.

Figura 3.8: Conector RPSMA

Figura 3.9: Conexiones requeridas para el Xbee

Figura 3.10: Logo de la aplicación X-CTU

Figura 4.1: Esquema de la Unidad Remota desarrollada

Figura 4.2: Sensor MG-811

Figura 4.3: Estructura y circuito de pruebas del MG-811

Figura 4.4: Símbolo electrónico del LM324

Figura 4.5: Correspondencia de pines del LM324

Figura 4.6: Configuración del LM324 como amplificador no inversor

Figura 4.7: LED amarillo y LED rojo

- Figura 4.8: Resistencias de carbón
- Figura 4.9: Sensor de gas electroquímico O2/M-100
- Figura 4.10: vista inferior y lateral del o2/m100
- Figura 4.11: Esquemático del circuito electrónico del sensor de Oxígeno
- Figura 4.12: Amplificador Operacional LM324
- Figura 4.13: Resistencias de carbón
- Figura 4.14: Led verde
- Figura 4.15: Sensor LM35
- Figura 4.16: Diagrama de conexión del LM35
- Figura 4.17: Conexión básicas de Sensor de temperatura
- Figura 4.18: LED verde
- Figura 4.19: Resistencia de Carbón
- Figura 4.20: Esquemático del circuito de humedad
- Figura 4.21: Esquemático del sensor de humedad
- Figura 4.22: Fotoresistor LDR C2795
- Figura 4.23: Relación entre la iluminancia y la resistencia de una LDR
- Figura 4.24: Circuito de acondicionamiento de la fotorresistencia
- Figura 4.25: Optoacoplador NPN 4N25
- Figura 4.26: Triac L601B6
- Figura 4.27: Sensor PIR con lente fresnel.
- Figura 4.28: Radiación infrarroja recibida Sensor PIR
- Figura 4.29: Diagrama de Conexión del PIR.
- Figura 4.30: Esquema eléctrico del sensor PIR.
- Figura 4.31: Esquemático del circuito de acondicionamiento para los relés
- Figura 4.32: Esquemático del circuito de alimentación y regulación
- Figura 4.33: Diagrama de flujo de la unidad remota.
- Figura 5.1: Esquema de la Unidad Central de Control
- Figura 5.2: LCD Hitachi 44780 de frente y detrás
- Figura 5.3: Microcontrolador PIC 18F4620
- Figura 5.4: Pines del Microcontrolador PIC 18F4620
- Figura 5.5: Conexión de Gestor de Arranque

## Índice General

Figura 5.6: Conexión de USB a la PC

Figura 5.7: Código en Lenguaje C de cómo prender y apagar un led.

Figura 5.8: Esquema del Servidor

Figura 5.9: Logo de Apache

Figura 5.10: Logo de PHP

Figura 5.11: Logo de MySQL

Figura 5.12: Diagrama de flujo conexión MySQL

Figura 5.13: Diagrama de flujo de la Comunicación de la plataforma WiNoM - Servidor

Figura 5.14: Tarjeta SIM 900

Figura 5.15: Comunicación entre GSM SIM900 al PIC

Figura 5.16: Envío de estados con el GSM SIM 900

Figura 5.17: Diagrama de conexiones con el GSM SIM900

Figura 6.1: Circuito del microcontrolador PIC 18f4620

Figura 6.2: Circuito del LCD

Figura 6.3: Circuito del módulo inalámbrico XBee

Figura 6.4: Esquema De conexiones del Sistema de Detección de Temperatura

Figura 6.5: Sistema de conexiones del Sistema de Dióxido de Carbono

Figura 6.6: PCB para el sensor de Oxígeno

Figura 6.7: Esquema de conexiones del Sistema de Detección de Oxígeno

Figura 6.8: Esquema de conexiones del Sistema de Humedad

Figura 6.9: Esquema de conexiones del Sistema PIR

Figura 6.10: Esquema de conexiones del Sistema de Detección de luminosidad

Figura 6.11: Esquema de conexiones de relés

Figura 6.12: Esquema de conexiones del Sistema GSM

Figura 6.13: Esquema de conexiones de regulador de tensión

Figura 7.1: Logo de la AEA

Figura 7.2: Logo de CENELEC

Figura 7.3: Logo de ISO/IEC

Figura 8.1: Universidad Nacional de Avellaneda, sede Piñeyro

Figura 8.2: Plano aproximado de la distribución de laboratorios de la carrera de Ing. Inf.

Figura 8.3: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Figura 8.4: Diagrama de GANTT

Figura 8.5: se muestra el diagrama Pertt

Figura 8.6: Logo de tiendas electrónicas

Figura 8.7: Logo de las empresas proveedoras

Figura 8.8: Flujo de Caja del proyecto

Figura 8.9: Grafico del flujo de caja WSN

Figura 8.10: Organigrama del equipo de Proyecto

Figura 8.11: La Estructura de Desglose de Riesgos

Figura 8.12: Colores para evaluar los riesgos

Figura 8.13: Involucrados del Proyecto

# Índice De Tablas

---

- Tabla 2.1: Valores Limites Ambientales (VLA)
- Tabla 3.1: Tabla comparativa Módulos Serie1 vs Serie2
- Tabla 3.2: Características electricas del XBee
- Tabla 3.3: Configuración de los parámetros del puerto serie del XBee
- Tabla 4.1: Características y especificaciones de Sensor TGS4161
- Tabla 4.2: Características y especificaciones de sensor CO2 (MG811)
- Tabla 4.3: Características de los sensores de temperatura
- Tabla 4.4: Características de sensores de Humedad
- Tabla 4.5: Reguladores de tensión candidatos a formar parte de la electrónica
- Tabla 4.1: Funciones de los pines del LCD
- Tabla 8.1: Fases del proyecto
- Tabla 8.2: Cronograma de Hitos más importantes del proyecto
- Tabla 8.3: Recursos Humanos del proyecto
- Tabla 8.4: Aprobación del acta
- Tabla 8.5: Cronograma de Hitos más importantes del proyecto
- Tabla 8.6: Camino Crítico
- Tabla 8.7: Costes de la Unidad Central
- Tabla 8.8: Costes de la Unidad Remota
- Tabla 8.9: Costes de otros materiales
- Tabla 8.10: Costes de Recursos Humanos
- Tabla 8.11: Costes Indirectos
- Tabla 8.12: Margen de ganancia
- Tabla 8.13: Plan de Gestión de los Recursos Humanos
- Tabla 8.14: Análisis Cualitativo de los Riesgos
- Tabla 8.15: Nivel de Impacto
- Tabla 8.16: Matriz de Probabilidad e Impacto de los riesgos
- Tabla 8.17: Requerimientos de los interesados





# Capítulo I

# Introducción

## 1.1. Motivación y Antecedente

El ser humano siempre ha buscado controlar su entorno para conseguir una vida más cómoda y segura, modificando su calidad de vida en base a sus necesidades. Esto ha hecho que la forma de vida experimentara una gran evolución.

En los últimos años se ha buscado el desarrollo de tecnologías que permitan la gestión y el control de los distintos sistemas capaces de automatizar viviendas, edificios, granjas, invernaderos, sembríos, etc. creando de esta forma el concepto de "Domótica". En la actualidad la presencia de la domótica es cada vez mayor en las viviendas aportando seguridad, confort, bienestar.

Por ejemplo, en todo el territorio europeo, millones de trabajadores entran en contacto con agentes químicos y biológicos que pueden causarles daños. La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo estima que al año se producen 74000 muertes laborales vinculadas a la exposición a sustancias peligrosas. Esta cifra confirma que muere un número de personas 10 veces mayor por exposición a sustancias de riesgo que por accidentes en el lugar de trabajo. Es por ello que las empresas deben por ley proteger a sus trabajadores de los daños que puedan sufrir por el contacto con materiales peligrosos durante su jornada laboral.

Analizando todas estas razones se ha percibido la necesidad de diseñar un sistema propio que pueda aportar a la solución de esta problemática, aprovechando la tecnología que se consigue localmente y de algunos estándares y protocolos de comunicación que ya existen.

Para esto se propuso implementar un sistema de domótica, a través de un conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente capaz de detectar sustancias peligrosas, detectar la presencia de personas, detectar humo, calcular la temperatura o nivel de luz, etc. Por lo que se incluye en el trabajo dispositivos que se comunican con tecnologías ZigBee, XBee de bajo costo, además de su programación y los fundamentos teóricos que sustentan el funcionamiento de los mismos.

Cabe aclarar que este proyecto de fin de carrera no ha sido acordado con ninguna Institución, ni con ningún otro interesado. La idea surge del interés de diseñar e implementar un sistema domótico para 6 laboratorios, perteneciente a la Carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, y poner en práctica lo aprendido durante la carrera, que pueda ser mejorado y ampliado en el futuro. Cabe aclarar que los objetivos han sido definidos por el propio autor del proyecto.

## 1.2. Objetivo

El objetivo de este proyecto es el diseño de un sistema de domótica para los laboratorios de Ingeniería Informática, utilizando protocolos ZigBee y Wi-Fi de banda libre, que permita almacenar datos como la temperatura, humedad, humo, luminosidad, sustancias peligrosas y movimientos de personas con la capacidad de activar o desactivar elementos.

### 1.2.1. Objetivos específicos

- Elaborar un estado del arte que contenga información en relación a los problemas, alternativas y soluciones de conexión entre nodos, interconectando dispositivos electrónicos, utilizando conexiones físicas, lenguajes de alto nivel, programación de microcontroladores, protocolos de comunicación inalámbrica, algoritmos de recolección de datos, servidores web locales y sistemas operativos.
- Diseño y creación de una plataforma web que será la interfaz de control destinada al usuario final.
- Alertar a quien corresponda, a través de un MSM al celular o algún otro dispositivo la información enviada de los censores.
- Simular la red WSN y realizar las pruebas de comunicación inalámbrica entre nodos sensores y nodo coordinador, mediante las tecnologías ZigBee.
- Analizar y ubicar los puntos óptimos donde serán colocados los dispositivos; menores a 50 metros de distancia por nodo, con el fin de proteger cada rincón y punto débil logrando dar una seguridad de alto nivel.

### 1.3. Organización De la Memoria

La memoria está estructurada en varios capítulos

- **Introducción.** En este capítulo se expone las ideas principales que han dado lugar a este proyecto, así como las metas y objetivos fijados del Proyecto para ser alcanzados con la elaboración de este trabajo.
- **Estado del Arte.** Se realiza un estudio del estado del arte de los sistemas domótico, analizando desde las soluciones que ofrecen hasta los dispositivos que los forman y las tecnologías de redes que emplean. Se estudia además las sustancias considerados peligrosos para salud y se hace una clasificación general de sensores de detección que existen actualmente en el mercado.
- **Diseño del sistema de detección.** En este capítulo se desarrolla la descripción general del sistema y de cada uno de los subsistemas en todas sus fases de desarrollo como: componentes, simulación y funcionamiento. Al mismo tiempo se detalla en profundidad todo lo relacionado con la tecnología empleada y la red inalámbrica con sus respectivos sensores y los principales componentes que lo integran como: módulos de radio frecuencia y configuración.
- **Selección de componentes.** En este capítulo se detallan las características de hardware y software para su proceso de construcción. Se detallan los componentes empleados para el nodo Central y nodos remotos.
- **Implementación.** Se describe el software desarrollado. Descripción del código implementado para el control del microcontrolador, el programa en el equipo servidor y la aplicación para dispositivos móviles.
- **Simulación y resultados.** Esta sección incluye una descripción breve de las diferentes pruebas y resultados obtenidos del funcionamiento de la red.
- **Conclusiones y trabajo futuro.** Este capítulo se presenta las conclusiones y los logros alcanzados del Proyecto y se plantean además las líneas de trabajo futuras para mejorar el proceso de desarrollo

#### **1.4. Metodología y plan de trabajo**

El trabajo se descompone en varios fases y tareas, a medida que se va avanzando el proyecto se detallaron entregables y documentos individuales. También se pretende usar la metodología PMI como herramienta factible aplicada a la gestión del proyecto.

La metodología que se siguió es la siguiente:

**Tiempo de ejecución:** se pretende terminar el proyecto en un plazo de 64 días.

**Lectura de Información:** Se consideró imprescindibles los siguientes libros

- Project Management Institute. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK (5thEd)
- IPMA International Project Management Association. ICB Competence Baseline Version 3.0

La adquisición de estos libros no ha supuesto un coste para el proyecto, dado que fue donado por el docente de la materia en formato Pdf.

**Diseño y fabricación del sistema de detección:** Primeramente se simulo cada uno los sistemas por separado y después se probó en forma general. Durante esta etapa no se llegó a fabricar el producto debido a que solamente estamos haciendo el estudio y el análisis, sin embargo daremos todas las herramientas necesarias para que en un futuro se llegue a diseñar, fabricar e implementar.

**Desarrollo de un servidor para la recepción de datos:** En esta etapa se dan las herramientas necesarias para configurar una base de datos que a su vez serán necesarios para su monitorización y control remoto.

**Termino del Proyecto:** Para terminar el trabajo, se añaden varios anexos que contienen información extra que puede resultar útil, como por ejemplo, Datasheet, manual para la configuración de la red inalámbrica XBee.

# Capítulo II

# Estado del Arte

## 2.1. Introducción

En este capítulo se ofrece una panorámica de los sistemas de domótica existentes. Se presentan las arquitecturas, componentes y topologías posibles, los medios de transmisión que utilizan, las tecnologías y protocolos de comunicación que emplean. Además se definirá a lo que se considera una sustancia peligrosa, así como la tecnología que actualmente existe para la detección de sustancias (sensores y detectores).

## 2.2. Domótica

La Domótica se define como el conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda. El término Domótica está conformado por la unión de la palabra “Domo” que etimológicamente proviene del latín “Domus” que significa casa y el sufijo “Tica” que se adapta de la palabra automática, aunque muchos autores lo pueden diferenciar entre “Tic” como tecnologías de la información y “a” de automatización. Este término en Francia se adoptó la unión de las contracciones “Domo” e “Informatique” para formar la palabra “Domotique”, que en 1968 se definía el término domótica en la enciclopedia Larousse como “el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.

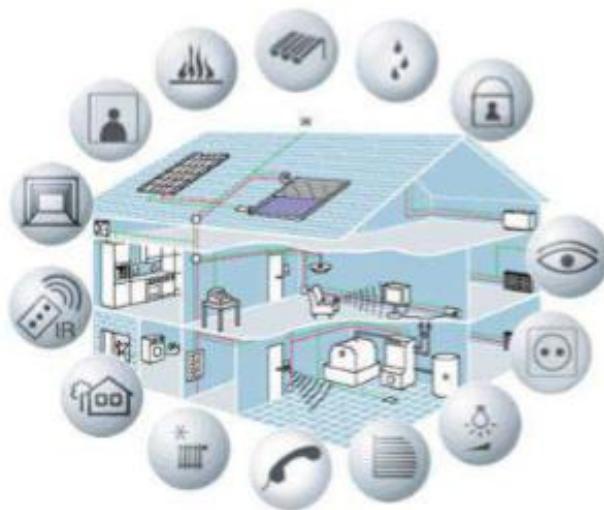
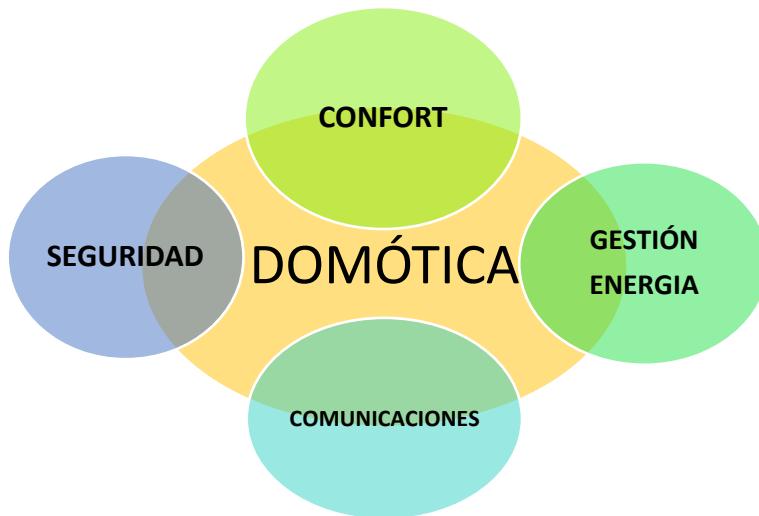


Figura 2.1: Hogar domótico

Un sistema inteligente (domótico) es capaz de realizar diversas funciones; permite la supervisión y el control remoto de sistemas electrónicos, así como también recibir información proveniente de sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a actuadores o salidas. El Usuario puede controlar desde una computadora, un celular o un panel de control elementos como los sistemas de iluminación, climatización y dispositivos que hay en el interior del hogar.

### 2.2.1. Aplicaciones de la Domótica

Sus aplicaciones se suelen dividir en cuatro grandes áreas y como se observa en la figura 2.2, es posible que una aplicación ofrezca servicios en más de un ámbito al mismo tiempo.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.2: Campos de la Domótica

#### 2.2.2.5. Confort

La domótica proporciona una serie de comodidades con la finalidad de simplificar las tareas del hogar, creando automatismos o incrementando las posibilidades de controlar una vivienda. Algunas de estas aplicaciones son:

- Apagado general de toda la iluminación de una vivienda con un único botón sin estar presente físicamente.
- Activación de luces a través de detección de presencia, permitiendo el encendido y apagado de las luces según el movimiento de las personas por la vivienda.
- Control de cualquier dispositivo electrónico de la vivienda a través de un único mando a distancia o a través de internet.
- Integración del portero automático en el teléfono o televisor, permitiendo al usuario no tener que levantarse a abrir.

#### 2.2.2.6. Seguridad

La seguridad y vigilancia que nos proporciona un sistema domótico es más amplia que la que nos puede proporcionar cualquier otro sistema, pues integra 3 campos de la seguridad que normalmente están controlados por sistemas distintos:

- *Seguridad de Bienes*: Control de acceso con reconocimiento o identificación de usuarios, control de presencia, detección de personas no autorizadas, violación del espacio privado y vigilancia electrónica.
- *Seguridad de Personas*: Especialmente para las personas mayores o personas enfermas, mediante un nodo telefónico el uso de pulsadores de pánico o de ayuda que generan alarmas locales y remotas.

- **Alarms Técnicas:** Mediante sensores se puede detectar posibles errores en la instalación o mal uso involuntario de los sistemas, aviso de escapes de agua, gas, humo, etc. Estos avisos pueden indicar el punto exacto de la vivienda en donde se encuentra la incidencia e incluso, si hay un escape de gas, cortar el suministro a través de la electroválvula del gas. También pueden detectar la pérdida de suministro eléctrico e iniciar su recuperación. etc.

#### 2.2.2.7. Comunicaciones

La domótica tiene una característica fundamental; la integración de sistemas a través de nodos que interconectan la red con diferentes dispositivos que permite recibir, enviar, almacenar y procesar la información. Algunas de estas aplicaciones podrían ser:

- Control y gestión a distancia de la instalación domótica.
- Conocimiento en tiempo real del estado del hogar.
- Transmisión de alarmas, mensajes, alertas, etc.

#### 2.2.2.8. Gestión de la Energía

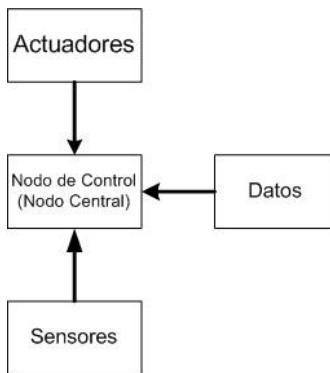
La gestión de la energía permite controlar los consumos energéticos (agua, gas natural y electricidad) en función de las tarifas energéticas, la potencia contratada, las condiciones ambientales, etc. La gestión de la energía se puede realizar mediante programadores, temporizadores, termostatos, etc. Algunas aplicaciones podrían ser:

- Programación de la climatización, para optimizar el consumo energético de la vivienda.
- Programación de equipos como secadoras, lavadoras domésticos, hornos, facilitando su utilización eficiente.
- Encendiendo y apagado de los equipos domésticos en las zonas horarias para obtener una tarifa más económica.
- Desconectando equipos en función del consumo en un determinado momento, para ahorrar carga eléctrica.

### 2.2.2. Tipos de Sistemas

El sistema domótico se clasifica en tres grupos:

- **Sistemas centralizados:** Poseen un nodo central que se encarga del procesamiento de toda la información del sistema.  
Sus elementos constructivos tales como actuadores, sensores y datos en general se conectan al nodo de control (nodo central), el cual se encarga de procesar la información para la toma de decisiones. Esta arquitectura se beneficia en la reducción de costos, facilidad de instalación y uso

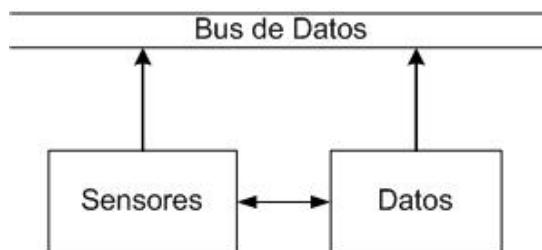


© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.3: Sistema domótico centralizado

- **Sistemas descentralizados:** Se caracterizan por funcionar de manera independiente entre sí, pero se encuentran en la misma línea de comunicación (bus de comunicaciones).

La principal complejidad del sistema es el tipo de comunicación empleado, debido a que la comunicación se realiza a través del mismo medio para su funcionamiento. Sus ventajas son la reducción de cableado y en consecuencia reducción de costos, así como facilidad de ampliación del sistema

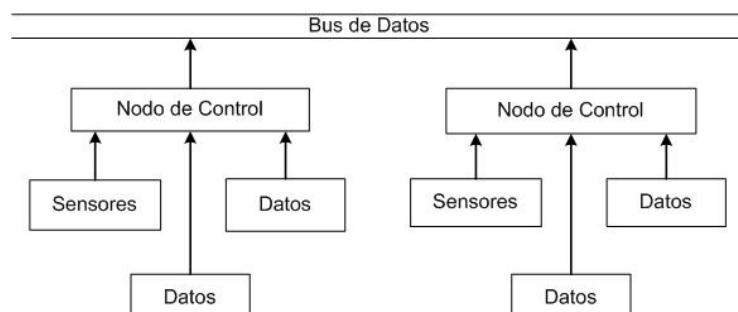


© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.4: Esquema del sistema domótico descentralizado.

- **Sistemas distribuidos o híbridos:** Son sistemas que combinan las características de los sistemas centralizados y descentralizados en su arquitectura, la comunicación entre nodos puede ser limitada.

La complejidad del sistema se encuentra en el protocolo de comunicación utilizado para su coordinación. Las ventajas de esta arquitectura son su fácil expansión, rediseño y seguridad de funcionamiento.



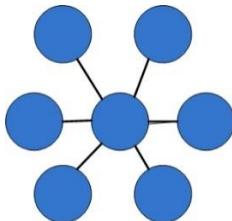
© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.5: Esquema del sistema domótico distribuido o híbrido.

### 2.2.3. Clasificación por topología

La topología del sistema se refiere a la organización física y lógica de los nodos de la red. Entre las principales se encuentran:

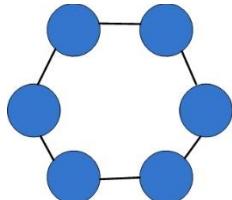
- **Estrella:** Todos los dispositivos se concentran hacia el nodo principal por diferente cableado.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.6: Topología en Estrella

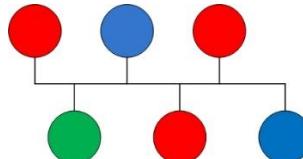
- **Anillo:** Los dispositivos se conectan entre sí a partir de un bucle cerrado.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.7: Topología en Anillo

- **Bus:** Los dispositivos se encuentran conectados por la línea de red.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.8: Topología en Bus

- **Mesh Network:** Las red se conforma por conexiones en forma de malla que conecta a los dispositivos por varios caminos.

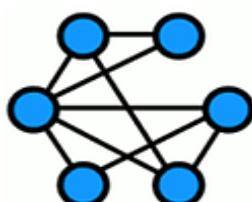


Figura 2.9: Topología Mesh

### 2.2.4. Clasificación por el tipo de señal utilizada

Esta clasificación caracteriza a la distribución de la señal radiada o no radiada en el sistema.

- **Transmisión por tensión baja:** Son los sistemas que tienen una comunicación se transmite a partir de la instalación eléctrica baja del hogar, como por ejemplo el sistema de corriente portadora.
- **Transmisión por cable:** Son los sistemas que utilizan para la comunicación cables específicos como: trenzado, coaxial, fibra óptica, etc.
- **Transmisión por ondas:** Son los sistemas que utilizan la comunicación a partir de la radiación de las señales, como: infrarrojo, radiofrecuencia o sistemas de telecomunicación.

## 2.3. Gases Peligrosos

### 2.3.1. Propiedades de Gases

A la hora de definir la peligrosidad de un gas se han de tener en cuenta sus propiedades físicas (ocupen o no el volumen donde se encuentren) y químicas.

Las propiedades químicas conducen a la siguiente clasificación:

- **Gases comburentes:** Son aquellos imprescindibles para que se mantenga la combustión. Ejemplos: Oxígeno, protóxido de nitrógeno, ozono.
- **Gases combustibles:** Los que arden con facilidad en presencia de aire o de otro oxidante. Ejemplos: Hidrógeno, acetileno, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural.
- **Gases corrosivos:** Son capaces de atacar a materiales y destruir tejidos cutáneos. Ejemplos: Cloro, flúor, monóxido de nitrógeno, óxido de etileno.
- **Gases tóxicos:** Estos gases producen infecciones en organismos vivos pudiendo provocar su muerte a determinadas concentraciones. Ejemplos: Monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de carbono.
- **Gases inertes:** Aquellos que no arden o no mantienen la combustión y dentro de ello no puede haber vida. Ejemplos: Argón, nitrógeno, helio, neón.

Todas estas propiedades hacen que el manejo de gases suponga un riesgo para el hombre, por lo que es necesario tomar las medidas de seguridad adecuadas, teniendo en cuenta que muchos gases poseen varias de estas características.

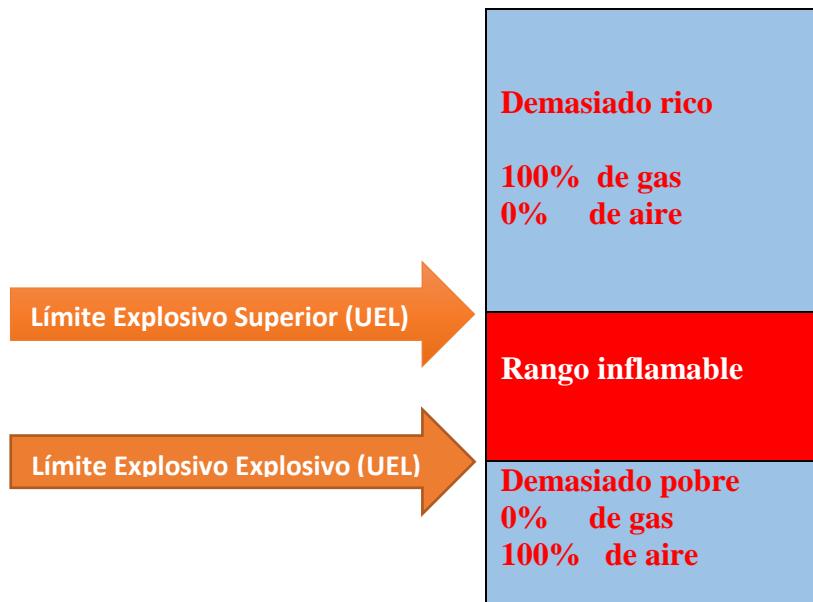
### 2.3.2. Peligros de Gases

Existen tres tipos de peligros principales relacionados con los gases:

- **Gases inflamables** => Riesgo de incendio y/o explosión.

La combustión es una reacción química en la que el oxígeno se combina rápidamente con otra sustancia liberándose energía, que principalmente se da en forma de calor (en ocasiones como llamas). Para que se produzca la combustión, tienen que existir una fuente de ignición (normalmente un componente de hidrocarburo), oxígeno y combustible en forma de vapor o gas.

Cada gas tiene una banda específica de concentración gas/aire vinculada a un nivel superior (UEL) y un nivel inferior (LEL) en la que se producirá una mezcla de combustible. Por debajo del LEL será una situación en la que no existirá suficiente gas para que se produzca una explosión, y por encima del UEL la mezcla no tendrá suficiente oxígeno.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 2.10: Límite de Gas Inflamable

Los gases inflamables tienen tres propiedades importantes:

- *Temperatura de ignición*: Es aquella a la que los gases inflamables pueden combustionar aunque no haya una fuente de ignición externa.
- *Punto de inflamación (P.I. °C)*: En un líquido inflamable, se trata de la menor temperatura en la que la superficie del líquido emite vapor suficiente para que se encienda con una pequeña llama.
- *Densidad de vapor*: Esta característica ayuda a determinar la ubicación del sensor de gas. La densidad del gas se compara con la del aire cuando esta última es uno. Para densidades menores que uno, el gas se elevará (más ligero que el aire), y para densidades superiores a 1 el vapor descenderá (más pesado que el aire).

Ejemplos: Metano, butano, propano.

➤ **Gases tóxicos** => Riesgo de envenenamiento.

Algunos gases son venenosos y, a concentraciones muy bajas, pueden ser un riesgo para la vida. De hecho, mueren más personas por la exposición a gases tóxicos que por explosiones provocadas por gases inflamables. Además, existen muchos gases que son tóxicos e inflamables al mismo tiempo aumentando con ello su peligrosidad.

Ejemplos: Monóxido de carbono, cloro, amoníaco, dióxido de carbono.

### **Carencia o enriquecimiento de Oxígeno:**=> *Riesgo de asfixia y riesgo de combustión.*

El aire se compone de un 21% de oxígeno (O<sub>2</sub>), un 78% de nitrógeno (N<sub>2</sub>) y un 1% de otros gases. El oxígeno es un gas necesario para la supervivencia de los organismos vivos, y si la concentración en el aire se ve modificada, los seres humanos pueden verse severamente afectados y, en casos extremos, puede llevarlos a la muerte. Si la concentración de oxígeno en el aire baja del 21%, ya sea mediante la eliminación de oxígeno o la adición de otros gases, surge lo que se conoce como deficiencia de oxígeno, la cual tiene efectos diferentes entre las personas, como por ejemplo jóvenes, ancianos y embarazadas.

Por ejemplo, si la concentración de oxígeno cae por debajo del 15% en volumen, la eficiencia física e intelectual de una persona es significativamente reducida. Si esta reducción de oxígeno se produce por la adición de gases inertes (nitrógeno, argón, helio). Si el porcentaje de oxígeno baja a un 10%, la pérdida de la conciencia se origina de forma repentina, y por debajo del 8% se produce en pocos minutos la muerte por asfixia, a menos que se lleve a cabo de inmediato la reanimación.

Por otro lado, el enriquecimiento de oxígeno es también un riesgo a tener en cuenta, ya que a niveles altos de O<sub>2</sub> aumenta el grado de inflamabilidad de gases y materiales. Por ejemplo, en concentraciones del 24% de oxígeno, las prendas de vestir pueden entrar en combustión de forma espontánea. Algunos ejemplos de zonas en las que puede darse el enriquecimiento de oxígeno son las áreas de fabricación o almacenamiento de sistemas de propulsión de cohetes, de productos para la industria de papel y en instalaciones de depuración de aguas.

#### **2.3.3. Riesgos de Gases por Sector Industrial**

Ver Anexo 2.1.

La Tabla de Industrial Scientific presenta los riesgos por gases peligrosos en cada sector industrial

#### **2.3.4. Gases Peligrosos de Fácil Acceso u Obtención**

Para nuestro proyecto decidimos elegir aquellos gases que son fáciles de obtener, y que al mismo tiempo supongan un peligro en la vida cotidiana y no sólo en sectores industriales.

Por ello, la selección inicial está compuesta por los siguientes gases:

- Gases combustibles  
(Butano, propano, metano) =>Riesgo de explosión.
- O<sub>2</sub> (Oxígeno) => Carencia de oxígeno y riesgo de combustión.
- NH<sub>3</sub> (Amoníaco) => Riesgo de envenenamiento.
- CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) => Riesgo de asfixia.
- CO (Monóxido de carbono) => Riesgo de envenenamiento.
- H<sub>2</sub>S (Sulfuro de hidrógeno) => Riesgo de combustión.

Ahora pasamos a evaluar individualmente de cada uno de los gases para conocer cuáles puede ser adecuado para el sistema de nuestro Proyecto.

## Gases combustibles

Dentro de esta clase de gases, el butano y propano se pueden conseguir en encendedores, botes de recarga de mecheros que se venden en estancos, hornillos y camping-gas, de modo que si podemos tenerlos en cuenta para nuestro diseño final.

### ➤ Oxígeno ( $O_2$ )

Para este gas, tan sólo necesitamos medir su concentración en el ambiente, de forma que se pueda ver cuando sus niveles en aire descienden o aumentan, maximizando el riesgo de asfixia y explosión respectivamente.

### ➤ Amoníaco ( $NH_3$ )

Los productos derivados o que incluyen amoníaco despiden un olor muy característico que nos informa de la presencia de este compuesto, por ejemplo productos de limpieza.

### ➤ Dióxido de carbono ( $CO_2$ )

Simplemente con nuestra respiración, estamos consumiendo oxígeno y liberando  $CO_2$  al ambiente. Por otro lado, el dióxido de carbono se puede conseguir de forma sencilla, por ejemplo, con hielo seco o con la mezcla de ácido acético y bicarbonato.

### ➤ Monóxido de Carbono ( $CO$ )

Se despidió monóxido de carbono con estufas, calentadores de agua o calefactores que no funcionan correctamente, o cuando los vehículos están detenidos con el motor encendido. Se trata de un gas inodoro, incoloro y altamente tóxico, que puede provocar la muerte cuando se respira a niveles elevados.

### 2.3.5. Límites de Exposición Profesional (LEP)

El **LEP** son valores que presentan los límites a tener en cuenta en cada sustancia peligrosa presente en las laborales de los trabajadores, principalmente por inhalación, de manera que se pueda proteger su salud.

A continuación pasamos a evaluar los (LEP) de los gases a detectar: amoníaco, dióxido de carbono, oxígeno y gases combustibles (metano, propano, butano etc.)

El **INHST** considera como LEP a los *Valores Límite Ambientales* (VLA) y como complemento indicador de la exposición los *Valores Límite Biológicos* (VLB).

#### 2.3.5.1. Valores Límite Ambientales (VLA)

Se trata de valores de referencia para concentraciones de agentes químicos en el aire que representan condiciones a las cuales se cree que la mayor parte de los trabajadores pueden estar expuestos diariamente, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Se consideran las siguientes categorías de VLA:

### **Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria (VLA-ED)**

Es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED). Representan las condiciones a las que se cree que la mayor parte de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas al día y 40 horas a la semana durante toda su vida laboral sin sufrir efectos nocivos para su salud.

### **Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración (VLA-EC)**

Se trata del valor de referencia para la Exposición de Corta Duración (EC). El VLA-EC no debe ser superado por ninguna EC durante la jornada laboral. Constituye un complemento del VLA-ED para los agentes químicos con efectos agudos reconocidos con efectos tóxicos principales de naturaleza crónica, por lo que se valorará la exposición teniendo en cuenta ambos límites. En cambio, para los agentes químicos con efectos principalmente agudos, como gases irritantes, sólo se evalúan según su VLA-EC.

#### ***Valoración de la exposición y del riesgo***

En general, la ED a cualquier agente químico no debe superar el VLA-ED en ninguna jornada laboral.

#### **2.3.5.2. VLA de los Gases Pre-Seleccionados**

En la siguiente Tabla se presentan los valores límite según el INHST para los gases seleccionados para este proyecto.

Tabla 2.1: Valores Límites Ambientales (VLA)

Agente Químico	Símbolo	VLA-ED		VLA-EC		Notas	Frases H
		Ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>		
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	5000	9.150			VLI	
Gas Licuado de Petróleo		1000					220
Hidrogeno amoníaco	NH <sub>3</sub>	20	14	50	36	b <sup>3</sup> VLI <sup>2</sup>	221-331 314-400
Gas Licuado de Petróleo		1000					220

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

En la tabla anterior entran en juego algunas frases H que se deben tener en cuenta a la hora de evaluar el riesgo de estos gases preseleccionados:

- H220: Gas extremadamente inflamables.
- H221: Gas inflamable
- H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
- H331: Mortal en caso de inhalación.
- H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos

## 2.4. Comunicaciones inalámbricas

El tipo de comunicación inalámbrica a utilizarse dentro de un ambiente, depende de la velocidad de transmisión, distancia y consumo de potencia que genera. Los principales beneficios al utilizar redes inalámbricas son: Automatización de redes vinculadas a internet, estandarización de tecnologías enfocadas a domótica, costos y tamaños de los dispositivos.

Las tecnologías desarrolladas para la utilización en el hogar se han estandarizado a unas nuevas, de manera que permiten mejorar el rendimiento de las mismas en el aspecto de consumo de energía y accesibilidad, por ejemplo se tiene la tecnología BLE (Bluetooth Low Energy), Z-Wave, ZigBee, RFID y dispositivos de audio y video que poseen el sistema integrado de tecnología WLAN.

Las computadoras utilizan de manera predominante las redes de tipo 802.11x con sus variantes de velocidad estandarizadas, y con un funcionamiento similar a la arquitectura de celular, ya que ambas se conectan a un punto de acceso para ingresar al servidor.

Nosotros vamos a estudiar las siguientes tecnologías Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi y GSM.

### 2.4.1. Bluetooth

La comunicación por medio de Bluetooth se realiza a través de las tarjetas de Bluetooth: BlueSMiRF y BLK-MD-BC05-B. Estas tarjetas se encuentran diseñadas a partir de los estándares IEEE 802.15.1, caracterizadas por utilizar la banda de frecuencia para áreas residenciales de 2.4 GHz, soporta varias topologías.

#### ➤ Estándar de la comunicación IEEE 802.15.1

Estándar de comunicación 802.15.1 es de tipo inalámbrico, dedicado para el intercambio de datos entre sistemas en áreas locales y metropolitanas; El uso de la tecnología Bluetooth permite el intercambio de información entre estaciones asociadas a la red personal (PAN). Las características del estándar son:

- Funcionamiento de red de tipo punto a punto o punto a multipunto.
- Detección y corrección de errores.
- Control de flujo de datos.
- Direccionamiento de 48 bits.
- Nivel de sensibilidad del receptor -70 dBm.
- Protocolo integrado con Acknowledgements.
- La modulación utilizada en el estándar 802.15.1 es GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying).

### 2.4.2. Protocolo ZigBee

La comunicación mediante el protocolo ZigBee se realiza a través del dispositivo XBee, el cual se encuentra diseñado a partir de los estándares IEEE 802.15.4, y que se caracteriza por permitir la entrega y recepción de datos a una frecuencia de 2.4 GHz en la red compuesta por cada módulo RF. ZigBee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico creado a principios de siglo por ZigBee Alliance, una organización abierta de más de 400

miembros entre reguladores, universidades y empresas (Texas Instruments, Philips, Digi, etc.) que proveen desde chips de radio a herramientas de desarrollo y testeo

#### ➤ **Estándar de la comunicación IEEE 802.15.4**

El estándar para la comunicación 802.15.4 es de tipo inalámbrico, dedicado para su uso en áreas locales y metropolitanas; Las características de comunicación y funcionamiento de este estándar son:

- Funcionamiento de red de tipo estrella o peer to peer.
- Direccionamiento de 16 bits.
- Protocolo integrado con Acknowledgements (reconocimiento).
- Detección de energía del dispositivo.
- Bajo coste en cuanto al despliegue y mantenimiento de la red.
- Velocidad de transmisión reducida.
- Bajo consumo de potencia por parte de los dispositivos, lo que permite prolongar el uso de las baterías.
- Instalación fácil y sencilla.

#### **2.4.2.1. Tipos de dispositivos**

Las redes ZigBee pueden estar formadas por tres tipos de elementos según la función que desempeñan en la red

- **Coordinador:** Existe un único coordinador por cada red. Es el encargado de crear, inicializar y controlar la red, estableciendo aspectos como el canal de comunicaciones y asignando parámetros como las direcciones de red. Una vez establecida ésta, su función es la misma que la de un Router, encaminar los mensajes o recibirlas en el caso de ser el destinatario.
- **Routers:** Son nodos de tipo FFD que se encargan de interconectar dispositivos, enrutando los mensajes hacia el nodo destino. Se emplean para extender la cobertura de la red y para crear nuevos caminos de comunicación que sean de utilidad en caso de congestión o caída de algún nodo.
- **Dispositivos Finales:** Son nodos de funcionalidad reducida (RFD) que carecen de la capacidad de enrutar paquetes, limitándose a enviar mensajes a su nodo padre, ya sea el coordinador o un router. Estos dispositivos tienen una carga de trabajo y un consumo menor que los anteriores, permitiendo que sean alimentados con batería.

#### **2.4.2.2. Topologías de Red**

Con la tecnología ZigBee es posible implementar redes de control y automatización con 3 tipos de topologías físicas.

- **Malla (MESH):** Estas redes están formadas por un coordinador, routers y dispositivos finales. Los nodos pueden establecer comunicación con cualquier otro dispositivo, mediante routers que actúan de repetidores. La ventaja de este tipo de redes es su flexibilidad, al disponer de caminos alternativos y no depender de un único nodo.

- **Árbol (Cluster Tree):** Los diferentes componentes de esta red están organizados en una estructura jerárquica. La red está formada por un coordinador y por un grupo de routers de los que pueden colgar, a su vez, otros dispositivos denominados hijos. Éstos pueden actuar como routers con más hijos o como dispositivos finales. Cada nodo sólo puede tener un único parente y los dispositivos finales no pueden tener ningún nodo hijo.
- **Estrella:** La red está compuesta por varios dispositivos finales conectados únicamente al coordinador central por el que pasan todas las comunicaciones. El alcance máximo de la red viene determinado por el alcance del coordinador, el cual necesita alimentarse a través de la red eléctrica. El resto de dispositivos finales pueden emplear baterías.

### 2.4.3. Wi-Fi

Estándar de la comunicación IEEE 802.11 es de tipo inalámbrico y se usa en sistemas de redes locales y metropolitanas. Las características principales son:

- Funcionamiento en la frecuencia de 2.4 GHZ.
- Uso de MAC (Media Access Control) y PHY (Physical Layer) en su protocolo.
- Capacidad de funcionamiento a diferentes topologías.
- Redes de tipo WLAN (Wireless Local Area Network).
- Calidad de servicio o QoS (Quality of Service) soportado por el protocolo.

#### 2.4.3.1. PHY en Wi-Fi

La capa física (PHY) es la primera capa del modelo OSI, y permite controlar la comunicación de datos a partir de comandos que indican las necesidades entre el transmisor y receptor, en el intercambio de datos a nivel físico. Los comandos utilizados generalmente son:

#### 2.4.3.2. Wi-Fi Shield

El módulo Wi-Fi Shield se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de seguridad. Este dispositivo permite la comunicación inalámbrica al router mediante programación. Las características de este dispositivo son:

- Conexión inalámbrica de tipo 802.11 b (Tasa 11 Mbits/s).
- Conexión inalámbrica de tipo 802.11 g (Tasa 22 Mbits/s).
- Tipo de encriptado de contraseña WEP y WPA2.

#### 2.4.3.3. GSM

La comunicación GSM (Global System for Mobile Communications) se realiza mediante el dispositivo SIM5218E. Este dispositivo se encuentra diseñado a partir de los estándares 3GPP, y se caracteriza por permitir la comunicación inalámbrica con el usuario, en la frecuencia celular que depende del país y compañía que brinda este servicio. En este caso la frecuencia de comunicación utilizada es la GSM 850 y GSM 900 (CNT).

#### **2.4.3.3.1. Estándares de la comunicación 3GPP**

El estándar para la comunicación 3GPP es de tipo inalámbrico, dedicado a la comunicación entre estaciones celulares y dispositivos móviles. Las características principales de la telecomunicación e intercambio de información de este estándar son:

- Movilidad del receptor dentro de área de cobertura.
- Handover (Cambio de estación de comunicación).
- Amplia Cobertura.
- Roaming (uso global).
- Combinación de modulación entre FDMA y CDMA.
- FDMA: Divide la frecuencia en canales de 200 KHz.
- CDMA: Cada canal se divide en 8 Time Slots.
- Cada usuario se asigna uno o varios Time Slots para la comunicación.
- Velocidades de comunicación entre 9.6 Kbit/s – 14.4 Kbit/s.
- Velocidad de comunicación con GPRS: 9.1 Kbit/s – 40.2 Kbit/s.

#### **2.4.3.3.2. Características de comunicación del módulo GSM**

El módulo GSM se utiliza para el desarrollo de aplicaciones de seguridad. Este dispositivo permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos que se encuentren en una red celular de tipo WCDMA o HSPA. Las características de comunicación del módulo Wi-Fi Shield proporcionado por los fabricantes de este dispositivo son:

- Compatibilidad con redes WCDMA y HSPA 3G.
- Comunicación con servidores HTTP o HTTPS.
- Subida y descarga de archivos de FTP y FTPS.
- Antena integrada.

### **2.5. Componentes del Sistema**

Una instalación domótica necesita diferentes tipos de dispositivos. A continuación se hablará de los tres dispositivos que tiene toda instalación.

#### **2.5.1. Sensores**

Un sensor es un dispositivo capaz de convertir una magnitud de una determinada naturaleza física, química o biológica en otra, generalmente eléctrica. Los sensores proporcionan la información que será posteriormente procesada.

La calidad de un sensor viene determinada por su exactitud, fiabilidad, resistencia, sensibilidad y margen de error. Existen numerosos tipos de sensores que se pueden agrupar en función de distintos criterios de clasificación.

➤ **Según su alimentación:**

**Activos.** Necesitan de una alimentación eléctrica determinada.

**Pasivos.** No necesitan corriente eléctrica.

➤ **Según el tipo de señal implicada:**

**Discretos o Detectores.** Presentan un número finito de salidas posibles, que corresponden con estados de la variable a medir. Son sensores sencillos, baratos y muy habituales en las instalaciones domóticas. Por ejemplo: los sensores de detección de humo y de detección de gas

**Continuos.** Su salida varía en función de la variable medida. Por ejemplos de este tipo son los sensores de temperatura, los de humedad, los de viento, etc.

**Ámbito de aplicación.** Pudiendo ser de gestión climática, de gestión contra robo, de control de la iluminación, de gestión contra incendio, de control de presencia, etc.

#### **2.5.1.1. Sensores analógicos**

Un sensor es considerado analógico, cuando las magnitudes físicas que mide las convierte en voltajes que están comprendidos entre dos valores. También se puede dar el caso en vez de tomar como salida voltajes, lo haga en función de la intensidad de la corriente, pero nosotros no trabajaremos con este último tipo.

Considerando que los sensores analógicos emiten un voltaje entre dos valores, el valor será un número entero y la precisión de este valor viene definida por la resolución del sensor. Cuanta más resolución tenga el sensor, más preciso será.

Por otra parte necesitamos leer el valor del sensor, al igual que el sensor tiene un resolución, la tarjeta con la que leemos el dato también tiene una resolución de lectura. Para todo el proyecto, este valor será una constante, ya que utilizaremos el mismo tipo de tarjeta.

Para leer una salida analógica de un sensor en la placa central, tenemos que conectar la salida del sensor a una de las entradas analógicas de la placa central, dependiendo del tipo de tarjeta, tendrá desde 5 entradas analógicas en adelante.

Si en el microprocesador de la tarjeta, solo hiciéramos la operación anterior, podríamos realizarla 10.000 veces por segundo, ya que el conversor analógico tarda aproximadamente 100 µs en leer un valor.

#### **2.5.1.2. Sensores digitales**

Un sensor lo consideraremos digital cuando las magnitudes que mide las convierte en un valor discreto. Puesto que normalmente funcionan bajo un protocolo de comunicaciones, un valor concreto emitido por un sensor digital solo tiene una posible interpretación.

Normalmente para obtener un dato de un sensor digital, haremos una petición mediante el bus de datos al circuito integrado del sensor. Al igual que los procesadores tienen registros, este tipo de sensores también tienen registros, donde guardan el ultimo valor adquirido más los datos de configuración, entonces lo único que tenemos que hacer es pedir este dato mediante un protocolo establecido.

### **2.5.1.3. Sensores binarios**

Como su nombre indica, este tipo de sensor solo produce un valor con dos estados diferentes, bajo o cero voltios cuando no ocurre nada y alto cuando se produzca un determinado evento.

### **2.5.2. Actuadores**

Un actuador es un dispositivo que al recibir una señal eléctrica realiza una función física sobre un medio exterior; por ejemplo, recibe una instrucción de un regulador o controlador y genera una instrucción para activar un motor, un engranaje, una válvula, etc. Se puede decir que realizan la función inversa de los sensores. Por ejemplo: los relés, los dimmers, electroválvulas, motores eléctricos, contactores, etc.

### **2.5.3. Controladores**

Los controladores reciben las señales de los sensores, las procesan y las envían a los actuadores. En definitiva, son los encargados de realizar la gestión en una instalación domótica. Hay diferentes tipos dispositivos que pueden ejercer la función de controladores, dependiendo en gran medida del tipo de arquitectura de dicha instalación. Por ejemplo: autómatas programables, microcontroladores, etc.

# **Capítulo III**

# **Diseño general del**

# **Sistema**

### 3.1. Introducción

En este capítulo proporcionamos una visión general del sistema domótico propuesto y las consideraciones que se deben tomar para el diseño y funcionamiento del Sistema General.

### 3.2. Descripción del Sistema

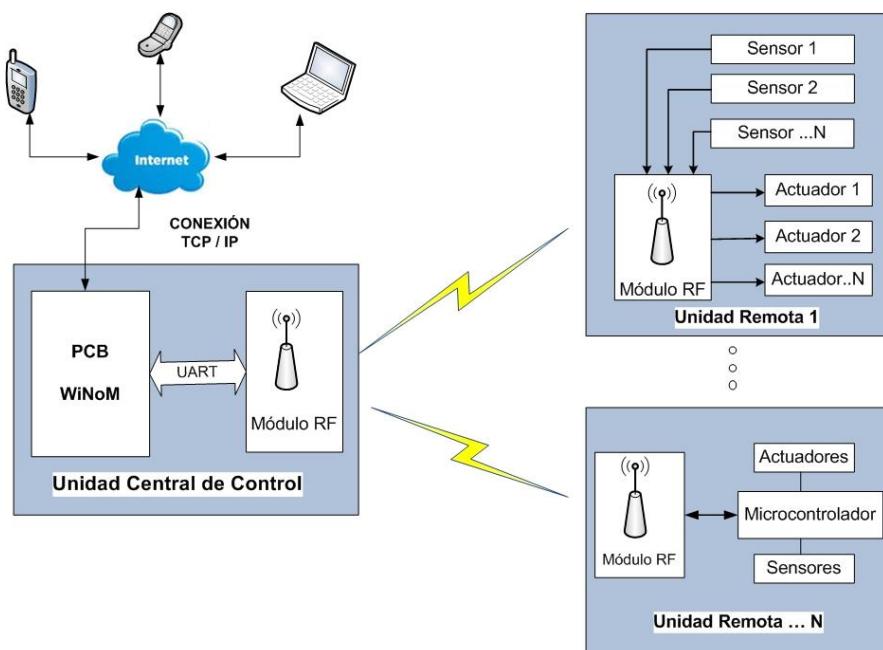
El Sistema estará controlado por el usuario, desde un dispositivo como una PC o un teléfono móvil con conexión a internet, capaz de consultar el estado de los diferentes sensores y actuadores las 24 horas del día, accediendo a estos desde un servidor a través de un navegador web. Los estados que se quieren controlar son los siguientes:

- El riesgo de incendio y/o explosión por gases inflamables
- El riesgo de envenenamiento por gases tóxicos.
- El riesgo de asfixia o combustión por carencia o enriquecimiento de oxígeno.
- Capacidad de detectar presencia o movimiento de personas.
- Capacidad de mediar magnitudes de Luz y Humedad.

Además de los sensores se van a incorporar relés y actuadores con la capacidad de:

- Apagar y encender la iluminación de algún laboratorio.
- Uso de un buzzer o sirena para anunciar las alarmas de los sensores.
- Existencia de un dispositivo capaz de realizar llamadas telefónicas automáticas al usuario para comunicar alertas.

### 3.3. Diagrama de Bloques del Sistema



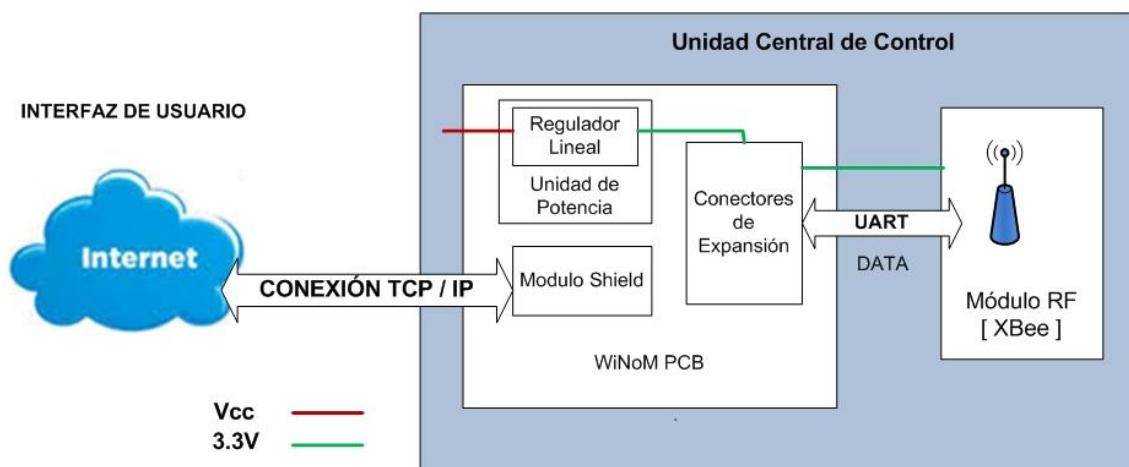
© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 3.1: Diagrama de Bloques del Sistema General

La red general estará conformado por la *Unidad Central de Control*; formada por dos módulos que conectarán a la red de internet, y las *Unidades Remotas o dispositivos finales*; que enviará datos hacia la Unidad Central. Ambas unidades integran un módulo de comunicación inalámbrica de radiofrecuencia.

### 3.3.1. Diagrama de Bloques Unidad Central de Control

La Unidad Central de control del sistema está formada por dos módulos: 1) un módulo de radiofrecuencia XBee (que emplea la tecnología ZigBee/IEEE 802.15.4), 2) y un dispositivo de control denominado WiNoM PCB. (Wireless Node Multilaboratory) que a través de un módulo (Ethernet Shield) se tiene que conectar a la red de internet y en el que hay instalado un servidor web; que es lo que permite al usuario interactuar con el sistema. El usuario, desde dispositivos como PC o teléfonos móviles con conexión a internet, podrá acceder al servidor y a la aplicación a través de un navegador web.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

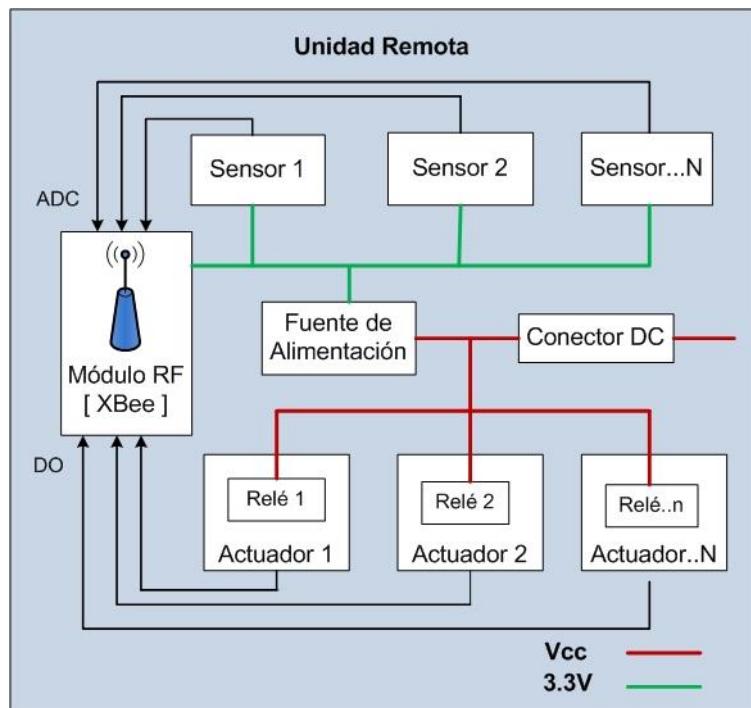
Figura 3.2: Diagrama de la Unidad Central de Control de la Red

### 3.3.2. Diagrama de Bloques de la Unidad Remota

El sistema de red tendrá unidades remotas o dispositivos finales en diferentes lugares del edificio, estos dispositivos enviarán datos hacia la Unidad Central de Control. Las unidades remotas integran un módulo para la comunicación inalámbrica de radiofrecuencia (módulo RF, XBee) y un conjunto de sensores y actuadores.

Los sensores más alejados que no se puedan comunicar directamente con la estación Central, deberán ser enviados a un nodo más cercano para que este haga llegar la información a la Unidad Central.

La Unidad Central de control del sistema se encuentra en el laboratorio de Fibra Óptica y las unidades remotas estarán ubicadas en cada uno de los seis (6) laboratorios, en total 6 unidades remotas que gracias a los módulos RF tendrán la capacidad de conectarse con la Unidad Central.

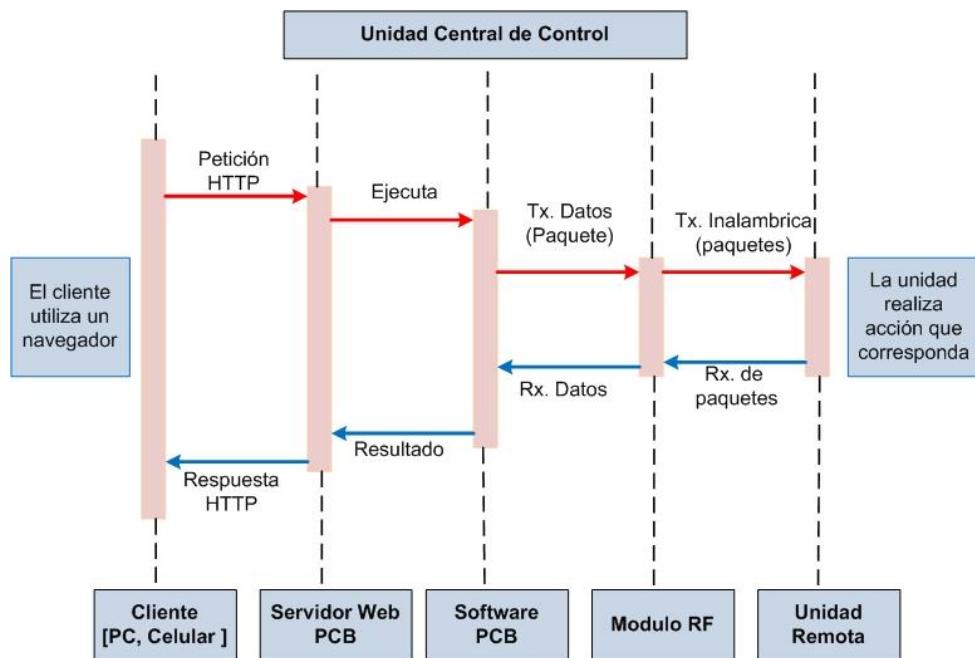


© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 3.3: Diagrama de bloques de la Unidad Remota

### 3.4. Diagrama de Secuencias del Sistema

En el siguiente diagrama mostramos el funcionamiento general del sistema, desde cuando el usuario accede desde un navegador para realizar una acción hasta que dicha tarea sea realizada.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 3.4: Diagrama de secuencia del sistema de red

El funcionamiento del Sistema se puede resumir de la siguiente manera:

- El usuario realiza una petición http al servidor a través de un navegador web.
- El servidor web que está instalado en la plataforma WiNoM (Unidad Central de Control) atiende estas peticiones y crea un paquete de comunicación que es enviado al módulo XBee.
- El mensaje es transmitido, a través del módulo de RF, a la Unidad Remota.
- La Unidad Remota recibe el mensaje y transmite por radiofrecuencia el mensaje de respuesta a la Unidad Central.
- El módulo de RF de la unidad central recibe el mensaje y lo envía automáticamente a la plataforma WiNoM.
- Despues el paquete de comunicación de respuesta es enviado al servidor web.
- Por último, el servidor envía la respuesta a través del navegador para que el cliente visualice la información

### **3.5. Consideraciones previas al Diseño**

De entre las tecnologías analizadas en el capítulo anterior “Estado del Arte”, se concluyó lo siguiente:

- La tecnología ZigBee (concretamente el estándar IEEE 802.15.4) es la mejor opción, al garantizar bajos consumos y no necesita grandes anchos de banda.
- Se eligió que un sistema de arquitectura centralizada, por tener mayor sencillez a la hora de implementar y diseñar la red.
- El sistema tendrá una topología en estrella, que es la que resulta más idónea de entre todas las permitidas por ZigBee y que es coherente con la arquitectura centralizada seleccionada.

#### **3.5.1. Ubicación de Sensores**

Para ubicar los sensores se deberá tener en cuenta la densidad de los gases para colocarlo de forma inteligente y que todos puedan ser detectados sin problemas en situaciones de alarma.

##### Gases más ligeros que el aire

Estos gases subirán, por lo que sus detectores deberán encontrarse en zonas altas del edificio

- Amoníaco NH<sub>3</sub>.
- Monóxido de Carbono CO.
- Metano CH<sub>4</sub>.

##### Gases menos ligeros que el aire

Estos gases descenderán, de modo que sus detectores deberán situarse en zonas bajas del lugar de trabajo.

- Butano.
- Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>.

- Etano.
- Sulfuro de Hidrógeno H<sub>2</sub>S.
- Oxígeno O<sub>2</sub>.
- Propano.
- Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>.

### 3.5.1.1. Elección de sensores para el proyecto

Se quieren controlar los tres riesgos principales por gases, estos son:

- El riesgo de incendio y/o explosión por gases inflamables
- El riesgo de envenenamiento por gases tóxicos y
- El riesgo de asfixia o combustión por carencia o enriquecimiento de oxígeno.

Para controlar el riesgo por asfixia y combustión es necesario medir la concentración de **oxígeno** en el aire, por lo que este será nuestro primer gas seleccionado.

Para controlar el riesgo de envenenamiento es necesario medir la concentración que es opuesta al oxígeno, por lo que el **dióxido de carbono** es un gas tóxico con concentración opuesta al oxígeno, por lo que los resultados de las mediciones de ambos estarían relacionados.

Finalmente, y para medir el riesgo de explosión habría que escoger un gas inflamable, en lugar de incluir un tercer gas en el sistema, se ha decidido realizar la medición de **temperatura**, puesto que, como se ha visto, es necesario controlar la temperatura de los gases inflamables para evitar un incendio o una explosión si se alcanza la temperatura de ignición.

En resumen, el sistema a desarrollar va a contar con lo siguiente:

- *Un detector de temperatura*
- *Un detector de dióxido de carbono*
- *Un detector de oxígeno.*

Además de dos sensores con la capacidad de detectar la presencia.

- *Detección de movimientos.*

Dos sensores con la capacidad de medir las siguientes magnitudes.

- *Cantidad de humedad*
- *Intensidad de la luz*

Todos ellos se describen en la siguiente sección, primero de manera individual, y posteriormente como sistema conjunto.

### 3.5.2. Comunicación Inalámbrica

Para establecer la comunicación inalámbrica entre el sistema de detección y la estación de control han sido elegidos los módulos XBee del fabricante Digi. Estos módulos trabajan en la banda de 2.4GHz y usan el protocolo de comunicación IEEE 802.15.4. Habitualmente se utilizan en sistemas de seguridad, proyectos de automatización de

hogares, monitorización de sistemas remotos, aparatos domésticos, alarmas contra incendios, plantas potabilizadoras de agua, etc.

### 3.5.2.1. Módulos XBee

Actualmente existen dos tipos de series de estos módulos, que no son compatibles entre sí ya que utilizan un chipset distinto y trabajan con protocolos diferentes.

**Los módulos de la Serie 1.** Basados en el chipset de Freescasle. Traen instalado el firmware 802.15.4, aunque pueden ser actualizados para soportar otros protocolos (por ejemplo el protocolo propietario DigiMesh, similar a ZigBee Mesh).

- No necesitan ser configurados, por lo tanto fáciles para trabajar.
- Comunicación punto a punto, punto-multipunto.

**Los módulos de la Serie 2.** Están basados en el chipset de Ember Netwoks y fueron diseñados principalmente para ser utilizados en aplicaciones que requieren de redes con topología de malla. Dentro de esta serie existen los módulos originales ZB y los módulos 2B, que permiten reducir el consumo de potencia, y que pueden incorporar

- Necesitan ser configurados.
- Comunicación punto a punto, punto-multipunto y redes mesh.

Tabla 3.1: Tabla comparativa Módulos Serie1 vs Serie2

Tabla comparativa del Módulos XBee		
	XBee Serie 1	XBee Serie 2
<b>Alcance interior</b>	Hasta 30m	Hasta 40m
<b>Alcance sin obstáculos</b>	Hasta 100m	Hasta 120m
<b>Potencia de transmisión</b>	1 mW(0dbm)	2 mW(+3dbm)
<b>Tensión de alimentación</b>	2.8 – 3.4 V	2.8 – 3.6 V
<b>Sensibilidad del receptor</b>	-92dbm (1%PER)	-98dbm (1%PER)
<b>Corriente de apagado</b>	10 uA	1 uA
<b>Topología de red</b>	Punto a Punto, Estrella	Punto a Punto, Estrella, Malla
<b>Rango de temperatura</b>	-40 to 85 C	-40 to 85 C
<b>Nro entradas/ salidas digitales</b>	8	10
<b>Números de entradas analógicas</b>	7	4
<b>Número de salidas analógicas</b>	2	Ninguna

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Para la elección del módulo XBee a utilizar se tuvo en cuenta estas tres características: Consumo, Alcance, Topología de red.

De cada tipo de módulo XBee existen dos versiones: PRO y Regular; que se diferencian en la potencia de transmisión. Los módulos PRO (Serie 1 y 2) tienen mayor capacidad de

alcance, permitiendo incluso doblar la distancia de transmisión. Sin embargo tienen un mayor consumo.

Con independencia de su serie, cada módulo XBee permite emplear diferentes tipos de antenas para transmitir y recibir las señales. Entre las opciones de antenas actualmente disponibles, destacan:

- **Chip antena.** Es un pequeño y robusto chip cerámico que permite una radiación unidireccional. Este módulo se colocará en el sistema de detección y no recibirá ningún paquete de información sino que únicamente enviará los valores que vaya muestreando el sistema. Se utiliza como nodo Esclavo (sistema remoto): XBee Series 2 ZigBee.



Figura 3.5: Chip Antena

- **Wire antena.** Es un sencillo cable que sobresale del módulo y que permite una radiación omnidireccional. Cuando el cable se encuentra recto y perpendicular al módulo la distancia cubierta es prácticamente la misma en todas las direcciones. Se utiliza como nodo Coordinador en las redes (Unidad Central de Control): XBee Series 2.



Figura 3.6: Wire Antena

- **Conector U.FL.** Es el conector más pequeño y frágil de las dos opciones posibles para introducir una antena externa. El uso de estas antenas es recomendable para aplicaciones especiales en las que se requiere un diagrama de radiación específico, o cuando el módulo XBee va a ser introducido en una caja metálica y es necesario que la antena sobresalga para evitar atenuaciones.



Figura 3.7: Conector U.FL.

- **Conecotor RPSMA.** Es una variante más grande y voluminosa del conector U.FL, que permite montar la antena directamente sobre el módulo XBee sin necesidad de usar un cable de conexión.



Figura 3.8: Conecotor RPSMA

### 3.5.2.2. Elección de Modelo XBee

El modelo XBee elegidos y los tipos de antenas para nuestra red de comunicación inalámbrica son:

- Módulos *XBee Serie2 ZigBee*, ya que se pretende crear una red domótica de control y automatización con una arquitectura centralizada y una topología en estrella.
- La antena denominada *Wire Antena*: Para el nodo Coordinador (Unidad Central de Control).
- La antena denominada *Chip Antena*: Para el nodo esclavo (Unidad remota).

### 3.5.2.3. Características eléctricas del XBee

En la siguiente tabla se presenta las tensiones máximas y mínimas que soportan las entradas, las tensiones máximas y mínimas que ofrecen los pines de salida y los diferentes consumos del XBee.

Tabla 3.2: Características electricas del XBee

	Mínimo	Máximo	Unidad
<b>Tensión de Alimentación</b>	2.8	3.4	V
<b>Tensión de entrada nivel bajo (VIL)</b>	-	0.35*VCC	V
<b>Tensión de entrada nivel alto (VIH)</b>	0.7*VCC	-	V
<b>Tensión de salida nivel bajo (VOL)</b>	-	0.5	V
<b>Tensión de salida nivel alto (VOH)</b>	VCC-0.5	-	V
<b>Tensión de referencia para ADC (VREF)</b>	2.08	VCC	V
<b>Corriente en la transmisión RF (TX)</b>	~ 215		mA
<b>Corriente en la recepción RF (RX)</b>	~ 55		mA

### 3.5.2.4. Circuito básico para el XBee

La tensión permitidos para la alimentación del módulo es idealmente 3.3 Voltios. Los datos salen del módulo XBee a través del PIN 2 que corresponde a la señal de transmisión (Tx) y entran por el PIN 3 que corresponde a la señal de recepción (Rx), denominados líneas de transmisión UART.

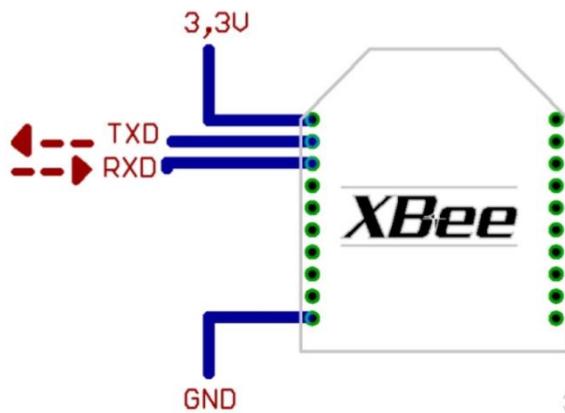


Figura 3.9: Conexiones requeridas para el XBee

La configuración UART que se van a utilizar en los módulos XBee se indican en la siguiente tabla.

Tabla 3.3: Configuración de los parámetros del puerto serie del XBee

Velocidad	9600 baudios
Bits de datos	8
Bits de stop	1
Control de flujo	Sin control de flujo
Paridad	Ninguna

### 3.5.2.5. Configuración Módulos XBee

Para poder llevar a cabo la configuración de los módulos XBee se ha utilizado el Software X-CTU4 de Digi, que es gratuito y está disponible para sistemas operativos Windows. El adaptador XBee USB Explorer, donde se montarán los módulos XBee para su configuración, se conectará mediante un cable USB-mini USB a un ordenador que tenga el X-CTU instalado.

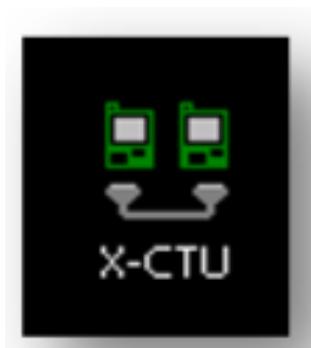


Figura 3.10: Logo de la aplicación X-CTU

# **Capítulo IV**

# **Hardware y Software**

# **Unidad Remota**

## 4.1. Introducción

Las unidades remotas o periféricas constituyen los nodos de cualquier red de control y domótica. En este capítulo se describen los principales componentes de hardware y software que forman la Unidad Remota del sistema como también sus principales características y funcionalidad.

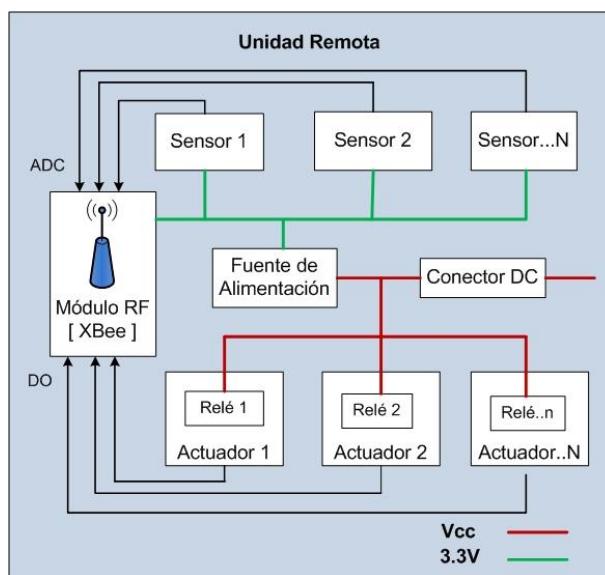
## 4.2. Componentes de las Unidades remotas

### Transmisor – Unidad Remota

Posee las funciones necesarias para comunicarse y enviar la información de los sensores a la Unidad Central, pero no puede transmitir información destinada a otros dispositivos. De esta forma, este tipo de nodo puede estar dormido la mayor parte del tiempo, aumentando la vida media de sus baterías.

Para la Unidad Remota se optó por utilizar seis (6) tipos de sensores, dos (2) actuadores con sus respectivos relés con la capacidad de apagar y encender la iluminación de algún laboratorio.

- Sensor Concentración de oxígeno
- Sensor Concentración de dióxido de carbono
- Sensor de Humedad.
- Sensor Detección de movimientos o vibraciones
- Sensor Temperatura
- Sensor Intensidad de la luz (luminosidad)



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 4.1: Esquema de la Unidad Remota desarrollada

Además de incorporar sensores, la unidad remota incluye el módulo XBee, el cual permite la interconexión por radiofrecuencia con la Unidad Central de Control. Por otro lado, también se incorpora otros elementos electrónicos como reguladores de tensión, conectores, leds y cables.

### 4.2.1. Hardware de la Unidad Remota

A lo largo de esta sección se presentará los componentes de hardware y la construcción de los circuitos que componen la unidad periférica

#### 4.2.1.1. Sistema de Detección de Dióxido de Carbono

##### 4.2.1.1.1. Selección del modelo de sensor

Existen varios tipos de sensores de detección de Dióxido de Carbono. Nosotros vamos a analizar dos sensores: el CO2 (TGS4161) y el sensor CO2 (MG811) y después elegimos el que mejor se adapte a nuestro sistema.

###### ➤ Sensor CO2 (TGS4161)

En la siguiente tabla presentamos las características y especificaciones del sensor CO2 (TGS4161)

Tabla 4.1: Características y especificaciones de Sensor TGS4161

CO2 (TGS4161)	
Parámetros	Especificaciones
<b>Voltaje de alimentación</b>	5V+-0.2V DC
<b>Voltaje en 350 ppm</b>	220 mV a 490 mV
<b>Tiempo de respuesta</b>	1.5 minutos
<b>Consumo medio de corriente</b>	50mA
<b>Sensibilidad</b>	44mV a 72mV
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-10 a 50 Grados Centígrados
<b>Rango de medición</b>	350 a 10000 ppm

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

###### ➤ Sensor CO2 (MG811)

En la siguiente tabla se muestran las características y especificaciones del sensor CO2 (MG811)

Tabla 4.2: Características y especificaciones de sensor CO2 (MG811)

CO2 (MG811)	
Parámetros	Especificaciones
<b>Voltaje de Alimentación</b>	6.5 - 15 VDC
<b>Dimensiones</b>	38,1 x 25,4 x 25,4 mm
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	0 °C a +70 °C
<b>Interfaz</b>	1 entrada TTL , 1 salida TTL

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Tras analizar los dos sensores de detección de Dióxido de Carbono, elegimos el *sensor MG811* como la mejor opción por tener una buena sensibilidad y selectividad al CO2 y por tener baja dependencia de la temperatura y la humedad del entorno.

#### 4.2.1.1.2. Componentes

##### Sensor De Dióxido de Carbono: MG811

➤ *Descripción*

El MG811 es un sensor basado en el principio de funcionamiento de células de electrolito sólido. Este sensor entrega un voltaje inversamente proporcional a la concentración de CO<sub>2</sub> del ambiente. Dicha tensión de salida se genera por el contacto de las moléculas de dióxido de carbono con un dispositivo de alta temperatura en el interior de sensor.



Figura 4.2: Sensor MG-811

➤ *Estructura y circuito de pruebas*

El sensor se compone de una capa de electrolito sólido (1), electrodos de oro (2), un conductor de platino (3), calentador (4), un tubo de porcelana (5), una red inoxidable de doble capa de 100m (6), un anillo chapado de níquel y cobre (7), una baquelita (8) y un pin chapado de níquel y cobre (9).

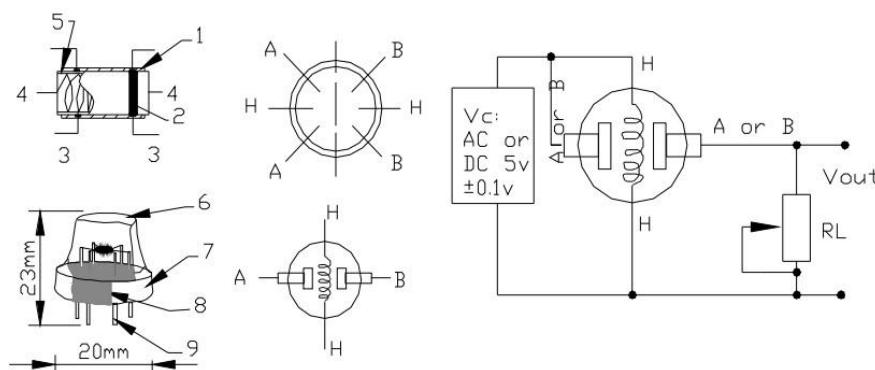


Figura 4.3: Estructura y circuito de pruebas del MG-811

➤ *Funcionamiento*

El voltaje para el calentamiento del sensor (6V) está proporcionado por un circuito externo. Además, este sensor necesita un amplificador operacional conectado a su salida.

##### Amplificador Operacional LM324

➤ *Descripción*

El LM324 es un circuito integrado compuesto por cuatro amplificadores operacionales independientes de alta ganancia y con compensación interna de frecuencia. Pueden operar con una fuente de alimentación sencilla (de +3 a +30 V) o con fuentes duales ( $\pm 1.5$  a  $\pm 15$  V). La corriente de alimentación por amplificador es muy baja, en torno a  $375\mu\text{A}$ , y tiene

además tanto una tensión y una corriente de offset de entrada baja. Por otro lado, puede trabajar en un rango de temperatura entre 0°C y +70°C.

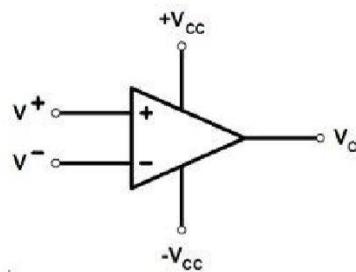


Figura 4.4: Símbolo electrónico operacional LM324

#### ➤ Conexiones de pines LM324

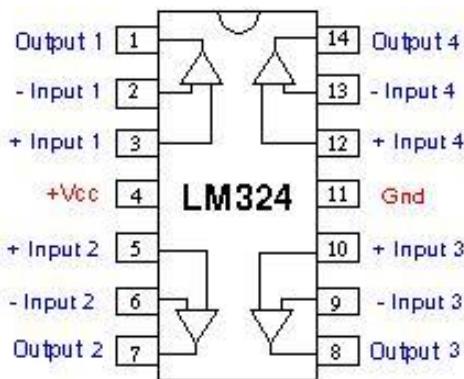


Figura 4.5: Correspondencia de pines del LM324

#### ➤ Modo de Operación

Se ha escogido el modo de operación del LM324 como amplificador no inversor. En este Proyecto se ha elegido un factor de ganancia ( $A_V$ ) de 11. Para ello, se emplean las resistencias:

- $R_2 = 100\text{k}\Omega$
- $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

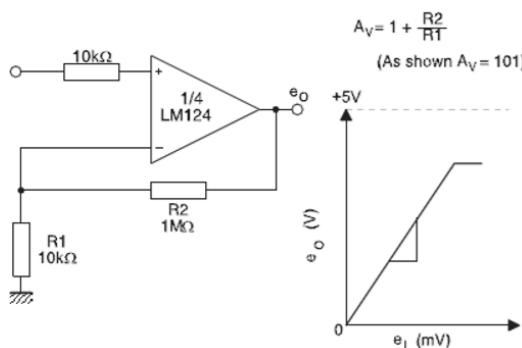


Figura 4.6: Configuración del LM324 como amplificador no inversor

### Diodo LED

Para señalizar el proceso de calibración del sensor MG-811 se ha escogido un LED amarillo y, para la alarma luminosa por CO<sub>2</sub>, se utiliza un LED rojo.



Figura 4.7: LED amarillo y LED rojo

### Resistencia de Película de Carbón

Para acompañar al LED que señala la calibración y al LED de la alarma luminosa por exceso de dióxido de carbono se han empleado resistencias de 220Ω. Para la configuración del integrado LM324 como amplificador no inversor, se ha utilizado una resistencia de 10kΩ y otra de 100kΩ.



Figura 4.8: Resistencias de carbón

#### 4.2.1.1.3. Calibración del Sensor MG811

Para la calibración del sensor de dióxido de carbono, necesitamos crear un ambiente en el que se den la mínima y la máxima concentración del gas que puede detectar nuestro sensor, de forma que teniendo estos dos puntos de referencia se pueda obtener la recta que representa la sensibilidad del sensor.

La máxima concentración medible de nuestro sensor MG-811 es de 10.000ppm y la mínima concentración aproximada es de 399ppm, que es la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

Es por ello que, para la concentración mínima, no habrá que hacer nada ya que se puede partir de la concentración en el aire en condiciones normales. Sin embargo el máximo límite de protección será en nuestro caso de 5000ppm.

Cuando se haya superado la concentración de CO<sub>2</sub> marcada como límite de protección, y que en nuestro caso es de 5000ppm, se encenderá un LED como indicador de riesgo por CO<sub>2</sub> en el ambiente.

#### 4.2.1.2. Sistema de detección de Oxígeno

##### 4.2.1.2.1. Componentes

###### Sensor de Oxígeno O2/M-100 Membrapor

➤ *Descripción*

El O2/M-100 es un sensor de gas electroquímico con un comportamiento lineal en la mayoría de los casos. Para conseguir una relación lineal entre la concentración de gas y la corriente que produce un sensor de gas amperométrico, debe estar limitada por una barrera.

Este sensor no requiere ninguna calibración para su funcionamiento y su vida útil es mayor de tres años en aire, sin verse limitada por el consumo de los componentes internos. Trabaja en un rango de temperaturas de -40°C a +50°C y proporciona una corriente de salida entre 1.6 y 2.6mA en aire. En nuestro sensor O2/M-100, la difusión es de tipo capilar, donde el diámetro capilar ( $d$ ) es mucho más grande que el recorrido libre medio ( $\lambda$ ) de las moléculas de gas.



Figura 4.9: Sensor de gas electroquímico O2/M-100

➤ *Características*

- Tiempo de vida no limitado. Al contrario que en galvánicas, este tipo de sensores no tiene partes consumibles ni cambia nada en su interior con el tiempo.
- Fácil almacenamiento en comparación con sensores con ánodo de protección no contiene metales tóxicos.

*El sensor empleado ha sido calibrado por Membrapor, obteniendo los valores:*

- Sensibilidad: 103.87  $\mu\text{A}/\%$
- Tiempo de respuesta:  $t_{90} = 8\text{s}$ .
- Baseline:  $\% = 0.09$ .

➤ *Estructura y Pines de Conexión*



Figura 4.10: vista inferior y lateral del o2/m100

➤ *Funcionamiento*

El oxígeno se difunde a través de un capilar para alcanzar la superficie del electrodo de detección. Con este enfoque, la cantidad de gas que entra en el sensor se controla por difusión. El oxígeno que llega al electrodo de detección se reduce, y por lo tanto el consumo de electrones también, lo que conduce a la corriente eléctrica.

La corriente del sensor aumenta linealmente en el rango de funcionamiento recomendado de la concentración de oxígeno y se mide como la salida del sensor:

$$\text{Sensibilidad del sensor } [\mu\text{A}/\%] \times \text{Concentración O}_2 [\%] = \text{Señal de salida } [\mu\text{A}]$$

➤ *Esquemático del circuito potencióstático*

El circuito potencióstático necesario para hacer funcionar el sensor electroquímico O2/M-100 y la PCB utilizada que lo incluye, se muestran a continuación.

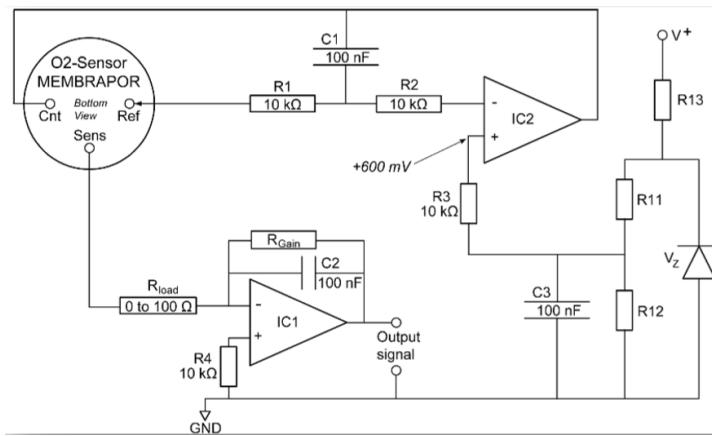


Figura 4.11: Esquemático del circuito electrónico del sensor de Oxígeno

*Cálculo de la sensibilidad del sensor O2/M-100 conectado a la PCB*

Puesto que la salida de la PCB es de tensión, la sensibilidad de nuestro sensor puede recalcularse utilizando la Ley de Ohm y teniendo en cuenta que la resistencia de carga es,  $R_L = 10\Omega$ .

$$V = I \cdot R$$

$$\text{Sensibilidad } [\mu\text{V}/\%] = \text{Sensibilidad } [\mu\text{A}/\%] \times R_L$$

$$\text{Sensibilidad } [\mu\text{V}/\%] = 103.87 [\mu\text{A}/\%] \times 10\Omega = 1038.7 [\mu\text{V}/\%]$$

Como la salida de la PCB es una tensión en mV, vamos a utilizar la sensibilidad en mV/% para aplicarla a la expresión de la concentración de oxígeno directamente.

$$\text{Sensibilidad } \left[ \frac{\text{mV}}{\%} \right] = \frac{1038.7 \left[ \frac{\mu\text{V}}{\%} \right]}{1000 \left[ \frac{\mu\text{V}}{\text{mV}} \right]}$$

$$\text{Sensibilidad } [\text{mV}/\%] = 1.0387 [\text{mV}/\%]$$

Activar batería

### Amplificador Operacional LM324

Es el mismo amplificador que se usara para el sensor Dióxido de Carbono.

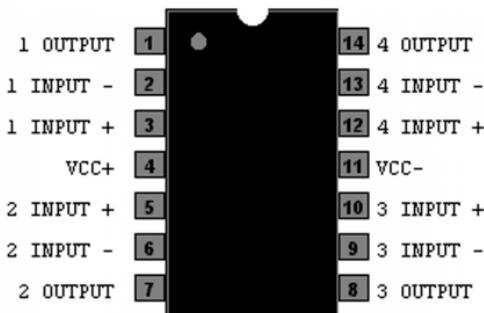


Figura 4.12: Amplificador Operacional LM324

### Resistencia de Película de Carbón

En este sistema, la resistencia empleada para la alarma luminosa es de  $2200\Omega$ , y para el amplificador no inversor se emplean resistencias de  $10k\Omega$  y  $100\Omega$ .



Figura 4.13: Resistencias de carbón

### Diodo LED

En este sistema, el LED elegido es de color verde.



Figura 4.14: Led verde

#### 4.2.1.3. Sistema de detección de Temperatura

##### 4.2.1.3.1. Selección del modelo de sensor

Existen varios tipos de sensores que obtienen medidas de la temperatura, como por ejemplo los Termopares y los sensores RTD, pero ambos han sido descartados ya que son más adecuados para situaciones que requieran rangos de temperatura muy grandes. Finalmente, se optó por emplear sensores de temperatura de circuitos integrados, los cuales son muy económicos y se adaptan adecuadamente a las aplicaciones domóticas. Para esto vamos a estudiar 3 tipos de sensores, hacemos un análisis con cada uno de ellos, los comparar y al final elegimos el que mejor se adapte a nuestro proyecto.

Tabla 4.3: Características de los sensores de temperatura

	LM35	AD22103	TMP36
Fabricante	Texas Instruments	Analog Devices	Analog Devices
<b>Tensión de salida (V)</b>	0.02 – 1.5	0.25 – 3.05	0.1 - 2
<b>Alimentación (V)</b>	4 – 30	2.7 – 3.6	2.7 – 5.5
<b>Límites (°C)</b>	-55 – 150	0 – 100	-40 – 125
<b>Precisión máxima (°C)</b>	0.5	0.5	1
<b>Tensión a 25 °C ( mV)</b>	250	950	750
<b>Encapsulados</b>	TO-92, TO-220, SOIC	TO-92, SOIC	TO-92, SOT-23, SOIC

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Tras analizar los tres sensores de temperatura analógicos, el integrado escogido fue el *modelo LM35*. Este componente es la mejor opción ya que su rango de medida es el más pequeño y por tanto el que más se ajusta a las variaciones de la temperatura en un clima templado.

#### 4.2.1.3.2. Componentes

##### Sensor de temperatura LM35

➤ *Descripción*

El sensor LM35 es un sensor de temperatura integrado de precisión, con un voltaje de salida linealmente proporcional a la temperatura en grados centígrados (°C). Este sensor no requiere ninguna calibración y que viene calibrada desde la fábrica. Esto permite la

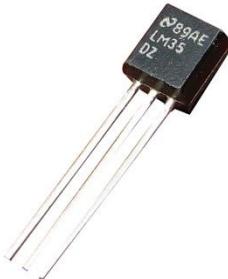


Figura 4.15: Sensor LM35

➤ *Características*

- Bajo Coste.
- Calibrado directamente en grados Celsius (°C).
- Factor de escala lineal de +10mV/°C.
- Menos de 60 µA de consumo.
- Bajo auto calentamiento, menor a 0.1°C en aire estático.
- Baja impedancia de salida, 0.1W para cargas de 1mA.

➤ *Diagrama de conexión*

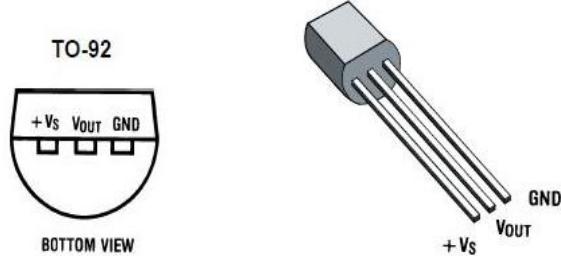


Figura 4.16: Diagrama de conexión del LM35

➤ *Estructura y Pines de Conexión*

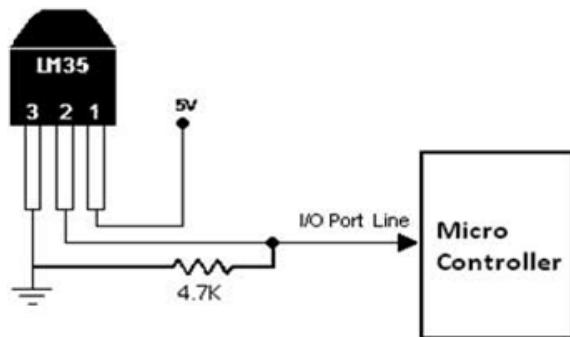


Figura 4.17: Conexión básicas de Sensor de temperatura

### Diodo LED

La alarma luminosa por alta temperatura en este sistema se compone de un LED rojo.



Figura 4.18: LED verde

➤ *Funcionamiento*

Por lo general, el área de un LED es muy pequeña (menor a 1 mm<sup>2</sup>). Cuando un LED se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dispositivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado (electroluminiscencia)

### Ventajas

- Bajo consumo de energía Y mayor tiempo de vida.
- No contienen mercurio, altamente nocivo en el medio ambiente, en comparación con la tecnología fluorescente.
- Reducen ruidos en las líneas eléctricas.
- No les afecta el encendido intermitente (es decir pueden funcionar como luces estroboscópicas) y esto no reduce su vida promedio.
- Son especiales para sistemas anti explosión ya que cuentan con un material resistente.
- En la mayoría de los colores (a excepción de los LED azules), cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración, etc.

### **Resistencia de Película de Carbón**

En este sistema de detección, la resistencia empleada para la alarma luminosa del LED rojo es de  $220\Omega$ .



Figura 4.19: Resistencia de Carbón

#### **4.2.1.4. Sistema de detección de Humedad**

##### **4.2.1.4.1. Selección del modelo de sensor**

En el mercado existen sensores analógicos de humedad de distintos modelos. Nosotros vamos a estudiar tres tipos de sensores: HIH-5030, SENS808H5V5, CC2A23, luego hacemos un análisis con cada uno de ellos y al final elegimos el que mejor se adapte a nuestro proyecto.

Tabla 4.4: Características de sensores de Humedad

	<b>HIH-5030</b>	<b>SENS808H5V5</b>	<b>CC2A23</b>
<b>Fabricante</b>	<b>Honeywell</b>	<b>Sencera Co</b>	<b>Amphenol A.S.</b>
<b>Límites (HR)</b>	0% - 100%	0% - 100%	0% - 100%
<b>Tiempo de respuesta (s)</b>	5	15	7
<b>Precisión (HR)</b>	3%	4%	2%
<b>Alimentación (V)</b>	3.3	5	3.3
<b>Temperatura de trabajo G.C.</b>	-40 – 85	-40 – 85	-40 - 125

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Tras analizar varios tipos de sensores de humedad analógicos se ha optado por el *modelo HIH-5030-001*. Este componente ha sido seleccionado por ser el de menor coste y por presentar unos valores de salida comprendidos entre 0.5 y 2.6 voltios, que están dentro del rango de conversión del ADC del XBee.

##### **4.2.1.4.2. Componentes**

###### **Sensor de humedad HIH-5030-001.**

###### ➤ Descripción

El circuito HIH-5030-001 es un sensor de humedad de baja tensión para montaje superficial. Este dispositivo opera hasta 2,7VDC y es ideal para sistemas alimentados por batería con un suministro nominal de 3VDC. El acoplamiento directo al controlador u otro dispositivo es posible mediante la salida de tensión casi lineal de este sensor. Es especialmente apto para numerosos sistemas operados por batería de bajo drenaje con consumo de corriente típico de solo  $200\mu\text{A}$ . Este sensor de humedad relativa utiliza un elemento detector capacitivo de polímero termoestable ajustado por láser con acondicionamiento de señal integrado en chip.



Figura 4.20: Esquemático del circuito de humedad

➤ *Estructura y Pines de Conexión*

En la siguiente Figura se puede observar el circuito de acondicionamiento que requiere

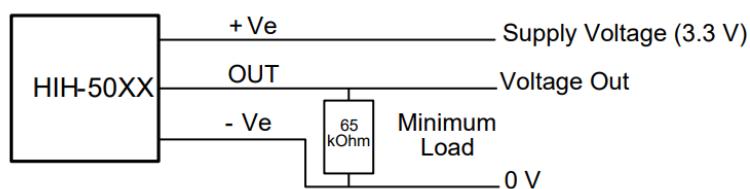


Figura 4.21: Esquemático del sensor de humedad

#### 4.2.1.5. Sistema de detección de luminosidad

##### 4.2.1.5.1. Componentes

###### Fotoresistor LDR

➤ *Descripción*

Un fotoresistor, o LDR (light-dependent resistor) es un dispositivo cuya resistencia varía en función de la luz recibida. Podemos usar esta variación para medir, a través de las entradas analógicas, una estimación del nivel de luz. El sensor de luz tiene la función de medir la intensidad de la luz de un ambiente, siendo cero una ausencia total de luz y cien una intensidades muy fuertes.

Un fotoresistor está formado por un semiconductor, típicamente sulfuro de cadmio CdS. Al incidir la luz sobre él algunos de los fotones son absorbidos, provocando que electrones pasen a la banda de conducción y, por tanto, disminuyendo la resistencia del componente.

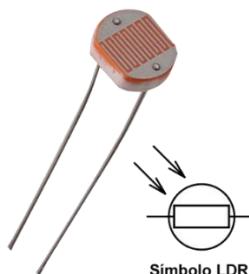


Figura 4.22: Fotoresistor LDR C2795

Por tanto, un fotoresistor disminuye su resistencia a medida que aumenta la luz sobre él. Los valores típicos son de 1 Mohm en total oscuridad, a 50-100 Ohm bajo luz brillante.

Finalmente, los fotoresistores no resultan adecuados para proporcionar una medición de la iluminancia, es decir, para servir como luxómetro (medir la cantidad de luxes, como por ejemplo el C2795)

#### ➤ *Funcionamiento del fotoresistor LDR*

Matemáticamente, la relación entre la iluminancia y la resistencia de una LDR sigue una función potencial.

$$\frac{I}{I_0} = \left( \frac{R}{R_0} \right)^{-\text{gamma}}$$

Siendo  $R_0$  la resistencia a una intensidad  $I_0$ , ambas conocidas.

La constante gamma es la pendiente de la gráfica logarítmica, o la pérdida de resistencia por década. Su valor típicamente 0.5 a 0.8.

#### ➤ *Relación entre la iluminancia y la resistencia de una LDR*

Frecuentemente las gráficas que relacionan ambos valores se representan en escalas logarítmicas para ambos ejes. Bajo esta representación, la relación se muestra como una gráfica lineal.

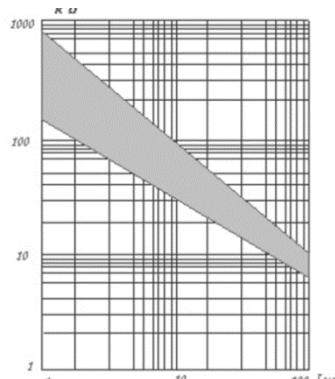


Figura 4.23: Relación entre la iluminancia y la resistencia de una LDR

#### ➤ *Estructura y Pines de Conexión*

Para conocer el nivel de iluminación se necesita conocer el valor de la Resistencia RLDR, es decir, se incluye otra resistencia auxiliar de tal manera que se consigue tener un divisor de tensión que actúa como circuito de acondicionamiento. El esquema eléctrico sería el siguiente. En este caso se ha optado por emplear una resistencia R1 (de valor 10K) que aporte información de interés en el interior de una vivienda.

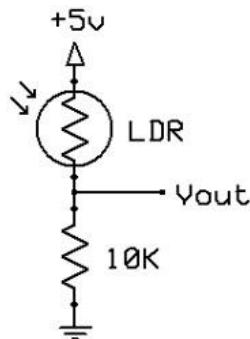


Figura 4.24: Circuito de acondicionamiento de la fotorresistencia

### Optoacoplador para LDR

Para realizar la conexión de la lámpara y aislar el circuito se utilizan el optoacoplador NPN 4N25.

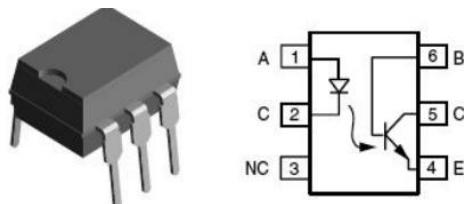


Figura 4.25: Optoacoplador NPN 4N25

### Triac

Se utiliza para realizar el disparo a la bombilla con el ángulo adecuado. Se utiliza un triac genérico.

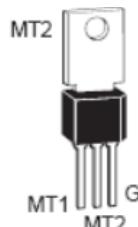


Figura 4.26: Triac L601B6

#### 4.2.1.6. Sistema de detección de movimiento

##### 4.2.1.6.1. Componentes

### El sensor PIR

El sensor PIR es un dispositivo para la detección de movimientos. Se basan en la medición de radiación infrarroja pasiva. Todos los cuerpos, tanto objetos, materiales o seres vivos, emiten una cantidad de luz infrarroja, que es mayor cuanto mayor es la temperatura de este. El sensor PIR está fabricado con un material piezoelectrónico capaz de captar esta radiación infrarroja y convertirla en una señal eléctrica.

El sensor de movimiento PIR está formado por dos ventanas que obtienen dos valores diferentes, siendo compensado estos valores por un circuito eléctrico. Si las dos ventanas reciben la misma cantidad de luz infrarroja la señal resultante es nula. Por el contrario, si las dos ventanas reciben distinta cantidad de radiación infrarroja, habrá una señal eléctrica a la salida del circuito.



Figura 4.27: Sensor PIR con lente fresnel.

Si un objeto atraviesa uno de los campos de visión de una venta, se genera una señal eléctrica diferencial, y el sensor emite una señal digital. Para que el sensor funcione correctamente, se coloca sobre él una lente óptica fresnel. El funcionamiento de esta lente es dividir el espacio en zonas, y enfoca cada radiación infrarroja recibida a una ventana del sensor PIR.

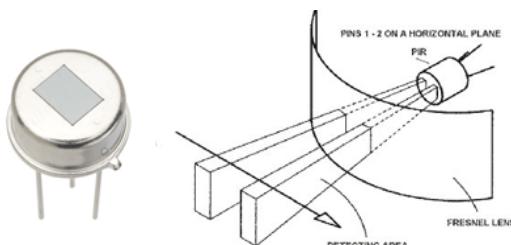


Figura 4.28: Radiación infrarroja recibida Sensor PIR

Usando este principio, cada ventana captará un promedio de luz infrarroja del entorno. Si un cuerpo entra en el rango del sensor, alguna de las ventanas del sensor recibirá distinta cantidad de radiación infrarroja, activando así la salida del sensor PIR.

Debido a su bajo coste, que son pequeños, de baja potencia y fáciles de usar, podemos encontrar estos sensores en juguetes, aplicaciones domóticas o de seguridad.

#### ➤ Estructura y Pines de Conexión

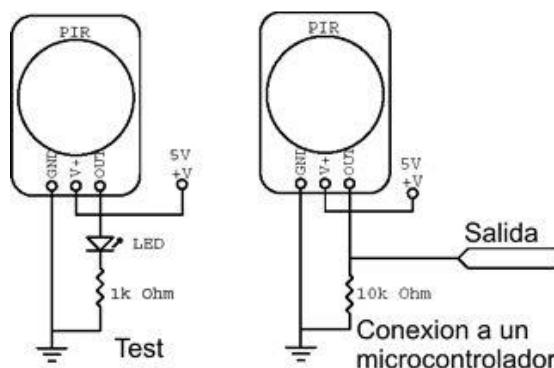


Figura 4.29: Diagrama de Conexión del PIR.

➤ *Especificaciones Técnicas del PIR*

- Voltaje de entrada 4.5V~20V.
- Consumo de energía estática 65Ua.
- Voltaje de salida 3.3V (alto)/0V (bajo).
- Tiempo de retardo Ajustable (1 segundo ~ 18 segundos).
- Tiempo de bloqueo 2.5 segundos Modo de disparo -L no puede repetirse.

-H puede ser repetido.

- Rango de detección <120° de cono.
- Distancia de detección 2 metros ~ 7 metros.
- Temperatura de operación -15°C~+70°C

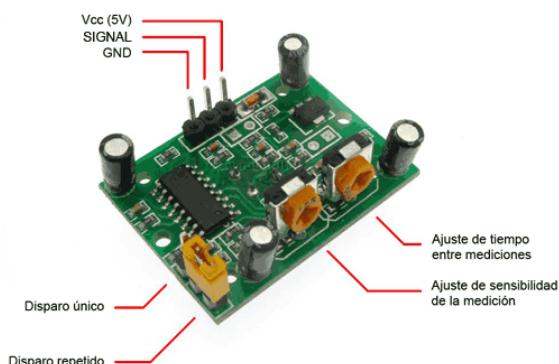


Figura 4.30: Esquema eléctrico del sensor PIR.

#### 4.2.1.7. Relés

##### Relés OMRONG5V-2-5 VDC

Los relés funcionan como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, a través de un electroimán, se acciona un contacto que permite abrir o cerrar circuitos eléctricos independientes.

En la unidad remota desarrollada se van a utilizar relés del modelo OMRONG5V-2-5 VDC. Según su datasheet, se trata de un relé de DPDT (Doble Polo Doble Tiro)

➤ *Características:*

- Tensión nominal de 5 Voltios.
- Corriente de excitación de 100mA.
- Para activar el relé, se necesita una tensión de 5 voltios.
- La tensión máxima de conmutación es de 125 VAC y de 30 VDC.
- Diodo rectificador.

##### Diodos rectificador 1N4148W

Para conectar el relé a un circuito electrónico digital (es decir, a las salidas digitales de los módulos XBee), se emplearán diodos rectificadores del tipo 1N4148W y transistores del tipo MOSFET 2N7002.

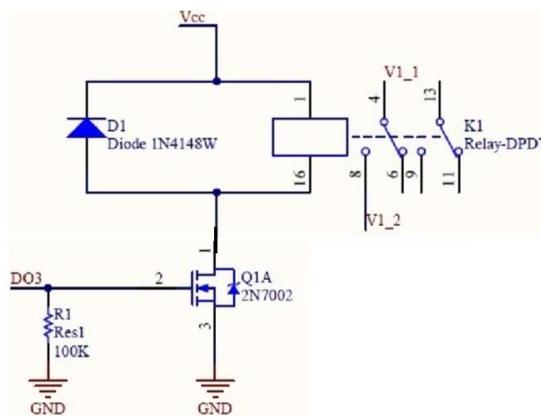


Figura 4.31: Esquemático del circuito de acondicionamiento para los relés

➤ *Características del diodo rectificador:*

- Voltaje inverso de 75 Voltios
- Capacidad máxima de corriente continua de 150mA
- Se ha optado por usar el encapsulado SOD-123 para estos diodos.
- Características del transistor MOSFET 2N7002.
- Corriente máxima de 115mA

#### 4.2.1.8. Regulador de tensión

Los componentes de la unidad remota tienen diferentes tensiones de alimentación:

Los módulos XBee y los sensores analógicos utilizan un voltaje de alimentación de 3.3 voltios, mientras que los relés necesitan una tensión nominal de 5 o más voltios.

Por lo tanto, se debe usar un regulador de tensión con objeto de conseguir una tensión de salida regulada de 3.3 voltios a partir de un voltaje de entrada superior a 5 voltios, de modo que también sirva para alimentar los relés.

Tabla 4.5: Reguladores de tensión candidatos a formar parte de la electrónica

	TC1262-3.3	uA78M33C	LM117H
Fabricante	Microchip	Texas Intr.	Texas Intr.
<b>Tensión de salida (V)</b>	3.3	3.3	1.2 – 37
<b>Tensión de entrada (V)</b>	3.95 – 6	5.3 – 25	4.2 – 40
<b>Corriente salida (mA)</b>	500	500	500
<b>Encapsulados</b>	TO-220, SOT-223	TO-220, TO-252	TO-39
<b>Temp. De trabajo (Gra C)</b>	-40 – 125	0 - 125	-55 - 150
<b>Low dropout (LDO)</b>	Si	No	No
<b>Tipo</b>	Lineal fijo	Lineal fijo	Lineal ajustable

En función de estos requisitos, se optó por emplear el modelo uA78M33C debido a las características eléctricas y mecánicas que presenta. Este regulador ofrece una corriente

máxima de salida bastante aceptable (0.5mA). Además el regulador uA78M33C admite un gran abanico de niveles de tensión superiores a 5 voltios, lo que permite que la unidad remota sea alimentada mediante varias posibles fuentes electrónicas cableadas: 5, 6, 7, 9 VDC e incluso 12 VDC.

En la siguiente figura se puede observar el circuito de acondicionamiento que necesita este modelo de regulador según sus especificaciones.

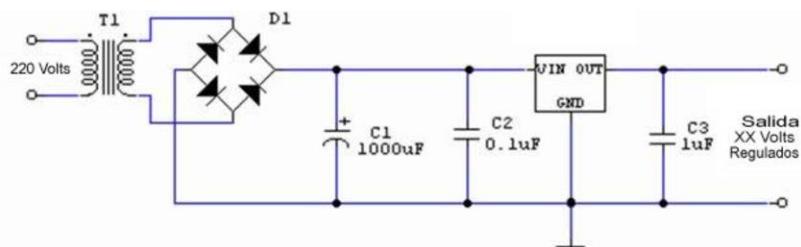


Figura 4.32: Esquemático del circuito de alimentación y regulación

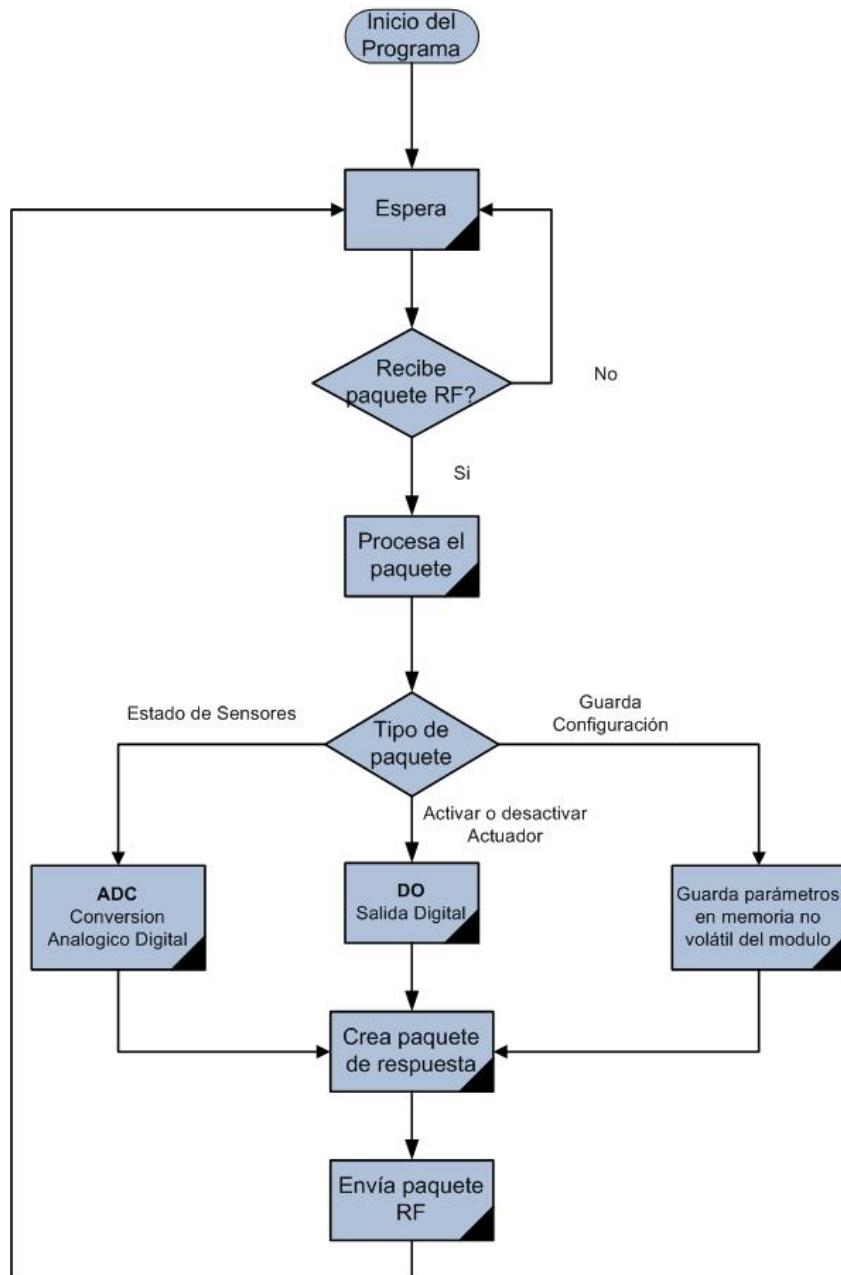
#### 4.2.2. Software de la Unidad Remota

En la siguiente imagen se puede observar el diagrama de flujo de la unidad remota, concretamente del módulo XBee. Una vez que dicho módulo recibe un paquete de radiofrecuencia, lo procesa y actúa en función de su contenido.

En la figura 4.33: se muestra el diagrama de flujo de la Unidad Remota

Dependiendo del tipo de paquete la actuación puede consistir en leer los valores de los pines de entrada (conversiones analógico-digitales), en cambiar un parámetro de configuración o en actualizar los cambios en la memoria.

Finalmente, genera el paquete de respuesta correspondiente que es transmitido al módulo que le envió el mensaje inicial, es decir, a la unidad central.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 4.33: Diagrama de flujo de la unidad remota.

# **Capítulo V**

# **Hardware y Software**

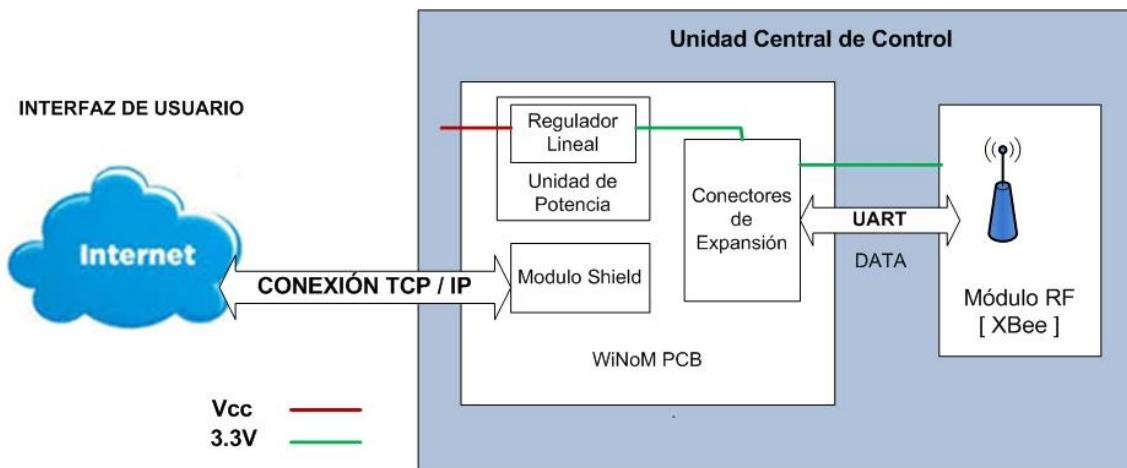
# **Unidad Central**

## 5.1. Introducción

La Unidades Central de Control constituye el nodo principal de cualquier red de control y domótica. En este capítulo se describen los principales componentes de hardware y software que forman la Unidad Central de Control del Sistema como también sus principales características y funcionalidad para su diseño y su implementación.

## 5.2. Componentes de las Unidad Central de control

El sistema va a tener una arquitectura centralizada, es decir, desde una única unidad central se realizará el control de todos los dispositivos remotos de la red. La unidad central de control va a estar formada por un módulo de radiofrecuencia y por un dispositivo con capacidad de controlar toda la red.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 5.1: Esquema de la Unidad Central de Control

La Unidad Central de Control tiene como objetivos crear y enviar las instrucciones oportunas a las unidades remotas y procesar e interpretar las respuestas de éstas. El dispositivo deberá ser programado para llevar a cabo esta labor. Además, deberá incluir una aplicación que sirva de interfaz con el usuario y que será accesible mediante un servidor web.

Finalmente tendrá que disponer de las herramientas necesarias para poder conectarse a Internet, al módulo de radiofrecuencia y a los sensores externos que se puedan añadir.

### 5.2.1. Hardware

Existen varias alternativas de plataformas que podrían servir como dispositivo de control de una red domótica desde microcontroladores a computadoras, o pasando por plataformas embebidas como Arduino, Raspberry Pi y CIIA.

**Arduino** es más adecuada para proyectos simples (aunque hay versiones con diferentes capacidades computacionales).

**Raspberry Pi** es idónea para proyectos multimedia o en general proyectos complejos basados en Linux, pero está limitada para interactuar con sensores u otros dispositivos externos en general.

Finalmente para nuestro proyecto se ha decidido fabricar un circuito impreso con una plataforma que conecta de la placa a través de pistas y pines, al que llamaremos **WiNoM** PCB ( Wireless Node MultiLaboratory), esta placa fabricada estará conectado al módulo Xbee correspondiente.

La idea es que el módulo XBee se conecte en la parte superior y encaje con el circuito impreso. Estas características también serán iguales al PCB del módulo XBee de la unidad remota.

### 5.2.1.1. Componentes del Hardware

En esta sección se detalla los componentes del circuito impreso y demás accesorios que corresponden a la Unidad Central de Control.

#### Plataforma WiNoM

La plataforma WiNoM se podría definir, por sus funcionalidades, como una pequeña computadora, ya que dispondrá de un sistema operativo. A continuación se describen las características y los principales elementos de la plataforma BeagleBone.

- ◆ **Controlador:** Utiliza un microcontrolador PIC 18F4620,
- ◆ **Memoria:** Capacidad de memoria EEPROM 1024B  
Capacidad de memoria SRAM 3968B
- ◆ **Interfaz USB:** La plataforma WiNoM tendrá un USB HUB, que permite concentrar los dos puertos USB para operar como:
  - Comunicación serie por puerto USB.
  - Acceso directo al procesador por el puerto USB (puerto USB0).
- ◆ **Puerto USB:** dispondrá de un conector USB de tipo A que conecta con USB con el microcontrolador. El puerto puede proporcionar alimentación de encendido (5 voltios) y hasta 500 mA de corriente.
- ◆ **Alimentación:** La plataforma WiNoM puede ser alimentada a través de un puerto USB de una computadora o desde una fuente de alimentación externa de 5 VDC.
- ◆ **Botón:** Reset.
- ◆ **Indicadores:** La plataforma dispondrá de cinco LEDs, tres de ellos pueden ser controlados por el usuario (rojo, amarillo, verde), mientras que el otro indica si está siendo alimentada.
- ◆ **Interfaces de Expansión:** WiNoM dispondrá de 2 conectores, de 30 pines cada uno, para el acceso a las señales de expansión.
- ◆ **LCD:** Se conectará una pantalla LCD que utiliza menos pines de los conectores de expansión y por tanto deja libres más pines para ser utilizados por otras tarjetas de expansión
- ◆ **Módulo GSM:** Permite acceder a una tarjeta MMC (Multi Media Card) localizada en el conector microSD.
- ◆ **Conector RJ45:** para Ethernet.
- ◆ **Placa adaptadora:** Para llevar a cabo esta conexión se debe diseñar y fabricar un pequeño circuito impreso que conecte, a través de pistas y vías, los pines de los conectores de expansión de la plataforma WiNoM con los pines correspondientes

del módulo XBee. La idea es que esta plataforma vaya conectada en la parte inferior de este PCB y que el módulo XBee se conecte en la parte superior del circuito impreso. Para realizar el diseño se debe tener en cuenta las dimensiones exactas de la plataforma wiNoM y sus componentes.

Para la construcción y diseño esquemático de la red vamos a usar el *Proteus Versión 7.10*: Software que consta del módulo ISIS para el diseño y simulación, y el módulo ARES para la elaboración de rutado o pistas de las placas de circuito impreso.

### **Pantalla de Cristal Líquido LCD**

Los LCD tienen la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico permitiendo representar la información que genera cualquier dispositivo electrónico de una forma fácil y económica. Existen varios formatos: el modelo de dos líneas y 16 caracteres por líneas es uno de los más utilizados. También se fabrican display de 1,2,3 y 4 líneas por 8 caracteres, 16 caracteres, 20 caracteres y también 40 caracteres por línea. Los LCD pueden transferir datos, ya sea en operaciones de 4 bits o en una sola de 8. El backlighing es protegido en temperatura a través de un resistor de 10 ohms.

En nuestro proyecto hemos elegido el LCD *modelo HD44780* de Hitachi.

➤ *Descripción:*

El LCD Hitachi 44780 tienen las siguientes características:

- Presentan características ASCII
- Recibe y muestra caracteres personalizados.
- Cambia el aspecto y el movimiento del cursor.
- Desplaza los caracteres (scroll) tanto a la derecha como a la izquierda.



Figura 5.2: LCD Hitachi 44780 de frente y detrás

Las conexiones para el modo de 4 bits en un PIC16F4620 se muestran a continuación. Se utilizan los primeros 4 bits del puerto A (RA0-RA3) como bus de datos. RB0 como señal de habilitación (E) y RB1 como señal de selección de registro (RS).

➤ *Conexiones display LCD*

Normalmente los displays LCD tienen 16 pins. Las funciones de los pins se describen a continuación:

Tabla 4.1: Funciones de los pines del LCD

Pin	Símbolo	Nivel	Función
1	VSS	0V	GND
2	VDD	+5V	Fuente de alimentación para lógica
3	V0	-	Voltaje de operación para LCD
4	RS	H/L	H: Datos L: Instrucción código
5	R/W	H/L	H: lectura L: escritura
6	E	H/L	Habilitar señal
7	DB0	H/L	Línea de bus de data
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	
13	DB6	H/L	
14	DB7	H/L	
15	BLA	+5V	
16	PLK	0V	Fuente de alimentación para retroiluminación LED

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

## Microcontrolador

Para el manejo del display y poder interpretar los datos del sistema en nuestra interfaz de usuario es necesario un microcontrolador con periféricos de entrada y salida, velocidad de procesamiento rápido, con interrupciones UART ya que el sistema nos entrega los datos de forma serial.

Para nuestro trabajo seleccionamos el microcontrolador PIC18F4620 del fabricante Microchip Technology ya que cumple con los requisitos anteriores.

➤ *Descripción:*

- Capacidad de memoria EEPROM 1024B
- Capacidad de memoria SRAM 3968B
- Frecuencia máxima 40MHz
- Tensión de trabajo 2.0V a 5.5V
- Cantidad de entradas/salidas 36
- Cantidad de timers 8bit 1
- Cantidad de timers 16bit 3
- Clase de arquitectura Harvard 8bit
- Memoria del programa 64KB
- Generador incorporado 32Hz, 8KHz



Figura 5.3: Microcontrolador PIC 18F4620

➤ *Conexiones de los pines del PIC*

Los Pines del microcontrolador son los siguientes:

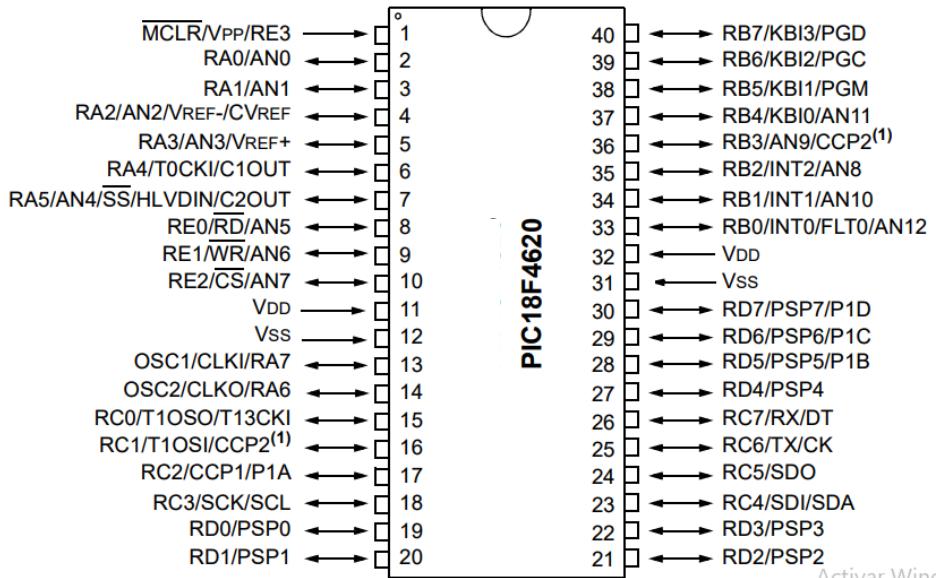


Figura 5.4: Pines del Microcontrolador PIC 18F4620

➤ *Configuración del PIC 18f4620 a través de Bootloader*

*Paso 1:* El PIC primero debe ser programado con un ‘gestor de arranque’ usando un programador pickit2 haciendo lo siguiente:

- Conectar el PIC18f4620 al pickit2 y el pickit2 a la computadora, luego instalar y abrir la aplicación de software pickt2

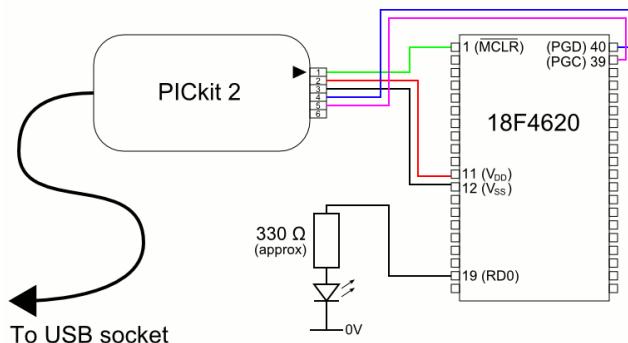


Figura 5.5: Conexión de Gestor de Arranque

- Seleccionar Archivo-> Importar hex. Buscamos la ubicación del archivo hexadecimal que se descargó y seleccionamos el archivo.
- Hacemos clic en el botón 'Escribir' (mitad izquierda de la aplicación)
- El PIC ahora está programado con el gestor de arranque.

Paso 2: Se debe construir el siguiente circuito usando la imagen con el gestor de arranque programado y conectando el convertidor usb-serial al enchufe USB de su computadora, como se muestra en el siguiente diagrama.

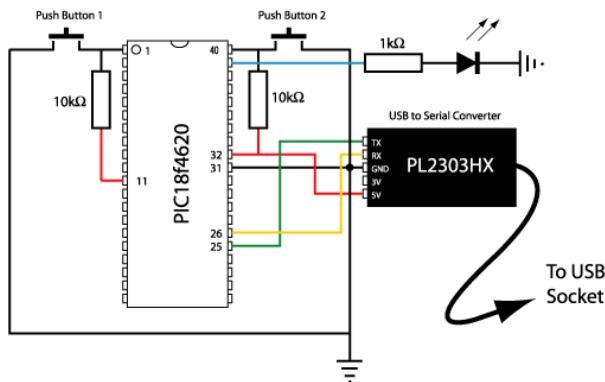


Figura 5.6: Conexión de USB a la PC

Paso 3: Ingresar al modo del gestor de arranque manteniendo presionado el botón 2 mientras hace clic en el botón 1 (El botón de reinicio). El LED se iluminará cuando la imagen esté en el modo de cargador de arranque y su imagen esté lista para ser programada a través del gestor de arranque.

Paso 4: Descargar las siguientes aplicaciones serialpicprog y build y guardarlos en la misma ubicación que el código que desea programar en la imagen.

Paso 5: Usando el prompt de DOS, cambie al directorio donde guardó los archivos en el Paso 4 y ejecute el siguiente comando "build mycode.c" (reemplace 'mycode.c' con el nombre del archivo que desea programar en la imagen usando el gestor de arranque).

### 5.2.2. Software

En este punto se estudian los diferentes bloques de código del servicio web, El desarrollo del servidor, la aplicación web y la comunicación GSM.

#### 5.2.2.1. Programación de la interfaz del microcontrolador

La interfaz permite controlar, monitorear localmente las interfaces y comunicar los XBee con el PIC, por lo tanto en esta etapa se debe programar el LCD, los sensores, los botones, etc.

Para la programación del PIC vamos a usar el software **PIC C Compiler** más conocido como: *lenguaje C*, básicamente la función de este programa es traducir un programa escrito en un lenguaje de programación de alto nivel a otro lenguaje equivalente para que el PIC pueda interpretar

```

#include <18f4620.h>
#use delay (clock=4M)
#fuses XT
#byte TRISB = 0xf93
#byte PORTB = 0xf81
#bit LED_1 = 0xf81.1

void main()
{
    TRISB = 0b00000000; //0 = salidas, 1 = entradas
    PORTB = 0;
    while (true){
        LED_1 = 1;
        Delay_ms (500);
        LED_1 = 0;
        Delay_ms (500);

    }
}

```

Figura 5.7: Código en Lenguaje C de cómo prender y apagar un led.

*Encabezado:* En esta sección se pone una breve descripción de lo que hace el programa, PIC que se está usando y nombre del proyecto. En esta sección también se configura los parámetros del PIC, la frecuencia del oscilador, cantidad de bit que se usan, se declaran variables y funciones que se usarán en el programa.

```

1 #include <18f4620.h>
2 #use delay(clock=4M)
3 #fuses XT

```

Toda la información enviada y recibida de las interfaces pasa por los puertos digitales y analógicos del XBee en el cual se comunican inalámbricamente, se programa con la siguiente línea de código:

```

4 #use rs232(baud=9600,parity=N,xmit=PIN_C6,rcv=PIN_C7,bits=8)

```

La pantalla LCD se inicializa con programación, el compilador CCS tiene una librería específica para controlar el display, se programa con la siguiente línea de código:

```

5 #include <lcd.c>

```

Para comprobar los puertos seriales vamos a simularlo con el software RS232

También se necesita descargar PuTTY para acceder al servidor SSH a partir de una dirección IP.

### 5.2.2.2. Desarrollo del servidor

Un servidor web hace referencia a cualquier dispositivo de una red que brinda un servicio a otros equipos, técnicamente el servidor web es el software que se está ejecutando continuamente sobre ese dispositivo a la espera de peticiones de ejecución por parte de un cliente.

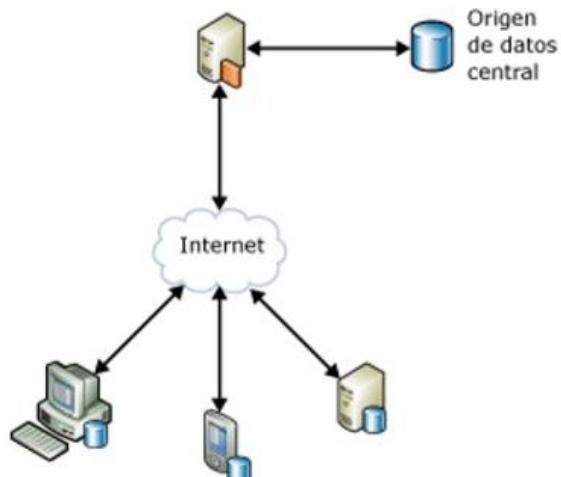


Figura 5.8: Esquema del Servidor

El proceso servidor tiene la siguiente estructura de bucle infinito:

- Lectura de orden. El proceso está bloqueado esperando a que llegue una orden.
- Recibida la orden, el servidor la ejecuta.
- Finalizada la ejecución, el servidor responde con el resultado al proceso cliente y vuelve al primer punto de lectura de orden.

La aplicación servidor se ejecuta en un PC, el equipo dispone de un servidor HTTP Apache y un sistema de gestión de bases de datos MySQL. El sistema de bases de datos MySQL ofrece los servicios de almacenamiento y control de tablas, requeridos para registrar los datos adquiridos desde la placa de la Unidad Central.

Para realizar la conexión física con la placa controladora, el equipo PC cuenta con un puerto USB 2.0 y con conexión a Internet.

El primer hilo se encarga de la comunicación entre la placa y el PC, y el segundo hilo mantiene los servicios para atender las peticiones de los clientes.

#### **5.2.2.3. Comunicación entre Servidor y Clientes**

Para implementar la comunicación entre el servidor y los clientes se ha optado por el uso de servicios web. Un servicio web (en inglés, Web Service o Web services) es una tecnología que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.

#### **5.2.2.4. Desarrollo de la Aplicación Web**

Como software de control se desarrollara una aplicación web que sirve de interfaz para el usuario. La aplicación web no se limita a presentar información al usuario, sino que requiere interactuar con él, por lo que se necesita de lenguajes de programación. Aunque se pueden encontrar diversos estilos de Servicios Web, en este proyecto se ha optado por hacer uso de uno de los más populares y sencillos a la hora de instalarse, Apache.

## Apache

Apache es un servidor web HTTP de código abierto, ejecutable bajo diferentes sistemas operativos, como GNU Linux (Debian), Windows o Mac, que implementa el protocolo HTTP/1.1. Para instalar un servidor Apache en la plataforma de la placa se puede descargar el paquete apache2 disponible en su página oficial.



Figura 5.9: Logo de Apache

El servidor Apache se puede usar tanto para páginas estáticas como para páginas dinámicas, ya que soporta varios lenguajes de programación del lado del servidor como PHP, Perl, etc.

Como lenguaje de programación se optó por HTML y PHP, por lo que se necesitara instalar PHP (versión 5) y el módulo PHP para Apache.

## PHP

PHP ( Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML.

En lugar de usar muchos comandos para mostrar HTML (como en C o en Perl), las páginas de PHP contienen HTML. El código de PHP está encerrado entre las etiquetas especiales de comienzo y final <php y?> que permiten entrar y salir del "modo PHP".



Figura 5.10: Logo de PHP

En conclusión, la aplicación web consiste en un programa escrito en PHP, alojado en un servidor y que incorpora código HTML, el cual será enviado al navegador web del cliente para que lo interprete. Además es necesario instalar MySQL, que es un sistema de base de datos (utiliza SQL).

En el siguiente diagrama de flujo se puede observar el funcionamiento general de la aplicación. El navegador envía los datos al servidor, a través del método GET y del método POST.

### 5.2.2.5. Conexión MySQL

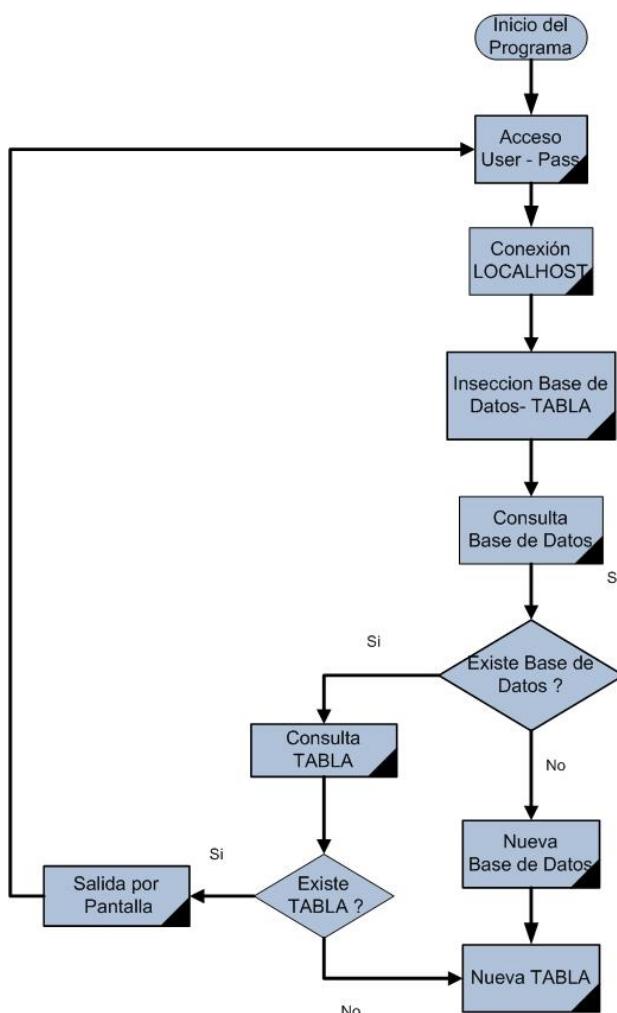
El software MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacional (RDBMS). Se trata de un programa capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran variedad que cubren necesidades de cualquier tipo, desde pequeños establecimientos comerciales a grandes empresas y organizaciones.



Figura 5.11: Logo de MySQL

MySQL incluye además todos los elementos necesarios para instalar el programa, preparar diferentes niveles de acceso de usuario, administrar el sistema y proteger y hacer volcados de datos.

A continuación se muestra el proceso de creación de la base de datos.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 5.12: Diagrama de flujo conexión MySQL

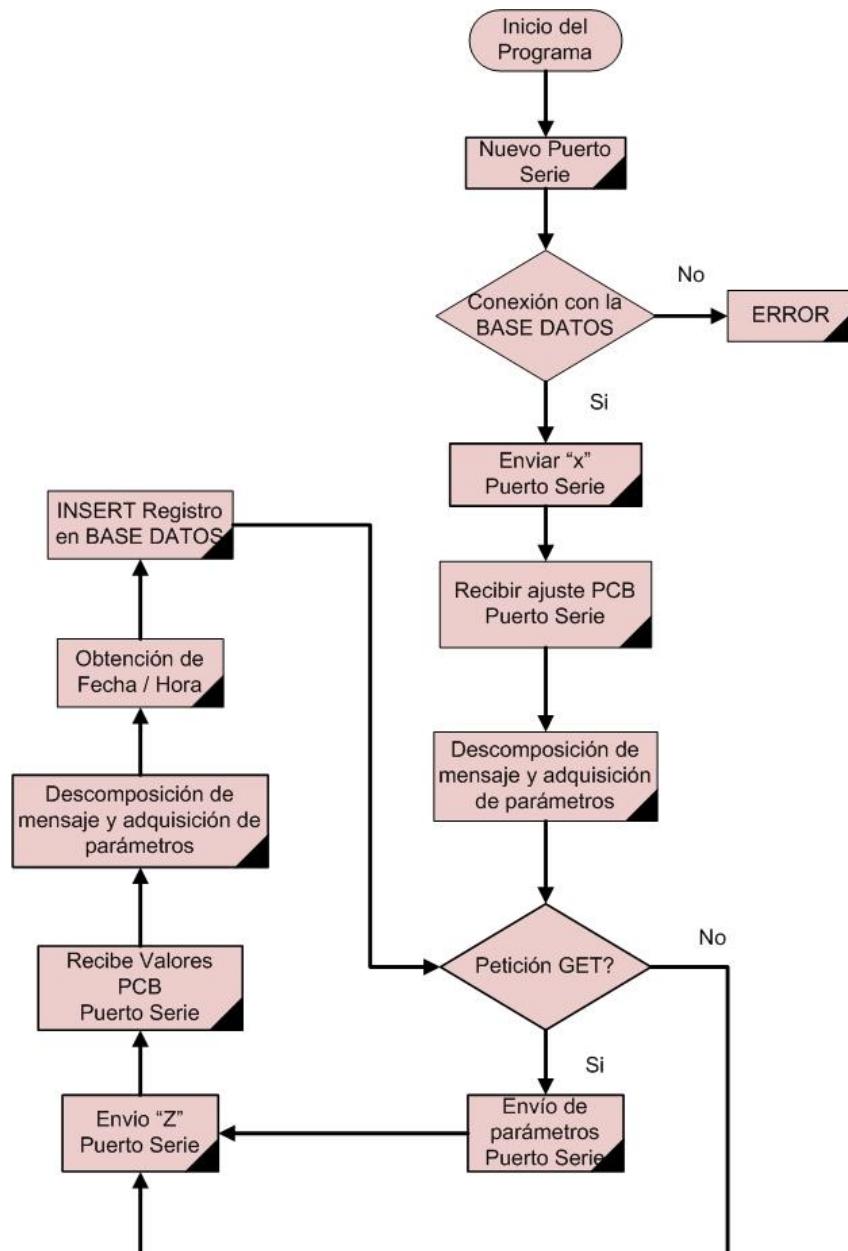
Para poder llevar a cabo la conexión de la aplicación servidor con la base de datos se utiliza la siguiente librería:

```
#include <MySQL++/MySQL++.h>
```

Dicha librería permite llevar a cabo las operaciones de lectura y escritura en las tablas de la base de datos.

#### 5.2.2.6. Comunicación del Módulo de la Placa- Servidor

En el siguiente diagrama de flujo se presenta los pasos de la comunicación entre la plataforma fabricada y el servidor.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 5.13: Diagrama de flujo de la Comunicación de la plataforma WiNoM – Servidor

### Pasos de la Comunicación:

- El servidor solicita al microcontrolador los parámetros de trabajo que almacena la placa, de forma que el usuario pueda conocer el estado de los parámetros con los que la placa estaba trabajando.
- Después el servidor realiza una petición a la placa controladora solicitando los parámetros de trabajo que tiene establecidos. Tras recibir respuesta, un bucle for se encarga de desmenuzar el buffer recibido para extraer todos los parámetros y recogerlos en los atributos correspondientes.
- Realizado esto, la función entra en un bucle permanente. Se evalúa el bit permiso, encargado de indicar si un usuario ha enviado nuevos parámetros al servidor, y en caso afirmativo se lleva a cabo el proceso de envío de datos al invernadero.
- A continuación el servidor envía una petición a la placa Central solicitando la información de todos los sensores. La tarjeta microcontroladora (Shield) tras recibir la petición, envía por el puerto serie toda la información del sistema al servidor.
- El servidor almacena la información en un buffer de datos, cuyo tamaño está definido por la longitud del string CMD. Donde se almacena la información de: temperatura, humedad, sustancias peligrosas, estado del aire, alarmas, etc

#### 5.2.2.7. Almacenamiento en la Base de Datos

Una vez que se han adquirido los valores enviados por el microcontrolador de la placa, la aplicación servidor crear un nuevo registro en una tabla asignada dentro de la base de datos.

Los valores serán guardados en una nueva fila de la tabla, además de la hora y fecha en la que se tomara dicha medida.

Cada registro tiene asociado un “primary key” que permite identificar cada fila.

#### 5.2.2.8. Desarrollo y comunicación GSM

##### Tarjeta SIM 900

La tarjeta está basada en el módulo SIM900 GSM, la comunicación entre el microcontrolador y el SIM 900 se realiza vía puerto serie utilizando códigos AT y es ideal para sistemas remotos, comunicación recursiva, puntos de control, mandar mensajes de texto a celulares, etc.



Figura 5.14: Tarjeta SIM 900

### Comunicación con el SIM900:

Ante un evento determinado, el sistema de alarma deberá enviar una alerta vía mensaje de texto (SMS) a los números de teléfonos celulares previamente almacenados; por medio del módulo SIM 900 utilizando la red de telefonía móvil.

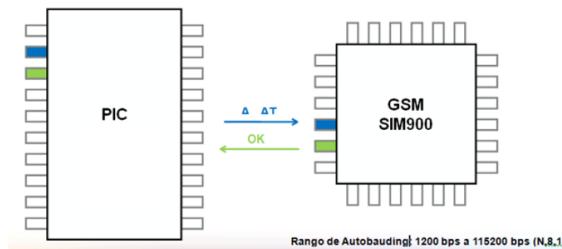


Figura 5.15: Comunicación entre GSM SIM900 al PIC

En un primer momento se envía un estado bajo durante 2 segundos desde el micro al pin 1 (PWRKEY) del SIM900 para encenderlo, según se informa en el datasheet.

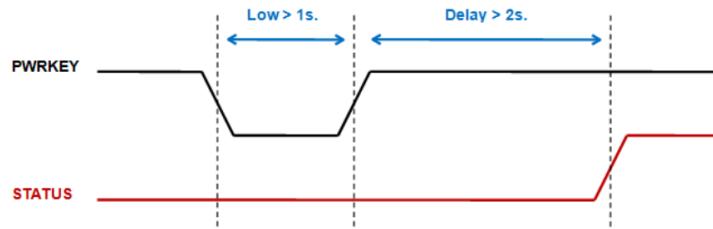


Figura 5.16: Envío de estados con el GSM SIM 900

Un punto importante, recomendado por el fabricante, es que además de la conexión USB, se debe conectar a un transformador DC que proporcione 1 A de corriente puesto que la corriente entregada por la placa no es suficiente para el envío de la información.

### Conexiones del módulo GSM 900

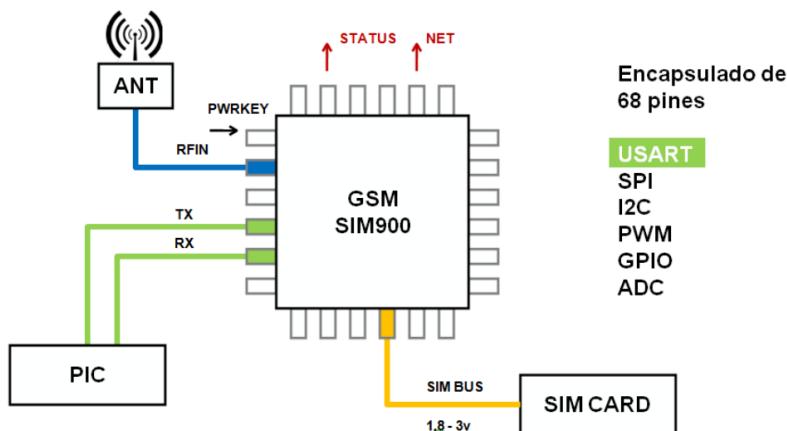


Figura 5.17: Diagrama de conexiones con el GSM SIM900

### ***Comandos básicos***

- El módulo GSM se maneja por medio de comandos a través de la USART.
- Estos comandos se denominan comandos AT.
- Los comandos AT permiten realizar llamadas, enviar SMS, consultar los parámetros del módulo, medir la señal celular y realizar todas las configuraciones del SIM900.
- Comunicación tipo conversación. Siempre se debe esperar la respuesta antes de enviar el próximo comando.
- AT (Atención)
- Por defecto el autobauding está habilitado. Para sincronizar la velocidad del PIC con el SIM900 se debe enviar y esperar de 3 a 5 segundos. Luego enviamos el comando AT antes de iniciar la comunicación. Una vez sincronizados el SIM900 responde OK

# Capítulo VI

# Implementación del

# Sistema

## 6.1. Introducción

Primeramente, hay que recordar que este trabajo no se espera llegar a un producto final y listo para ser comercializado, sino que se presentara herramientas necesarias para su implementación si es que en el futuro se desea llegar a fabricar

## 6.2. Consideraciones antes de Fabricar

Como ya se ha visto los subsistemas en los capítulos anteriores, cada sensor se conecta a un pin analógico de la plataforma WiNoM.

- Temperatura => Pin analógico
- Dióxido de Carbono =>Pin analógico
- Oxígeno =>Pin analógico
- Humedad =>Pin analógico
- PIR =>Pin analógico
- Luminosidad =>Pin analógico

Por otra parte, cada circuito tiene un LED con su respectiva alarma conectada a un pin digital de la plataforma.

- Alarma de Temperatura: Led rojo =>Pin digital
- Calibración de CO<sub>2</sub>: Led amarillo =>Pin digital
- Alarma de CO<sub>2</sub>: Led azul =>Pin digital
- Alarma de Oxígeno: Led verde =>Pin digital
- Alarma de Humedad: Led amarillo =>Pin digital
- Alarma de PIR: Led Rojo =>Pin digital
- Alarma de luminosidad: Led azul =>Pin digital

## 6.3. Simulaciones y diseño de PCB de componentes

Todos los circuitos impresos que se realizarán en este proyecto se diseñaran con el programa **PROTEUS** y se pretende construir en los laboratorios de la UNDAV.

Hemos seleccionado este simulador porque dispone de una gran librería de componentes reales de diversos fabricantes y también dispone del PIC 18F4620. Este simulador nos da la posibilidad de cargarle al PIC con el archivo “.hex” del programa que previamente habremos realizado y compilado con el programa C Compiler (CCS).

Para realizar los distintos circuitos, hemos creído conveniente representar los distintos sensores con interruptores para su mejor manipulación, ya que así podemos cambiar su estado rápidamente y ver como esos cambios afectan al circuito. A continuación se muestra el resultado de cada Sistema de Detección con sus respectivos módulos comprados, siendo este el producto final de cada módulo y algunas simulaciones de los circuitos.

**Importante:** Juntamente con la entrega de la carpeta del Proyecto se entregara además un archivo ejecutable con la simulación General del Sistema de Sensores Inalambricos.

### 6.3.1. Conexiones módulo PIC 18F4620

Este módulo contiene los siguientes elementos.

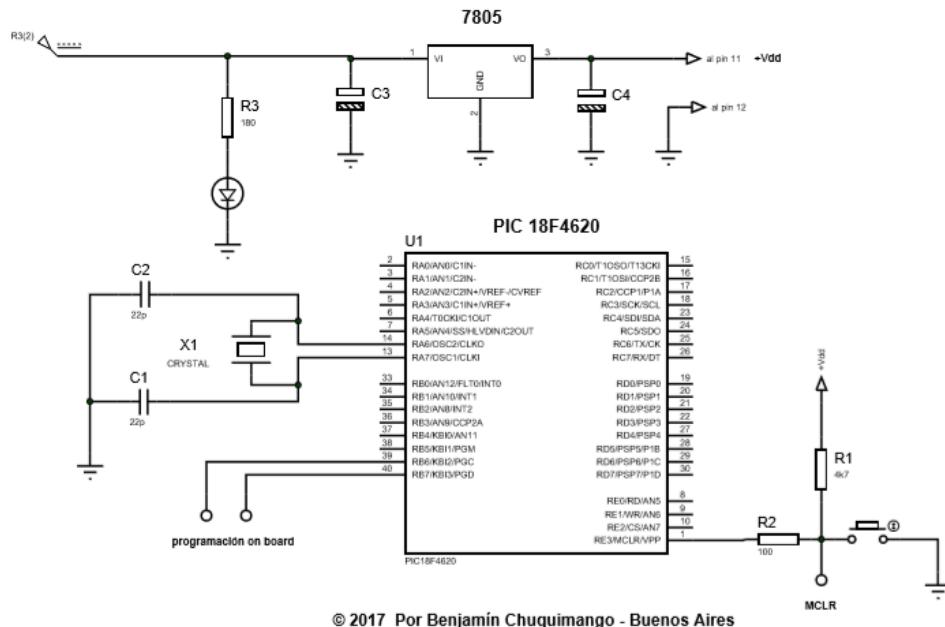
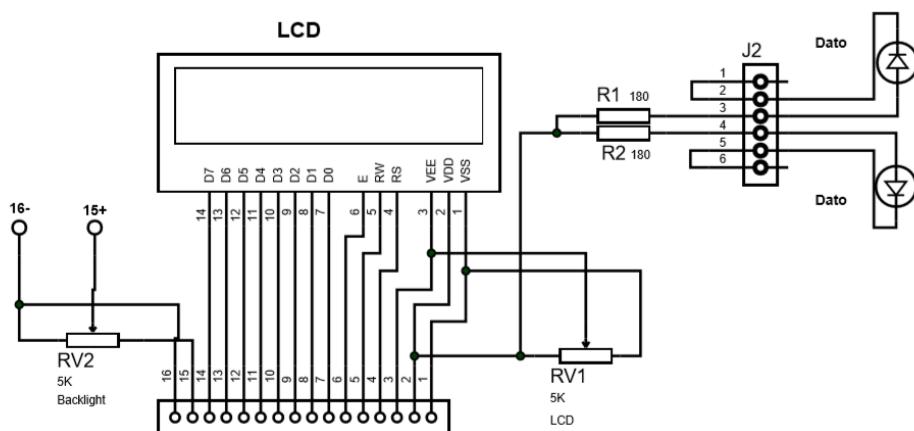


Figura 6.1: Circuito del microcontrolador PIC 18f4620

### 6.3.2. Conexiones LCD y estados

Este módulo contiene los siguientes elementos.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango - Buenos Aires

Figura 6.2: Circuito del LCD

### 6.3.3. Conexiones Del Circuito Módulo XBee

Se fabricará un circuito que sirva como base para conectar el Modulo XBee. Este módulo además contiene los siguientes elementos.

- Diez (10) pines que permiten conectar directamente el módulo XBee en la PCB.
- Un diodo LED, conectores.
- Regulador lineal de tensión y el resto de componentes pasivos que acondicionan los diferentes integrados y conectores.

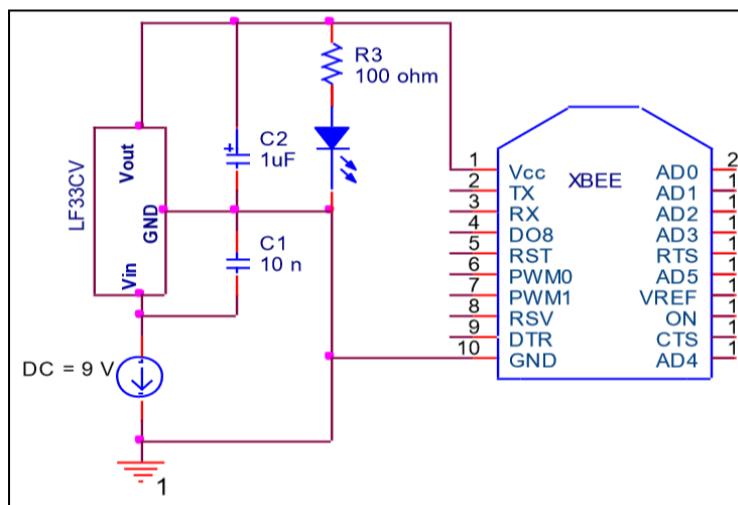


Figura 6.3: Circuito del módulo inalámbrico XBee

➤ **Descripción:**

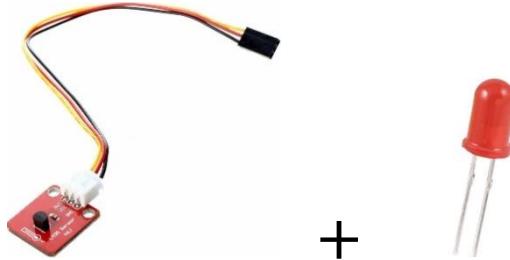
La tensión permitidos para la alimentación del módulo es idealmente 3.3 Voltios.

Los datos salen del módulo XBee a través del PIN 2 que corresponde a la señal de transmisión (Tx) y entran por el PIN 3 que corresponde a la señal de recepción (Rx), denominados líneas de transmisión UART.

### 6.3.4. Conexiones del Circuito de detección de Temperatura

El detector de temperatura tiene como núcleo un sensor LM35, además se utiliza los siguientes componentes:

- Un LED Rojo para la alarma
- Una resistencia de  $220\Omega$



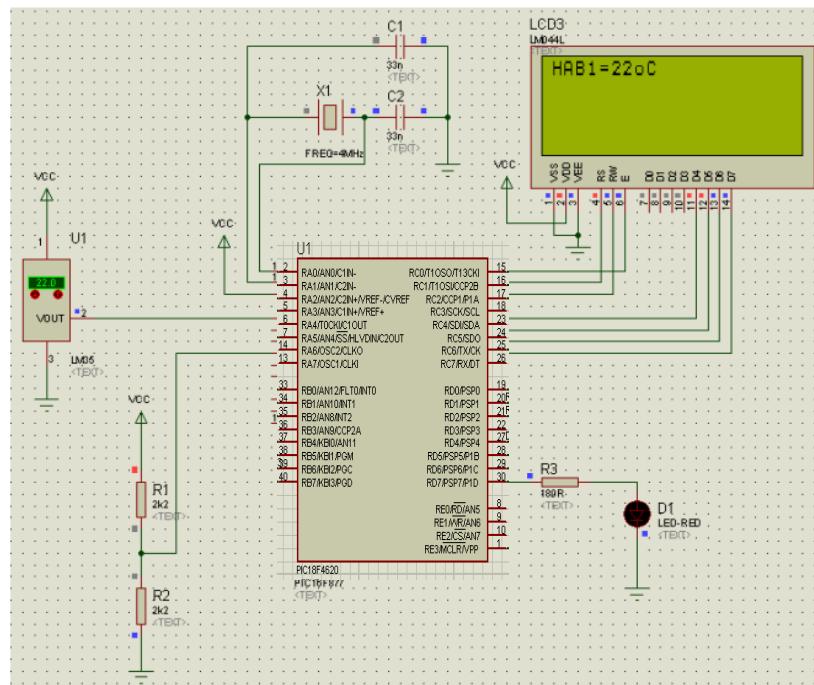


Figura 6.4: Esquema De conexiones del Sistema de Detección de Temperatura

➤ **Descripción:**

El sistema se encarga de mostrar la temperatura cada 3 segundos, y en los casos en los que la temperatura supere un umbral específico, se encenderá el LED Rojo. En estas pruebas individuales se ha elegido una temperatura umbral de 40 °C

Además de esto se podrá visualizar mediante un LCD las temperaturas actuales en la Unidad Central de Control.

### 6.3.5. Conexiones del Circuito de detección de Dióxido de Carbono

El detector de dióxido de carbono tiene como parte principal un sensor MG811 conectado con un circuito integrado LM324 para la amplificación del voltaje de salida del sensor. Además, se utilizan:

- Un LED Amarillo para la calibración.
- Un LED Rojo para el alarma luminosa cuando se haya superado la concentración de CO<sub>2</sub> marcada como límite de protección, y que en nuestro caso es de 5000ppm.
- Para proteger ambos LED se han utilizado resistencias de 220Ω.
- El sensor MG-811 tendrá un circuito de calentamiento independiente con 6V procedentes de la fuente de alimentación.
- El amplificador LM324 recibirá una alimentación de 12V independiente para que la amplificación se lleve a cabo sin problemas.

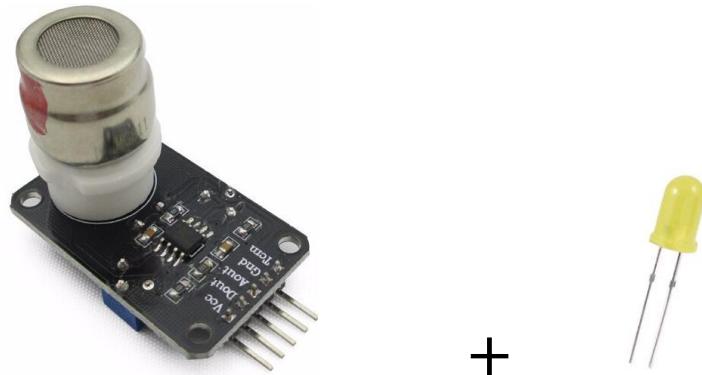


Figura 6.5: Sistema de conexiones del Sistema de Dióxido de Carbono

➤ **Descripción:**

Una vez iniciada el programa el LED Amarillo de calibración parpadeará hasta quedarse encendido, lo que indicará que se habrá iniciado la calibración del sensor la cual debe ser controlada debidamente.

### 6.3.6. Conexiones del Circuito de detección de Oxígeno

El detector de oxígeno tiene como núcleo un sensor electroquímico de Membrapor, el O2/M-100. Además se emplean:

- Un LED verde para el alarma
- Una resistencia de  $2200\Omega$ .

➤ **Descripción**

Para operar con un sensor electroquímico se requiere un circuito potencióstático de control. Para nuestro sensor O2/M-100, Membrapor ofrece una placa de circuito impreso con el correspondiente circuito potencióstático, lo que facilita enormemente la puesta en funcionamiento del sensor de oxígeno.

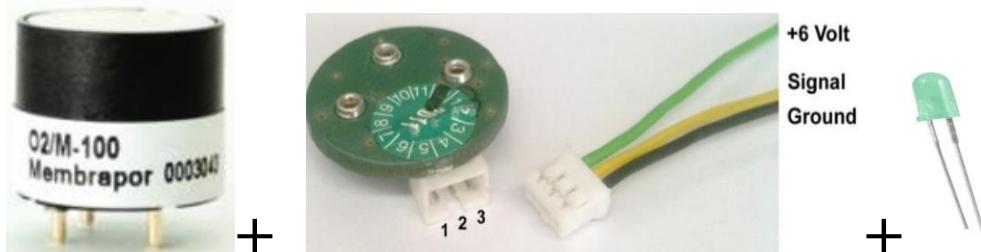


Figura 6.6: PCB para el sensor de Oxígeno

Esta PCB tiene una resistencia de carga de  $10\Omega$ . Además, requiere una alimentación de 6V de continua para operar. La señal de salida tiene un rango lineal entre 0 y 30mV.

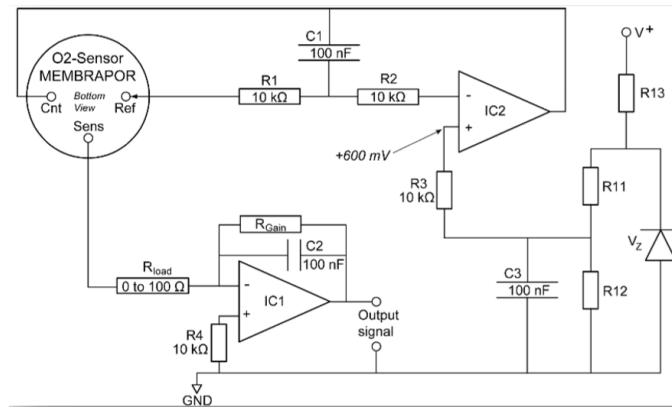


Figura 6.7: Esquema de conexiones del Sistema de Detección de Oxígeno

➤ **Descripción:**

El sistema se encarga de muestrear la concentración de oxígeno cada 10 segundos, y en los casos en los que esta sea inferior al umbral especificado se encenderá el LED Verde. En este Proyecto se ha elegido una concentración umbral del 21% de oxígeno en el aire.

### 6.3.7. Conexiones del Circuito de detección de Humedad

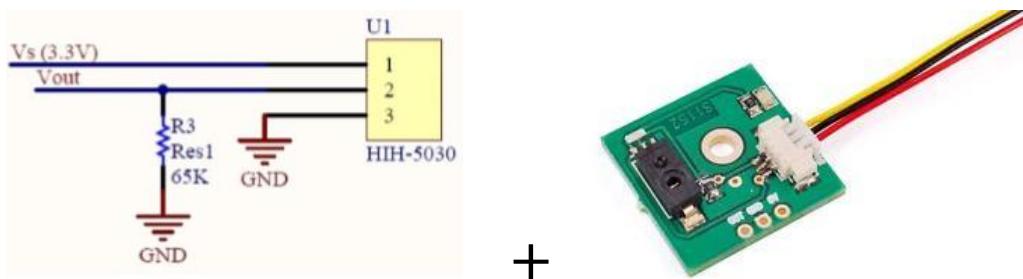


Figura 6.8: Esquema de conexiones del Sistema de Humedad

### 6.3.8. Conexiones del Circuito PIR

El sensor de Movimientos tiene como núcleo el sensor digital HC-SR501. Además se emplean los siguientes componentes:

- Un LED Rojo para la alarma.
- Una resistencia de  $2200\Omega$ .

En los modelos que se encuentran se debe seleccionar H o L, conectando el jumper entre el pin central y la selección deseada. Si lo ponemos en H, cuando detecte movimiento se encenderá y mantendrá así durante un tiempo (Llamado retrigger mode) y suele ser más conveniente en buena parte de los circuitos prácticos.

- L => No reset
- H => Auto-reset

Para ajustar la sensibilidad podemos usar uno de los potenciómetros que incluye el sensor, fijaras en la imagen de arriba. (Girando a favor del reloj aumentamos la sensibilidad)

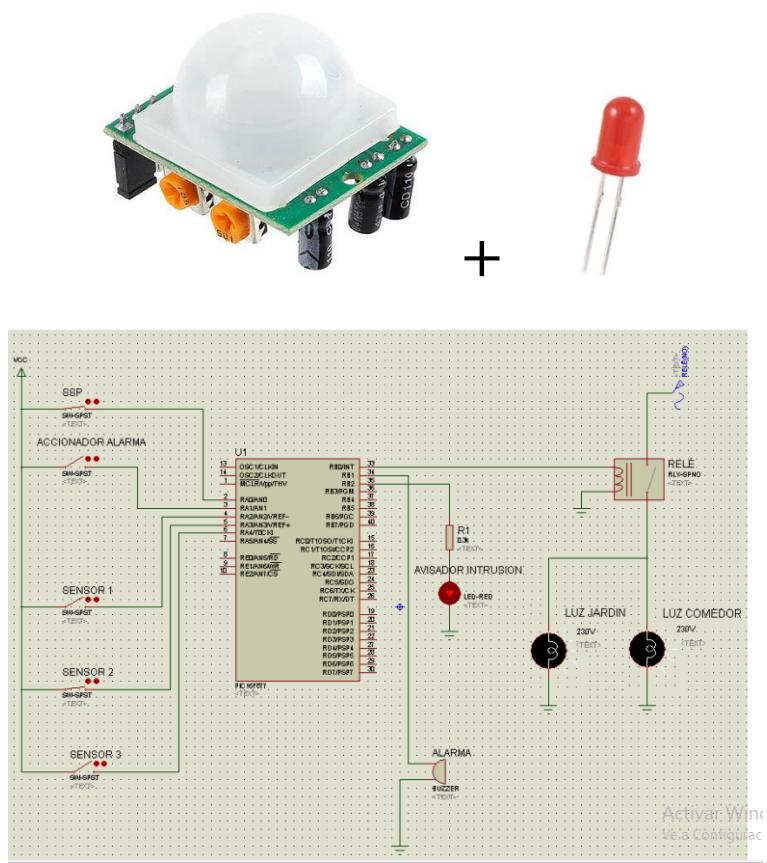


Figura 6.9: Esquema de conexiones del Sistema PIR

## ➤ *Descripción*

Este sistema dispondrá, a parte de los sensores de presencia, un sistema de alarma sonora que el usuario podrá activar o desactivar independientemente del Sistema de Detección de Movimiento.

Cuando el usuario activa el sistema SSM con el interruptor correspondiente, el PIC estará atento a las lecturas de los sensores. En el momento en que cualquiera de los sensores que tengamos instalados detecte una presencia se encenderán las alarmas correspondientes que tenemos programadas.

### **6.3.9. Conexiones del Circuito de detección de Luminosidad**

El rango de luminosidad que el sistema puede manejar depende del valor de la resistencia R1.

En este caso se ha optado por emplear una resistencia R1 (de valor 15K) que aporte información de interés en el interior de una vivienda.

El nivel de iluminación será fiable entre valores comprendidos entre 1 y 2500 lux

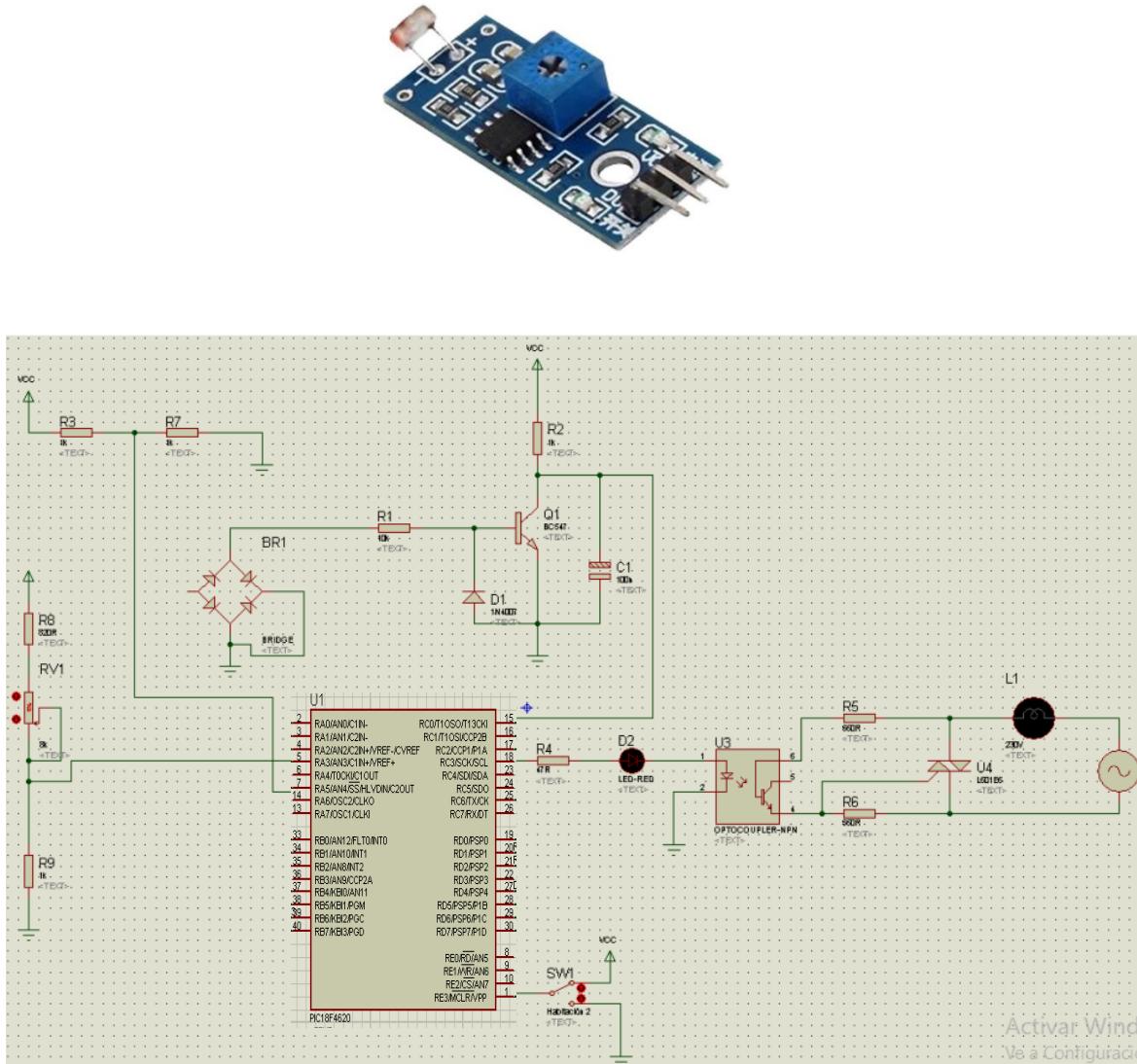


Figura 6.10: Esquema de conexiones del Sistema de Detección de luminosidad

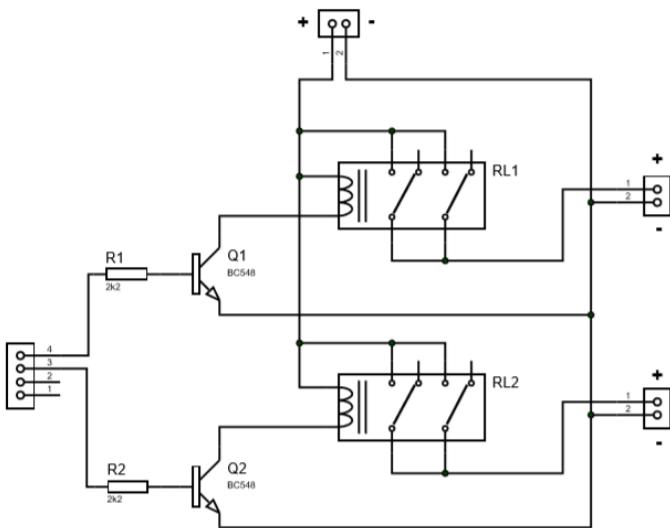
### ➤ Descripción

La regulación de luz se llevará a cabo en 3 laboratorios, porque es aquí donde se pasa más horas

En el laboratorio de Software, Redes y Sistemas de Señales no es efectuará el control, debido a que las habitación no tienen ventanas, esto quiere decir que siempre tendrá la misma luminosidad, ya sea de día o de noche.

A través del PIC y mediante un circuito de sincronización con la red eléctrica se realiza el disparo de la lámpara con un triac que estará conectado a la bombilla. El circuito también dispondrá de un sistema que aislará el PIC con la red eléctrica y que se implementará con un opto-acoplador.

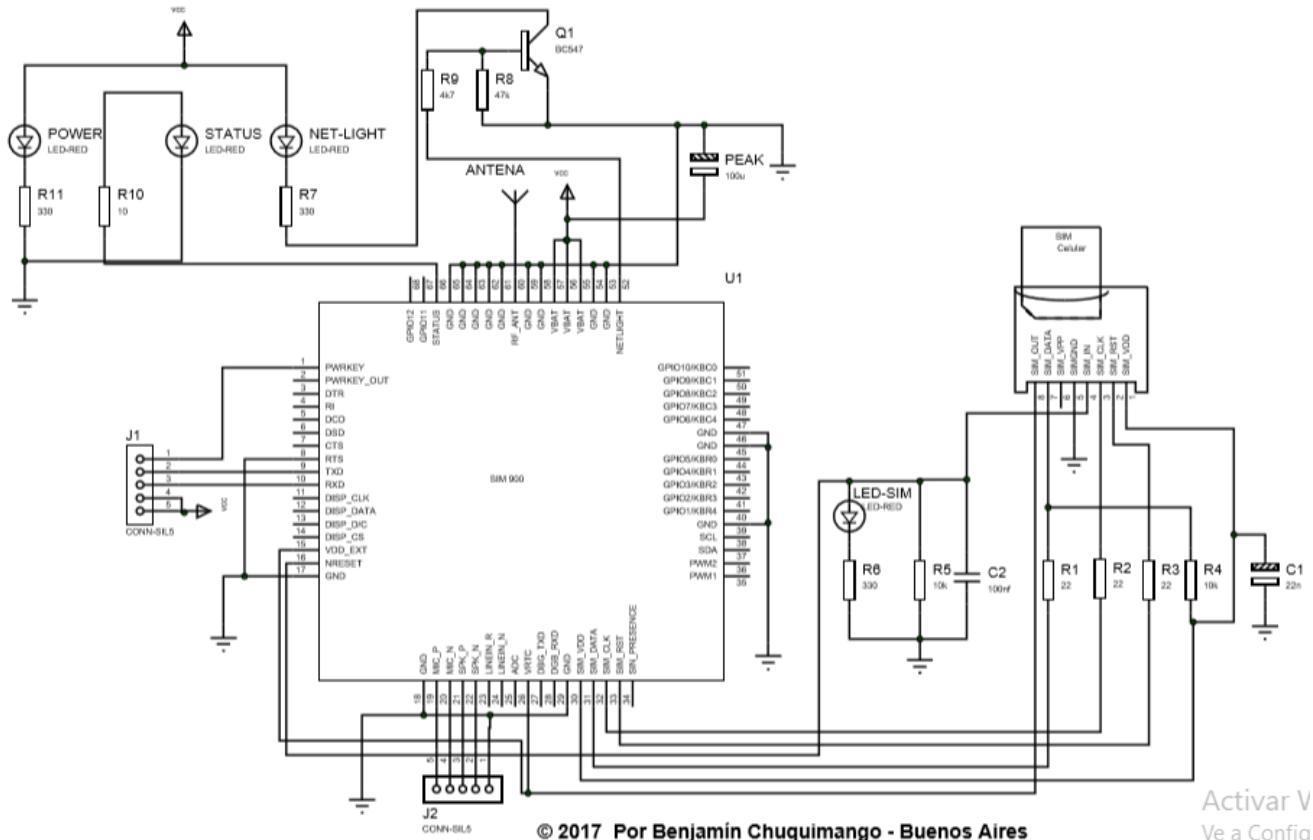
### **6.3.10. Conexiones de Circuito de Relés**



© 2017 Por Benjamín Chuquimango - Buenos Aires

Figura 6.11: Esquema de conexiones de relés

### **6.3.11. Conexiones GSM**



**Activar V  
Ve a Config**

Figura 6.12: Esquema de conexiones del Sistema GSM

### 6.3.12. Conexiones Regulador de Tensión

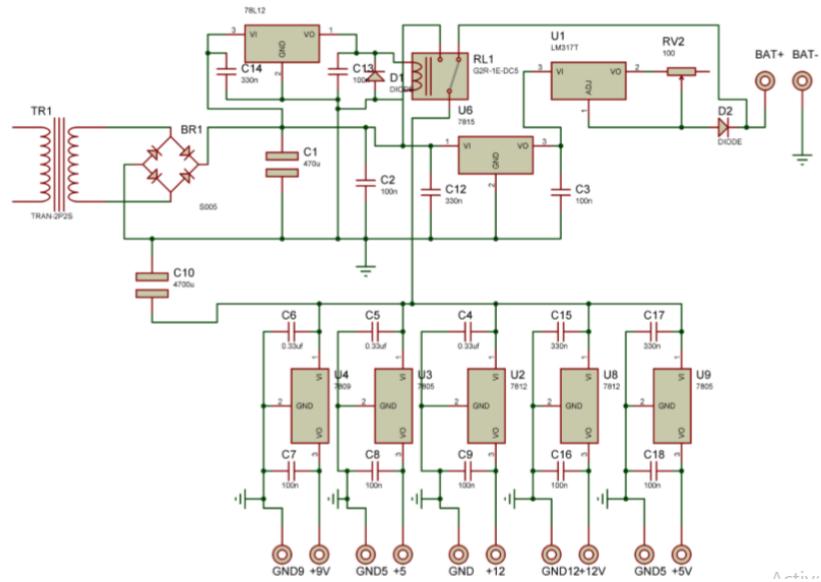


Figura 6.13: Esquema de conexiones de regulador de tensión

# **Capítulo VII**

# **Normativa Legal**

# **y Técnica**

## 7.1. Marco Legal Y Técnico De Las Instalaciones Domóticas

En la actualidad existen leyes y aspectos éticos cuando una persona va a iniciar un emprendimiento, es por eso que en este trabajo vamos a informar a los lectores sobre las leyes y reglamentaciones que se encuentran relacionadas con nuestro trabajo.

Hoy en día, son escasas las instalaciones que se realizan respetando todas las normativas vigentes, las razones fundamentales son:

- Desconocimiento de las leyes y normativas que aplican a las instalaciones eléctricas y electrónicas.
- Desconocimiento de la peligrosidad que implica la realización de instalaciones fuera de normativa.
- Falta de formación por parte de los profesionales proyectistas y directores de obra.

Concretamente, en la domótica, rubro que se divide principalmente en dos grandes áreas que son la parte eléctrica y la parte electrónica, existen en la actualidad varias leyes tanto nacionales como provinciales y municipales que exigen un cierto nivel de calidad y seguridad en la ejecución de dichas instalaciones.

Vamos a describir a los organismos nacionales e internacionales que están trabajando en la normalización técnica relacionados a la domótica.

- AEA, organismo nacional.
- CENELEC, organismo europeo.
- ISO/IEC, organismo internacional.

## 7.2. Normativa Legal

### 7.2.1. Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo

*A partir del 24/04/1972 rige en todo el territorio de la República Argentina la ley N° 19587 y reglamentaciones correspondientes. Esta ley establece las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo.*

#### LEY N° 19.587

**Artículo 1º** — Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten.

**Artículo 4º** — La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad sicológica de los trabajadores;

- b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo;
- c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

También se destaca del *artículo 6* de esta ley, con las reglamentaciones de las condiciones de higiene y seguridad de los ambientes de trabajo;

**Artículo 6º** — Las reglamentaciones de las condiciones de higiene de los ambientes de trabajo deberán considerar primordialmente:

- a) características de diseño de plantas industriales, establecimientos, locales, centros y puestos de trabajo, maquinarias, equipos y procedimientos seguidos en el trabajo;
- b) factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes;
- c) contaminación ambiental: agentes físicos y/o químicos y biológicos;

### 7.2.2. Propiedad Intelectual

*Ley 11.723 – Régimen Legal de la Propiedad Intelectual*

**Artículo 1º.** — A los efectos de la presente Ley, las obras científicas, literarias y artísticas comprenden los escritos de toda naturaleza y extensión, entre ellos los programas de computación fuente y objeto; las compilaciones de datos o de otros materiales...

La protección del derecho de autor abarcará la expresión de ideas, procedimientos, métodos de operación y conceptos matemáticos pero no esas ideas, procedimientos, métodos y conceptos en sí.

**Artículo 4º.** — Son titulares del derecho de propiedad intelectual:

- a) El autor de la obra;
- b) Sus herederos o derechohabientes;
- c) Los que con permiso del autor la traducen, refunden, adaptan, modifican o transportan sobre la nueva obra intelectual resultante.
- d) Las personas físicas o jurídicas cuyos dependientes contratados para elaborar un programa de computación hubiesen producido un programa de computación en el desempeño de sus funciones laborales, salvo estipulación en contrario. (Inciso d) incorporado por art. 2º de la Ley N° 25.036 B.O. 11/11/1998)

**Artículo 5º.** — La propiedad intelectual sobre sus obras corresponde a los autores durante su vida y a sus herederos o derechohabientes hasta setenta años contados a partir del 1 de Enero del año siguiente al de la muerte del autor.

### 7.2.3. Derecho de Autor

Precisase un marco legal de protección para las diferentes expresiones de las obras de software y base de datos, así como sus diversos medios de reproducción.

*Decreto 165/94 – Protección para las obras de software y base de datos*

Que los avances tecnológicos que se han producido en materia informática, hacen necesario precisar un marco legal de protección que contribuya a asegurar el respeto de los derechos de propiedad intelectual sobre las obras producidas en ese campo.

Que para ello, resulta conveniente especificar las diferentes expresiones de las obras de software y base de datos, así como sus diversos medios de reproducción para una eficaz aplicación de la Ley de Propiedad Intelectual

Que el presente se dicta en uso de las facultades conferidas por el artículo 86, inciso 2 de la CONSTITUCIÓN NACIONAL

**Artículo 1º** — A los efectos de la aplicación del presente decreto y de la demás normativa vigente en la materia:

a) Se entenderá por obras de software, incluidas entre las obras del artículo 1º de la ley 11.723, a las producciones constituidas por una o varias de las siguientes expresiones:

I. Los diseños, tanto generales como detallados, del flujo lógico de los datos en un sistema de computación;

II. Los programas de computación, tanto en su versión “fuente”, principalmente destinada al lector humano, como en su versión “objeto”, principalmente destinada a ser ejecutada por el computador;

III. La documentación técnica, con fines tales como explicación, soporte o entrenamiento, para el desarrollo, uso o mantenimiento de software.

b) Se considerará que una obra de software o de base de datos tiene el carácter de publicada cuando ha sido puesta a disposición del público en general, ya sea mediante su reproducción sobre múltiples ejemplares distribuidos comercialmente o mediante la oferta generalizada de su transmisión a distancia con fines de explotación.

c) Se considerará que una obra de software o de base de datos tiene el carácter de inédita, cuando su autor, titular o derechohabiente la mantiene en reserva o negocia la cesión de sus derechos de propiedad intelectual contratando particularmente con los interesados.

### 7.2.4. El Administrador Federal De La Administración Federal De Ingresos Públicos

*Resolución General 3579 Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) – Compras a proveedores del exterior*

RESUELVE:

**Artículo 1º** — Los sujetos que realicen compras de mercaderías a proveedores del exterior, que ingresen al país mediante el correo oficial —incluido el servicio puerta a puerta— o a través de Prestadores de Servicios Postales/Courier, deberán acceder al sitio “web” de la AFIP (Mis Aplicaciones Web), seleccionar el Formulario N° 4550 (Compras a proveedores del exterior) y completar el mismo con el detalle de la adquisición realizada. La presentación de la declaración jurada se realizará con anterioridad al retiro o recepción de la mercadería por parte del adquirente.

**Artículo 2º** — A efectos de confeccionar la declaración jurada, los adquirentes de las mercaderías a que se refiere el artículo anterior deberán poseer CUIT, CUIL o CDI y Clave Fiscal con nivel de seguridad 2, como mínimo, obtenida en los términos de la Resolución General N° 2.239 y sus modificatorias.

## 7.3. Normativa Técnica

### 7.3.1. Asociación Electrotécnica Argentina (AEA)

La Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, fundada hace más de cien años por un grupo de ingenieros pertenecientes a las principales empresas eléctricas del país.

Es co-fundadora del Instituto IRAM, miembro de la Cigré y sede del Comité Electrotécnico Argentino (CEA) que forma parte de la International Electrotechnical Commission (IEC).



Figura 7.1: Logo de la AEA

#### 7.3.1.1. Normas publicadas

Solo la AEA 90364-7-780 es la que define lineamientos para las instalaciones de domótica referidas principalmente a la parte electrónica, el resto son lineamientos a tener en cuenta en la parte eléctrica.

La Misión de la Asociación es:

- Estudiar en el ámbito de la electrotecnia, los adelantos tecnológicos, los resultados e ideas vanguardistas, innovaciones y las modificaciones, tanto a nivel internacional y nacional y fomentar su aplicación dentro del territorio de la Nación.
- Incursionar en las artes y las ciencias relacionadas con la electrotécnica, tanto en lo referente a los aspectos teóricos, como prácticos, incluyendo investigaciones y las etapas de prueba necesarias que exigen las ideas nuevas, por lo que deberá asegurar un elevado nivel profesional entre sus asociados.
- Dictar y publicar documentos normativos vinculados a la electrotécnica y en particular, las concernientes al diseño, construcción, verificación y mantenimiento de instalaciones eléctricas, utilizando como principios rectores la seguridad eléctrica, la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos energéticos mediante el uso racional de los mismos.

### 7.3.2. CENELEC

#### 7.3.2.1. Comité Técnico 205

El Comité Técnico 205 “Sistemas electrónicos para viviendas y edificios”, se encarga de preparar normas para todos los aspectos de sistemas electrónicos domésticos y en edificios en relación a la sociedad de la información. En más detalle, preparar normas para asegurar la integración de un espectro amplio de aplicaciones y aspectos de control y gestión de otras aplicaciones en y entorno a viviendas y edificios, incluyendo las pasarelas residenciales a diferentes medios de transmisión y redes públicas, teniendo en cuenta todo lo relativo a EMC y seguridad eléctrica y funcional. TC 205 no preparará normas de producto sino los requisitos de actuación necesarios y los interfaces de hardware y software necesarios. Las normas deberán especificar ensayos de conformidad



Figura 7.2: Logo de CENELEC

#### 7.3.2.2. Normas publicadas

La estructura normativa del TC 205 se basa en dos series de normas, la EN 50491, que especifica los requisitos generales comunes para todos los sistemas domóticos, y la EN 50090, que especifica los requisitos para el protocolo Konnex, dicho protocolo trata comunicaciones estándar, multimedio y abierto, Normalizado en Europa cuyo ámbito actuación se reduce a viviendas y, en menor medida, edificios.

### 7.3.3. ISO/IEC

#### 7.3.3.1. Subcomité 25

El Subcomité 25 “interconexión en la tecnología de la información” es el responsable de la interconexión en la tecnología de la información. Dentro de su campo de aplicación está la normalización de sistemas microprocesadores, así como de interfaces, protocolos y medios de interconexión asociados para equipos de tecnología de la información, generalmente para entornos comerciales y residenciales. Se excluye el desarrollo de normas para redes de telecomunicaciones e interfaces a redes de comunicación.



Figura 7.3: Logo de ISO/IEC

#### 7.3.3.2. Normas publicadas

La estructura normativa del subcomité 25 trabaja las normativas: ISO/IEC 15045, ISO/IEC 14762, ISO/IEC 15067 y ISO/IEC 14543. Todas estas normativas tratan los sistemas electrónicos en casas domóticas.



# Gestión del Proyecto

# Introducción

En la carpeta de Gestión vamos a presentar una propuesta de ingeniería, donde describimos el diseño y la implementación de un Sistema de Red de Sensores Inalámbrico para los laboratorios de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, siguiendo el modelo de Gestión de Proyectos definidos por el PMI.

- En primer lugar nos centramos en el emplazamiento elegido y sus características, es decir; su Nombre, localización, el municipio o ubicación, etc.
- En segundo lugar procedemos a completar las áreas de conocimiento del PMBOK, es decir: definimos la Gestión de Integración y el Acta de Constitución del proyecto.
- En tercer lugar planificamos la Gestión que incluye: definir el alcance y crear la EDT.
- Cuarto lugar planificamos la Gestión del Tiempo, en este punto gestionamos el cronograma y definimos las actividades, lista de hitos, para esto diseñamos el Gant, PERT y Camino Crítico.
- Quinto lugar planificamos la Gestión de Costes, en este punto estimamos el Coste donde analizamos la oferta de los proveedores, determinamos el presupuesto, calculamos el flujo de caja, la curva S.
- Sexto lugar planificamos la Gestión de los Recursos Humanos y Gestión de Riesgos, en este punto identificamos los riesgos en base a un plan de riesgos, realizamos el análisis cualitativo de riesgos, determinamos la matriz de probabilidad de impacto y planificamos la respuesta a los riesgos de nuestro proyecto.
- Finalmente terminamos con la Gestión de interesados.

## Justificación

En el contexto laboral actual, es importante estar alineado a nivel internacional, es por eso que tomamos como guía a la Gestión de Proyectos según el Project Management Institute. El PMI posee reconocimiento a nivel mundial, por lo que dada la situación económica y laboral en la que nos movemos hoy en día, los conocimientos sobre este tipo de gestión permitirán tener una visión sobre la preparación de proyectos complejos y la preparación necesaria para optar a algunos puestos de trabajo.

Además se pretende obtener una base para que en un futuro podamos realizar la certificación internacional como **PM**.

# PROYECTO DE APLICACIÓN

En este punto describimos la localización actual de la institución beneficiaria del proyecto, recopilamos información de la infraestructura física, sistema eléctrico y cualquier otro dato útil. Además mostramos las problemáticas, las necesidades y las posibles soluciones a desarrollar. De acuerdo a esto, planteamos una conclusión y trabajos futuros.

## 1.1. Estudio de Necesidades

### 1.1.1. Emplazamiento

La **Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV)** es una Universidad Pública, ubicada en la zona sur del Gran Buenos Aires (ciudad de Avellaneda). Fue creada el 7 de diciembre de 2009 por ley N° 26.543.

La UNDAV tiene 16.000 alumnos aproximadamente distribuidos en 6 sedes, dividida en seis departamentos que articulan 29 carreras. Su área se extiende hasta los partidos de Quilmes y Lanús.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8. 1: Universidad Nacional de Avellaneda, sede Piñeyro

### 1.1.2. Localización actual

La zona de intervención está localizada en la sede Piñeyro, ubicada en la calle Mario Bravo 1460 esq. Isleta. Lugar donde se encuentran los laboratorios de la carrera Ingeniería Informática, Departamento de Tecnología y Administración.

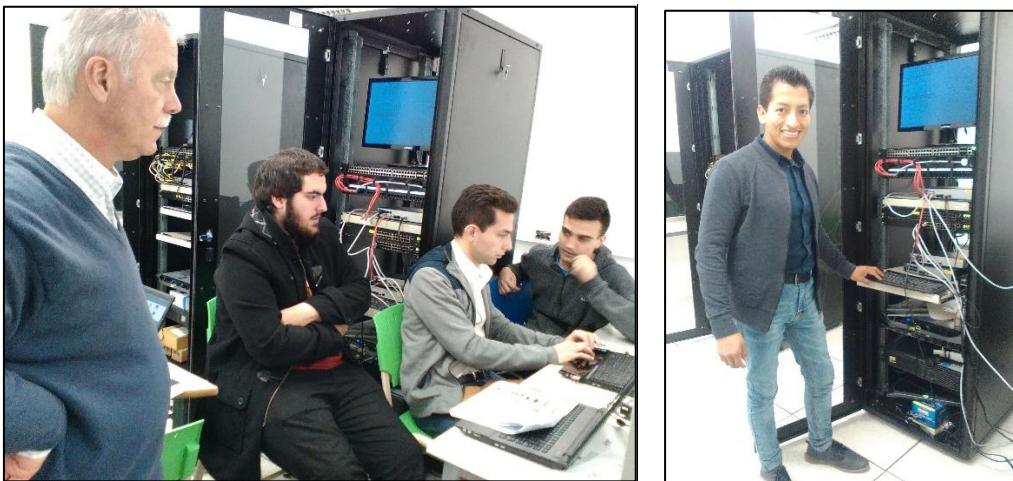
El edificio de la UNDAV cuenta con 3 Bloques: A, B y C, cada bloque está formado por 4 plantas. El Departamento de Tecnología y Administración se encuentra en el Bloque A. Los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Informática se encuentran en la primera planta de dicho Bloque.

### 1.1.3. Beneficiarios del proyecto

La carrera de *Ingeniería Informática* cuenta con 6 laboratorios de investigación y de enseñanza. Los mismos tienen equipamiento profesional, lo que permite realizar trabajos de aplicación directa en el campo de las redes, la electrónica y los sistemas de la información. Los laboratorios son los siguientes:

- Laboratorio de Sistemas de Computación y Redes
- Laboratorio de Conectividad Óptica.
- Laboratorio de Sistemas y Señales
- Laboratorio de Automatización y Control
- Laboratorio Mecánico y de Circuitos Impresos
- Laboratorio Desarrollo de Software

Laboratorio de Sistemas de Computación y Redes



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### Laboratorio de Conectividad Óptica.



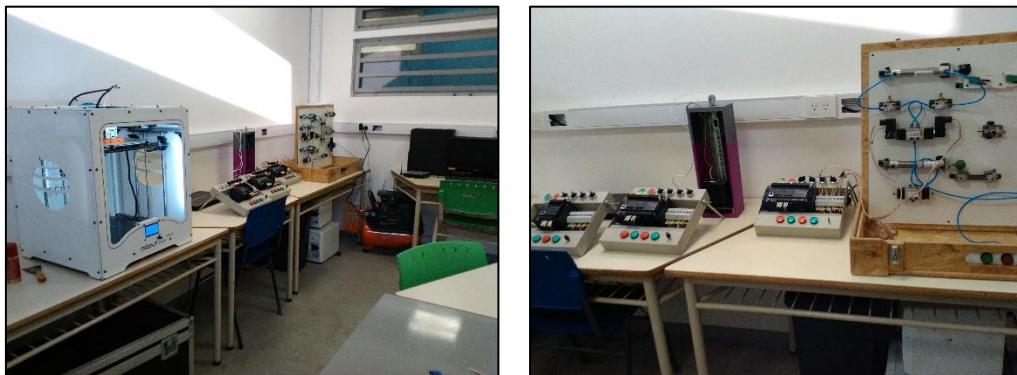
© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### Laboratorio de Sistemas y Señales



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### Laboratorio de Automatización y Control



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### Laboratorio Mecánico y de Circuitos Impresos



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### Laboratorio Desarrollo de Software



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Estos laboratorios fueron construidos para ser utilizados por los estudiantes de Ingeniería Informática para la realización de trabajos de laboratorio en las asignaturas correspondientes, como así también para la realización de trabajos de las futuras carreras de posgrado y trabajos extracurriculares en el Laboratorio Abierto de Sistemas Embebidos (LASE).

Estos ambientes están implementados con una amplia gama de equipos y accesorios de alta tecnología. Sin embargo, en materia de seguridad, los laboratorios no cuentan con seguro, tampoco cuentan con equipamiento de vigilancia, ni prevención de incendios y a veces sin ningún tipo de supervisión.

En la siguiente figura se presenta un pre-diseño del plano de la primera planta del bloque A donde se encuentran los laboratorios de la carrera de Ingeniería Informática. Este plano no tiene las medidas exactas del plano real ni el número de aulas, sino que es un diseño aproximado al plano real. Sin embargo lo usaremos para cumplir con nuestro objetivo.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

- 1** Laboratorio de Sistemas de Computación y Redes
- 2** Laboratorio de Conectividad Óptica.
- 3** Laboratorio de Sistemas y Señales
- 4** Laboratorio de Automatización y Control
- 5** Laboratorio Mecánico y de Circuitos Impresos
- 6** Laboratorio Desarrollo de Software

Figura 8.2: Plano aproximado de la distribución de laboratorios de la carrera de Ing. Inf.

#### 1.1.4. Condiciones preexistentes

##### ➤ Infraestructura civil

Las UNDAV cuentan actualmente con su propio local físico, dichos locales son de material noble. Tiene buena ventilación, paredes y pisos en correcto estado, sistema de energía eléctrica muy eficiente.

##### ➤ Infraestructura eléctrica

Tanto la Universidad como los laboratorios cuentan en su totalidad con infraestructura y servicio de energía eléctrica las 24 horas del día, necesario para el desarrollo de cualquier actividad. Cuenta además con un sistema de protección a sobrecargas eléctricas.

### ➤ Infraestructura de informática y telecomunicaciones

Físicamente los laboratorios poseen equipos de computación con excelente cableado de internet y telefonía, cuentan con computadoras, osciloscopios, generadores de funciones, módulos de trabajo de telecomunicaciones y módulos e instrumentos de fibra ópticas, 2 gabinetes Rack completamente equipados con Switchs y Routers, servidores, UPS, etc. los cuales abastecen a todo el departamento de Ingeniería Informática. En general, cuentan con instrumentos electrónicos de alta tecnología que tienen considerables costos tanto de adquisición como de reparación.

Además cada laboratorio tiene dos técnicos especializados por laboratorio que realizan mantenimiento continuamente.

#### 1.1.5. Planteamiento del problema

En la actualidad existen en el mercado un gran número sistemas de control de muy alto nivel que permiten seguridad y confort a la vida de una persona, sin embargo la mayoría de estas aplicaciones son muy costosos. Hay otras aplicaciones que están pensadas más en generar una experiencia de lujo al cliente que en facilitar el desarrollo de una actividad específica a las personas. Otro de los casos es que las tecnologías existentes en el mercado trabajan con dispositivos y protocolos propios, inclusive con servicios de valor agregado pero a precios muy elevados.

Son múltiples los problemas que pueden caracterizar las formas de vida de las personas, por ejemplo labores tan comunes como abrir o cerrar una ventana o una puerta se convierten en un problema, asimismo el desperdicio de energía que surge en hogares y áreas de trabajo al dejar las luces encendidas cuando nadie está en ellas, contaminación por algún gas dentro de un establecimiento que incluso pueden llevar hasta la muerte, acceso de personal desconocido al departamento de trabajo, hurto de materiales o herramientas de trabajo del personal administrativo, etc.

#### 1.1.6. Causas del Problema

En el ambiente de los laboratorios se presentan distintas situaciones problemáticas causadas por la infraestructura, arquitectura y la organización actual en la que se encuentran, como son:

- **Entrada de personal no autorizado:** Al ser un laboratorio abierto para los alumnos, es fácil ingresar con autorización del encargado y manipular los equipos, pero, sin una supervisión adecuada, esto puede generar problemas como robos o daños en el hardware o software de los equipos.
- **Control de ingreso y salida del personal y alumnado:** Actualmente no hay control registro de asistencia para los que ingresen a los laboratorios, así como tampoco son controladas las salidas de los alumnos y del personal docente.
- **Uso inadecuado de los equipos del laboratorio:** Durante las prácticas de laboratorio en las horas establecidas, se utilizan los equipos que al no ser usados correctamente ya sea por desconocimiento o por errores casuales estos se averían y en tales casos es difícil señalar al responsable.

- **Necesidad de protección contra robos de equipos:** Los equipos que se encuentran en los laboratorios tienen un costo alto, y ante la posibilidad de un acto de robo o pérdida.

Viendo toda esta problemática nace la necesidad de implementar y diseñar un sistema domótico que brinde seguridad y confort para las autoridades.

### 1.1.7. Planteamiento de la solución

La solución que planteamos a esta problemática es la de construir un sistema embebido llamado: WiNoM, siendo sus iniciales de (Wireless Node Multi-laboratory), traducido del inglés: *Nodos Inalámbricos para Múltiples Laboratorios*. Este Sistema embebido busca controlar todos los laboratorios a través de sensores inalámbricos, como: sensores de presencia, de movimiento, sensores de humedad, de temperatura y gases tóxicos, sin la necesidad de estar físicamente en el edificio.

### 1.1.8. Preguntas de Investigación

- ¿De qué manera el sistema WiNoM mejorará la seguridad y el uso eficiente de la energía de los laboratorios?
- ¿De qué forma aporta el sistema WiNoM a la seguridad de los empleados de los laboratorios de la UNDAV?
- ¿De qué manera el sistema WiNoM se ajusta a las necesidades del usuario?
- ¿Qué tecnologías y plataformas se adaptarían de manera más eficiente a la realización del proyecto?

**2**

# GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO

Esta área incluye el **Acta de Constitución del Proyecto** por el cual vamos a formalizar, dicho proyecto y para el cual será necesario la coordinación entre organización ejecutante y la institución solicitante.

## **2.1. Acta de constitución del proyecto**

El presente proyecto dispone de la siguiente Acta de Constitución con la cual se dará comienzo al proyecto después de su aceptación formal.

### **2.1.1. Información general**

#### **Título del proyecto**

Diseño e implementación de una Red de Sensores Inalámbricos (WSN), aplicado a la domótica para controlar un edificio, basado en la tecnología ZigBee.

### **2.1.2. Objetivos del proyecto**

- El objetivo de este proyecto es el diseño de un sistema domótico para los laboratorios de Ingeniería Informática, utilizando protocolos ZigBee y Wi-Fi de banda libre, que permita almacenar datos como la temperatura, humedad, luminosidad y detectar sustancias peligrosas y movimientos de personas con la capacidad de activar o desactivar elementos.

Dicho proyecto se focaliza en las prácticas definidas por el PMI en el PMBOK.

### **2.1.3. Consideraciones previas del proyecto**

#### **2.1.3.1. Descripción del proyecto**

El presente proyecto busca automatizar los laboratorios de la carrera de Ingeniería Informática de la UNDAV, a través de un WSN (Red de Sensores Inalámbricos), controlado por una PC o un celular. Con ello se busca tener un mejor control de los laboratorios.

El Proyecto acondicionará 6 módulos, es decir un módulo para cada laboratorio. Cada módulo comprenderá básicamente 6 niveles de seguridad.

- Primer nivel de seguridad, se implementaran sensores de presencia o movimiento debido a la presencia de gran cantidad de equipos electrónicos, con el fin de avisar lo más rápido posible a las autoridades.
- Segundo nivel de seguridad, se implementarán detectores de sustancias peligrosas (sensores de Dióxido de Carbono y Oxígeno)
- Tercero nivel de seguridad, se instalaran sensores de humedad
- Cuarto nivel de seguridad, se implementarán sensores de temperatura.
- Quinto nivel de seguridad conjuntamente con los anteriores, se implementarán actuadores y relés con la capacidad de activar elementos como luces y alarmas.

La Unidad Central de Control estará comandado por el microcontrolador PIC 18F4620, dicho modulo estará ubicado en el laboratorio de Conectividad Óptica.

La instalación de los módulos estará ubicados de tal forma que cubra todos los puntos de los laboratorios, sin dejar ningún espacio libre.

El uso del protocolo ZigBee y demás dispositivos, permitirá un bajo consumo de energía lo que reduce costos de mantenimiento. Dichos dispositivos deben ser seleccionados de tal manera que cumplan los requerimientos necesarios.

#### **2.1.3.2. Alcance del proyecto**

- Se ha elegido como beneficiario a la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Nacional de Avellaneda, universidad pública de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.
- Este proyecto realiza la implementación de un Sistema Domótico que permitirá interconectar 6 laboratorios de la Carrera de Ingeniería Informática de la UNDAV, empleando un microcontrolador PIC 18F4620 y que se comunique a los nodos remotos con el protocolo ZigBee.
- El sistema creado debe tener la posibilidad de ser controlado remotamente (mediante una PC u otros dispositivos con conexión a Internet), para ello el sistema debe estar conectado a la red.

#### **2.1.3.3. Limitaciones del proyecto**

Para el desarrollo del Proyecto se tiene las siguientes limitaciones:

- Es importante señalar que el proyecto que describimos en esta Carpeta de Gestión no se implementará en la vida real ni pretende ser la solución final de la problemática descrita en puntos anteriores, sino que servirá como base para que después otras empresas o instituciones implementen sus proyectos tomando como ejemplo lo que se plantea aquí.
- Horario de trabajo de lunes a viernes
- Culminar el proyecto en 64 días (3 meses aprox.)
- El proyecto no incluye la reordenación de los equipos electrónicos y el amueblamiento de los laboratorios.

### 2.1.3.4. Restricciones

Las restricciones que se presentan son los siguientes:

- Tiempo: El proyecto no se podrá posponer más de la fecha establecida, debe quedar implementado el 1 de diciembre del 2017
- El PM del proyecto es la persona encargada de aprobar los entregables y el único con facultades para autorizar cambios y modificaciones en las propuestas.
- Los Proveedores de los componentes, deben acreditar experiencia en este tipo de plataformas.

### 2.1.4. Fases del proyecto

Nuestro proyecto tiene 7 fases, cada Fase se ejecutará como un sub proyecto. En el capítulo de “**Gestión del Alcance del Proyecto**” se describe con más detalle la EDT y la descripción de cada una de las fases.

Tabla 8.1: Fases del proyecto

Nº Fase	Nombre
Fase 1	Gestión del proyecto
Fase 2	Definición del sistema
Fase 3	Diseño
Fase 4	Programación y comprobación de equipo
Fase 5	Desarrollo del Producto
Fase 6	Implementación
Fase 7	Puesta en marcha de la red

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### 2.1.5. Cronograma de hitos

Para establecer fechas se ha utilizado el programa Gantt Project. El proyecto constará de 7 hitos y quedarán resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 8.2: Cronograma de Hitos más importantes del proyecto

HITOS DEL PROYECTO	
Nº de Hito	Descripción del Hito
Hito 1	Inicio del proyecto
Hito 2	Aprobación propuesta de ingeniería
Hito 3	Pedido de compra
Hito 4	Validación de compras
Hito 5	Aceptación final
Hito 6	Cierre del proyecto

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### 2.1.6. Recursos Humanos del Proyecto

Tabla 8.3: Recursos Humanos del proyecto

RR. HH.
<b>PM</b>
<b>Ingeniero de Software</b>
<b>Ingeniero Sistemas Embebidos</b>
<b>Administrativo</b>

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### 2.1.7. Riesgos

Para llevar a cabo la identificación de riesgos se hizo mediante el equipo de proyecto que incluyen: equipo general del proyecto, directores de proyecto y los interesados. En el capítulo de “**Gestión de Riesgos**” describimos con más profundidad este tema, donde hablamos de La Estructura de Desglose de Riesgos (RBS), Análisis Cualitativo de los Riesgos y Matriz de Priorización de Riesgos.

#### Riesgos técnicos, de calidad o de rendimiento

- Cambios de la tecnología utilizada durante el proyecto
- Roturas de cualquier componente electrónico que intervenga en la ejecución de las tareas
- No cumplir con los criterios de calidad

#### Riesgos en la Dirección

- Incumplimiento del cronograma estimado.
- Demora en la planificación del proyecto.

#### Riesgos organizacionales

- Interrupción del financiamiento del proyecto para priorizar otros proyectos.
- Recurso económico estimado insuficiente
- Recursos no disponibles

#### Riesgos externos

- Huelgas, paros naciones que afecten a los interesados y al equipo del proyecto.
- Riesgo de Robo o pérdida de equipos por falta de seguridad en la zona
- Incremento del tipo de cambio del dólar.

### 2.1.8. Organigrama del proyecto

El Organigrama del proyecto se definirá en el capítulo “**Gestión de Recursos Humano**”. Donde podremos ver que hay tres niveles, todos ellos presididos por el PM del proyecto.

### 2.1.9. Entrega del Acta de Constitución

En este punto se da la aprobación del acta de Constitución del Proyecto.

Tabla 8.4: Aprobación del acta

Cargo	Nombre
<b>Gerente del proyecto</b>	PM
<b>Cliente</b>	UNDAV

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

# GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

La Gestión del Alcance del Proyecto según el PMBOK incluye todo el trabajo requerido para completar con éxito el proyecto.

## 3.1. Definir el Alcance del proyecto

### 3.1.1. Alcance

Para el desarrollo del Proyecto se tiene el siguiente alcance, además de los que se describieron en el Acta de Constitución del Proyecto.

- Poner en marcha un Sistema de Sensores Inalámbricos que envíe y reciba datos de los 6 laboratorios de la Universidad Nacional de Avellaneda, y que a su vez sea controlado desde el laboratorio de Conectividad Óptica empleando el microcontrolador PIC 18F4620.
- Desarrollo de un servidor para la recepción y almacenamiento de datos y que ofrezca servicios necesarios para su monitorización y control remoto.
- Diseño de una página web en PHP y HTML y una base de datos en MySQL que permitan al usuario interactuar con los diferentes dispositivos de la red domótica.

### 3.1.2. Limitaciones

Para el desarrollo del Proyecto se tiene las siguientes limitaciones, además de las limitaciones que se describieron en el Acta de Constitución del Proyecto:

- Es importante señalar que este proyecto no se implementará en la vida real ni pretende ser la solución final de la problemática descrita en puntos anteriores. Sino, se darán algunas recomendaciones a la hora de desarrollar el prototipo del Sistema.
- El proyecto no incluye la entrega de equipos como: Servidor para administrar la red.
- Los traslados/viáticos del personal que hará la programación, no son parte del proyecto.
- Tras la creación de este prototipo, se espera que posteriores trabajos puedan continuar con el desarrollo de este trabajo tecnológico.

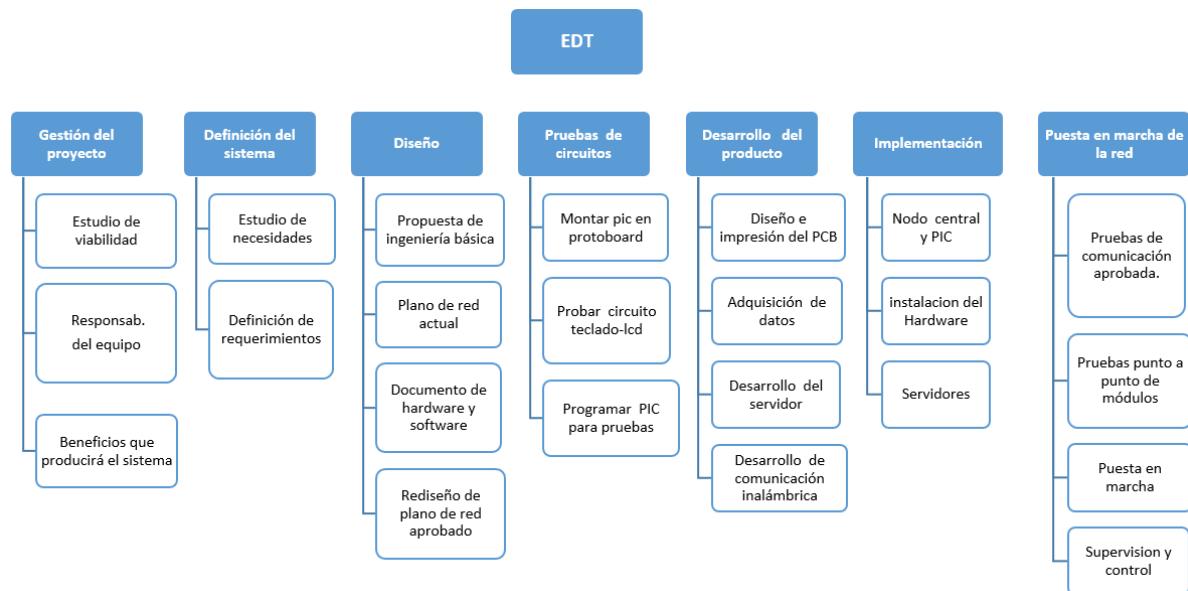
### 3.2. Recopilación de Requerimientos

Aclaramos que estos requerimientos no fueron solicitados ni requeridos por las autoridades, sino que usamos este modelo como base para desarrollar nuestro proyecto. Por este motivo se creyó conveniente recopilar información que esté relacionada con los hábitos reales.

- Se deberá fabricar un producto de calidad para cada laboratorio.
- El Sistema Central de Control deberá estar en el laboratorio de Fibra Óptica, y el microcontrolador debe ser del fabricante Microchip.
- Se deberá instalar dispositivos para la medición de temperatura, sensores de detección de personas, un sistema capaz de detectar sustancias peligrosas y todo ello conectado a una alarma para dar aviso a las autoridades correspondientes.
- La Red de Sensores Inalámbricos debe ser escalable

### 3.3. Estructura de Desglose de Trabajo

A continuación mostramos la EDT del proyecto en el que se identificarán todos los entregables necesarios para completar el proyecto. Para alcanzar el objetivo principal el proyecto se va a seguir una estructura ordenada en 7 fases principales.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.3: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

La EDT es el punto de partida para empezar a definir actividades y tareas. A continuación describimos cada una de ellas.

**Fase I: Gestión del proyecto,** en esta fase se describirá el estudio de viabilidad, definición y responsabilidades del equipo además del estudio de los beneficios que producirá al desarrollar el proyecto.

**Fase II: Definición del sistema,** en esta fase se realizará el estudio de necesidades del cliente, el alcance, limitaciones y los requerimientos del proyecto. Además se realizará la elaboración de propuesta de ingeniería.

**Fase III: Diseño,** en esta fase se desarrollan la propuesta de ingeniería básica y la propuesta de detalle, describimos la ubicación de los módulos a conectarse, Planos de los laboratorios y del sistema, Diagrama de bloques, esquemas y dibujos, simulación del circuito, y presentación de documentos de Hardware y Software aprobados.

**Fase IV: Programación y comprobación de los equipos en protoboard,** en esta fase se realiza la recepción de compras, montamos los equipos en protoboard y programamos los microcontroladores para las pruebas correspondientes.

**Fase V: Desarrollo del producto,** diseño e impresión del PCB, soldadura de los componentes, arquitectura de hardware, código de módulos remotos y Unidad Central, desarrollo del servidor, desarrollo interfaz de aplicación, desarrollo de comunicación inalámbrica.

Dicha fase no se ejecutará en tiempo real, solo se explicarán los pasos a seguir y la metodología que habría que emplear si se llevase a cabo el proyecto.

**Fase VI: Implementación,** en esta fase se realiza la Instalación de la Unidad Central de Control y las Unidades Remotas, instalación del Hardware, Software.

Dicha fase no se ejecutará en tiempo real, solo se explicarán los pasos a seguir y la metodología que habría que emplear si se llevase a cabo el proyecto.

**Fase VII: Puesta en marcha de la red,** en ésta última fase se realizan las pruebas de comunicaciones entre módulos de todos los laboratorios, pruebas punto a punto de todos los nodos, supervisión y Control, curso de capacitación.

Dicha fase no se ejecutará en tiempo real, solo se explicarán los pasos a seguir y la metodología que habría que emplear si se llevase a cabo el proyecto.

# GESTIÓN DEL TIEMPO

Una vez realizada el Acta de Constitución del proyecto, de haber definido los entregables y sus correspondientes fases de trabajo, el siguiente paso es planificar la Gestión del Tiempo, donde realizamos el Diagrama de Gantt, fases, hitos y tareas que se van a llevar a cabo en el proyecto. Además vamos Calcular el Camino Crítico y el Diagrama PERT.

### 4.1. Diagrama de GANTT

Hemos realizado un diagrama de Gantt que se adjunta a continuación con una programación aproximada. Dicha programación puede verse modificada según los problemas que vayamos encontrando o los plazos de entrega del proyecto.

En la figura 8.4: se muestra el diagrama de Gantt

### 4.2. Diagrama PERT

Para el desarrollo del cronograma se va a utilizar la técnica PERT-CPM. Sus objetivos serán mostrar un proyecto de forma gráfica y relacionar sus componentes de tal forma que se pueda determinar cuáles son las tareas cruciales para la finalización del proyecto.

En la Figura 8.5: se muestra el diagrama Pertt

### 4.3. Lista de Hitos

Los hitos más significativos del proyecto, corresponden a la fecha de fin de cada fase y otros eventos significativos como el fin del producto y la documentación.

- El Contrato establece un plazo de ejecución del Proyecto de 30 días útiles.
- Inicio del Proyecto: 04/09/2017
- Fin del Proyecto : 01/12/2017

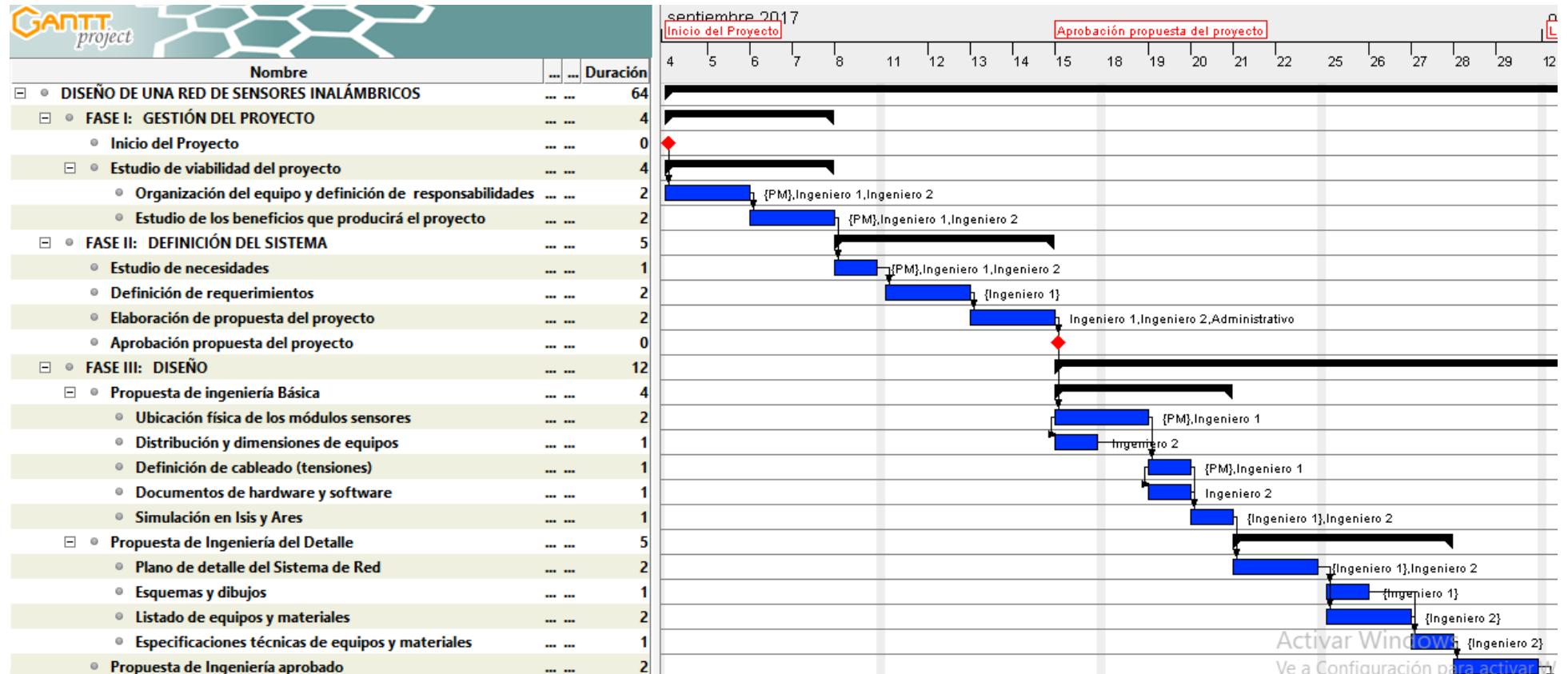
El proyecto consta de 7 hitos y quedarán resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 8.5: Cronograma de Hitos más importantes del proyecto

HITOS DEL PROYECTO		
Nº de Hito	Descripción del Hito	Fecha
<b>Hito 1</b>	Inicio del proyecto	04-09-2017
<b>Hito 2</b>	Aprobación propuesta de ingeniería	15-09-2017
<b>Hito 3</b>	Listado final de equipos (pedido de compra)	02-10-2017
<b>Hito 4</b>	Validación de compras	17-10-2017
<b>Hito 5</b>	Aceptación preliminar	20-11-2017
<b>Hito 6</b>	Aceptación final	29-11-2017
<b>Hito 7</b>	Cierre del proyecto	01-12-2017

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

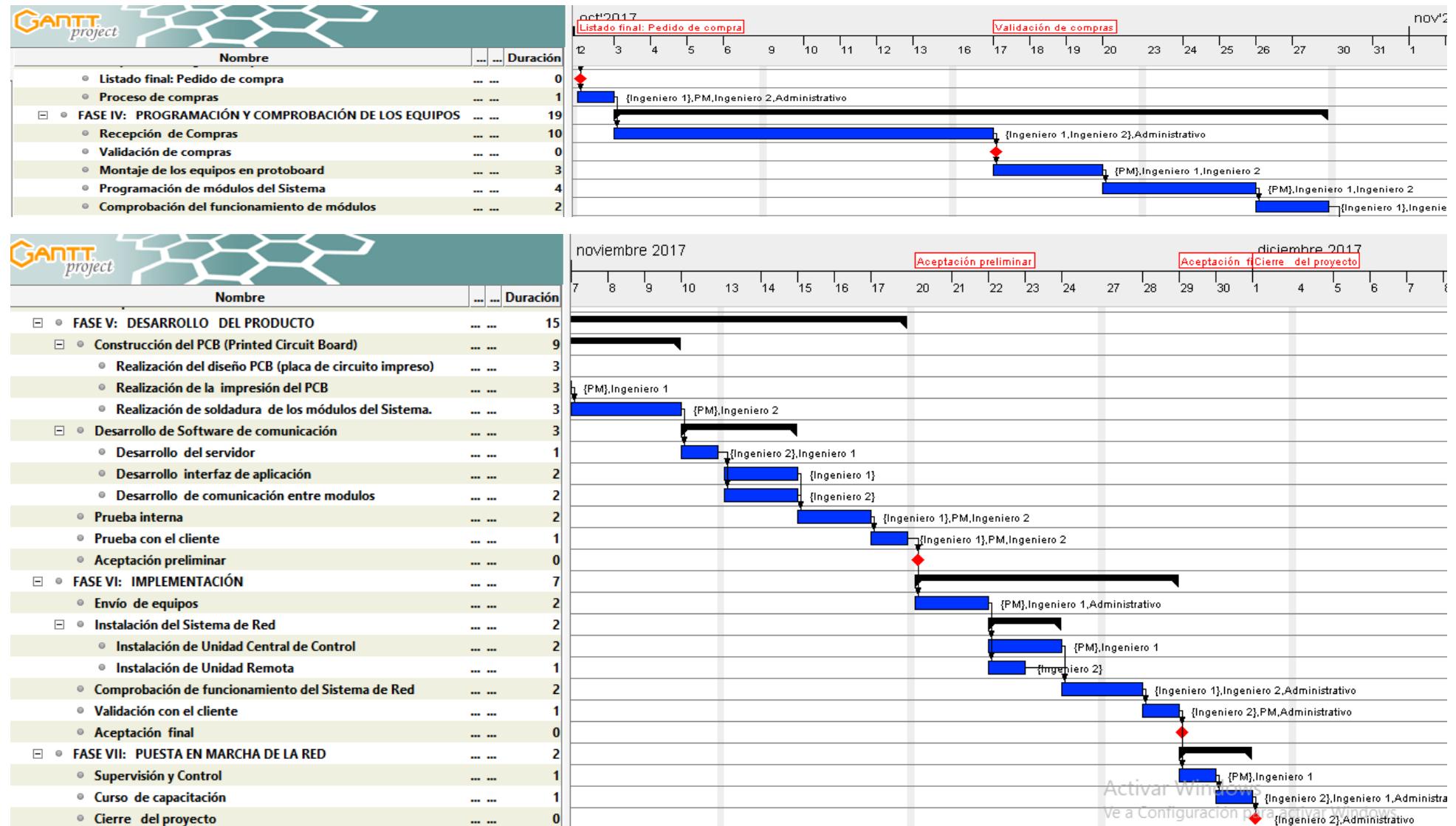
### Diagrama GANTT



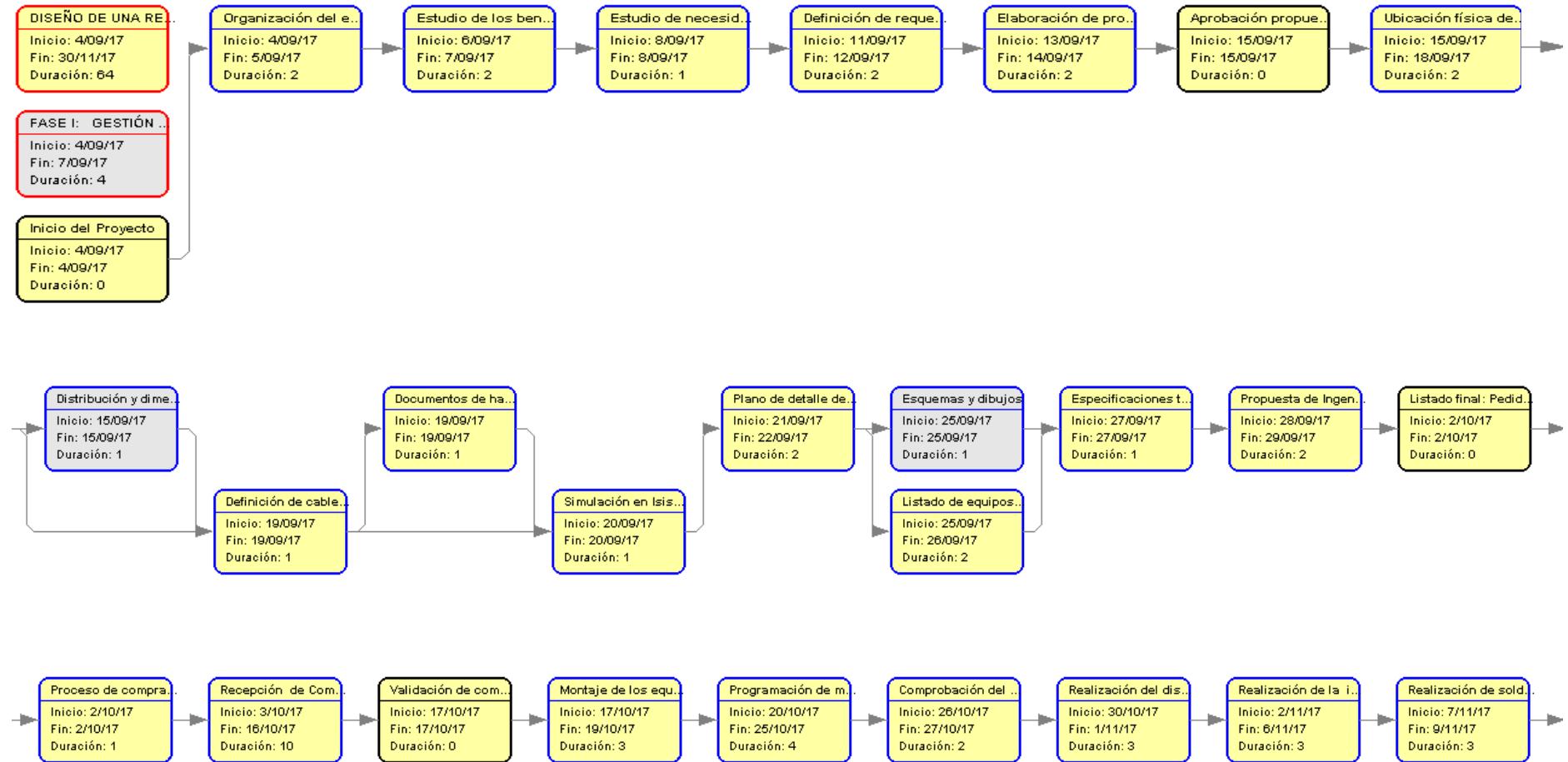
© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.4: Diagrama de GANTT

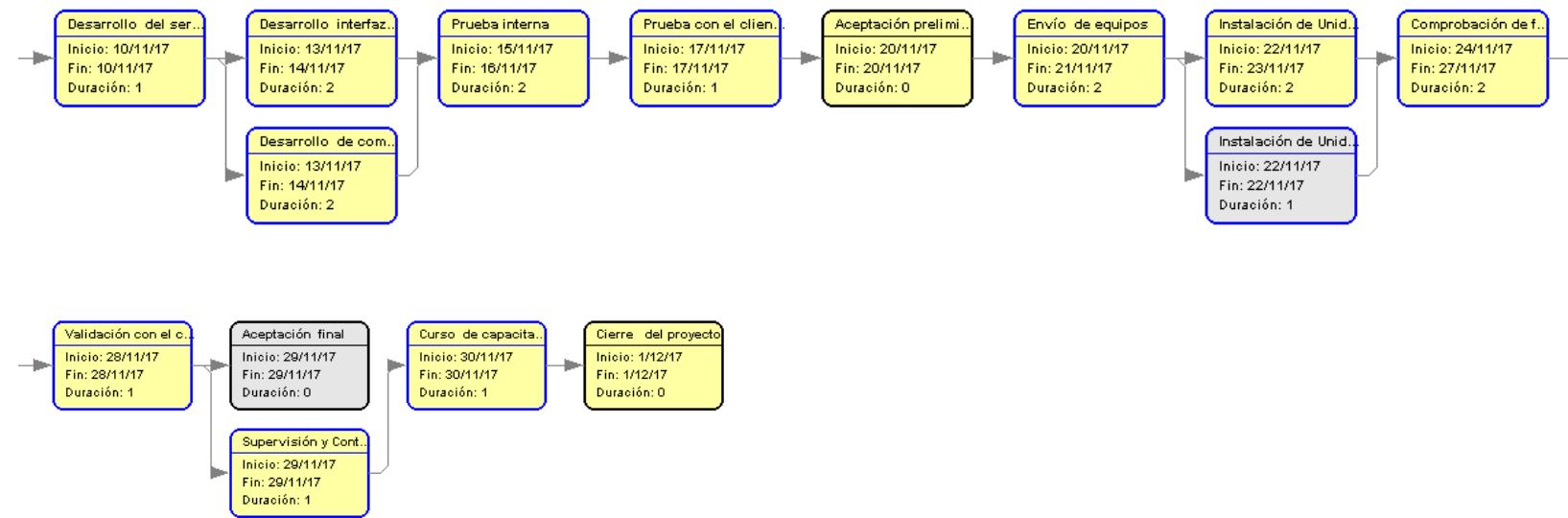
Continúa en la siguiente página



### Diagrama PERT



Continúa en la siguiente página



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.5: Diagrama PERT

#### 4.4. Camino Crítico

En la siguiente tabla se describe el Camino Crítico

Tabla 8. 6: Camino Crítico

CAMINO	TAREA	DURACIÓN Mínima
<b>Inicio del Proyecto</b>		
<b>1</b>	Estudio de viabilidad del Proyecto	4
<b>2</b>	Estudio de necesidades	1
<b>3</b>	Definición de requerimientos	2
<b>4</b>	Elaboración de propuesta del proyecto	2
<b>5</b>	Propuesta de ingeniería Básica	4
<b>6</b>	Propuesta de Ingeniería del Detalle	5
<b>7</b>	Propuesta de Ingeniería aprobado	2
<b>8</b>	Proceso de compras	1
<b>9</b>	Recepción de Compras	10
<b>10</b>	Montaje de los equipos en protoboard	3
<b>11</b>	Programación de módulos del Sistema	4
<b>12</b>	Comprobación del funcionamiento de módulos	2
<b>13</b>	Construcción del PCB (Printed Circuit Board)	9
<b>14</b>	Desarrollo de Software de comunicación.	3
<b>15</b>	Prueba interna	2
<b>16</b>	Prueba con el cliente	1
<b>17</b>	Envío de equipos	2
<b>18</b>	Instalación del Sistema de Red	2
<b>19</b>	Comprobación de funcionamiento del Sistema de Red	2
<b>20</b>	Validación con el cliente	1
<b>21</b>	Supervisión y Control	1
<b>22</b>	Curso de capacitación	1
<b>Cierre del Proyecto</b>		

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Tiempo más breve en que se podría terminar el proyecto = 64 días

**5**

# GESTIÓN DE COSTOS

En este apartado se va a llevar a cabo la planificación, estimación de costo y del presupuesto de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Además se incluirán los costes directos e indirectos y los costes de operación.

## 5.1. Lista de Componentes

### Componentes de Unidad Remota

- ◆ Sistema de detección de Dióxido de Carbono
  - Sensor de Dióxido de Carbono: MG811
  - Amplificador Operacional LM324
  - Resistencia
  - Leds
- ◆ Sistema de detección de Oxígeno
  - Sensor de Oxígeno O2/M-100 Membrapor
  - Amplificador Operacional LM324
  - Resistencias
  - Leds.
- ◆ Sistema de detección de Temperatura
  - Sensor De Temperatura LM35
  - Resistencias
  - Leds
- ◆ Sistema de detección de Humedad
  - Sensor HIH-5030-001
  - Resistencias
  - Leds
- ◆ Sistema de detección de Luminosidad
  - Sensor LDR C2795.
  - Optoacoplador NPN 4N25.
  - Triac L601B6.
  - Resistencias
  - Leds
- ◆ Sistema de detección de Movimiento
- ◆ Módulos Xbee Wire Antena (nodos)
- ◆ Módulos Relé
- ◆ Fuente de Alimentación.

### Componentes de Unidad Central

- ◆ Plataforma WiNoM
  - PIC 18F4620
  - Shield para modulo XBee
  - Modulo RF XBee Chip Antena (coordinador)
  - LCD
  - Modem GSM SIM 900
  - Buzzer
  - Regulador lineal
  - Conectores de expansión
  - Unidad de Potencia
  - Leds
  - Resistencias
- ◆ Cable USB
- ◆ Cable de comunicación serial
- ◆ Alarma sonora
- ◆ Protoboard
- ◆ Multímetro
- ◆ Otros materiales
  - Cables, estano, conectores y otros elementos.

### 5.2. Proveedores

Se ha decidido hacer el presupuesto en base a precios de tiendas electrónicas como “amazon” o “ebay” la principal razón es que los mismos dispositivos aquí en el Argentina superar del 50al 80% en promedio de su valor original.



Figura 8.6: Logo de tiendas electrónicas

### Criterios de selección

Los equipos seccionados pertenecen a la familia Microchip Technology, Digi XBee, Honeywell, Hitachi, Libelium, etc. Las cuales son empresas que diseñan y fabrican microcontroladores, memorias, semiconductores, hardware y software para la implementación de proyectos de electrónica y redes de sensores inalámbricos.





Figura 8.7: Logo de las empresas proveedoras

Estas empresas cumplen con los requerimientos que se necesitan para la implementación de nuestra red, además estas brindan un soporte técnico donde puede interactuar con el usuario final y tratar de resolver las dudas que se presenten a futuro.

### 5.3. Costes del Proyecto

#### 5.3.1. Costes de la Unidad Central

Tabla 8.7: Costes de la Unidad Central

Concepto	Cantidad	Precio/unidad	Subtotal
Pic18F4620	1	4.5	4.5
Shield para módulo XBee emisor	1	4.5	4.7
Chips transmisión/ recepción RF XBee	1	26	26
LCD	1	1.25	2
Modem GSM SIM 900	1	15	15
Cable USB	1	2.5	2.7
Cable de comunicación serial	1	1.6	1.6
Alarma sonora	3	10	30
Regulador Lineal	1	6	6
Protoboard	1	2.2	2.5
Multímetro	1	8	8
Buzzer	1	1	1
TOTAL			104 USD

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

#### 5.3.2. Costes de la Unidad Remota

Tabla 8.8: Costes de la Unidad Remota

Concepto	Cantidad	Precio/unidad	Subtotal
Sistema de detección de Dióxido Carbono	2	37.50	75
Sistema de detección de Oxígeno	6	1.5	9
Sistema de detección de Temperatura	6	3.50	21
Sistema de detección de Humedad	3	10	30
Sistema de detección de Luminosidad	3	8.60	25.8
Sistema de detección de Movimiento	6	1.20	7.2
Módulos de transmisión RF XBee	4	50	200
Modulo Relé	6	6	36
Fuente de alimentación	5	7	35
TOTAL			364 USD

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### 5.3.3. Otros costes de materiales

Tabla 8.9: Costes de otros materiales

Concepto	Cantidad	Precio/unidad	Subtotal
Licencia del software PROTEUS	1	982	982
Computadora Personal	1	600	600
Otros gastos: Cables, pulsadores, conectores.	1	30	30
<b>TOTAL</b>		<b>1882 USD</b>	

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### 5.3.4. Costes en Recursos Humanos

En este apartado se describen los costes correspondientes al personal humano. Se ha considerado un total de 4 personas que trabajarán durante 64 días. La siguiente tabla describe los costos de Recursos Humanos.

Tabla 8.10: Costes de Recursos Humanos

Concepto	Días	Subtotal
<b>Coste de mano de obra</b>	64	2308
<b>TOTAL</b>		<b>2308 USD</b>

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

### 5.3.5. Costes indirectos

Aquí incluiremos los costes indirectos del equipo del proyecto, se calcularan sobre el total de los Costes directos. Estos habitualmente están asociados a gastos de oficina, gastos de impresión, materia informático, reparaciones y amortizaciones, etc.

Tabla 8.11: Costes Indirectos

Concepto	Subtotal
Material de oficina y reparaciones (Costes dir. de 3%)	600
<b>TOTAL</b>	<b>600 USD</b>

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Los gastos como: Traslado de equipos, Combustible, edificio, luz, agua, gas, teléfono, vigilancia y servicios de gestión estarán a cargo de la Universidad Nacional de Avellaneda.

## 5.4. Presupuesto total

### 1. Costes de ejecución de Material

➤ Fabricación electrónica Unidad Remota	364
➤ Fabricación electrónica Unidad Central	104
➤ Licencia del software Proteus	982
➤ Computadora Personal	600
➤ Otros gastos	30

### 2. Costes Recursos Humanos

➤ 64 días en total	2308
--------------------	------

### 3. Costes Indirectos

➤ Material de oficina y reparaciones	150
--------------------------------------	-----

### 4. Subtotal del presupuesto

➤ Subtotal del presupuesto	4538
----------------------------	------

### 5. IVA aplicable

➤ 21% Subtotal Presupuesto	952.98
----------------------------	--------

### 6. Total presupuesto

➤ Total Presupuesto	5490.98 USD
---------------------	-------------

## 5.5. Venta y Margen de Ganancia

Para obtener una ganancia, el proyecto se venderá en un 25% del total

Tabla 8.12: Margen de ganancia

<b>Venta</b>	<b>6974 USD</b>	
<b>Egresos</b>	<b>Márgenes</b>	<b>Ganancia</b>
<b>5490.98 USD</b>	<b>1483.02 USD</b>	<b>21.3%</b>

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

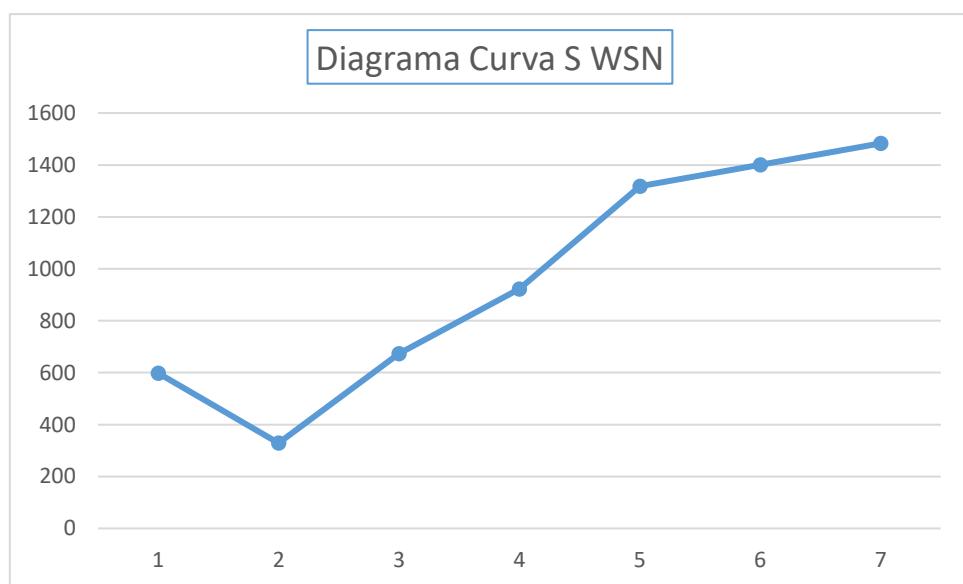
## 5.6. Flujo de Caja

COSTES EN GENERAL	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE			
	4/9/2017	15/9/2017	2/9/2017	17/10/2017	20/11/2017	29/11/2017	1/12/2017
<b>I.- GASTOS DIRECTOS DE EJECUCIÓN</b>							
Fabricación electrónica Unidad Remota			364				
Fabricación electrónica Unidad Central			104				
Licencia del software Proteus		982					
Computadora Personal		600					
Otros gastos		30					
<b>II.- GASTOS DIRECTOS DE PERSONAL</b>							
Costos de Recursos Humanos	350	350	350	350	508	200	200
<b>III.- COSTES INDIRECTOS</b>							
Material de oficina y reparaciones	20	20	20	20	30	20	20
<b>COSTOS DIRECTOS</b>	350	1932	848	350	508	200	200
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>	20	20	20	20	30	20	20
Sub Total Egresos	370	1952	868	370	538	220	220
IVA (21%)	77,7	409,92	182,28	77,7	112,98	46,2	46,2
Total Egresos Quincenales	447,7	2361,92	1050,28	447,7	650,98	266,2	266,2
Total Egresos Mensuales		2809,62		1497,98		917,18	266,2
Egresos Acumulados	447,7	2809,62	3859,9	4307,6	4958,58	5224,78	5490,98
<b>Hitos de Pago</b>	<b>6974</b>	<b>1046,1</b>	<b>2092,2</b>	<b>1394,8</b>	<b>697,4</b>	<b>1046,1</b>	<b>348,7</b>
	0,15	0,3	0,2	0,1	0,15	0,05	0,05
<b>Ingresos/ Pagos Acumulados</b>	<b>1046,1</b>	<b>3138,3</b>	<b>4533,1</b>	<b>5230,5</b>	<b>6276,6</b>	<b>6625,3</b>	<b>6974</b>
<b>Neto Caja</b>	<b>0</b>	<b>598,4</b>	<b>328,68</b>	<b>673,2</b>	<b>922,9</b>	<b>1318,02</b>	<b>1400,52</b>
							<b>1483,02</b>

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.8: Flujo de Caja del proyecto

## 5.7. Curva S del proyecto



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.9: Grafico del flujo de caja WSN

# GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

Dentro del plan de Recursos Humanos se identifica y documenta las funciones, las responsabilidades y el nivel de autoridad, también se plantea un organigrama de tipo jerárquico y un plan de gestión del personal

## 6.1. Recursos Humanos

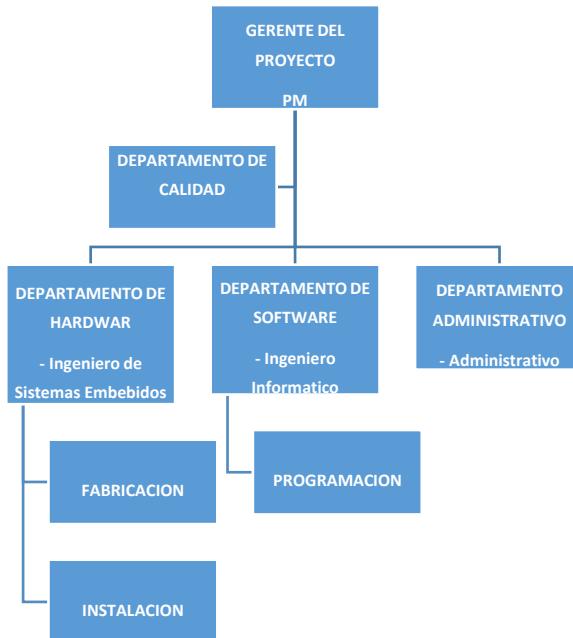
Para el proyecto se ha identificado los recursos humanos de la siguiente manera

Tabla 8.13: Plan de Gestión de los Recursos Humanos

ID	Cargo	Código	Correo electrónico	Tarifa estandar \$
1	Gerente de Proyecto	PM	<a href="mailto:pm@domotica.com">pm@domotica.com</a>	18
2	Ingeniero Sistemas Embebidos	ISE	<a href="mailto:ise@domotica.com">ise@domotica.com</a>	14
3	Ingeniero Informático	II	<a href="mailto:is@domotica.com">is@domotica.com</a>	14
6	Administrativo	C	<a href="mailto:a@domotica.com">a@domotica.com</a>	8

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

## 6.2. Organigrama del Equipo del Proyecto



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.10. Organigrama del equipo de Proyecto

### 6.3. Roles y responsabilidades

En la siguiente sección, se detallan los roles que desempeñan.

#### Gerencia Del Proyecto:

##### *Responsabilidades:*

- Realizar la Reunión de Coordinación Semanal
- Elaborar el Informe de Cierre del proyecto
- Negociar y firmar Contrato con el cliente
- Negociar y firmar Contrato con los trabajadores
- Elaborar los Informes Mensuales del Servicio que se deben enviar al cliente
- Elaborar el Informe Final del Servicio que se envía al cliente

##### *Funciones:*

- Controlar el proyecto
- Cerrar el proyecto
- Ayudar a Gestionar los temas contractuales con el cliente
- Gestionar los recursos del proyecto
- Solucionar problemas y superar obstáculos del proyecto
- Decidir sobre la programación detallada de los recursos humanos y materiales asignados al proyecto

#### Ingeniero Electrónico:

*Conocimientos:* Principal responsable Del éxito del proyecto. Esta certificado en el estándar PMI, con habilidades de administración y economía, dominio en desarrollo de software y hardware, fabricación de PCB, calidad e instalaciones de sensores.

#### Departamento de Calidad

##### *Responsabilidades:*

- Dirigen pruebas de laboratorio que verifiquen cumplimiento de estándares de calidad
- Supervisión del cumplimiento de este Plan de Calidad y del Plan de Gestión Medioambiental.
- Verificar que los documentos cumplan con la normativa establecida para la elaboración, comprobación, simulación y fabricación.
- Supervisión de la Compra de Materiales verificando que se incluyen los registros de calidad exigidos.
- Supervisar las actividades de prevención de riesgos laborales y de salud en el trabajo.
- Formar todo el equipo del proyecto.

## Departamento del Hardware

### *Responsabilidades:*

- Informará al Jefe de Proyecto de todos los cambios en el hardware que se produzca.
- Disponer por escrito de los números y modelos de los integrados, microcontroladores, etc.
- Ayudar al Gerente del Proyecto en la ejecución del proyecto
- Apoyar en el control de calidad de los materiales que se utilizarán
- Responsable de las tareas de Ingeniería del hardware
- Vigilar que el proyecto se desarrolle de acuerdo a los requerimientos del cliente.
- Elaboración de informes y actas.

### *Ingeniero de Sistemas Embebidos:*

*Conocimientos:* especialista en fabricación y desarrolla de circuitos electrónicos. Ingeniería básica del proyecto. Tiene experiencia en la implementación de microcontroladores y configuración de redes de sensores inalámbricos.

## Departamento de Software

### *Responsabilidades:*

- Desarrollo/ control de los desarrollos y modificaciones software del proyecto.
- Proponer a la dirección facultativa soluciones a problemas concretos de Software, elaborando la documentación correspondiente.
- Ayudar en la solución de problemas que puedan presentarse durante el desarrollo del proyecto
- Elaboración de matrices, diagramas y organigrama.

### *Ingeniero Informático:*

*Conocimientos:* Especialista en programación, tiene capacidad para analizar, diseñar, crear y probar sistemas informáticos y de software. Tiene experiencia en aplicaciones y configuración de servidores.

## Departamento de Administración

### *Responsabilidades*

- Es la persona que se encargará de realizar la convocatoria de personal
- Responsable de controlar los recursos humanos, materiales y maquinaria se encargará de comunicar al personal del proyecto, las reglas básicas de la empresa, así como la política de reconocimientos y recompensas
- Evalúa el rendimiento del personal contratado.

### *Contador:*

*Conocimientos:* Experiencia en el campo de la contabilidad y Recursos Humanos, tiene conocimientos en entorno Office, manejo de Excel, uso de las TICS, etc.

# GESTIÓN DE RIESGOS

En este apartado se llevará a cabo la identificación y análisis de los riesgos del proyecto.

## 7.1. Identificación de los Riesgos

### Riesgos técnicos, de calidad o de rendimiento

- Confianza en tecnología no probada o compleja.
- Cambios de la tecnología utilizada durante el proyecto
- Roturas de cualquier componente electrónico que intervenga en la ejecución de las tareas
- No contar con la suficiente experiencia para trabajar con el Protocolo ZigBee (IEEE 802.15.4)
- Adquirir componentes de alta tecnología próximas a ser sistemas obsoletos
- No cumplir con los criterios de calidad

### Riesgos en la Dirección (gestión)

- Incumplimiento del cronograma estimado.
- Riesgo de accidentes en la ejecución de obra.
- Mala interpretación de los requerimientos y expectativas del cliente.
- Demora en la planificación del proyecto.
- Posibilidad de que surjan requerimientos adicionales después de la elaboración de la propuesta de ingeniería básica

### Riesgos organizacionales

- Interrupción del financiamiento del proyecto para priorizar otros proyectos.
- Recurso económico estimado insuficiente
- Recursos no disponibles
- No identificar los requerimientos que deben ser atendidos con prioridad
- Cambio de personal dentro del equipo de proyecto
- Mal manejo logístico en compras

### Riesgos externos

- Huelgas, paros naciones que afecten a los interesados y al equipo del proyecto.
- Los riesgos por desastres naturales tales como terremotos o inundaciones.
- Incumplimiento de los proveedores en fechas de implementación
- Demora en el suministro de material
- Riesgo de Robo o pérdida de equipos por falta de seguridad en la zona
- Incremento del tipo de cambio del dólar.

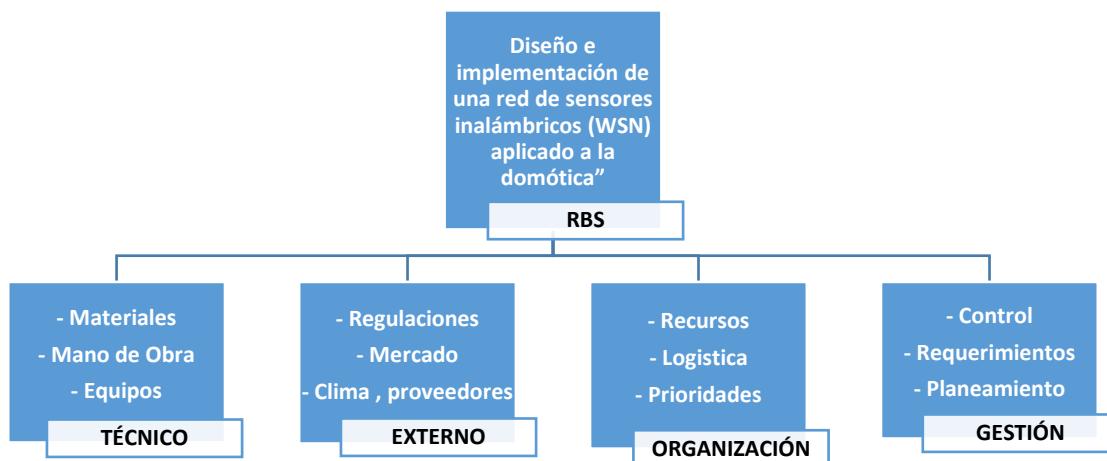
## 7.2. Categorización de los Riesgos en el proyecto

La Estructura de Desglose de Riesgos (RBS), identifica y organiza por categoría y subcategoría los posibles riesgos.

La categorización de riesgos establece la siguiente calificación por cada tipo:

- **Técnico:** Incluyen tecnología, calidad, mano de obra y equipos.
- **Externo:** Incluye regulaciones, proveedores, mercado y clima.
- **Organización:** Incluye recursos, financieros, flujo de caja, logística y prioridades.
- **Dirección (Gestión):** Incluye planificación, control, requerimientos, alcance y comunicación.

RBS Categorías de Riesgo



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.11: La Estructura de Desglose de Riesgos

## 7.3. Análisis Cualitativo de los Riesgos

El objetivo del Análisis Cualitativo es aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos negativos en el proyecto.

Para determinar la probabilidad de ocurrencia designamos valores a los riesgos con porcentaje del 1 al 100%. Con estos dos datos se podrá llevar a cabo el análisis cualitativo y priorizar los riesgos que presenten mayor amenaza para el desarrollo del proyecto.

Tabla 8.14: Análisis Cualitativo de los Riesgos

ITEM	RIESGO POTENCIAL	IMPORTANCIA (%)
R-1	Perdida de información de algún código o archivo del proyecto.	90 %
R-2	Fallo en un elemento del hardware.	80%
R-3	Retraso de pedidos a proveedores.	70%
R-5	Huelgas, paros de la Universidad que afecten al proyecto.	56%
R-4	Incumplimiento del cronograma estimado.	45%
R-6	No cumplir con los criterios de calidad.	40%
R-7	Posibilidad de que surjan requerimientos adicionales	35%
R-8	Problemas en la estimación del tiempo.	30%
R-9	Cambio de personal dentro del equipo de proyecto	20%
R-10	Riesgo de accidentes eléctricos en la ejecución de obra	15%

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

De la tabla anterior se puede ver que tan solo 4 variables de los 10 riesgos superan el 50% mientras que 6 riesgos se encuentran por debajo del 50%.

### Nivel de Impacto

Para materializar el impacto de los riesgos sobre los objetivos de nuestro proyecto, traducimos numéricamente el nivel de impacto mediante un valor de *escala del 0 al 10*

En donde 0 implica que ese riesgo no repercutiría en los objetivos y 1 representaría un evento de enormes consecuencias para el proyecto

Escala del Nivel de Impacto acordado por el equipo del Proyecto es de: 0 al 10.

Figura 8.15: Nivel de Impacto

ITEM	RIESGO	NIVEL DE IMPACTO
R-1	Riesgo de accidentes eléctricos en la ejecución de obra	9
R-2	Cambio de personal dentro del equipo de proyecto	8
R-3	Problemas en la estimación del tiempo.	7
R-4	Posibilidad de que surjan requerimientos adicionales	6
R-5	No cumplir con los criterios de calidad.	6
R-6	Incumplimiento del cronograma estimado.	5
R-7	Huelgas, paros de la Universidad que afecten al proyecto.	4
R-8	Retraso de pedidos a proveedores.	3
R-9	Fallo en un elemento del hardware.	2
R-10	Perdida de información de algún código o archivo del proyecto.	2

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

#### 7.4. Matriz de Priorización de Riesgos

*Nivel de Riesgo = Probabilidad de Ocurrencia X Nivel de Impacto*

Tabla 8.16: Matriz de Probabilidad e Impacto de los riesgos

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	AMENAZAS					
	0.90	1.80	3.60	5.40	7.20	9
	0.80	1.60	3.20	4.80	6.40	8
	0.70	1.40	2.80	4.20	5.60	7
	0.56	1.12	2.24	3.36	4.48	5.6
	0.45	0.9	1.8	2.70	3.60	4.5
	0.40	0.8	1.6	2.40	3.20	4
	0.35	0.7	1.4	2.1	2.8	3.5
	0.30	0.6	1.2	1.8	2.4	3
	0.20	0.4	0.8	1.2	1.6	2
	0.15	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
		IN SIGNIFICANTE	MENOR	MODERADA	MAYOR	CATASTRÓFICA
		2	4	6	8	10
NIVEL DE IMPACTO						

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

	Riesgo muy grave. Requiere medidas preventivas urgentes. No se debe iniciar el proyecto sin la aplicación de medidas preventivas urgentes y sin acotar sólidamente el riesgo.
	Riesgo importante. Medidas preventivas obligatorias. Se deben controlar fuertemente las variables de riesgo durante el proyecto.
	Riesgo apreciable. Es posible introducir medidas preventivas para reducir el nivel de riesgo. Si no fuera posible, mantener las variables controladas.
	Riesgo marginal. Se vigilará aunque no requiere medidas preventivas de partida.

Figura 8.12: Colores para evaluar los riesgos

#### 7.5. Respuesta a los riesgos

Medidas preventivas urgentes que se deben tomar sobre los riesgos identificados, dependiendo la subdivisión donde se encuentre.

##### Riesgos técnicos, de calidad o de rendimiento

- Perdida de información de algún documento o archivo del proyecto.

*Acción:* La probabilidad es alta, existe la posibilidad de perder la información del disco duro por un error, o que la máquina física sea destruida debido a un accidente o por un robo.

Para reducir el impacto, todos los días se ha hecho una copia de seguridad de todo el material modificado.

- Fallo en un elemento del hardware.

*Acción:* La probabilidad es media y el impacto es medio o alto dependiendo el tipo de componente. En este caso, tendríamos que pedir el nuevo componente con un periodo de espera que puede variar entre algunos días. Para reducir el impacto cuando ocurra este riesgo, se han adquirido una unidad más de lo necesario, para todos los elementos de bajo coste y también para los elementos de importancia alta aunque el coste sea alto. Un componente es de importancia alta, si cuando falla, el sistema no puede seguir funcionando de ninguna manera.

- Cambios de la tecnología utilizada durante el proyecto.
- Adquirir componentes de alta tecnología próximas a ser sistemas obsoletos.

*Acción:* Monitoreo constante por parte del equipo de Gestión del Proyecto

- No cumplir con los criterios de calidad.

*Acción:* En las etapas de pruebas de las fases, serán monitoreados para que se cumplan con los criterios de calidad definidos y requeridos

- Posibilidad de que surjan requerimientos adicionales después de la elaboración de la propuesta de ingeniería básica:

*Acción:* Los requerimientos adicionales identificados en una fase posterior a la propuesta de ingeniería conceptual, no serán tenidos en cuenta para la ejecución dentro de este proyecto; deberá realizarse un nuevo proyecto que le de solución.

#### Riesgos en la gerencia de proyectos (gestión)

- Problemas en la estimación del tiempo.

*Acción:* La probabilidad de que las estimaciones de tiempo sean incorrectas es alta. Para reducir el impacto, se ha planificado el proyecto por fases, definiendo al inicio de cada fase los objetivos a cumplir, además de presentar períodos de contingencia, en caso de desviarse.

- Incumplimiento del cronograma estimado.

*Acción:* El cronograma es factible de modificación causada por varios sucesos. El equipo de Gestión del Proyecto será encargado de realizar las reprogramaciones del proyecto y PM de aprobarlas.

- Riesgo de accidentes eléctricos en la ejecución de obra

*Acción:* El responsable para tomar medidas es el PM, para esto se debe dar Capacitaciones en Seguridad al personal, charlas de 5 minutos antes de empezar los trabajos, uso de Equipos de Protección Personal, contar con un Supervisor de Seguridad.

- Mala interpretación de los requerimientos y expectativas del cliente, por problema de comunicación.

*Acción:* El responsable es el PM, se deben hacer reuniones semanales de coordinación entre el cliente y el equipo de proyecto, para revisar dichos requerimientos a través de comités de calidad, definir nuevos requerimientos del proyecto.

#### Riesgos organizacionales

- Abandono del proyecto por parte de un integrante del equipo Aplazar
- Cambio de personal dentro del equipo de proyecto

*Acción:* Coordinación rápida y oportuna con los interesados para poder dar continuidad al proyecto. Continuar con la realización del cronograma para no retrasar el proyecto.

- Recursos no disponibles.

*Acción:* El responsable es el PM, debe considerar más de un proveedor para los insumos que forman parte de las actividades del proyecto. Además de contar con personal de reclutamiento de mano de obra especializada y no especializada.

- Mal manejo logístico en compras

*Acción:* El responsable es el PM, debe incluir un personal exclusivo para el seguimiento de la logística.

#### Riesgos externos

- Demora en el suministro de material.

*Acción:* El responsable es el PM, debe considerar más de un proveedor, planificar la compra con bastante anticipación, establecer penalidades al proveedor para el caso de retrasos en el suministro.

- Huelgas, paros de la Universidad que afecten a los interesados y al equipo del proyecto.

*Acción:* Implementar procesos de sensibilización con los estudiantes, a través de audiencias y talleres, establecer una buena política de comunicación con las autoridades de la Universidad

# GESTIÓN INTERESADOS

En este punto se definirá a los principales Interesados internos y externos del Proyecto.

## 8.1. Interesados del proyecto

En nuestro proyecto tenemos 5 tipos de interesados

### ➤ **Equipo completo del Proyecto**

Los Miembros del equipo del proyecto son: Ingenieros, Técnicos, Secretaria, Departamento Jurídico, Contable, etc. Y Jefe de Proyecto, que es la persona responsable de dirigir el proyecto. El Jefe de Proyecto canaliza y supervisa el proyecto

### ➤ **Proveedores**

Los proveedores se encargarán del suministro y se relacionarán con el Jefe de Proyecto principalmente.

### ➤ **Cliente**

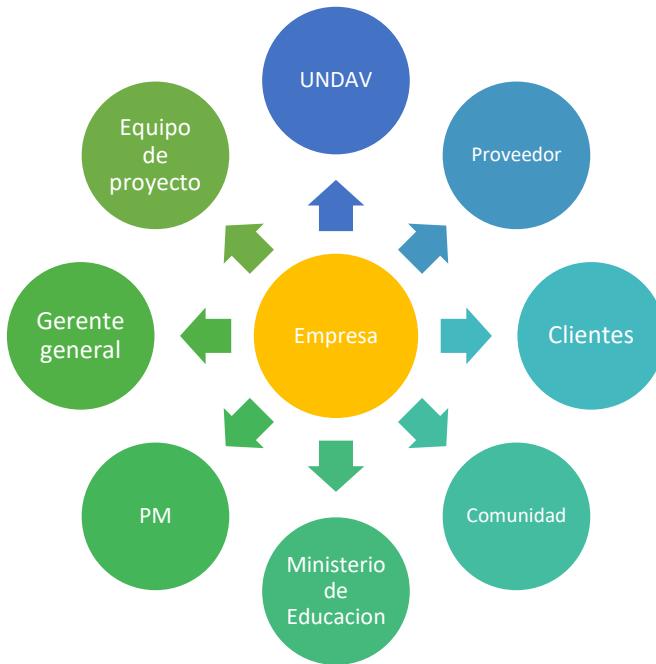
Es el usuario final que se beneficiará del servicio de transporte, en este caso es la UNDAV

### ➤ **Ministerio de Educación**

El Gobierno es el encargado de proporcionar los recursos financieros y para el proyecto. Participa junto a las autoridades de la UNDAV

### ➤ **Gobierno Municipal**

El Gobierno Municipal, no estando directamente relacionado con la adquisición o el uso del proyecto, ejerce una influencia positiva o negativa sobre el curso del proyecto.



© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Figura 8.13: Involucrados del Proyecto

## 8.2. Niveles de autoridad de los interesados

Se han definidos dos niveles de autoridad:

**Nivel Alto:** Interesados Clave con capacidad de influencia en las decisiones del Proyecto.

**Nivel Medio:** Interesados con capacidad de influencia en las decisiones del Proyecto, por debajo de los interesados clave, pero con capacidad de opinión y cierta influencia

En la siguiente tabla se muestran los requerimientos de los interesados

Item	Interesados	Requerimientos del proyecto	Nivel
1	Gerente general de la organización ejecutante	Cumplir con los objetivos del Plan establecido. Establecer oportunidades de negocio similar en otras ciudades. Ejecutar el Proyecto dentro de los estándares de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente de la organización. Cerrar el Proyecto con la satisfacción del cliente	Alto
2	PM del proyecto	Ejecutar el Proyecto dentro del plazo y presupuesto establecido. Recoger las lecciones aprendidas de otros proyectos para mejorar procedimientos. Brindar una buena imagen de una organización eficiente	Alto
3	Equipo completo del proyecto	Mantener a los interesados claves informados sobre el avance del proyecto. Cerrar el Proyecto con satisfacción del cliente, dentro del plazo y presupuesto establecido Documentar los procesos terminados Cumplir con las especificaciones técnicas de los productos.	Bajo
4	Cliente	Ser informados del avance del Proyecto y los hitos importantes dentro del Proyecto Recibir el Proyecto de acuerdo a los Requerimientos establecidos	Alto
5	Universidad Nacional de Avellaneda	Monitorear el avance del proyecto Supervisar que el Proyecto se ejecute de acuerdo a lo pactado	Alto
6	Ministerio de Educación	Estar informados acerca de la ejecución del Proyecto y los beneficios para la Universidad.	Alto
7	Población de la provincia de Avellaneda	Implementar un plan de cursos de extensión universitaria para la comunidad	Bajo

© 2017 Por Benjamín Chuquimango – Buenos Aires

Tabla 8.17: Requerimientos de los interesados



# CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS

## Conclusiones

Los objetivos descritos en este trabajo no se han podido cumplir todos ellos, debido a que este trabajo trato solamente del estudio y diseño de una red de sensores, sin llevarse a cabo la implementación y la puesta en marcha de la Red. Sin embargo se simulo el diseño adaptándole a la vida real.

Lo positivo de este trabajo ha sido de pertenecer al LASE (Laboratorio Abierto de Sistemas Embebidos) de la UNDAV, y adquirir experiencia en la programación de sensores y diferentes dispositivos en tiempo real, ya que no es lo mismo utilizar una simulación, que encontrarte con problemas reales.

La realización de este trabajo también me ha dado la oportunidad de adentrarme en el mundo de la domótica, permitiéndome conocer más acerca de los protocolos de comunicación, configuraciones y aplicaciones web.

## Líneas de trabajo futuras

Durante el transcurso del proyecto, han surgido nuevas ideas, que podrían ser implementadas en un desarrollo futuro, como por ejemplo:

Se pueden incluir múltiples sensores y actuadores utilizados para inundación para baños, o controles para abrir y cerrar puertas. También se podría añadir a todos los relés, sensores de potencia eléctrica para medir el consumo, y en función del precio eléctrico actual, elaborar múltiples estadísticas de consumo eléctrico.

Se pueden incluir cámaras de vigilancia utilizándolas con otro sensor para detectar movimiento mediante el procesamiento de imagen. Además de diseñar un sistema con el fin de respaldar las grabaciones de las últimas horas en el servidor.

# REFERENCIAS

- [1] Mario Rodríguez Cerezo. Sistema de control remoto para aplicaciones domóticas a través de internet, Universidad Autónoma De Madrid Escuela Politécnica Superior, Octubre 2014.
- [2] Almudena de Paz Menéndez. Desarrollo de un sistema de sensores para la detección de sustancias peligrosas. Universidad Autónoma De Madrid Escuela Politécnica Superior, Junio 2015.
- [3] Cristóbal Romero Morales, Francisco Vázquez Serrano, and Carlos de Castro Lozano. Domótica e Inmótica Viviendas y Edificios Inteligentes. Segunda edición. Madrid, España: RA-MA, 2007
- [4] Carretero, Jesús, y otros. Sistemas operativos: Una visión aplicada. s.l. : McGraw-Hill, 2007.
- [5] Aransay, Alberto Los Santos. Metodologías para el Desarrollo de Servicios en la Web. Universidad de Vigo. 2009.
- [6] Gilfillan, Ian. La biblia de MySQL. s.l. : Anaya, 2003.
- [7] Ankit Patel, Himanshu Prajapati, Hardik Sheth, and Ekata Mehul. Home automations y stemusing zigbee and pandaboard a sa gateway (has-zp).International Journal on Recent Trends in Engineering & Technology, 10(2), 2014.
- [8] B. Ivanov, O Zhelondz, L Borodulkin, and H Ruser. Distributed smart sensor system for indoor climate monitoring. In KONNEX Scientific Conf., Mnchen, pages 10–11, 2002.
- [9] Guangming Song, Fei Ding, Weijuan Zhang, and Aiguo Song. A wireless power outlet system for smart homes. Consumer Electronics, IEEE Transactions on, 54(4):1688–1691, 2008.
- [10] Al-Qutayri, M. A. (2010). Smart Home Systems. India: In-Teh (Kyas, 2013).
- [11] Robert C. Elsenpeter, T. J. (2003). Build Your Own Smart Home. Estados Unidos: McGraw-Hill.
- [12] Roving Networks. (27 de Junio de 2011). Roving Networks. Obtenido de: <http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Wireless/Bluetooth/BluetoothRN-41-DS.pdf>
- [13] Lahti, M.-L. (5 de Mayo de 2000). IEEE 802.11 Wireless LAN, obtenido de: [http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/Tik110.551/2000/papers/IEEE\\_802/wlan.html#The Standards](http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/Tik110.551/2000/papers/IEEE_802/wlan.html#The Standards)
- [14] Digi. (20 de Septiembre de 2008). X-CTU Configuration & Test Utility Software. Obtenido de: [ftp1.digi.com/support/.../90001003\\_A.pdf](ftp1.digi.com/support/.../90001003_A.pdf)
- [15] MERCHÁN, Oscar David (2006). (U. P. Bolivariana, Ed.) Obtenido de [http://cesarasilva.com/index\\_archivos/tesishardwareysoftwaredomotico.pdf](http://cesarasilva.com/index_archivos/tesishardwareysoftwaredomotico.pdf)
- [16] MEJÍA, Harvi Camilo, (Universidad del Quindío) obtenido de: <http://losavancesdelaingenieria.blogspot.com/2011/05/la-domotica.html>
- [17] Jimeno, C. L. (2007). La Domótica como Solución de Futuro. <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futurofenercom.pdf>
- [18] Solutions Shanghai SIMCom Wireless. Cooking Hacks. Obtenido de: [\[link\]](#)

- [http://www.cooking-hacks.com/skin/frontend/default/cooking/pdf/VSIM5218E\\_HD\\_V1.04.pdf](http://www.cooking-hacks.com/skin/frontend/default/cooking/pdf/VSIM5218E_HD_V1.04.pdf)
- [19] RADIOSHACK CORPORATION, 2008 Radioshack® [En línea] United States. Obtenido de:  
<http://www.radioshack.com/>
- [20] AEA (Asociación Electrotécnica Argentina) obtenido de:  
<https://aea.org.ar/>
- [21] Observatorio Argentino de Legislación Informática (OALI), obtenido de:
- [22] <http://www.informaticalegal.com.ar/>
- [23] <https://www.amazon.es>
- [24] <https://www.ebay.com>
- [25] <https://www.arduineando.com/xbee-y-arduino/>
- [26] <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>
- [27] <https://www.iecor.com/marco-legal-y-tecnico-de-las-instalaciones-domoticas/>
- [28] <https://dadorran.wordpress.com/2013/09/18/set-up-to-program-pic18f4620-via-bootloader/>
- [29] <https://www.luisllamas.es/detector-de-movimiento-con-arduino-y-sensor-pir/>
- [30] <http://www.superrobotica.com/S320140.htm>
- [31] <http://www.internetdecosas.es/arduino/arduino-xbee>
- [32] <http://xbee.cl/que-es-xbee/>