

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

**APLICACIÓN DE LA DOMÓTICA PARA EL CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA, MONITOREO, APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO DE LA PUERTA DEL GARAJE E ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR DE UNA VIVIENDA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**GEOVANNY MAURICIO VERDEZOTO BÓSQUEZ**  
**geova.maury@gmail.com**

**DIRECTOR: ING. MÓNICA DE LOURDES VINUEZA RHOR**  
**monica.vinueza@epn.edu.ec**

**Quito, Mayo 2014**

## DECLARACIÓN

Yo, Geovanny Mauricio Verdezoto Bósquez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mi derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Geovanny Verdezoto Bósquez

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Geovanny MauricioVerdezoto Bósquez, bajo mi supervisión.

---

Ing. Mónica Vinueza Rhor  
DIRECTOR DE PROYECTO

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por su infinito amor, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y brindarme una vida llena de bendiciones, aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.*

*A mis papitos Geovanny y Rosita, que con su amor y enseñanzas, supieron sembrar principios y valores.*

*A mis hermosas princesas Rocío, Leidy y Magerly que con su cariño y afecto han llenado mi corazón de amor y me han dado fuerzas a seguir adelante.*

*A mi director de tesis, Ing. Mónica Vinuesa, por su amistad y ayuda incondicional brindada en el proceso de desarrollo del presente proyecto.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a los que me gustaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.*

*Algunas están aquí conmigo, otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en dónde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

*Geovanny Mauricio*



## DEDICATORIA

*Con todo mi ser, dedico este proyecto a Jesús de Nazaret, por estar siempre a mi lado, cuidando de mi familia, maestros y amigos.*

*A mi mamita Rosita quien le debo la vida, por ser el tesorito más grande que tengo, a ti te debo todo mamita, te amo.*

*A la memoria de mi papito Geovanny, gracias por todas tus enseñanzas, fuiste muy valiente en el camino de la vida y eso nunca lo olvidaré, te extraño mucho y te atesoro en mi corazoncito.*

*A mis hermanitas Rocío, Leidy y Magerly quienes son mis angelitos que me cuidan y aman mucho.*

*Geovanny Mauricio*

## CONTENIDO

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN .....	ii
CERTIFICACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIA .....	v
CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xviii
RESUMEN .....	xix
PRESENTACIÓN .....	xx
 <b>CAPÍTULO I</b>	
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>1</b>
1.1    INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA .....	1
1.1.1    ¿QUÉ ES LA DOMÓTICA?.....	1
1.1.2    DEFINICIÓN DE DOMÓTICA .....	2
1.1.3    CARACTERÍSTICAS DE LA DOMÓTICA .....	3
1.1.3.1.    Facilidad de uso .....	3
1.1.3.2.    Integración .....	4
1.1.3.3.    Control remoto.....	4
1.1.3.4.    Fiabilidad .....	5
1.1.3.5.    Actualización .....	5
1.1.4    GESTIÓN DE LA DOMÓTICA .....	6
1.1.4.1.    Energía Eléctrica.....	6
1.1.4.2.    Confort.....	6

1.1.4.3. Seguridad .....	7
1.1.5 TIPOS DE ARQUITECTURA.....	7
1.1.5.1. Arquitectura centralizada.....	7
1.1.5.2. Arquitectura distribuida.....	8
1.2 MICROCONTROLADORES .....	8
1.2.1 DEFINICIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES .....	8
1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES.....	9
1.2.3 PARTES DE UN MICROCONTROLADOR.....	9
1.2.4 VENTAJAS DE LOS MICROCONTROLADORES.....	10
1.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN APLICADO A MICROCONTROLADORES .....	10
1.3.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	10
1.3.1.1. Lenguaje de máquina.....	10
1.3.1.2. Lenguaje de bajo nivel.....	11
1.3.1.3. Lenguaje de alto nivel.....	11
1.3.1.4. Lenguaje compilador .....	11
1.3.2 LENGUAJE ENSAMBLADOR .....	12
1.4 INTERFAZ GRÁFICA DE LABVIEW.....	13
1.4.1 LABVIEW.....	13
1.4.2 VENTAJAS DE LABVIEW .....	14
1.4.3 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW.....	15
1.4.3.1. Panel frontal.....	15
1.4.3.2. Diagrama de bloques .....	16
1.4.3.3. Paletas.....	17
1.4.3.1.1 Paleta de controles.....	17
1.4.3.1.2 Paleta de herramientas .....	17
1.4.3.1.3 Paleta de funciones .....	18

1.5	CÁMARAS IP.....	18
1.5.1	¿QUÉ SON LAS CÁMARAS IP? .....	18
1.5.2	VENTAJAS DE LAS CÁMARAS IP.....	19
1.5.3	TIPOS DE CÁMARAS DE RED.....	20
1.5.4	CONTROL PTZ .....	20
1.5.5	CONTROL PAN & TILT .....	20
1.5.6	CONTROL DE ZOOM DIGITAL.....	21
1.5.7	ALTERNATIVAS DE CÁMARAS DE RED .....	21
1.6	MÓDULOS XBEE.....	23
1.6.1	TRANSMISIÓN INALÁMBRICA.....	23
1.6.2	ALTERNATIVAS PARA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	23
1.6.3	Bluetooth .....	24
1.6.3.1.	Wi-Fi.....	25
1.6.3.2.	ZigBee .....	25
1.7	ACCESO REMOTO .....	26
1.7.1	DEFINICIÓN DE ACCESO REMOTO .....	26
1.7.2	ALTERNATIVAS DE PROGRAMAS QUE PERMITEN ACCESO REMOTO .....	26
1.7.3	TEAMVIEWER .....	27
1.7.3.1.	¿Cómo establece la conexión TeamViewer para conectarse a un dispositivo remoto? .....	27

## **CAPÍTULO II**

	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO.....</b>	<b>29</b>
2.1	DIAGRAMA DEL SISTEMA DOMÓTICO.....	29
2.1.1	CIRCUITO DE CONTROL .....	29
2.1.2	COMUNICACIÓN ENTRE EL SERVIDOR Y EL CIRCUITO DE CONTROL .....	30

2.1.3	CONTROL REMOTO HACIA EL SERVIDOR.....	31
2.1.4	CONTROL DE VIDEO Y NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO MEDIANTE LA CÁMARA IP D-LINK.....	31
2.2	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS.....	34
2.2.1	PULSADOR ELECTRÓNICO.....	34
2.2.2	RESISTOR.....	34
2.2.3	CAPACITOR.....	35
2.2.4	RELÉS.....	35
2.2.5	LCD DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO.....	36
2.2.5.1	Características principales y técnicas del LCD.....	36
2.2.6	LED DIODO EMISOR DE LUZ.....	37
2.2.6.1	Características técnicas del led.....	37
2.2.7	FOTORESISTOR LDR.....	38
2.2.7.1	Características del Fotorresistor LDR.....	38
2.2.8	SENSOR DE TEMPERATURA LM35.....	38
2.2.8.1	Características técnicas del LM35.....	39
2.2.9	OPTOACOPLADOR.....	39
2.2.9.1	Características técnicas del Optoacoplador 4N25.....	40
2.2.10	DIODO.....	40
2.2.10.1	Características técnicas del Diodo 1N4007.....	40
2.2.11	PUENTE H - L293D.....	41
2.2.12	Características técnicas del L293D.....	41
2.2.13	MOTOR PASO A PASO.....	41
2.2.13.1	Motor paso a paso Unipolar.....	42
2.2.14	MÓDULOS XBEE.....	42
2.2.14.1	XBee Explorer USB.....	43
2.2.14.2	XBee Explorer Regulated.....	43

2.2.14.3	Configuración de los módulos XBee.....	44
2.2.15	MICROCONTROLADOR ATMEGA 16.....	45
2.2.15.1	Utilización del Atmega 16 en el prototipo.....	45
2.2.15.2	Características del microcontrolador Atmega 16 .....	46
2.2.16	CÁMARA IP DLINK DSC-5010L.....	46
2.2.16.1	Características de la cámara IP DLink DSC-5010L.....	47
2.2.16.1.1	<i>Diseño versátil y compacto</i> .....	47
2.2.16.1.2	<i>Visión nocturna</i> .....	47
2.2.16.1.3	<i>Pan &amp; Tilt</i> .....	48
2.2.16.1.4	<i>Tipo de Conexión Ethernet e Inalámbrica</i> .....	48
2.3	DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.....	49
2.3.1	DISEÑO DE CONEXIONES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 16 .....	49
2.3.2	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN .....	50
2.3.2.1	Diseño del circuito antirebote.....	50
2.3.2.2	Diseño del circuito de iluminación.....	51
2.3.2.2.1	<i>Cálculo del valor de la resistencia</i> .....	52
2.3.2.2.2	<i>Diodo rectificador como elemento de protección</i> .....	52
2.3.3	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL PARA LA APERTURA Y CIERRE DE LA PUERTA DE GARAJE.....	54
2.3.4	DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA.....	55
2.4	DISEÑO Y ENSAMBLAJE DE LA VIVIENDA .....	55
2.4.1	DISEÑO DE LA VIVIENDA .....	55
2.4.2	ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DOMÓTICO EN LA VIVIENDA.....	56
2.4.2.1	Construcción del circuito de control.....	57

2.4.2.2	Construcción de la caja de control.....	58
2.4.2.3	Construcción de la puerta del garaje.....	59
2.4.2.4	Construcción de las luminarias exteriores.....	59
2.4.2.5	Construcción de las luminarias interiores.....	60
2.4.2.6	Construcción del sistema de temperatura.....	60
2.4.2.7	Ensamblaje del sistema domótico en el circuito de control.....	61
2.5	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	63
2.5.1	PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA.....	64
2.5.2	PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA.....	68
2.5.3	PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE APERTURA Y CIERRE DE LA PUERTA DE GARAJE.....	69
2.5.4	INTERRUPCIÓN SERIAL POR RECEPCIÓN DE DATOS.....	71
2.6	IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA PARA CONTROLAR EL SISTEMA DOMÓTICO.....	72
2.6.1	DESARROLLO DEL SUBVI PARA EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS SERIALMENTE.....	72
2.6.2	DESARROLLO DEL VI PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA.....	73
2.6.3	DESARROLLO DEL VI PARA EL CONTROL DE APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO DE LA PUERTA DEL GARAJE.....	77
2.6.4	DESARROLLO DEL VI PARA EL CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA.....	77
2.6.5	VI DEL SISTEMA DOMÓTICO.....	79
2.7	CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA IP.....	79
2.7.1	CONFIGURACIÓN DE RED PARA LA CÁMARA IP DCS-5010L.....	81

2.7.2	CONFIGURACIÓN INALÁMBRICA PARA LA CÁMARA IP DCS-5010L .....	81
2.7.3	CONFIGURACIÓN DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO .....	82
2.7.4	CONFIGURACIÓN DE NOTIFICACIONES DE CORREO .....	83
2.8	CONFIGURACIÓN PARA EL ACCESO REMOTO .....	86
2.8.1	PERMITIR EL CONTROL REMOTO .....	86
2.8.1.1	Contraseña personal .....	86
2.8.2	ESTABLECER UNA CONEXIÓN CON TEAMVIEWER .....	88

## CAPÍTULO III

<b>PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>	<b>89</b>	
3.1	PRUEBAS DE HARDWARE .....	89
3.1.1	CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA .....	89
3.1.2	CONTROL DE APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO DE LA PUERTA DE GARAJE .....	90
3.1.3	CONTROL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN .....	91
3.2	PRUEBAS DE SOFTWARE .....	94
3.2.1	ESTABLECIMIENTO DE CONEXIÓN REMOTA HACIA EL SERVIDOR .	94
3.3	PRUEBAS DE VIDEO .....	97
3.4	PRUEBAS DE DETECCIONES DE MOVIMIENTO Y NOTIFICACIONES AL CORREO ELECTRÓNICO .....	99
3.5	PRUEBAS DEL ENLACE INALÁMBRICO .....	101
3.5.1	MÓDULOS XBEE .....	101
3.5.1.1	Control del sistema de iluminación .....	102
3.5.1.2	Control del motor a pasos .....	102
3.5.1.3	Control del sistema de temperatura .....	103
3.6	PRUEBAS DE TODO EL SISTEMA DOMÓTICO .....	104
3.7	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS .....	105



## **CAPÍTULO IV**

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
4.1    CONCLUSIONES.....	106
4.2    RECOMENDACIONES .....	107
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>113</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema de una casa inteligente conectada a red.....	2
Figura 1.2 Esquema de servicios domóticos.....	2
Figura 1.3 Facilidad de uso de la domótica.....	3
Figura 1.4 Integración de equipos autónomos con la unidad central. ....	4
Figura 1.5 Control remoto de la domótica .....	5
Figura 1.6 Fiabilidad domótico. ....	5
Figura 1.7 Actualización del software.....	6
Figura 1.8 Confort brindado por la domótica.....	6
Figura 1.9 Arquitectura domótica centralizada. ....	7
Figura 1.10 Arquitectura domótica distribuida.....	8
Figura 1.11 Microcontrolador.....	8
Figura 1.12 Partes de un microcontrolador.....	9
Figura 1.13 Lenguajes de programación.....	10
Figura 1.14 Lenguaje de programación al microcontrolador.....	12
Figura 1.15 Lenguaje ensamblador.....	13
Figura 1.16 Logo de LabVIEW.....	13
Figura 1.17 Interfaz gráfica amigable de LabVIEW.....	14
Figura 1.18 Panel frontal en LabVIEW.....	15
Figura 1.19 Diagrama de bloques en LabVIEW.....	16
Figura 1.20 Paleta de controles.....	17
Figura 1.21 Paleta de herramientas.....	17
Figura 1.22 Paleta de funciones.....	18
Figura 1.23 Ventajas de las cámaras IP.....	19
Figura 1.24 Movimientos Pan & Tilt.....	21
Figura 1.25 Zoom digital.....	21
Figura 1.26 Módulo Bluetooth.....	24
Figura 1.27 Módulo Wi-Fi.....	25
Figura 1.28 Módulos XBee.....	25
Figura 1.29 Funcionamiento de TeamViewer.....	28
Figura 2.1 Diagrama de bloques del control del sistema domótico .....	29

Figura 2.2 Infraestructura del circuito de control. ....	30
Figura 2.3 Diagrama de conexión entre el servidor y el circuito de control. ....	30
Figura 2.4 Diagrama de conexión remota desde un host hacia el servidor. ....	31
Figura 2.5 Diagrama de conexión de tecnología D-Link. ....	32
Figura 2.6 Diagrama de conexión remota hacia la cámara IP D-Link. ....	32
Figura 2.7 Diagrama del sistema domótico. ....	33
Figura 2.8 Pulsador electrónico. ....	34
Figura 2.9 Resistor. ....	34
Figura 2.10 Capacitor. ....	35
Figura 2.11 Relé. ....	35
Figura 2.12 LCD. ....	36
Figura 2.13 LED. ....	37
Figura 2.14 Fotorresistor. ....	38
Figura 2.15 Sensor de temperatura LM35. ....	38
Figura 2.16 Optoacoplador. ....	39
Figura 2.17 Diodo. ....	40
Figura 2.18 Puente H L293D. ....	41
Figura 2.19 Conexión interna de un motor paso a paso Unipolar. ....	42
Figura 2.20 XBee ZigBee RF Module – Chip Antena. ....	43
Figura 2.21 Módulo XBee Explorer USB. ....	43
Figura 2.22 Módulo XBee Explorer Regulated. ....	43
Figura 2.23. Software X-CTU. ....	44
Figura 2.24. Distribución de pines del Atmega 16. ....	45
Figura 2.25 Cámara D-Link DCS5010L. ....	46
Figura 2.26. Versatilidad y compatibilidad de la cámara DSC-5010L. ....	47
Figura 2.27. Control Pan&Tilt de la cámara DSC-5010L. ....	48
Figura 2.28. Tipos de conexión de la cámara DSC-5010L. ....	48
Figura 2.29 Diagrama de conexiones del microcontrolador Atmega16. ....	49
Figura 2.30 Circuito antirebote. ....	50
Figura 2.31. Diagrama del control de sistema de iluminación. ....	51
Figura 2.32. Diagrama aislamiento de voltajes DC - AC. ....	51
Figura 2.33. Cálculo de resistencia. ....	52
Figura 2.34. Diagrama del sistema de iluminación. ....	53

Figura 2.35. Diagrama de control del motor. ....	54
Figura 2.36. Diagrama del control del sistema de temperatura. ....	55
Figura 2.37. Plano de la vivienda. ....	56
Figura 2.38. Vivienda desmontable construida. ....	56
Figura 2.39. Circuito de control construido. ....	57
Figura 2.40. Vista superior de la caja de control. ....	58
Figura 2.41. Vista lateral de la caja de control. ....	58
Figura 2.42. Puerta del garaje. ....	59
Figura 2.43. Luces externas de la vivienda. ....	59
Figura 2.44. Luces internas de la vivienda. ....	60
Figura 2.45. Control del sistema de temperatura. ....	61
Figura 2.46. Interconexión de las fuentes de voltaje. ....	61
Figura 2.47. Ensamblaje de los componentes electrónicos. ....	62
Figura 2.48 Sistema domótico ensamblado. ....	63
Figura 2.49. Arquitectura del programa de control del Atmega 16. ....	64
Figura 2.50. Diagrama de flujo del control de luces. ....	67
Figura 2.51. Diagrama de flujo del control del sistema de temperatura. ....	69
Figura 2.52. Diagrama de flujo de las subrutinas utilizadas en el Atmega 16. ....	70
Figura 2.53. Diagrama de flujo de la interrupción serial del Atmega 16. ....	71
Figura 2.54. SubVI de envío de datos. ....	73
Figura 2.55. SubVI de recepción de datos. ....	73
Figura 2.56. Bloque de control de luminarias de la vivienda. ....	74
Figura 2.57. Control de luminarias de la vivienda. ....	76
Figura 2.58. Control de la puerta de garaje. ....	77
Figura 2.59. Control del sistema de temperatura y control completo. ....	78
Figura 2.60. Panel frontal del VI del sistema domótico. ....	79
Figura 2.61. Ventana de autenticación. ....	80
Figura 2.62. Ventana principal de configuración de la cámara IP DCS-5010L. ....	80
Figura 2.63. Configuración de red para la cámara IP DCS-5010L. ....	81
Figura 2.64. Configuración inalámbrica para la cámara IP DCS-5010L. ....	82
Figura 2.65. Configuración programada para la detección de movimiento. ....	82
Figura 2.66. Configuración de área panorámica para detección de movimiento. ....	83
Figura 2.67. Configuración de notificaciones de correo. ....	84

Figura 2.68. Diagrama de conexión de la cámara IP DCS-5010L.....	85
Figura 2.69. Ventana principal de TeamViewer.....	86
Figura 2.70. Configuración de acceso no presencial.....	87
Figura 2.71. Configuración de acceso no presencial.....	87
Figura 3.1. ID del servidor. ....	95
Figura 3.2. Controlar ordenador remoto. ....	95
Figura 3.3. Estableciendo conexión con el servidor. ....	96
Figura 3.4. Control remoto del servidor. ....	96
Figura 3.5. Conexión a la cámara IP-DCS 5010L. ....	97
Figura 3.6. Estableciendo conexión hacia la cámara IP-DCS 5010L. ....	97
Figura 3.7. Prueba de video de la cámara IP-DCS 5010L. ....	98
Figura 3.8. Prueba de visión nocturna de la cámara IP-DCS 5010L.....	98
Figura 3.9. Ladrón a detectar .....	99
Figura 3.10. Inicio de sesión de cuenta de correo electrónico .....	99
Figura 3.11. Prueba de notificación de correo electrónico .....	100
Figura 3.12. Prueba de lectura de valores iniciales.....	101
Figura 3.13. Prueba de control de las luminarias de la vivienda. ....	102
Figura 3.14. Prueba de control de la puerta de garaje. ....	103
Figura 3.15. Prueba de lectura de temperatura.....	103
Figura 3.16. Prueba de control del sistema de iluminación de la vivienda. ....	104
Figura 3.17. Prueba de control del sistema de temperatura y puerta del garaje. ....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Tipos de seguridad proporcionada por un sistema domótico. ....	7
Tabla 1.2 Principales ventajas y desventajas de Lenguaje de Alto Nivel. ....	11
Tabla 1.3 Principales características de los tipos de cámaras de red. ....	20
Tabla 1.4 Tabla comparativa entre cámaras DCS-932L, DCS-5010L, DCS-5222L. ....	22
Tabla 1.5 Tabla comparativa entre Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee. ....	24
Tabla 1.6 Características de XBee y XBee-PRO .....	26
Tabla 1.7 Tabla comparativa de programas de acceso remoto.....	27
Tabla 2.1 Distribución de pines del LCD. ....	36
Tabla 2.2 Características técnicas del led.....	37
Tabla 2.3 Características técnicas del LDR.....	38
Tabla 2.4 Características técnicas del LM35.....	39
Tabla 2.5 Características técnicas del Optoacoplador 4N25.....	40
Tabla 2.6 Características técnicas del Diodo 1N4007.....	40
Tabla 2.7 Características técnicas del L293D. ....	41
Tabla 2.8 Secuencia normal de un motor paso a paso. ....	42
Tabla 2.9 Consideraciones para el control de luces externas de la vivienda. ....	68
Tabla 3.1. Control del sistema de temperatura.....	89
Tabla 3.2. Control de apertura y cierre automático de la puerta de garaje.....	90
Tabla 3.3. Pruebas del sistema de iluminación de la vivienda. ....	93

## RESUMEN

El presente documento se encuentra dividido en 4 capítulos, que detallan el proceso para la consecución de los objetivos planteados.

El capítulo 1 se basa en los fundamentos teóricos de la domótica, microcontroladores, lenguajes de programación, LabVIEW, cámaras IP, módulos XBee, acceso remoto, con la finalidad de comprender su funcionamiento y aplicación en el presente proyecto.

El capítulo 2 se realiza el diseño y construcción del prototipo, para ello, se realiza la selección de elementos y dispositivos a utilizar, el diseño y ensamblaje del circuito electrónico, el diseño y ensamblaje de la vivienda, la programación realizada en el microcontrolador, la configuración de la cámara IP y finalmente la configuración para el acceso remoto mediante el software de TeamViewer.

El capítulo 3 tiene por objeto mostrar las pruebas a las que fue sometido el prototipo, y en base a los resultados obtenidos, comprobar el cumplimiento de los objetivos que fueron planteados para este proyecto.

En el capítulo 4, se presentan las conclusiones obtenidas durante la elaboración del proyecto, además algunas recomendaciones que servirán de utilidad para el desarrollo de proyectos futuros.

Finalmente, en los anexos está el diseño del circuito electrónico, el circuito impreso, el lenguaje de programación realizada en Bascom, la configuración de la cámara IP DCS-5010L y las hojas de datos de los dispositivos electrónicos utilizados.

## PRESENTACIÓN

Actualmente, uno de los problemas de impacto en la sociedad es el incremento de robos a domicilio, siendo la principal causa la ausencia de los dueños, al no encontrarse habitado gran parte del día por motivos del trabajo laboral o viajes.

En particular, el presente proyecto de titulación está enfocado a realizar un demo en el cual el sistema domótico será presentado en una maqueta, la misma que se observará el diseño de una casa y sus luminarias con la finalidad de ejecutarla domótica, para ello se simulará un escenario en dónde el inmueble es abandonado, teniendo el control de iluminación de manera remota simulando la presencia de personas de tal manera que se puede persuadir a un delincuente de no ingresar por temor a ser descubierto.

También se visualizará a través de una cámara de video lo que está ocurriendo en ese momento en el interior y exterior de la casa, un sistema de ventilación el cual permite regularizar la temperatura, apertura y cierre de la puerta de garaje de la vivienda.

El sistema domótico permitirá visualizar cada actividad que se realice dentro de los lugares estratégicos, con lo que se busca reducir notablemente los riesgos de asalto o robo, generando seguridad a los habitantes de domicilio, mejorando el estilo de vida en los hogares, el mismo que brindará confort a las personas residentes, facilitando las labores cotidianas.

La tecnología es un factor importante y primordial en la domótica, la cual permite desde cualquier lugar del planeta tener el control domótico total de manera fácil y eficiente. A través del internet, se establece una conexión remota hacia el servidor, el mismo que interactúa directamente con el circuito de control, permitiendo visualizar en tiempo real mediante las cámaras IP'S lo que está sucediendo en un área específica de la vivienda. Dependiendo de las características de cada componente o dispositivodomótico se obtiene información eficiente ayudando a la toma de decisiones.



# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1.1 INTRODUCCIÓN A LA DOMÓTICA<sup>[1]</sup>

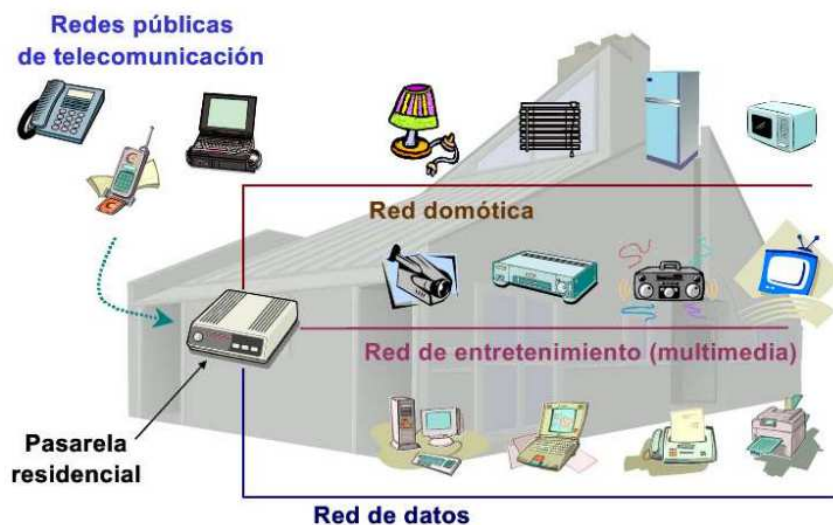
La vivienda puede considerarse el lugar físico más importante para cualquier persona, en ella realizamos gran parte de la convivencia y la vida familiar, siendo también un importante patrimonio económico. Debido a esto se considera de gran valor el que dentro de ella se tengan las mejores condiciones y calidad de vida posible, así como también es muy importante la seguridad de esta, tanto en lo referente a cuidar los bienes materiales como a la seguridad de los habitantes de la misma.

Las nuevas tecnologías de la información están integrándose en el hogar de forma paulatina. Este proceso está dando lugar a un nuevo tipo de sistema informático, esto es los sistemas domóticos, un conjunto de diversas tecnologías y áreas, entre ella se destacan la electricidad, la electrónica, la informática, robótica, telecomunicaciones, etc. las cuales logran convivir y complementarse perfectamente para dotar a una vivienda de una completa integración entre todos los elementos del hogar y de esta forma mejorar el confort, la seguridad y las comunicaciones.

Gracias al avance de las nuevas tecnologías, la integración en la vivienda de elementos permite su control y gestión convirtiéndose en respuesta a las exigencias de los usuarios, en ámbitos del hogar como el ahorro energético, la seguridad o el confort.

#### 1.1.1 ¿QUÉ ES LA DOMÓTICA?<sup>[1]</sup>

La domótica se refiere a una casa automática o llamadacomunmente casa inteligente. Una casa inteligente es aquella cuyos elementos o dispositivos están integrados y automatizados a través de una red (principalmete Internet) y que a través de otro dispositivo remoto o interno se pueden modificar sus estados..



**Figura 1.1** Esquema de una casa inteligente conectada a red.<sup>[2]</sup>

Los elementos de campo (detectores, sensores, captadores, etc.), transmitirán las señales a una unidad central inteligente que tratará y elaborará la información recibida. En función de dicha información y de una determinada programación, la unidad central actuará sobre determinados circuitos de potencia relacionados con las señales recogidas por los elementos de campo correspondientes.

### 1.1.2 DEFINICIÓN DE DOMÓTICA<sup>[3]</sup>

La domótica es la nueva tecnología de los automatismos de maniobra, gestión y control de los diversos aparatos de una vivienda, que permite aumentar el confort del usuario, su seguridad y ahorro en el consumo energético.



**Figura 1.2** Esquema de servicios domóticos.<sup>[4]</sup>

Una casa inteligente requiere la presencia de sistemas programados basados en técnicas de inteligencia artificial, sistemas distribuidos, capaces de:

- Tomar las decisiones necesarias en caso de emergencia.
- Predecir y auto diagnosticar las fallas que ocurran dentro de la casa.
- Tomar las acciones adecuadas para resolver dichas fallas en el momento adecuado.
- Monitorear, controlar las actividades y el funcionamiento de las instalaciones de la casa.

### 1.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA DOMÓTICA

Las principales características generales de una casa inteligente son facilidad de uso, integración, control remoto, fiabilidad y actualización. A continuación se explica las características correspondientes a cada una de ellas:

#### 1.1.3.1. Facilidad de uso<sup>[1]</sup>

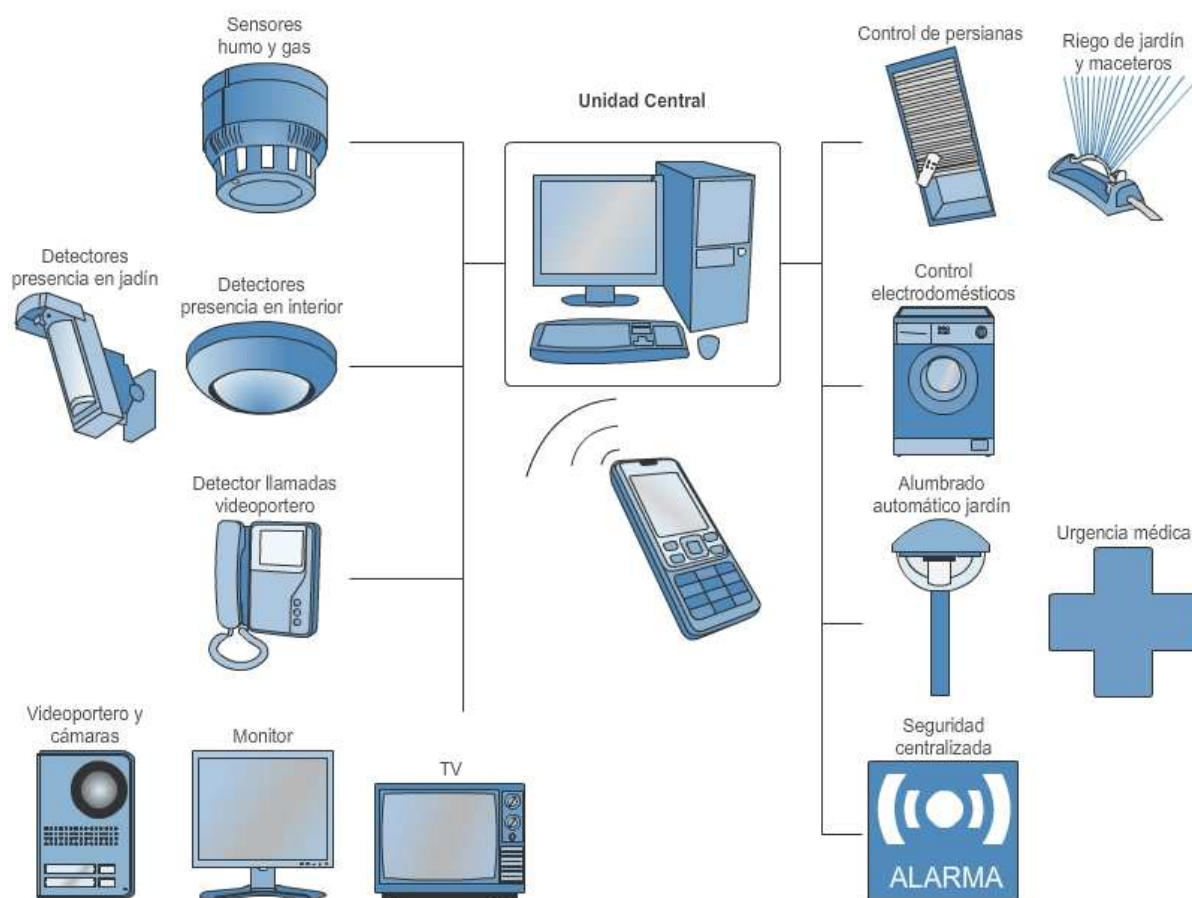
Con una sola mirada a la pantalla de la computadora, el usuario está completamente informado del estado de su casa. Y si desea modificar algo, solo necesitará pulsar un número reducido de teclas. Así por ejemplo, la simple observación de la pantalla dirá la temperatura dentro y fuera de la vivienda, si hay alguien en las proximidades de la vivienda, etc.



**Figura 1.3** Facilidad de uso de la domótica.<sup>[4]</sup>

### 1.1.3.2. Integración<sup>[1]</sup>

Todo el sistema funciona bajo el control de una computadora (Unidad Central). De esta manera los usuarios no tienen que estar pendientes de los diversos equipos autónomos, de la programación, de indicadores situados en diferentes lugares, dificultades de interconexión entre equipos de distintos fabricantes, etc.



**Figura 1.4** Integración de equipos autónomos con la unidad central.<sup>[5]</sup>

### 1.1.3.3. Control remoto<sup>[1]</sup>

Las mismas posibilidades de supervisión y control disponibles localmente, pueden obtenerse remotamente desde cualquier lugar del mundo. De gran utilidad será en el caso de personas que viajan frecuentemente.



**Figura 1.5**Control remoto de la domótica. <sup>[5]</sup>

#### **1.1.3.4. Fiabilidad <sup>[1]</sup>**

Las computadoras actuales, son máquinas muy potentes, rápidas y fiables. Si se añade la utilización de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, ventilación forzada de CPU, batería de gran capacidad que alimente periféricos, apagado automático de pantalla, etc. Se dispondrá de una plataforma ideal para aplicaciones domóticas capaces de funcionar muchos años sin problemas.



**Figura 1.6** Fiabilidad domótico. <sup>[5]</sup>

#### **1.1.3.5. Actualización <sup>[1]</sup>**

La puesta al día del sistema es muy sencilla. Al parecer para nuevas versiones y mejoras sólo es preciso el nuevo programa en su equipo. Toda la lógica de funcionamiento se encuentra en el software y no en los equipos instalados. De este modo, cualquier instalación existente puede beneficiarse de nuevas versiones, sin ningún tipo de modificación.



**Figura 1.7** Actualización del software. <sup>[5]</sup>

## **1.1.4 GESTIÓN DE LA DOMÓTICA <sup>[1]</sup>**

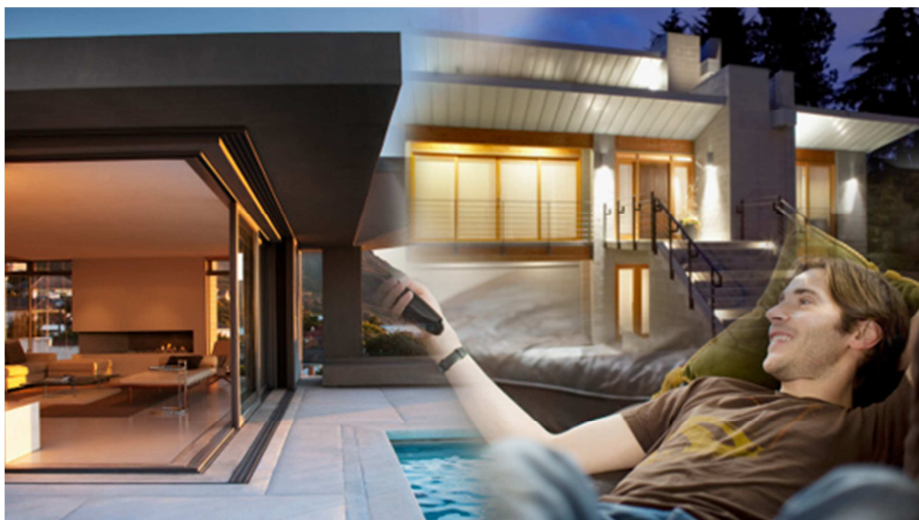
La domótica se encarga de gestionar principalmente los siguientes aspectos:

### **1.1.4.1. Energía Eléctrica**

El sistema domótico se encarga de gestionar el consumo de energía, mediante temporizadores, programadores, etc.

### **1.1.4.2. Confort**

La domótica proporciona una serie de comodidades, como pueden ser el control automático iluminación, medición de temperatura, sistema de ventilación, calefacción, apertura y cierre de puertas y ventanas, etc.



**Figura 1.8** Confort brindado por la domótica. <sup>[6]</sup>



### 1.1.4.3. Seguridad

La seguridad proporcionada por un sistema domótico es muy amplia, pues integra campos de seguridad normalmente controlados por distintos sistemas.

Tipos de seguridad	Control desde distintos sistemas
Seguridad de los bienes	Gestión de acceso y control (simulación de presencia)
Seguridad personal	Seguridad para personas de tercera edad, delicadas de salud o minusválidas.
Prevención de incidentes	Se pueden detectar los incendios, fugas de gas o agua

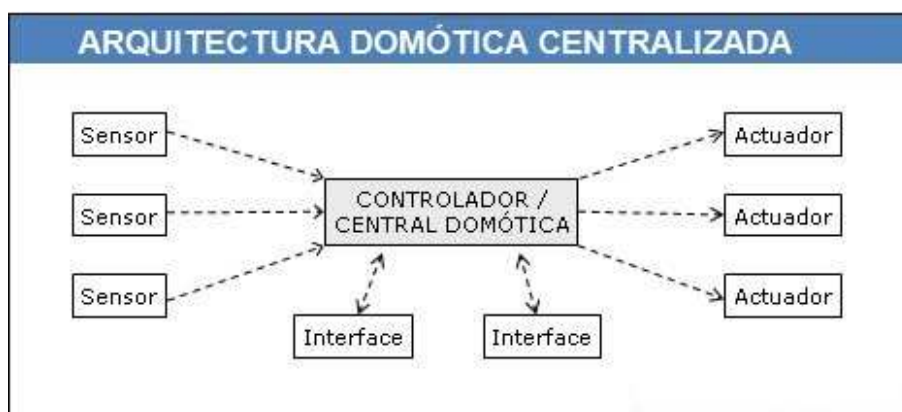
**Tabla 1.1** Tipos de seguridad proporcionada por un sistema domótico.<sup>[7]</sup>

### 1.1.5 TIPOS DE ARQUITECTURA <sup>[7]</sup>

La arquitectura de un sistema domótico, especifica el modo en que los diferentes elementos de control del sistema están conectados.

#### 1.1.5.1. Arquitectura centralizada

Es aquella que los elementos a controlar y supervisar ha de cablearse hasta el sistema de control de la vivienda. El sistema de control recibe la información de los múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.



**Figura 1.9** Arquitectura domótica centralizada.<sup>[7]</sup>

### 1.1.5.2. Arquitectura distribuida

En este caso, no existe la figura del controlador centralizado, sino que toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores. De esta forma cada elemento del sistema es programado independientemente.

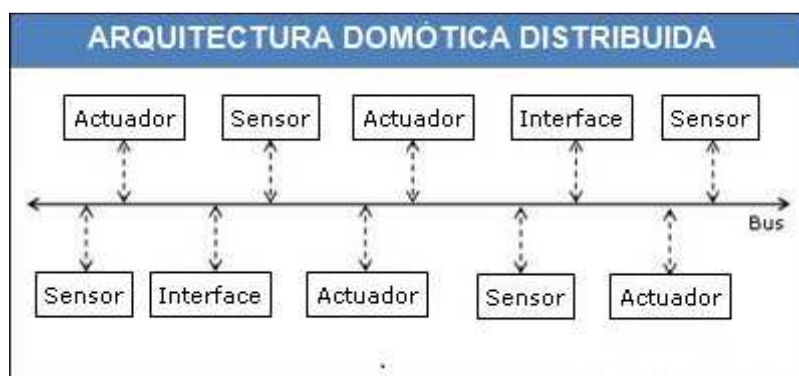


Figura 1.10 Arquitectura domótica distribuida. [7]

## 1.2 MICROCONTROLADORES

### 1.2.1 DEFINICIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES [8]

Un microcontrolador es un circuito integrado programable el cual contiene todos los componentes de un computador. Es un computador completo de limitadas prestaciones, que está contenido en un único chip.

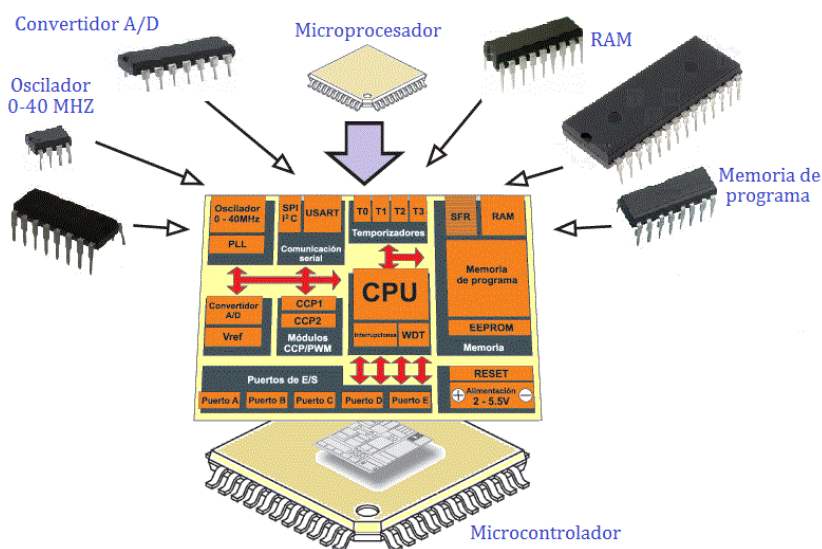


Figura 1.11 Microcontrolador. [8]



### 1.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES <sup>[8]</sup>

- Se emplea para controlar el funcionamiento de una única tarea y gracias a su reducido tamaño suele incorporarse en el propio dispositivo que controla.
- Las líneas de entrada y salida se conectan con sensores y actuadores al dispositivo físico que controlan.
- Una vez programado el microcontrolador sólo sirve para atender la tarea para la que ha sido programado.

### 1.2.3 PARTES DE UN MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o CPU (Unidad Central de Proceso).
- Memoria de datos RAM
- Memoria de programa tipo ROM / EPROM / EEPROM / Flash.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, puertos serie y paralelo, conversores: Analógico/Digital, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

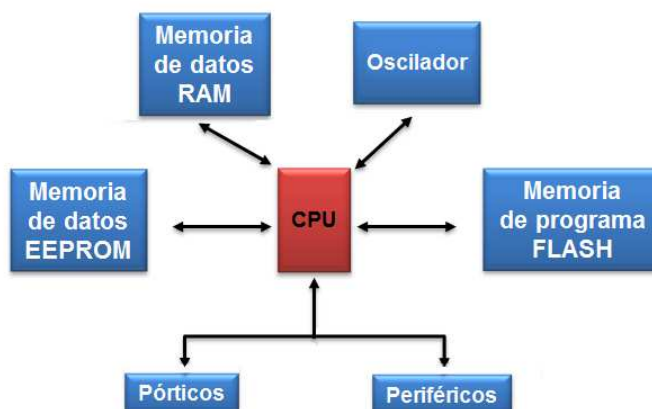


Figura 1.12 Partes de un microcontrolador. <sup>[8]</sup>

## 1.2.4 VENTAJAS DE LOS MICROCONTROLADORES

Las principales ventajas de los microcontroladores son:

- Aumento de servicios y utilidades para el usuario.
- Aumento de la fiabilidad.
- Reducción de tamaño en el producto acabado.
- Mayor flexibilidad.

## 1.3 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN APLICADO A MICROCONTROLADORES

### 1.3.1 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Es el conjunto de reglas o sintaxis con las cuales se deben escribir las instrucciones a fin de utilizar un proceso determinado. Los principales tipos de lenguajes utilizados son: lenguaje de máquina, lenguaje de bajo nivel, lenguaje de alto nivel, lenguaje ensamblador y lenguaje compilador.

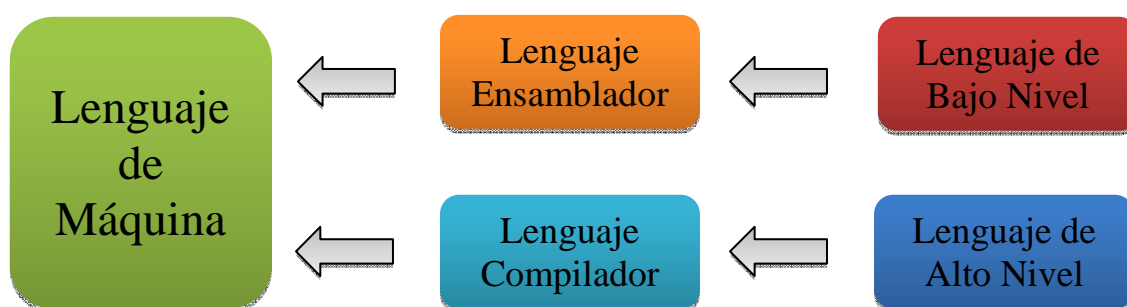


Figura 1.13 Lenguajes de programación.<sup>[8]</sup>

#### 1.3.1.1. Lenguaje de máquina

Es el lenguaje al que todos los demás deben transformarse para ingresar a la memoria, el lenguaje máquina es el conocido código binario, conjunto de dígitos binarios agrupados en estructuras básicas la cual representan las instrucciones de una operación y las posiciones de memoria implicadas en la operación.

### 1.3.1.2. Lenguaje de bajo nivel

Un lenguaje de programación de bajo nivel es aquel en el que sus instrucciones ejercen un control directo sobre el hardware y están condicionados por la estructura física de la computadora que lo soporta.

Son instrucciones que ensamblan los grupos de conmutadores necesarios para expresar una mínima lógica aritmética. Están íntimamente vinculados al hardware. Estos lenguajes están orientados a procesos. Los procesos se componen de tareas. Contienen tantas instrucciones como la arquitectura del hardware haya sido diseñada.

### 1.3.1.3. Lenguaje de alto nivel

Estos lenguajes son los más utilizados, están diseñados para escribir y entender los programas de un modo mucho más fácil que los lenguajes máquina y de bajo nivel. Los programas escritos en lenguaje de alto nivel pueden ser ejecutados con poca o ninguna modificación.

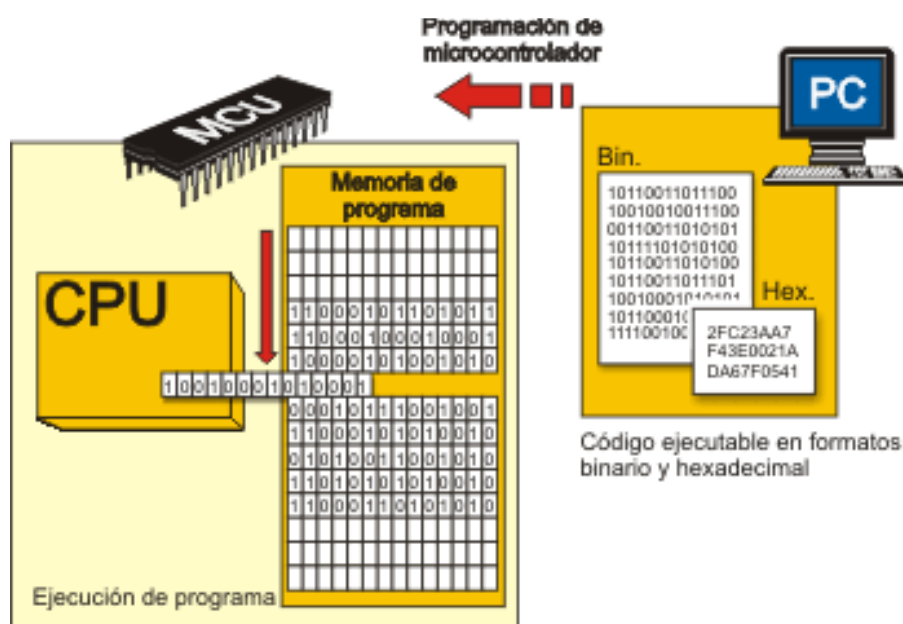
Ventajas	Desventajas
Codificación más fácil y comprensible.	Aumento de ocupación de memoria
El tiempo de codificación es relativamente corto comparado con otros lenguajes.	El tiempo de ejecución de los programas es mucho mayor

**Tabla 1.2** Principales ventajas y desventajas de Lenguaje de Alto Nivel.<sup>[8]</sup>

### 1.3.1.4. Lenguaje compilador

Traduce el lenguaje de alto nivel al lenguaje de máquina del computador. El microcontrolador ejecuta el programa cargado en la memoria Flash. Esto se denomina el código ejecutable y está compuesto por una serie de ceros y unos. Dependiendo de la arquitectura del microcontrolador, el código binario está compuesto por palabras de 12, 14 o 16 bits de anchura. Cada palabra se interpreta por la CPU como una instrucción a ser ejecutada durante el funcionamiento del microcontrolador.

Todas las instrucciones que el microcontrolador puede reconocer y ejecutar se les denominan colectivamente conjunto de instrucciones. El código ejecutable se representa con frecuencia como una serie de los números hexadecimales denominada código Hex.



**Figura 1.14** Lenguaje de programación al microcontrolador. <sup>[8]</sup>

### 1.3.2 LENGUAJE ENSAMBLADOR

Como el proceso de escribir un código ejecutable era considerablemente arduo, en consecuencia fue creado el primer lenguaje de programación denominado ensamblador (ASM). Siguiendo la sintaxis básica del ensamblador, era más fácil escribir y comprender el código.

Las instrucciones en ensamblador consisten en las abreviaturas con significado y a cada instrucción corresponde una localidad de memoria. Un programa denominado ensamblador compila (traduce) las instrucciones del lenguaje ensamblador a código máquina (código binario).

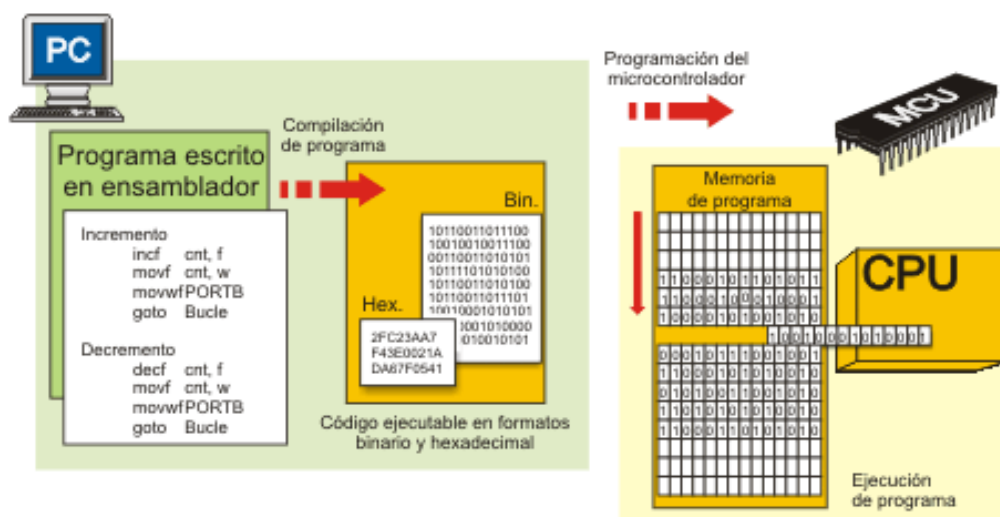


Figura 1.15 Lenguaje ensamblador. <sup>[8]</sup>

## 1.4 INTERFAZ GRÁFICA DE LABVIEW

### 1.4.1 LABVIEW <sup>[9]</sup>

LabVIEW (acrónimo de *LaboratoryVirtualInstrumentationEngineeringWorkbench*) es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico.



Figura 1.16 Logo de LabVIEW. <sup>[9]</sup>

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los situados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

### 1.4.2 VENTAJAS DE LABVIEW

Las ventajas que proporciona LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Facilidad de uso ya que utiliza lenguaje G, constituye un sistema de programación gráfica dónde se emplean íconos, símbolos, lenguaje gráfico.
- Interfaz amigable para probar el hardware.
- Flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para controlar la máxima velocidad de ejecución posible.
- LabVIEW proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

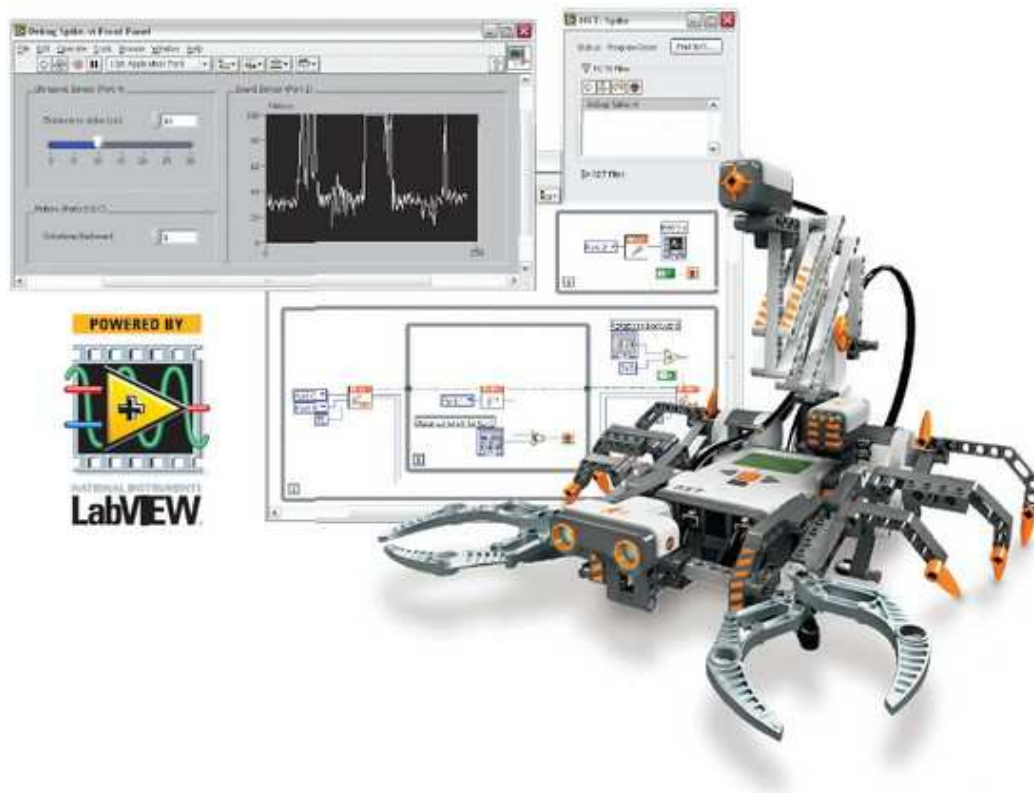


Figura 1.17 Interfaz gráfica amigable de LabVIEW. <sup>[10]</sup>

### 1.4.3 PROGRAMACIÓN EN LABVIEW

LabVIEW es una herramienta de programación gráfica, es decir que los programas no se los escribe, se los dibuja.

Los programas desarrollados con LabVIEW se denominan instrumentos virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Una de las ventajas de LabVIEW es que permite la creación de programas con varios VIs. Además permite la creación de subVIs los cuales en otros lenguajes de programación son llamados subrutinas.

Un subVI puede ser utilizado las veces que sean necesarias dentro de un VI, para así evitar hacer el mismo procedimiento varias veces, reduciendo la programación. Todos los VIs tiene un panel frontal y un diagrama de bloques.

#### 1.4.3.1. Panel frontal

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc. Cada uno de ellos puede estar definido como un control o indicador. Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados.

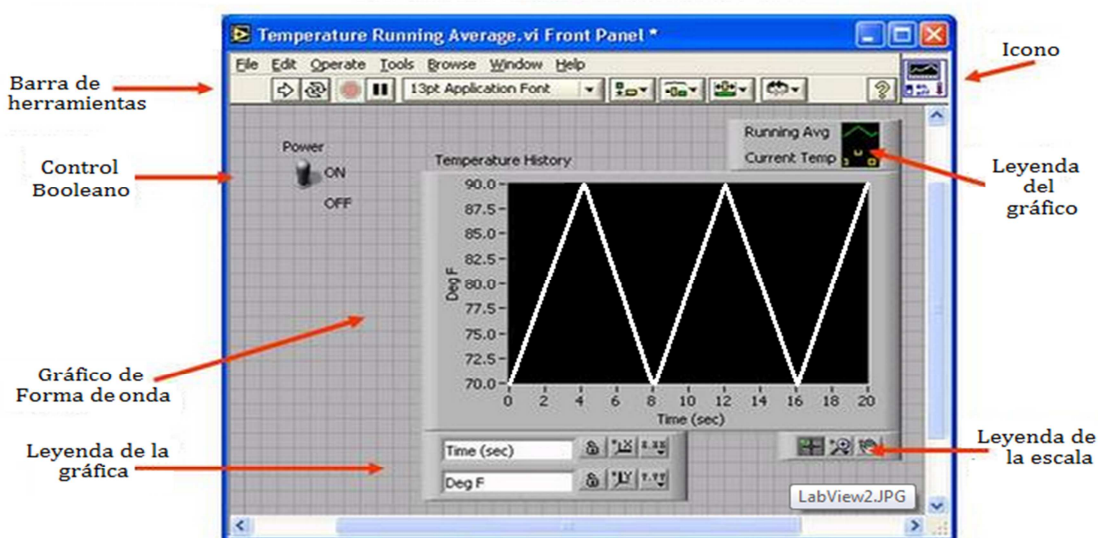


Figura 1.18 Panel frontal en LabVIEW.<sup>[11]</sup>

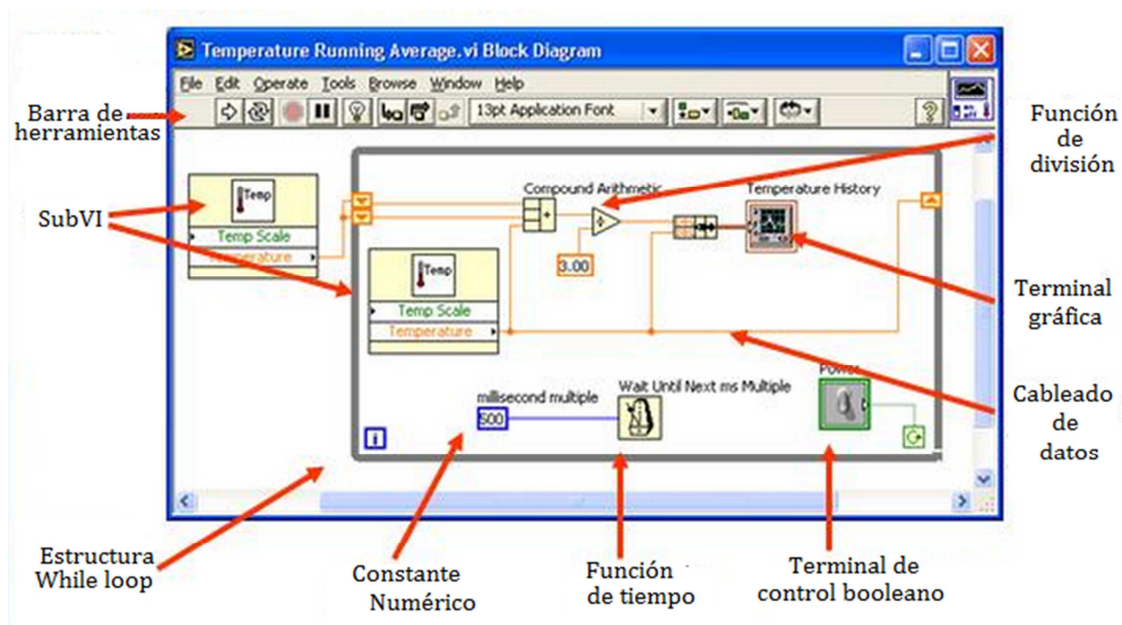


### 1.4.3.2. Diagrama de bloques

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier proceso de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

En el diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales

Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el panel frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales.



**Figura 1.19** Diagrama de bloques en LabVIEW. <sup>[11]</sup>

El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara. Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos.

LabVIEW posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, etc.

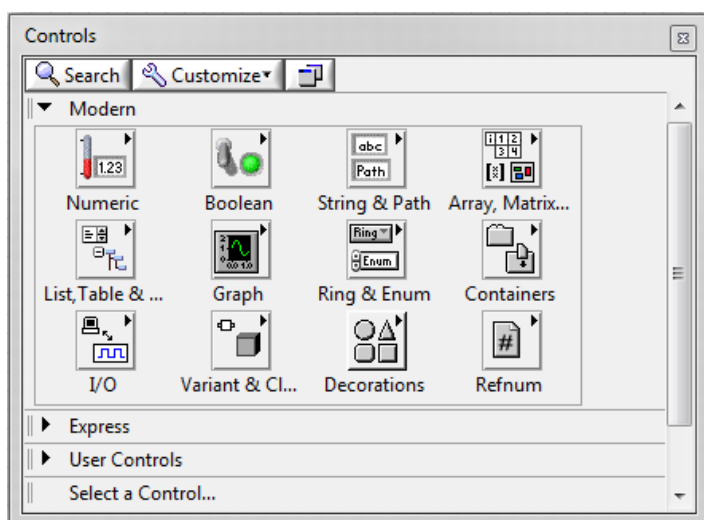


### 1.4.3.3. Paletas

Las paletas de LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieran crear y modificar tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques

#### 1.4.3.1.1 Paleta de controles

Se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todos los controles e indicadores que se emplearán para la interfaz de VI con el usuario.



**Figura 1.20** Paleta de controles. <sup>[11]</sup>

#### 1.4.3.1.2 Paleta de herramientas

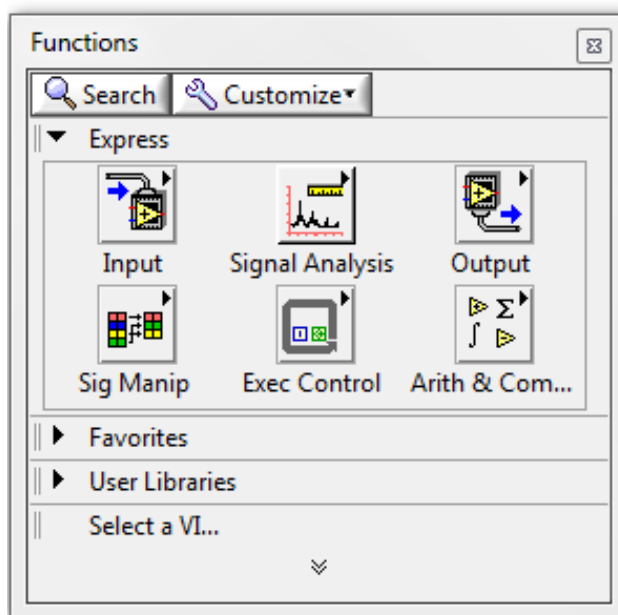
Se emplea tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.



**Figura 1.21** Paleta de herramientas. <sup>[11]</sup>

### 1.4.3.1.3 Paleta de funciones

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa de VI. Ya sean aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida desde datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa, etc.



**Figura 1.22** Paleta de funciones.<sup>[11]</sup>

## 1.5 CÁMARAS IP

### 1.5.1 ¿QUÉ SON LAS CÁMARAS IP?<sup>[12]</sup>

Una cámara IP es una cámara que emite las imágenes directamente a la red (Intranet o internet) sin necesidad de un ordenador.

Una cámara de red incorpora su propio miniordenador, lo que le permite emitir señales de vídeo (y en muchos casos de audio) por sí misma. Además de comprimir el vídeo y transmitir imágenes en vivo directamente a través de una red TCP/IP permitiendo a los usuarios autorizados tanto en forma local como remota, aún en forma simultánea, ver, almacenar, y manejar video sobre una red.

### 1.5.2 VENTAJAS DE LAS CÁMARAS IP<sup>[13]</sup>

Las cámaras IP presentan muchas ventajas, entre las principales se tiene:

- Control remoto, vídeo en tiempo real y control de movimiento desde otro lugar a través de Internet.
- Seguridad, normalmente el Stream (canal de transmisión) de las cámaras IP está codificado, con lo cual es sumamente difícil que sea interceptado, el acceso a estas imágenes está totalmente restringido.
- Transmisión de video, Algunas cámaras IP, tienen la capacidad de almacenar video directamente en un dispositivo de almacenamiento removible para que en caso de que haya una caída de la red la cámara pueda almacenar el video directamente en su memoria interna.
- Escalabilidad, facilidad con la que se pueden añadir nuevas cámaras al sistema, simplemente conectándolas a la red ya que se basa en la infraestructura de la Red Local existente.
- Resolución de video, Las cámaras IP gestionan la exposición (el nivel de luz de la imagen), el equilibrio de blancos (el ajuste de los niveles de color), la nitidez de la imagen y otros aspectos de la calidad de la imagen.

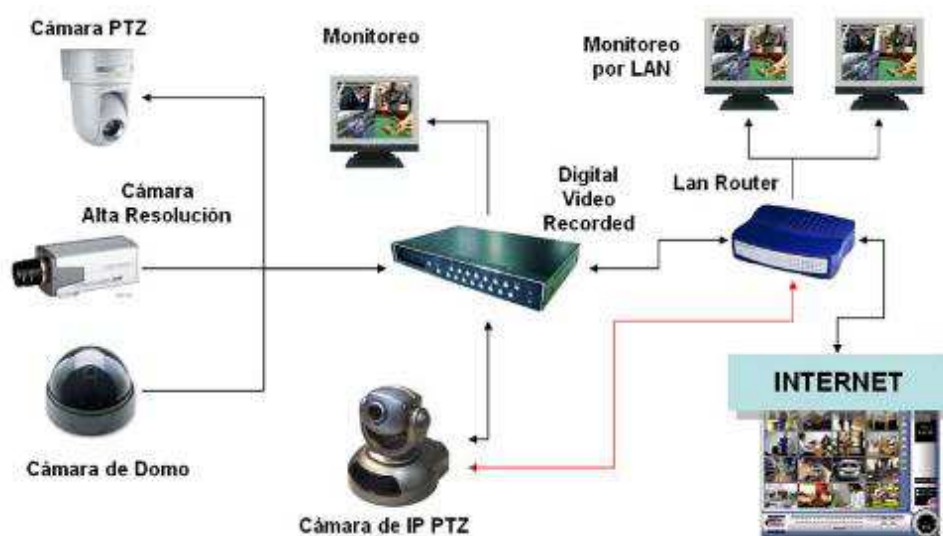


Figura 1.23 Ventajas de las cámaras IP.<sup>[14]</sup>

### 1.5.3 TIPOS DE CÁMARAS DE RED

Las cámaras de red se pueden clasificar en función de si están diseñadas únicamente para su uso en interiores o exteriores. Las cámaras de red, diseñadas para su uso en interiores o exteriores pueden clasificarse en cámaras de red fijas, domos fijos, Pan/Tilt/Zoom (PTZ) o domo PTZ. A continuación se muestra en la Tabla 1.3

Tipo de cámara	Características principales
Cámara Fija	Dispone de un campo de vista fijo una vez montada.
Domos Fijo	Consta de una cámara fija preinstalada en una carcasa. La ventaja principal radica en su discreto y disimulado diseño, así como la dificultad de ver hacia qué dirección apunta la cámara
Cámaras PTZ	Este tipo de cámaras pueden moverse horizontalmente, verticalmente y acercarse o alejarse de un área u objeto de forma manual o automática.

**Tabla 1.3** Principales características de los tipos de cámaras de red.<sup>[16]</sup>

### 1.5.4 CONTROL PTZ

En primer lugar, PTZ es un acrónimo de PAN, TILT y ZOOM, y se refiere al movimiento horizontal, vertical y zoom, los cuales son controlados inalámbricamente desde un computador. El control PTZ permite la cobertura de amplias zonas y gran definición al acercar el zoom.

### 1.5.5 CONTROL PAN & TILT<sup>[15]</sup>

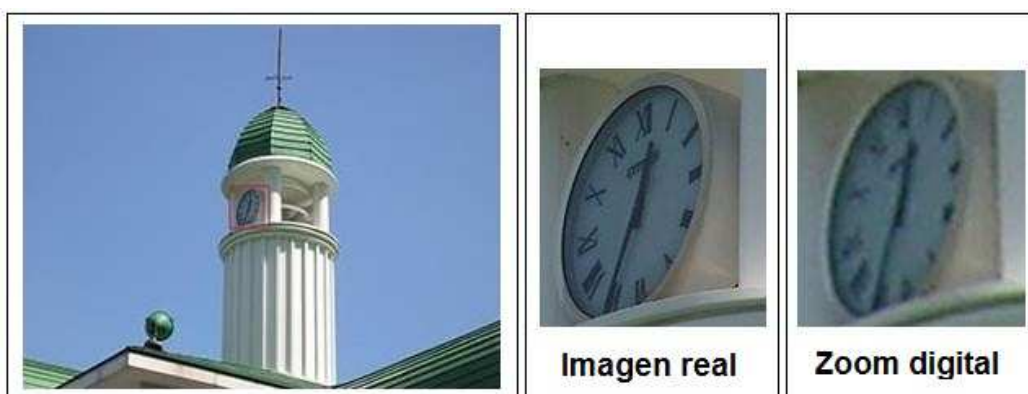
El control PAN & TILT consiste en el movimiento hacia la izquierda y derecha (PAN), y en el movimiento hacia arriba y hacia abajo (TILT). Para lograr este movimiento se necesita un avanzado diseño mecánico que permita realizar: 360° en giro (PAN) y 180° en inclinación (TILT), aportando de esta manera una funcionalidad de máxima utilidad, ya que será capaz de ver directamente objetos que se encuentren en la parte posterior del sistema.



**Figura 1.24** Movimientos Pan & Tilt.<sup>[15]</sup>

### 1.5.6 CONTROL DE ZOOM DIGITAL

El zoom hace referencia a la función que permite variar el ángulo de vista para acercar o alejar la imagen. El zoom digital es la ampliación de la imagen, reproduciendo nuevos píxeles en función de los capturados. La imagen resultante no es real pues tiene píxeles inexistentes, afectando en gran parte la calidad.



**Figura 1.25** Zoom digital.<sup>[17]</sup>

### 1.5.7 ALTERNATIVAS DE CÁMARAS DE RED

A continuación se estudian las distintas cámaras de red que se podrían emplear, tomando en cuenta las necesidades:

- Calidad de imagen.
- Audio.
- Cámara con visión día/noche.

- Conexión inalámbrica
- Entorno interior
- Control de Pan/Tilt/Zoom (PTZ)

Las principales alternativas para control de video que se encuentran en el mercado son las cámaras: DCS-932L, DCS-5010L y DCS-5222L. Para entender con facilidad en la tabla se detallan las principales características que presenta cada una de ellas.

	D-Link DCS-932L	D-Link DCS-5010L	D-Link DCS-5222L
<b>Cámara</b>			
<b>Video</b>	640 x 480 320 x 240 160 x 120	640 x 480 320 x 240 160 x 112	1280 x 720 640 x 352 320 x 176 160 x 80
<b>Audio</b>	Micrófono integrado	Micrófono integrado	Micrófono integrado
<b>Distancia de iluminación IR</b>	5 metros	8 metros	5 metros
<b>Rango de Pan</b>	Ángulo de visión horizontal: 45,3°	-170° A 170° (Total 340°)	-170° A 170° (Total 340°)
<b>Rango de Tilt</b>	Ángulo de visión vertical: 34,5°	-25° a + 95° (Total 120°)	-25° a + 90° (Total 115°)
<b>Zoom digital</b>	4x	4x	4 x 2
<b>Precio aproximado</b>	\$130	\$165	\$220

**Tabla 1.4** Tabla comparativa entre cámaras DCS-932L, DCS-5010L, DCS-5222L.<sup>[18]</sup>

## **1.6 MÓDULOS XBEE**

### **1.6.1 TRANSMISIÓN INALÁMBRICA<sup>[15]</sup>**

La transmisión inalámbrica es aquella en la que no se emplean medios físicos de propagación de las señales de información, pues en su lugar se emplea la modulación de las ondas electromagnéticas. Los únicos medios físicos son los que se encuentran en el transmisor y receptor, estos pueden ser antenas.

Las ondas electromagnéticas son generadas en el transmisor mediante circuitos oscilantes. Es de notar que la frecuencia de estas ondas debe estar dentro de una banda específica, ya sea de uso libre o privado. Para el proyecto es necesario utilizar un estándar de comunicación que comparta la banda de 2.4GHz la misma que no requiere licencia.

### **1.6.2 ALTERNATIVAS PARA COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

A continuación se estudian los distintos módulos de comunicación que se podrían emplear entre el ordenador y el sistema de control, tomando en cuenta necesidades de:

- Velocidad de transmisión.
- Trasmisión inalámbrica.
- Comunicación full dúplex.
- Comunicación punto a punto.

Las principales alternativas para comunicación inalámbrica que se encuentran en el mercado son los módulos:

- Wi-Fi
- Bluetooth
- ZigBee

Para comprender con facilidad las principales características de cada uno de estos módulos se realiza una tabla comparativa entre ellos y de esta manera examinar las distintas posibilidades de elección. (Ver tabla 1.5)

	Bluetooth (WLAN/WPAN)	Wi-Fi (WLAN)	ZigBee (WPAN)
<b>Estándar</b>	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11x	IEEE 802.15.4
<b>Banda de frecuencia</b>	2.4GHz	2.4GHz; 5GHz	2.4GHz
<b>Velocidad máxima de transmisión</b>	1Mbps	Hasta 54Mbps	250kbps
<b>Consumo de corriente transmitiendo</b>	40mA	>400mA	35mA
<b>Consumo de corriente en "standby"</b>	200μA	20mA	3μA
<b>Alcance</b>	10m	100m	50-100m
<b>Precio aproximado</b>	\$35	\$45	\$45

**Tabla 1.5** Tabla comparativa entre Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee.<sup>[15]</sup>

### 1.6.3 Bluetooth

El módulo Bluetooth WPAN (*Wireless Personal Area Network*) es uno de los más populares en la actualidad, el mismo que conjuga una conexión estable con la posibilidad de trabajar en Full Dúplex. Pero su radio de alcance es de 10m y para tener una comunicación satisfactoria ningún medio físico (como una pared) debe interponerse.

Además se puede ver en la tabla que Bluetooth y ZigBee consumen una corriente similar en la transmisión, la misma que es baja respecto a Wi-Fi. Pero en modo "standby", ZigBee ahorra significativamente la corriente.



**Figura 1.26**Módulo Bluetooth.<sup>[19]</sup>



### 1.6.3.1. Wi-Fi

Otra alternativa posible sería el módulo Wi-Fi, el cual tiene la capacidad de transferir grandes cantidades de datos, pero a cambio de un alto consumo de corriente, tanto en la transferencia como en modo “standby”.



Figura 1.27 Módulo Wi-Fi.<sup>[20]</sup>

### 1.6.3.2. ZigBee

La última alternativa a considerar para emplear en el proyecto son los módulos ZigBee. Este es uno de los estándares empleado para la transferencia de datos en una gran variedad de aplicaciones debido al bajo costo, consumo bajo de corriente, y facilidad en el manejo.

Existen varios tipos de estos módulos de acuerdo a la necesidad de alcance y las diferentes especificaciones deseadas.



Figura 1.28 Módulos XBee.<sup>[21]</sup>

### 1.6.2.3.1 Comparativa XBee y XBee-PRO

Finalmente en el mercado se encuentran los módulos XBee y XBee-PRO homologados por ZigBee. Para elegir la mejor opción a continuación se proporciona las especificaciones técnicas de dichos módulos:

	XBee	XBee-PRO
<b>Banda de frecuencia</b>	2.4GHz	2.4Ghz
<b>Velocidad máxima de transmisión</b>	250 kbps	250 kbps
<b>Consumo de corriente transmitiendo</b>	45mA	270mA
<b>Alcance en interiores</b>	Hasta 30m	Hasta 100m
<b>Alcance en exteriores</b>	Hasta 100m	Hasta 1200m
<b>Potencia de transmisión</b>	1mW	60mW

**Tabla 1.6** Características de XBee y XBee-PRO<sup>[15]</sup>

## 1.7 ACCESO REMOTO

### 1.7.1 DEFINICIÓN DE ACCESO REMOTO<sup>[22]</sup>

Enredes de computadoras, es acceder desde una computadora a un recurso ubicado físicamente en otra computadora, a través de una red local o externa (como internet), permitiendo acceder prácticamente a cualquier recurso que ofrece una o más computadoras.

### 1.7.2 ALTERNATIVAS DE PROGRAMAS QUE PERMITEN ACCESO REMOTO

Existen múltiples programas que permiten controlar una computadora remotamente, a continuación se estudian entre los distintos programas que se podrían emplear para el control del servidor del sistema domótico.

Características	TeamViewer	VNC	GoToMyPc
Logo			
Fácil instalación y configuración	✓		✓
Videoconferencia	✓		
Transmisión de audio	✓		
Excelente rendimiento y refresco de pantalla	✓	✓	
Requiere de configuración de firewalls		✓	
Permite acceso desde Smartphone, Tablet	✓	✓	✓
Alta seguridad	✓	✓	
Idiomas	Multilingüe	Inglés	Inglés
Precio	Gratuito	\$35 anual	\$100 anual

**Tabla 1.7** Tabla comparativa de programas de acceso remoto. <sup>[23]</sup>

### 1.7.3 TEAMVIEWER <sup>[24]</sup>

TeamViewer es un programa para ordenador cuya función es conectarse remotamente a otro equipo. Entre sus funciones están: compartir y controlar escritorios, reuniones en línea, videoconferencias y transferencia de archivos entre ordenadores.

#### 1.7.3.1. ¿Cómo establece la conexión TeamViewer para conectarse a un dispositivo remoto?

En un ordenador, una vez instalado TeamViewer, se asigna por default un ID que identifica de manera única al equipo dentro de la red de routers de TeamViewer altamente redundantes, y mediante una contraseña generada aleatoriamente (también permite que el usuario establezca su propia contraseña) permite efectuar la autenticación, en el 70% de los casos se establecerá directamente la conexión a través de UDP, el resto vía TCP.

TeamViewer funciona con un sistema de cifrado completo que se basa en intercambio de clave pública/privada RSA. Esta tecnología se usa de modo similar para https/SSL y puede considerarse completamente segura.

Para establecer una conexión entre un equipo local y otro remoto, el usuario del equipo local debe saber el ID y la contraseña de TeamViewer del equipo remoto, para que permita autenticación y establecimiento de conexión segura. A continuación en la Fig. 1.29 se observa cómo establece la conexión en TeamViewer permitiendo controlar remotamente otro dispositivo de manera segura y confiable.

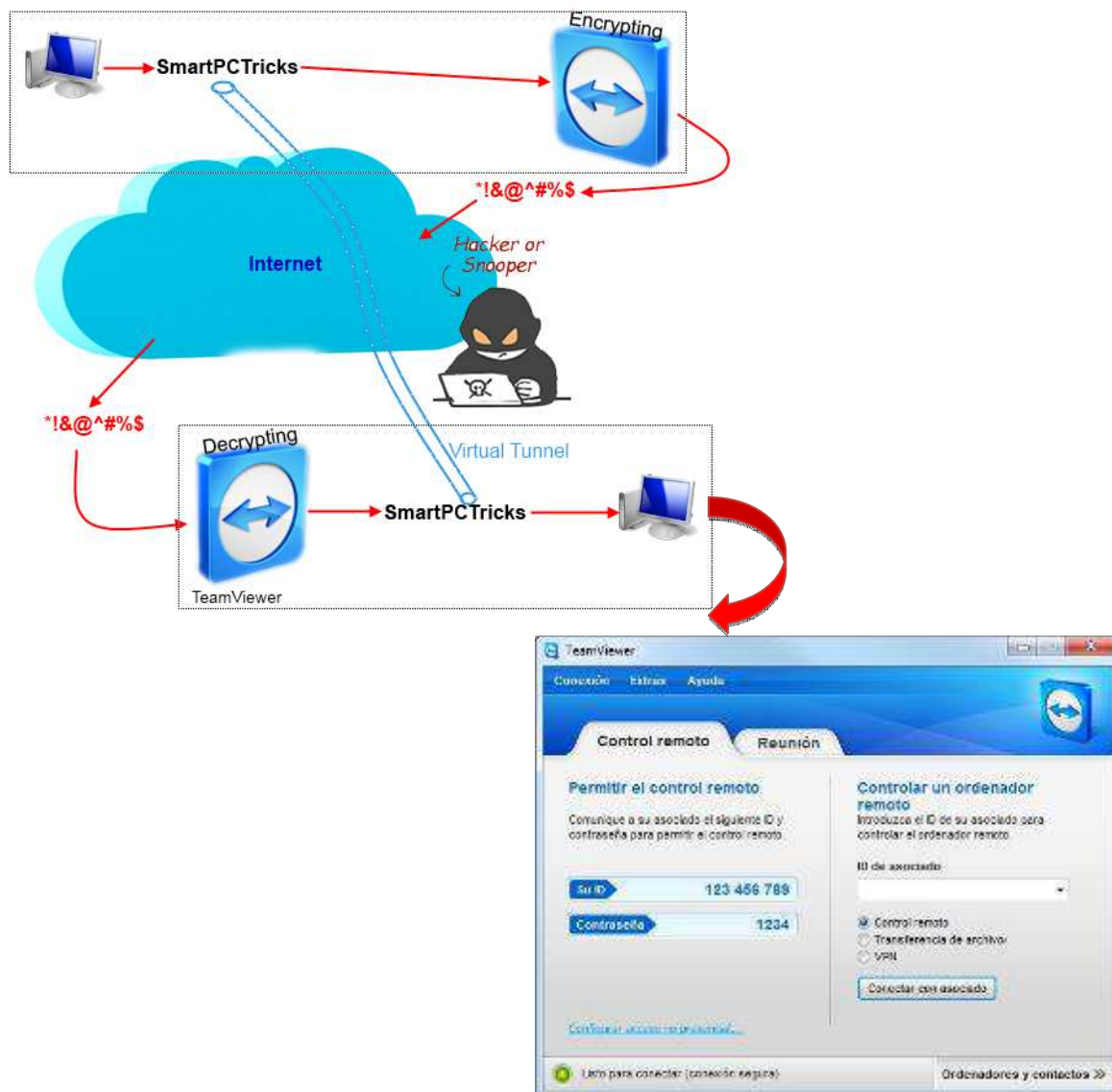


Figura 1.29 Funcionamiento de TeamViewer. [24]

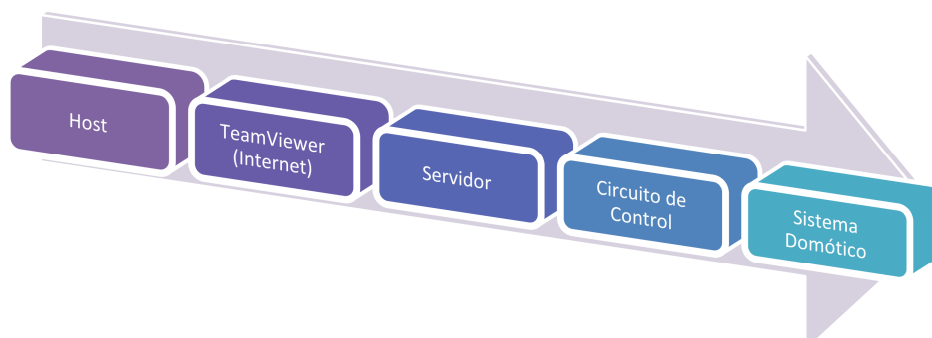
## CAPÍTULO II

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO

#### 2.1 DIAGRAMA DEL SISTEMA DOMÓTICO

El sistema domótico es controlado a través del microcontrolador Atmega 16 localizado en el circuito de control, el mismo que permite una comunicación full dúplex con el servidor domótico a través de los módulos XBee. El servidor utiliza una interfaz gráfica amigable (LabView) la cual permite al usuario controlar el encendido y apagado de luces, sistema de temperatura, apertura y cierre de la puerta de garaje de la vivienda.

El servidor permite establecer una conexión remota desde cualquier host que tenga acceso al internet (Pc, Notebook, Tablet, Smartphone, etc.) a través del software de TeamViewer. En la Fig. 2.1 se muestra el diagrama de bloques del control del sistema domótico.



**Figura 2.1** Diagrama de bloques del control del sistema domótico

A continuación se detalla la funcionalidad que realiza cada bloque de control el cual permite interactuar con el sistema domótico.

##### 2.1.1 CIRCUITO DE CONTROL

El sistema domótico es controlado mediante el Atmega 16, encargado de realizar el encendido y apagado de luminarias, apertura y cierre de la puerta de garaje, la medición y control del sistema de temperatura de la vivienda.

A continuación se muestra en la Fig. 2.2 se observa la infraestructura a nivel macro del circuito de control



Figura 2.2 Infraestructura del circuito de control.

### 2.1.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL SERVIDOR Y EL CIRCUITO DE CONTROL

La comunicación full dúplex entre el servidor y el circuito de control se realiza mediante los módulos XBee, los cuales permiten enviar y recibir información del Atmega 16, la misma que es procesada desde el servidor para mostrar en una interfaz amigable al usuario (LabView), permitiendo interactuar con todo el sistema domótico. La Fig. 2.3 se observa el diagrama de comunicación entre el servidor y el circuito de control.

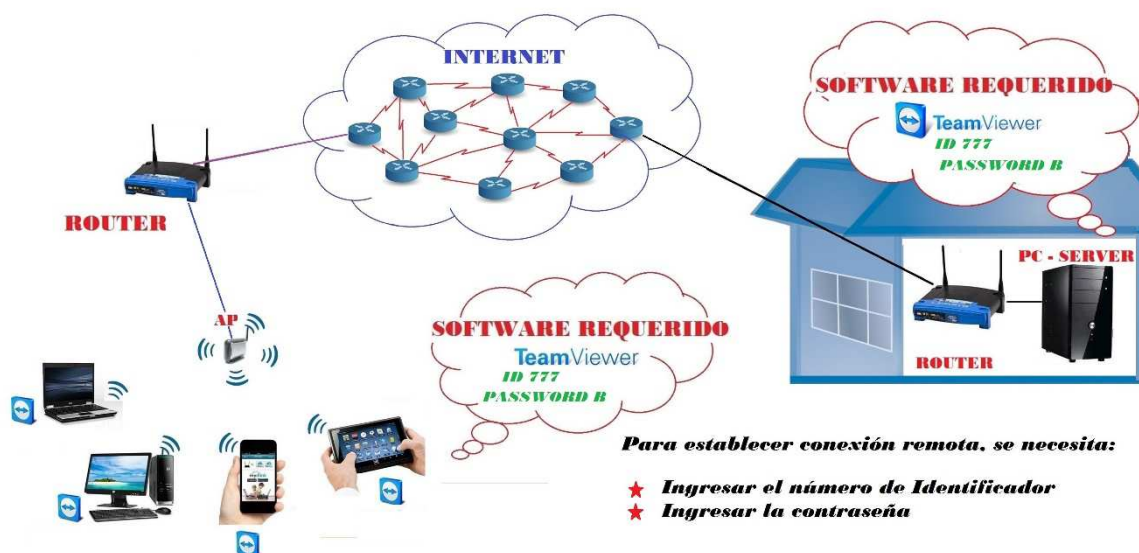


Figura 2.3 Diagrama de conexión entre el servidor y el circuito de control.

La distancia máxima entre los módulos XBee, depende del medio de propagación las señales electromagnéticas, en ambientes internos la distancia máxima de transmisión es de 30 metros, mientras que en ambientes externos (sin obstáculos) la distancia máxima de transmisión es de 100 metros.

### 2.1.3 CONTROL REMOTO HACIA EL SERVIDOR

Mediante el software TeamViewer, se establece la conexión remota desde cualquier host que tenga acceso al internet y disponga del software TeamViewer previamente instalado, el servidor debe proporcionar el ID de autenticación y su contraseña para poder establecer la conexión. En la Fig. 2.4 se observa el diagrama de conexión remota desde un host hacia el servidor.



**Figura 2.4** Diagrama de conexión remota desde un host hacia el servidor.

### 2.1.4 CONTROL DE VIDEO Y NOTIFICACIÓN DE MENSAJES DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO MEDIANTE LA CÁMARA IP D-LINK

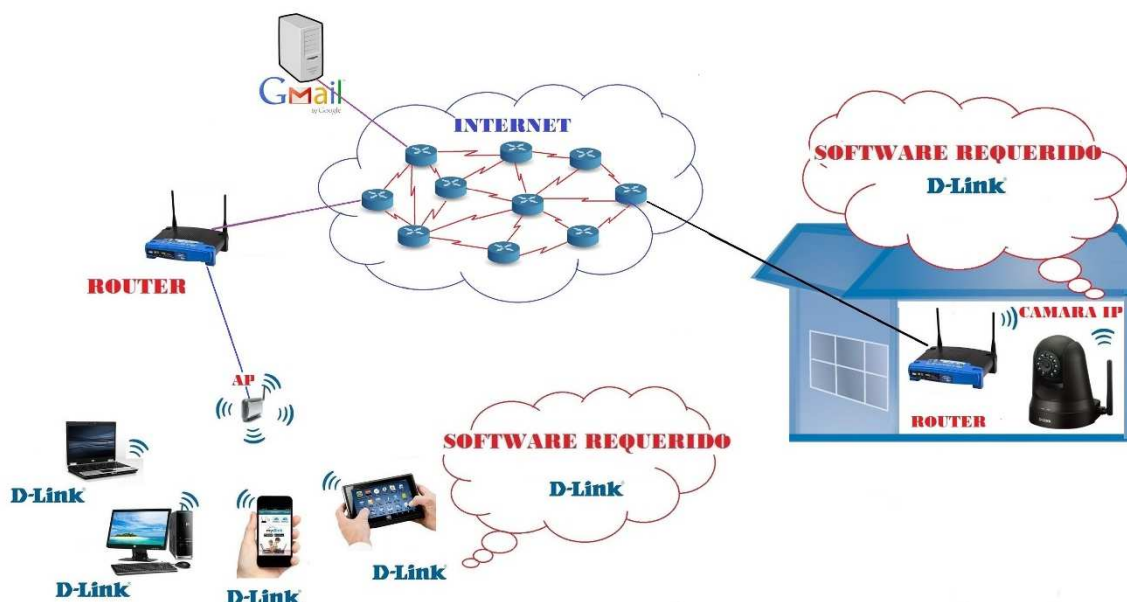
La tecnología D-Link permite la visualización remota de las cámaras a través del internet, evitando así el arriendo de una IP pública y sus respectivas configuraciones, así también la cámara IP DCS-5010L permite enviar notificaciones de detección de movimiento a través de un servidor de correo electrónico previamente configurado. A continuación en la Fig. 2.5 se observa el diagrama de bloques de conexión remota hacia la cámara IP.





**Figura 2.5** Diagrama de conexión de tecnología D-Link.

La tecnología D-Link permite la visualización remota de la cámara IP, para ello necesariamente se registra la cámara en una cuenta de mydlink a través de un correo electrónico estableciendo una contraseña de seguridad. Cada vez que desee visualizar remotamente se debe acceder mediante la cuenta de mydlink. En la Fig. 2.6 se observa el diagrama de conexión remota hacia la cámara IP D-Link.



**Figura 2.6** Diagrama de conexión remota hacia la cámara IP D-Link.

La notificación de mensajes de vídeo e imágenes por correo electrónico se realiza utilizando un servidor SMTP (correo electrónico), en el presente proyecto se utiliza el servidor de correo de Gmail, para ello se debe configurar en la cámara IP el modo de autenticación de correo y el área de selección a detectar movimiento. La infraestructura a nivel macro del funcionamiento del sistema domótico es representado mediante el siguiente diagrama de bloques (Ver Fig. 2.7), dónde permite establecer una conexión remota hacia el servidor y la cámara IP D-Link desde cualquier lado del planeta permitiendo control total del sistema domótico.



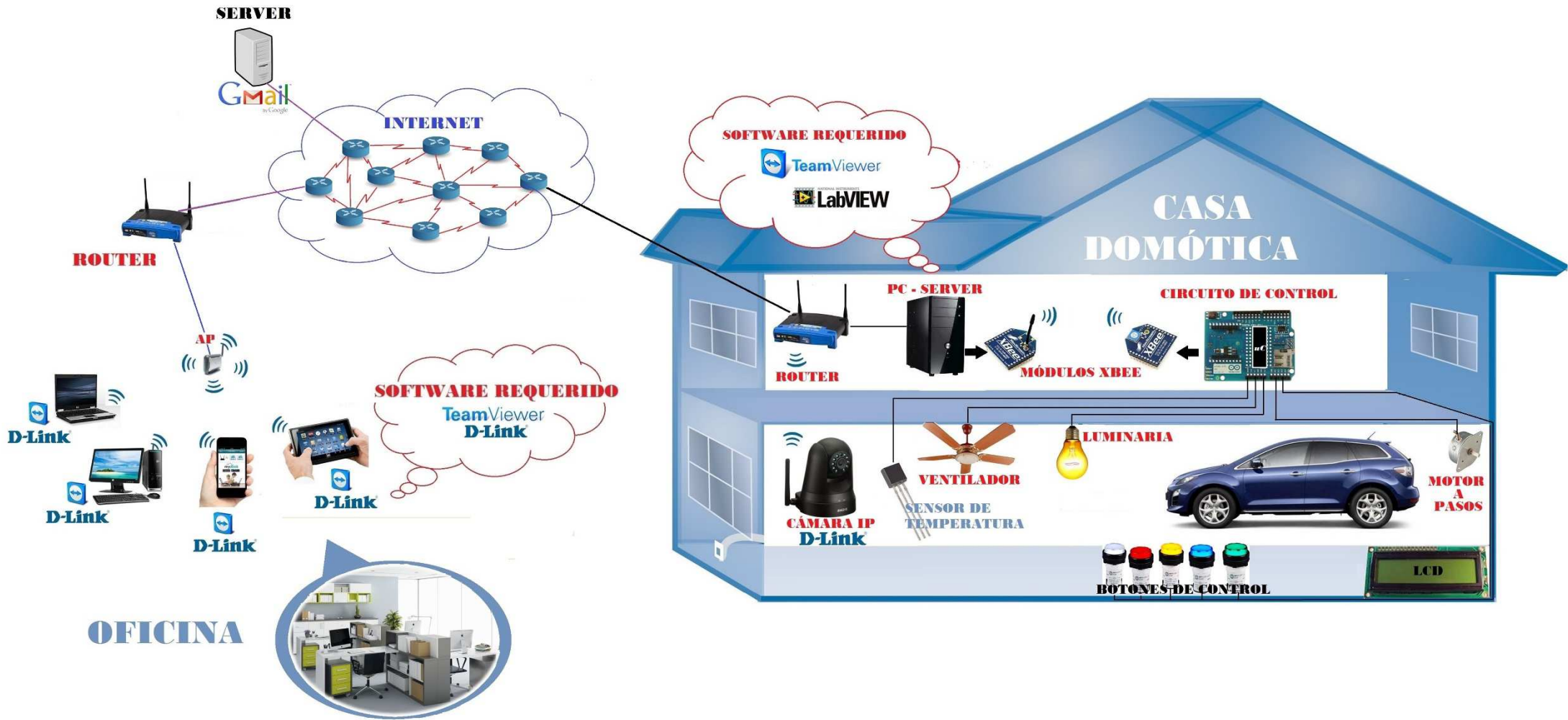


Figura 2.7 Diagrama del sistema domótico.

## 2.2 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

### 2.2.1 PULSADOR ELECTRÓNICO

Para enviar una señal al circuito de control se utilizará pulsadores, los cuales permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre él vuelve a su posición de reposo. El pulsador funciona por lo general como un interruptor eléctrico, es decir en su interior tiene dos contactos, al ser pulsado uno, se activará la función inversa de la que en ese momento este realizando, si es un dispositivo NA (normalmente abierto) será cerrado, si es un dispositivo NC (normalmente cerrado) será abierto. Para el control del circuito se utilizará un pulsador normalmente abierto.



Figura 2.8 Pulsador electrónico.<sup>[27]</sup>

### 2.2.2 RESISTOR

El resistor se describe matemáticamente mediante la ley de Ohm ( $V = I \times R$ ). Los resistores se miden por esa razón en unidades llamadas Ohms, generalmente se utiliza el símbolo  $\Omega$  para representar los Ohms.

El resistor ofrece una determinada resistencia eléctrica. La resistencia es la propiedad física que se opone al paso de corriente y supone una pérdida de energía en forma de calor, no tienen polaridad.



Figura 2.9 Resistor.<sup>[28]</sup>

### 2.2.3 CAPACITOR

Es un dispositivo pasivo, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total.



Figura 2.10 Capacitor.<sup>[29]</sup>

### 2.2.4 RELÉS

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

La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace posible manejar altos voltajes y elevadas potencias con pequeñas tensiones de control

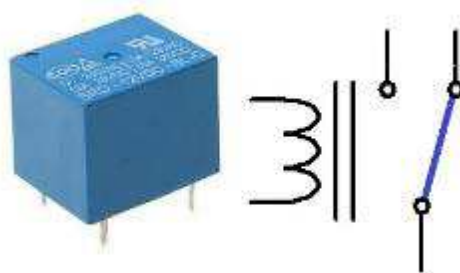


Figura 2.11 Relé.<sup>[30]</sup>

## 2.2.5 LCD DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO

Un LCD es un dispositivo microcontrolador de visualización gráfica para la presentación de caracteres, símbolos e inclusive dibujos en algunos modelos. Es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. En el presente proyecto se utilizará un LCD de 20 x 4.

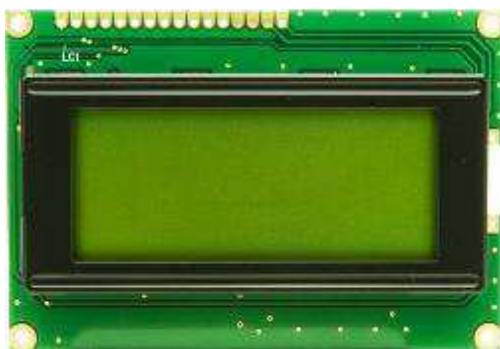


Figura 2.12 LCD.<sup>[31]</sup>

### 2.2.5.1 Características principales y técnicas del LCD

- Pantalla de caracteres ASCII
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits

Pin	Nombre	Nivel	Descripción
1	Vss	0 V	Tierra
2	Vcc	5 V	Alimentación
3	Vee	Pot	Potenciómetro (contraste)
4	RS	Lógico	0L instrucción, 1L dato
5	R/W	Lógico	1L lee, 0L escribe en el LCD
6	E	Lógico	Pulso de habilitación
7 a 14	DB0 – DB7	Lógico	Bus de datos

Tabla 2.1 Distribución de pines del LCD.<sup>[31]</sup>

## 2.2.6 LED DIODO EMISOR DE LUZ

Los leds se usarán como indicadores en el circuito de control. Un led es un dispositivo semiconductor que cuando está polarizado directamente (Voltaje de ánodo mayor al de cátodo) permite la circulación de corriente y se enciende como un foco. Por el contrario, cuando está polarizado inversamente (Voltaje de cátodo mayor al de ánodo) no permite la circulación de corriente y no se enciende.



Figura 2.13 LED.<sup>[32]</sup>

### 2.2.6.1 Características técnicas del led

Un diodo led presenta su tensión entre 1.3V y 4.0V dependiendo del color del diodo. La intensidad mínima para que un diodo Led emita luz visible es de 4mA y, por precaución como máximo debe aplicarse 50mA.

Color	Voltaje
Infrarrojo	1.3V
Rojo	1.7V
Naranja	2.0V
Amarillo	2.5V
Verde	2.5V
Azul	4.0V

Intensidad de corriente	
I mín.	4mA
I máx.	50mA

Tabla 2.2 Características técnicas del led.<sup>[33]</sup>

El conocimiento de esta tensión es fundamental para el diseño del circuito en el que sea necesaria su presencia, pues, normalmente se le coloca en serie una resistencia que limita la intensidad que circulará por él.

## 2.2.7 FOTORESISTOR LDR

LDR “Resistor dependiente de la luz”, componente electrónico cuya resistencia disminuye con el aumento de la intensidad de luz incidente.



**Figura 2.14** Fotoresistor.<sup>[34]</sup>

### 2.2.7.1 Características del Fotoresistor LDR

En la Tabla 2.3 se muestra las principales características técnicas.

Características técnicas del LDR	
Sensor	De luminosidad
Resistencia máxima	11K $\Omega$
Resistencia mínima	50 $\Omega$
Disipación de potencia máxima	100mW
Corriente máxima	75mA

**Tabla 2.3** Características técnicas del LDR.<sup>[35]</sup>

## 2.2.8 SENSOR DE TEMPERATURA LM35

El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C. Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C. La salida es lineal y cada grado centígrado equivale a 10mV.<sup>[36]</sup>



**Figura 2.15** Sensor de temperatura LM35.<sup>[36]</sup>

### 2.2.8.1 Características técnicas del LM35

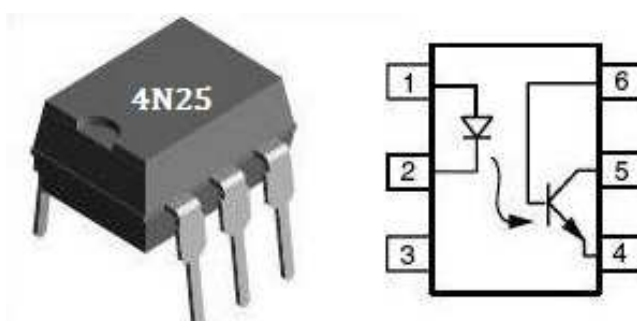
La tensión de salida es proporcional a la temperatura, tiene una precisión garantizada de 0.5°C a 25°C y opera entre 4 y 30 voltios de alimentación con una baja impedancia de salida. A continuación se muestra en la Tabla 2.4 las principales características técnicas.

Características técnicas del LDR	
Sensor	De temperatura
Factor de escala Lineal	+10.0mV/°C
Exactitud	0.5 a 25°C
Rango	-55° a +150°C
Nivel de operación	4 a 30V
Corriente de drenaje	60 $\mu$ A

**Tabla 2.4** Características técnicas del LM35. <sup>[37]</sup>

### 2.2.9 OPTOACOPLADOR

Un optoacoplador, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotorreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado, se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.



**Figura 2.16** Optoacoplador. <sup>[38]</sup>

### 2.2.9.1 Características técnicas del Optoacoplador 4N25

En la Tabla 2.5 se muestra las principales características técnicas.

Características técnicas del Optoacoplador 4N25	
Tipo de salida	Transistor
Corriente de entrada ( $I_F$ )	50mA
Voltaje de entrada ( $V_F$ )	1.3V
Voltaje máximo de salida	30V
Rango de temperatura	-55° a +100°C

**Tabla 2.5** Características técnicas del Optoacoplador 4N25.<sup>[39]</sup>

### 2.2.10 DIODO

Es un dispositivo electrónico con dos terminales, el ánodo y el cátodo, está construido con dos capas de material semiconductor, la una tipo N y la otra tipo P. Es un elemento unidireccional porque permite la circulación de corriente en un solo sentido, de ánodo a cátodo. El diodo funciona de dos maneras diferentes, la una cuando está polarizado directamente (existe circulación de corriente) y la otra cuando está polarizado inversamente (no existe circulación de corriente).



Figura 2.17 Diodo.<sup>[40]</sup>

#### 2.2.10.1 Características técnicas del Diodo 1N4007

En la Tabla 2.6 se muestra las principales características técnicas.

Características	Valores típicos
Voltaje en polarización directa ( $V_F$ )	1V
Corriente en polarización directa ( $I_0$ )	1A
Corriente inversa máxima ( $I_R$ )	0,05 $\mu$ A
Voltaje inverso de ruptura	50V
Rango de temperatura	-65°C a +150°C

**Tabla 2.6** Características técnicas del Diodo 1N4007.<sup>[41]</sup>



### 2.2.11 PUENTE H - L293D

Un Puente H es un circuito electrónico que permite controlar motores. Son ampliamente usados en robótica y como convertidores de potencia. Los puentes H están disponibles como circuitos integrados, pero también pueden construirse a partir de componentes discretos.



Figura 2.18 Puente H L293D.<sup>[42]</sup>

### 2.2.12 Características técnicas del L293D

En la Tabla 2.7 se muestra las principales características técnicas.

Características	Valores típicos
Fuente de voltaje lógica ( $V_{SS}$ )	4.5V – 30V
Fuente de voltaje ( $V_S$ )	4.5V – 30V
Corriente de salida pico ( $I_o$ )	1.2 <sup>a</sup>
Disipación de potencia	4W
Rango de temperatura	-40°C a +150°C
Presenta alta inmunidad al ruido	

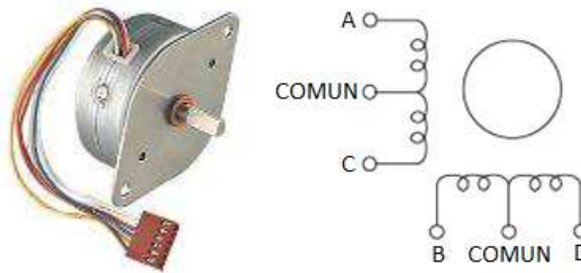
Tabla 2.7 Características técnicas del L293D.<sup>[43]</sup>

### 2.2.13 MOTOR PASO A PASO

Un motor paso a paso está diseñado para moverse en pequeños incrementos, por lo que es eficaz para un trabajo preciso. El ángulo de giro (también llamado paso) es muy variado pasando desde los 90° hasta los 1.8°, cada paso se efectúa aplicando un pulso a sus bobinas, por ejemplo para un motor que tiene 90° de giro por paso, es necesario enviarle 4 pulsos para que gire una vuelta completa, mientras que en los de 1.8° se necesita 200 pulsos. La velocidad de giro del motor depende del tiempo entre cada uno de los pulsos. Según la construcción de sus bobinas los motores paso a paso pueden ser: unipolares y bipolares.

### 2.2.13.1 Motor paso a paso Unipolar

Estos motores se componen de cuatro bobinas y dependiendo de la conexión interna pueden tener cinco o seis cables de salida a diferencia de los motores paso a paso bipolar conformados por dos bobinas y únicamente poseen cuatro cables de salida.



**Figura 2.19** Conexión interna de un motor paso a paso Unipolar.<sup>[44]</sup>

Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar, a continuación se describe la secuencia más usada y la que el fabricante generalmente recomienda:

Paso	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	ON	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	ON	OFF
3	OFF	OFF	ON	ON
4	ON	OFF	OFF	ON

**Tabla 2.8** Secuencia normal de un motor paso a paso.<sup>[44]</sup>

Estas secuencias lograrán hacer que el motor gire en un sentido, para que el motor gire en sentido opuesto sólo se debe invertir dicha secuencia.

### 2.2.14 MÓDULOS XBEE<sup>[15]</sup>

Los módulos XBee usados en este proyecto trabajan con niveles de 3.3V. Debido a que el puerto serial de los microcontroladores trabaja con niveles TTL y el puerto serial de los computadores trabaja con niveles RS232, es necesario utilizar circuitos que cambien los niveles TTL y RS232 a niveles de 3.3V. Para poder lograr esto se utiliza los módulos XBee Explorer USB y el XBee Regulated, los

cuales permitirán que los microcontroladores y el computador se comuniquen con los módulos XBee, tiene un alcance máximo de 100 m en medios externos.



**Figura 2.20** XBee ZigBee RF Module – Chip Antena.<sup>[21]</sup>

#### 2.2.14.1 XBee Explorer USB

El XBee Explorer USB permite conectar y utilizar cualquier módulo XBee directamente mediante un puerto USB. Este módulo funciona con todos los módulos XBee estándar y versiones Pro.



**Figura 2.21** Módulo XBee Explorer USB.<sup>[15]</sup>

#### 2.2.14.2 XBee Explorer Regulated

El XBee Explorer Regulated permite utilizar cualquier módulo XBee sin preocuparse por su regulación, ya que se encarga de llevar las señales de 5V a 3.3V, permitiendo de esta manera conectar sus pines de transmisión y recepción a cualquier microcontrolador de niveles TTL.



**Figura 2.22** Módulo XBee Explorer Regulated.<sup>[15]</sup>

### 2.2.14.3 Configuración de los módulos XBee

Para realizar la configuración de los dispositivos XBee es necesario el uso del software X-CTU, el cual es proporcionado por la compañía *Digi*.

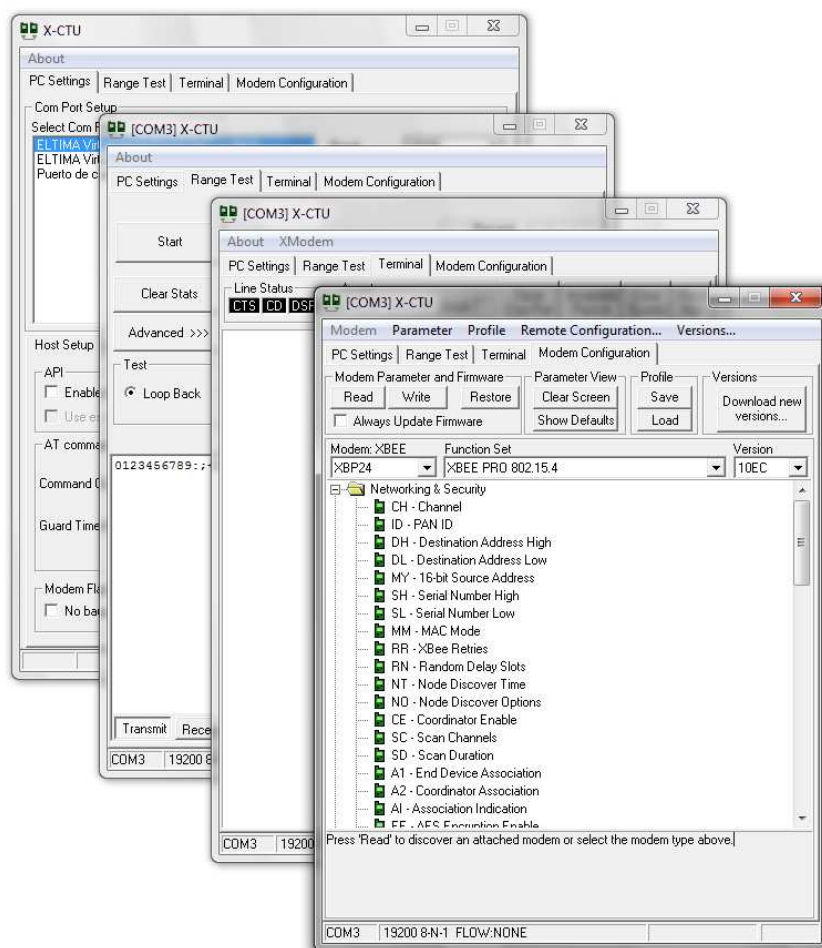


Figura 2.23. Software X-CTU.<sup>[15]</sup>

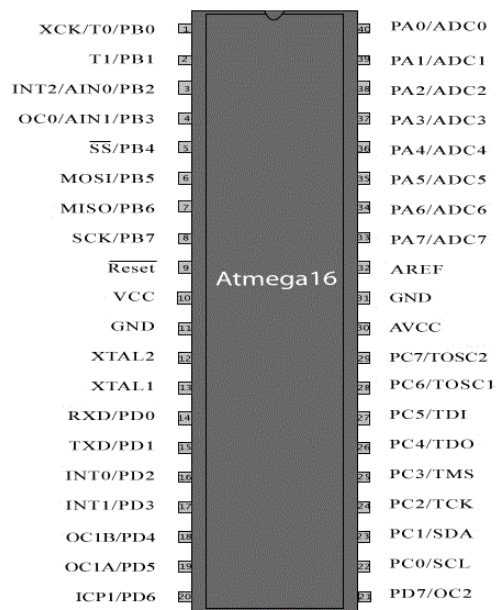
Este software contiene cuatro módulos

- Módulo de configuración de PC: Utilizado para seleccionar el puerto COM deseado y configurar este puerto para adaptarse a la configuración de los módulos XBee.
- Módulo de prueba de rangos: Utilizado para realizar pruebas de rango de señal entre dos módulos XBee y monitorear paquetes enviados y recibidos.

- Módulo terminal: Permite el acceso al puerto COM con un programa de emulación de terminal. Es utilizado para configurar y leer los parámetros del módulo XBee por medio de comandos AT.
- Módulo de configuración modem: Utilizado para configurar y leer los parámetros del módulo XBee por medio de una interfaz gráfica de usuario.

### 2.2.15 MICROCONTROLADOR ATMEGA 16<sup>[45]</sup>

El Atmega 16 es un microcontrolador CMOS de bajo consumo de energía basado en la arquitectura AVR RISC. Permitiendo diseñar un sistema óptimo de consumo de energía frente a la velocidad de procesamiento.



**Figura 2.24.** Distribución de pines del Atmega 16. <sup>[46]</sup>

#### 2.2.15.1 Utilización del Atmega 16 en el prototipo

El microcontrolador Atmega16 es el encargado de controlar el motor paso a paso bipolar para la apertura y cierre de la puerta de garaje, controlar el sistema de temperatura mediante la lectura del LM35 y encendido/apagado automático de un ventilador, recibir la información proveniente de los pulsadores y LDR para controlar el encendido y apagado de luces internas y externas de la vivienda, es decir, realiza el control de todo el sistema domótico.

### 2.2.15.2 Características del microcontrolador Atmega 16<sup>[45]</sup>

Entre las características principales se consideran las siguientes:

- 32 registros de trabajo de 8 bits para propósito general
- 32 Entradas/Salidas programables
- 16 Kbytes de memoria de FLASH
- 512 Bytes de memoria EEPROM
- 1 Kbyte de memoria interna SRAM
- 8 canales ADC de 10 bits
- Comparador analógico
- Puerto serial USART programable
- Voltaje de operación 4.5V a 5.5V
- Frecuencia de oscilación de 0 a 16Mhz
- Oscilador interno de 0 a 8Mhz

### 2.2.16 CÁMARA IP DLINK DSC-5010L

La Cámara Pan/Tilt DCS-5010L es una solución de Video vigilancia día y noche que fácilmente se conecta a la red, para permitir visualizar en forma remota a través de diferentes dispositivos, cuenta con buena resolución de video, tiene un micrófono integrado, un rango flexible para el control PTZ, una distancia de iluminación Infrarroja de 8 m para medios oscuros a un precio considerable.



**Figura 2.25** Cámara D-Link DCS5010L.<sup>[18]</sup>

### 2.2.16.1 Características de la cámara IP DLink DSC-5010L

Entre las principales características que brinda la cámara DLink DSC-5010L son:

- Diseño versátil y compacto.
- Visión Nocturna.
- Pan & Tilt
- Tipo de conexión Ethernet e inalámbrica

#### 2.2.16.1.1 Diseño versátil y compacto

La DCS-5010L es una cámara de video vigilancia que puede operar sin necesidad de un computador y no requiere de un software o hardware especial.

Gracias a que es compatible con el portal mydlink, se puede gestionar a través de las aplicaciones iOS y Android.



**Figura 2.26.** Versatilidad y compatibilidad de la cámara DSC-5010L. <sup>[47]</sup>

#### 2.2.16.1.2 Visión nocturna

El monitoreo nocturno es posible gracias a los Leds infrarrojo incorporados los cuales le permitirán visión durante la noche hasta 8 metros a la redonda, permitiendo el monitoreo durante toda la noche, aún en completa oscuridad.

### 2.2.16.1.3 Pan & Tilt

La cámara motorizada permite un ángulo horizontal de 340° y un ángulo vertical de 120°. También incorpora un zoom digital de 4x. Esta cámara incorpora características de audio.



**Figura 2.27.**Control Pan&Tilt de la cámara DSC-5010L. <sup>[47]</sup>

### 2.2.16.1.4 Tipo de Conexión Ethernet e Inalámbrica

Tiene un puerto Fast-Ethernet (10/100Mbps) y también incorpora conectividad Wi-Fi para conectar la cámara al router o punto de acceso inalámbrico sin necesidad de cables.



**Figura 2.28.**Tipos de conexión de la cámara DSC-5010L. <sup>[47]</sup>



Cuenta con un botón WPS para la sincronización rápida y segura con el punto de acceso de tal forma que la instalación sea Plug&Play sin necesidad de hacer difíciles configuraciones.

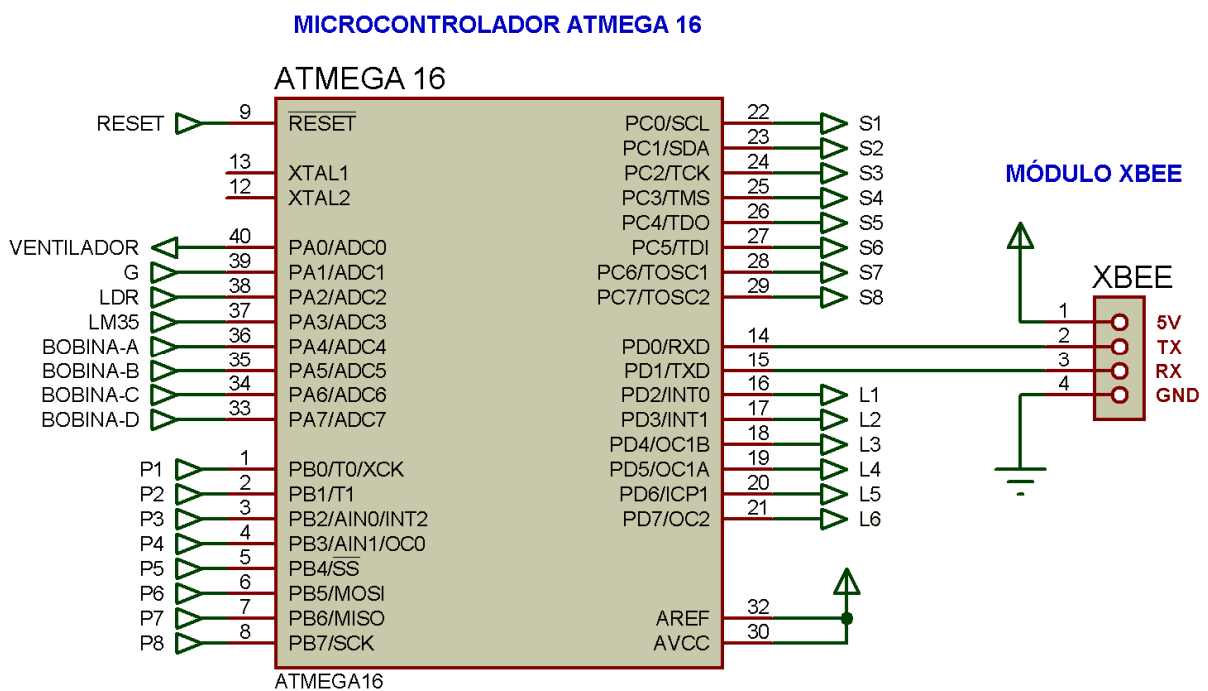
## 2.3 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

El microcontrolador Atmega 16 recibe las instrucciones desde el computador de manera inalámbrica mediante módulos XBee, y a partir de eso realiza las siguientes tareas:

- Realiza el control de encendido y apagado de luces de la vivienda.
- Control de apertura y cierre de la puerta de garaje
- Control de sistema de temperatura

A continuación se realizará el diseño de cada uno de ellos, dónde se explicará detalladamente su funcionamiento.

### 2.3.1 DISEÑO DE CONEXIONES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA 16



**Figura 2.29** Diagrama de conexiones del microcontrolador Atmega16.

El diagrama de conexiones de este microcontrolador se describe a continuación:

- El microcontrolador se encuentra alimentado con una fuente de 5V.
- Los pines de transmisión y recepción del microcontrolador se encuentran conectados a los pines de recepción y transmisión del módulo XBee respectivamente.
- El módulo XBee Regulated es alimentado con una fuente de 5V, y es el encargado de convertir las señales de 5V a 3.3V con las cuales trabajan los módulos XBee.

### 2.3.2 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para el control de sistema de iluminación se realiza mediante los pulsadores, para ello es importante considerar un circuito antirebote utilizados generalmente para eliminar ruidos en las señales de entradas de los pulsadores.

#### 2.3.2.1 Diseño del circuito antirebote

Por lo general los pulsadores electrónicos generan señales muy ruidosas al ser activados, por lo que a veces se pueden generar detecciones incorrectas de la activación de los mismos. Los filtros antirebote ayudan absorbiendo las transiciones rápidas de los interruptores y generando señales más confiables.

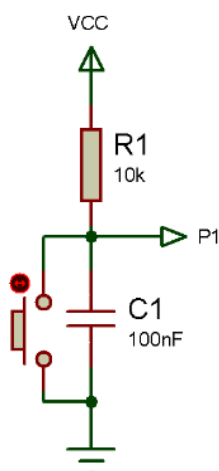
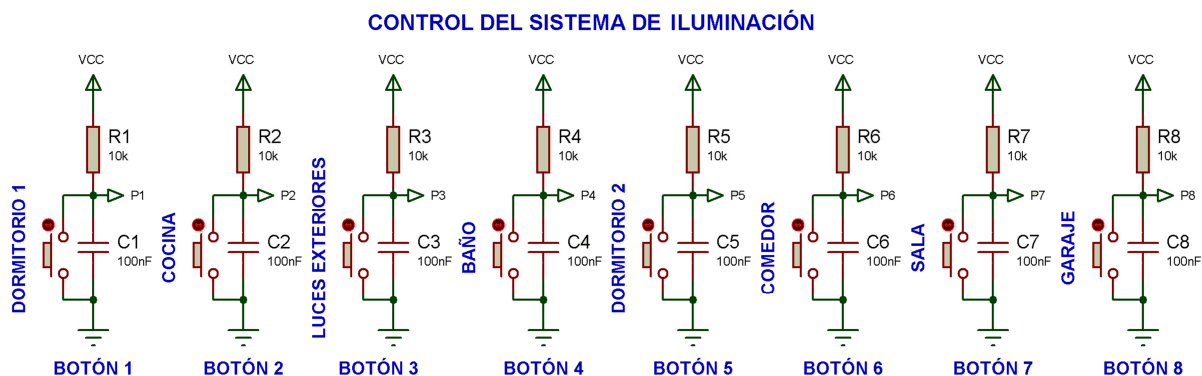


Figura 2.30 Circuito antirebote.

Una configuración típica de un filtro de rebote como la que se muestra en la Fig. 2.31 consiste de un pulsador conectado a una fuente por medio de una resistencia  $R1 = 10K\Omega$  de pull-up a 5V y un capacitor  $C1 = 100nF$  .[48]

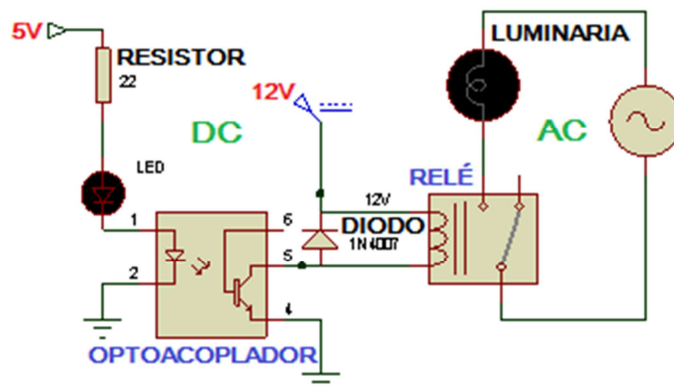


**Figura 2.31.**Diagrama del control de sistema de iluminación.

### 2.3.2.2 Diseño del circuito de iluminación

Para el control de las luminarias se utiliza el Optoacoplador 4N25 el mismo que aísla la fuente de 5V (del microcontrolador) y 12V (del relé) evitando de esta manera que se generen señales muy ruidosas.

El relé funciona como un interruptor controlado, separando eléctricamente el circuito de control DC con el de control AC. En la Fig. 2.32 se observa el aislamiento de fuentes de voltaje DC (5V – 12V) a través del optoacoplador y el aislamiento de fuentes DC (12V) y AC a través del relé.

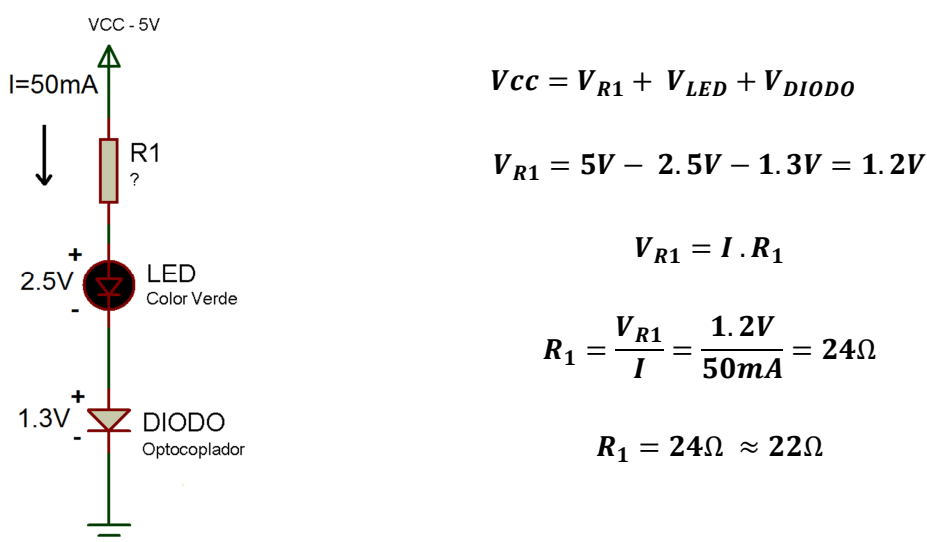


**Figura 2.32.**Diagrama aislamiento de voltajes DC - AC.

### 2.3.2.2.1 Cálculo del valor de la resistencia

Para el cálculo del diferencial de potencial entre los elementos electrónicos, se considera el valor del voltaje del diodo color verde de 2.5V cuya corriente máxima es de 50mA (ver en la Tabla 2.2) y el voltaje del diodo del optoacoplador es de 1.3V con una corriente de 50mA (ver en la Tabla 2.5) obteniendo como resultado el voltaje de la resistencia de 1.2V.

Aplicando la Ley de Ohm se puede calcular el valor de la resistencia estandarizado de 22  $\Omega$ , a continuación en la Figura 2.33 se observa el procedimiento del cálculo de resistencia a utilizar.



**Figura 2.33.** Cálculo de resistencia.

### 2.3.2.2.2 Diodo rectificador como elemento de protección

La desactivación de un relé provoca una corriente de descarga de la bobina en sentido inverso que pone en peligro el elemento electrónico utilizado para su activación.

Un diodo polarizado inversamente cortocircuita dicha corriente y elimina el problema. El inconveniente que presenta es que la descarga de la bobina es más lenta, así que la frecuencia a la que puede ser activado el relé es más baja. A continuación en la Fig. 2.34 se muestra el diagrama de control del sistema de iluminación de la vivienda.

## LUMINARIAS DE LA VIVIENDA

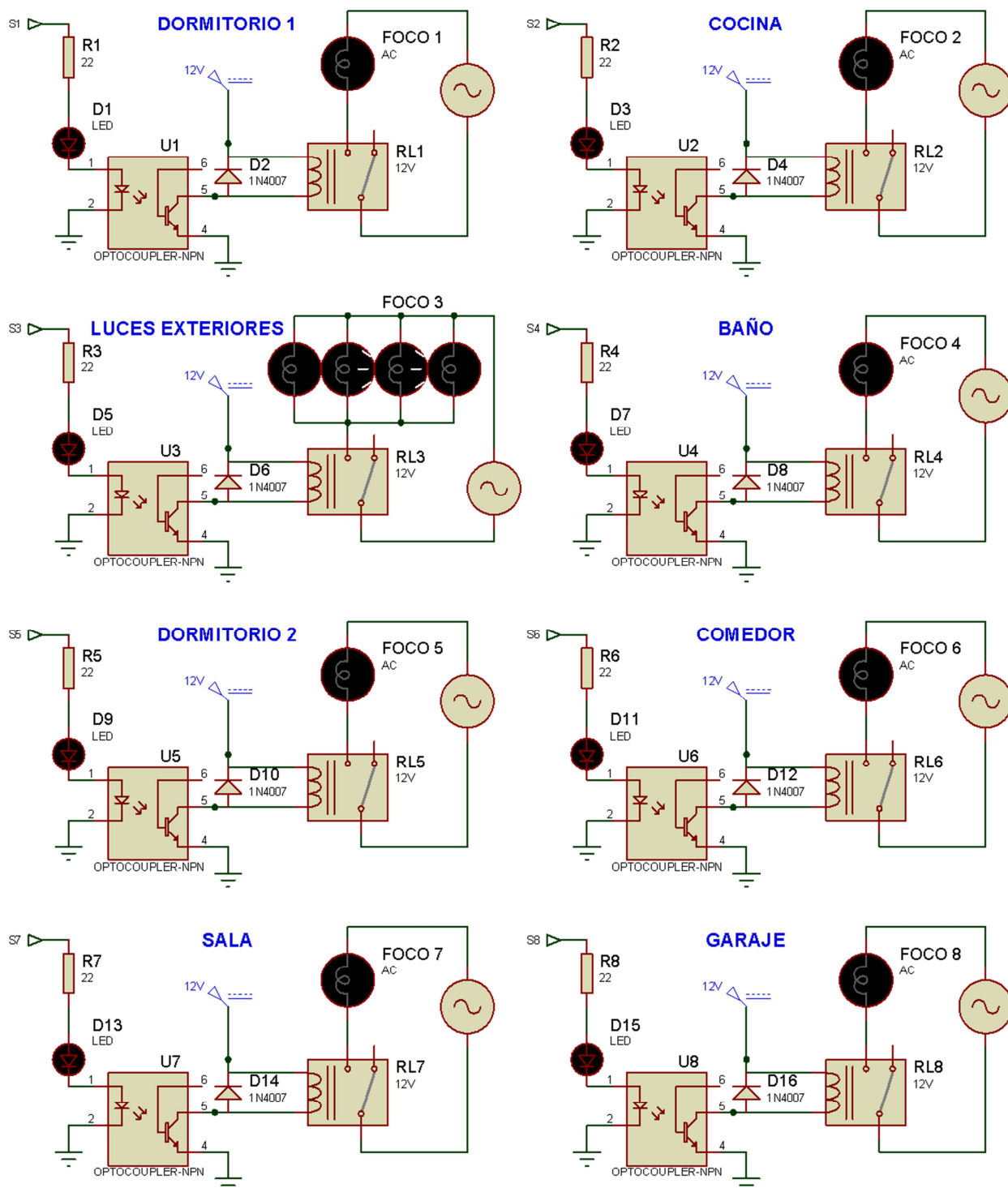


Figura 2.34. Diagrama del sistema de iluminación.

### 2.3.3 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL PARA LA APERTURA Y CIERRE DE LA PUERTA DE GARAJE

El control del motor se lo realiza mediante el microcontrolador, el mismo que está programado para girar un determinado número de pasos en un sentido para la apertura de la puerta y en sentido contrario para el cierre de la misma. El motor a pasos se encuentra alimentado por una fuente de 5V.

Para el control del motor paso a paso se utiliza el driver L293D, el mismo que es el encargado de recibir las señales de control provenientes del microcontrolador y enviarlas al motor. El dispositivo L293D permite aislar las señales de control para evitar daños en los pines del microcontrolador debido a que el motor consume la corriente proveniente de la fuente de alimentación.

Para cambiar el estado de la puerta del garaje se debe presionar el pulsador electrónico, el mismo que está diseñado con el circuito antirebote anteriormente analizado (Ver Fig. 2.30). A continuación se muestra en la Fig. 2.35 el diagrama del control del motor a pasos unipolar.

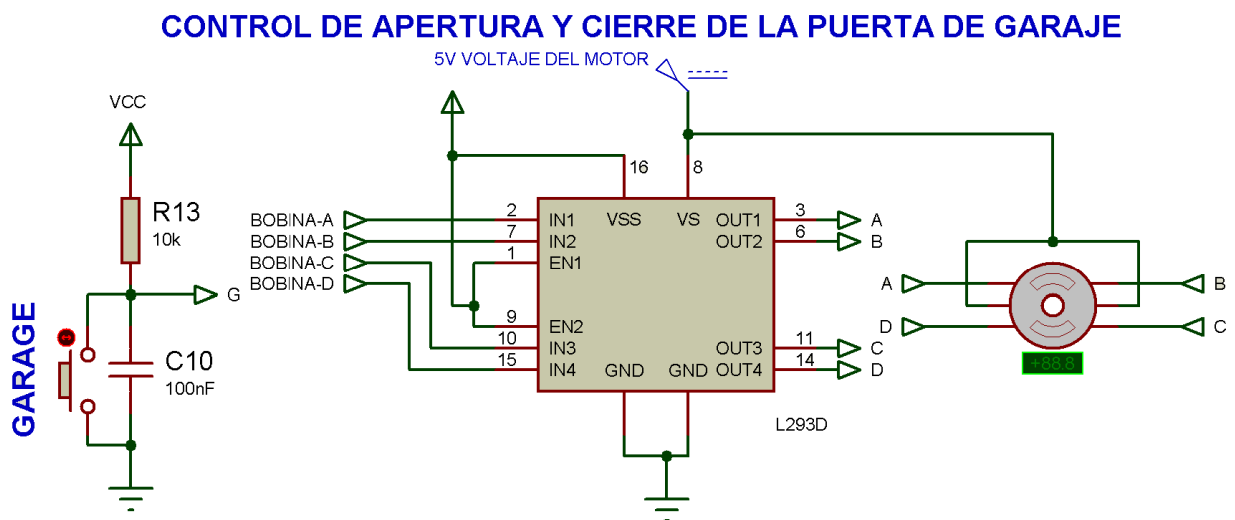


Figura 2.35. Diagrama de control del motor.

### 2.3.4 DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA

El sensor de temperatura envía directamente la información al microcontrolador Atmega 16, el mismo que está programado para mostrar el valor en el LCD y transmitir inalámbricamente el valor de temperatura mediante los módulos XBee al computador para previa programación de interfaz gráfica de LabVIEW.

Para el control del sistema de temperatura se utiliza un ventilador, el mismo que se activará cuando sobrepase una temperatura mayor o igual a 25° C.

En la Fig. 2.36 se muestra el diagrama de control del sistema de temperatura.

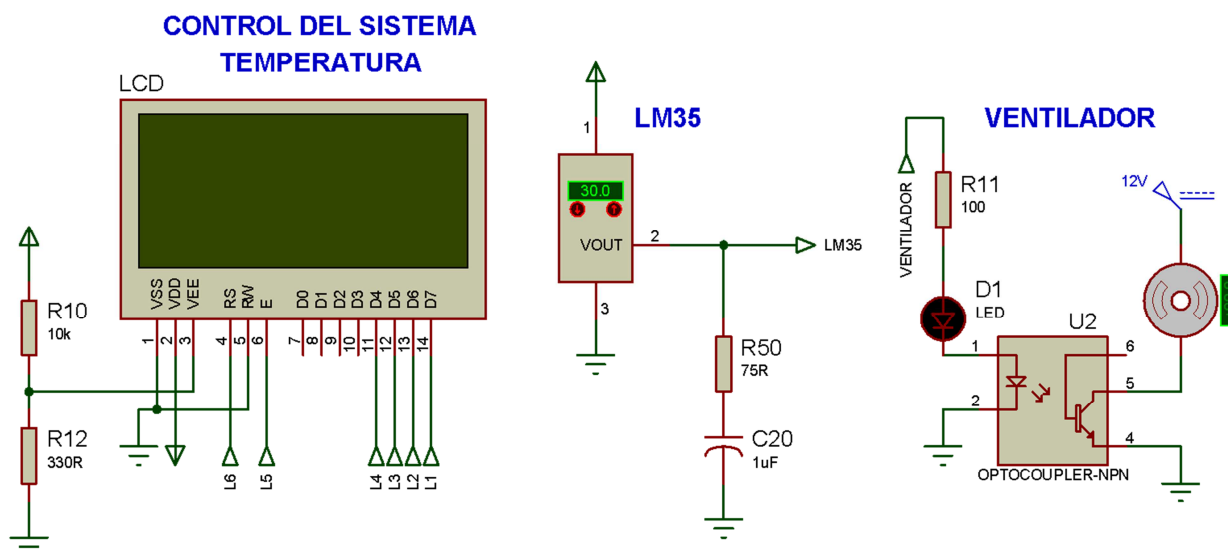


Figura 2.36. Diagrama del control del sistema de temperatura.

En el Anexo A se puede observar el diseño del circuito electrónico del prototipo.

## 2.4 DISEÑO Y ENSAMBLAJE DE LA VIVIENDA

### 2.4.1 DISEÑO DE LA VIVIENDA

Para el diseño de la vivienda se tomó como referencia el plano que se muestra en la Fig. 2.37, el mismo que ha sido modificado para adecuarse con los requerimientos del sistema domótico que son las luminarias internas y externas de la vivienda, puerta de garaje y sistema de temperatura.



Figura 2.37. Plano de la vivienda. [49]

#### 2.4.2 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DOMÓTICO EN LA VIVIENDA

El plano de la vivienda se utiliza para construir los dos pisos desmontables de la vivienda, se considera poner en la planta baja el circuito de control del sistema domótico mientras que en el primer piso las luminarias internas que se desea controlar.

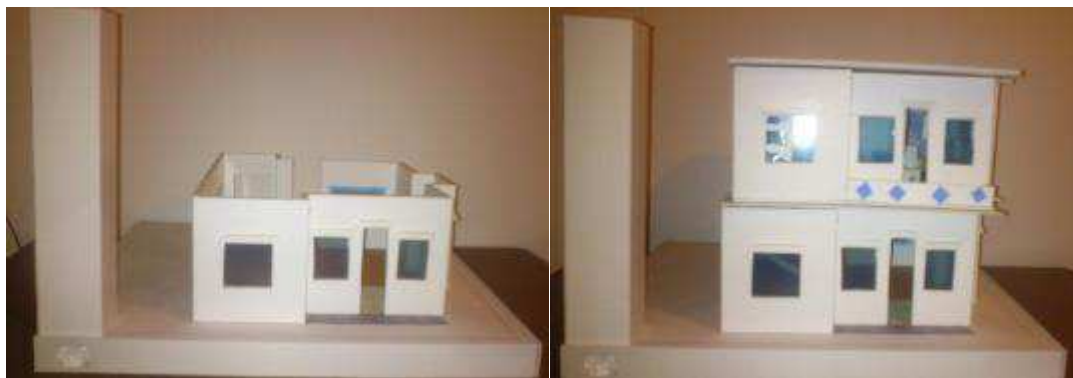
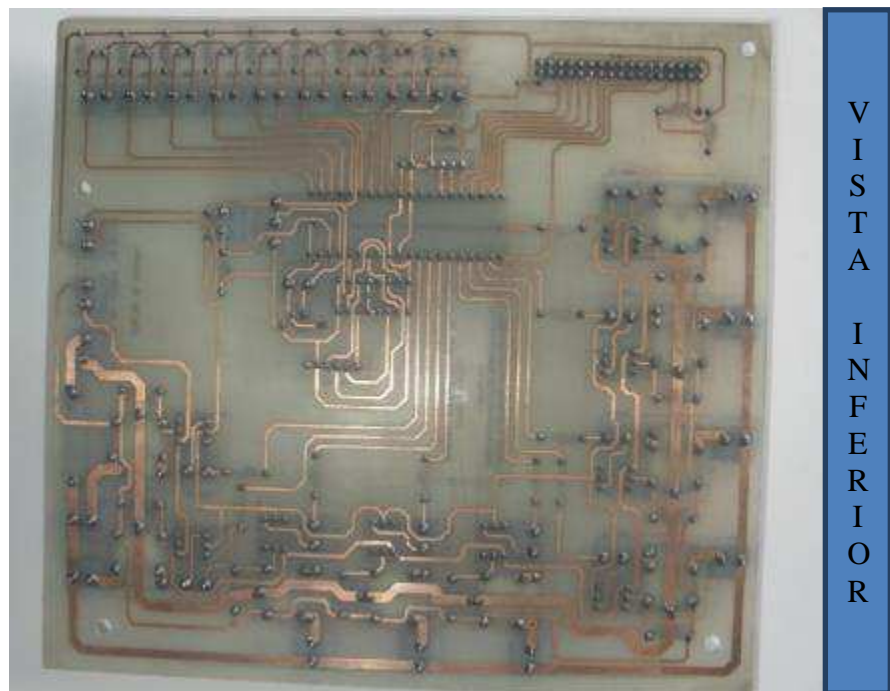
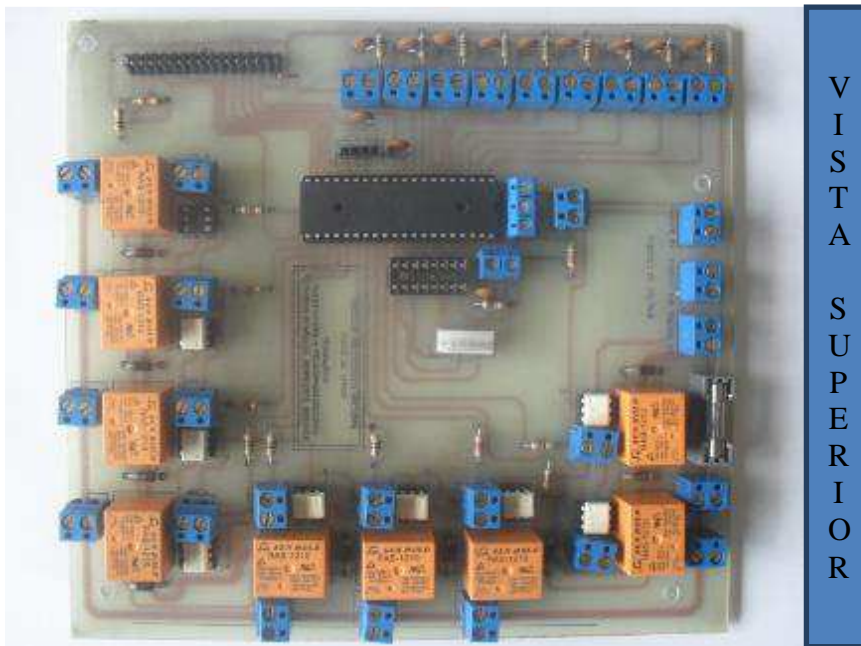


Figura 2.38. Vivienda desmontable construida. [49]



### 2.4.2.1 Construcción del circuito de control

En primer lugar se realiza el circuito de control en la baquelita, soldando cada uno de los elementos, previo ensamblaje de las conexiones de los dispositivos necesarios para el funcionamiento del sistema domótico como son: pulsadores, focos, LDR, LM35, motor paso a paso, LCD. Además en el Anexo B se presenta el diseño del circuito impreso del prototipo.



**Figura 2.39.** Circuito de control construido.

### 2.4.2.2 Construcción de la caja de control

La caja de control está constituida por los pulsadores, leds, y LCD desde la vista superior. A continuación la Fig. 2.40 se muestra la caja de control donde se puede observar cada uno de los elementos anteriormente mencionados.



**Figura 2.40.** Vista superior de la caja de control.

En los lados laterales de la caja de control están el motor a pasos y las entradas de las fuentes de voltaje, adicionalmente se etiquetan cada componente de control para mejor entendimiento de las mismas. A continuación en la Fig. 2.41 se muestra las vistas laterales de la caja de control.



**Figura 2.41.** Vista lateral de la caja de control.

### 2.4.2.3 Construcción de la puerta del garaje

Una vez construido la caja de control, el motor a pasos utiliza un mecanismo basado en el engranaje circular, por el cual se va a controlar el movimiento de la puerta al girar el motor permitiendo así de esta manera controlar la apertura y cierre de la puerta del garaje. A continuación se muestra en la Fig. 2.42



**Figura 2.42.**Puerta del garaje.

### 2.4.2.4 Construcción de las luminarias exteriores

En el contorno de la vivienda están las luminarias exteriores, cuatro focos en paralelo, los mismos que están controlados por el sensor LDR y el pulsador de control respectivo



**Figura 2.43.**Luces externas de la vivienda.

#### 2.4.2.5 Construcción de las luminarias interiores

En el primer piso de la vivienda están las luminarias interiores, seis focos en diferentes lugares como son los dormitorios 1 y 2, cocina, comedor, sala y baño, a excepción del foco del garaje ubicado en la planta baja, los mismos que se controlan por los pulsadores respectivos. A continuación la Fig. 2.44 muestra las luminarias interiores del primer piso de la vivienda.



**Figura 2.44.** Luces internas de la vivienda.

#### 2.4.2.6 Construcción del sistema de temperatura

Para el control de temperatura se utiliza un ventilador el cual se activará cuando el sensor LM35 detecte una temperatura mayor o igual a 25°C, este control se realiza automáticamente desde el microcontrolador. Adicional se muestra el valor de temperatura en el LCD ubicado en la caja de control (Véase en Fig. 2.40). A continuación se muestra en la Fig. 2.45 el sistema de control de temperatura.



**Figura 2.45.**Control del sistema de temperatura.

#### 2.4.2.7 Ensamblaje del sistema domótico en el circuito de control

A continuación se muestra el proceso de ensamblaje de los componentes que conforman el sistema domótico.

Primero se realiza la interconexión de las fuentes de voltaje de corriente continua como de alterna ingresando por la caja de control hasta la planta baja de la vivienda. En la Fig. 2.46 se observa la interconexión de las fuentes de voltaje.



**Figura 2.46.**Interconexión de las fuentes de voltaje.

Después se aísla con espuma Flex al circuito de control y después se procede a realizar las conexiones de cada uno de los elementos que conforman el sistema domótico en las respectivas borneras, en la Fig. 2.47 se muestra el ensamblaje de los componentes electrónicos.





**Figura 2.47.**Ensamblaje de los componentes electrónicos.

Finalmente el prototipo está listo, se realiza la programación en el microcontrolador, se realizan pruebas hasta comprobar el correcto funcionamiento del prototipo. A continuación en la Fig. 2.48 se muestra el sistema domótico ensamblado.



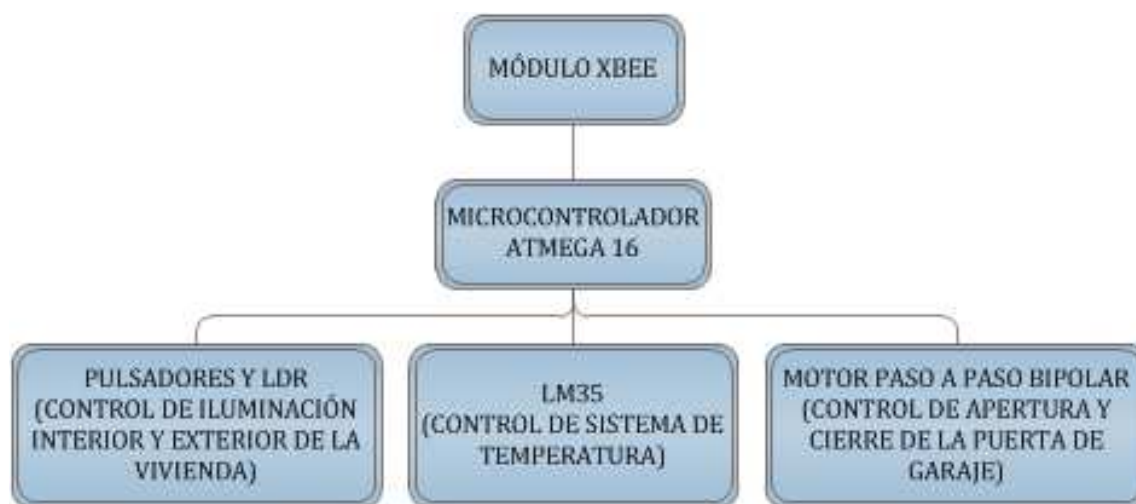
**Figura 2.48** Sistema domótico ensamblado.

## 2.5 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

El microcontrolador a utilizares el Atmega 16, encargado de realizar el control de sistema de temperatura, apertura y cierre de la puerta del garaje e iluminación interior y exterior de la vivienda.

La programación de este microcontrolador fue realizada en lenguaje Basic, y compilada mediante el software BASCOM AVR.

En la Fig.2.49 se muestra la arquitectura del programa de control de este microcontrolador. El microcontrolador recibe las señales de control provenientes del computador y transmite señales de datos hacia el computador, las cuales son enviadas inalámbricamente mediante módulos XBee.



**Figura 2.49.**Arquitectura del programa de control del Atmega 16.

Las señales de control recibidas le indican al microcontrolador que tipo de control debe realizar, tales como el control de iluminación interior o exterior de la vivienda, sistema de temperatura, apertura y cierre de la puerta de garaje.

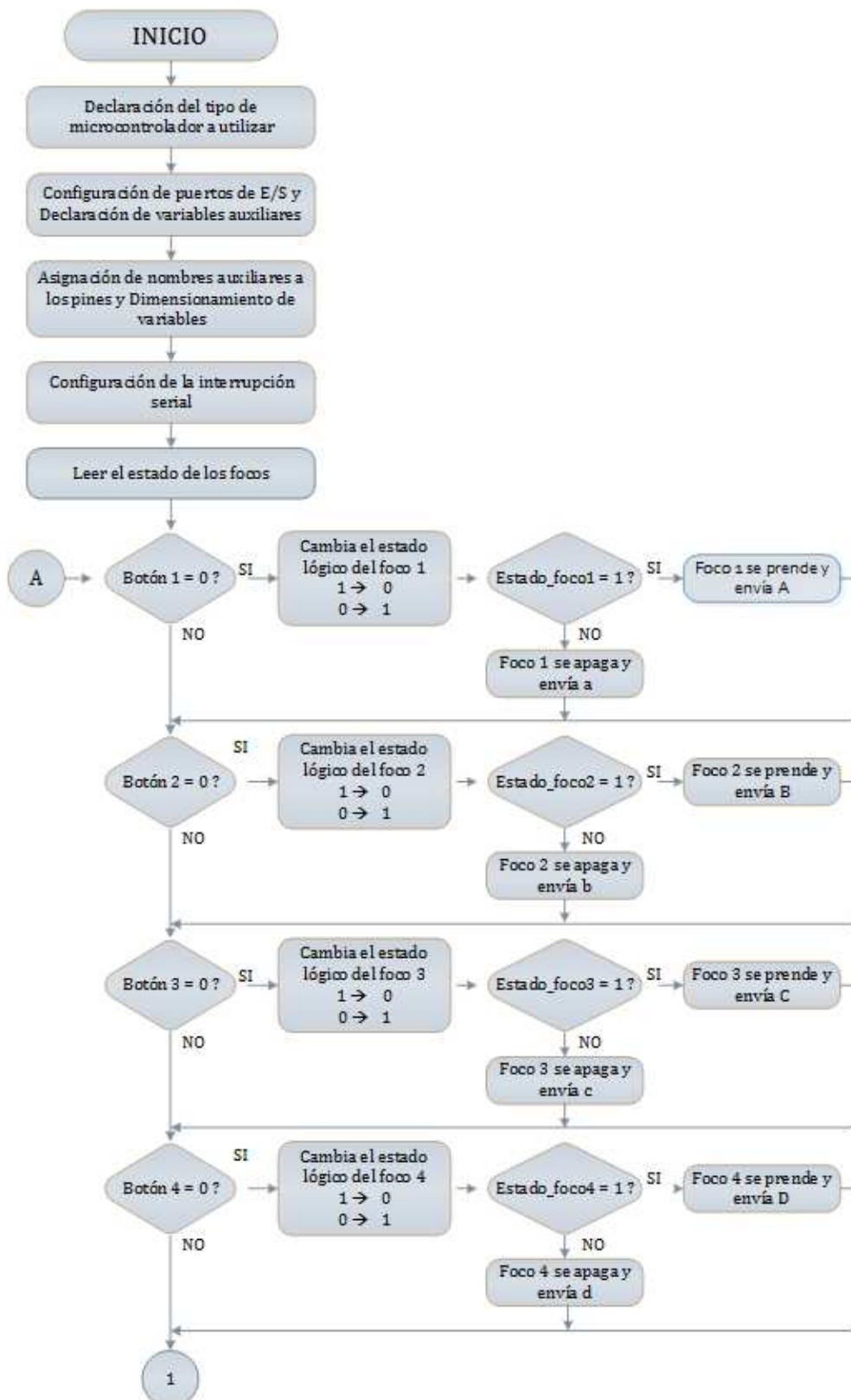
Las señales de datos transmitidas hacia el computador, indican el estado actual del microcontrolador, por ejemplo, indican específicamente qué luminarias de la vivienda están encendidas o apagadas, el valor actual de temperatura, el estado de la puerta del garaje, es decir, si está la puerta abierta o cerrada.

### **2.5.1 PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA**

La programación del Atmega 16 para el control de iluminación interior y exterior de la vivienda se realiza en base al diagrama de flujo de la Fig. 2.50. A continuación se explica el diagrama de flujo.



1. Se indica al compilador que el microcontrolador a utilizar es el Atmega 16, la frecuencia a trabajar es 4 MHz.y la velocidad de transmisión 19200 bps.
2. Se configuran los puertos que serán utilizados como entradas y salidas.
  - a. Se configuran como entrada el p#303;rtico B, mediante el cual est#303;n conectados los pulsadores.
  - b. Se configuran como salida el p#303;rtico C que controlarán los focos internos de la vivienda.
  - c. Se configura como entrada el pin PD0, a trav#303;s del cual ingresa la informaci#303;n proveniente del XBee.
  - d. Se configura como salida el pin PD1, a trav#303;s del cual se transmitir#303;n los datos requeridos.
3. Se asigna nombres auxiliares a los pines de entrada (Bot#303;n n) y salida (Foco n) para poder comprender f#303;cilmente el lenguaje de programaci#303;n.
4. Se declara las variables auxiliares y el tipo de dato que ser#303; almacenado en cada variable.
5. Se realiza la lectura de los estados de las luminarias de la vivienda, lo cual permite saber si luminarias se encuentran o no prendidas al momento de ejecutar el programa.
6. Se configura la comunicaci#303;n serial en modo asincr#303;nico, con una velocidad de transmisi#303;n de datos de 19200bps e interrupci#303;n serial.
7. Si el bot#303;n  $n = 0$  (se activa el pulsador presionado f#303;sicamente o si recibe mediante el m#303;dulo XBee un dato de control), entonces cambiar#303; el estado del foco, es decir, si estaba prendido se apagar#303; o viceversa. Tambi#303;n transmite un dato mediante el m#303;dulo XBee, indicando con una letra may#303;scula si est#303; el foco prendido o con una letra min#303;scula si el foco est#303; apagado, dicha informaci#303;n es importante para la programaci#303;n en LabVIEW.



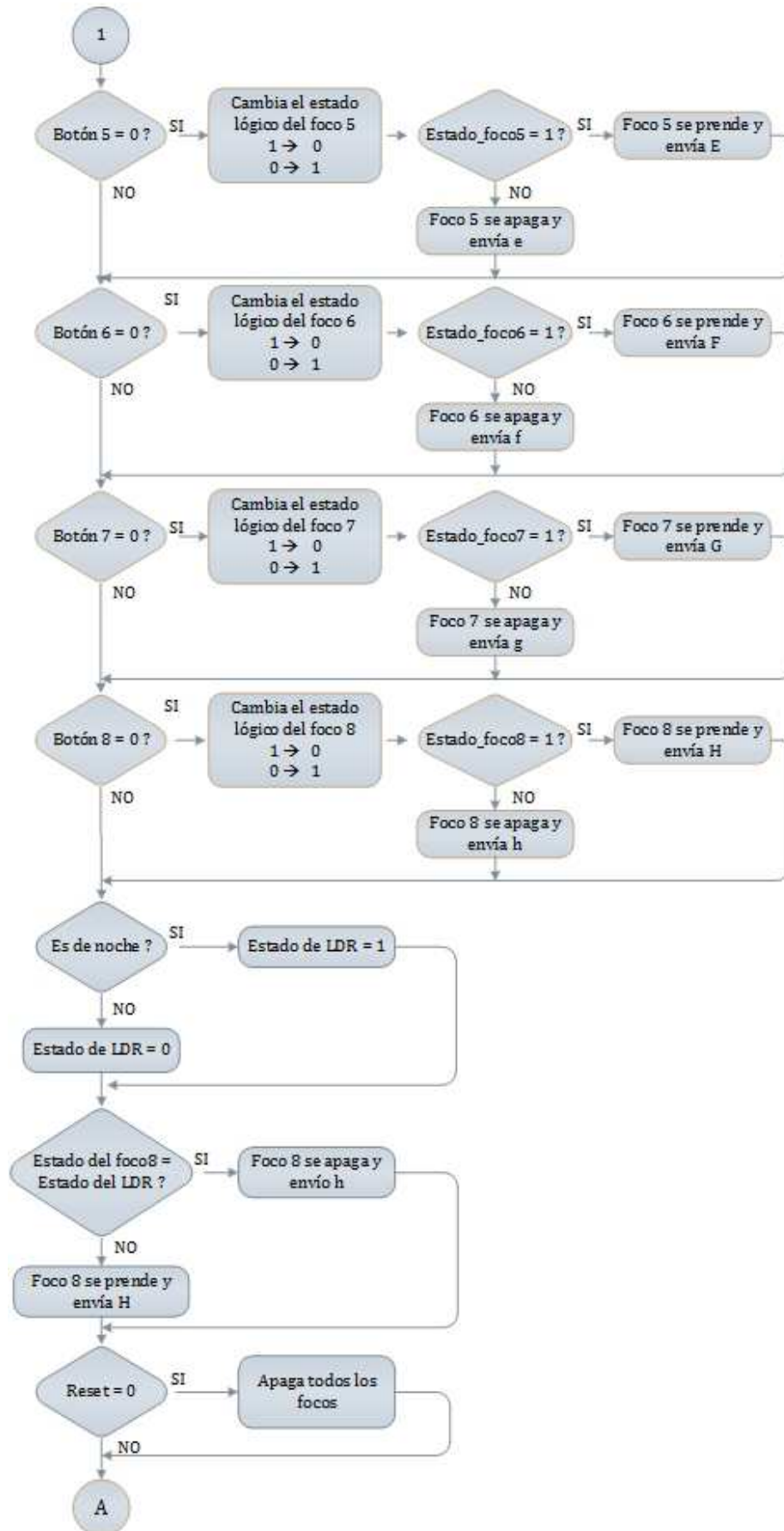


Figura 2.50. Diagrama de flujo del control de luces.

8. Para el control de encendido y apagado de luces externas de la vivienda, se lo realiza mediante el fotoresistor LDR, el cual presionando el botón respectivo o automáticamente en la noche cambiará el estado de las luces externas. Para este control se tomó en cuenta las consideraciones de la Tabla 2.9.

Estado foco	Estado LDR	Función	Resultado
0	0	Si no se presiona el pulsador y está de día	0
0	1	Si no se presiona el pulsador y está de noche	1
1	0	Si se presiona el pulsador y está de día	1
1	1	Si se presiona el pulsador y está de noche	0

**Tabla 2.9** Consideraciones para el control de luces externas de la vivienda.

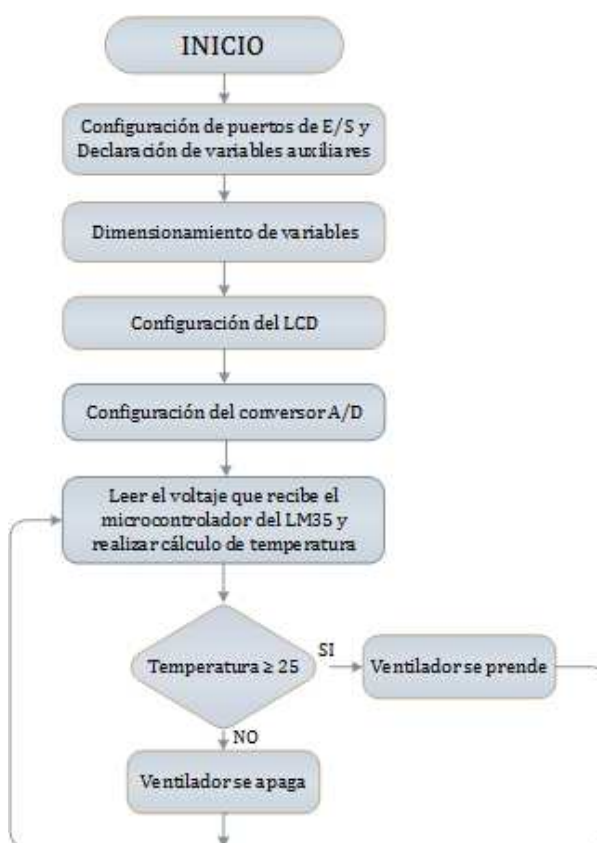
Se observa en la Tabla 2.9, cuando el estado del foco es igual al estado del LDR, el foco se apaga y cuando los estados son diferentes, el foco se prende, dicha información se utilizó en la programación para realizar dicho control.

## 2.5.2 PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA

La programación del sistema de temperatura se realiza en base al diagrama de flujo de la Figura 2.51. A continuación explica el diagrama de flujo.

1. Se configuran los puertos que serán utilizados como entradas y salidas.
  - a. Se configura como entrada el pin PD0, a través del cual ingresa la información proveniente del XBee.
  - b. Se configura como salida el pin PD1, a través del cual se transmitirán los datos requeridos y los pines PD2 al PD7 encargados del control del LCD para previa visualización de temperatura
  - c. Se configura como salida al pin PA0, el mismo que controlará el control de temperatura a través del ventilador
2. Se declara las variables auxiliares y el tipo de dato que será almacenado en cada variable.

3. Se configura el LCD para previa visualización de temperatura
4. Se realiza la conversión análogo / digital del voltaje que proporciona el sensor LM35 al microcontrolador y se realiza la lectura.
5. Se realiza el cálculo para obtener la lectura de temperatura en grados centígrados.
6. Se configura el sistema de control de temperatura mediante el ventilador, está programado activarse el ventilador si la temperatura es mayor igual a 25°C.



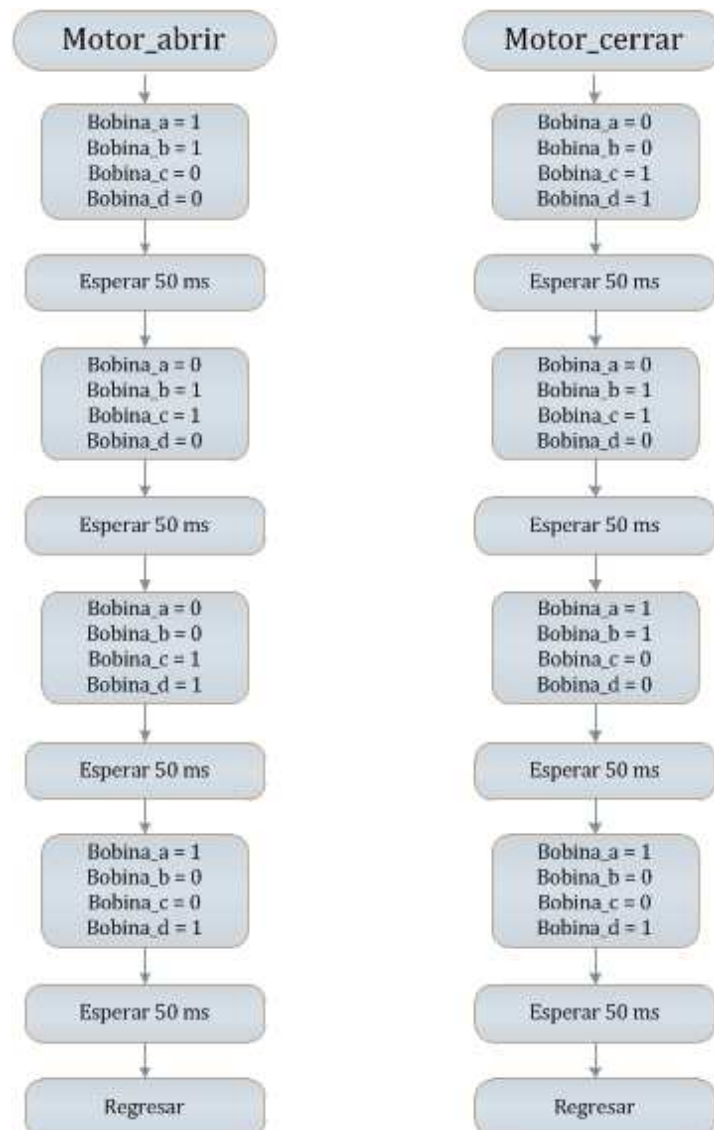
**Figura 2.51.**Diagrama de flujo del control del sistema de temperatura.

### 2.5.3 PROGRAMACIÓN PARA EL CONTROL DE APERTURA Y CIERRE DE LA PUERTA DE GARAJE

Mediante la realización de dos subrutinas se controla el motor paso a paso que es el encargado de realizar la apertura y cierre de la puerta del garaje. En la Fig.2.52 se puede observar el diagrama de flujo de estas subrutinas.

La función de la subrutina motor\_abrir es energizar las bobinas del motor paso a paso, siguiendo la secuencia de la Tabla 2.8 del capítulo 2.

Cada vez que el programa ingresa a esta subrutina el motor realiza un movimiento de cuatro pasos. El tiempo de duración de cada paso es muy importante ya que si es muy pequeño, el motor puede comenzar a vibrar y no funcionar de la manera esperada. Por el contrario, si este tiempo es muy grande, la velocidad de giro del motor será demasiado lenta. Para este prototipo se desea que el control de apertura y cierre de la puerta de garaje se realice con una velocidad baja, es por eso que se considera que un tiempo de espera entre cada paso de 50ms es suficiente.

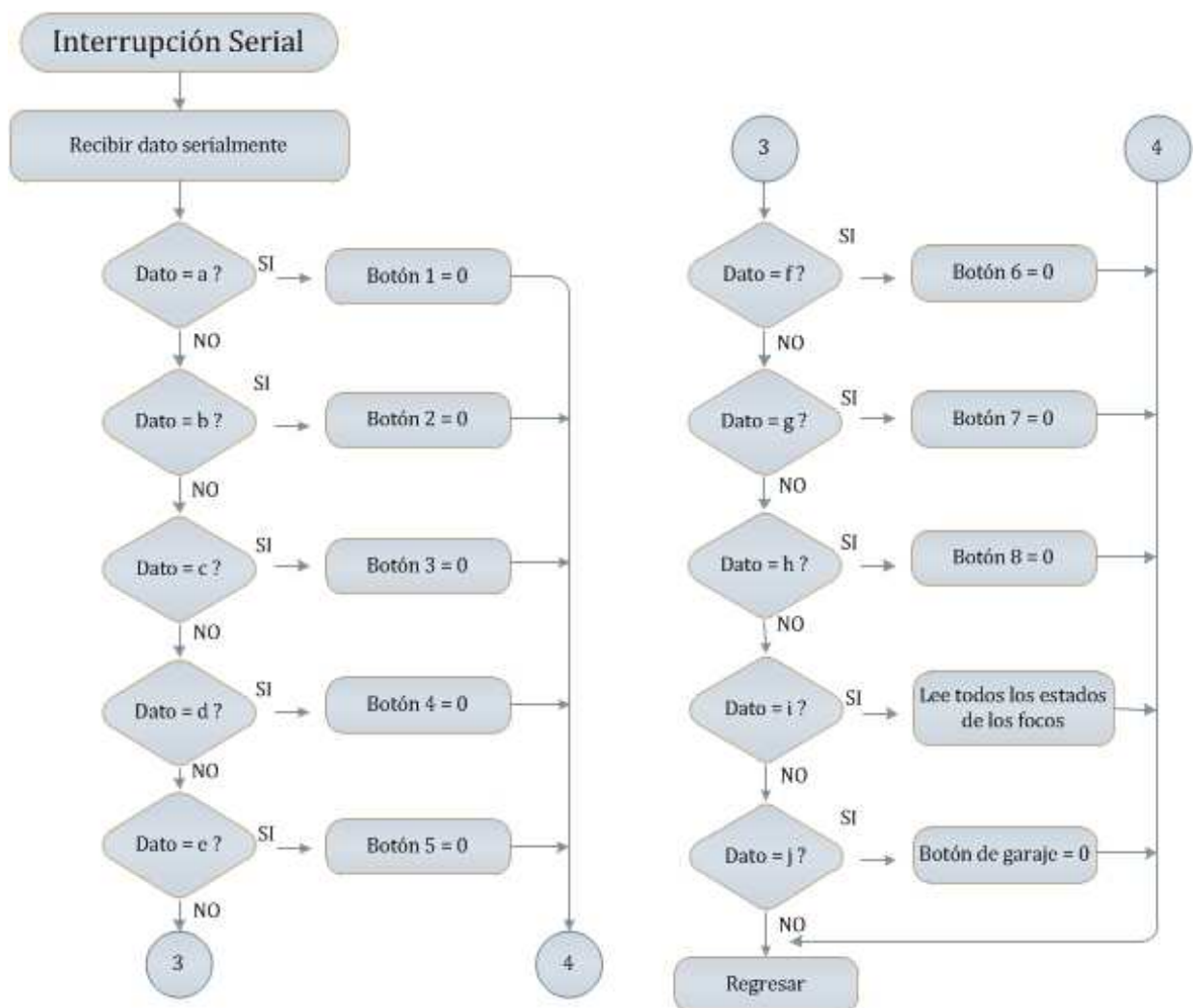


**Figura 2.52.** Diagrama de flujo de las subrutinas utilizadas en el Atmega 16.

La subrutina motor\_cerrar tiene la misma función que la subrutina anterior, con la diferencia que invierte la secuencia con la que se energizan las bobinas del motor, logrando así, que el motor gire en sentido opuesto.

#### 2.5.4 INTERRUPCIÓN SERIAL POR RECEPCIÓN DE DATOS

Esta interrupción se ejecuta cuando el microcontrolador ha recibido un dato proveniente del puerto serial. En este caso el Atmega 16 realizará una comparación del dato que fue enviado inalámbricamente por el computador, y a partir de esto realizará la tarea requerida por el usuario. El diagrama de flujo de esta interrupción se muestra en la Fig. 2.53.



**Figura 2.53.** Diagrama de flujo de la interrupción serial del Atmega 16.

## **2.6 IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERFAZ GRÁFICA PARA CONTROLAR EL SISTEMA DOMÓTICO**

El HMI (Interfaz Hombre-Máquina) del prototipo fue desarrollado mediante el software LabVIEW. LabVIEW es una herramienta de programación gráfica, es decir que los programas no se los escribe, se los dibuja.

Los programas desarrollados con LabVIEW reciben el nombre de instrumentos virtuales (Vis), una de las ventajas de LabVIEW es que permite la creación de programas con varios Vis. Además permite la creación de subVIs los cuales en otros lenguajes de programación son llamados *subrutinas*. Un subVI puede ser utilizado las veces que sean necesarias dentro de un VI, para así evitar hacer el mismo procedimiento varias veces, reduciendo de esta manera la programación.

Con el objeto de facilitar la programación del HMI se desarrollaron varios Vis y subVIs, los cuales serán explicados más adelante.

El HMI desarrollado permite que el usuario se pueda comunicar con el prototipo, de tal modo que mediante una interfaz gráfica el usuario puede realizar el control domótico y realizar la adquisición de la imagen del prototipo.

### **2.6.1 DESARROLLO DEL SUBVI PARA EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS SERIALMENTE**

El envío y recepción de datos se realizó mediante dos subVIs distintos, los cuales serán usados en el VI principal cada vez que se requiera enviar o recibir información desde el puerto serial.

En la Fig.2.54 se puede observar el subVI de envío de datos. Para facilitar la explicación este subVI se lo dividió en dos bloques. En el primer bloque se configura el puerto serial para la comunicación con el prototipo. En la configuración se especifica el puerto, baud rate, 8 bits de datos, sin paridad y 1 bit de parada. En el segundo bloque se usa la herramienta *VISA Write* la cual permite escribir los datos en el puerto.



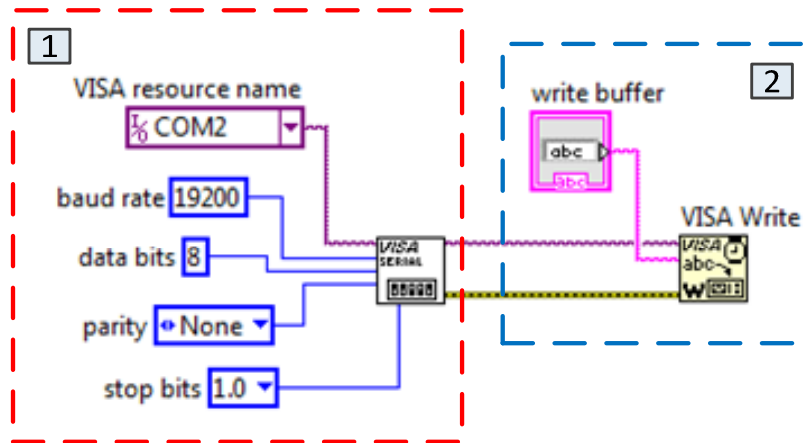


Figura 2.54. SubVI de envío de datos.

El subVI para la recepción de datos se presenta en la Fig.2.55. En el primer bloque se procede a configurar el puerto serial. En el segundo bloque primeramente se determina el número de bytes que llegaron al puerto, para luego mediante la herramienta *VISA Reader* el número de bytes especificados.

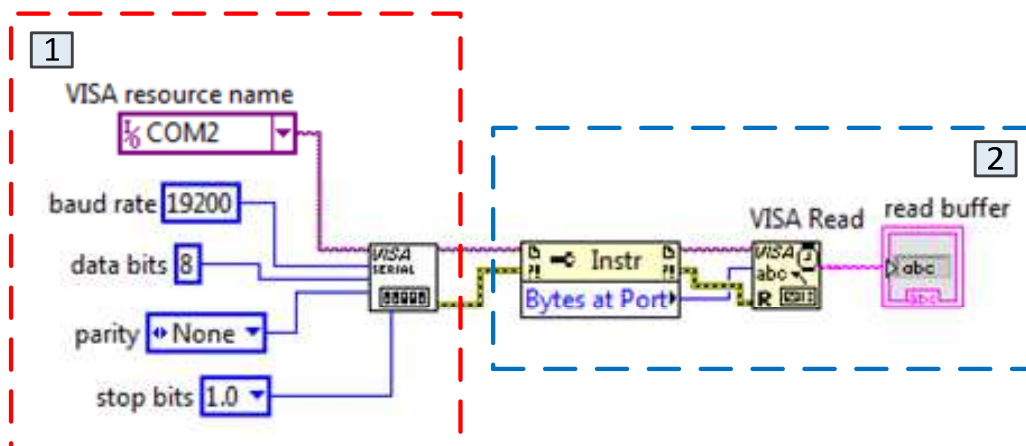


Figura 2.55. SubVI de recepción de datos.

## 2.6.2 DESARROLLO DEL VI PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR DE LA VIVIENDA

La función de este VI es obtener la información enviada por el microcontrolador y transmitir de forma serial los comandos de control al microcontrolador Atmega 16, y de esta manera realizar el control de iluminación del prototipo.

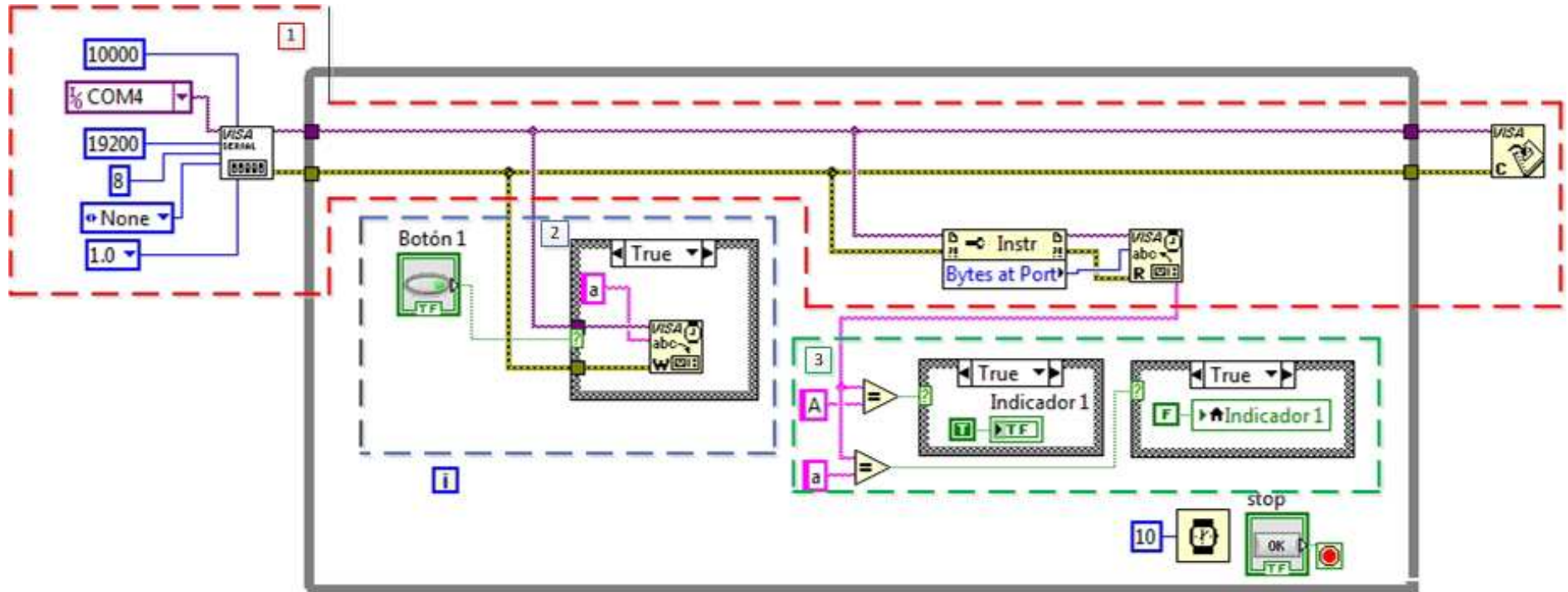


Figura 2.56. Bloque de control de luminarias de la vivienda.

El VI desarrollado para el control de iluminación de un foco se lo presenta en la Fig. 2.56 el cual está dividido en 3 bloques, el primero es la configuración del envío y recepción de datos serialmente. El segundo realizará el cambio de estado del foco sea presionando el botón o recibiendo el dato "a" (a través de los módulos XBee), el tercer bloque realiza la comparación con los valores correspondientes para prender o apagar dicho foco.

A continuación se detalla la función que realiza cada bloque de la Fig. 2.56 anteriormente indicada.

- En el bloque 1, se realiza la comunicación serial para la transmisión y recepción de datos para el control de sistema de iluminación del prototipo (Sistema Domótico).
- En el bloque 2, se realiza el cambio de estado de los botones de la vivienda, es representada mediante indicadores booleanos, siendo "1L" cuando se presiona un botón y "0L" cuando no se lo presiona. Cuando se presiona el botón, envía un dato ("1L") el cual el microcontrolador está programado para cambiar el estado del foco y dependiendo del mismo, cambia el estado y transmite un dato indicando el estado actual del foco ("a" está apagado el foco y "A" está prendido el foco).
- En el bloque 3 se realiza comparaciones con los valores correspondientes, si el microcontrolador mediante los módulos XBee transmite una letra mayúscula ("A") está indicando que el estado del foco está prendido, de ser lo contrario, transmite un letra minúscula("a") indicando que el estado del foco está apagado. La comparación realizada, prenderá o apagará el foco correspondiente.

Este control se lo realiza para todos los botones de control, a continuación en la Fig. 2.57 se muestra el programa de control de encendido y apagado de todos los focos de la vivienda.

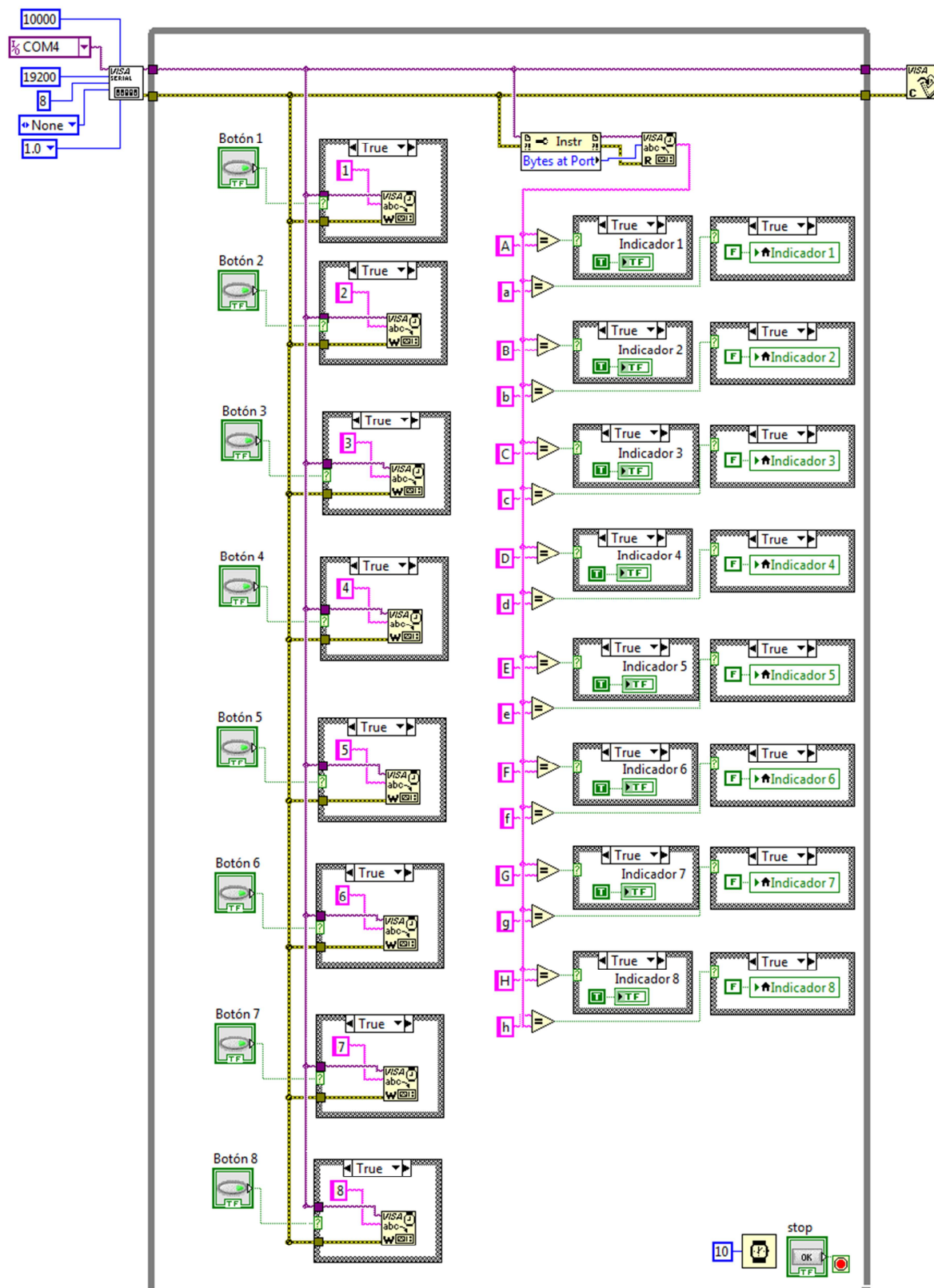


Figura 2.57. Control de luminarias de la vivienda.



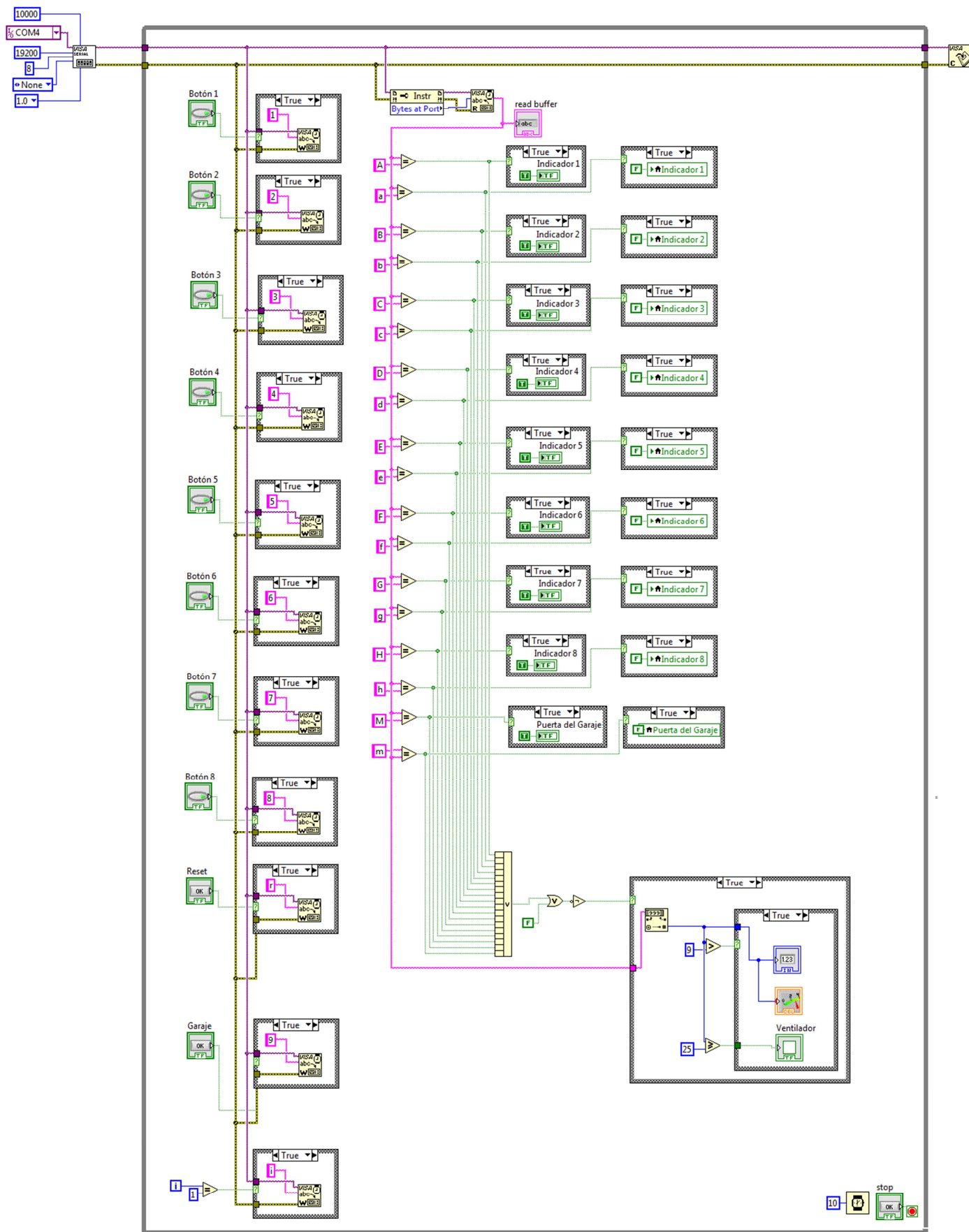


Figura 2.59. Control del sistema de temperatura y control completo.



## 2.6.5 VI DEL SISTEMA DOMÓTICO

El VI del sistema domótico es la interfaz amigable para el usuario ya que consta de botones para comandar el sistema domótico, los indicadores de luminarias, el indicador de control de temperatura y el indicador de imagen de la puerta de garaje como se muestra en la Fig. 2.60.

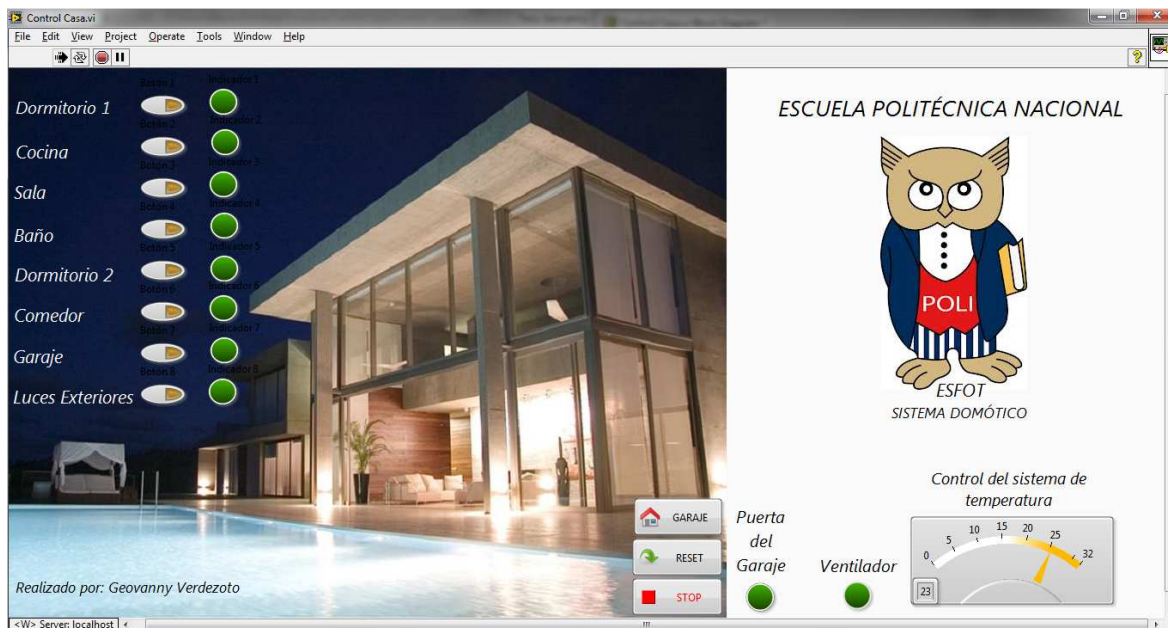
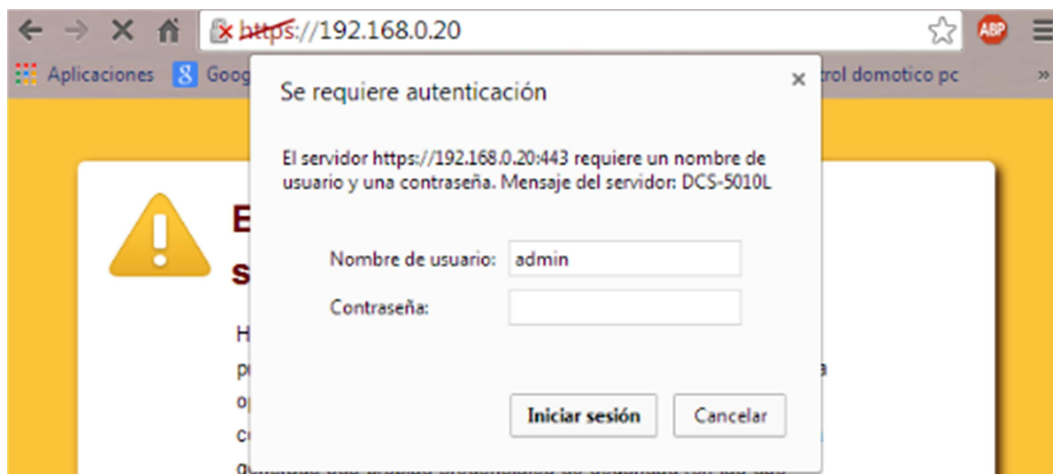


Figura 2.60. Panel frontal del VI del sistema domótico.

## 2.7 CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA IP

Se realiza mediante la interfaz web ingresando la dirección IP 192.168.0.20, que viene de fábrica para la cámara IP DCS-5010L. Para ello se tiene que conectar directamente desde un ordenador y configurar el ordenador en la misma red que la cámara, es decir en la red 192.168.0.0/24. Se ingresa la IP por defecto en la barra de direcciones y las credenciales por defecto que son: usuario: "admin" y ninguna contraseña (en blanco).

Por motivos de seguridad se recomienda cambiar la contraseña por defecto. En la Fig. 2.61 se observa la ventana de inicio de sesión la cual requiere autenticación para establecer la conexión a la cámara IP DCS-5010L.



**Figura 2.61.** Ventana de autenticación.

Después de realizar la autenticación, se despliega la ventana de configuración principal con todas las características que provee la cámara IPDCS-5010L. En la Fig. 2.62 se puede observar la ventana de configuración.



**Figura 2.62.** Ventana principal de configuración de la cámara IP DCS-5010L.



### 2.7.1 CONFIGURACIÓN DE RED PARA LA CÁMARA IP DCS-5010L

Es importante la configuración de parámetros de conectividad LAN, este tipo de conexión requiere el cable Ethernet desde la interfaz de red de la cámara IP hacia el Router o Switch, se configura la dirección IP, máscara de subred, la puerta de enlace predeterminada (gateway) y configuración de DNS. Para esta configuración se establece la dirección IP por defecto y se configura los DNS principales y secundarios de Google por tener una respuesta estable y rápida. A continuación en la Fig. 2.63 se observa la configuración de red establecida.

**CONFIGURACIÓN DE RED**

Aquí puede configurar los parámetros de LAN e Internet.

**PARÁMETROS DE LAN**

Conexión DHCP
 Dirección IP estática
 PPPoE

Dirección IP

Máscara de subred

Puerta de enlace predeterminada

DNS primaria

DNS secundaria

ID de usuario

contraseña

**PARÁMETROS DEL PUERTO**

Puerto HTTP

**Figura 2.63.** Configuración de red para la cámara IP DCS-5010L.

### 2.7.2 CONFIGURACIÓN INALÁMBRICA PARA LA CÁMARA IP DCS-5010L

Se establece parámetros como elegir una red inalámbrica, para ello se selecciona “*Estudio del sitio*” el cual permite ver las redes inalámbricas disponibles y canal de la red inalámbrica. También permite configurar el modo de conexión, modo de seguridad inalámbrica y la clave de red inalámbrica. En la Fig. 2.64 se observa los parámetros establecidos para la configuración inalámbrica de la cámara IP.

**CONFIGURACIÓN INALÁMBRICA**

En esta sección, puede instalar y configurar los parámetros inalámbricos en la cámara.

---

**PARÁMETROS INALÁMBRICOS**

Activar inalámbrica

SSID

Canal

Modo de conexión  Infraestructura  Ad-Hoc

---

**MODO DE SEGURIDAD INALÁMBRICA**

Modo de seguridad  Ninguno  WEP  WPA-PSK / WPA2-PSK

---

**PARÁMETROS DE WEP**

Autenticación  Sistema abierto  Clave compartida  Ambos

Modo de cifrado

Formato de la clave

Clave predeterminada

Clave 1

**Figura 2.64.** Configuración inalámbrica para la cámara IP DCS-5010L.

### 2.7.3 CONFIGURACIÓN DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO

Una característica importante de la cámara IP DCS-5010L es la detección de movimiento, permite seleccionar un área específica de detección al movimiento de manera permanente o periódica (horarios). En la Fig. 2.65 se observa la configuración programada para la detección de movimiento.

**DETECCIÓN DE MOVIMIENTO**

Detección de movimiento  Activar  Deshabilitar

Hora  Siempre  Programar

Día  Lun  Mar  Mié  Jue  Vie  Sáb  Dom

Periodo de tiempo Iniciar :  (Ejemplo: 06:30:00)

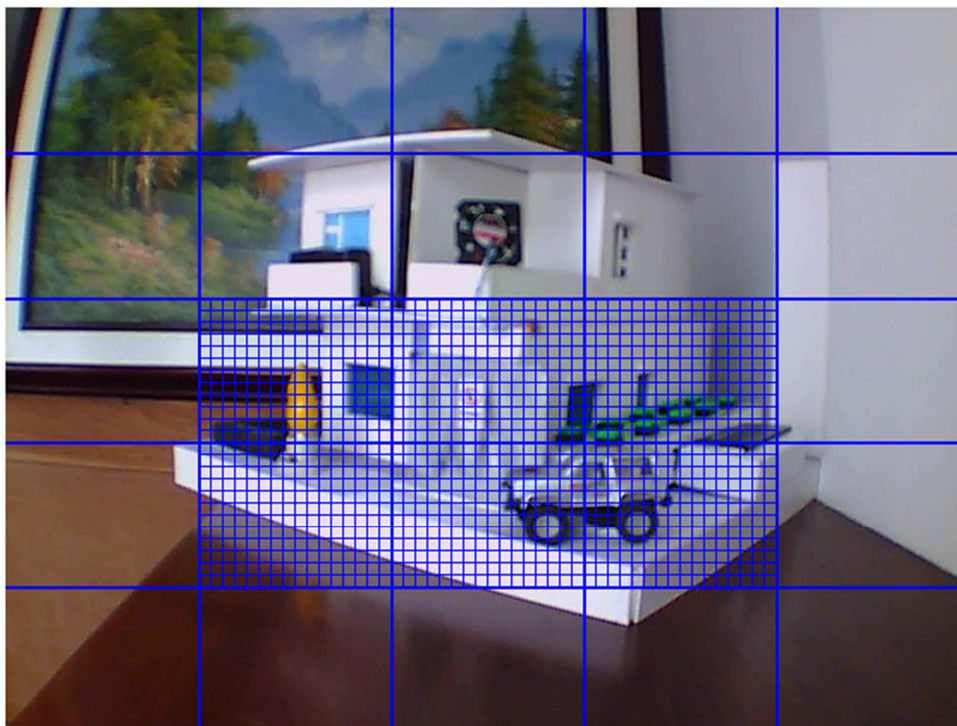
Detener :  (Ejemplo: 22:30:00)

Sensibilidad  %  
(De 0 a 100%, la sensibilidad elevada hace que los movimientos sean más fáciles de detectar.)

Detection Areas Utilice el ratón para hacer clic en los bloques en los que desee supervisar el movimiento.

**Figura 2.65.** Configuración programada para la detección de movimiento.

En la Fig. 2.66 se observa la configuración de área panorámica programada para la detección de movimiento, en este caso se desea detectar movimiento alrededor de la vivienda.



**Figura 2.66.** Configuración de área panorámica para detección de movimiento.

#### **2.7.4 CONFIGURACIÓN DE NOTIFICACIONES DE CORREO**

La cámara IP DCS-5010L permite configurar el envío de imágenes y video a una cuenta de correo electrónico, envía notificaciones de correo al detectar movimiento en el área anteriormente configurada (Ver Fig. 2.66).

Se utilizará la dirección “*smtp.gmail.com*” en el campo del servidor SMTP el cual permite utilizarnos tipos de autenticaciones, el modo de autenticación SSL que utiliza el puerto “465” y el modo de autenticación “STARTTLS” que utiliza el puerto “587” con los cuáles proveen autenticación de servidor y encriptación de datos.

La dirección de correo electrónico del remitente se configura la misma de correo electrónico destinatario que en este caso es “*tesis.domotica.epn@gmail.com*”, se establece la contraseña del correo electrónico. A continuación en la Fig. 2.67 se observa la configuración realizada para notificación de correo.

CUENTA DE CORREO ELECTRÓNICO	
Dirección del servidor SMTP	<input type="text" value="smtp.gmail.com"/>
Puerto del servidor SMTP	<input type="text" value="587"/> (El valor predeterminado es 25)
Dirección de correo electrónico del remitente	<input type="text" value="geova.maury@gmail.com"/>
Dirección de correo electrónico del destinatario	<input type="text" value="geova.maury@gmail.com"/>
Nombre de usuario	<input type="text" value="geova.maury@gmail.com"/>
contraseña	<input type="password" value="*****"/>
Utilice SSL-TLS/STARTTLS	<input type="radio"/> No <input type="radio"/> SSL-TLS <input checked="" type="radio"/> STARTTLS

PROGRAMA DE TIEMPO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Active el envío de imágenes por correo electrónico a una cuenta de correo electrónico
<input type="radio"/> Siempre	
<input type="radio"/> Programar	
Día <input type="checkbox"/> Lun <input type="checkbox"/> Mar <input type="checkbox"/> Mié <input type="checkbox"/> Jue <input type="checkbox"/> Vie <input type="checkbox"/> Sáb <input type="checkbox"/> Dom	
Periodo de tiempo Iniciar : <input type="text" value="00:00:00"/> (Ejemplo: 06:30:00)	
Detener : <input type="text" value="00:00:00"/> (Ejemplo: 22:30:00)	
<input checked="" type="radio"/> Detección de movimiento	
<input type="radio"/> Envíe por correo electrónico la imagen inmediatamente	
<input checked="" type="radio"/> Envíe el correo electrónico con 6 imágenes adjuntas (3 imágenes anteriores y 3 imágenes posteriores a la detección)	
Tiempo de intervalo de la imagen : <input type="text" value="0.5"/> Segundos	
intervalo de correo <input type="text" value="1"/> Segundos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Active el envío del clip de vídeo por correo electrónico a una cuenta de correo electrónico
<input type="radio"/> Siempre	
<input type="radio"/> Programar	
Día <input type="checkbox"/> Lun <input type="checkbox"/> Mar <input type="checkbox"/> Mié <input type="checkbox"/> Jue <input type="checkbox"/> Vie <input type="checkbox"/> Sáb <input type="checkbox"/> Dom	
Periodo de tiempo Iniciar : <input type="text" value="00:00:00"/> (Ejemplo: 06:30:00)	
Detener : <input type="text" value="00:00:00"/> (Ejemplo: 22:30:00)	
<input checked="" type="radio"/> Detección de movimiento	
intervalo de correo <input type="text" value="20"/> Segundos	
Límite de vídeo : Tamaño <input type="text" value="3072"/> KBytes (el máximo es 3.072 KBytes)	
Tiempo <input type="text" value="15"/> Segundos (el máximo es 15 segundos)	

Figura 2.67. Configuración de notificaciones de correo.

Una vez configurada la cámara de manera independiente de la conexión (cableada o inalámbrica) hacia el Router permite salir al internet y controlar la cámara remotamente. En la Fig.2.68 se puede observar el diagrama de conexión e información de configuración de la cámara IP DCS-5010L.



INFORMACIÓN BÁSICA	
Nombre de la cámara	Tesis-Domotica
Fecha y hora	06 Apr 2014 1:19:39 A.M.
Versión del firmware	1.03 (2014-01-22)
Versión del agente	2.0.17-b40
Dirección MAC	28 10 7B 0A 1D 22
Dirección IP	192.168.0.20
Máscara de subred	255.255.255.0
Puerta de enlace predeterminada	192.168.0.1
DNS primaria	8.8.8.8
DNS secundaria	8.8.4.4
DDNS	Deshabilitar
Direccionamiento de puerto UPnP	Deshabilitar
Prueba del servidor FTP	No se ha llevado a cabo ninguna prueba.
Prueba del correo electrónico	Prueba correcta.

ESTADO DE LA RED INALÁMBRICA	
Modo de conexión	Infraestructura
Conexión	Sí
SSID	Claro_BOSQUEZ0000207608 (MAC : 60 D8 19 75 ED 69)
Canal	11
Cifrado	WEP

**Figura 2.68.**Diagrama de conexión de la cámara IP DCS-5010L.

## 2.8 CONFIGURACIÓN PARA EL ACCESO REMOTO

Una vez instalado el software TeamViewer, se observa la ventana principal dividida en dos pestañas, Control remoto y Reunión. La pestaña control remoto se divide en las siguientes pestañas: Permitir el control remoto y Controlar un ordenador remoto. En la Fig. 2.69 se muestra la pantalla principal de TeamViewer.



**Figura 2.69.** Ventana principal de TeamViewer.


### 2.8.1 PERMITIR EL CONTROL REMOTO

En esta área están el ID de TeamViewer y la contraseña temporal. Si se comparte esta información con alguien, se podrá conectar al ordenador. Además, puede también definir una contraseña personal permitiendo acceder al ordenador en cualquier momento.

#### 2.8.1.1 Contraseña personal

Para tener acceso al ordenador desde cualquier parte es recomendable establecer una contraseña personal, para ingresar al equipo solo se ingresa el ID de TeamViewer y la contraseña personal previamente configurada.



Para realizar la configuración de contraseña personal se debe dar clic en el ícono  de la pantalla principal de TeamViewer, permitiendo la configuración como se muestra en la Fig. 2.70



**Figura 2.70.** Configuración de acceso no presencial.

Después se procede asignar la contraseña personal que permitirá el acceso remoto, también se asigna un nombre al ordenador. A continuación se muestra en la Fig. 2.71 los campos solicitados a llenar.



**Figura 2.71.** Configuración de acceso no presencial.

## 2.8.2 ESTABLECER UNA CONEXIÓN CON TEAMVIEWER

Para conectarse con el servidor remotamente, se debe realizar los siguientes pasos:

- Iniciar TeamViewer.
- Hacer clic en la pestaña Control remoto.
- Ingresar el ID de TeamViewer y la contraseña respectiva.
- Hacer clic en el botón de opción Control remoto.
- Hacer clic en el botón Conectar con asociado.
- Se abrirá el cuadro de diálogo Autenticación de TeamViewer.
- Hacer clic en Iniciar sesión.
- Se establece la conexión con el ordenador.

TeamViewer indica el estado de la conexión mediante tres estados de color:

- Verde: Listo para conectar. Se puede establecer una conexión segura desde su TeamViewer o aceptar una conexión entrante.
- Amarillo: Autenticando. Se ha comenzado el proceso de autenticación para configurar una sesión de TeamViewer.
- Rojo: La conexión se ha interrumpido o no ha llegado a establecerse.



## CAPÍTULO III





### PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 3.1 PRUEBAS DE HARDWARE

Estas pruebas consisten en comprobar el correcto funcionamiento del sistema domótico, controlando la iluminación interior y exterior de la vivienda, apertura y cierre de la puerta de garaje y sistema de temperatura.

##### 3.1.1 CONTROL DEL SISTEMA DE TEMPERATURA

El control de sistema de temperatura está controlado el sensor LM35, el mismo que al detectar una temperatura mayor o igual a 25° se activará el sistema de ventilación para mantener una temperatura estable. Las pruebas del sistema de temperatura se realizaron probando en los dos estados, como se muestra en la Tabla 3.1

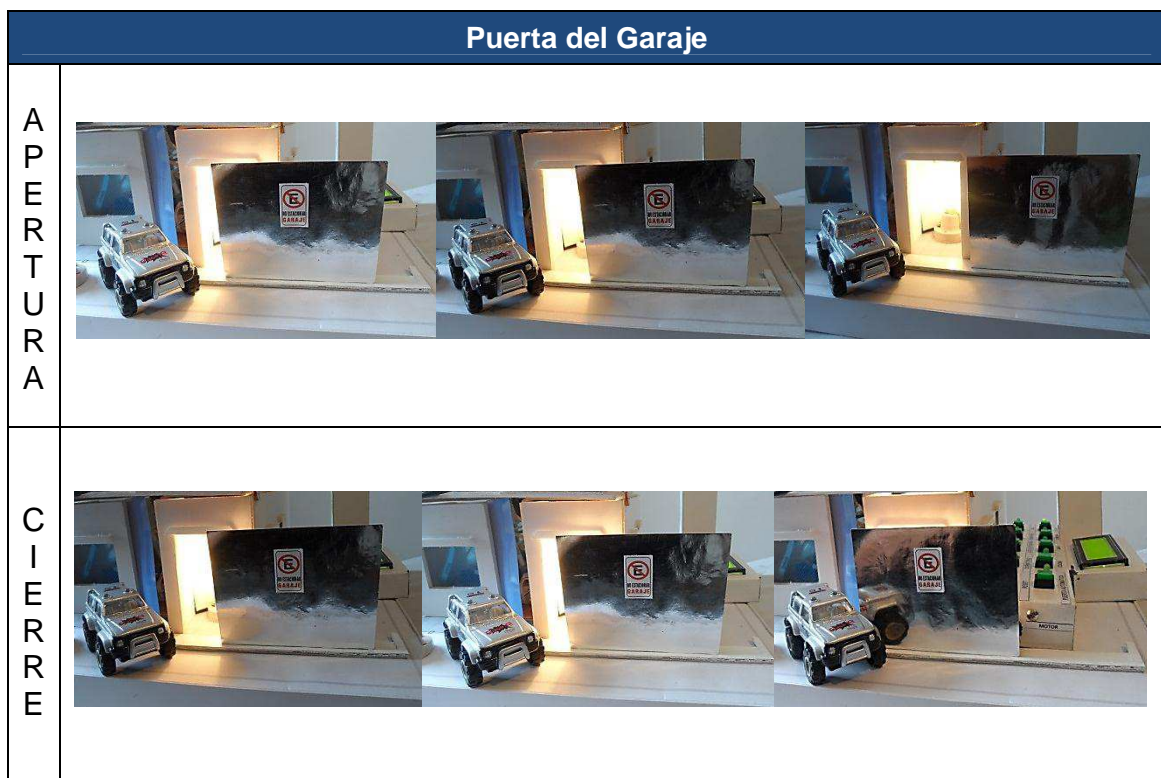
Sistema de temperatura	
Temperatura menor a 25 °	Temperatura mayor a 25 °
 <p>The control panel shows a digital display with a green background and black text. The display reads 'Temp (°C): 22'. Above the display are several green indicator lights and buttons labeled: RESET, DORMITORIO 1, LUCES EXTERIORES, DORMITORIO 2, SALA, PUERTA AUTOMÁTICA, COCINA, BAÑO, COMEDOR, and GARAJE.</p>	 <p>The control panel shows a digital display with a green background and black text. The display reads 'Temp (°C): 26'. The 'LUCES EXTERIORES' indicator light is illuminated green. The other labels and buttons are the same as in the previous image.</p>
 <p>A close-up photograph of a black cooling fan mounted on the control panel. The fan has a red and white label with the text '40mm x 40mm' and '12VDC 0.12A'. It is connected to blue and red wires.</p>	 <p>A close-up photograph of the same cooling fan, which is now spinning, indicating that the ventilation system is active.</p>

**Tabla 3.1.**Control del sistema de temperatura.

Si el sensor de temperatura LM35 se polariza erróneamente, el sensor se puede quemar o presentar errores de medición de temperatura posterior a la correcta polarización, lo cual implica que el sistema domótico no funcione correctamente.

### 3.1.2 CONTROL DE APERTURA Y CIERRE AUTOMÁTICO DE LA PUERTA DE GARAJE

El control de apertura y cierre automático de la puerta de garaje está controlado mediante el motor a pasos, el mismo que está controlado mediante el pulsador respectivo situado en la caja de control o mediante los botones en el panel frontal del HMI. Las pruebas del control de la puerta de garaje se realizaron probando en los dos estados, como se muestra en la Tabla 3.2



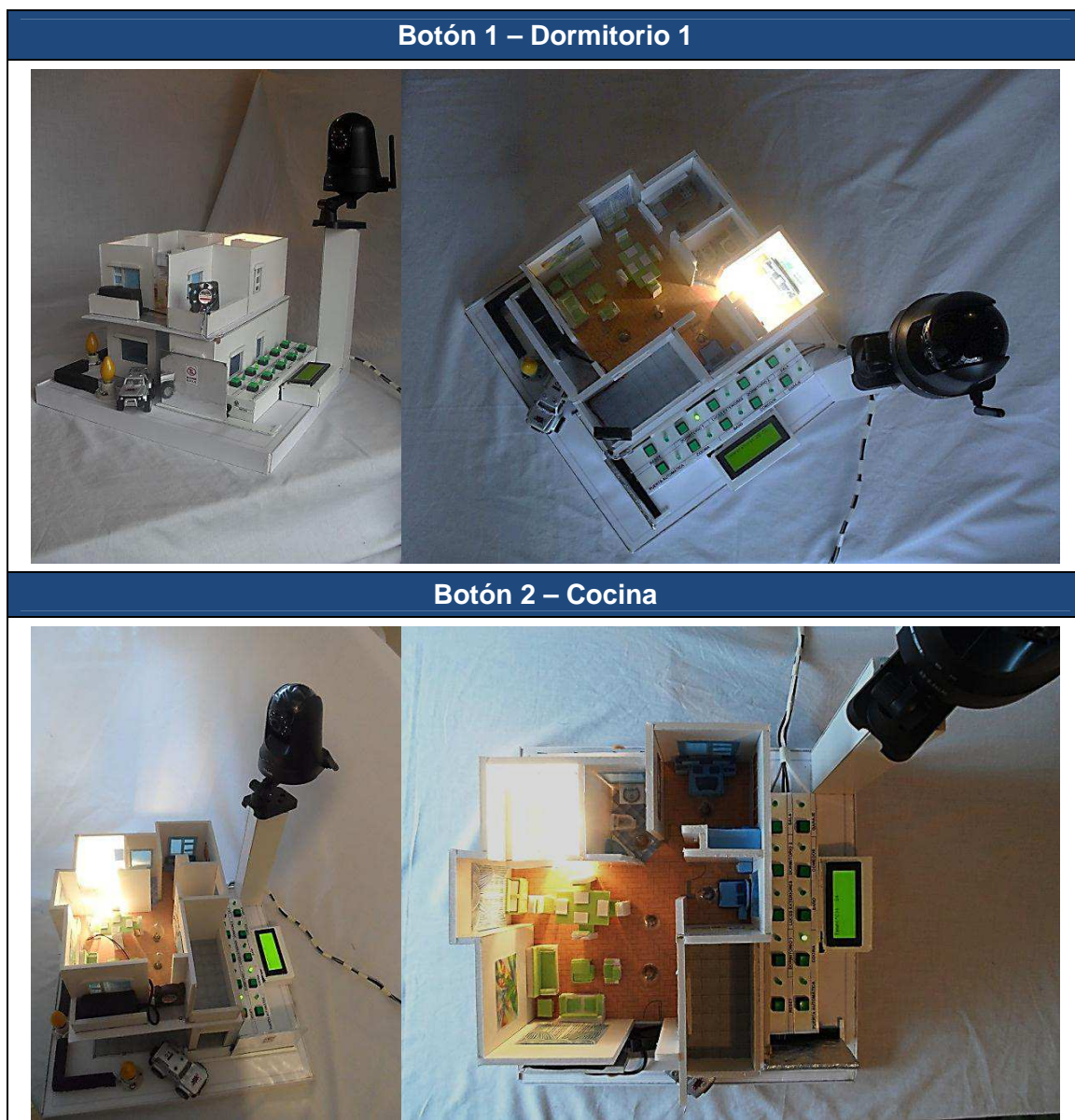
**Tabla 3.2.**Control de apertura y cierre automático de la puerta de garaje.

El motor a pasos es configurado experimentalmente, para determinar el número de pasos que va a girar, si no se programa en el Atmega 16 la secuencia adecuada de giro y el tiempo de duración de cada paso de manera correcta, el motor no girará correctamente, además si el puente H-L293D se encuentra dañado, el motor a pasos tampoco funcionará de manera correcta.

### 3.1.3 CONTROL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

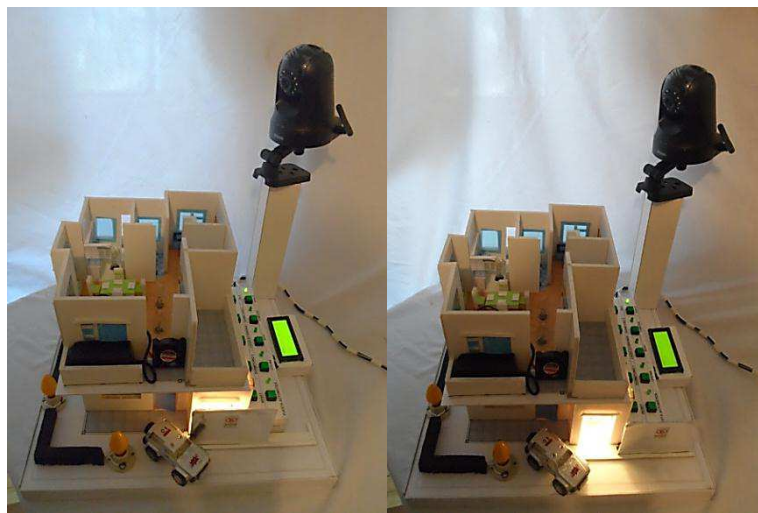
El control de sistema de iluminación puede ser controlado mediante botones situados en el panel frontal del HMI, o directamente desde los botones de la caja de control.

Los valores de resistencia calculados (Ver Fig. 2.33) deben garantizar la corriente necesaria para encender el led y activar el optoacoplador, el cual permite activar el relé permitiendo encender las luminarias AC. Las pruebas del sistema de iluminación se realizaron colocando el prototipo en varias posiciones, como se muestra en la Tabla 3.3.





**Botón 3 – Luces Exteriores****Botón 4 – Baño****Botón 5 – Dormitorio 2**

**Botón 6 – Comedor****Botón 7 – Sala****Botón 8 – Garaje****Tabla 3.3.** Pruebas del sistema de iluminación de la vivienda.



Para garantizar un correcto funcionamiento del sistema de iluminación del sistema domótico se debe tener presente los siguientes criterios

- El circuito antirebote es indispensable utilizar, ya que los pulsadores electrónicos generan señales muy ruidosas al ser activados, por lo que a veces se pueden generar detecciones incorrectas de la activación de los mismos, los antirebotes generan señales más confiables (Ver Fig. 2.31).
- El diodo rectificador es indispensable como elemento de protección para el optoacoplador, ya que el relé al desactivarse provoca una corriente de descarga de la bobina en sentido inverso la misma que podría quemar. (Ver Fig. 2.32).
- Las fuentes de voltaje (5V - 12V) deben proporcionar la corriente necesaria para alimentar a todos los elementos, garantizando su correcto funcionamiento.

## **3.2 PRUEBAS DE SOFTWARE**

Estas pruebas consisten en comprobar el acceso remoto al servidor que controla inalámbricamente el sistema domótico mediante los módulos XBee, es decir, desde cualquier parte, poder tener el control remoto del encendido y apagado de luces internas y externas, apertura y cierre de la puerta de garaje y el control del sistema de temperatura.

Es importante tener conocimiento del identificador de TeamViewer y contraseña que asocia al dispositivo que se desea controlar remotamente (el servidor), ya que si no se ingresa correctamente el ID del asociado y contraseña, no permitirá establecer la conexión remota hacia el servidor. A continuación se explica de manera detallada los pasos que se realiza para establecer conexión remota hacia el servidor desde cualquier host que disponga de internet e instalado el software de TeamViewer.

### **3.2.1 ESTABLECIMIENTO DE CONEXIÓN REMOTA HACIA EL SERVIDOR**

Para el control remoto hacia el servidor, primeramente se instala el software TeamViewer en el servidor, el mismo que genera un ID TeamViewer, y permite configurar una contraseña personal.

A continuación en la Fig. 3.1 se observa el ID generado del servidor, una contraseña aleatoria y una contraseña personal configurada por el administrador del servidor. Cualquiera de las dos contraseñas permite el acceso remoto al servidor.



Figura 3.1.ID del servidor.

Desde el dispositivo que se desee controlar el acceso remoto, se introduce el ID del servidor y contraseña como se muestra en la Fig. 3.2.



Figura 3.2.Controlar ordenador remoto.

Una vez introducido el ID y contraseña del asociado, se establece la conexión hacia el servidor, en la Fig. 3.3 se puede observar la ventana de conexión establecida.



**Figura 3.3.**Estableciendo conexión con el servidor.

Una vez establecida la conexión, se tiene el control completo del servidor. TeamViewer muestra mediante el un recuadro en la parte inferior derecha indica que se ha establecido la conexión remota desde un determinado dispositivo, como se muestra en la Fig.3.4

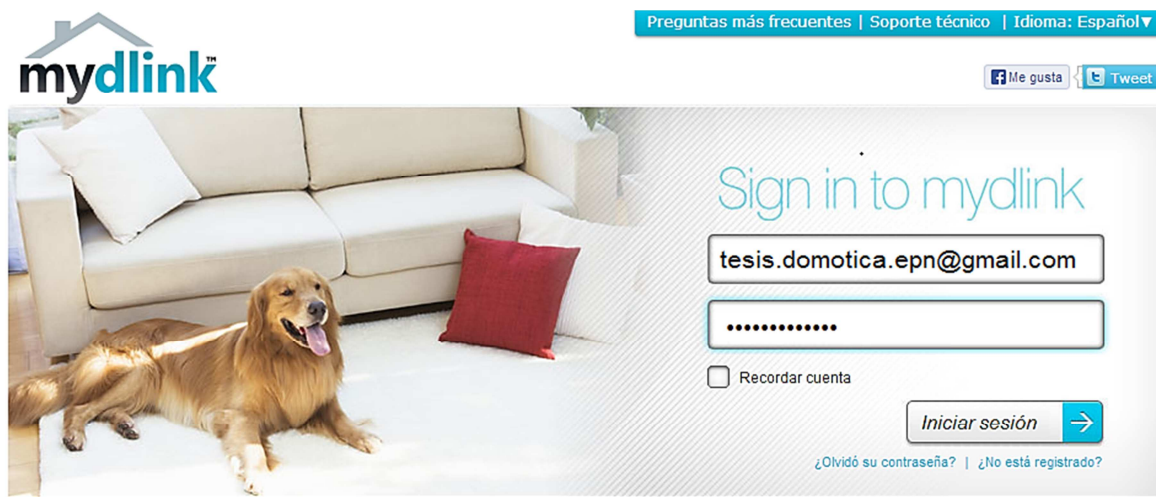


**Figura 3.4.**Control remoto del servidor.



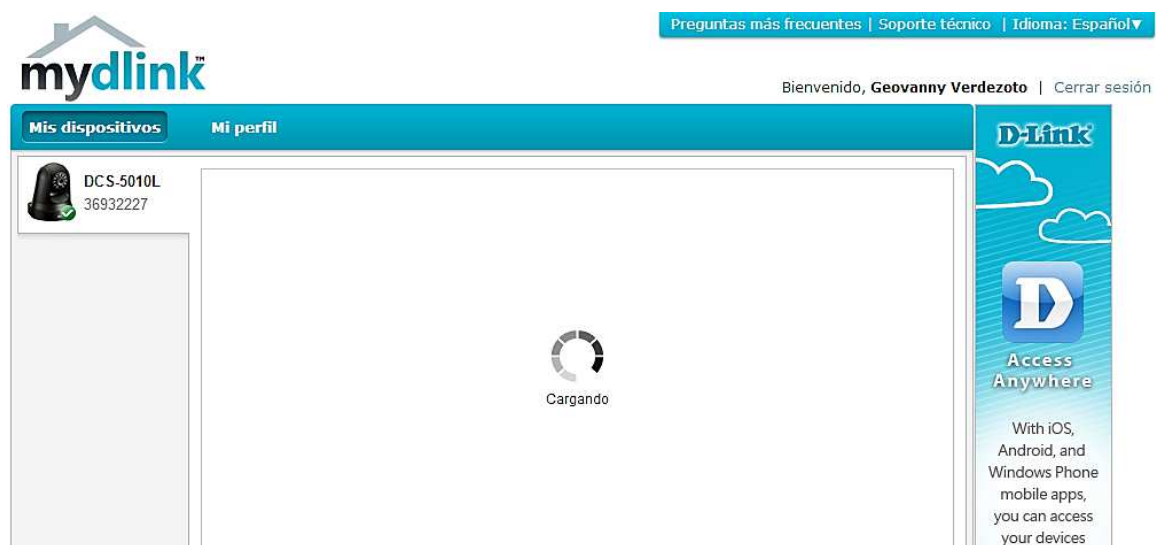
### 3.3 PRUEBAS DE VIDEO

Estas pruebas consisten en comprobar el correcto funcionamiento de la cámara IP DCS-5010L, para ello se establece la conexión accediendo desde la cuenta de Mydlink generada en la configuración como se muestra en la Fig. 3.5



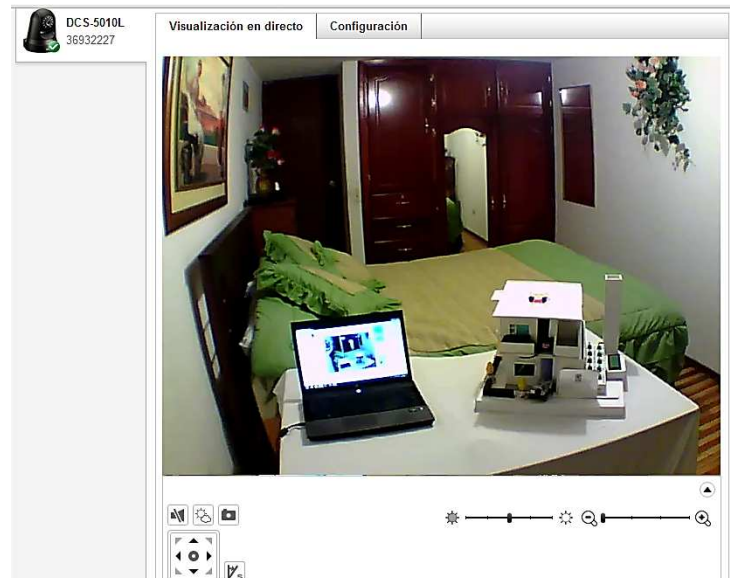
**Figura 3.5.** Conexión a la cámara IP-DCS 5010L.

Una vez ingresado exitosamente los valores correspondientes, se carga la imagen a mostrar en la cámara. Tener en cuenta que si no se ingresa correctamente la cuenta correo y contraseña generada en mydlink, no permitirá establecer la conexión remota hacia la cámara. A continuación se muestra en la Fig. 3.6 la generación de video.



**Figura 3.6.** Estableciendo conexión hacia la cámara IP-DCS 5010L.

Finalmente se carga la imagen, permitiendo visualizar diferentes ángulos con movimientos Pan&Tilt. A continuación se muestra en la Fig. 3.7 la prueba de video realizada.



**Figura 3.7.** Prueba de video de la cámara IP-DCS 5010L.

Una de las características principales que brinda la cámara IP DCS-5010L es la visión nocturna mediante los leds infrarrojos (Ver Tabla 1.4), para ello se recomienda configurar el modo automático de visualización de la cámara, para que se active los leds infrarrojos automáticamente al detectar ausencia de luz. A continuación se muestra en la Fig. 3.8 la visión nocturna que presenta la cámara.



**Figura 3.8.** Prueba de visión nocturna de la cámara IP-DCS 5010L.

### 3.4 PRUEBAS DE DETECCIONES DE MOVIMIENTO Y NOTIFICACIONES AL CORREO ELECTRÓNICO

Se realiza la simulación de un ladrón caminando por los alrededores de la vivienda, en la Fig. 3.9 se muestra la imagen del ladrón que va a ser detectado por la cámara.



**Figura 3.9.**Ladrón a detectar

Se recibe las notificaciones del correo electrónico a través de un Smartphone sincronizado a la cuenta de Gmail, se inicia sesión del correo electrónico desde un ordenador o directamente desde el Smartphone, en la Fig. 3.11 se observa la notificación de movimiento detectado, el mismo que adjunta grabación de video y las 6 imágenes capturadas (3 antes de la detección de movimiento y 3 después de la detección de movimiento).

Inicia sesión para acceder a Gmail



**Tesis Domotica**  
tesis.domotica.epn@gmail.com

**Iniciar sesión**

[¿Necesitas ayuda?](#)

**Figura 3.10.**Inicio de sesión de cuenta de correo electrónico

yo Record by Motion Detection E-mail[Video], 2014-04-05 16:35:29 - Camera Name : DCS-5010L IP Address : 5 de abr.

yo Record by Motion Detection E-mail[Image], 2014-04-05 16:36:06 - Camera Name : DCS-5010L IP Address : 5 de abr.

Camera Name : DCS-5010L  
IP Address : 192.168.0.20  
Time : 2014-04-05 16:36:06

### 6 archivos adjuntos



Figura 3.11. Prueba de notificación de correo electrónico



Es importante tener en cuenta que este tipo de mensajes de correo electrónico esté configurado como correo deseado, de ser lo contrario se enviará las notificaciones al correo no deseado y no se recibe las notificaciones.

### 3.5 PRUEBAS DEL ENLACE INALÁMBRICO

Las pruebas son realizadas en un ambiente interior, con presencia de obstáculos como paredes, cuya distancia de alcance de los enlaces inalámbricos es determinada en línea recta.

#### 3.5.1 MÓDULOS XBEE

Los módulos XBee son utilizados para el control del sistema domótico, presenta un buen funcionamiento hasta una distancia de 9m. Para distancias mayores, los datos de las señales de control enviadas por el computador no llegan completos por lo cual la respuesta de la estructura es lenta y retardada, de igual manera sucede con la recepción de datos en el computador. La distancia límite del enlace para ambientes internos es 13.5m, fuera de este rango se pierde totalmente el enlace inalámbrico.



Figura 3.12. Prueba de lectura de valores iniciales.

La distancia máxima de separación entre los módulos XBee depende de los obstáculos (paredes, objetos reflectivos, etc.)

Utilizando el módulo terminal del software X-CTU, se accede al puerto COM4 permitiendo leer los parámetros del módulo XBee como se muestra anteriormente en la Fig. 3.12 la lectura de los valores iniciales de las luminarias de la vivienda.

### 3.5.1.1 Control del sistema de iluminación

Los valores de color azul, indican los comandos de control que recibe el microcontrolador, mientras que los valores de color rojo indican lo que transmite el microcontrolador mediante los módulos XBee. A continuación en la Fig. 3.13 se muestra la prueba realizada del control de las luminarias, recordando que las letras mayúsculas indican el estado del foco prendido y las letras minúsculas, el estado del foco apagado.



Figura 3.13. Prueba de control de las luminarias de la vivienda.

### 3.5.1.2 Control del motor a pasos

Mediante el valor 9, se realiza el control de apertura y cierre de la puerta de garaje, cambiando el estado de la puerta el microcontrolador realiza la subrutina correspondiente e indica si la puerta está abierta "M" o cerrada "m"



### 3.6 PRUEBAS DE TODO EL SISTEMA DOMÓTICO

Las pruebas de todo el sistema domótico son realizadas remotamente, el cual permite el monitoreo de la cámara IP DCS-5010L, el control del sistema de iluminación de la vivienda, el control de apertura y cierre de la puerta de garaje y visualización de la temperatura en la vivienda. A continuación en la Fig. 3.16 y Fig. 3.17 se aprecia el control del sistema domótico de la vivienda.

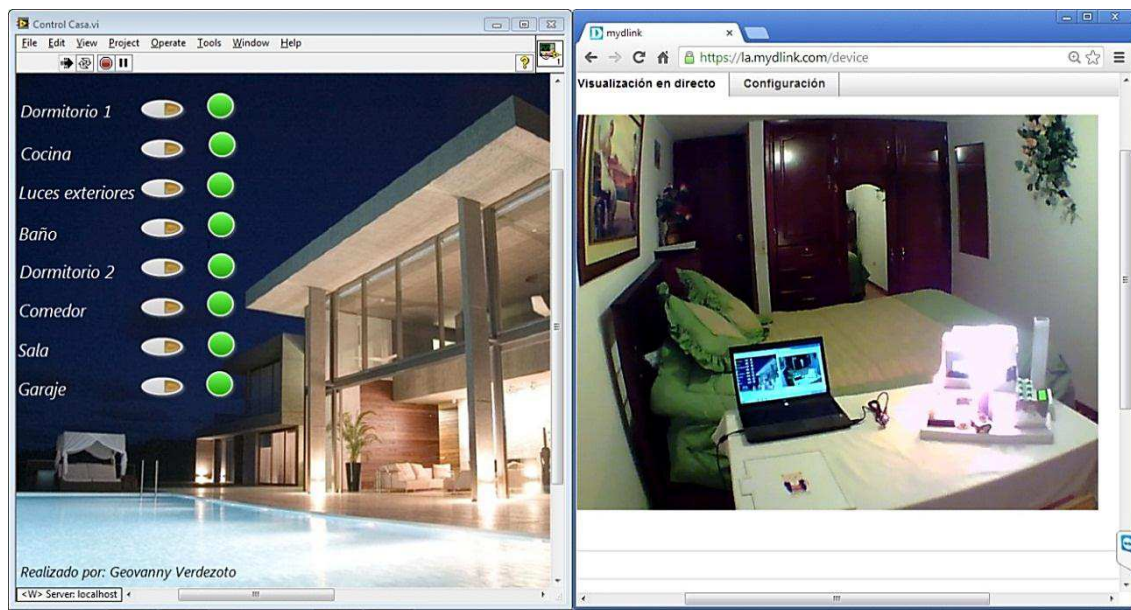


Figura 3.16. Prueba de control del sistema de iluminación de la vivienda.



Figura 3.17. Prueba de control del sistema de temperatura y puerta del garaje.



### 3.7 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

El sistema domótico completo, consiste en controlar remotamente el servidor, utilizando el software TeamViewer desde cualquier dispositivo que tenga acceso al internet, para manipular la interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW, enviando datos de control a través de los módulos XBee, los cuales permiten el control del circuito del sistema domótico mediante el microcontrolador Atmega16.

También se requiere tener un control de seguridad, para ello se establece la configuración de notificaciones a correo electrónico, por detección de movimiento en un área específica de la vivienda, la misma que al ser abandonada, no debe existir presencia de personas o agentes extraños a la misma.

Las pruebas realizadas al sistema domótico son satisfactorias, cumple con cada una de ellas, como son:

- El control de sistema de iluminación interior y exterior de la vivienda permite controlar pulsando físicamente los botones de control, desde el servidor y también remotamente desde cualquier dispositivo (ordenador, Smartphone, Tablet, etc.) que tenga accesibilidad al internet.
- El control de temperatura a través del sensor LM35, el mismo que envía señales de voltaje que son procesadas por el microcontrolador, el mismo que permite activar el ventilador cuando la temperatura es mayor a 25°C, realizando la lectura de temperatura a través del LCD e interfaz gráfica de LabVIEW.
- Apertura y cierre de la puerta de garaje utilizando el motor paso a paso, el mismo que está controlado para girar un determinado número de pasos en sentido horario para permitir la apertura de la puerta y girar en sentido anti horario para cerrar la puerta de garaje.
- Notificación de correo al detectar movimiento en un área específica de la vivienda, permitiendo visualizar la captura de 6 imágenes (3 antes y 3 después de la detección) y observar un video grabado desde la detección de movimiento.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- El presente proyecto, cumple con las características de la domótica como son: la integración, facilidad de uso, control remoto, fiabilidad y actualización. El prototipo realizado hace comprender de manera fácil la gestión principal de la domótica que es brindar confort y seguridad al usuario.
- El microcontrolador Atmega 16 recibe, procesa y transmite información a través de los módulos XBee, permitiendo el control de sistema de temperatura, apertura y cierre de la puerta de garaje e iluminación interior y exterior de la vivienda de manera óptima, estableciendo comunicación directa entre el servidor y el circuito de control.
- LabVIEW es una herramienta potente, que permite realizar una interfaz fácil y amigable, ayudando al usuario poder controlar el sistema domótico sin necesidad de conocimientos en programación.
- La cámara IP DCS-5010L presenta una buena calidad de imagen, entre sus funcionalidades Pan, Tilt y Zoom, permite visualizar una área amplia, visión nocturna hasta 8 metros, detección de movimiento, notificación de correo y conectividad inalámbrica.
- La comunicación inalámbrica es muy confiable en distancias menores a 25m cuando existe línea de vista entre los módulos. A medida que aumenta ésta distancia, o en ambientes cerrados con distancias mayores a 13m, se pierde el enlace inalámbrico.
- TeamViewer es un software gratuito que permite fácilmente controlar un ordenador a través del internet, utilizando el ID TeamViewer y mediante la contraseña personal se puede conectar al ordenador remotamente desde cualquier lugar siempre y cuando esté prendido.

- La tecnología “*D-Link*” permite la visualización remota de las cámaras a través de internet, evitando así el arriendo de una IP pública y sus respectivas configuraciones.
- El motor paso a paso permite controlar la apertura y cierre de la puerta de garaje de manera eficiente, ya que el número de pasos a girar en sentido horario permite la apertura de la puerta y en sentido anti horario permite el cierre de la misma.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Se debe etiquetar los cables para mejor entendimiento al ensamblar el sistema domótico.
- Es importante medir continuidad antes de conectar las fuentes de voltaje para evitar cortocircuitos. Así también realizar la medición de voltajes previo a la conexión del microcontrolador Atmega 16 y módulos XBee para evitar que se dañen los componentes a utilizar.
- El software Proteus se puede utilizar para realizar previas simulaciones en el diseño del circuito, también manejar el software X-CTU para realizar pruebas de software en el enlace inalámbrico de los módulos XBee.
- Configurar la cuenta de correo en un Smartphone que cuente con servicio de internet, de preferencia con plan de datos con la finalidad de tener sincronizado para recibir las notificaciones en tiempo real.
- Proteger los equipos electrónicos mediante un UPS para evitar averías por sobre voltajes o cortes repentinos de energía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1]	Sánchez D, <i>“Diseño de una casa inteligente basado en la tecnología jini”</i> , Universidad de las Américas Puebla, México 2004.  <a href="http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/sanchez_a_d/capitulo2.pdf">http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/sanchez_a_d/capitulo2.pdf</a> , 2002
[2]	Villán R, <i>“Consultoría estratégica en tecnologías de la información y la comunicación”</i> , 2004  <a href="http://www.ramonmillan.com/tutoriales/dispositivosviviendadomotica.php">http://www.ramonmillan.com/tutoriales/dispositivosviviendadomotica.php</a>
[3]	<i>“Definición de domótica”</i>  <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica">http://es.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica</a>
[4]	<i>“Tecnología de Control – Domótica”</i> , Proyecto MEDIME  <a href="http://www.portalhuarpe.com.ar/medhime20/Talleres/Boero/Boero%201/TBoero05Domotica/actividad_n1_conceptos_sobre_domtica.html">http://www.portalhuarpe.com.ar/medhime20/Talleres/Boero/Boero%201/TBoero05Domotica/actividad_n1_conceptos_sobre_domtica.html</a>
[5]	Provencio L, <i>“Domótica”</i> , Noviembre 2012  <a href="http://luismesaprovencio.blogspot.com/">http://luismesaprovencio.blogspot.com/</a>
[6]	Ferozo D, <i>“Domótica”</i> , Montevideo – Uruguay  <a href="http://sunsoluciones.com/dom_tica.html">http://sunsoluciones.com/dom_tica.html</a>
[7]	Jiménez F, <i>“Introducción a la domótica”</i>  <a href="https://sites.google.com/site/ejdlcdomotica/Home/tema-1-introduccion-a-la-domotica">https://sites.google.com/site/ejdlcdomotica/Home/tema-1-introduccion-a-la-domotica</a>
[8]	Toboso E, <i>“Dispositivos lógicos microprogramables”</i> , enero 2013  <a href="http://perso.wanadoo.es/pictob/microcr.htm">http://perso.wanadoo.es/pictob/microcr.htm</a>
[9]	<i>“LabVIEW”</i>  <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW">http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW</a>
[10]	<i>“Tutorial de LabVIEW”</i>  <a href="http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf">http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20Labview.pdf</a>
[11]	<i>“Introducción a NI LabVIEW, National Instruments”</i>  <a href="http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/">http://www.ni.com/gettingstarted/labviewbasics/esa/</a>

[12]	<p>“Cámaras IP”</p> <p><a href="http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_IP">http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1mara_IP</a></p>
[13]	<p>“Las cámaras IP y sus increíbles beneficios en la seguridad, Asesorías y computadores”, 2005</p> <p><a href="http://www.aseinformatica.com/camarasip.php">http://www.aseinformatica.com/camarasip.php</a></p>
[14]	<p>López G , “Instalación de las cámaras IP”, 2012</p> <p><a href="http://www.gabriellopez.cl/camaras.htm">http://www.gabriellopez.cl/camaras.htm</a></p>
[15]	<p>Telenchana B, Villacís M, “Diseño y construcción de una plataforma robótica para el control PTZ de un sistema electro-óptico”, Quito, EPN 2013</p> <p><a href="http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6347">http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6347</a></p>
[16]	<p>“Cámaras de red / Cámaras IP”, capítulo 2</p> <p><a href="http://www.rnds.com.ar/articulos/046/RNDS_140W.pdf">http://www.rnds.com.ar/articulos/046/RNDS_140W.pdf</a></p>
[17]	<p>Maturana J , “Zoom óptico, Samsung Galaxy”</p> <p><a href="http://www.xataka.com/moviles/galaxy-s4-zoom-primeras-fotografias-y-prueba-del-zoom-optico-10x">http://www.xataka.com/moviles/galaxy-s4-zoom-primeras-fotografias-y-prueba-del-zoom-optico-10x</a></p>
[18]	<p>“D-Link, cámara DCS-932L, DCS-5010L, DCS-5222L”</p> <p><a href="http://www.dlinkla.com">http://www.dlinkla.com</a></p>
[19]	<p>ELECHOUSE, “Easy-use Serial Bluetooth V3.0”</p> <p><a href="http://www.elechouse.com/elechouse/index.php?main_page=product_info&amp;cPath=90_91&amp;products_id=574">http://www.elechouse.com/elechouse/index.php?main_page=product_info&amp;cPath=90_91&amp;products_id=574</a></p>
[20]	<p>“Mci electronics Módulo WiFi con conector UEXT”</p> <p><a href="http://www.olimex.cl/product_info.php?products_id=810">http://www.olimex.cl/product_info.php?products_id=810</a></p>
[21]	<p>“Electronic watterott, Xbee Pro Zigbee RF Module – Chip Antenna”, Alemania</p> <p><a href="http://www.watterott.com/en/XBee-ZB-low-power-ZigBee-module-w/-chip-antenna-XB24-Z7CIT-004">http://www.watterott.com/en/XBee-ZB-low-power-ZigBee-module-w/-chip-antenna-XB24-Z7CIT-004</a></p>
[22]	<p>“Definición de Acceso Remoto”, Diccionario de informática ALEGSA, Santa Fe Argentina 2013</p> <p><a href="http://www.alegsa.com.ar/Dic/acceso%20remoto.php">http://www.alegsa.com.ar/Dic/acceso%20remoto.php</a></p>

[23]	Santos O , <i>“Usuario Pc actual, Escritorio remoto”</i> <a href="http://www.pcactual.com/articulo/laboratorio/especiales/9696/analizamos_diez_potentes_utilidades_acceso_remoto.html?_part=2">http://www.pcactual.com/articulo/laboratorio/especiales/9696/analizamos_diez_potentes_utilidades_acceso_remoto.html?_part=2</a>
[24]	<i>“TeamViewer”</i> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/TeamViewer">http://es.wikipedia.org/wiki/TeamViewer</a>
[25]	<i>“Información sobre seguridad con TeamViewer”</i> , Alemania 2012 <a href="http://www.teamviewer.com/images/pdf/TeamViewer_SecurityStatement_es.pdf">http://www.teamviewer.com/images/pdf/TeamViewer_SecurityStatement_es.pdf</a>
[26]	<i>“Botón (dispositivo)”</i> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%B3n_(dispositivo)">http://es.wikipedia.org/wiki/Bot%C3%B3n_(dispositivo)</a>
[27]	<i>“Pulsador electrónico”</i> , Cetronic, Componentes electrónicos <a href="http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/Catalogo.jsp?ididioma=&amp;idTienda=93&amp;cPath=498&amp;pagina=7">http://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/Catalogo.jsp?ididioma=&amp;idTienda=93&amp;cPath=498&amp;pagina=7</a>
[28]	<i>“Resistor”</i> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Resistor">http://es.wikipedia.org/wiki/Resistor</a>
[29]	<i>“Condensador eléctrico”</i> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Capacitor">http://es.wikipedia.org/wiki/Capacitor</a>
[30]	<i>“Relés”</i> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Relé">http://es.wikipedia.org/wiki/Relé</a>
[31]	<i>“LCD 20x4”</i> , Pantech Solutions, Technology Beyond the Dreams <a href="http://www.pantechsolutions.net/displays/lcd/20x4-lcd">http://www.pantechsolutions.net/displays/lcd/20x4-lcd</a>
[32]	<i>“LED”</i> , Bluetip Electrónica – Robótica <a href="http://www.bluetip.com.uy/led10mm">http://www.bluetip.com.uy/led10mm</a>
[33]	<i>“Diodos Led”</i> , 2004 <a href="http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Funcionamiento-del-diodo.php">http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Funcionamiento-del-diodo.php</a>
[34]	<i>“Fotoresistor”</i> <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Fotoresistor">http://es.wikipedia.org/wiki/Fotoresistor</a>
[35]	<i>“Light Dependent Resistor – LDR”</i> , Datasheet del fotoresistor, Julio 2008 <a href="http://kennarar.vma.is/thor/v2011/vgr402/ldr.pdf">http://kennarar.vma.is/thor/v2011/vgr402/ldr.pdf</a>

[36]	“LM35” <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/LM35">http://es.wikipedia.org/wiki/LM35</a>
[37]	“LM35”, Datasheet LM35, Texas Instruments, Octubre 2013 <a href="http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf">http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf</a>
[38]	“Optoacoplador” <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Optoacoplador">http://es.wikipedia.org/wiki/Optoacoplador</a>
[39]	“Optoacoplador 4N25”, Datasheet Optoacoplador 4N25, VISHAY 2012 <a href="http://www.vishay.com/docs/83725/4n25.pdf">http://www.vishay.com/docs/83725/4n25.pdf</a>
[40]	“Diodo” <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo">http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo</a>
[41]	“Diodo 1N4007”, Datasheet diodo 1N4007, DIODES INCORPORATED <a href="http://www.diodes.com/datasheets/ds28002.pdf">http://www.diodes.com/datasheets/ds28002.pdf</a>
[42]	“L293D H Bridge DC motor controller with Arduino” <a href="http://garagelab.com/profiles/blogs/tutorial-l293d-h-bridge-dc-motor-controller-with-arduino">http://garagelab.com/profiles/blogs/tutorial-l293d-h-bridge-dc-motor-controller-with-arduino</a>
[43]	“L293”, Datasheet L293, SGS – THOMSON Microelectronics, 2013 <a href="http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/SGSThompsonMicroelectronics/mXyzuxsr.pdf">http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/SGSThompsonMicroelectronics/mXyzuxsr.pdf</a>
[44]	“Stepper motors”, Tutorial sobre Motores Paso a Paso, Marzo 2008 <a href="http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm">http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm</a>
[45]	Vdueñas G , “Empezando con el Atmega16”, 2012 <a href="http://vduenasg.blogspot.com/2011/02/empezando-con-el-atmega16.html">http://vduenasg.blogspot.com/2011/02/empezando-con-el-atmega16.html</a>
[46]	“Características generales del Atmega16/16L” <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/web_avr/archivos/Otros%20AVRs/ATmega/ATmega16.htm">http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/web_avr/archivos/Otros%20AVRs/ATmega/ATmega16.htm</a>
[47]	“D-Link DCS-5010L: Cámara IP Cloud motorizada para control remoto” <a href="http://www.redeszone.net/2013/08/15/d-link-dcs-5010l-camara-ip-cloud-motorizada-para-control-remoto/">http://www.redeszone.net/2013/08/15/d-link-dcs-5010l-camara-ip-cloud-motorizada-para-control-remoto/</a>

[48] “Circuitos antirebotes”, Enero 2011

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Circuitos-Antirrebotes/1398153.html>

[49] “Los Expertos en Planos de Casas”, DRUMMOND HOUSE

<http://www.planodevivienda.com/vista-de-la-imagen/info/plancher/1002570.html>



# **ANEXOS**

**ANEXO A – DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO**

**ANEXO B – CIRCUITO IMPRESO**

**ANEXO C – LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN BASCOM**

**ANEXO D – HOJA DE DATOS**

ANEXO A  
DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO



**ANEXO B**

**CIRCUITO IMPRESO**

# VISTA SUPERIOR DEL CIRCUITO

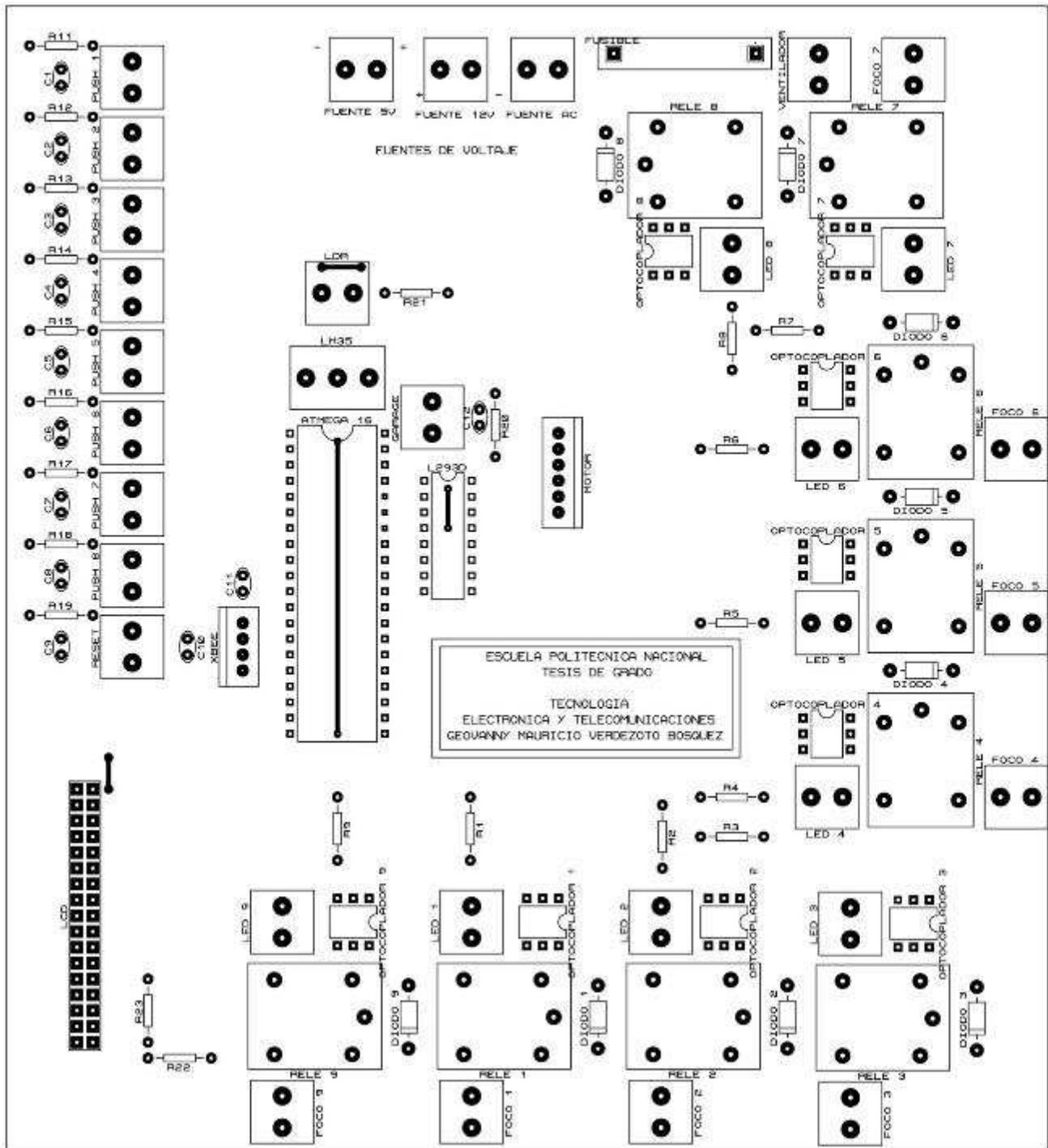


Figura B.1. Screen del circuito.

## VISTA INFERIOR DEL CIRCUITO

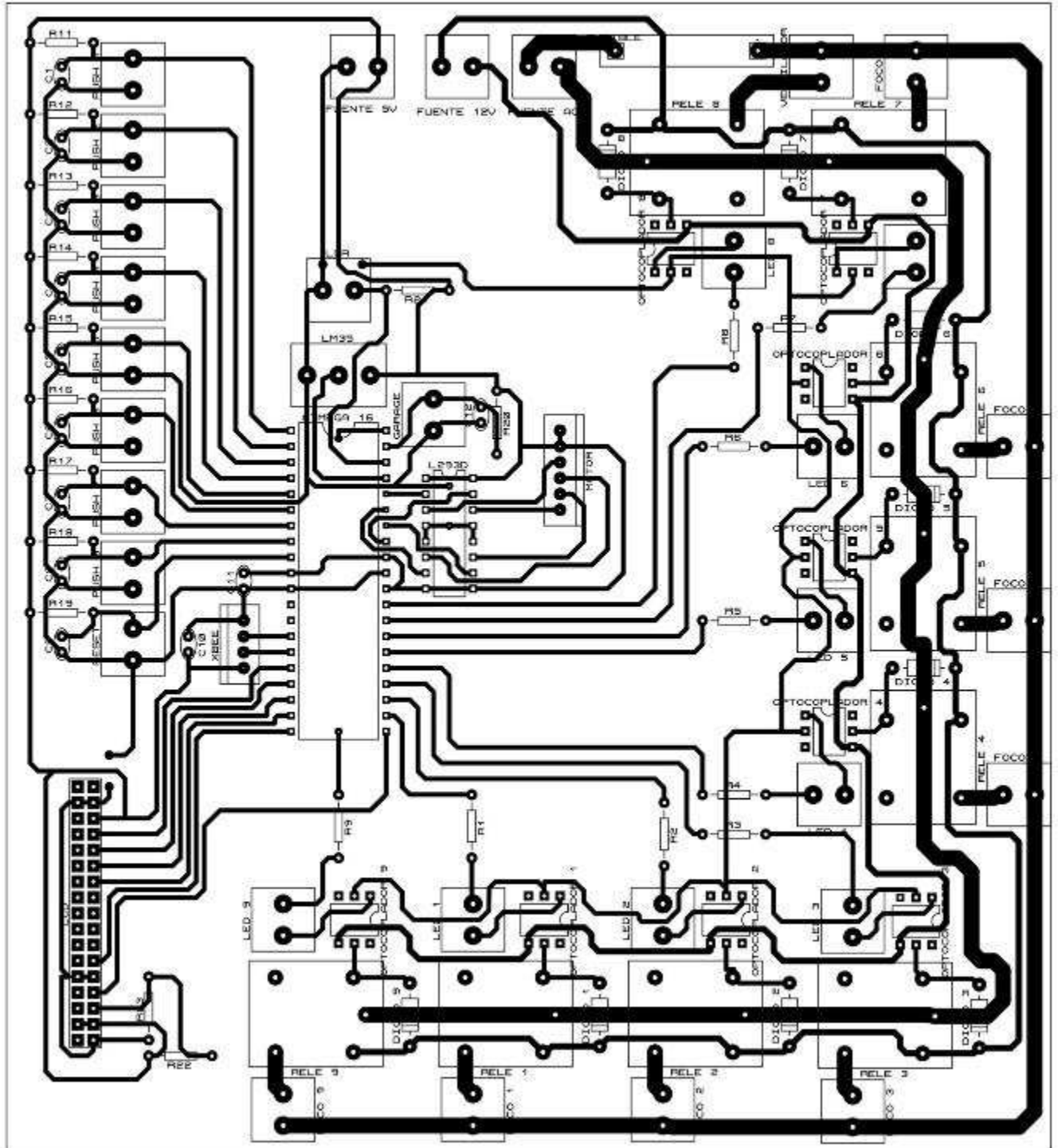


Figura B.2. Ruteo de pistas del circuito.

## ANEXO C

# LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN BASCOM



'Indico al compilador el microcontrolador a utilizar"

**\$regfile**="m16def.dat"

'Cristal de 4Mhz

**\$crystal**= 4000000

'Baudrate

**\$baud**= 19200

'Configuración de puertos 0L --> entrada 1L --> salida

'Pórtico A

**DDRA**= &B11110001

'Pórtico B como entrada

**DDRB**= &B00000000

'Pórtico C como salida

**DDRC**= &B11111111

'Pórtico D como salida

**DDRD**= &B11111110

'Asignación de nombres

Boton1 **Alias**PINB.0

'Dormitorio 1

Boton2 **Alias**PINB.1

'Cocina

Boton3 **Alias**PINB.2

'Luces externas

Boton4 **Alias**PINB.3

'Baño

Boton5 **Alias**PINB.4

'Dormitorio 2

Boton6 **Alias**PINB.5

'Comedor

Boton7 **Alias**PINB.6

'Sala

Boton8 **Alias**PINB.7

'Garaje

Boton9 **Alias**PINA.1

'Motor del Garaje

Bobina\_a **Alias**PORTA.4

Bobina\_b **Alias**PORTA.5

Bobina\_c **Alias**PORTA.6

Bobina\_d **Alias**PORTA.7

Bobina\_a = 0

Bobina\_b = 0

Bobina\_c = 0

Bobina\_d = 0

Foco1 **Alias**PORTC.0

Foco2 **Alias**PORTC.1

Foco3 **Alias**PORTC.2

Foco4 **Alias**PORTC.3

Foco5 **Alias**PORTC.4

Foco6 **Alias**PORTC.5

Foco7 **Alias**PORTC.6

Foco8 **Alias**PORTC.7

Ventilador **Alias**PORTA.0

'Dimensionamiento de variables

**Dim** Dato **As** Byte

**Dim** Flag\_foco1 **As** Bit

**Dim** Estado\_foco1 **As** Bit

**Dim** Flag\_foco2 **As** Bit

**Dim** Estado\_foco2 **As** Bit

**Dim** Flag\_foco3 **As** Bit

**Dim** Estado\_foco3 **As** Bit

**Dim** Estado\_foco3\_a **As** Bit

**Dim** Estado\_ldr **As** Bit

**Dim** Estado\_ldr\_a **As** Bit

**Dim** Flag\_foco4 **As** Bit

**Dim** Estado\_foco4 **As** Bit

```

Dim Flag_foco5 As Bit
Dim Estado_foco5 As Bit
Dim Flag_foco6 As Bit
Dim Estado_foco6 As Bit
Dim Flag_foco7 As Bit
Dim Estado_foco7 As Bit
Dim Flag_foco8 As Bit
Dim Estado_foco8 As Bit
Dim Flag_motor As Bit
Dim Estado_motor As Bit
Dim Paso As Byte
Dim Ldr As Word
Dim Ldr_v As Single
Dim Temp As Word
DimTemp_c As Single
Dim Temp_actual As Integer
Dim Temp_anterior As Integer
Const K1 = 5 / 1023
Const K2 = 500 / 1023
Const Voltaje = 3 / 4
DimX As Byte
    Flag_foco1 = 1
Flag_foco2 = 1
    Flag_foco3 = 1
    Flag_foco4 = 1
    Flag_foco5 = 1
    Flag_foco6 = 1
    Flag_foco7 = 1
Flag_foco8 = 1

'Configuración del LCD
Config Lcd = 20 * 4
Config Lcdbus = 4
Config Lcdpin = Pin , Db4 =PORTD.5 , Db5 =PORTD.4 , Db6 =PORTD.3
Config Lcdpin = Pin , Db7 =PORTD.2 , E =PORTD.6 , Rs =PORTD.7
Cls
Cursor Off
Deflclcdchar0 , 14 , 10 , 14 , 32 , 32 , 32 , 32 , 32

'Configuración del convertor A/D
ConfigADC =Single , Prescaler = Auto
StartADC

'Interrupción serial
On Urxc Serial_int
Enable Urxc
Enable Interrupts

'Mensaje de inicio
Upperline
Lcd" SISTEMA "
Lowerline
Lcd" DOMOTICO "
Wait 2

For X = 1 To 16
Shiftlcd Right
Waitms 300
Next
Cls

```

```

'Regla de 3 para el LDR
'Regla de 3 para el LM35
'Voltaje del LDR 0,75 Volts

```

```

Do
  'Foco 1
  If Boton1 = 0 Then
  Toggle Estado_foco1
    Flag_foco1 = 1
  Waitms 300
  End If

  If Flag_foco1 = 1 Then
  If Estado_foco1 = 1 Then
    Foco1 = 1
    Udr = &H41          'Envío A
  Waitms 20
  Else
    Foco1 = 0
    Udr = &H61          'Envío a
  Waitms 20
  End If
  Flag_foco1 = 0
  End If

  'Foco 2
  If Boton2 = 0 Then
  Toggle Estado_foco2
    Flag_foco2 = 1
  Waitms 300
  End If

  If Flag_foco2 = 1 Then
  If Estado_foco2 = 1 Then
    Foco2 = 1
    Udr = &H42          'Envío B
  Waitms 20
  Else
    Foco2 = 0
    Udr = &H62          'Envío b
  Waitms 20
  End If
  Flag_foco2 = 0
  End If

  'Foco 3
  'Control de Luces externas con Ldr

  Ldr =Getadc(2)
  Ldr_v = Ldr * K1

  If Boton3 = 0 Then
  Toggle Estado_foco3
  Waitms 300
  End If

  If Ldr_v >= Voltaje Then
  Estado_ldr = 1
  Waitms 20
  Else
    Estado_ldr = 0
  Waitms 20
  End If

```

```

If Estado_foco3 = Estado_ldr Then
If Estado_ldr <> Estado_ldr_a OR Estado_foco3 <> Estado_foco3_a Then
    Foco3 = 0
    Udr = &H63                'Envío c
Waitms 20
    Estado_ldr_a = Estado_ldr
    Estado_foco3_a = Estado_foco3
End If
Else
If Estado_ldr <> Estado_ldr_a Or Estado_foco3 <> Estado_foco3_a Then
    Foco3 = 1
    Udr = &H43                'Envío C
Waitms 20
    Estado_ldr_a = Estado_ldr
    Estado_foco3_a = Estado_foco3
End If
End If

    'Foco 4
If Boton4 = 0 Then
Toggle Estado_foco4
    Flag_foco4 = 1
Waitms 300
End If

    If Flag_foco4 = 1 Then
If Estado_foco4 = 1 Then
    Foco4 = 1
    Udr = &H44                'Envío D
Waitms 20
Else
    Foco4 = 0
    Udr = &H64                'Envío d
Waitms 20
End If
    Flag_foco4 = 0
End If

    'Foco 5
If Boton5 = 0 Then
Toggle Estado_foco5
    Flag_foco5 = 1
Waitms 300
End If

If Flag_foco5 = 1 Then
If Estado_foco5 = 1 Then
    Foco5 = 1
    Udr = &H45                'Envío E
Waitms 20
Else
    Foco5 = 0
    Udr = &H65                'Envío e
Waitms 20
End If
    Flag_foco5 = 0
End If

```

```

'Foco 6
If Boton6 = 0 Then
Toggle Estado_foco6
Flag_foco6 = 1
Waitms 300
End If

If Flag_foco6 = 1 Then
If Estado_foco6 = 1 Then
Foco6 = 1
Udr = &H46 'Envío F
Waitms 20
Else
Foco6 = 0
Udr = &H66 'Envío f
Waitms 20
End If
Flag_foco6 = 0
End If

'Foco 7
If Boton7 = 0 Then
Toggle Estado_foco7
Flag_foco7 = 1
Waitms 300
End If

If Flag_foco7 = 1 Then
If Estado_foco7 = 1 Then
Foco7 = 1
Udr = &H47 'Envío G
Waitms 20
Else
Foco7 = 0
Udr = &H67 'Envío g
Waitms 20
End If
Flag_foco7 = 0
End If

'Foco 8
If Boton8 = 0 Then
Toggle Estado_foco8
Flag_foco8 = 1
Waitms 300
End If

If Flag_foco8 = 1 Then
If Estado_foco8 = 1 Then
Foco8 = 1
Udr = &H48 'Envío H
Waitms 20
Else
Foco8 = 0
Udr = &H68 'Envío h
Waitms 20
End If
Flag_foco8 = 0
End If

```

```

    'MOTOR PASO A PASO
If Boton9 = 0 Then
Toggle Estado_motor
    Flag_motor = 1
Waitms 300
End If

If Flag_motor = 1 Then
If Estado_motor = 1 Then
For Paso = 1 To 12
Gosub Motor_abrir
'Next
    Udr = &H4D                'M
    Next
Else
    For Paso = 1 To 12
        Gosub Motor_cerrar
'Next
    Udr = &H6D                'm
    Next
End If
    Flag_motor = 0
End If

'Termómetro
    Temp = Getadc(3)
    Temp_c = Temp * K2
    Temp_actual = Temp_c
Waitms 50

If Temp_actual <> Temp_anterior Then
Locate 1, 1
Lcd"Temperatura: "; Temp_actual; " "; Chr(0); "C"
Print Temp_actual           'Envia serialmente
    Temp_anterior = Temp_actual
End If

'Ventilador
If Temp_actual >= 25 Then
    Ventilador = 1
Else
    Ventilador = 0
End If

Loop
Serial_int:
Dato = Udr                    'Almaceno en dato el valor del buffer(UDR)
Select Case Dato
    'Leer estado actual de las salidas
Case"i"
        Flag_foco1 = 1
        Flag_foco2 = 1
        Flag_foco3 = 1
        Flag_foco4 = 1
        Flag_foco5 = 1
        Flag_foco6 = 1
        Flag_foco7 = 1
        Flag_foco8 = 1

```

'Controlar salidas

Case "1"

**Toggle** Estado\_foco1

Flag\_foco1 = 1

Case "2"

**Toggle** Estado\_foco2

Flag\_foco2 = 1

Case "3"

**Toggle** Estado\_foco3

Flag\_foco3 = 1

Case "4"

**Toggle** Estado\_foco4

Flag\_foco4 = 1

Case "5"

**Toggle** Estado\_foco5

Flag\_foco5 = 1

Case "6"

**Toggle** Estado\_foco6

Flag\_foco6 = 1

Case "7"

**Toggle** Estado\_foco7

Flag\_foco7 = 1

Case "8"

**Toggle** Estado\_foco8

Flag\_foco8 = 1

Case "9"

**Toggle** Estado\_motor

Flag\_motor = 1

'RESET

Case "r"

Estado\_foco1 = 0

Flag\_foco1 = 1

Estado\_foco2 = 0

Flag\_foco2 = 1

Estado\_foco3 = 0

Flag\_foco3 = 1

Estado\_foco4 = 0

Flag\_foco4 = 1

Estado\_foco5 = 0

Flag\_foco5 = 1

Estado\_foco6 = 0

Flag\_foco6 = 1

Estado\_foco7 = 0

Flag\_foco7 = 1

Estado\_foco8 = 0

Flag\_foco8 = 1

**End Select**



## Return

Motor\_abrir:

Bobina\_a = 1  
Bobina\_b = 1  
Bobina\_c = 0  
Bobina\_d = 0

**Waitms** 50

Bobina\_a = 0  
Bobina\_b = 1  
Bobina\_c = 1  
Bobina\_d = 0

**Waitms** 50

Bobina\_a = 0  
Bobina\_b = 0  
Bobina\_c = 1  
Bobina\_d = 1

**Waitms** 50

Bobina\_a = 1  
Bobina\_b = 0  
Bobina\_c = 0  
Bobina\_d = 1

**Waitms** 50

## Return

Motor\_cerrar:

Bobina\_a = 0  
Bobina\_b = 0  
Bobina\_c = 1  
Bobina\_d = 1

**Waitms** 50

Bobina\_a = 0  
Bobina\_b = 1  
Bobina\_c = 1  
Bobina\_d = 0

**Waitms** 50

Bobina\_a = 1  
Bobina\_b = 1  
Bobina\_c = 0  
Bobina\_d = 0

**Waitms** 50

Bobina\_a = 1  
Bobina\_b = 0  
Bobina\_c = 0  
Bobina\_d = 1

**Waitms** 50

## Return

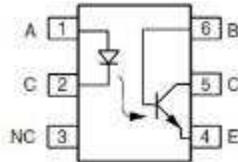
ANEXO D

HOJA DE DATOS

## Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection



21842



11780010

### DESCRIPTION

The 4N25 family is an industry standard single channel phototransistor coupler. This family includes the 4N25, 4N26, 4N27, 4N28. Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

### FEATURES

- Isolation test voltage 5000 V<sub>RMS</sub>
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry standard dual-in-line 6 pin package
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC



RoHS COMPLIANT

### APPLICATIONS

- AC mains detection
- Reed relay driving
- Switch mode power supply feedback
- Telephone ring detection
- Logic ground isolation
- Logic coupling with high frequency noise rejection

### AGENCY APPROVALS

- UL1577, file no. E52744
- BSI: EN 60065:2002, EN 60950:2000
- FIMKO: EN 60950, EN 60065, EN 60335

### ORDER INFORMATION

PART	REMARKS
4N25	CTR > 20 %, DIP-6
4N26	CTR > 20 %, DIP-6
4N27	CTR > 10 %, DIP-6
4N28	CTR > 10 %, DIP-6

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS <sup>(1)</sup>

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
<b>INPUT</b>				
Reverse voltage		V <sub>R</sub>	5	V
Forward current		I <sub>F</sub>	60	mA
Surge current	t ≤ 10 μs	I <sub>FSM</sub>	3	A
Power dissipation		P <sub>diss</sub>	100	mW
<b>OUTPUT</b>				
Collector emitter breakdown voltage		V <sub>CEO</sub>	70	V
Emitter base breakdown voltage		V <sub>EBO</sub>	7	V
Collector current		I <sub>C</sub>	50	mA
	t ≤ 1 ms	I <sub>C</sub>	100	mA
Power dissipation		P <sub>diss</sub>	150	mW



# 4N25, 4N26, 4N27, 4N28

## Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors with Base Connection

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS <sup>(1)</sup>				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
<b>COUPLER</b>				
Isolation test voltage		$V_{ISO}$	5000	$V_{RMS}$
Creepage distance			$\geq 7$	mm
Clearance distance			$\geq 7$	mm
Isolation thickness between emitter and detector			$\geq 0.4$	mm
Comparative tracking index	DIN IEC 112/VDE 0303, part 1		175	
Isolation resistance	$V_{IO} = 500\text{ V}, T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	$R_{IO}$	$10^{12}$	$\Omega$
	$V_{IO} = 500\text{ V}, T_{amb} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	$R_{IO}$	$10^{11}$	$\Omega$
Storage temperature		$T_{stg}$	- 55 to + 125	$^{\circ}\text{C}$
Operating temperature		$T_{amb}$	- 55 to + 100	$^{\circ}\text{C}$
Junction temperature		$T_J$	125	$^{\circ}\text{C}$
Soldering temperature <sup>(2)</sup>	max. 10 s dip soldering: distance to seating plane $\geq 1.5\text{ mm}$	$T_{sld}$	260	$^{\circ}\text{C}$

### Notes

<sup>(1)</sup>  $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified.

Stresses in excess of the absolute maximum ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute maximum ratings for extended periods of the time can adversely affect reliability.

<sup>(2)</sup> Refer to reflow profile for soldering conditions for surface mounted devices (SMD). Refer to wave profile for soldering conditions for through hole devices (DIP).

ELECTRICAL CHARACTERISTICS <sup>(1)</sup>							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
<b>INPUT</b>							
Forward voltage <sup>(2)</sup>	$I_F = 50\text{ mA}$		$V_F$		1.3	1.5	V
Reverse current <sup>(2)</sup>	$V_R = 3\text{ V}$		$I_R$		0.1	100	$\mu\text{A}$
Capacitance	$V_R = 0\text{ V}$		$C_O$		25		pF
<b>OUTPUT</b>							
Collector base breakdown voltage <sup>(2)</sup>	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}$		$BV_{CBO}$	70			V
Collector emitter breakdown voltage <sup>(2)</sup>	$I_C = 1\text{ mA}$		$BV_{CEO}$	30			V
Emitter collector breakdown voltage <sup>(2)</sup>	$I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$		$BV_{ECO}$	7			V
$I_{CEO}(\text{dark})$ <sup>(2)</sup>	$V_{CE} = 10\text{ V}, (\text{base open})$	4N25			5	50	nA
		4N26			5	50	nA
		4N27			5	50	nA
		4N28			10	100	nA
$I_{CBO}(\text{dark})$ <sup>(2)</sup>	$V_{CB} = 10\text{ V}, (\text{emitter open})$				2	20	nA
Collector emitter capacitance	$V_{CE} = 0$		$C_{CE}$		6		pF
<b>COUPLER</b>							
Isolation test voltage <sup>(2)</sup>	Peak, 60 Hz		$V_{IO}$	5000			V
Saturation voltage, collector emitter	$I_{CE} = 2\text{ mA}, I_F = 50\text{ mA}$		$V_{CE(\text{sat})}$			0.5	V
Resistance, input output <sup>(2)</sup>	$V_{IO} = 500\text{ V}$		$R_{IO}$	100			G $\Omega$
Capacitance, input output	$f = 1\text{ MHz}$		$C_{IO}$		0.6		pF

### Notes

<sup>(1)</sup>  $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified.

Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

<sup>(2)</sup> JEDEC registered values are 2500 V, 1500 V, 1500 V, and 500 V for the 4N25, 4N26, 4N27, and 4N28 respectively.



## Features

- High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 × 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 1 MIPS throughput per MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- Data and Non-Volatile Program Memory
  - 16/32/64K Bytes Flash of In-System Programmable Program Memory
  - 512B/1K/2K Bytes of In-System Programmable EEPROM
  - 1/2/4K Bytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
  - Data Retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Flash Program and EEPROM Data Security
- On Chip Debug Interface (debugWIRE)
- CAN 2.0A/B with 6 Message Objects - ISO 16845 Certified
- LIN 2.1 and 1.3 Controller or 8-Bit UART
- One 12-bit High Speed PSC (Power Stage Controller)
  - Non Overlapping Inverted PWM Output Pins With Flexible Dead-Time
  - Variable PWM duty Cycle and Frequency
  - Synchronous Update of all PWM Registers
  - Auto Stop Function for Emergency Event
- Peripheral Features
  - One 8-bit General purpose Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
  - One 16-bit General purpose Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode and Capture Mode
  - One Master/Slave SPI Serial Interface
  - 10-bit ADC
    - Up To 11 Single Ended Channels and 3 Fully Differential ADC Channel Pairs
    - Programmable Gain (5x, 10x, 20x, 40x) on Differential Channels
    - Internal Reference Voltage
    - Direct Power Supply Voltage Measurement
  - 10-bit DAC for Variable Voltage Reference (Comparators, ADC)
  - Four Analog Comparators with Variable Threshold Detection
  - 100µA ±2% Current Source (LIN Node Identification)
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-Chip Oscillator
  - On-chip Temperature Sensor
- Special Microcontroller Features
  - Low Power Idle, Noise Reduction, and Power Down Modes
  - Power On Reset and Programmable Brown Out Detection
  - In-System Programmable via SPI Port
  - High Precision Crystal Oscillator for CAN Operations (16MHz)
  - Internal Calibrated RC Oscillator ( 8MHz)
  - On-chip PLL for fast PWM ( 32MHz, 64MHz) and CPU (16MHz)
- Operating Voltage: 2.7V - 5.5V
- Extended Operating Temperature:
  - -40°C to +85°C
- Core Speed Grade:
  - 0 - 8MHz @ 2.7 - 4.5V
  - 0 - 16MHz @ 4.5 - 5.5V



**8-bit AVR<sup>®</sup>  
Microcontroller  
with 16/32/64K  
Bytes In-System  
Programmable  
Flash**

**ATmega16M1  
ATmega32M1  
ATmega64M1**

**Preliminary  
Summary**

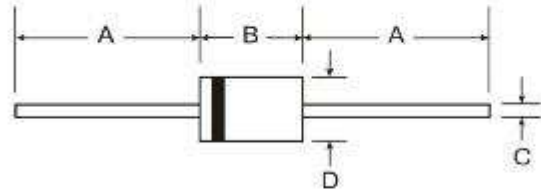


### Features

- Diffused Junction
- High Current Capability and Low Forward Voltage Drop
- Surge Overload Rating to 30A Peak
- Low Reverse Leakage Current
- **Lead Free Finish, RoHS Compliant (Note 3)**

### Mechanical Data

- Case: DO-41
- Case Material: Molded Plastic, UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020D
- Terminals: Finish - Bright Tin, Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Mounting Position: Any
- Ordering Information: See Page 2
- Marking: Type Number
- Weight: 0.30 grams (approximate)



Dim	DO-41 Plastic	
	Min	Max
A	25.40	—
B	4.06	5.21
C	0.71	0.864
D	2.00	2.72
<b>All Dimensions in mm</b>		

### Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise specified

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.  
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V <sub>RRM</sub>								V
Working Peak Reverse Voltage	V <sub>RWM</sub>	50	100	200	400	600	800	1000	V
DC Blocking Voltage	V <sub>R</sub>								V
RMS Reverse Voltage	V <sub>R(RMS)</sub>	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ T <sub>A</sub> = 75°C	I <sub>O</sub>				1.0				A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	I <sub>FSM</sub>				30				A
Forward Voltage @ I <sub>F</sub> = 1.0A	V <sub>FM</sub>				1.0				V
Peak Reverse Current @ T <sub>A</sub> = 25°C	I <sub>RM</sub>				5.0				μA
at Rated DC Blocking Voltage @ T <sub>A</sub> = 100°C					50				
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C <sub>J</sub>		15			8			pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	R <sub>θJA</sub>				100				K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	T <sub>A</sub>				+150				°C
Operating and Storage Temperature Range	T <sub>J</sub> , T <sub>STG</sub>				-65 to +150				°C

- Notes:
1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.
  2. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC.
  3. EU Directive 2002/95/EC (RoHS). All applicable RoHS exemptions applied, see EU Directive 2002/95/EC Annex Notes.



## Light Dependent Resistor - LDR

Two cadmium sulphide(cds) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.



### Applications

Photoconductive cells are used in many different types of circuits and applications.

#### Analog Applications

- Camera Exposure Control
- Auto Slide Focus - dual cell
- Photocopy Machines - density of toner
- Colorimetric Test Equipment
- Densitometer
- Electronic Scales - dual cell
- Automatic Gain Control – modulated light source
- Automated Rear View Mirror

#### Digital Applications

- Automatic Headlight Dimmer
- Night Light Control
- Oil Burner Flame Out
- Street Light Control
- Absence / Presence (beam breaker)
- Position Sensor

### Electrical Characteristics

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Cell resistance	1000 LUX	-	400	-	Ohm
	10 LUX	-	9	-	K Ohm
Dark Resistance	-	-	1	-	M Ohm
Dark Capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise Time	1000 LUX	-	2.8	-	ms
	10 LUX	-	18	-	ms
Fall Time	1000 LUX	-	48	-	ms
	10 LUX	-	120	-	ms
Voltage AC/DC Peak		-	-	320	V max
Current		-	-	75	mA max
Power Dissipation				100	mW max
Operating Temperature		-60	-	+75	Deg. C



**PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES**

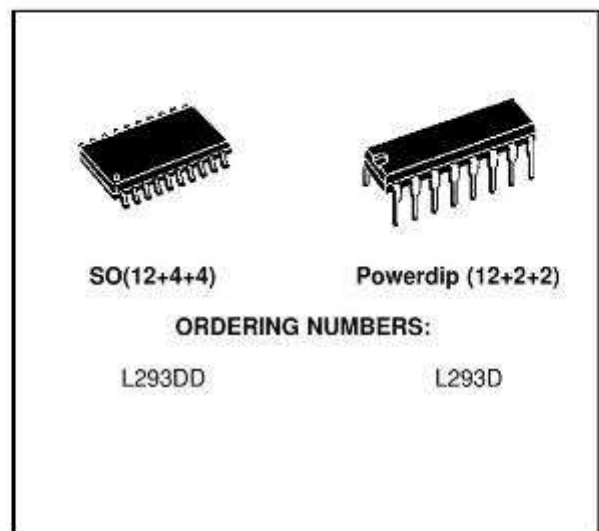
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

**DESCRIPTION**

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

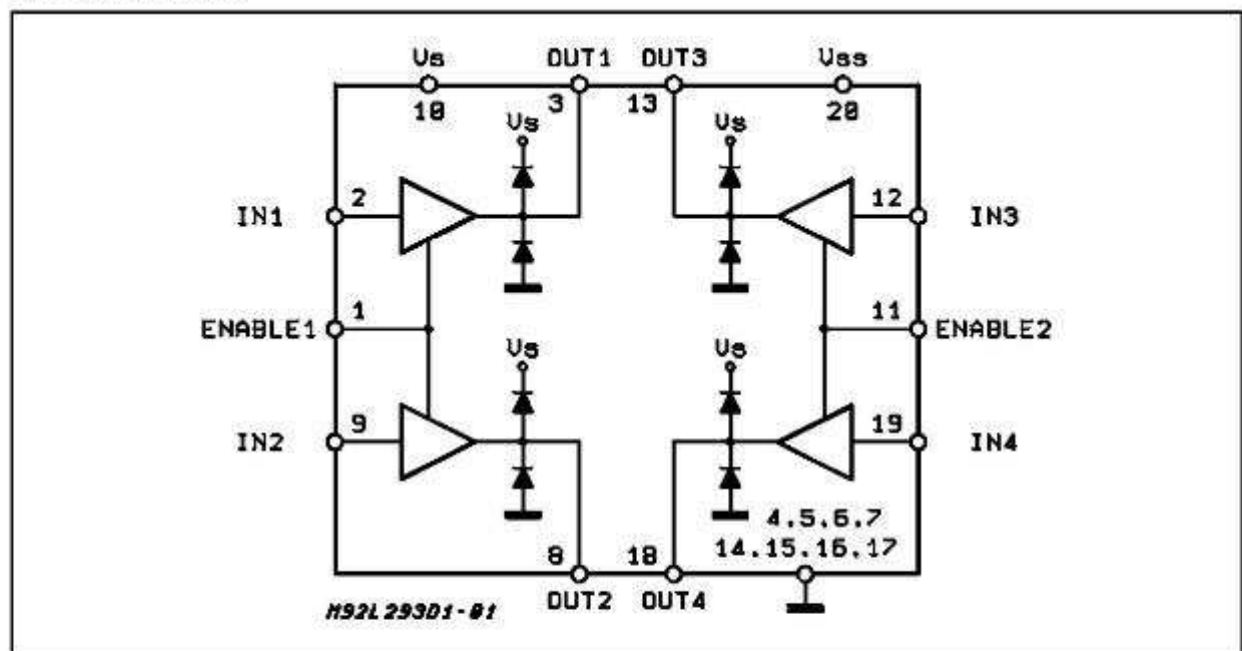
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

**BLOCK DIAGRAM**



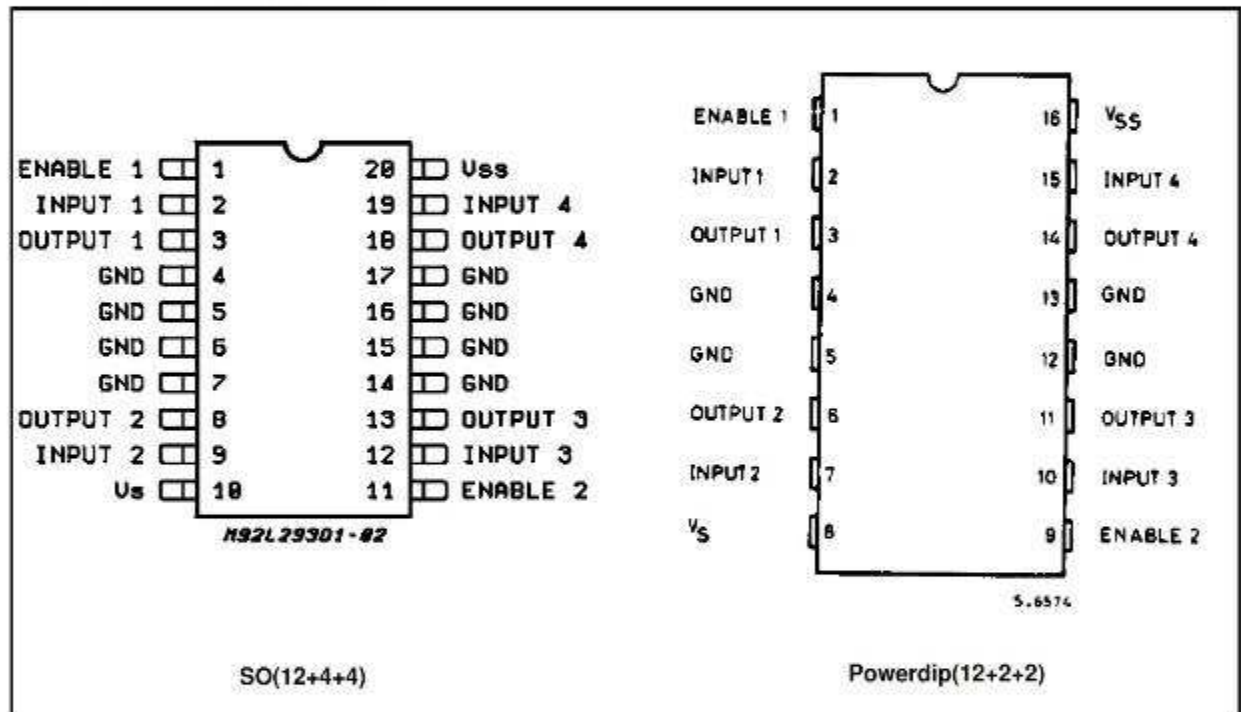


## L293D - L293DD

### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_S$	Supply Voltage	36	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage	36	V
$V_i$	Input Voltage	7	V
$V_{en}$	Enable Voltage	7	V
$I_o$	Peak Output Current (100 $\mu$ s non repetitive)	1.2	A
$P_{tot}$	Total Power Dissipation at $T_{pins} = 90\text{ }^\circ\text{C}$	4	W
$T_{stg}, T_j$	Storage and Junction Temperature	- 40 to 150	$^\circ\text{C}$

### PIN CONNECTIONS (Top view)



### THERMAL DATA

Symbol	Description	DIP	SO	Unit
$R_{th\ j-pins}$	Thermal Resistance Junction-pins	max.	14	$^\circ\text{C}/\text{W}$
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance junction-ambient	max.	50 (*)	$^\circ\text{C}/\text{W}$
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	max.	14	

(\*) With 6sq. cm on board heatsink.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (for each channel,  $V_S = 24\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 5\text{ V}$ ,  $T_{\text{amb}} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_S$	Supply Voltage (pin 10)		$V_{SS}$		36	V
$V_{SS}$	Logic Supply Voltage (pin 20)		4.5		36	V
$I_S$	Total Quiescent Supply Current (pin 10)	$V_i = L$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		2	6	mA
		$V_i = H$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		16	24	mA
		$V_{en} = L$			4	mA
$I_{SS}$	Total Quiescent Logic Supply Current (pin 20)	$V_i = L$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		44	60	mA
		$V_i = H$ ; $I_O = 0$ ; $V_{en} = H$		16	22	mA
		$V_{en} = L$		16	24	mA
$V_{IL}$	Input Low Voltage (pin 2, 9, 12, 19)		-0.3		1.5	V
$V_{IH}$	Input High Voltage (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{IL}$	Low Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$V_{IL} = 1.5\text{ V}$			-10	$\mu\text{A}$
$I_{IH}$	High Voltage Input Current (pin 2, 9, 12, 19)	$2.3\text{ V} \leq V_{IH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$		30	100	$\mu\text{A}$
$V_{enL}$	Enable Low Voltage (pin 1, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{enH}$	Enable High Voltage (pin 1, 11)	$V_{SS} \leq 7\text{ V}$	2.3		$V_{SS}$	V
		$V_{SS} > 7\text{ V}$	2.3		7	V
$I_{enL}$	Low Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$V_{enL} = 1.5\text{ V}$		-30	-100	$\mu\text{A}$
$I_{enH}$	High Voltage Enable Current (pin 1, 11)	$2.3\text{ V} \leq V_{enH} \leq V_{SS} - 0.6\text{ V}$			$\pm 10$	$\mu\text{A}$
$V_{CE(sat)H}$	Source Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = -0.6\text{ A}$		1.4	1.8	V
$V_{CE(sat)L}$	Sink Output Saturation Voltage (pins 3, 8, 13, 18)	$I_O = +0.6\text{ A}$		1.2	1.8	V
$V_F$	Clamp Diode Forward Voltage	$I_O = 600\text{ nA}$		1.3		V
$t_r$	Rise Time (*)	0.1 to 0.9 $V_O$		250		ns
$t_f$	Fall Time (*)	0.9 to 0.1 $V_O$		250		ns
$t_{on}$	Turn-on Delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_O$		750		ns
$t_{off}$	Turn-off Delay (*)	0.5 $V_i$ to 0.5 $V_O$		200		ns

(\*) See fig. 1.

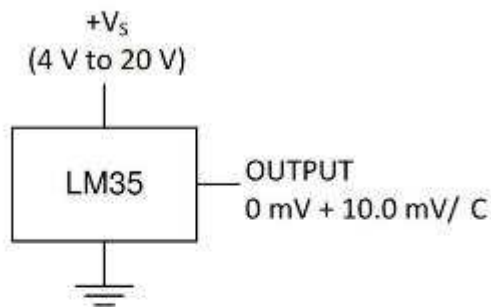
## LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

### FEATURES

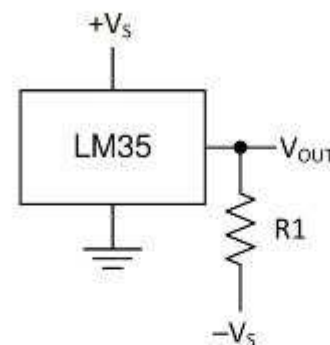
- **Calibrated Directly in ° Celsius (Centigrade)**
- **Linear + 10 mV/°C Scale Factor**
- **0.5°C Ensured Accuracy (at +25°C)**
- **Rated for Full –55°C to +150°C Range**
- **Suitable for Remote Applications**
- **Low Cost Due to Wafer-Level Trimming**
- **Operates from 4 to 30 V**
- **Less than 60-µA Current Drain**
- **Low Self-Heating, 0.08°C in Still Air**
- **Nonlinearity Only ±¼°C Typical**
- **Low Impedance Output, 0.1 Ω for 1 mA Load**

### DESCRIPTION

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, with an output voltage linearly proportional to the Centigrade temperature. Thus the LM35 has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from the output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±¾°C over a full –55°C to +150°C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The low output impedance, linear output, and precise inherent calibration of the LM35 make interfacing to readout or control circuitry especially easy. The device is used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As the LM35 draws only 60 µA from the supply, it has very low self-heating of less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a –55°C to +150°C temperature range, while the LM35C is rated for a –40°C to +110°C range (–10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in hermetic TO transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface-mount small-outline package and a plastic TO-220 package.



**Figure 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)**



Choose  $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$   
 $V_{\text{OUT}} = 1500 \text{ mV at } 150^\circ\text{C}$   
 $V_{\text{OUT}} = 250 \text{ mV at } 25^\circ\text{C}$   
 $V_{\text{OUT}} = -550 \text{ mV at } -55^\circ\text{C}$

**Figure 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor**



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

All trademarks are the property of their respective owners.

**PRODUCTION DATA** Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of the Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

Copyright © 1999–2013, Texas Instruments Incorporated



These devices have limited built-in ESD protection. The leads should be shorted together or the device placed in conductive foam during storage or handling to prevent electrostatic damage to the MOS gates.

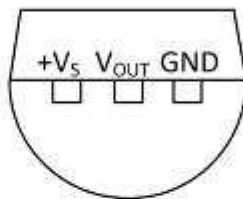
### CONNECTION DIAGRAMS

**METAL CAN PACKAGE  
TO (NDV)**

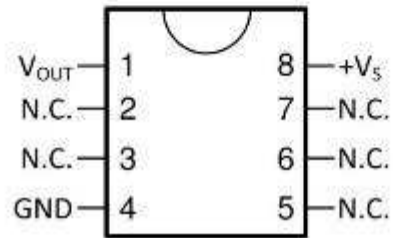


Case is connected to negative pin (GND)

**PLASTIC PACKAGE  
TO-92 (LP)  
BOTTOM VIEW**

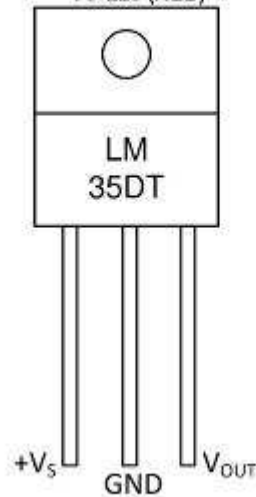


**SMALL-OUTLINE MOLDED PACKAGE  
SOIC-8 (D)  
TOP VIEW**



N.C. = No connection

**PLASTIC PACKAGE  
TO-220 (NEB)**



Tab is connected to the negative pin (GND).

**NOTE:** The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS<sup>(1)(2)</sup>**

		MIN	MAX	UNIT	
Supply voltage		-0.2	35	V	
Output voltage		-1	6	V	
Output current			10	mA	
Electrostatic discharge (ESD) susceptibility <sup>(3)</sup>			2500	V	
Storage temperature	TO Package	-60	180	°C	
	TO-92 Package	-60	150		
	TO-220 Package	-65	150		
	SOIC-8 Package	-65	150		
Lead temperature	TO Package (soldering, 10 seconds)		300	°C	
	TO-92 and TO-220 Package (soldering, 10 seconds)		260		
	SOIC Package	Infrared (15 seconds)	220		
		Vapor phase (60 seconds)	215		
Specified operating temperature range: $T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ <sup>(4)</sup>	LM35, LM35A		-55	150	°C
	LM35C, LM35CA		-40	110	
	LM35D		0	100	

- (1) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the Texas Instruments Sales Office/ Distributors for availability and specifications.
- (2) Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See [Note 1](#).
- (3) Human body model, 100 pF discharged through a 1.5-k $\Omega$  resistor.
- (4) Thermal resistance of the TO-46 package is 400°C/W, junction to ambient, and 24°C/W junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is 180°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is 220°C/W junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is 90°C/W junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the [APPLICATIONS](#) section.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS<sup>(1)(2)</sup>**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35A			LM35CA			UNITS (MAX.)
		TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	
Accuracy <sup>(5)</sup>	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.2$	$\pm 0.5$		$\pm 0.2$	$\pm 0.5$		°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	$\pm 0.3$			$\pm 0.3$		$\pm 1$	
	$T_A = T_{MAX}$	$\pm 0.4$	$\pm 1$		$\pm 0.4$	$\pm 1$		
	$T_A = T_{MIN}$	$\pm 0.4$	$\pm 1$		$\pm 0.4$		$\pm 1.5$	
Nonlinearity <sup>(6)</sup>	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	<b><math>\pm 0.18</math></b>		<b><math>\pm 0.35</math></b>	<b><math>\pm 0.15</math></b>		<b><math>\pm 0.3</math></b>	°C
Sensor gain (average slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	<b>+10</b>	<b>+9.9, +10.1</b>		<b>+10</b>		<b>+9.9, +10.1</b>	mV/°C
Load regulation <sup>(7)</sup> $0 \leq I_L \leq 1$ mA	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 1$		$\pm 0.4$	$\pm 1$		mV/mA
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	<b><math>\pm 0.5</math></b>		<b><math>\pm 3</math></b>	<b><math>\pm 0.5</math></b>		<b><math>\pm 3</math></b>	
Line regulation <sup>(7)</sup>	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.01$	$\pm 0.05$		$\pm 0.01$	$\pm 0.05$		mV/V
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$	<b><math>\pm 0.02</math></b>		<b><math>\pm 0.1</math></b>	<b><math>\pm 0.02</math></b>		<b><math>\pm 0.1</math></b>	

- (1) Unless otherwise noted, these specifications apply:  $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq 150^\circ\text{C}$  for the LM35 and LM35A;  $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 110^\circ\text{C}$  for the LM35C and LM35CA; and  $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 100^\circ\text{C}$  for the LM35D.  $V_S = 5$  Vdc and  $I_{LOAD} = 50$   $\mu\text{A}$ , in the circuit of [Figure 2](#). These specifications also apply from  $+2^\circ\text{C}$  to  $T_{MAX}$  in the circuit of [Figure 1](#). Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.
- (2) Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.
- (3) Tested Limits are ensured and 100% tested in production.
- (4) Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.
- (5) Accuracy is defined as the error between the output voltage and 10 mV/°C times the case temperature of the device, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in °C).
- (6) Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.
- (7) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS<sup>(1)(2)</sup> (continued)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35A			LM35CA			UNITS (MAX.)
		TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	
Quiescent current <sup>(8)</sup>	$V_S = 5\text{ V}, 25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		$\mu\text{A}$
	$V_S = 5\text{ V}$	<b>105</b>		<b>131</b>	<b>91</b>		<b>114</b>	
	$V_S = 30\text{ V}, 25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		
	$V_S = 30\text{ V}$	<b>105.5</b>		<b>133</b>	<b>91.5</b>		<b>116</b>	
Change of quiescent current <sup>(7)</sup>	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}, 25^\circ\text{C}$	0.2	1		0.2	1		$\mu\text{A}$
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$	<b>0.5</b>		<b>2</b>	<b>0.5</b>		<b>2</b>	
Temperature coefficient of quiescent current		<b>+0.39</b>		<b>+0.5</b>	<b>+0.39</b>		<b>+0.5</b>	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2	+1.5		+2	$^\circ\text{C}$
Long term stability	$T_J = T_{MAX}$ , for 1000 hours	$\pm 0.08$			$\pm 0.08$			$^\circ\text{C}$

(8) Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS<sup>(1)(2)</sup>**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35			LM35C, LM35D			UNITS (MAX.)
		TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	
Accuracy, LM35, LM35C <sup>(5)</sup>	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 1$		$\pm 0.4$	$\pm 1$		$^\circ\text{C}$
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	$\pm 0.5$			$\pm 0.5$		$\pm 1.5$	
	$T_A = T_{MAX}$	$\pm 0.8$	$\pm 1.5$		$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	
	$T_A = T_{MIN}$	$\pm 0.8$		$\pm 1.5$	$\pm 0.8$		$\pm 2$	
Accuracy, LM35D <sup>(5)</sup>	$T_A = 25^\circ\text{C}$				$\pm 0.6$	$\pm 1.5$		$^\circ\text{C}$
	$T_A = T_{MAX}$				$\pm 0.9$		$\pm 2$	
	$T_A = T_{MIN}$				$\pm 0.9$		$\pm 2$	
Nonlinearity <sup>(6)</sup>	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	<b><math>\pm 0.3</math></b>		<b><math>\pm 0.5</math></b>	<b><math>\pm 0.2</math></b>		<b><math>\pm 0.5</math></b>	$^\circ\text{C}$
Sensor gain (average slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	<b>+10</b>	<b>+9.8,</b> <b>+10.2</b>		<b>+10</b>		<b>+9.8,</b> <b>+10.2</b>	$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Load regulation <sup>(7)</sup> $0 \leq I_L \leq 1\text{ mA}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.4$	$\pm 2$		$\pm 0.4$	$\pm 2$		$\text{mV}/\text{mA}$
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	<b><math>\pm 0.5</math></b>		<b><math>\pm 5</math></b>	<b><math>\pm 0.5</math></b>		<b><math>\pm 5</math></b>	
Line regulation <sup>(7)</sup>	$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 0.01$	$\pm 0.1$		$\pm 0.01$	$\pm 0.1$		$\text{mV}/\text{V}$
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$	<b><math>\pm 0.02</math></b>		<b><math>\pm 0.2</math></b>	<b><math>\pm 0.02</math></b>		<b><math>\pm 0.2</math></b>	

- Unless otherwise noted, these specifications apply:  $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq 150^\circ\text{C}$  for the LM35 and LM35A;  $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq 110^\circ\text{C}$  for the LM35C and LM35CA; and  $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 100^\circ\text{C}$  for the LM35D.  $V_S = 5\text{ Vdc}$  and  $I_{LOAD} = 50\text{ }\mu\text{A}$ , in the circuit of Figure 2. These specifications also apply from  $+2^\circ\text{C}$  to  $T_{MAX}$  in the circuit of Figure 1. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.
- Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.
- Tested Limits are ensured and 100% tested in production.
- Design Limits are ensured (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.
- Accuracy is defined as the error between the output voltage and  $10\text{ mV}/^\circ\text{C}$  times the case temperature of the device, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in  $^\circ\text{C}$ ).
- Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the rated temperature range of the device.
- Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS<sup>(1)(2)</sup> (continued)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM35			LM35C, LM35D			UNITS (MAX.)
		TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	TYP	TESTED LIMIT <sup>(3)</sup>	DESIGN LIMIT <sup>(4)</sup>	
Quiescent current <sup>(8)</sup>	$V_S = 5\text{ V}, 25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		$\mu\text{A}$
	$V_S = 5\text{ V}$	<b>105</b>		<b>158</b>	<b>91</b>		<b>138</b>	
	$V_S = 30\text{ V}, 25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		
	$V_S = 30\text{ V}$	<b>105.5</b>		<b>161</b>	<b>91.5</b>		<b>141</b>	
Change of quiescent current <sup>(9)</sup>	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}, 25^\circ\text{C}$	0.2	2		0.2	2		$\mu\text{A}$
	$4\text{ V} \leq V_S \leq 30\text{ V}$	<b>0.5</b>		<b>3</b>	<b>0.5</b>		<b>3</b>	
Temperature coefficient of quiescent current		<b>+0.39</b>		<b>+0.7</b>	<b>+0.39</b>		<b>+0.7</b>	$\mu\text{A}/^\circ\text{C}$
Minimum temperature for rate accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2	+1.5		+2	$^\circ\text{C}$
Long term stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$ , for 1000 hours	$\pm 0.08$			$\pm 0.08$			$^\circ\text{C}$

(8) Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

(9) Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.



# Technical Specifications

## SYSTEM REQUIREMENTS

- Microsoft Windows® 8/7/Vista/XP, or Mac with OS X 10.6 or higher
- PC with 1.3 GHz or above and at least 128 MB RAM
- Internet Explorer 7, Firefox 12, Safari 4, or Chrome 20 or higher version with Java installed and enabled

## NETWORKING PROTOCOL

- IPV4, ARP, TCP, UDP, ICMP
- DHCP Client
- NTP Client (D-Link)
- DNS Client
- DDNS Client (Dyndns and D-Link)
- SMTP Client
- FTP Client
- HTTP Server
- PPPoE
- UPnP Port Forwarding
- LLTD

## BUILT-IN PROTOCOL

- 10/100 BASE-TX Fast Ethernet
- 802.11b/g/n WLAN

## WIRELESS CONNECTIVITY

- 802.11b/g/n Wireless with WEP/WPA/WPA2 security
- WPS

## LENS

- Focal length: 2.2 mm, F2.0

## SENSOR

- VGA 1/5 inch CMOS sensor

## IR LED

- 8 meter illumination distance with 10 LEDs and light sensor

## MINIMUM ILLUMINATION

- Color: 1 lux @ F2.0 (Day)
- B/W: 0 lux @ F2.0 (Night)

## VIEWING ANGLE

- Horizontal: 66.2°
- Vertical: 49.08°
- Diagonal: 77.04°

## PAN/TILT RANGE

- Pan Range: +170° ~ -170° (Total 340°)
- Tilt Range: +95° ~ -25° (Total 120°)

## DIGITAL ZOOM

- Up to 4x

## 3A CONTROL

- AGC (Auto Gain Control)
- AWB (Auto White Balance)
- AES (Auto Electronic Shutter)

## WIRELESS TRANSMIT OUTPUT POWER (TYPICAL)

- 11b - 16 dbm
- 11g/11n - 12 dbm

## SDRAM

- 64 MB

## FLASH MEMORY

- 8 MB

## RESET BUTTON

- Reset to factory default

## VIDEO CODECS

- H.264
- MJPEG
- JPEG for still images

## VIDEO FEATURES

- Adjustable image size and quality
- Time stamp and text overlay
- Flip and Mirror
- **RESOLUTION**
- 640 x 480 at up to 30 fps
- 320 x 240 at up to 30 fps
- 160 x 112 at up to 30 fps

## POWER

- Input: 100-240 V AC, 50/60 Hz
- Output: 12 V DC, 1 A

## DIMENSIONS (W X D X H)

- Camera Only - 102.35 x 101.27 x 133.6 mm (4.03 x 3.99 x 5.26 inches)
- Camera Including Mounting Bracket - 102.35 x 101.27 x 230.0 mm (4.03 x 3.99 x 9.06 inches)

## WEIGHT

- Device: 292.4 grams (0.64 lbs)
- Mounting Bracket: 60.8 grams (0.13 lbs)

## MAX POWER CONSUMPTION

- 8.64 W

## OPERATION TEMPERATURE

- 0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)

## STORAGE TEMPERATURE

- -20 °C to 70 °C (-4 °F to 158 °F)

## HUMIDITY

- 20-80% RH non-condensing

## EMISSION (EMI), SAFETY & OTHER CERTIFICATIONS

- FCC Class B
- IC
- C-Tick
- CE