

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE MONITOREO DE
TEMPERATURA MEDIANTE ENLACE BLUETOOTH**

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

DAVID EDUARDO TITUAÑA PEÑA

davnidt@yahoo.com

DIRECTOR: ING. CARLOS ROMO

cromo36@hotmail.com

Quito, Junio 2011

DECLARACIÓN

Yo, DAVID EDUARDO TITUAÑA PEÑA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado 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 mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

DAVID EDUARDO TITUAÑA PEÑA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por DAVID EDUARDO TITUAÑA PEÑA, bajo mi supervisión.

Ing. Carlos Romo
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco al señor nuestro Dios por la bendición de cada día, por los sueños realizados, por darme la fuerza para levantarme y salir adelante en esos instantes de tristeza y debilidad, por permitirme culminar mis estudios y alcanzar una de mis metas.

A mi madre por la vida, por el apoyo incondicional de cada día, por el ánimo para sobresalir ante cualquier inconveniente, la dedicación, la paciencia, y el amor que me brinda cada amanecer.

A mi director por el apoyo y su dirección para desarrollo adecuado del presente trabajo, que en conjunto me permite llegar a ser un profesional.

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a mi madre, por brindarme su apoyo en lo buenos y en lo malos momentos de mi vida, por demostrarme cada día su cariño, su amor, su confianza, por guiarme y enseñarme que ante cualquier inconveniente al final del día siempre hay una esperanza.

A mi hermana por ayudarme en esos momentos donde más fue indispensable su apoyo.

A mi hermano que me transmite su alegría, a mi sobrina Valeria que me acompaña, a quien cuide y le di todo mi cariño a lo largo de la elaboración de este trabajo.

CONTENIDO

CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
RESUMEN	VII
PRESENTACIÓN	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. FUNDAMENTOS BÁSICOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 MICROCONTROLADOR	1
1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES	2
1.3 SENSORES	4
1.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES	4
1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES	5
1.4 COMUNICACIÓN	6
1.5 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN	6
1.5.1 TRANSMISOR	6
1.5.2 CANAL DE TRANSMISIÓN	7
1.5.3 RECEPTOR	7
1.6 MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS	8
1.6.1 SIMPLEX (SX)	8
1.6.2 HALF DUPLEX (HDX)	8
1.6.3 FULL DUPLEX (FDX)	8
1.6.4 FULL/FULL DUPLEX (F/FDX)	8
1.7 TIPOS DE COMUNICACIÓN	8
1.7.1 COMUNICACIÓN SERIAL	8
1.7.1.1 Trasmisión sincrónica	9
1.7.1.2 Trasmisión asíncrona	9
1.7.1.2.1 Velocidad de transmisión	10
1.7.1.2.2 Bit de datos	10
1.7.1.2.3 Bit de parada	11
1.7.1.2.4 Bit de paridad	11
1.7.2 TIA/EIA RS-232	11
1.7.2.1 Conector	13
1.7.2.2 Descripción de las señales del conector DB-9	13
1.7.2.3 Control de puerto Serie	15
1.7.2.4 Handshaking	16
1.7.3 TECNOLOGÍA INALÁMBRICA BLUETOOTH	17
1.7.3.1 Arquitectura de red Bluetooth	18
1.7.3.2 Arquitectura de protocolos Bluetooth	19
1.7.3.3 Capa de radio	20
1.7.3.3.1 Modulación	22
1.7.3.4 Capa de Banda Base	22
1.7.3.4.1 Transporte Lógico	22
1.7.3.4.2 Enlace Lógico	23
1.7.3.4.3 Formato de Paquete	24
1.7.3.4.4 Acces Code (Códigos de acceso)	25
1.7.3.4.5 Packet Header (Cabecera del Paquete)	26
1.7.3.4.6 Formato del payload	26
1.7.3.5 Overview of states (Resumen de estados)	27
1.7.3.5.1 Estado STANBY	27
1.7.3.5.2 Subestados de conexión	27
1.7.3.5.3 Subestados de búsqueda de dispositivos	28
1.7.3.5.4 Estado de conexión	29
1.7.3.6 Protocolo Link Manager	29
1.7.3.7 Host Controller Interface (HCI)	29

1.7.3.8	Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP).....	30
1.7.3.8.1	Protocol/channel multiplexing	30
1.7.3.8.2	Segmentación y reensamblaje.....	30
1.7.3.9	Service Discovery Protocol (SDP)	30
1.7.3.10	Radio Frequency Communications (RFCOMM)	30
1.7.3.11	Telephony Control Specification–Binary (TCS-BIN).....	31
1.7.4	PERFILES BLUETOOTH	31
1.7.4.1	Advanced Audio Distribution Profile (A2DP)	31
1.7.4.2	Audio/Video Remote Control Profile (AVRCP).....	31
1.7.4.3	General Access Profile (GAP).....	31
1.7.4.4	Service Discovery Application Profile (SDAP).....	31
1.7.4.5	Serial Port Profile (SPP).....	32
1.7.4.6	Generic Object Exchange Profile (GOEP)	32
1.7.4.7	Cordless Telephony Profile (CTP)	32
1.7.4.8	Intercom Profile (IP).....	32
1.7.4.9	Headset Profile (HS).....	32
1.7.4.10	Dial-up Networking Profile (DUN).....	32
1.7.4.11	Fax Profile (FP).....	32
1.7.4.12	LAN Access Profile (LAP)	32
CAPÍTULO 2.....		33
2.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE	33
2.1	INTRODUCCIÓN	33
2.2	ESQUEMA GENERAL DE MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA MEDIANTE ENLACE BLUETOOTH.....	33
2.3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	34
2.4	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	34
2.5	DISEÑO DEL HARDWARE	35
2.5.1	ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	35
2.5.1.1	Características del ATMEGA8L	35
2.5.2	FUENTE REGULADA DE VOLTAJE	36
2.5.3	MEDICIÓN DE TEMPERATURA.....	42
2.5.3.1	Sensor de temperatura LM35	42
2.5.3.2	Características LM35DZ	43
2.5.4	CONVERSIÓN A/D DE LA SEÑAL DE TEMPERATURA CON EL MICROCONTROLADOR ATMEGA8L.....	44
2.5.4.1	Esquema de conexiones de ATmega8L.....	45
2.5.5	TRANSMISIÓN SERIAL RS-232 CON EL ATMEGA8L	47
2.5.5.1	Módulo USART del ATmega8L	47
2.5.6	TRANSMISIÓN INALÁMBRICA BLUETOOTH.....	48
2.5.6.1	Módulo Bluetooth RN-41.....	48
2.5.6.2	Esquema de conexión del módulo RN-41	49
2.5.7	ADAPTADOR USB-BLUETOOTH.....	50
2.5.7.1	Características del adaptador USB-Bluetooth	51
2.6	CIRCUITO PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA Y COMUNICACIÓN BLUETOOTH.....	52
2.7	CIRCUITO IMPRESO.....	53
CAPÍTULO 3.....		55
3.	DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA	55
3.1	INTRODUCCIÓN.....	55
3.2	PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.....	55
3.3	PARÁMETROS IMPORTANTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA.....	56
3.3.1	DATOS DE TEMPERATURA	56
3.3.2	TRANSMISIÓN DE DATOS	57
3.4	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA	59
3.5	CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO BLUETOOTH RN-41	60
3.6	DISEÑO DE LA INTERFAZ GRÁFICA EN LA PC	64
3.6.1	INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA LABVIEW.....	65
3.6.2	DESARROLLO DE LA INTERFAZ GRÁFICA.....	67
3.6.2.1	Comunicación serial con LabView.....	67

3.6.2.2	Diagrama de bloques para medir la temperatura	69
3.6.3	PANEL FRONTAL PARA MEDIR LA TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS	74
CAPÍTULO 4	.....	75
4.	PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROYECTO	75
4.1	INTRODUCCIÓN	75
4.2	CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA LAS PRUEBAS.....	75
4.3	MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA IMPLEMENTADO.....	75
4.4	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HARDWARE.....	77
4.5	PRUEBA DE CONECTIVIDAD.....	78
4.6	FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ GRÁFICA	79
4.7	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA ..	80
4.8	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS	80
4.8.1	PRUEBA 1	80
4.8.2	PRUEBA 2	81
4.8.3	PRUEBA 3	82
4.9	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	83
4.10	COSTOS	84
CAPÍTULO 5	.....	85
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.1	CONCLUSIONES	85
5.2	RECOMENDACIONES	86
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	.....	87
GLOSARIO	.....	89
ANEXOS	.....	92
ANEXO 1: VOLTAJE DE RIZO DEL FILTRO POR CAPACITOR	.....	93
ANEXO 2: SENSOR DE TEMPERATURA LM35	.....	96
ANEXO 3: MICROCONTROLADOR ATMEGA8L	.....	98
ANEXO 4: MÓDULO BLUETOOTH RN-41	.....	100
ANEXO 5: AMPLIFICADOR OPERACIONAL LM358	.....	108
ANEXO 6: REGULADORES DE VOLTAJE	.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1 Esquema de un microcontrolador.....	2
Figura 1.2 Elementos de un sistema de comunicación	7
Figura 1.3 Transmisión serie	9
Figura 1.4 Formato de un caracter.....	10
Figura 1.5 Comunicación serie DTE-DCE.....	12
Figura 1.6 Voltajes requeridos en el estándar RS-232	12
Figura 1.7 Pórtico Serial Sub D 9 Macho.....	13
Figura 1.8 Dos piconets conectados formando un scatternet.....	18
Figura 1.9 Arquitectura de protocolos.....	19
Figura 1.10 Arquitectura de protocolos Bluetooth V 2.0	20
Figura 1.11 Banda de frecuencia	20
Figura 1.12 Transmisión de paquetes Bluetooth	21
Figura 1.13 Formato general de un paquete	24
Figura 1.14 Forma general del paquete Enhanced data rate	25
Figura 1.15 Formato del código de acceso	25
Figura 1.16 Diagrama de estados del control de enlace	27

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Esquema general del sistema de monitoreo de temperatura.....	33
Figura 2.2 Esquema de pines del ATEMG8L	36
Figura 2.3 Diagrama de bloques fuente regulada 5 y 3.3 VDC.....	36
Figura 2.4 Rectificador de onda completa.....	37
Figura 2.5 Forma de onda de carga y descarga del condensador	38
Figura 2.6 Aplicación del CI 7805	40
Figura 2.7 Conexión del regulador LD1117.....	41
Figura 2.8 Fuente de alimentación +5 y +3.3 VDC.....	42
Figura 2.9 Sensor LM35DZ encapsulado TO-92	42
Figura 2.10 Circuito de acondicionamiento para acople de impedancias	42
Figura 2.11 Circuito integrado LM358	43
Figura 2.12 Diagrama de bloques conversor análogo/digital	43
Figura 2.13 Esquema de conexiones del ATmega8L	46
Figura 2.14 Módulo Bluetooth RN-41	49
Figura 2.15 Esquema de conexión del módulo Bluetooth RN-41	49
Figura 2.16 USB 2.0 Bluetooth Dongle Version 2.0.....	51
Figura 2.17 Circuito para el monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth	52
Figura 2.18 Diagrama PCB	53
Figura 2.19 Diagrama de ubicación de elementos electrónicos en la placa.....	54

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 BASCOM-AVR Versión 1.11.9.8.....	55
Figura 3.2 Diagrama de flujo del programa del microcontrolador	59
Figura 3.3 Programa Bluesoleil.....	60
Figura 3.4 Módulo Bluetooth RN-41 emparejado a la PC	61
Figura 3.5 Configuración del Hyperterminal de Windows.....	62
Figura 3.6 Programa LabVIEW 2009	65
Figura 3.7 Vista del panel frontal y diagrama de bloques	66
Figura 3.8 Paleta de Control.....	66
Figura 3.9 Paleta de funciones.....	67
Figura 3.10 Función Visa Configure Serial Port	67
Figura 3.11 Visa Property Node	68
Figura 3.12 Función Visa Read	68

Figura 3.13 Función VISA Close	69
Figura 3.14 Función Simple Error Handler.....	69
Figura 3.15 Configuración para adquirir datos del puerto serie	70
Figura 3.16 Lectura del pórtico serial.....	71
Figura 3.17 Diagrama de bloques para medir la temperatura en grados Centígrados	73
Figura 3.18 Vista del VI del panel frontal para medir temperatura	74

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Tarjeta de adquisición de datos y comunicación	76
Figura 4.2 Ubicación de los sensores de temperatura y dimmer	76
Figura 4.3 Termocupla tipo K conectado al multimetro digital	77
Figura 4.4 Implementación del módulo de monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth	77
Figura 4.5 Datos transmitidos desde el microcontrolador al la PC	78
Figura 4.6 Configuración de puerto serie en la interfaz gráfica	79

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1.1 Señales de los conectores DB-25 y DB-9.....	14
Tabla 1.2 Clases de dispositivos Bluetooth en función de la potencia	21
Tabla 1.3 Tipos de código de acceso	25

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1 Ecuación para el cálculo de velocidad de transmisión y registró UBRR BASCOM-AVR	57
Tabla 3.2 Error máximo de velocidad de transmisión, para el modo asíncrono	58
Tabla 3.3 Ejemplos de máximo error en la transferencia de datos	58

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1 Voltajes de alimentación de sistema.....	78
Tabla 4.2 Resultados prueba 1.....	81
Tabla 4.3 Resultados prueba 2.....	82
Tabla 4. 4 Cobertura Bluetooth	82
Tabla 4.5 Costo del proyecto	84

RESUMEN

Varios procesos industriales, se ven en la necesidad de monitorear variables físicas como la temperatura, debido a que es un factor fundamental para el adecuado funcionamiento de un proceso y así obtener un producto terminado que cumpla con todas las características establecidas en las normas de calidad y requeridas por el cliente.

Reconociendo lo esencial que implica medir la temperatura de un proceso, se plantea de forma didáctica la construcción de un módulo de monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth. El mismo que tomara datos provenientes de un sensor de temperatura ubicado en un módulo cerrado, donde se variara la temperatura, y esos datos serán procesados por el microcontrolador ATmega8 de la empresa ATMEL,

Los datos procesados por el microcontrolador serán enviados de forma serial al Bluetooth RN41 de Rovinetworks, estos datos a su vez serán transmitidos por el RN41 mediante un enlace inalámbrico de comunicación Bluetooth a un computador. Los datos tomados en el computador serán procesados por el programa LabVIEW de la National Instruments, para realizar una interfaz gráfica en ambiente Windows, que permita visualizar el valor de la temperatura en el computador.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo escrito se encuentra organizado de la siguiente forma.

En el capítulo uno se realiza una descripción del tipo de comunicación implementada, el funcionamiento y características principales de los diferentes elementos tecnológicos utilizados para la elaboración del presente proyecto como lo es, la tecnología inalámbrica bluetooth, y la comunicación serial RS-232.

En el capítulo dos se detalla los circuitos electrónicos, y la elaboración del hardware del sistema.

En el capítulo tres se realiza la programación del microcontrolador, configuración del módulo Bluetooth y la elaboración de la interfaz gráfica para la visualización de la temperatura en el computador.

En el capítulo cuatro se presentan las pruebas realizadas y los resultados obtenidos del módulo de monitoreo de temperatura.

En el capítulo 5 se establecen las conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO 1

1. FUNDAMENTOS BÁSICOS

1.1 INTRODUCCIÓN

La tecnología en la actualidad se ha desarrollado exitosamente, revolucionando el campo de la electrónica, la comunicación inalámbrica , con elementos y sistemas electrónicos que permiten medir variables físicas como la temperatura de forma directa o indirecta, dando la posibilidad de acondicionar dicha señal y procesarla, y a la vez transmitir estos datos inalámbricamente a un computador para mostrar la información.

Una de las comunicaciones inalámbricas más aceptadas en el mercado es la Bluetooth que es una tecnología de radiofrecuencia que trabaja en la banda de ISM de 2.4 Ghz y utiliza la técnica de espectro disperso con salto de frecuencia para la transmisión de datos, permitiendo la conectividad entre distintos equipos electrónicos, con un alcance entre 10 y 100 m dependiendo de las condiciones de transmisión.

La tecnología Bluetooth será utilizada para el presente proyecto como medio de transporte inalámbrico de datos entre el microcontrolador y la PC, por eso la importancia de su estudio.

1.2 MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento (CPU), memoria y periféricos de entrada y salida¹.

La memoria puede ser de tipo RAM para contener datos temporales, o de tipo ROM/ EEPROM/FLASH para almacenar el programa principal.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

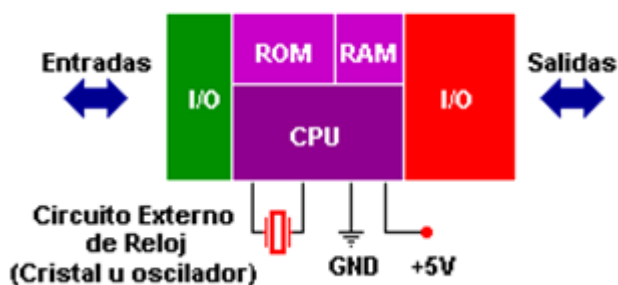


Figura 1.1 Esquema de un microcontrolador

Los microcontroladores funcionan en base a un programa almacenado en su memoria interna. Se lo puede escribir en distintos lenguajes de programación y reprogramarse repetidas veces.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MICROCONTROLADORES

Las principales características de los microcontroladores son:

Unidad central de procesamiento (CPU): Es el elemento más importante del microcontrolador, su arquitectura puede ser Harvard, con memoria/bus de datos separada de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura de Von Neumann, también llamada arquitectura Princeton, con memoria/bus de datos y memoria/bus de programa compartidas. Su función principal es asegurar una adecuada ejecución del programa principal, se encarga de acceder a memorias, realizar cálculos aritméticos y lógicos por medio de la unidad aritmética lógica (ALU), controla periféricos y maneja interrupciones.

Según la forma de procesar las instrucciones existen diferentes tipos de CPU, entre ellos se encuentran:

CISC (complex instruction set computer): El CISC (Computadores de juego de instrucciones complejo) dispone de más de 80 instrucciones de máquina, algunas de las cuales son sofisticadas y potentes

RISC (reduced instruction set computer): El RISC (Computadores de juego de instrucciones reducido) tiene un conjunto de instrucciones simplificado, la sencillez y rapidez de las instrucciones optimizan el hardware y el software del procesador

SISC (Specific Instruction Set Computer): El SISC (Computadores de juego de instrucciones específico) se la emplea en microcontroladores destinados a una aplicación específica, el juego de instrucciones además de ser reducido, es "específico".

Módulos de memorias: El microcontrolador tiene tres tipos de memorias, la memoria del programa, memoria de datos tipo RAM y otra de tipo EEPROM, de acuerdo a la arquitectura por hardware el acceso a la memoria del programa y de datos se realiza de manera independiente a través de dos buses.

La memoria de programa es donde se guardan las instrucciones en lenguaje de máquina, que serán interpretadas por el CPU. Esta memoria puede ser de tipo ROM, EEPROM o FLASH.

Módulo de entradas y salidas: Las líneas de E/S (entradas/salidas) de un microcontrolador, tienen la función principal comunicar al computador interno con periféricos exteriores. Todos los microcontroladores destinan algunos de sus pines para soportar E/S digitales.

La Interfaz de Entrada/Salida puede ser: puertos paralelos, seriales (UARTs, Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), I2C (Inter-Integrated Circuit), Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs, Serial Peripheral Interfaces), USB (Universal Serial Bus).

Generador de reloj: Se suele utilizar un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 y 40 MHz, microcontroladores como los AVR de ATMEL vienen incorporados ya con un generador de reloj.

Conversor Análogo-Digital (A/D, analog-to-digital): Convierte una entrada analógica de voltaje en un valor digital, para ser utilizado por el programa del microcontrolador.

Moduladores por Ancho de Pulso (PWM, Pulse-Width Modulation): Genera ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso variable.

1.3 SENSORES

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en señales eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser: temperatura, nivel, caudal, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, entre otros².

1.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SENSORES

Entre las principales características se mencionan las siguientes:

Rango: Son los valores máximos o mínimos para las variable de entrada y salida de un sensor.

Exactitud: Es la desviación de la lectura de un sistema de medida respecto a una entrada conocida. El mayor error esperado entre las señales medida e ideal.

Repetitividad: Es la capacidad de repetir una lectura con una precisión dada.

Resolución: Es la cantidad de medida más pequeña que puede ser detectada.

Error: Es la diferencia entre el valor medido y el valor real.

Sensibilidad: Es la relación entre los cambios de la magnitud de salida frente a los cambios en la magnitud de entrada.

² <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>

Excitación: Es la cantidad de corriente o voltaje necesarios para el funcionamiento del sensor.

Rapidez de respuesta: Es la capacidad que tiene el sistema para seguir los cambios de la variable de entrada.

No linealidad: Es la desviación de la medida de su valor real.

Precisión: Es la capacidad de medir el mismo valor repetidas veces en idénticas condiciones.

Para obtener el valor de una variable, la lectura de sensor no se la hace en forma directa, la señal de salida de los sensores se la debe acondicionar para obtener el valor requerido, esto se lo realiza por medio de circuitos electrónicos, amplificadores operacionales, puentes de wheatstone, filtros, que adaptan la señal a valores apropiados para su uso en los diferentes procesos.

1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Según el tipo de magnitud física a detectar se pueden clasificar en:

- Posición lineal o angular.
- Desplazamiento o deformación.
- Velocidad lineal o angular.
- Aceleración.
- Fuerza y par.
- Presión.
- Caudal.
- Temperatura.
- Presencia o proximidad.
- Táctiles.
- Intensidad lumínica.
- Sistemas de visión artificial.

1.4 COMUNICACIÓN

La comunicación es un proceso por medio del cual la información se transfiere de un punto llamado fuente, en espacio y tiempo, a otro punto que es el destino o usuario.

Un sistema de comunicación es la totalidad de mecanismos que proporcionan el enlace para la información entre fuente y destino. Un sistema de comunicación eléctrica es aquel que ejecuta esta función principal, pero no exclusivamente, por medio de dispositivos y fenómenos eléctricos.³

Existen varias fuentes de información, como hombres y máquinas; por tal motivo, los mensajes pueden mostrarse de diferentes formas; como símbolos o letras discretas; o magnitudes de variables que dependan del tiempo. Sea cual fuere el tipo de mensaje, el objetivo de un sistema de comunicación, es proporcionar una réplica aceptable de él en su destino.

Un mensaje producido por una fuente no necesariamente es eléctrico y, por lo tanto, no es indispensable un transductor de entrada. El transductor convierte el mensaje en una señal, una magnitud eléctrica variable, tal como un voltaje o una corriente. Similarmente, otro transductor convierte la señal de salida a la forma apropiada del mensaje.

1.5 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Existen tres partes esenciales en un sistema de comunicación eléctrica, el transmisor, el canal de transmisión y el receptor.

1.5.1 TRANSMISOR

El transmisor pasa el mensaje al canal en forma de señal. Para que la señal enviada llegue de forma adecuada al receptor está debe ser procesada para eliminar el ruido que se produce en la transmisión. Con el fin de eliminar estos inconveniente se desarrolla la modulación, un proceso que se distingue por el

³ http://www.radiocomunicacion.com/ep/tit_a.htm.

acoplamiento de la señal transmitida a las propiedades del canal, por medio de una señal portadora.

1.5.2 CANAL DE TRANSMISIÓN

El canal de transmisión es el enlace eléctrico entre el transmisor y el receptor, siendo el puente de unión entre la fuente y el destino. Puede ser un par de alambres, un cable coaxial, una onda de radio o un rayo laser. Todos caracterizados por la atenuación, la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia. La magnitud de la atenuación puede ser pequeña o muy grande.⁴

1.5.3 RECEPTOR

El receptor se encarga extraer del canal la señal deseada y enviarla al transductor de salida, como las señales recibidas son en el orden de pocos voltios, resultado de la atenuación, el receptor debe realizar varias etapas de amplificación con el fin de obtener una señal adecuada.

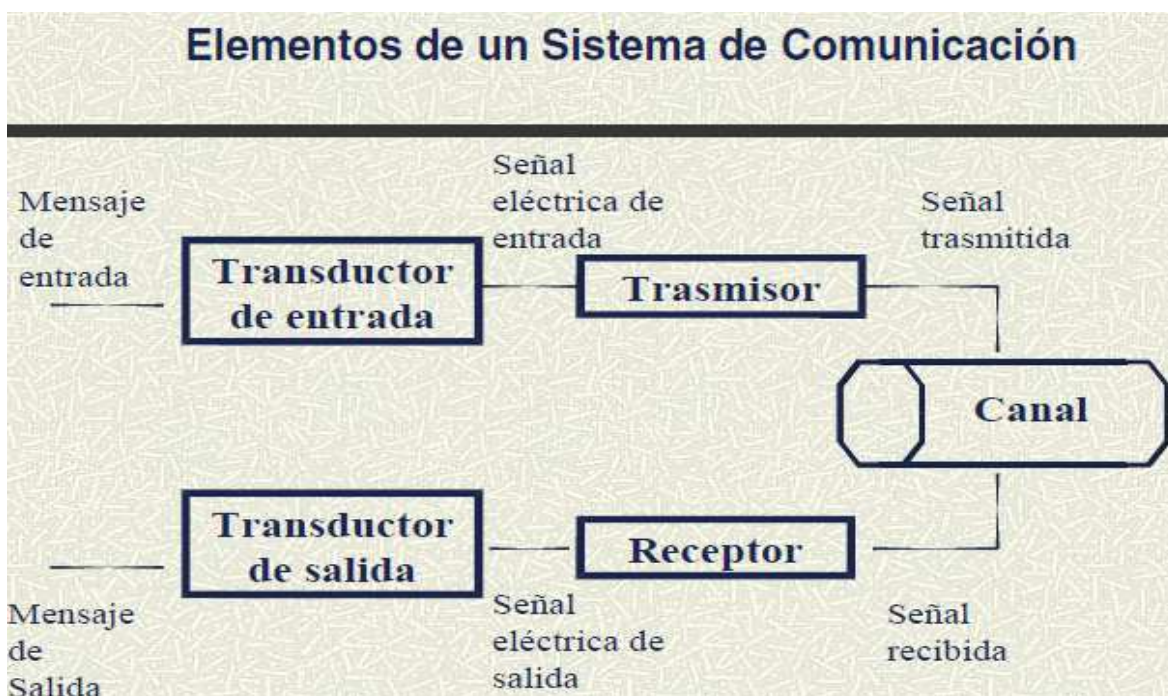


Figura 1.2 Elementos de un sistema de comunicación

⁴ http://www.radiocomunicacion.com/ep/tit_a.htm

1.6 MODOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Según el sentido de la transmisión podemos encontrar los siguientes modos:

1.6.1 SIMPLEX (SX)

Transmisión en una dirección. En este caso el transmisor y el receptor están perfectamente definidos y la comunicación es unidireccional. Este tipo de comunicaciones se emplean usualmente en redes de radiodifusión, donde los receptores no necesitan enviar ningún tipo de dato al transmisor.⁵

1.6.2 HALF DUPLEX (HDX)

Transmisión en ambas direcciones pero no simultáneamente. En este caso ambos extremos del sistema de comunicación cumplen funciones de transmisor y receptor y los datos se desplazan en ambos sentidos pero no simultáneamente. Este tipo de comunicación se utiliza habitualmente en la interacción entre terminales y un computador central.

1.6.3 FULL DUPLEX (FDX)

El sistema es similar al duplex, pero los datos se desplazan en ambos sentidos simultáneamente. Para ello ambos transmisores poseen diferentes frecuencias de transmisión o dos caminos de comunicación separados.

1.6.4 FULL/FULL DUPLEX (F/FDX)

Transmisión y recepción puede ser simultánea pero no necesariamente punto a punto.

1.7 TIPOS DE COMUNICACIÓN

De entre los diferentes tipos de comunicación existentes, se describe la comunicación serial RS-232 y la inalámbrica Bluetooth que son la base para elaboración del proyecto.

1.7.1 COMUNICACIÓN SERIAL

La comunicación serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez. A pesar de ser más lento que la comunicación en paralelo, el método de

⁵ <http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos>

comunicación serial es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias. La comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII.



Figura 1.3 Transmisión serie

En la transmisión serie es fundamental el sincronismo, entendiéndose como tal al procedimiento mediante el cual transmisor y receptor reconocen los ceros y unos de los bits de igual forma. Esto permite identificar el inicio y finalización de la transmisión

Dentro de la transmisión serie existen dos formas:

1.7.1.1 Transmisión sincrónica

En este tipo de transmisión es necesario que el transmisor y el receptor utilicen la misma frecuencia de reloj (clock) en ese caso la transmisión se efectúa en bloques, debiéndose definir dos grupos de bits denominados delimitadores, mediante los cuales se indica el inicio y el fin de cada bloque. En este método el flujo de información ocurre en forma uniforme, con lo cual es posible lograr velocidades de transmisión más altas.⁶

Para lograr el sincronismo, el transmisor envía una señal de inicio de transmisión mediante la cual se activa el clock del receptor. A partir de dicho instante transmisor y receptor se encuentran sincronizados.

1.7.1.2 Transmisión asíncrona

En la transmisión asíncrona se envía en primer lugar una señal inicial anterior a cada byte, caracter o palabra codificada. Una vez enviado el código correspondiente se envía, inmediatamente, una señal de stop después de cada palabra codificada.

⁶ http://www.radiocomunicacion.com/ep/tit_a.htm

La señal de inicio sirve para preparar al mecanismo de recepción, o receptor, la llegada, y registro, de un símbolo, y la señal de stop sirve para predisponer al mecanismo de recepción para que tome un descanso y se prepare para la recepción del nuevo símbolo.⁷

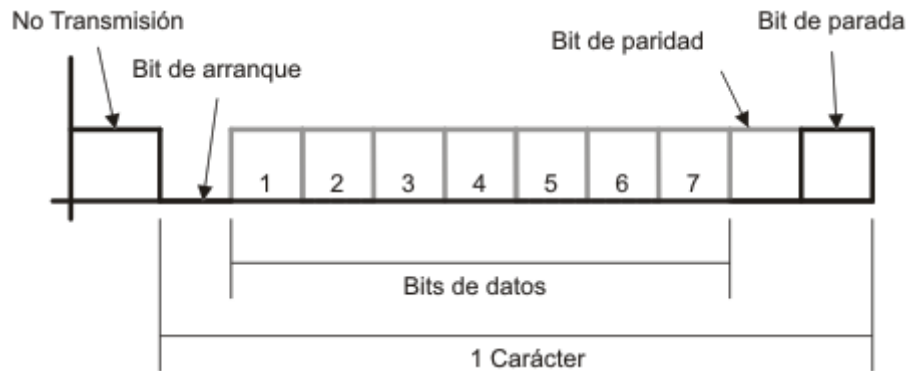


Figura 1.4 Formato de un carácter

Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmitir, (3) Recibir. Por ser una transmisión asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra.

Los parámetros más importantes a configurar en la comunicación serial son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada, y la paridad. Para que dos puertos se puedan comunicar, es necesario que las características sean iguales.

1.7.1.2.1 Velocidad de transmisión

Se refiere al número de bits por segundo que se transfieren, y se mide en baudios (bauds). Por ejemplo, 9200 baudios representan 9200 bits por segundo.

1.7.1.2.2 Bit de datos

Indica la cantidad de bits en la transmisión. Se pueden enviar por paquete entre 5, 7 y 8 bits. El número de bits que se envía depende del tipo de información que se transfiere.

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie

1.7.1.2.3 Bit de parada

Indica el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores típicos son 1, 1.5 o 2 bits. Por la forma que se transfiere la información a través de las líneas de comunicación y debido que cada dispositivo tiene su propio reloj, es posible que los dos dispositivos no estén sincronizados. Por lo tanto, los bits de parada no sólo indican el fin de la transmisión sino además dan un margen de tolerancia para esa diferencia de relojes. Mientras más bits de parada se usen, mayor será la tolerancia a la sincronía de los relojes, sin embargo la transmisión será más lenta.⁸

1.7.1.2.4 Bit de paridad

El bit de paridad verifica si hay errores en la transmisión serial. Existen cuatro tipos de paridad: par, impar, marcada y espaciada. Se puede no usar paridad.

Para paridad par e impar, el puerto serial fijará el bit de paridad (el último bit después de los bits de datos) a un valor para asegurarse que la transmisión tenga un número par o impar de bits en estado alto lógico. La paridad marcada y espaciada en realidad no verifican el estado de los bits de datos; simplemente fija el bit de paridad en estado lógico alto para la marcada, y en estado lógico bajo para la espaciada. Por lo tanto el dispositivo receptor conoce de antemano el estado de un bit, lo que serviría para determinar si hay ruido que afecte de manera negativa la transmisión de datos, o si los relojes de los dispositivos no están sincronizados.

1.7.2 TIA/EIA RS-232

RS-232 es un estándar internacional para la comunicación serial binaria entre dos equipos un DTE (Data terminal equipment-Equipo terminal de datos) y un DCE (Data communication equipment-equipo de comunicación de datos).

⁸ <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

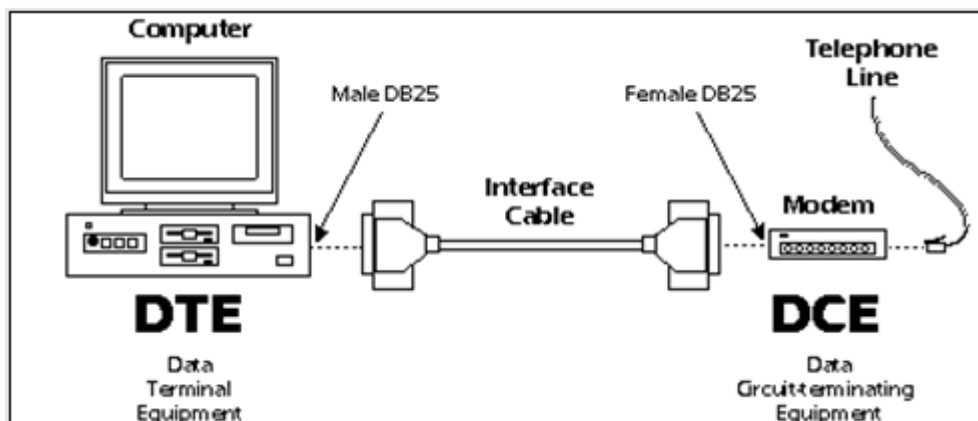


Figura 1.5 Comunicación serie DTE-DCE

El estándar RS-232 ha tenido varias modificaciones, estableciendo la CCITT una última versión conocida como V.24 que es un estándar internacional

En el estándar RS-232 las señales son de tipo digital, para representar un "0" lógico se utiliza voltajes de +3 a +15 V y para el "1" desde -3 a -15 V pero se ha normalizado en +12 V y -12 V respectivamente.

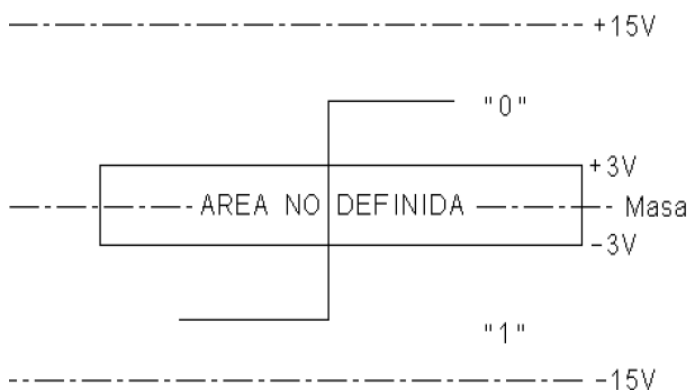


Figura 1.6 Voltajes requeridos en el estándar RS-232

La única diferencia entre la definición de salida y de entrada es el ancho de la región de transición, de -3 a +3 V en la entrada y de -5 a +5 V en la salida. Esta diferencia entre las definiciones de voltajes mínimos permisibles se conoce como el margen de ruidos del circuito. Este margen de seguridad es de gran utilidad cuando los cables deben pasar por zonas cercanas a elementos que generan interferencias eléctricas. Estos elementos, unidos a la longitud del cable pueden

hacer disminuir la señal hasta en voltios, sin que se afecte adversamente al nivel lógico de la entrada⁹.

El término salida se refiere a la transferencia de datos desde un ordenador a un dispositivo externo. Recíprocamente, la transferencia de datos desde un dispositivo externo al ordenador se conoce como entrada. Estos procesos reciben el nombre genérico de entrada/salida (E/S).

En la comunicación serial RS-232 se puede alcanzar por norma una distancia de hasta 15 metros a una velocidad de 19200 baudios, puede realizar transmisión sincrónica o asincrónica, en canal simplex, half dúplex o full dúplex

1.7.2.1 Conector

En la comunicación RS-232 se utiliza un conector Sub D de 25 pines, pero en la actualidad el más usado es el Sub D de 9 pines (ver figura 1. 7)

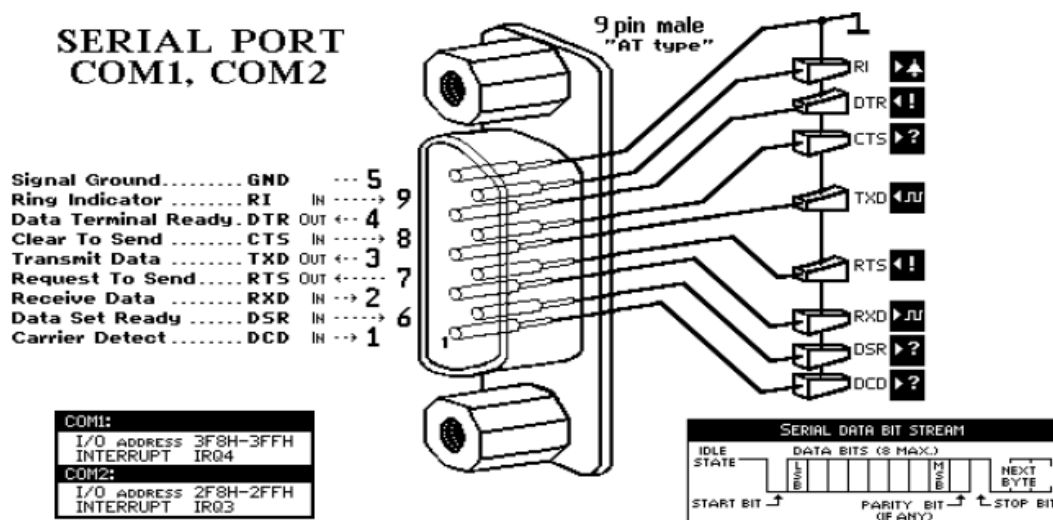


Figura 1. 7 Pórtico Serial Sub-D 9 Macho

1.7.2.2 Descripción de las señales del conector DB-9

En la tabla 1. 1 se describe las señales del conector DB-9 y DB-25

⁹ <http://eq3.uab.es/personal/baeza/comunicaciones/comunica.htm>

Tabla 1.1 Señales de los conectores DB-25 y DB-9

PIN DB 25	Pin DB 9	Nombre	Función
2	3	TXD	TRANSMISIÓN DE DATOS (SALIDA)
3	2	RXD	RECEPCIÓN DE DATOS (ENTRADA)
4	7	RTS	PETICIÓN DE ENVÍO (SALIDA)
5	8	CTS	DISPUESTO PARA ENVIAR (ENTRADA)
6	6	DSR	DISPOSITIVO DE DATOS LISTO (ENTRADA)
7	5	COMÚN	COMÚN (REFERENCIA)
8	1	DCD	DETECCIÓN DE PORTADORA DE DATOS (ENTRADA)
20	4	DTR	TERMINAL DE DATOS LISTO (SALIDA)
22	9	RI	INDICADOR DE LLAMADA (ENTRADA)

DCD (Data carrier detect): La detección de portadora es utilizada para indicar al computador (DTE) que el módem (DCE) tiene una conexión establecida con un dispositivo remoto.

TXD(Transmitted data): Pin de salida de datos serie

RXD(Received data): Pin de recepción de datos serie.

DTR (Data terminal Ready): Esta señal prepara al módem para conectarse a una línea de comunicación y mantener la conexión establecida. Una vez que el módem está conectado a la línea este pin debe estar encendido para mantener la conexión, si el DTR está apagado se corta la comunicación.

SG (signal ground) o GND: Está línea representa la tierra

DSR (Data Set Ready): El módem le dice al computador que está listo para comunicarse. El DSR está todo el tiempo activo porque este valor es un indicador de que el módem esta encendido.

RTS (Request To Send): El computador le pregunta al modem si le puede enviar información.

CTS (Clear To Send): El módem le dice al computador que ya le puede enviar información.

RI (Ring Indicator): Este pin indica que el módem ha detectado una señal de llamada.

1.7.2.3 Control de puerto Serie

El computador controla el puerto serie con circuito integrado, llamado UART (Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal). Existen modelos antiguos como el chip 8250 que llega a una velocidad máxima de 9600 baudios, el 16450 que alcanza 115.200 baudios y 16550A (con buffers de E/S), las mainboard en la actualidad se basan en este tipo de chip 16550A para lograr una alta velocidad,

Los portátiles tienen chips como el 82510 que contienen un buffer especial que emula al 16450A.

Para controlar al puerto serie, la CPU emplea direcciones de puertos de E/S y líneas de interrupción (IRQ). En el AT-286 (Motherboard) se eligieron las direcciones 3F8h (o 0x3f8) e IRQ 4 para el COM1, y 2F8h e IRQ 3 para el COM2.

El estándar del PC llega hasta el COM2, por lo que al añadir posteriormente otros puertos serie, se eligieron las direcciones 3E8 y 2E8 para COM3-COM4, pero las IRQ no están especificadas. Cada usuario debe elegir las de acuerdo a las que tenga libres o el uso que vaya a hacer de los puertos serie. Las UART 16550A incluyen unos buffers de tipo FIFO, dos de 16 bytes (para recepción y transmisión), donde se pueden guardar varios datos antes de que la CPU los

recoja. Esto también disminuye el número de interrupciones por segundo generadas por el puerto serie¹⁰.

1.7.2.4 Handshaking

El Handshaking o intercambio de pulsos de sincronización, es el método que regula y controla el flujo de datos en la comunicación serial RS-232, para que los datos puedan ser transmitidos correctamente el DTE y el DCE deben estar sincronizados a la misma velocidad. Este método puede ser suficiente para la gran parte de las aplicaciones, pero en caso de surgir errores es limitado en la respuesta especialmente cuando el buffer está lleno ya no se requiere que se envíe información. Para evitar esto se creó el control de flujo de datos o *handshaking*. Se describe a continuación dos formas de *handshaking* con RS-232: handshaking for software, handshaking por hardware.

Handshaking por software: Esta forma de sincronización utiliza bytes de datos como caracteres de control. Las líneas necesarias para la comunicación son Tx, Rx, y GND, ya que los caracteres de control se envían a través de las líneas de transmisión como si fueran datos. La función SetXMode habilita o deshabilita el uso de los caracteres de control: XON y XOFF. Estos caracteres son enviados por el receptor para pausar al transmisor durante la comunicación.

Durante la transmisión, el receptor detecta si el búfer de entrada está lleno debido a que el CPU está ocupado con otras tareas. Si se pausa temporalmente la transmisión, el receptor envía XOFF (cuyo valor es 19 en decimal, o 13 hexadecimal) hasta que el búfer se vacíe. Una vez que el receptor está preparado para recibir más datos envía XON (cuyo valor es 17 en decimal, u 11 hexadecimal) para continuar la comunicación.

Una desventaja de este método es que los números decimales 17 y 19 son ahora los límites para la transmisión. Cuando se transmite en ASCII, estos valores no representan caracter alguno. Pero si transmisión de datos es en binario, existe la

¹⁰ <http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>

probabilidad que estos valores sean transmitidos como datos regulares y falle la comunicación.¹¹

Handshaking por hardware: El segundo método de *handshaking* utiliza líneas de hardware. De manera similar a las líneas Tx y Rx, las líneas RTS/CTS y DTR/DSR trabajan de manera conjunta siendo un par la entrada y el otro par la salida. El primer par de líneas es RTS (por sus siglas en inglés, *Request to Send*) y CTS (*Clear to Send*). Cuando el receptor está listo para recibir datos, cambia la línea RTS a estado alto; este valor será leído por el transmisor en la línea CTS, indicando que está libre para enviar datos. El siguiente par de líneas es DTR (por sus siglas en inglés, *Data Terminal Ready*) y DSR (*Data Set Ready*). Estas líneas se utilizan principalmente para comunicación por módem, permiten al puerto serial y al módem indicarse mutuamente su estado. Como regla general, las líneas DTR/DSR se utilizan para indicar que el sistema está listo para la comunicación, mientras que las líneas RTS/CTS se utilizan para paquetes individuales de datos¹².

1.7.3 TECNOLOGÍA INALÁMBRICA BLUETOOTH

Esta sección describe brevemente el estándar Bluetooth V2.0+EDR. La Tecnología Bluetooth es un estándar global abierto para enlaces de radio como las redes inalámbricas de área personal (WPAN), establecido en la IEEE 802.15.1, se pueden realizar conexiones inalámbricas de bajo costo entre computadoras portátiles, dispositivos de mano, teléfonos celulares, PDAs, acceso a otros recursos en la red y sistemas electrónicos. Bluetooth especifica un enlace de radio de baja potencia, optimizado para conexiones seguras de corto alcance, y define los pasos estándares para la conexión de varios dispositivos electrónicos.

El enlace inalámbrico de comunicación Bluetooth proporciona una interoperabilidad confiable entre dispositivos de diferentes fabricantes, estableciendo una especificación abierta para comunicaciones inalámbricas de voz y datos.

¹¹ <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

¹² <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

Los radios Bluetooth operan en el espectro de banda ISM (médico-científica internacional), de 2.4 GHz. Cada unidad incluye una radio, un controlador de enlaces de banda base y el software para la administración de los enlaces y flujo de datos. Los usuarios tienen la opción de dos potencias de señal: un nivel de baja potencia para distancias de hasta 10 metros, y un nivel de alta potencia de hasta 100 metros de distancia para los puntos de acceso.¹³

Se pueden conectarse simultáneamente hasta siete aparatos Bluetooth. La velocidad máxima de transferencia de datos es de aproximadamente 720 Kbps por canal.

1.7.3.1 Arquitectura de red Bluetooth

La unidad básica del bluetooth es un **piconet**, este consta de un nodo maestro y hasta siete nodos esclavos activos a una distancia de 10 a 100 metros. En una sala pueden existir varias piconets conectados mediante un nodo puente (figura 1.8). Se denomina **scatternet** al conjunto interconectado de piconets¹⁴.

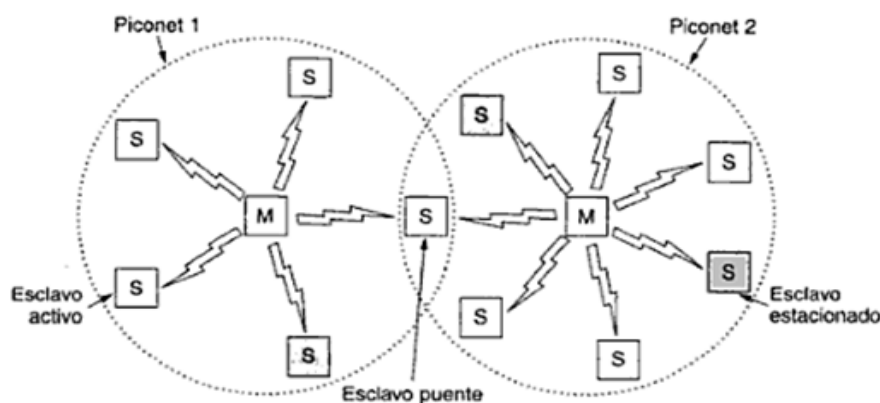


Figura 1.8 Dos piconets conectados formando un scatternet

¹³ <http://lat.3com.com/lat/products/wireless/bluetooth/faq.html>

¹⁴ Tanenbaum, Andrew S, *Redes de Computadores*, Mexico, Prentice Hall INC, 4ta edición, 2003

1.7.3.2 Arquitectura de protocolos Bluetooth

El estándar Bluetooth cuenta con protocolos ordenados por capas (figura 1.9), donde cada una de ellas cumple su respectiva función.

La pila de protocolos Bluetooth se divide en dos zonas como se muestra en la figura 1.9, cada una de las cuales se implementa en distintos procesadores y se comunican por medio de la Interfaz de controlador del Host (HCI):

El **Módulo Bluetooth** (hardware), tiene como función el envío de información a través del interfaz de radiofrecuencia.

El **Host Bluetooth** (software), encargado con lo relacionado a las capas superiores de enlace y aplicación.

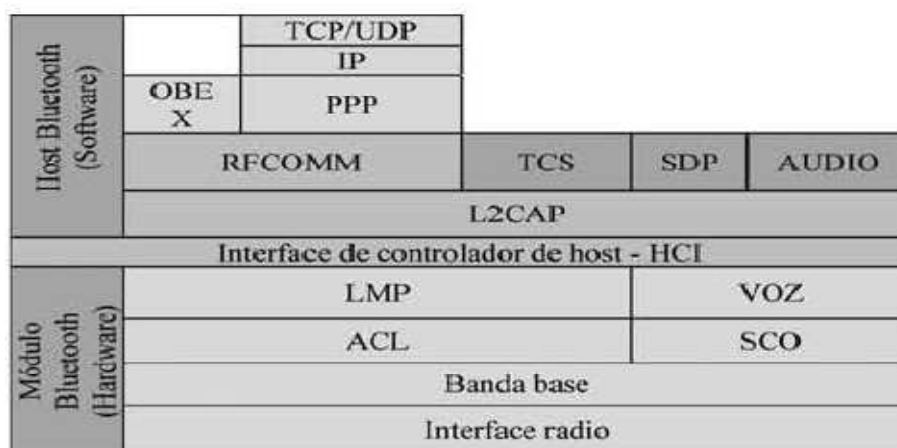


Figura 1.9 Arquitectura de protocolos

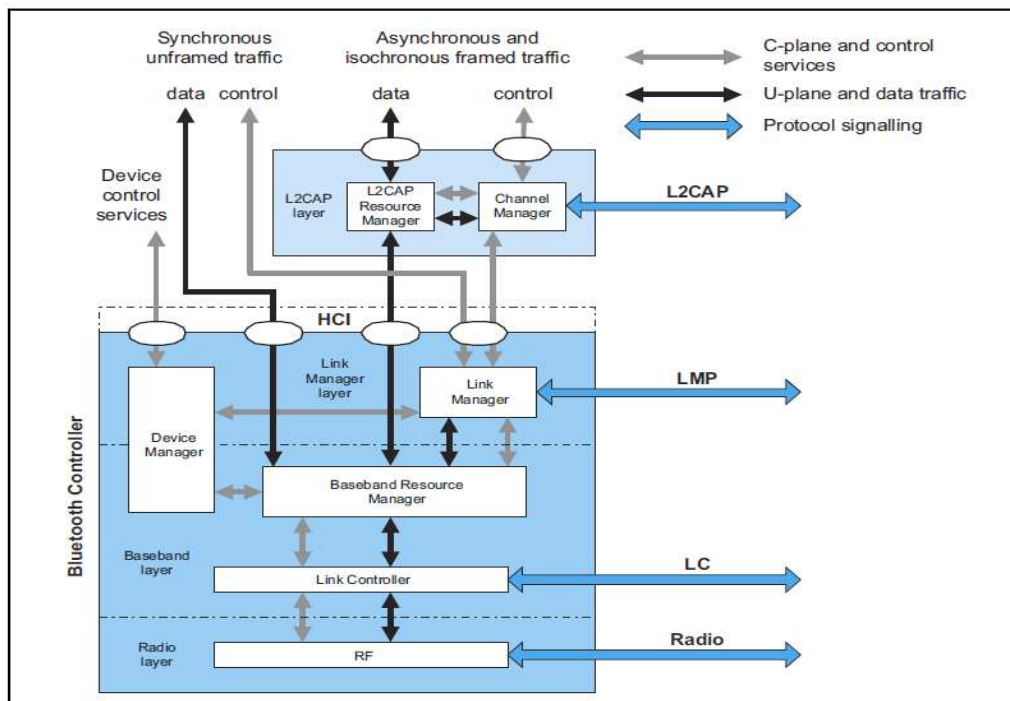


Figura 1.10 Arquitectura de protocolos Bluetooth V 2.0

1.7.3.3 Capa de radio

La capa radio de Bluetooth define los requerimientos del dispositivo Bluetooth, opera en la banda ISM (medico-científico internacional) a 2,4GHz. La banda de frecuencia se divide en 79 canales, están ordenados del 0 al 78, y la separación entre cada canal es de 1Mhz. Esta banda de frecuencias tiene un rango de los 2400 a 2483,5 MHz, empezando desde los 2402 MHz; dejando 2 MHz de banda de guarda inferior asegurando que nada se transmitirá fuera de la banda ISM. A los 2.48 GHz, la banda de guarda superior de 3,5 MHz.

Regulatory Range	RF Channels
2.400-2.4835 GHz	$f=2402+k$ MHz, $k=0,\dots,78$

Figura 1.11 Banda de frecuencia

Bluetooth utiliza las técnicas FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*-Espectro ensanchado por salto de frecuencia) y AFH (*Adaptive Frequency Hopping*), para minimizar interferencias y mejorar el nivel de seguridad.

Para que los canales sean asignados de manera equitativa, en el espectro de salto de frecuencia se utiliza 1600 saltos por segundo y el tiempo de permanencia es de 625 μ s. Todos los nodos de piconet saltan de manera simultánea, y el maestro establece la secuencia de salto¹⁵.

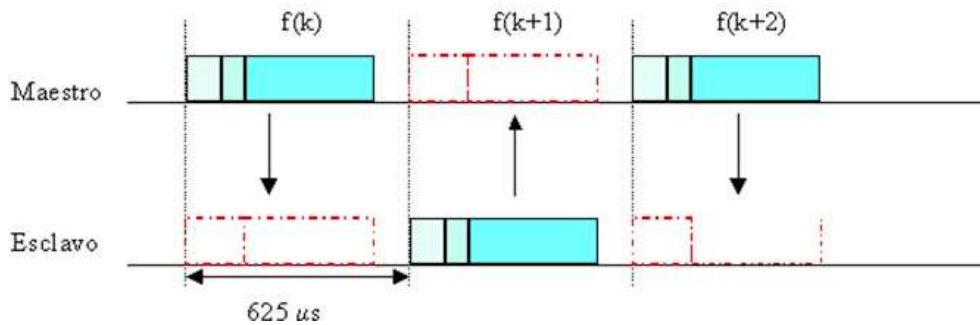


Figura 1.12 Transmisión de paquetes Bluetooth

Los paquetes de datos están protegidos por un esquema ARQ (Repetición automática por consulta), que consiste en que los paquetes perdidos son automáticamente retransmitidos, a pesar de este sistema, si el paquete de datos no llega a su destino, solo una pequeña parte de la información se perderá¹⁶.

El estándar Bluetooth define 3 clases de transmisores, que varía en función la potencia radiada:

Tabla 1.2 Clases de dispositivos Bluetooth en función de la potencia

Clase	Potencia máxima permitida (<u>mW</u>)	Potencia máxima permitida (<u>dBm</u>)	Rango (aproximado)
Clase 1	100 mW	20 dBm	~100 metros
Clase 2	2.5 mW	4 dBm	~25 metros
Clase 3	1 mW	0 dBm	~1 metro

¹⁵ Tanenbaum, Andrew S, *Redes de Computadores*, Mexico, Prentice Hall INC, 4ta edición, 2003

¹⁶ http://www.slideshare.net/romanalbores/diapositivas-u2-2-bluetooth-v2?src=related_normal&rel=621760:

1.7.3.3.1 Modulación

La modulación empleada es GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying). Donde un uno lógico representa una desviación de frecuencia positiva sobre la frecuencia nominal, y un cero lógico por una desviación de frecuencia negativa. La desviación de frecuencia mínima no debe ser menor de 115 KHz, y la máxima debe estar entre 140 y 175 KHz.

Existe un nuevo método de transferencia de datos llamada EDR (**Enhanced data rate**), donde el código de acceso y la cabecera del paquete son transmitidos a una velocidad básica de 1 Mbps, mientras que la secuencia de sincronización posterior, la carga útil, y la secuencia del avance se transmiten a través de la EDR con modulación PSK. El método EDR es un combinación de la modulación GFSK y PSK, La velocidad de datos de EDR es de aproximadamente 3 Mbit / s, y la tasa de transferencia de datos prácticos es de 2,1 Mbit / s.

La EDR da una velocidad de transmisión de 2MBps con la técnica ($\pi/4$ -DQPSK) y 3Mbps con (8DPSK).

1.7.3.4 Capa de Banda Base

La capa de banda base del Bluetooth convierte el flujo de bits puros en tramas y define algunos formatos. El maestro de cada piconet determina ranuras de tiempo de 625 μ s, la transmisiones del maestro se las hace en la ranuras pares y las del esclavo en las impares, esta técnica es conocida como duplexado por división de tiempo (TDD- Time-Division Duplex).

Cada trama se transmite por un canal lógico, llamado enlace, entre el maestro y el esclavo.

1.7.3.4.1 Transporte Lógico

Existen dos tipos de transporte lógico básicos que son:

1.7.3.4.1.1 ACL (*Asynchronous Connection-Less*)

El ACL es un enlace punto a multipunto asíncrono no orientado a la conexión, entre el maestro y todos los esclavos pertenecientes a la piconet. En los slots que

no estén reservados para el enlace SCO, el maestro puede intercambiar paquetes con cualquier esclavo en base a un enlace por slot. Entre un maestro y un esclavo se puede establecer sólo un ACL. Para asegurar integridad de la información se pueden realizar retransmisión de paquetes, de ser necesario.

1.7.3.4.1.2 SCO (Synchronous Connection-Oriented)

EL SCO es un enlace síncrono orientado a la conexión que establece comunicación punto a punto, entre el maestro y un único esclavo. El SCO reserva slots en intervalos regulares de tiempo que equivale a una conexión por conmutación de circuitos entre el maestro y el esclavo. El maestro puede soportar hasta tres enlaces SCO al mismo esclavo o con diferentes esclavos. El esclavo puede soportar hasta tres enlaces SCO desde el mismo maestro, y dos enlaces SCO si provienen de diferentes maestros. Por ser considerado un enlace fiable los paquetes SCO nunca se retransmiten.

1.7.3.4.2 Enlace Lógico

En lo que se refiere a enlaces lógicos existen 5 diferentes tipos que son:

- **Link Control (LC):** Este enlace lógico LC se incluye en la cabecera de todos los paquetes. El enlace lógico transporta información de control lógico como ARQ (Automatic Repeat Request), control de flujo, y caracterización del payload.
- **ACL Control (ACL-C):** El enlace lógico ACL-C lleva el control información intercambiada entre los niveles del link manager del maestro y el esclavo.
- **User Asynchronous/Isochronous (ACL-U):** EL enlace logico ACL-U tiene como función el transporte de datos de usuario asíncrono e isócronos. Estos mensajes pueden ser transportados en uno o más paquetes de banda base.
- **User Synchronous (SCO-S):** Este enlace SCO-S es usado para transferir datos de usuario síncronos. Este enlace lógico se transporta sobre el transporte lógico síncrono SCO.

- **User Extended Synchronous (eSCO-S):** El enlace eSCO-S también lleva datos de usuario síncronos. Este enlace lógico se transporta sobre el transporte lógico síncrono eSCO.

1.7.3.4.3 Formato de Paquete

En los piconets la información es fragmentada en paquetes. Para una transmisión básica cada paquete consta de tres bloques; el access code (código de acceso), el header (la cabecera), y la payload (carga útil) (ver figura 1.13).

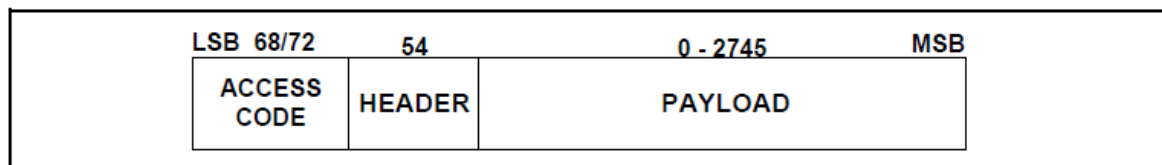


Figura 1.13 Formato general de un paquete

El acces code tiene una longitud de 68 a 72 bits, el header de 54 bits, y el payload puede variar hasta 2745 bits.

El Access Code se utiliza para la sincronización temporal, compensación de offset, y otras funciones de control. Se tienen tres tipos diferentes de Access Code según la función que se quiera realizar. La Header (cabecera) contiene información de ACK de paquetes, numeración de paquetes para reordenación de paquetes que lleguen desordenados, control de flujo, control de errores, etc. El payload puede contener tanto información de voz, datos o de ambas.

Para el Enhanced data rate (EDR) el formato del paquete es idéntico a la tasa básica en lo que se refiere al acces code y al header para el esquema de modulación GFSK, le sigue un guard time (tiempo de espera) y la secuencia de sincronización, después viene el payload y el trailer (avance o remolque).

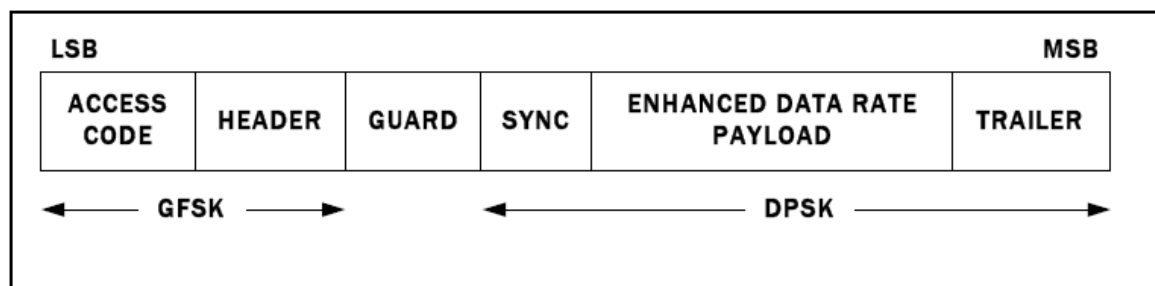


Figura 1.14 Forma general del paquete Enhanced data rate

1.7.3.4.4 Acces Code (Códigos de acceso)

Cada paquete empieza con un código de acceso, el mismo que permite la sincronización, compensación e identificación. El código de acceso identifica todos los paquetes que se intercambian en el canal físico (piconet), todos los paquetes enviados en el mismo canal físico están precedidos por el mismo código de acceso¹⁷.

El código de acceso consta de un preámbulo, sync Word, y un posible trailer (ver figura 1.15).

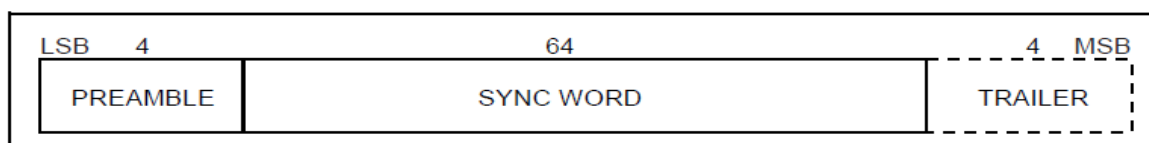


Figura 1.15 Formato del código de acceso

1.7.3.4.4.1 Tipos de códigos de acceso

Tabla 1.3 Tipos de código de acceso

CODIGO	USO
Código de Acceso de Canal (CAC)	Identifica una <i>piconet</i> y es incluido en todos los paquetes intercambiados en el canal de la <i>piconet</i> .
Código de Acceso de Dispositivo (DAC)	Para procedimientos especiales de señalización (ej. <i>paging</i>)
Código de Acceso de Indagación (IAC) <i>GIAC</i> (General IAC) <i>DIAC</i> (Dedicado IAC)	<i>GIAC</i> , común a todos los dispositivos y puede ser usado para descubrir que otro dispositivo Bluetooth está en rango. <i>DIAC</i> , para un grupo dedicado de dispositivos Bluetooth que comparten una misma característica, puede ser usado para encontrar solo estas unidades Bluetooth en rango.

¹⁷ <http://www.bluetooth.com/English/Technology/Building/Pages/Specification.aspx>

1.7.3.4.5 Packet Header (Cabecera del Paquete)

La cabecera del paquete contiene la información de enlace de control (Link Control) y consta de 6 campos.

- **LT_ADDR:** 3 bits que direccionan el transporte lógico.
- **TYPE:** 4 bits para el tipo de código.
- **FLOW:** 1 bit del control de flujo.
- **ARQN:** 1 bit de indicación de respuesta.
- **SEQN:** 1 bit de secuencia de número.
- **HEC:** 8 bits para chequeo de error de la cabecera.

LT_ADDR: Este campo indica al esclavo el destino de un paquete en un slot de transmisión maestro a esclavo.

TYPE: El código TYPE de 4 bits especifica el tipo de paquete a ser usado.

FLOW: Este bit es usado para el control de flujo de los paquetes sobre el transporte lógico ACL.

ARQN: El bit ARQN es usado para informar de una transferencia exitosa del payload con CRC, y puede ser un ACK positivo o un NAK (ACK negativo).

SEQN: El bit SEQN provee un esquema de numeración en secuencia para ordenar el flujo de paquetes de datos.

HEC: Cada cabecera tiene un HEC (Header Error Check) para verificar la integridad de la cabecera.

1.7.3.4.6 Formato del payload

En el payload se distinguen dos campos: el de datos sincrónicos y el de datos asincrónicos.

1.7.3.5 Overview of states (Resumen de estados)

En la figura 1.16 se muestra un diagrama para ilustrar los diferentes estados usados para el control de enlace Bluetooth. Se distinguen tres tipos de estados: Standby, Connection y Park; adicionalmente existen siete sub estados, page, page scan, inquiry, inquiry scan, master response, slave response, y el inquiry response.

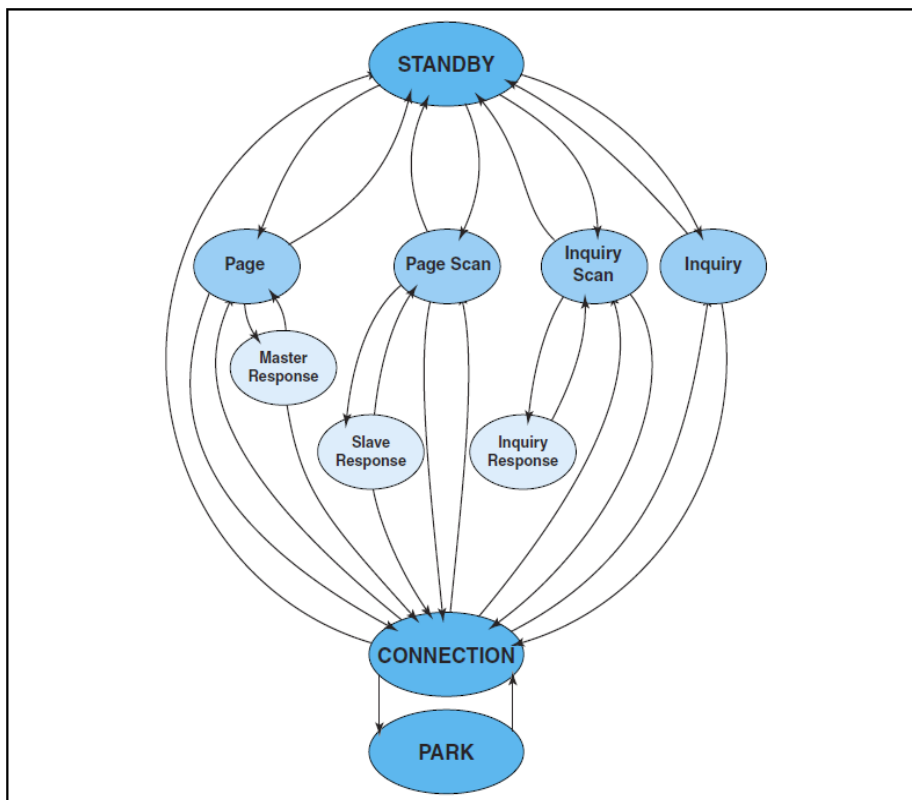


Figura 1.16 Diagrama de estados del control de enlace

1.7.3.5.1 Estado STANBY

El STANBY es el estado por defecto del dispositivo. En ese instante el dispositivo puede estar en estado de baja potencia.

1.7.3.5.2 Subestados de conexión

1.7.3.5.2.1 Page Scan

En este subestado, la unidad escucha su propio código DAC. La secuencia de saltos es determinada por la dirección del dispositivo Bluetooth.

1.7.3.5.2.2 Page

Este subestado, es usado por el maestro para activar y conectar a un esclavo al sub estado de page scan.

1.7.3.5.2.3 Page response

Cuando un mensaje de page es recibido con éxito por dispositivo esclavo. Se produce una sincronización del salto de frecuencia (FH) entre el dispositivo esclavo y maestro.

1.7.3.5.2.4 Slave response

El dispositivo esclavo transmite un mensaje page scan después de recibir su propio código de acceso de dispositivo (DAC).

1.7.3.5.2.5 Master response

Cuando el dispositivo maestro ha recibido un mensaje de respuesta del dispositivo esclavo, éste entrará en la rutina de respuesta del maestro.

1.7.3.5.3 Subestados de búsqueda de dispositivos

Durante el subestado inquiry (indagación), la búsqueda de dispositivo recoge las direcciones de dispositivos Bluetooth y los relojes de todos los dispositivos que responden al mensaje de inquiry.

1.7.3.5.3.1 Inquiry scan

El inquiry scan es similar al subestado de page scan, pero en vez de escanear el código de acceso de dispositivo DAC, el receptor examina la longitud suficiente del código de acceso de inquiry para examinar las 16 frecuencias de inquiry.

1.7.3.5.3.2 Inquiry

El subestado de inquiry, se utiliza para descubrir nuevos dispositivos, es similar al subestado page scan.

1.7.3.5.3.3 Inquiry response

Cuando se recibe el mensaje de inquiry en el subestado de inquiry, debe devolverse un mensaje de respuesta que contiene la dirección del receptor.

1.7.3.5.4 Estado de conexión

En este estado, la conexión se ha establecido y los paquetes pueden ser enviados de un lado a otro.

Existen varios modos de operación durante el estado de conexión como son:

- a. **Modo activo:** En el modo activo, el maestro y el esclavo participan activamente en canal. Hasta siete esclavos pueden estar en este modo en un momento dado.
- b. **Modo snift (olfateo):** En este modo, el ciclo de trabajo para que el esclavo escuche la actividad puede reducirse.
- c. **Modo Hold (retención):** En el modo hold el esclavo no admite temporalmente paquetes ACL en el canal. También se tiene la libertad de hacer otras funciones como inquiring, paging, o atender otras piconets.
- d. **Modo Park (estacionamiento):** Cuando un esclavo no necesita participar en el canal de la piconet, pero aún debe permanecer sincronizado con el canal, se puede entrar en el park state. El park state es un estado con muy poca actividad en el esclavo.

1.7.3.6 Protocolo Link Manager

El Link Manager Protocol (LMP), controla y gestiona el modo de operación de los dispositivos Bluetooth. Esto incluye la puesta a punto, el control del transporte lógico y enlaces lógicos, control de enlaces físicos, seguridad, adaptación de la potencia de transmisión, etc. Proporciona los servicios necesarios para la gestión de los niveles inferiores (Bluetooth Radio y Baseband).

1.7.3.7 Host Controller Interface (HCI)

El host controller interface, ofrece un método de interfaz uniforme para acceder al control del hardware Bluetooth. El HCI permite el acceso al control de comandos de banda base, comandos de link manager, estado de registros de hardware, registros de control, y registros de eventos.

1.7.3.8 Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP)

El protocolo L2CAP (protocolo de adaptación y control de enlace lógico) se utiliza para transportar paquetes con y sin orientación a la conexión a sus capas superiores. L2CAP tiene la capacidad de multiplexar los protocolos, permite protocolos de alto nivel y aplicaciones para transmitir y recibir paquetes de datos de capas superiores con una longitud de 64 kilobytes.

L2CAP también realiza la función multiplexación de protocol/channel, segmentación y reensamblaje, control flujo por canal, corrección de errores.

1.7.3.8.1 Protocol/channel multiplexing

L2CAP soporta de Multiplexación protocolo/canal, el protocolo de Banda base no es compatible con cualquier campo "TYPE", identifica al protocolo de capa superior a ser multiplexado sobre éste. Durante la configuración del canal, la capacidad de multiplexación del protocolo se utiliza para enviar la solicitud de conexión para el protocolo de capa superior correcta.

1.7.3.8.2 Segmentación y reensamblaje

La segmentación y reensamblaje (*Segmentation and reassembly*) tiene la capacidad de controlar la longitud de tramas transportadas por las aplicaciones individuales que están corriendo sobre L2CAP. La funcionalidad de la segmentación y reensamblaje (SAR) es absolutamente necesaria para soportar protocolos que usan paquetes más grandes que aquellos soportados en Banda base.

1.7.3.9 Service Discovery Protocol (SDP)

El SDP (protocolo de descubrimiento de servicios), tiene la función descubrir los servicios disponibles y determinar las características de estos servicios, en el ambiente Bluetooth.

1.7.3.10 Radio Frequency Communications (RFCOMM)

El protocolo RFCOMM emula un cable serie (RS- 232) sobre L2CAP, se basa en el estándar ETSI TS 0.7.10, puede soportar hasta 60 conexiones simultáneas entre dos dispositivos Bluetooth.

1.7.3.11 Telephony Control Specification–Binary (TCS-BIN)

El protocolo (TCS-BIN), opera en bits y establece la señalización para el control de llamadas de voz y de datos entre dispositivos Bluetooth.

1.7.4 PERFILES BLUETOOTH

Un perfil Bluetooth es la especificación de una interfaz de alto nivel para su uso entre dispositivos Bluetooth. Para utilizar una cierta tecnología Bluetooth un dispositivo deberá soportar ciertos perfiles¹⁸. Los perfiles Bluetooth permiten la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes.

Los perfiles Bluetooth especifican los protocolos necesarios y sus modos de uso para proporcionar al usuario una funcionalidad determinada.

1.7.4.1 Advanced Audio Distribution Profile (A2DP)

El perfil Advanced Audio Distribution (A2DP) (Distribución de audio avanzada), define los protocolos y procedimientos para distribuir audio de alta calidad en modo (mono o estéreo) en los canales ACL, a través de una conexión Bluetooth.

1.7.4.2 Audio/Video Remote Control Profile (AVRCP)

El perfil Audio/Video Remote Control (Control remoto de audio/vídeo), controla de forma inalámbrica televisores y aparatos de música.

1.7.4.3 General Access Profile (GAP)

El perfil general acces (GAP), define los procedimientos descubrimiento y conexión de dispositivos Bluetooth. También especifican los procedimientos con respecto a los diferentes niveles de seguridad. Este perfil deben soportar todos los dispositivos Bluetooth.

1.7.4.4 Service Discovery Application Profile (SDAP)

Define los procedimientos y características que debe tener una aplicación que reside en un dispositivo Bluetooth para poder descubrir a otro dispositivo Bluetooth.

¹⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_Bluetooth

1.7.4.5 Serial Port Profile (SPP)

El perfil Serial Port (SPP), define los requisitos necesarios para que un dispositivo Bluetooth pueda emular conexiones de cable serie usando el protocolo RFCOMM.

1.7.4.6 Generic Object Exchange Profile (GOEP)

El perfil Generic Object Exchange (Intercambio genérico de objetos), define los procedimientos y características que las aplicaciones necesitan para el intercambio de objetos.

1.7.4.7 Cordless Telephony Profile (CTP)

El perfil Cordless Telephony Profile (CTP) (Telefonía sin cables), ofrece una solución para la operación de teléfonos celulares, a través de Bluetooth como portador de corto alcance para tener acceso a red de servicios de telefonía fija a través de una estación base.

1.7.4.8 Intercom Profile (IP)

Este perfil define los requisitos necesarios para acceder a un dispositivo de audio tipo intercomunicador ('walkie-talkie').

1.7.4.9 Headset Profile (HS)

El perfil Auriculares, define los requisitos necesarios para el uso de los auriculares Bluetooth con teléfonos móviles.

1.7.4.10 Dial-up Networking Profile (DUN)

Conexión a red por dial-up o línea conmutada. Por ejemplo el acceso de una portátil a Internet por medio de la línea de un teléfono móvil.

1.7.4.11 Fax Profile (FP)

Este perfil define los medios de acceso inalámbrico a dispositivos de transmisión de fax.

1.7.4.12 LAN Access Profile (LAP)

Este perfil define la forma en que los dispositivos Bluetooth pueden acceder a los servicios de una red local a través del protocolo PPP (Point-to-point Protocol).

CAPÍTULO 2

2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describe, el diseño y construcción del hardware, del módulo de monitoreo de temperatura Bluetooth. El sistema consta de un sensor que mide la temperatura ambiental, estos datos son procesados por un microcontrolador, el mismo que envía datos al módulo Bluetooth, estableciendo un enlace inalámbrico de comunicación entre el sistema microprocesado y la PC.

2.2 ESQUEMA GENERAL DE MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA MEDIANTE ENLACE BLUETOOTH

En la figura 2.1 se muestra en un diagrama de bloques, el sistema a ser implementado para el monitoreo de temperatura inalámbrico.

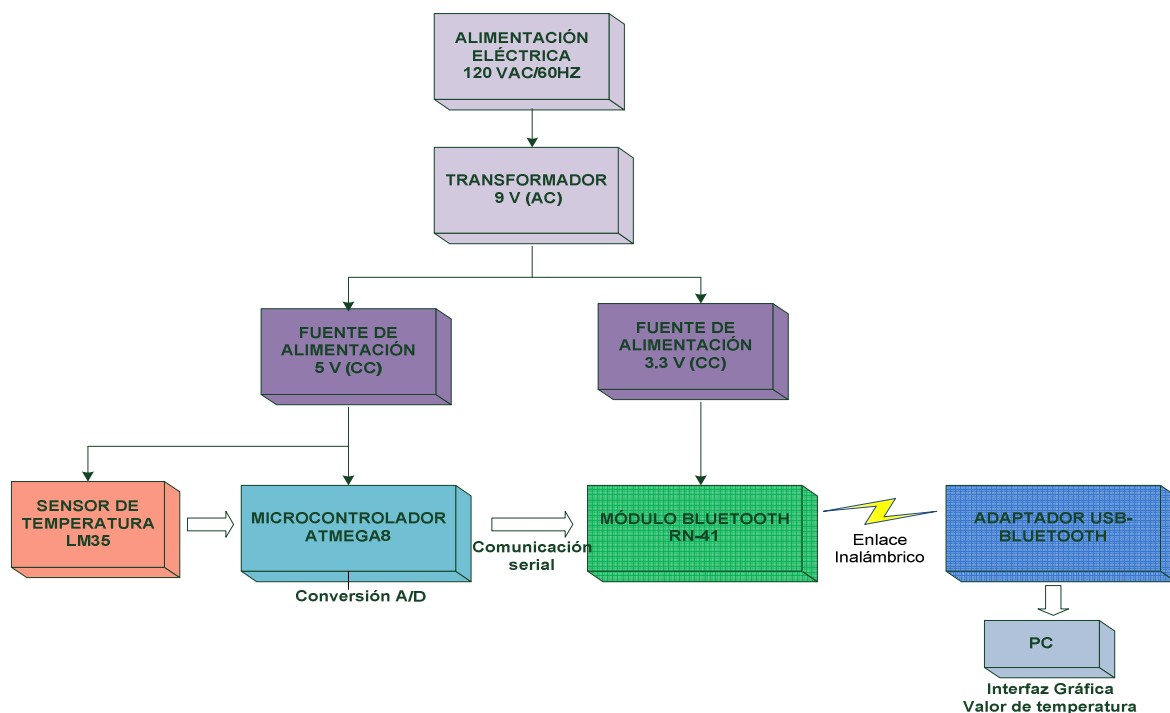


Figura 2.1 Esquema general del sistema de monitoreo de temperatura

2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La construcción del módulo de monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth, mide de forma didáctica valores de temperatura mayores a cero grados, como la temperatura ambiental, de habitaciones, invernaderos, criaderos de animales de granja y otras aplicaciones.

El proyecto se centra en medir la temperatura por medio de un sensor ubicado dentro de un módulo cerrado, donde se varía la temperatura con un foco incandescente que genere calor, con el fin de obtener diferentes valores de temperatura, estos datos serán enviados inalámbricamente por medio de la tecnología Bluetooth a un computador, donde se procesa la información, y a través de una interfaz gráfica desarrollada en la PC, se indique el valor de temperatura en pantalla del computador.

2.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema se compone de una etapa de adquisición de datos, donde el sensor de temperatura LM35DZ toma diferentes valores, datos que de forma eléctrica ingresan al microcontrolador para realizar la conversión análogo/digital (A/D), estos datos son procesados y enviados de forma serial por medio del módulo de comunicación interno USART (Universal Synchronous / Asynchronous Receiver Transmitter) del microcontrolador, al UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) de módulo Bluetooth RN-41

En la segunda etapa, el adaptador USB-Bluetooth se encarga de recibir los datos enviados de forma inalámbrica por módulo Bluetooth RN-41, el programa Bluesolei instalado en la PC, empareja los dos dispositivos Bluetooth, a través del perfil de puerto serial que provee este software, una vez adquiridos los datos provenientes del sistema microprocesado, estos serán procesados en la PC, por medio de una interfaz gráfica diseñada en el programa LabVIEW con el fin de visualizar la temperatura en grados centígrados.

2.5 DISEÑO DEL HARDWARE

2.5.1 ELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Para el desarrollo de proyecto de monitoreo de temperatura, se elige el microcontrolador ATmega8L de la empresa ATMEL, porque el sistema microprocesado requiere de un conversor A/D y el módulo de comunicación interna (USART) para transmisión de datos seriales, además por su bajo costo y disponibilidad en el mercado.

2.5.1.1 Características del ATMEGA8L

- Arquitectura avanzada RISC
- El Microcontrolador de 8 bit de alto rendimiento y bajo consumo.
- 130 instrucciones con un solo ciclo de reloj de ejecución (ensamblador).
- 8K bytes de flash programable con capacidad de lectura y escritura.
- 32x8 registros de propósito general.
- 512 bytes de memoria EEPROM.
- 1 KB de memoria SRAM
- 32 líneas de I/O programables.
- Dos Timer/Counter 8 bits con preescalador separado, y un modo de comparación.
- Dos Timer/Counter 16 bits con preescalador separado, y modo de comparación, y captura.
- Reloj en Tiempo Real (RTC) con oscilador separado
- 3 Módulos PWM
- 6 Canales ADC
- Interfaz de comunicación UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) full dúplex
- Interrupciones externas e internas.
- Voltaje de alimentación de 2.7 - 5.5V.
- Frecuencia de oscilador de 0-8 MHZ

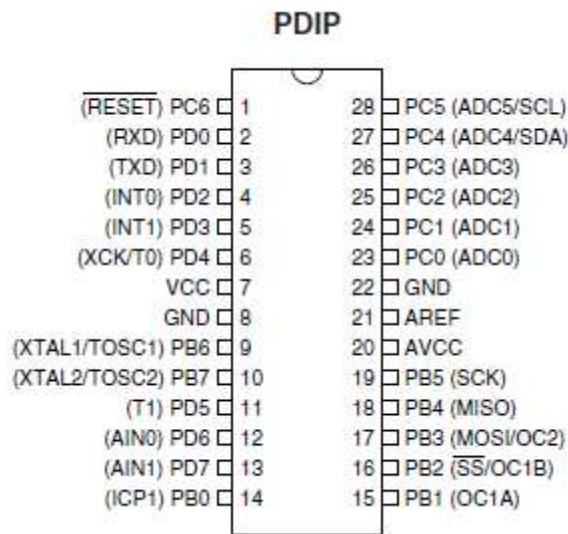


Figura 2.2 Esquema de pines del ATEMGA8L

2.5.2 FUENTE REGULADA DE VOLTAJE

El sistema microprocesado que consta del sensor de temperatura LM35DZ, y el microcontrolador, requieren de una fuente de voltaje fija y regulada de 5 VDC y el módulo Bluetooth de 3.3 VDC, para lo cual se plantea el siguiente diseño.

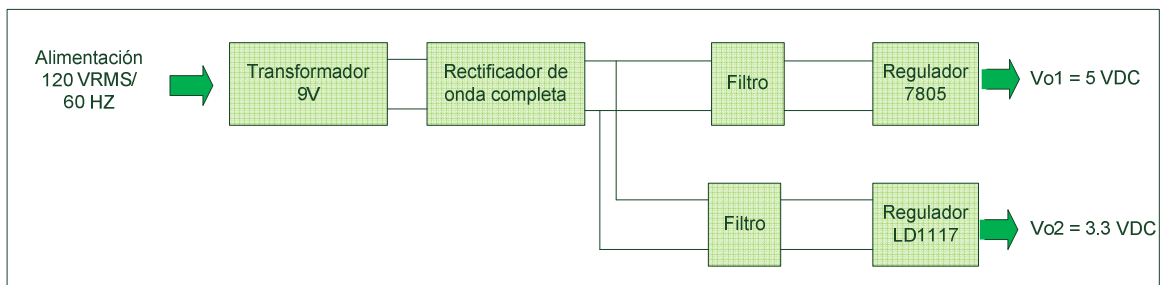


Figura 2.3 Diagrama de bloques fuente regulada 5 y 3.3 VDC

En la figura 2.3, se indica el diagrama de bloques de la fuente de alimentación de 5 V para el sistema microprocesado, la alimentación se la toma de la red eléctrica pública 120 VRMS / 60 HZ, este voltaje se reduce a 9 VAC con el transformador reductor, esta señal pasa por un rectificador de onda completa, se debe tomar en cuenta que la caída de voltaje en los diodos es de 0,6 V.

La señal rectificada pasa por un filtro compuesto por un condensador, que disminuye el rizado de voltaje, y alimenta al regulador de voltaje 7805, para obtener un voltaje regulado de 5 V.

Cálculo del capacitor.

- Para calcular el capacitor, que filtra la señal de salida del rectificador de onda completa, se debe tomar en cuenta el voltaje pico o máximo a la salida del rectificador y la caída de voltaje en los diodos.

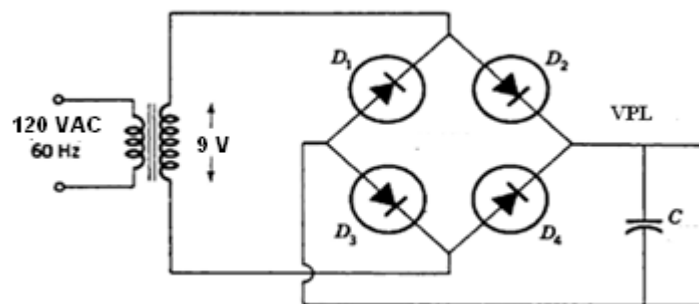


Figura 2.4 Rectificador de onda completa

$$V_p = \sqrt{2} \times V_{RMS}$$

$$V_p = \sqrt{2} \times 9 = 12.72 \text{ V}$$

$$V_{pL} = V_{pmax} - 2(0.6) = 12.72 - 2(0.6) = 11.52 \text{ V}$$

Donde:

V_p = voltaje pico a la salida del secundario del transformador

V_{pL} = V_{pmax} = Voltaje pico a la salida del rectificador

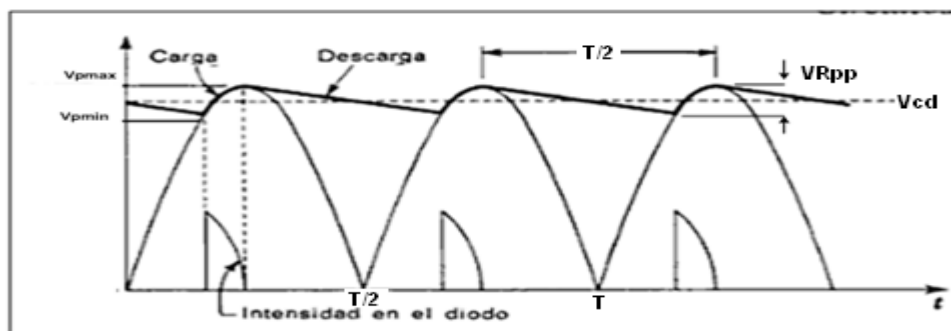


Figura 2.5 Forma de onda de carga y descarga del condensador

- Para un rectificador de onda completa su frecuencia es igual al doble de la frecuencia de entrada. Porque el rectificador de onda completa invierte cada semiciclo negativo, obteniéndose así el doble de semiciclos positivos.
- El valor del capacitor mínimo, se calcula en base a la carga y descarga del capacitor como se ilustra en la figura 2.5, se debe tomar en cuenta los datos de fabrica del CI 7805, donde el valor de alimentación y corriente de salida mínima, requerido para su funcionamiento son respectivamente de 7.5 V y 5mA.
- Según la figura 2.5 la forma de onda del voltaje de rizado se la aproxima a una tipo diente de sierra, para facilitar los cálculos.

Como se indica en el anexo 1 se tiene por formula que el voltaje de rizo pico-pico es:

$$V_{Rpp} = \frac{I_{DC}}{f_{riz}C} \quad (2.1)$$

Donde:

V_{Rpp} = Voltaje de rizado pico-pico

I_{DC} = Corriente continua de carga.

f_{riz} = Frecuencia de rizado de la señal de voltaje de rizado pico-pico

C = Valor del condensador en faradios

El la figura 2.5 para un rectificador de onda completa, el periodo de la señal de rizado con respecto al periodo de la señal de entrada es $T/2$, como la frecuencia es el inverso del periodo, la frecuencia de rizado es el doble de la frecuencia de entrada

$$F_{rizado} = 2F_{entrada} \quad (2.2)$$

Se tiene por formula:

$$V_{cd} = V_{pmax} - \frac{V_{Rpp}}{2} \quad (2.3)$$

$$Fr = \frac{V_{Reficaz}}{V_{cd}} = \frac{V_{Rpp}}{2\sqrt{2}V_{cd}} \quad (2.4)$$

Donde:

V_{cd} = Voltaje de corriente continua con filtro por capacitor

Fr = factor de rizado

$V_{Reficaz}$ = Voltaje de rizado eficaz.

Se requiere para la fuente de 5V un factor de rizado del 2%

De la ecuación 2.4

$$V_{cd} = \frac{V_{Rpp}}{2\sqrt{2}Fr} \quad (2.5)$$

Ecuación 2.5 en 2.3

$$V_{Rpp} = \frac{2\sqrt{2}XFrXV_{pmax}}{1+\sqrt{2}Fr} \quad (2.6)$$

$$V_{Rpp} = \frac{2X\sqrt{2}X0.02X11.52}{1+\sqrt{2}X0.02} = 0.63 \text{ V}$$

De ecuación 2.1

$$C = \frac{I_{DC}}{V_{Rpp} \times f_{riz}} \quad (2.8)$$

Para calcular el capacitor mínimo para el filtro, se toma como dato la corriente mínima del CI 7805 que es de 5 mA y la frecuencia de rizado igual a 2 veces la frecuencia de la red es decir: $2 \times 60 = 120$ Hz.

Capacitor mínimo para el filtro

$$C = \frac{5mA}{0.63 \times 120} = 66.14 \mu f$$

Para el diseño práctico de la fuente se toma un capacitor de 470 μf a 25 V para el filtro, que garantiza la reducción del voltaje de rizado de la fuente de corriente continua.

Por sugerencia del datasheet del CI. 7805 se debe colocar a la entrada un capacitor de 0.33 μf y a la salida uno de 0.1 μf .

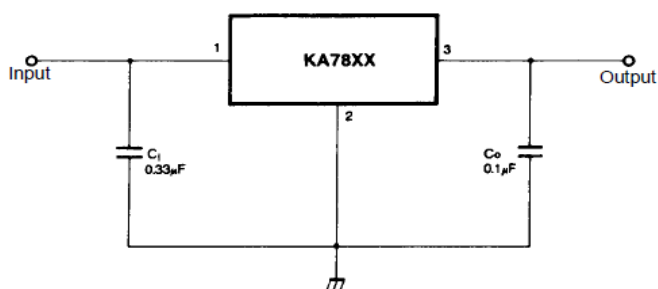


Figura 2.6 Aplicación del CI 7805

Para la fuente de voltaje de 3.3 V, se utiliza el regulador LD1117, cuyo voltaje de alimentación es de 4.75 a 15 V (ver anexo 6). La corriente mínima requerida para que funcione el módulo Bluetooth RN-41 es de 70 mA (ver anexo 4). El factor de rizado para la fuente es del 2 %. El voltaje de rizo pico a pico es el mismo de la fuente de 5V.

Capacitor mínimo para el filtro

De la ecuación 2.8

$$C = \frac{70mA}{0.63 \times 120} = 92.52 \mu f$$

En la implementación de la fuente se elige para el filtro un condensador de 470 μf a 25 V.

En la figura 2.7, se muestra la configuración recomendada por el fabricante para la conexión del regulador LD1117.

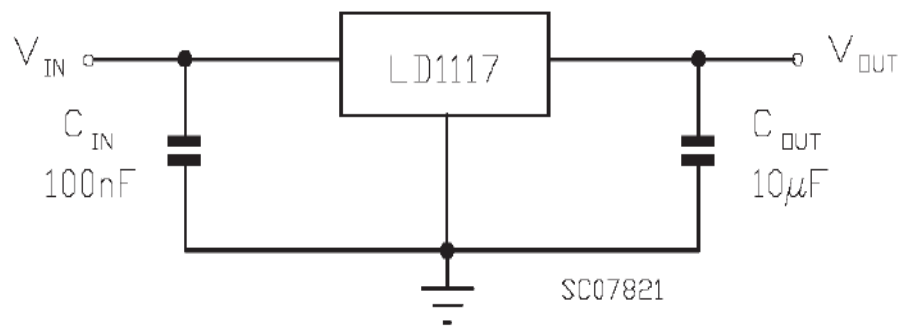


Figura 2.7 Conexión del regulador LD1117

Para las fuentes de alimentación de 5 y 3.3 V, se conecta respectivamente un led de color rojo y otro ámbar, para indicar el estado de encendido de las fuentes.

En el esquema de la figura 2.8 se presenta la fuente de alimentación de 5 y 3.3 V, con sus respectivos valores.

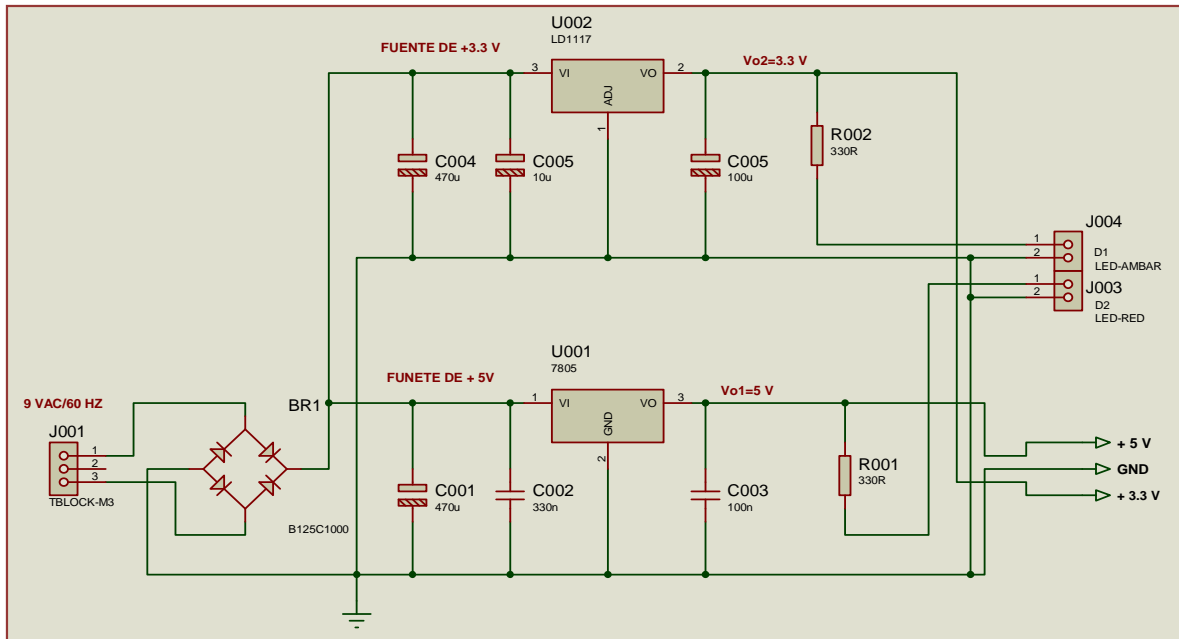


Figura 2.8 Fuente de alimentación +5 y +3.3 VDC

2.5.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURA

Para medir la temperatura, se utiliza el sensor de temperatura LM35DZ; el mismo, que proporciona una señal eléctrica que varía directamente con la temperatura.

2.5.3.1 Sensor de temperatura LM35

El circuito integrado LM35 es un sensor de temperatura cuya tensión de salida es linealmente proporcional a la temperatura en escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Tiene una precisión aceptable para la aplicación del proyecto, **no necesita calibración externa**, posee sólo tres terminales para el encapsulado TO-92, y es de bajo costo. El LM35 puede funcionar en un rango de $^{\circ}\text{-55}$ a $+150$ $^{\circ}\text{C}$ de temperatura.

Para la aplicación del proyecto se utilizara el sensor LM35DZ que mide temperaturas mayores a cero grados.

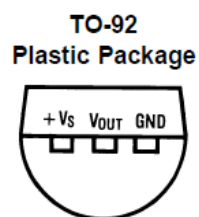


Figura 2.9 Sensor LM35DZ encapsulado TO-92

2.5.3.2 Características LM35DZ

- Calibrado directamente para grados centígrados.
- La salida es lineal y equivale a **10mV/°C** (factor de escala).
- Rango de funcionamiento (de 0° a + 100°C).
- Rango de alimentación entre **4 y 30 voltios**.
- Baja corriente de alimentación (60uA).
- Baja impedancia de salida.

La señal de salida del LM35DZ no necesariamente debe ser amplificada para ingresar al pin de conversión A/D del microcontrolador; pero, si debe existir un circuito de acople de impedancias, entre la señal de salida del LM35DZ y el microcontrolador.

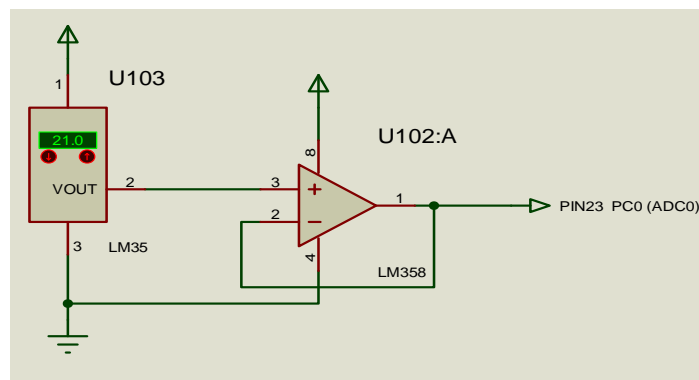


Figura 2.10 Circuito de acondicionamiento para acople de impedancias

El circuito integrado LM358, es un amplificador operacional de baja potencia, puede ser alimentado con 5 V, se lo utiliza en la configuración de seguidor de señal, para el acople de impedancias.

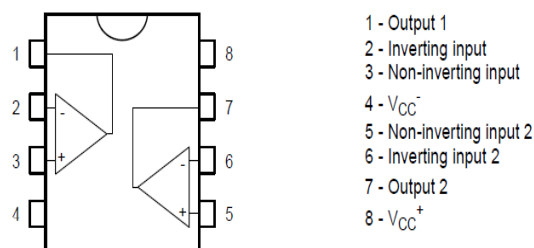


Figura 2.11 Circuito integrado LM358

2.5.4 CONVERSIÓN A/D DE LA SEÑAL DE TEMPERATURA CON EL MICROCONTROLADOR ATMEGA8L

El convertidor análogo-digital del ATmega8L, realiza la conversión mediante aproximaciones sucesivas, con una resolución de 10 bits. El ADC se conecta a un multiplexor de 8 canales análogos, el mismo que permite 8 voltajes de entrada en una sola terminación, construidos en el pórtico C. Los voltajes de entrada para una terminación se refieren a 0 V (GND).

El ADC tiene separado su fuente de alimentación, se la conecta al pin 20 llamado AVCC. El voltaje de alimentación a AVCC no debe diferir en ± 0.3 V del voltaje VCC.

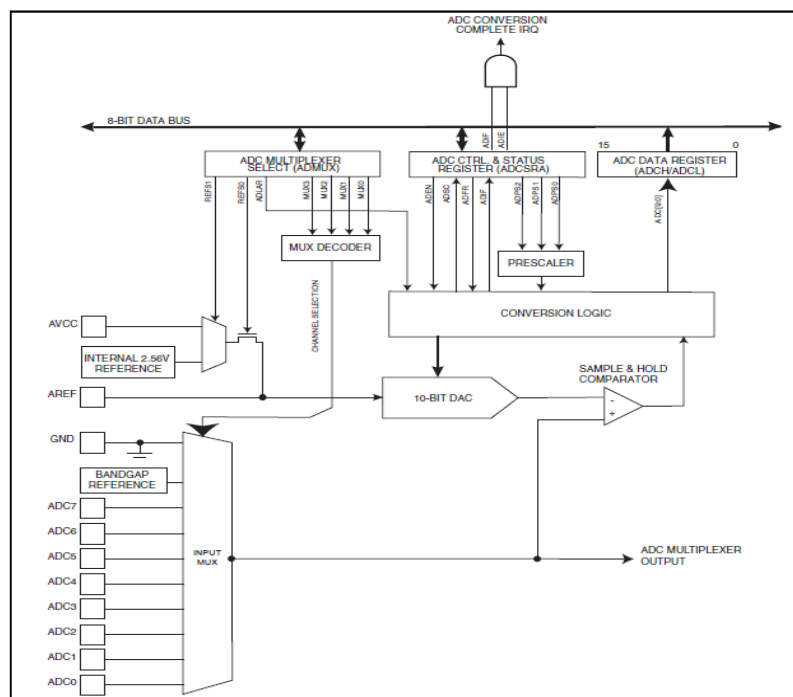


Figura 2.12 Diagrama de bloques conversor análogo/digital

El voltaje de referencia nominal interno es de 2.56 V, proveído por el chip a través de voltaje AVCC. Se puede conectar un voltaje de referencia externo de otro valor al pin AREF, para el proyecto será alimentado con 5 V como se puede observar en el diagrama de la figura 2.12. El voltaje de referencia puede ser desacoplado de forma externa en el pin AREF por un condensador para obtener un mejor rendimiento frente al ruido.

El ADC tiene dos modos de funcionamiento: single conversion y Free Running. En el primer caso se realiza la conversión una sola vez; mientras que para el segundo se toma constantemente las muestras y se actualiza los registros de datos del ADC, siendo la conversión permanente. Una vez terminada la conversión, estos valores son guardados en los registros ADCH Y ADCL.

El sensor LM35DZ es utilizado para medir temperaturas mayores a cero grados; tomando como referencia la temperatura ambiente, se va incrementando su valor, dentro del módulo cerrado, con el fin de conseguir diferentes datos. La señal de salida del sensor ingresa al pin de conversión A/D del microcontrolador ATmega8L, para obtener el valor de conversión.

El resultado de la conversión se la obtiene a partir de siguiente ecuación¹⁹.

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}} \quad (2.9)$$

Donde:

V_{IN} = El voltaje de entrada al pin del conversor

V_{REF} = El Voltaje de referencia interno o externo.

2.5.4.1 Esquema de conexiones de ATmega8L

En la figura 2.13, se presenta el diagrama de conexiones del microcontrolador como son: el circuito de reset, los pines de transmisión serial, y la entrada al canal analógico

¹⁹ Datasheet ATmega8L

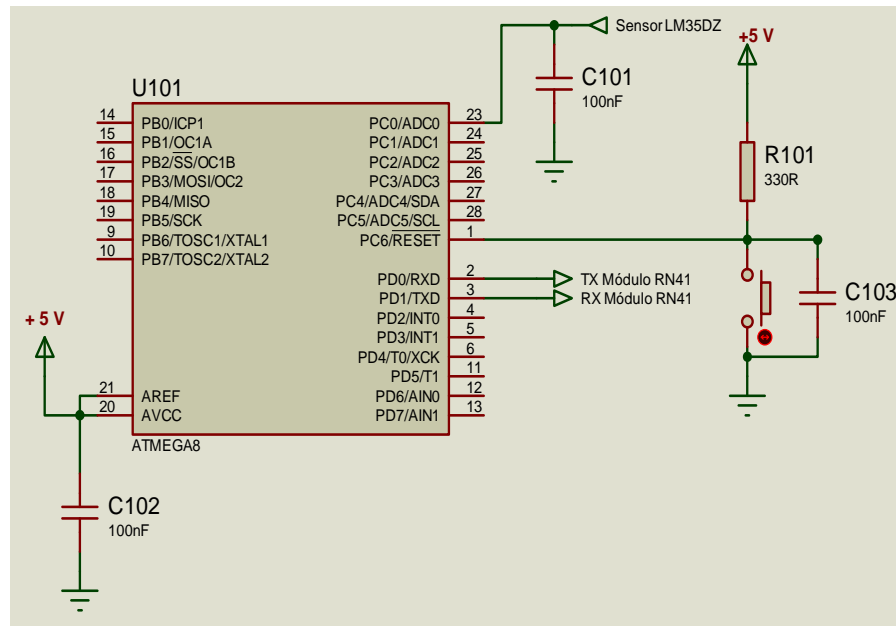


Figura 2.13 Esquema de conexiones del Amega8L

Circuito de reset: Se coloca una resistencia en serie con un pulsador; y un condensador de 0.1 uf en paralelo con el pulsador para eliminar posibles rebotes que reinicien el sistema.

La corriente máxima que soporta cada pin de entrada/salida del ATmega8L es de 40 mA,

Si $R1=330\Omega$ y $V_{cc}=5V$

La corriente de entrada al microcontrolador es de $I_L=16.66mA$, que no sobrepasa el valor máximo.

Se alimenta con 5 VDC, al pin AVCC del conversor A/D y al pin de voltaje de referencia AREF. Se coloca un capacitor de 0.1 uf conectado entre AVCC y GND, recomendado por el fabricante para disminuir el ruido.

El canal analógico ADC0, recibe una señal proveniente del sensor LM35DZ, para filtra el ruido que ingresa por la señal analógica, se conecta un capacitor de 0.1uf al pin ADC0 como se indica en la figura 2.13.

2.5.5 TRANSMISIÓN SERIAL RS-232 CON EL ATMEGA8L

El Armega8L, dispone de un módulo de comunicación USART (Universal Synchronous / Asynchronous Receiver Transmitter) interno, para transmisión serial.

2.5.5.1 Módulo USART del ATmega8L

El módulo de comunicación USART, es un dispositivo de comunicación serie muy flexible, Sus principales características son:

- Operación full-duplex (registros de transmisión y recepción independientes).
- Funcionamiento de modo asíncrono o síncrono.
- El modo síncrono puede ser configurado como maestro o esclavo.
- Genera una velocidad en baudios de alta resolución.
- Soporta tramas seriales de 5, 6, 7, 8,9 bits, con un 1 o 2 bits de paridad.
- Generación de paridad par o impar, y chequeo de errores.
- Tres interrupciones por separado, al completar la transmisión (TX), registro TX vacío, y al finalizar la recepción (RX)
- Velocidad doble en modo de comunicación asíncrona.

En el ATmega8L los pines de conexión para la comunicación serial son:

PIN 2 (PDO/RX) = Recepción (RX)

PIN 3 (PD1/TX) = Transmisión (TX)

Es indispensable conectar de forma cruzada los pines TX y RX del microcontrolador, con el RX y TX del módulo Bluetooth RN-41, para establecer la comunicación entre los dos dispositivos.

Para la transmisión serial entre el microcontrolador y el módulo Bluetooth, no es necesario elevar los voltajes, la conexión es directa; puesto, que la tecnología Bluetooth emula el puerto serie.

2.5.6 TRANSMISIÓN INALÁMBRICA BLUETOOTH

Para realizar la comunicación inalámbrica entre el sistema microprocesado y la PC, se dispone del módulo Bluetooth RN-41 de la empresa Roving Network.

2.5.6.1 Módulo Bluetooth RN-41

El módulo de desarrollo Bluetooth, basado en el RN41 de Roving Network, es un dispositivo electrónico que ayuda a eliminar cables en la elaboración de proyectos o para conectarse a PCs, PDA, teléfonos móviles y otros dispositivos de forma rápida y segura. Con un alcance de hasta 100mts. (Clase I) (antena integrada), compatible con el estándar Bluetooth 2.1, alcanza velocidades de transferencia hasta 921Kbps, conexión sencilla mediante la UART (RX/TX). El módulo puede ser configurado mediante comandos AT vía inalámbrica.

El módulo RN-41 transfiere información mediante el SPP (Serial Port Profile), que es un perfil implementado en la tecnología Bluetooth para emular un puerto serial; siendo, esta característica una de las más importantes para la elaboración del presente proyecto.

Las características más importantes del módulo Bluetooth son:

- Compatibilidad con versiones Bluetooth 2.1/2.0/1.2/1.1
- Soporta Bluetooth v2.0+EDR.
- Interfaces de conexión de datos UART (SPP o HCI) y USB (sólo HCI)
- Serial port profile (SPP) totalmente embebido.
- Velocidad de datos para el servicio SPP: 240 kbps (esclavo), 300Kbps (maestro).
- Dispositivo Clase 1, alcance: hasta 100m con línea de vista.
- Frecuencia: 2.402 ~ 2.48 GHz
- Modulación: FHSS/GFSK (79 canales a intervalos de 1MHz)
- Antena tipo chip integrada.
- Configuración por comandos AT mediante UART o radiofrecuencia
- Comunicación segura, encriptación de 128 bits
- Potencia de salida: 12dBm

- Sensitividad de recepción: -80dBm
- Tasa de transmisión no estándar programable: 1200bps hasta 921Kbps
- Consumo de corriente en transmisión: 65mA
- Consumo de corriente en recepción: 35mA
- Voltaje de alimentación: 3.3V

En la figura 2.14 se muestra la imagen del módulo Bluetooth RN-41



Figura 2.14 Módulo Bluetooth RN-41

2.5.6.2 Esquema de conexión del módulo RN-41

En la figura 2.15, se indica las conexiones del módulo RN-41, para la recibir los datos enviados de forma serial por el ATmega8L.

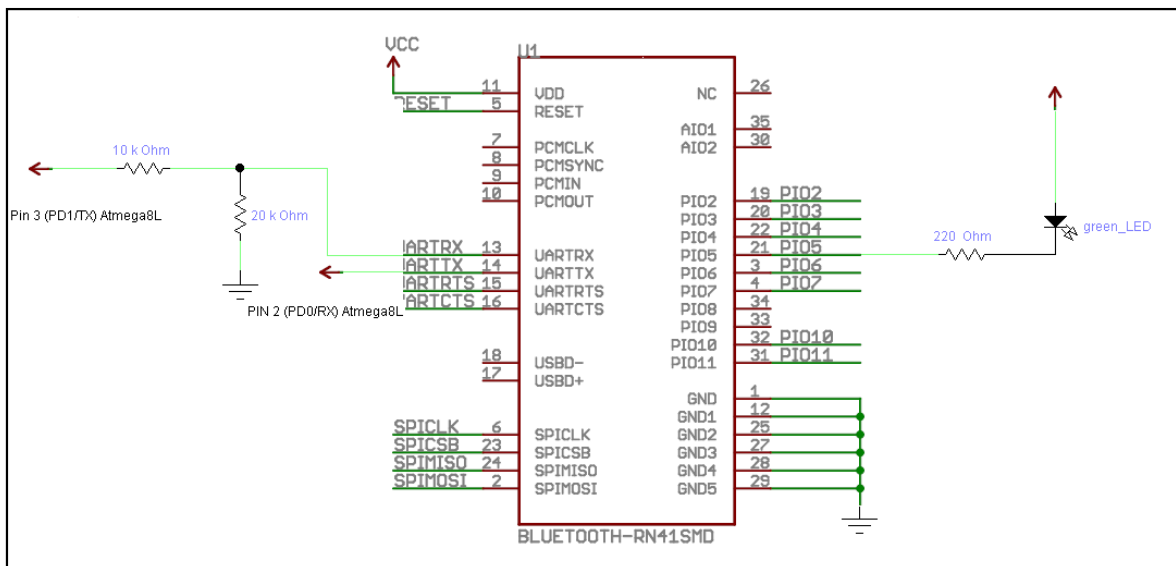


Figura 2.15 Esquema de conexión del módulo Bluetooth RN-41

El módulo RN-41, soporta voltajes de entrada de 3.3 V, como el pin de TX del microcontrolador ATmega8L tiene una salida de voltaje de 5 V, y esta señal se

conecta al pin RX del módulo Bluetooth, es necesario disminuir este voltaje; por tal motivo el fabricante recomienda colocar dos resistencias de 20 y 10 K Ω formando un divisor de tensión, que entrega un voltaje de 3.3 voltios al pin de recepción del Bluetooth.

El led verde conectado al pin 21 del módulo Bluetooth, queda encendido cuando se establece la comunicación inalámbrica con la PC, y permanece parpadeando cuando el enlace se pierde.

La configuración del módulo Bluetooth se lo hace por medio de comandos AT.

Comandos AT²⁰: Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal módem.

El envío de comandos AT requiere la siguiente estructura:

- Petición
- Respuesta correcta
- Respuesta incorrecta

2.5.7 ADAPTADOR USB-BLUETOOTH

El USB-Bluetooth, se conecta al computador, para establecer el enlace inalámbrico entre la PC y el módulo Bluetooth, este dispositivo facilita, la comunicación con dispositivos móviles y fijos, la realización de pequeñas redes LAN.

²⁰ <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>



Figura 2.16 USB 2.0 Bluetooth Dongle Version 2.0

2.5.7.1 Características del adaptador USB-Bluetooth

Entre sus principales características se encuentran:

- Bluetooth compatible con V1.2/2.0
- USB compatible V1.2/2.0
- Dispositivo clase 1, rango de operación: 0-10m
- Antena integrada.
- Banda de frecuencia: de 2.4GHz ISM.
- Máxima velocidad de datos: 3 MB
- Sensibilidad:-89dBm @ 0.1% BER
- Sistemas Requisito: Windows 2000 / XP / Vista / 7

2.6 CIRCUITO PARA LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE TEMPERATURA Y COMUNICACIÓN BLUETOOTH

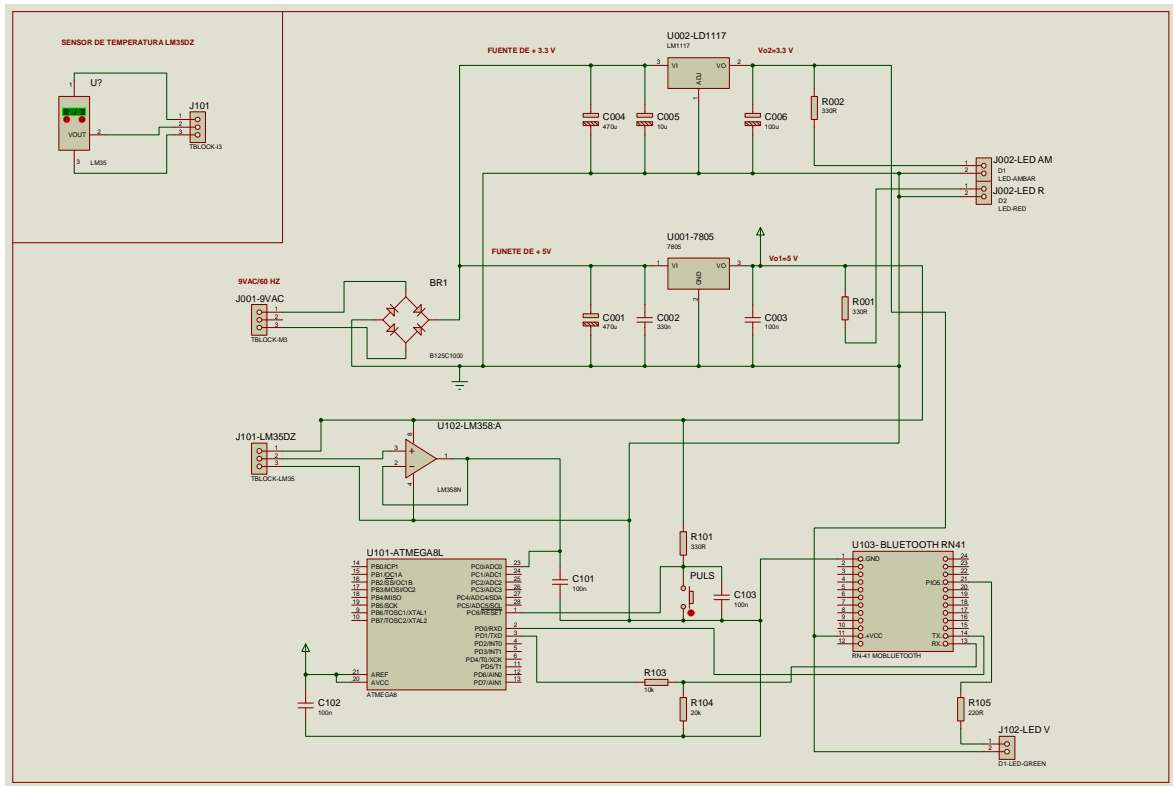


Figura 2.17 Circuito para el monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth

2.7 CIRCUITO IMPRESO

La figura 2.18 indica el diseño de la placa para adquisición de datos y transmisión inalámbrica, para el desarrollo del circuito impreso se utiliza el ARES del programa Proteus 7.7.

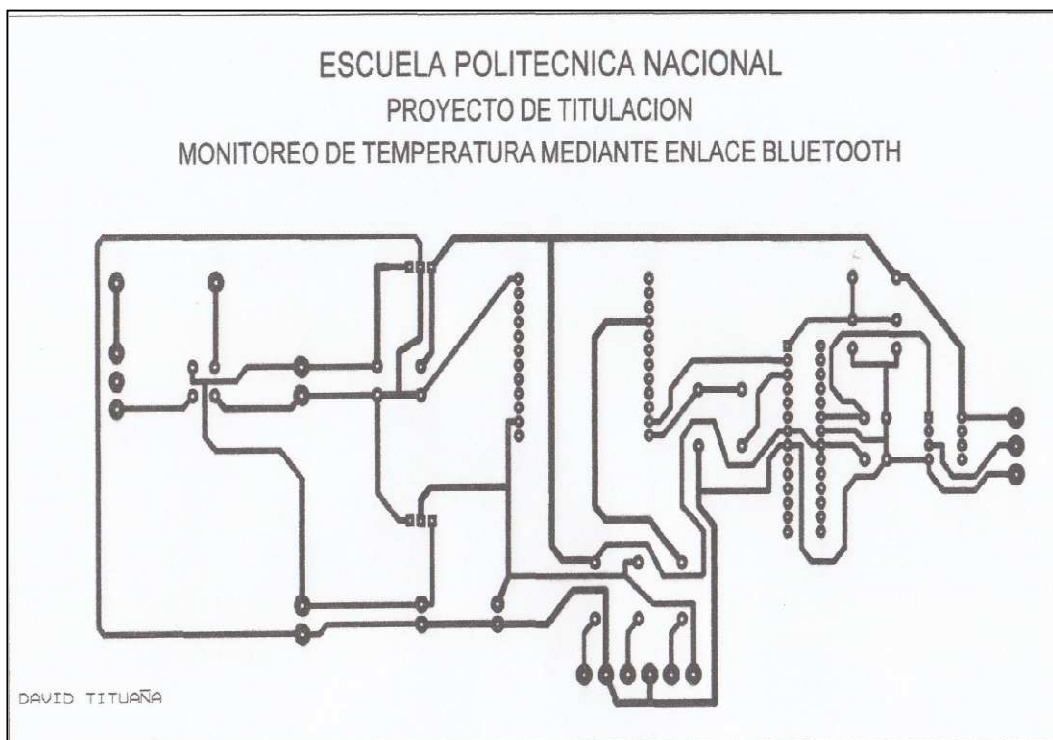


Figura 2.18 Diagrama PCB

En la figura 2.19 se muestra, el diagrama de ubicación de los elementos electrónicos en la placa.

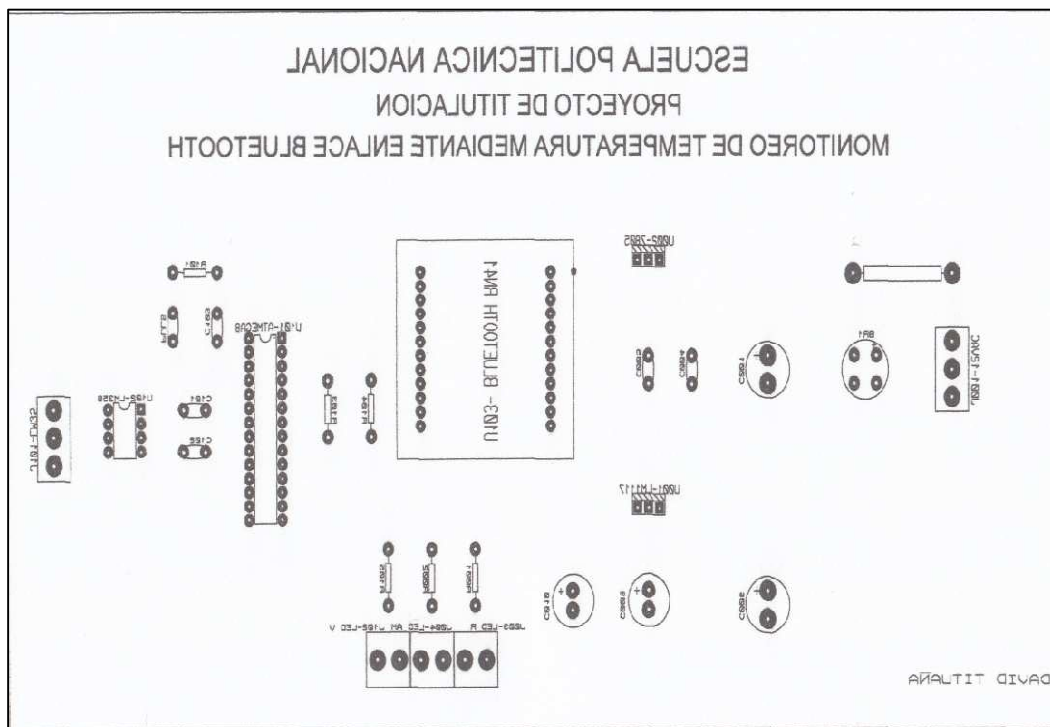


Figura 2.19 Diagrama de ubicación de elementos electrónicos en la placa

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA

3.1 INTRODUCCIÓN.

Una vez implementado el hardware, se procede a programar el microcontrolador con la herramienta computacional BASCOM-AVR para adquirir los datos de temperatura del LM35DZ, luego se configura el módulo Bluetooth RN-41 para obtener los datos del microcontrolador y enviarlos inalámbricamente a la PC, donde estos datos son tomados por el computador para ser procesados por un software de instrumentación virtual como LabVIEW, y visualizar el valor de temperatura en la pantalla de la PC.

3.2 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR.

Para la programación del microcontrolador ATmega8L se utiliza un programa de alto nivel, como el BASCOM-AVR, este software se basa en lenguaje BASIC para la familia AVR de ATMEL, desarrollado por la empresa Holandesa MCS Electronics.

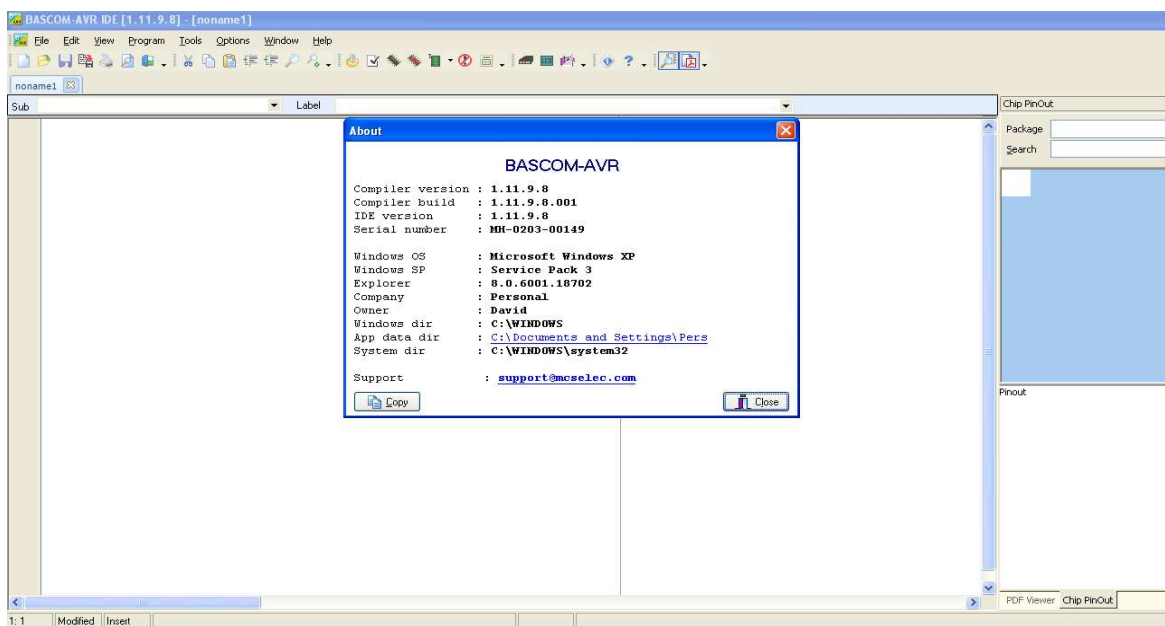


Figura 3.1 BASCOM-AVR Versión 1.11.9.8

3.3 PARÁMETROS IMPORTANTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PROGRAMA

Para el diseño del software se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- El microcontrolador debe tomar los datos, provenientes del sensor LM35DZ, por el canal de conversión A/D.
- El microcontrolador debe comunicarse serialmente por medio del USART interno, con el módulo Bluetooth RN-41, y este a su vez con el adaptador USB-Bluetooth conectado a la PC.
- Elegir la velocidad de transmisión serial para la comunicación.
- El sistema microprocesado debe enviar los datos tomados por el conversor A/D de 10 bits, a la PC y estos a la vez ser interpretados por la interfaz gráfica.

3.3.1 DATOS DE TEMPERATURA

La resolución del sensor LM35DZ, es de 10mV/°C; mientras, que la entrada del conversor analógico/digital del ATmega8 es de 10 bits, se toma como voltaje de referencia 5 V; por tanto, la resolución del conversor será:

$$\text{Resolución} = \frac{V_{ref}}{(2^n - 1)} \quad (3.1)$$

$$\text{Resolución} = \frac{5}{(2^{10} - 1)} = 4.88 \frac{mV}{bit} \quad (3.2)$$

Donde:

Vref= voltaje de referencia del conversor A/D.

n= el número de bits del conversor A/D

El dato a ser transmitido, será el que se adquiera en el momento de la transmisión. Con la resolución de 4.8 mV, se tomaran datos de temperatura cada 0.5 °C.

3.3.2 TRANSMISIÓN DE DATOS

Para transmitir datos de forma serial entre el microcontrolador y módulo Bluetooth RN-41, se utiliza la transmisión de datos asincrónica a tres hilos, el formato de transmisión es: un bit de inicio, 8 bits de datos, un bit de parada, sin bit de paridad, sin control de flujo, es indispensable determinar la velocidad de transmisión adecuada para que los datos se envíen apropiadamente.

Para establecer la velocidad de transmisión se toma en cuenta: el valor del oscilador interno del ATmega8L que es de 8 MHz, y la velocidad a la que se desea transmitir, para el proyecto se escoge el valor **19200 baudios**.

Tabla 3.1 Ecuación para el cálculo de velocidad de transmisión y registro UBRR

Operating Mode	Equation for Calculating Baud Rate ⁽¹⁾	Equation for Calculating UBRR Value
Asynchronous Normal mode (U2X = 0)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$

En la tabla 3.1 se muestra, el modo de operación asíncrono normal, la fórmula calcula el registro UBRR (USART Baud Rate Register), en base al valor de este registro se recalcula la velocidad de transmisión, y con este valor se obtiene el error máximo permitido para la transmisión de datos.

Donde:

BAUD = La velocidad de transmisión

Fosc = la frecuencia de reloj del oscilador

UBRR = Registro de tasa de transferencia del USART, toma valores de 0 a 4095.

Para una velocidad de transmisión de 19200 baudios, con una frecuencia de 8 MHz, y transmitiendo 8 bit de datos (ver tabla 3.2), el fabricante recomienda que el error sea como máximo de +/- 2.0%

Tabla 3.2 Error máximo de velocidad de transmisión, para el modo asíncrono normal (U2X = 0)

D# (Data+Parity Bit)	R _{slow} (%)	R _{fast} (%)	Max Total Error (%)	Recommended Max Receiver Error (%)
5	93,20	106,67	+6.67/-6.8	± 3.0
6	94,12	105,79	+5.79/-5.88	± 2.0
7	94,81	105,11	+5.11/-5.19	± 2.0
8	95,36	104,58	+4.58/-4.54	± 2.0
9	95,81	104,14	+4.14/-4.19	± 1.5
10	96,17	103,78	+3.78/-3.83	± 1.5

Para calcular el error, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Error}[\%] = \left(\frac{\text{BaudRate}_{\text{Closest Match}}}{\text{BaudRate}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (3.3)$$

El fabricante ha desarrollado, una tabla en la cual se puede, determinar el error máximo de transmisión (ver tabla 3.3), en base a la frecuencia de reloj del oscilador y la velocidad de transmisión requerida.

Tabla 3.3 Ejemplos de máximo error en la transferencia de datos

Baud Rate (bps)	f _{osc} = 8.0000 MHz			
	U2X = 0		U2X = 1	
	UBRR	Error	UBRR	Error
2400	207	0.2%	416	-0.1%
4800	103	0.2%	207	0.2%
9600	51	0.2%	103	0.2%
14.4k	34	-0.8%	68	0.6%
19.2k	25	0.2%	51	0.2%
28.8k	16	2.1%	34	-0.8%
38.4k	12	0.2%	25	0.2%
57.6k	8	-3.5%	16	2.1%
76.8k	6	-7.0%	12	0.2%
115.2k	3	8.5%	8	-3.5%
230.4k	1	8.5%	3	8.5%
250k	1	0.0%	3	0.0%
0.5M	0	0.0%	1	0.0%
1M	—	—	0	0.0%
Max ⁽¹⁾	0.5 Mbps		1 Mbps	

La velocidad elegida para la transmisión, es de 19200 baudios, según la tabla 3.3 se puede observar que en el modo asíncrono normal (U2X=0), el error es de 0.2 %, valor que se encuentra dentro de los parámetros admitidos para una correcta transmisión.

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA

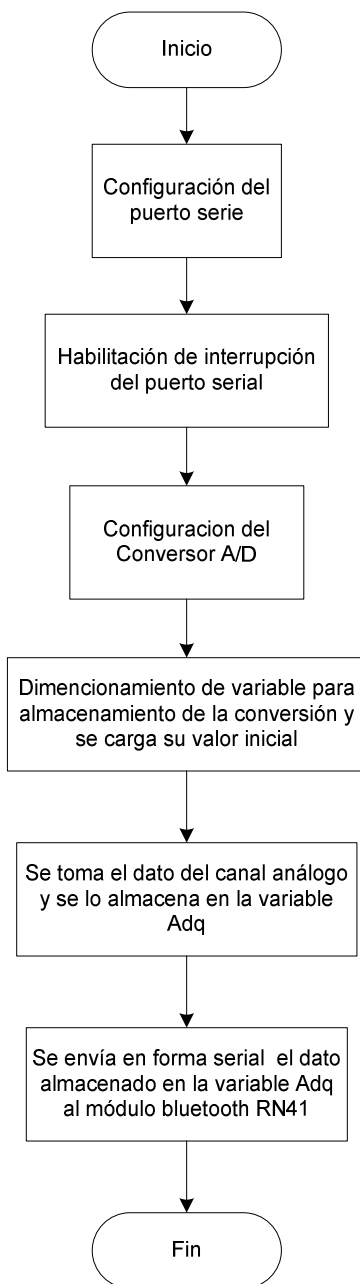


Figura 3.2 Diagrama de flujo del programa del microcontrolador

3.5 CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO BLUETOOTH RN-41

Para configurar el módulo Bluetooth RN-41, es necesario; que su voltaje de alimentación sea de 3.3 V; que el adaptador USB-Bluetooth esté conectado a la PC. La PC debe disponer del sistema operativo Windows, y una aplicación como el Hyperterminal para configurar y enviar datos por el puerto serie virtual.

La configuración del módulo Bluetooth se la realiza inalámbricamente, a través del hyperterminal, por medio de comandos AT.

Una vez conectado el USB-Bluetooth a la computadora, se ejecuta el programa Bluesoleil, el cual administra los dispositivos Bluetooth y genera un puerto serie virtual, para la comunicación entre el microcontrolador, módulo Bluetooth y PC, estos dispositivos debe configurarse a la misma velocidad de transmisión, que para el caso es de 19200 baudios.

En el programa Bluesoleil, con F5 se busca los diferentes dispositivos, encontrando el módulo RN-41 con el nombre de fabrica FireFly-ABCD, modificado el nombre a MONTEMPERATURA como se observa en la figura 3.3.



Figura 3.3 Programa Bluesoleil

Luego se empareja el módulo Bluetooth con la PC, ingresando la clave "1234", que esta predeterminada por el fabricante, después el módulo RN-41 se conecta a la PC a través del puerto serie virtual, una vez conectados, el programa bluesoleil asigna un puerto COM virtual con su respectivo número.



Figura 3.4 Módulo Bluetooth RN-41 emparejado a la PC

Para la configuración inalámbrica es necesario que el hyperterminal este configurado con los parámetros de fábrica del módulo RN-41 que son: velocidad de transmisión 115200 baudios, 8 bits de datos, 1 bit de parada, sin bit de paridad y control por hardware.

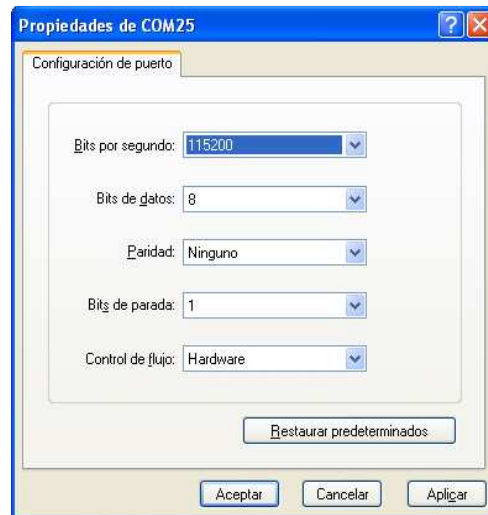


Figura 3.5 Configuración del Hyperterminal de Windows

Establecida la comunicación entre el módulo Bluetooth RN-41 y la PC, se tiene 60 segundos, para ingresar al modo de configuración del módulo Bluetooth. Se utiliza el comando AT \$\$\$ por medio del hyperterminal, si la solicitud fue aceptada el módulo responderá CMD.

Para observar la configuración de fábrica se ingresa:

Comando: D

Respuesta

*****Settings*****

BTA=000666030A36

BTName=FireFly-0A36

Baudrt(SW4)=115K

Parity=None

Mode =Slav

Authen=0

Ecryp=0

PinCod=1234

Bonded=0

Rem=NONE SET

El módulo Bluetooth, viene predeterminado con SPP (Serial Port Profile), este perfil genera un puerto serie virtual, para la comunicación entre diferentes dispositivos Bluetooth.

Para conocer el perfil del módulo Bluetooth:

Comando: E

Respuesta

*****ADVANCED Settings*****

SrvName=SPP

SrvClass=0000

DevCalss=0000

InqWindow=0100

PagWindow=0100

CfgTimer=60

StatuStr=NULL

Para cambiar el nombre del módulo Bluetooth se ingresa:

SN,MONTEMPERATURA

Comando

AOK

Respuesta

Para cambiar a 3 minutos el tiempo de ingreso a la configuración:

ST, 180

Comando

AOK

Respuesta

El tiempo tiene que estar en segundos y no puede exceder de 255

Para configurar la velocidad de transmisión:

SU, 19.2	Comando
AOK	Respuesta

Las velocidades de transmisión que pueden ser configuradas son: 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2, 28.8, 38.4, 57.6, 115K, 230K, 460K, 921K.

Para configurar al perfil de p \acute{o} rtico serial:

S~,0	Comando
AOK	Respuesta

Para salir del modo de configuraci \acute{o} n se ejecuta:

---	Comando
AOK	Respuesta

Si algunos de los comandos AT no son reconocidos, la respuesta ser \acute{a} : ?

3.6 DISEÑO DE LA INTERFAZ GRÁFICA EN LA PC

El dise \acute{n} o de la interfaz gr \acute{a} fica, consiste en realizar un programa, que pueda adquirir los datos de temperatura enviados inal \acute{a} mbricamente por el m \acute{o} dulo Bluetooth RN-41, para luego mostrar el valor de temperatura en la pantalla del computador. Para el dise \acute{n} o se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- La interfaz gr \acute{a} fica, es desarrollada en el programa LabVIEW 2009, para el sistema operativo Windows.
- La interfaz gr \acute{a} fica, debe tener la capacidad de adquirir los bytes de datos, provenientes del sistema microprocesado.
- Los datos de temperatura tomados ser \acute{a} n procesados y analizados, para obtener el valor de temperatura adecuado, y mostrarlo visualmente con un valor num \acute{e} rico en la PC.

3.6.1 INTRODUCCIÓN AL PROGRAMA LABVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), de la National Instruments, es un software de instrumentación virtual, que utiliza un lenguaje de programación gráfico, para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control.

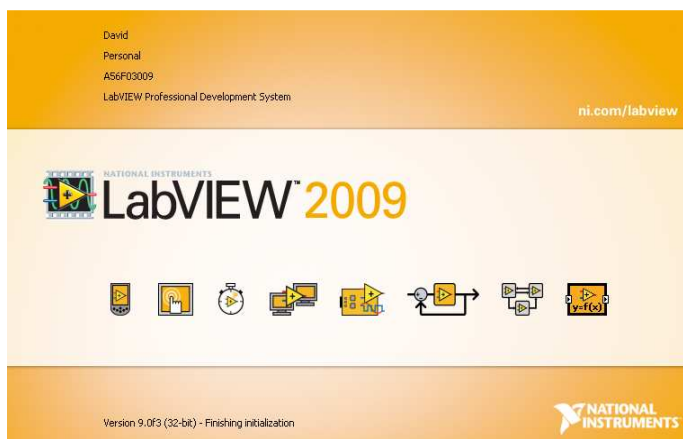


Figura 3.6 Programa LabVIEW 2009

Los programas desarrollados en LabVIEW se los denomina instrumentos virtuales “VI”, por su similitud a los instrumentos reales. Todo VI contenido en otro VI, es llamado subVI

El programa LabVIEW consta de dos partes principales que son:

Panel frontal: Es la interfaz gráfica, en la que se simula un instrumento real, el usuario interactúa con el programa, consta de controladores e indicadores.

Diagrama de bloques: Es donde se realiza la programación gráfica de los VIs

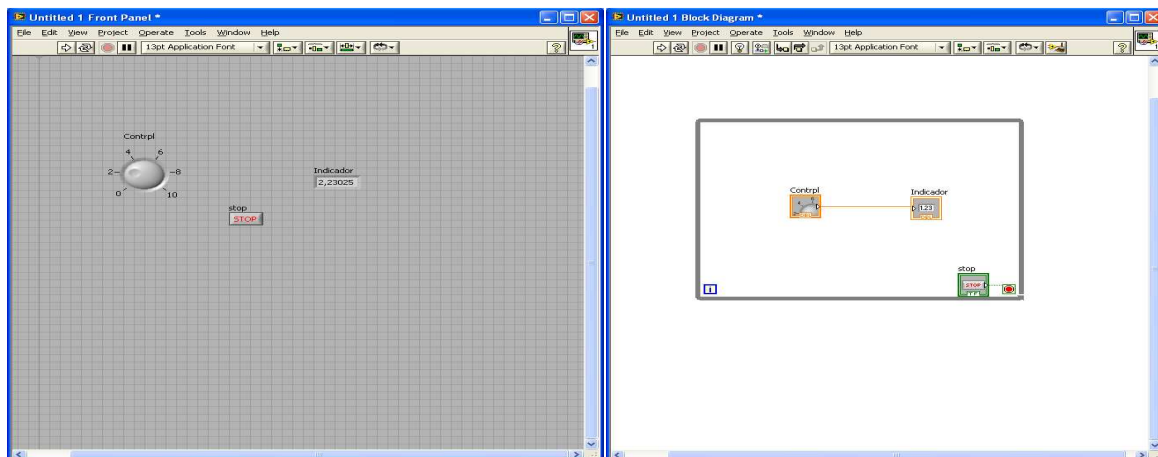


Figura 3.7 Vista del panel frontal y diagrama de bloques

Paleta de control: Se encuentra dentro del panel frontal, contiene los diferentes elementos, como indicadores y controladores, para crear una interface de entrada y salida de datos.

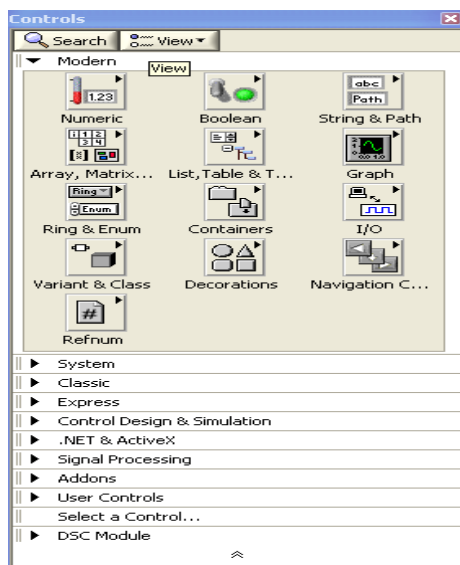


Figura 3.8 Paleta de Control

Paleta de funciones: Se puede acceder a esta paleta en el diagrama de bloques, dispone de: funciones, subVI, estructuras, contiene el código fuente del programa.

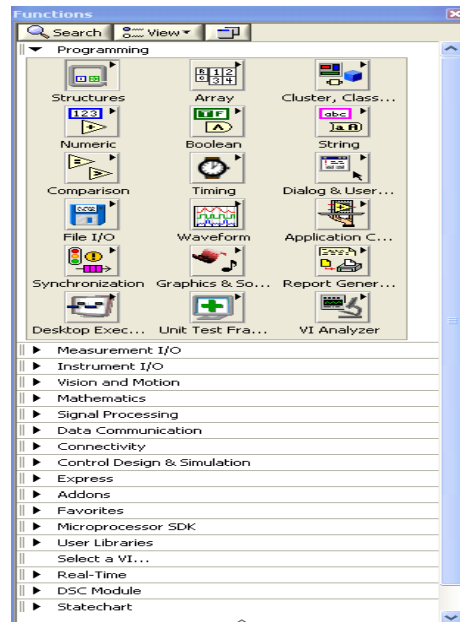


Figura 3.9 Paleta de funciones

3.6.2 DESARROLLO DE LA INTERFAZ GRÁFICA

3.6.2.1 Comunicación serial con LabView

Para recibir los datos de temperatura enviados de forma serial RS-232 por el sistema microprocesado, LabVIEW dispone de la función **VISA Configure Serial Port** para configurar los parámetros del puerto serie como: velocidad de transmisión, número de bit de datos, bit de parada, bit de inicio, control de flujo entre los principales.

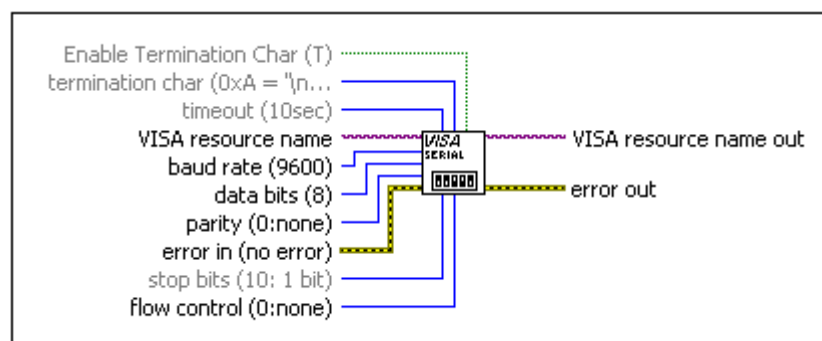


Figura 3.10 Función Visa Configure Serial Port

Los parámetros más importantes a configurar el en VISA Configure Serial Port son:

Visa resource name: Con este parámetro se elige el número de puerto COM, disponible para la comunicación.

Baud rate: Se elige la velocidad de transmisión en baudios, viene predeterminado en 9600.

Data bits: El número de bits a ser transmitidos, por defecto está configurado en 8.

Parity: Especifica la paridad a ser usada para cada trama a ser transmitida o recibida.

Stop bit: Especifica el número de bits de parada usados para indicar el final de la trama.

Flow Control: Establece el tipo de control utilizado para el mecanismo de transferencia.

Para leer los datos enviados por la transmisión serial se utiliza, la función Visa Property Node, es una propiedad de la función VISA que lee los bytes existentes en el buffer virtual del puerto, se lo debe configurar y elegir en el modo de Number of Bytes at Serial Port.

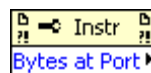


Figura 3.11 Visa Property Node

El siguiente paso para leer los datos seriales es, utilizar la función VISA Read, donde se indica el número bytes a leer del buffer.



Figura 3.12 Función Visa Read

Una vez leídos los datos es necesario cerrar la sesión VISA, para lo cual se aplica la función VISA Close.

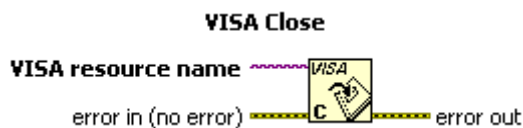


Figura 3.13 Función VISA Close

La función Simple Error Handler, indica que tipo de error ha ocurrido durante la ejecución del programa.

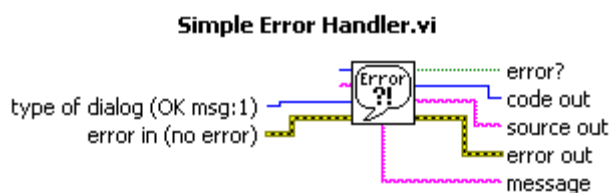


Figura 3.14 Función Simple Error Handler

3.6.2.2 Diagrama de bloques para medir la temperatura

Primero se configura la función VISA Configure Serial Port con los parámetros: velocidad de transferencia 19200 baudios, 8 bits de datos, 1 bit de parada, sin bit de paridad, sin control de flujo. La señal de salida ingresa a una estructura While Loop, donde se ejecuta lo que esté en el interior del bloque hasta que el botón stop conectado al terminal condicional termine el bucle. La señal proveniente del While Loop se conecta a una Sequence Structure donde se da un tiempo de espera antes de leer los datos del puerto serie, como se muestra en la figura 3.15.

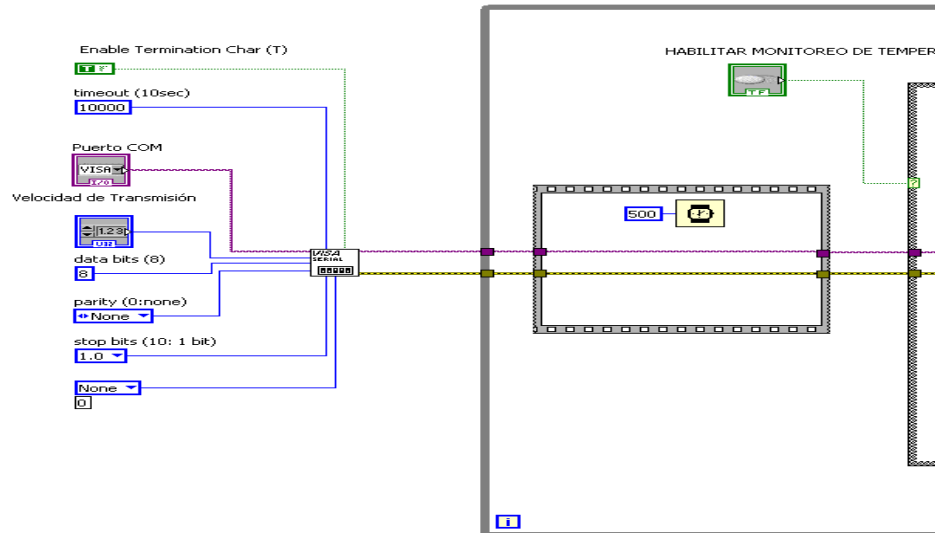


Figura 3.15 Configuración para adquirir datos del puerto serie

Con el botón de entrada booleana se habilita en el Case Structure el subdiagrama TRUE donde se ejecuta la lectura del pÓrtico serial. Con la función VISA Property Node se adquieren los bytes que se encuentran en el buffer virtual del puerto, estos bytes ingresan al VISA Read, donde es indispensable indicarle el número de bytes a ser leídos, que para el proyecto son 2, debido a que la conversión anÁlogo/digital del microcontrolador tiene una resolución de 10 bits, por lo que se envía serialmente 2 bytes vÍa RS-232.

Los bytes leídos por VISA Read, se almacenan en el buffer virtual en forma de un string (cadena de caracteres), para pasar de una cadena de caracteres a un arreglo de bytes se lo hace con la función String to Byte Array, los bytes obtenidos se almacenan en forma de un arreglo, el primer byte del arreglo se encuentra en el sector cero y el segundo en el uno.

La función Index Array, toma los bytes ubicados en el sector cero y uno del arreglo, y los transforma directamente a su valor en decimal.

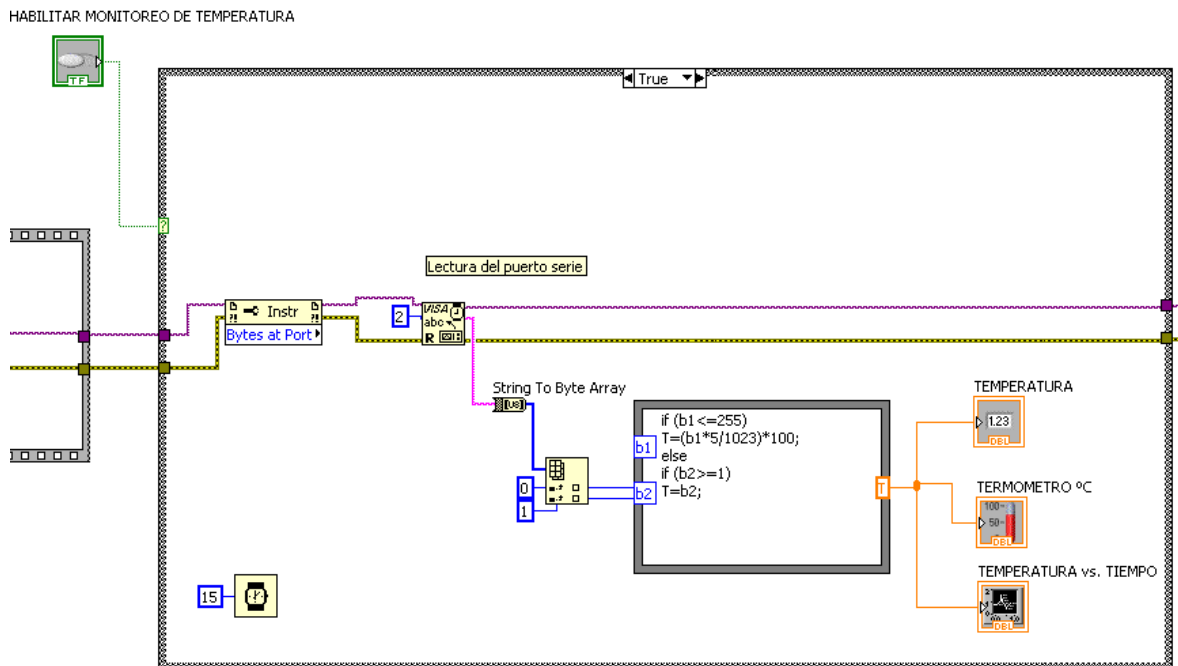


Figura 3.16 Lectura del p3rtico serial

Los bytes convertidos a n3meros decimales, representan el valor de conversi3n que realiza el conversor A/D del microcontrolador, estos valores se encuentran entre 0 y 1023, los valores en decimal son procesados dentro de la funci3n Formula Node, donde si el byte que se encuentra en el sector 0 y cuyo valor en decimal sea menor o igual a 255, se aplique la ecuaci3n 3.4 para obtener el valor de temperatura en grados cent3grados, estos datos depender3n de la se3al de salida del sensor LM35DZ.

$$T = \frac{b_1 \times 5}{1023} \times 100 \quad (3.4)$$

Donde:

T= El valor num3rico de temperatura en grados cent3grados

b₁= Valor en decimal del byte en el sector cero del Array.

Como el valor m3ximo de temperatura que puede medir el sensor LM35DZ es de 100 °C, que en voltaje representa 1 V y para la conversi3n A/D es 204, este valor

no supera los 255 y la fórmula para obtener la temperatura se aplica de forma directa.

Pero como se dispone siempre de dos bytes, no se puede descartar el byte ubicado en el sector 1 del arreglo, porque al hacerlo causa inestabilidad en la medición, por lo que se lee el dato en decimal y como el valor es cero no se realiza ningún cálculo.

Programa ejecutado en el Formule Node

```
if (b1<=255)
  T=(b1*5/1023)*100;
else
  if (b2>=1)
    T=b2;
```

En la visualización del valor de temperatura se emplea; un indicador numérico, uno tipo termómetro, y uno gráfico tipo Waveform Crart.

Para finalizar la lectura del puerto serie, se debe cerrar la función VISA, se coloca a la salida de lazo While Loop, el Close Visa y el Simple Herror Handler que indica algún error en la ejecución del programa.

La figura 3.17 indica el diagrama de bloques para medir la temperatura en grados Celsius (Centigrados).

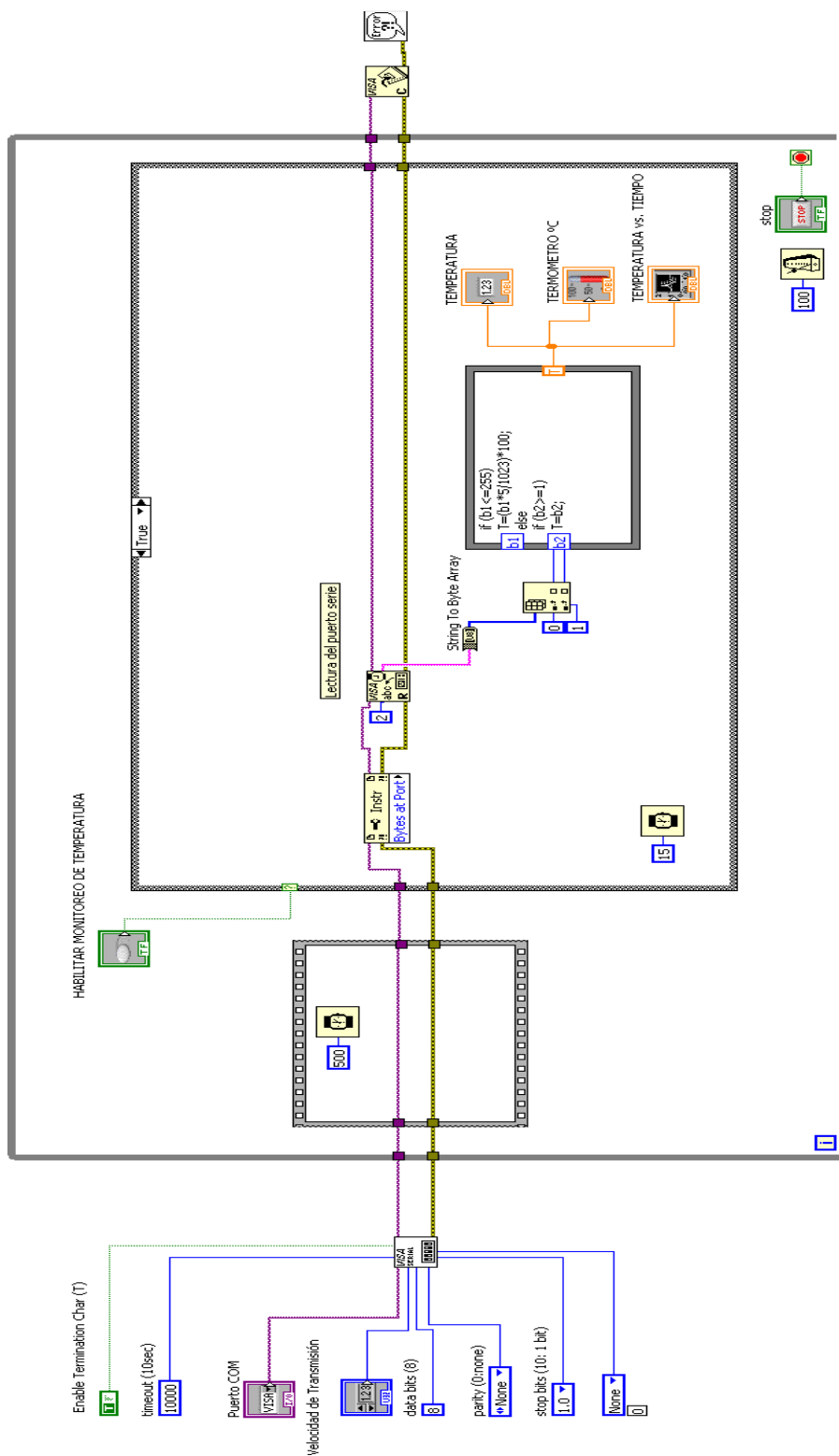


Figura 3.17 Diagrama de bloques para medir la temperatura en grados Centígrados

3.6.3 PANEL FRONTAL PARA MEDIR LA TEMPERATURA EN GRADOS CENTÍGRADOS



Figura 3.18 Vista del VI del panel frontal para medir temperatura

El sistema consta de un control para elegir el puerto serial de comunicación y otro para elegir la velocidad de transmisión, los demás parámetros se encuentran configurados dentro del diagrama de bloques.

Consta también de un interruptor para habilitar la medición de temperatura, con visualización numérica en grados centígrados, tipo termómetro y uno gráfico para observar el cambio de temperatura en el tiempo.

CAPÍTULO 4

4. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROYECTO

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el funcionamiento de todo sistema, la comunicación entre el microcontrolador, módulo Bluetooth y PC, interfaz gráfica, y costo del proyecto.

4.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA LAS PRUEBAS

Para dar inicio a las pruebas de funcionamiento se toma en consideración los siguientes aspectos:

- Alimentación de la red eléctrica pública 120 VRMS, computador con sistema operativo Windows, y conexión Bluetooth.
- Un multímetro Acousti-DT-890C, con medidor de temperatura, cuyo sensor es una termocupla tipo K.
- La temperatura ambiente se toma como referencia para dar inicio a la adquisición de valores de temperatura para el módulo de monitoreo inalámbrico bluetooth.
- Los datos de temperatura para el módulo serán mayores a la temperatura ambiente.
- La temperatura se variara por medio de un foco incandescente conectado a un dimmer, dentro de un módulo cerrado.
- La interfaz gráfica, funciona en sistema operativo Windows XP, VISTA, 7.

4.3 MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA IMPLEMENTADO

El módulo didáctico para el monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth, consta de un toma corriente para alimentación de voltaje de 120 VAC, la tarjeta de adquisición de datos y comunicación, y un módulo cerrado donde se ubican los sensores de temperatura LM35DZ y la termocupla tipo K.

Se dispone de un Dimmer COOPER RI061B para variar el voltaje de corriente alterna que alimenta al foco incandescente, con el fin de conseguir diferentes valores de temperatura y así obtener los datos requeridos para el módulo de monitoreo de temperatura.



Figura 4.1 Tarjeta de adquisición de datos y comunicación



Figura 4.2 Ubicación de los sensores de temperatura y dimmer



Figura 4.3 Termocupla tipo K conectado al multímetro digital



Figura 4.4 Implementación del módulo de monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth

4.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HARDWARE

En este tipo de pruebas, se mide los voltajes de alimentación para el módulo Bluetooth 3.3 V, el microcontrolador y el sensor de temperatura 5 V.

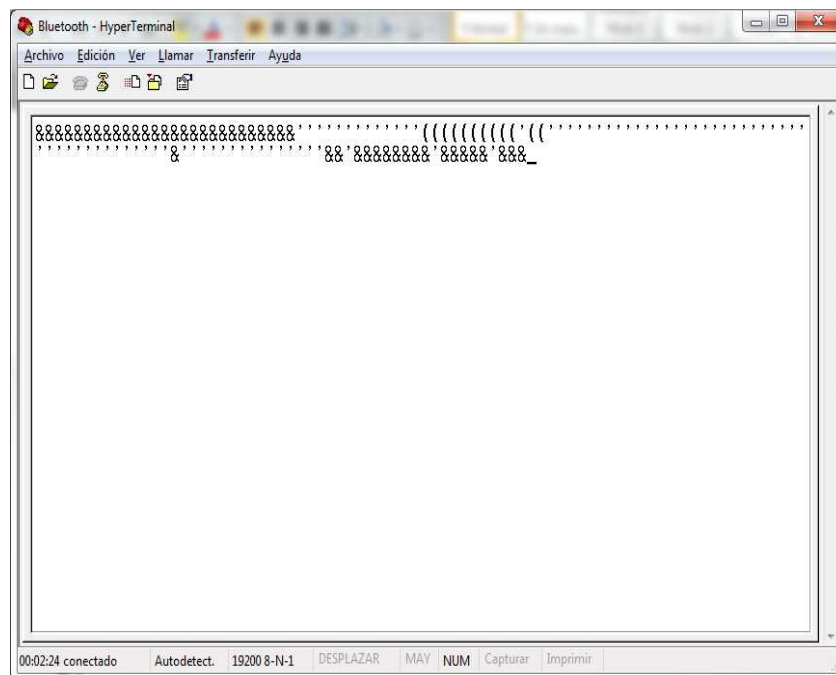
Tabla 4.1 Voltajes de alimentación de sistema

Dispositivo	Voltaje requerido [V]	Voltaje medido [V]
Módulo Bluetooth	3.3	3.28-3.29
Microcontrolador, sensor LM35DZ, LM358,	5	4.99-5.01

El voltaje de salida de sensor de temperatura LM35DZ es en milivoltios, se acopla correctamente al microcontrolador por medio del seguidor de señal implementado con el CI LM358 para el acople de impedancias.

4.5 PRUEBA DE CONECTIVIDAD

Para probar la conexión entre el módulo Bluetooth y la PC, se hace uso del programa hyperterminal de Windows como se ve en la figura 4.5.

**Figura 4.5** Datos transmitidos desde el microcontrolador al la PC

El microcontrolador envía datos de temperatura en forma serial RS-232 al módulo Bluetooth y este a su vez lo hace inalámbricamente a la PC en formato ASCII, utilizando el perfil de puerto serial (SPP) de la tecnología Bluetooth.

4.6 FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ GRÁFICA

La interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW, tiene la función de adquirir los datos de temperatura enviados por el módulo Bluetooth. Para recibir los datos apropiadamente en el programa se configura: el puerto COM para la comunicación serial, y la velocidad de transmisión como se indica en la figura 4.6.

Con el interruptor en ON se habilita la lectura del puerto serie para procesar los datos, y así obtener y visualizar el valor de temperatura.

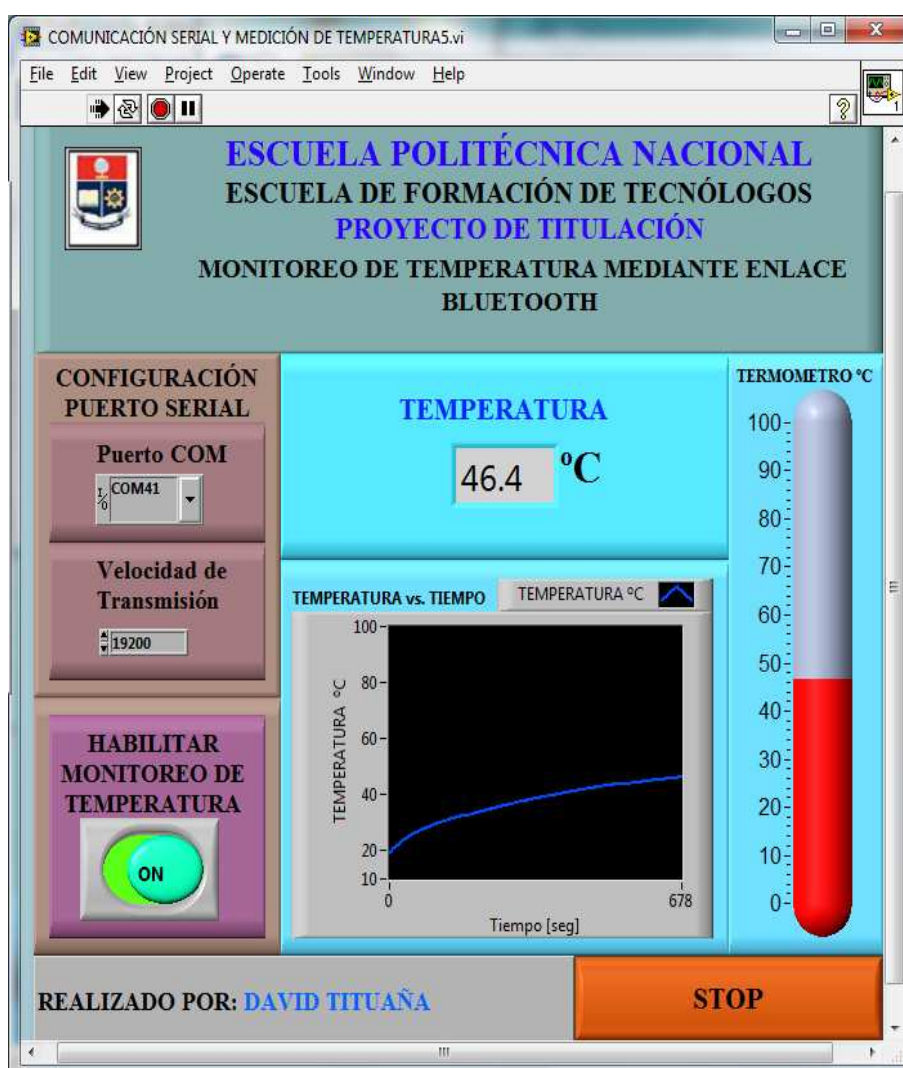


Figura 4.6 Configuración de puerto serie en la interfaz gráfica

4.7 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA

Para realizar las pruebas, se toma como valor de referencia inicial la temperatura ambiente, a partir de este valor se va variando el voltaje de alimentación del foco incandescente para obtener diferentes valores de temperatura.

La temperatura medida por el módulo didáctico de monitoreo de temperatura, se compara con los valores de temperatura que indique el multímetro digital, con el fin de calcular el error de medida.

Se tomarán 20 medidas de temperatura, el módulo se encuentra ubicado en el interior de una casa, desde allí se enviarán los datos de temperatura y estos serán observados en un computador personal ubicado a diferente distancia.

4.8 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

4.8.1 PRUEBA 1

Para esta prueba, el computador se encuentra a una distancia de 2.50 m del módulo de monitoreo de temperatura Bluetooth sin línea de vista, y se toman valores de temperatura mayores a la del medio ambiente, las 10 primeras muestras se toman cada 2 minutos y las otras 10 cada 1 minuto (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Resultados prueba 1

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MONITOREO DE TEMPERATURA MEDIANTE ENLACE BLUETOOTH				
Fecha: 20-02-11				
Distancia de medición : 2.50 metros				
		TEMPERATURA °C		
Tiempo (minutos)	Medida	MULTIMETRO DT-890C con (TERMOCUPLA TIPO K)	MÓDULO BLUETOOTH RN41 SENSOR LM35DZ	ERROR °C
0	1	18	17,9	0,1
2	2	21	20,5	0,5
4	3	24	23,4	0,6
6	4	25	24,4	0,6
8	5	26	25,4	0,6
10	6	27	26,4	0,6
12	7	29	28,8	0,2
14	8	31	30,8	0,2
16	9	32	31,8	0,2
18	10	33	33,2	-0,2
19	11	34	34,2	-0,2
20	12	35	35,2	-0,2
21	13	38	38,6	-0,6
22	14	39	40,1	-1,1
23	15	40	41,5	-1,5
24	16	42	43,5	-1,5
25	17	43	44,9	-1,9
26	18	44	46,3	-2,3
27	19	45	47,4	-2,4
28	20	47	49,4	-2,4

4.8.2 PRUEBA 2

Se toma en cuenta los mismos parámetros de la prueba 1 pero a una distancia de de 4 metros del módulo de temperatura (ver tabla 4.3).

Tabla 4.3 Resultados prueba 2

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MONITOREO DE TEMPERATURA MEDIANTE ENLACE BLUETOOTH					
Fecha: 21-02-11					
Distancia de medición : 4 metros					
		TEMPERATURA °C			
Tiempo (minutos)	PRUEBA	MULTIMETRO DT-890C con (TERMOCUPLA TIPO k)	MÓDULO BLUETOOTH RN41 SENSOR LM35DZ	ERROR	
0	1	18	17,1	0,9	
2	2	20	19,3	0,7	
4	3	21	20,3	0,7	
6	4	24	23,5	0,5	
8	5	26	25,4	0,6	
10	6	28	27,9	0,1	
12	7	29	28,3	0,7	
14	8	30	29,8	0,2	
16	9	32	31,8	0,2	
18	10	33	33,2	-0,2	
19	11	33	33,7	-0,7	
20	12	34	34,7	-0,7	
21	13	35	35,2	-0,2	
22	14	37	36,2	0,8	
23	15	38	37,6	0,4	
24	16	39	39,1	-0,1	
25	17	41	41,1	-0,1	
26	18	42	42,5	-0,5	
27	19	43	43,5	-0,5	
28	20	44	44,5	-0,5	

4.8.3 PRUEBA 3

Para esta prueba se mide la cobertura de la comunicación Bluetooth.

Tabla 4. 4 Cobertura Bluetooth

COBERTURA BLUETOOTH	
Distancia [m]	Cobertura
2,50	Si
3,00	Si
4,00	Si
5,00	con línea de vista
6,00	con línea de vista
7,00	no

4.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Prueba 1: De la tabla 4.2, se puede observar que a una distancia de 2.50 m los datos llegan sin problemas, a temperaturas entre los 18 y 38 °C el error no excede de ± 0.6 °C, a temperaturas comprendidas entre 38 y 49 °C el error máximo es de -2.4 °C, esto se debe, a que el sensor LM35DZ tiene una exactitud de ± 2 °C y la termocupla tipo K tiene un mejor funcionamiento a temperaturas superiores a los 100°C con exactitud de ± 2 °C, y a la capacidad que tiene cada sistema en seguir los cambios de la magnitud de entrada, las medidas son aceptables y la exactitud dependerá del tipo de proceso a ser monitoreado.

Tomando los valores absolutos del error y sacando su promedio se obtiene un error de medición con respecto a la termocupla tipo K de ± 0.9 °C.

Prueba 2: Para la prueba dos se ubica los sensores de forma adecuada, para obtener valores de temperatura más exactos, de la tabla 4.3 los errores son menores con respecto a los de la tabla 4.2, con esto se consigue reducir el error de medida a ± 0.5 °C.

Prueba 3: La cobertura de módulo de monitoreo de temperatura Bluetooth dependerá de las condiciones atmosféricas, del lugar donde se ubique el módulo, del alcance de los dispositivos Bluetooth, e interferencias radioelectricas.

A distancias mayores a 4.00 metros según la tabla 4.4 y sin línea de vista, la señal proveniente de módulo Bluetooth RN41 se pierde, porque el USB-Bluetooth tiene una cobertura de 10m, por lo que es necesario volver a conectarse al puerto serie virtual, la distancia mínima para la conexión es de 3 m. En caso de que la interfaz gráfica no muestre los datos de temperatura es necesario reiniciar el programa.

4.10 COSTOS

Tabla 4.5 Costo del proyecto

COSTOS DE CONSTRUCCIÓN MÓDULO DE MONITOREO DE TEMPERATURA MEDIANTE ENLACE BLUETOOTH			
Cantidad	Detalle	Costo Unitario	Costo Total
1	Módulo Bluetooth RN41	70,00	70,00
3	LED's: Rojo, ambar y verde	0,17	0,50
1	Boquilla porcelana pared	0,20	0,20
5	Borneras	0,50	2,50
1	Caja grande 24 cm x 31.5 cm	6,80	6,80
1	Caja pequeña de 25 cm x 19 cm	3,14	3,14
1	Cajetín con tapa	0,50	0,50
1	Circuito impreso	28,00	28,00
1	Circuito Integrado LM358N	0,50	0,50
1	Condensador 100 UF	0,39	0,39
6	Condensadores 0.1 UF	0,11	0,67
4	Condensadores 0.33UF	0,25	1,00
1	Condensadores 10 UF	0,11	0,11
2	Condensadores 470UF	0,22	0,45
1	Dimmer de 600W-120V RI061B	5,75	5,75
1	Fusible 1 A	0,11	0,11
1	Foco incandescente 120V	1,12	1,12
2	Microcontrolador ATmega 8	4,82	9,63
1	Multímetro digital con termocupla tipo K	24,64	24,64
1	Portafusible	0,50	0,50
1	Programador ATMEL	22,50	22,50
1	Puente de diodos 1A-600V	0,45	0,45
1	Regulador de voltaje L7805	0,62	0,62
1	Regulador de Voltaje L7809	0,62	0,62
1	Regulador de voltaje LD1117	1,25	1,25
1	Repisa 90x30 Haya Melaminico	6,57	6,57
5	Resistencias: 3 de 330 Ω , 1 de 220 Ω , 1 de 10 K Ω , 1 de 20 K Ω	0,04	0,22
1	Sensor de Temperatura LM35 DZ	2,80	2,80
1	SWITCH	1,00	1,00
1	Tomacorriente polar	2,01	2,01
1	Transformador de voltaje 12V	6,72	6,72
1	USB Bluetooth	18,00	18,00
1	Zócalo de 28 PINES	0,39	0,39
1	Zócalo de 8 PINES	0,13	0,13
1	Accesorios Varios	70,00	70,00
1	Diseño y construcción de módulo	300,00	300,00
TOTAL			589,81

El costo total del proyecto es de \$ 600,00 dólares, se toma en cuenta un tiempo de 160 horas, para la investigación, diseño, e implementación del proyecto.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La construcción del módulo de monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth, permite comprender de forma didáctica la adquisición de datos de una variable física como la temperatura, mediante el uso del conversor análogo/digital del microcontrolador Atmeg8L, el procesamiento de los datos para transmisión serial y comunicación inalámbrica Bluetooth.

La interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW, recibe datos de temperatura provenientes del microcontrolador, a través de un enlace Bluetooth con una cobertura de hasta 10 m, por medio del perfil de puerto serial (SPP), que comunica la PC con el módulo Bluetooth RN41.

La interfaz gráfica muestra el valor de temperatura en grados centígrados, de forma numérica, tipo termómetro, y en función del tiempo, facilitando su lectura y entendimiento.

Con la tecnología Bluetooth, es posible desarrollar proyectos de comunicación inalámbrica de corto alcance y bajo costo, tiene diferentes perfiles de funcionamiento que ayudan a la interoperabilidad entre dispositivos de diferentes fabricantes.

El proyecto puede ser implementado para monitorear la temperatura de una estación o proceso, desde diferentes lugares donde se tenga cobertura Bluetooth, y la interferencia radioeléctrica sea aceptable.

5.2 RECOMENDACIONES

El módulo de monitoreo de temperatura mediante enlace Bluetooth, se lo puede hacer portable para llevarlo a cualquier lugar, implementando un fuente basada en una batería de 9 voltios, para generar los voltajes necesarios para el microcontrolador y el módulo Bluetooth.

Se puede conseguir una cobertura Bluetooth superior a 10 m, instalando un USB Bluetooth clase 1 que posea un mayor alcance, o implementando un nuevo circuito basado en el módulo RN41 que se conecta físicamente a la PC obteniendo así una cobertura de hasta 100m.

Para cerrar el programa de la interfaz gráfica se recomienda, presionar el botón virtual a OFF, para deshabilitar el monitoreo de temperatura y poder cerrar el programa en LabVIEW, se aconseja luego desconectarse del puerto serie virtual y desemparejar lo dispositivos Bluetooth, con el fin de evitar un mal funcionamiento del sistema.

Investigar las diferentes tendencias tecnológicas de actualidad, aplicables al campo de la electrónica, para mejorar el desarrollo e implementación de proyectos y facilitar la comprensión de los diferentes procesos que implica un sistema.

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

1. TANENBAUM, ANDREW S, **Redes de Computadores**, Mexico, Prentice Hall INC, 4ta edición, 2003.
2. VIZCAÍNO JOSÉ, SEBASTÍA JOSÉ, **LabView, Entorno Gráfico de programación**, Barcelona, Marcombo S. A, 2007.
3. NATIONAL INSTRUMENTS, **LabVIEW Básico 1 Introducción Manual del curso**, National Instruments Corporation , Edición Febrero 2006.
4. VALENCIA RAMIRO, **Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores AVR Lenguaje Basic (Bascom AVR)**, Ramiro Valencia, Edición 2008.
5. <http://www.rovingnetworks.com>
6. http://www.radiocomunicacion.com/ep/tit_a.htm
7. <http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos>
8. http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie
9. http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil_Bluetooth
10. <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D>
1
11. <http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>
12. <http://www.euskalnet.net/shizuka/rs232.htm>

13. <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>

14. <http://lat.3com.com/lat/products/wireless/bluetooth/faq.html>

15. http://www.slideshare.net/romanalbores/diapositivas-u2-2-bluetooth-v2?src=related_normal&rel=621760

16. <http://www.bluetooth.com/English/Technology/Building/Pages/Specification.aspx>

GLOSARIO

ACK (Acknowledgement): En español (acuse de recibo), se emplea en la comunicación entre computadores, es un mensaje que se envía para confirmar que un mensaje o un conjunto de mensajes han llegado, dependiendo del terminal de destino, puede tener la capacidad de detectar si el mensaje a llegado sin errores.

ALU (Arithmetic Logic Unit): La ALU (Unidad aritmética lógica) es una de las unidades que conforma la unidad central de proceso (CPU), se encarga de realizar operaciones aritméticas (resta, suma, división y multiplicación) y operaciones lógicas (OR, NOT, AND, XOR, XNOR).

ASCII (American Standard Code for Information Interchange): El código ASCII utiliza 7 bits para representar los caracteres, aunque inicialmente empleaba un bit adicional (bit de paridad) que se usaba para detectar errores en la transmisión.

ASCII extendido: Se denomina ASCII extendido a cualquier juego de caracteres de 8 bits

ARQ (Automatic Repeat-reQuest) (Solicitud de repetición automática): Protocolos utilizado para el control de errores en la transmisión de datos. Esta técnica de control de errores se basa en el reenvío de los paquetes de información que se detecten como erróneos

Banda base: Se denomina banda base al conjunto de señales que no sufren ningún proceso de modulación a la salida de la fuente que las origina, es decir son señales que son transmitidas en su frecuencia original. Dichas señales se pueden codificar.

CRC (cyclic redundancy check) (comprobación de redundancia cíclica): El CRC es un código de detección de error cuyo cálculo es una larga división de computación en el que se descarta el cociente y el resto se convierte en el resultado

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum): La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS) consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada dwell time e inferior a 400 ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo.

Memoria FIFO (First in first out): La memoria FIFO (en español primera en entrar primera en salir) es una memoria en la que la información que primero entra es la primera que se tiene disponible. En una memoria de datos FIFO se introducen datos, y el primer dato introducido es el que está disponible en primer lugar para ser extraído de entre una cierta cantidad de datos ingresados.

Modulación: Modulación es la incorporación de la información contenida en una señal, generalmente de baja frecuencia, sobre una señal de alta frecuencia (portadora). En el proceso de modulación, la señal de alta frecuencia queda modificada en alguno de sus parámetros (amplitud, frecuencia, fase, etc.) de manera proporcional a la amplitud de la señal de baja frecuencia (moduladora). La señal obtenida se denomina señal modulada. La modulación es un proceso clave para la transmisión de información a través de canales de comunicaciones.

PPP (Point-to-point Protocol) (Protocolo punto a punto): El protocolo PPP establece una comunicación a nivel de enlace entre dos computadoras.

Precisión: Es la capacidad de medir el mismo valor repetidas veces en idénticas condiciones.

Resolución: La resolución de un sensor es el menor cambio en la magnitud de entrada que se aprecia en la magnitud de salida.

Símbolos: Los símbolos pueden ser caracteres del alfabeto, números, bits, puntos, rayas, etc. En una comunicación de datos digitales, los bits son transportados por símbolos (variaciones de voltaje). Un símbolo es la unidad más corta (en cuanto a tiempo) de una señal digital. Los bits son transportados; los símbolos son los portadores.

ANEXOS

ANEXO 1: VOLTAJE DE RIZO DEL FILTRO POR CAPACITOR

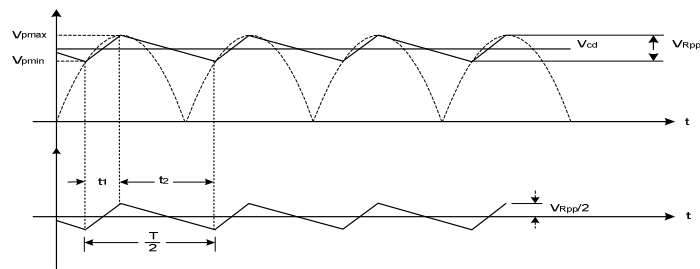


Figura 1 Forma de onda del rectificador de onda completa

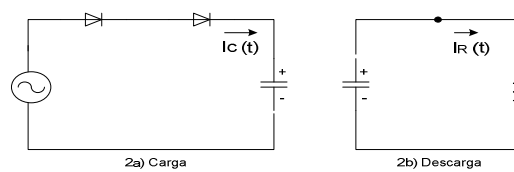


Figura 2 Circuito equivalente rectificador monofásico tipo puente con filtro C

Si t_1 es el tiempo de carga y t_2 es el tiempo de descarga del capacitor C. El capacitor se carga casi de forma instantánea al voltaje V_{pmax} , de modo que el voltaje del capacitor $V_c(t=t_1)=V_{pmax}$, La descarga del capacitor a través de la carga es de forma exponencial.

Se obtiene la siguiente ecuación de la figura 2b

$$i_R(t) + i_c(t) = 0 \quad (1)$$

Según la relación de voltaje corriente para la resistencia y el condensador se tiene

$$i_R = \frac{v}{R} \quad (2)$$

$$i_c = c \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

Ecuación 2 y 3 en 1

$$\frac{v}{R} + c \frac{dv}{dt} = 0$$

Resolviendo a ecuación diferencial

$$v(t) = Ae^{-t/RC}$$

Donde A es la constante de integración y tomando en cuenta como condición inicial que $V_c(t=0) = V_{pmax}$ se tiene como respuesta que el voltaje de descarga del capacitor a través de la carga es:

$$v(t) = V_{pmax}e^{-t/RC} \quad (4)$$

Donde: V_{pmax} = Voltaje de pico máximo de carga del capacitor

El voltaje rizo pico-pico (V_{Rpp}), en base a la figura 1 se determina por.

$$V_{Rpp} = v(t = t1) - v(t = t2)$$

$$V_{Rpp} = V_{pmax} - V_{pmax}e^{-t_2/RC}$$

Cuando el voltaje $v(t) = V_{pmax}e^{-t_2/RC}$ alcanza su valor mínimo $t_2 \cong \frac{T}{2}$, siendo T el periodo de la señal de entrada senoidal

$$V_{Rpp} = V_{pmax} - V_{pmax}e^{-T/2RC}$$

Tomando en cuenta una propiedad de los exponentes $e^{-x} \approx 1 - x$ se tiene que

$$V_{Rpp} = V_{pmax} - V_{pmax} \left(1 - \frac{T}{2RC}\right) = V_{pmax} \left(1 - 1 + \frac{T}{2RC}\right)$$

$$V_{Rpp} = \frac{V_{pmax}T}{2RC} \quad (5)$$

En función de la frecuencia de la señal de entrada

$$V_{Rpp} = \frac{V_{pmax}}{2fRC} \quad (5)$$

La corriente i_c que circula por los diodos durante la carga del capacitor se aproxima a la corriente de carga i_R por lo tanto

$$i_c = i_R = \frac{V_{pmax}}{R} \quad (6)$$

El voltaje de rizo pico-pico para una rectificador de onda completa es

$$V_{Rpp} = \frac{i_R}{2fC} \quad (7)$$

La ecuación del voltaje V_{Rpp} se puede expresar de forma general para el rectificador de media y onda completa

$$V_{Rpp} = \frac{I_{DC}}{f_{riz}C} \quad (8)$$

Donde

I_{DC} = la corriente que circula por la carga

f_{riz} = frecuencia de rizado, el valor de esta frecuencia dependerá del tipo de rectificador a emplearse.

C = Valor del capacitor en faradios

ANEXO 2: SENSOR DE TEMPERATURA LM35



November 2000

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in $^{\circ}$ Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ at room temperature and $\pm 1/2^{\circ}\text{C}$ over a full -55 to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only $60\ \mu\text{A}$ from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ temperature range, while the LM35C is rated for a -40° to $+110^{\circ}\text{C}$ range (-10° with improved accuracy). The LM35 series is available pack-

aged in hermetic TO-46 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.

Features

- Calibrated directly in $^{\circ}$ Celsius (Centigrade)
- Linear $+10.0\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$ scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at $+25^{\circ}\text{C}$)
- Rated for full -55° to $+150^{\circ}\text{C}$ range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than $60\ \mu\text{A}$ current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ typical
- Low impedance output, $0.1\ \Omega$ for $1\ \text{mA}$ load

Typical Applications

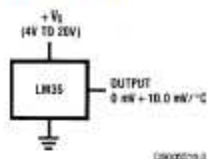
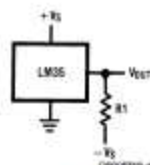


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor ($+2^{\circ}\text{C}$ to $+150^{\circ}\text{C}$)



Choose $R_1 = -V_{out}/50\ \mu\text{A}$
 $V_{out} = +1,500\ \text{mV}$ at $+150^{\circ}\text{C}$
 $= +250\ \text{mV}$ at $+25^{\circ}\text{C}$
 $= -550\ \text{mV}$ at -55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

Absolute Maximum Ratings (Note 10)									
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.				TO-92 and TO-220 Package, (Soldering, 10 seconds)				260°C	
				SO Package (Note 12)				215°C	
				Vapor Phase (60 seconds)				220°C	
				Infrared (15 seconds)				2500V	
				ESD Susceptibility (Note 11)				Specified Operating Temperature Range: T_{MIN} to T_{MAX} (Note 2)	
Supply Voltage		+35V to -0.2V		LM35, LM35A				-55°C to +150°C	
Output Voltage		+8V to -1.0V		LM35C, LM35CA				-40°C to +110°C	
Output Current		10 mA		LM35D				0°C to +100°C	
Storage Temp.:									
TO-48 Package,		-60°C to +180°C							
TO-92 Package,		-60°C to +150°C							
SO-8 Package,		-65°C to +150°C							
TO-220 Package,		-65°C to +150°C							
Lead Temp.:									
TO-48 Package, (Soldering, 10 seconds)		300°C							
Electrical Characteristics									
(Notes 1, 8)									
Parameter	Conditions	LM35A			LM35CA			Units (Max.)	
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)		
Accuracy (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.2	± 0.5		± 0.2	± 0.5		°C	
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	± 0.3			± 0.3		± 1.0	°C	
	$T_A = T_{MAX}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		°C	
	$T_A = T_{MIN}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4		± 1.5	°C	
Nonlinearity (Note 8)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.18		± 0.35	± 0.15		± 0.3	°C	
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	+10.0	+9.9, +10.1		+10.0		+9.9, +10.1	mV/°C	
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1$ mA	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.4	± 1.0		± 0.4	± 1.0		mV/mA	
	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	± 0.5		± 3.0	± 0.5		± 3.0	mV/mA	
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	± 0.01	± 0.05		± 0.01	± 0.05		mV/V	
	$4V \leq V_{\text{in}} \leq 30V$	± 0.02		± 0.1	± 0.02		± 0.1	mV/V	
Quiescent Current (Note 9)	$V_{\text{in}} = +5V, +25^\circ\text{C}$	56	67		56	67		μA	
	$V_{\text{in}} = +5V$	105		131	91		114	μA	
	$V_{\text{in}} = +30V, +25^\circ\text{C}$	56.2	68		56.2	68		μA	
	$V_{\text{in}} = +30V$	105.5		133	91.5		116	μA	
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4V \leq V_{\text{in}} \leq 30V, +25^\circ\text{C}$	0.2	1.0		0.2	1.0		μA	
	$4V \leq V_{\text{in}} \leq 30V$	0.5		2.0	0.5		2.0	μA	
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.5	+0.39		+0.5	μA/°C	
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C	
Long Term Stability	$T_J = T_{MAX}$, for 1000 hours	± 0.08			± 0.08			°C	

ANEXO 3: MICROCONTROLADOR ATMEGA8L

Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 8K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1K Byte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Three PWM Channels
 - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
 - Six Channels 10-bit Accuracy
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
 - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 Mhz, 3V, 25°C
 - Active: 3.6 mA
 - Idle Mode: 1.0 mA
 - Power-down Mode: 0.5 µA



8-bit **AVR**[®]
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash

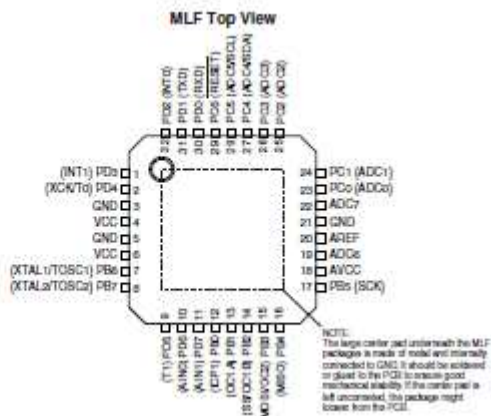
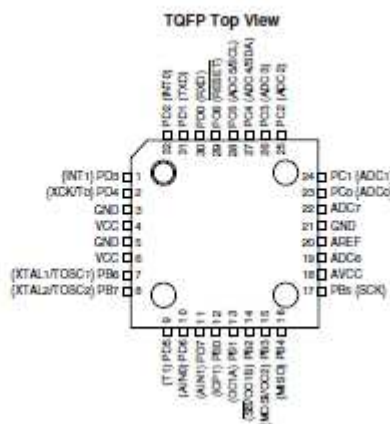
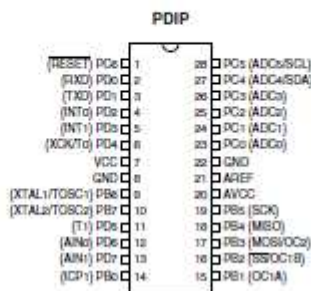
ATmega8
ATmega8L

Rev.248EX-AVR-06/10





Pin Configurations



ANEXO 4: MÓDULO BLUETOOTH RN-41



www.rovingnetworks.com

RN-41

DS-RN41-V3.1 8/31/2010

Class 1 Bluetooth® Module



Features

- Fully qualified Bluetooth 2.1/2.0/1.2/1.1 module
- Bluetooth v2.1+EDR support
- Postage stamp sized form factor, 13.4mm x 25.8 mm x2mm
- Low power (30mA connected, <10mA sniff mode)
- UART (SPP or HCI) and USB (HCI only) data connection interfaces.
- Sustained SPP data rates - 240Kbps (slave), 300Kbps (master)
- HCI data rates - 1.5Mbps sustained, 3.0Mbps burst in HCI mode
- Embedded Bluetooth stack profiles included (requires no host stack): GAP, SDP, RFCOMM and L2CAP protocols, with SPP and DUN profile support.
- Bluetooth SIG Qualified, End Product Listing
- Castellated SMT pads for easy and reliable PCB mounting
- Class 1 high power amplifier with on board ceramic RF chip antenna.
 - Certifications: FCC, ICS, CE
 - Environmentally friendly, RoHS compliant

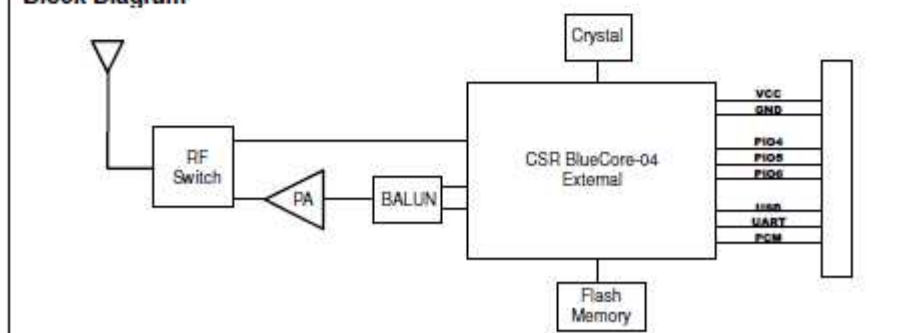
Applications

- Cable replacement
- Barcode scanners
- Measurement and monitoring systems
- Industrial sensors and controls
- Medical devices
- Asset tracking

Description

The RN41 is a small form factor, low power, highly economic Bluetooth radio for OEM's adding wireless capability to their products. The RN41 supports multiple interface protocols, is simple to design in and fully certified, making it a complete embedded Bluetooth solution. With its high performance on chip antenna and support for Bluetooth® Enhanced Data Rate (EDR), the RN41 delivers up to 3 Mbps data rate for distances to 100M.. The RN41 is the perfect product for engineers wanting to add wireless capability to their product but don't want to spend significant time and money developing Bluetooth specific hardware and software.

Block Diagram





Overview

- Baud rate speeds: 1200bps up to 921Kbps, non-standard baud rates can be programmed.
- Class 1 radio, 330' (100m) distance, 15dBm output transmitter, -80dBm typical receive sensitivity
- Frequency 2402 ~ 2480MHz,
- FHSS/GFSK modulation, 79 channels at 1MHz intervals
- Secure communications, 128 bit encryption
- Error correction for guaranteed packet delivery
- UART local and over-the-air RF configuration
- Auto-discovery/pairing requires no software configuration (instant cable replacement).
- Auto-connect master, IO pin (DTR) and character based trigger modes

Environmental Conditions

Parameter	Value
Temperature Range (Operating)	-40 °C ~ 85 °C
Temperature Range (Storage)	-40 °C ~ 85 °C
Relative Humidity (Operating)	≤90%
Relative Humidity (Storage)	≤90%

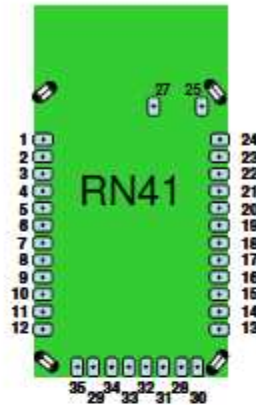
Electrical Characteristics

Parameter	Min	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage (DC)	3.0	3.3	3.6	V
RX Supply Current		35	60	mA
TX Supply Current		65	100	mA
Average power consumption				
Standby/Idle (default settings)		25		mA
Connected (normal mode)		30		mA
Connected (low power Sniff)		8		mA
Standby/Idle (Deep sleep enabled)	250uA	2.5		mA

Radio Characteristics

Parameter	Freq. (GHz)	Min	Typ	Max	Bluetooth Specification	Units
Sensitivity @ 0.1%BER	2.402	-	-80	-86	≤ -70	dBm
	2.441	-	-80	-86		dBm
	2.480	-	-80	-86		dBm
RF Transmit Power	2.402	15.0	16.0		≤ 20	dBm
	2.441	15.0	16.0			dBm
	2.480	15.0	16.0			dBm
Initial Carrier Frequency Tolerance	2.402	-	5	75	75	kHz
	2.441	-	5	75		kHz
	2.480	-	5	75		kHz
20dB bandwidth for modulated carrier		-	900	1000	≤ 1000	kHz
Drift (Five slots packet)		-	15	-	40	kHz
Drift Rate		-	13	-	20	kHz
Δf _{avg} Max Modulation	2.402	140	165	175	> 140	kHz
	2.441	140	165	175		kHz
	2.480	140	165	175		kHz
Δf _{2avg} Min Modulation	2.402	140	190	-	115	kHz
	2.441	140	190	-		kHz
	2.480	140	190	-		kHz

Pin Description



Top view

Pin	Name	Description	Default
1	GND		
2	SPI MOSI	Programming only	No Connect
3	PIO6	Set BT master (HIGH=auto-master mode)	Input to RN41 with weak pulldown
4	PIO7	Set Baud rate (HIGH = force 9600, LOW = 115K or firmware setting)	Input to RN41 with weak pulldown
5	RESET	Active LOW reset	Input to RN41 with 1K pullup
6	SPI CLK	Programming only	No Connect
7	PCM CLK	PCM interface	No Connect
8	PCM SYNC	PCM interface	No Connect
9	PCM IN	PCM interface	No Connect
10	PCM OUT	PCM interface	No Connect
11	VDD	3.3V regulated power input	
12	GND		
13	UART RX	UART receive input	Input to RN41
14	UART TX	UART transmit output	High level output from RN41
15	UART RTS	UART RTS, goes HIGH to disable host transmitter	Low level output from RN41
16	UART CTS	UART CTS, if set HIGH, disables transmitter	Low level input to RN41
17	USB D+	USB port	Pull up 1.5K when active
18	USB D-	USB port	
19	PIO2	Status, HIGH when connected, LOW otherwise	Output from RN41
20	PIO3	Auto discovery = HIGH	Input to RN41 with weak pulldown
21	PIO5	Status, toggles based on state, LOW on connect	Output from RN41
22	PIO4	Set factory defaults	Input to RN41 with weak pulldown
23	SPI CSB	Programming only	No Connect
24	SPI MISO	Programming only	No Connect
25	GND		
26	NC	RF pad keep all traces and planes clear.	
27-29	GND		
30	AIO0	Optional analog input	Not Used
31	PIO8	Status (RF data rx/tx)	Output from RN41
32	PIO9	IO	Input to RN41 with weak pulldown
33	PIO10	IO (remote DTR signal)	Input to RN41 with weak pulldown
34	PIO11	IO (remote RTS signal)	Input to RN41 with weak pulldown
35	AIO1	Optional analog input	Not Used

Comandos AT para la configuración del módulo Bluetooth.



www.rovingnetworks.com

Advanced User Manual

rn-bluetooth-um Version 4.77 11/21/2009

4 Command Reference

All commands are either one or two characters and can be upper or lower case. Arguments for commands are delimited by a comma. Commands take decimal input except where noted. Text data, such as Bluetooth name, and pin code, are case sensitive. Commands fall into five general categories:

SET COMMANDS	store information to flash, changes take effect after power cycle or reboot
GET COMMANDS	retrieve and display the stored information
CHANGE COMMANDS	temporarily change the value of serial baudrate, parity, etc.
ACTION COMMANDS	perform action such as inquiry, connect, etc.
GPIO COMMANDS	configure and manipulate GPIO signals

1.2 SET Commands

All set commands do not take effect until after the module has been rebooted.

S7,<1,0>	7 bit data mode. 1 to enable, 0 to disable. (setting can be seen with the "d" command).
SA,<1,0>	Authentication. 1 to enable, 0 to disable. This will force authentication when any remote device attempts to connect. Regardless of this setting, if a remote device forces authentication, this device will respond with the stored pin code. Once a remote device has exchanged pin codes with this device, a link key will be stored for future use. Up to 8 keys are automatically and permanently in flash on the device, in a first in, first out fashion.
SB,<timer>	Send BREAK. This is an immediate command, which can send a BREAK signal on the TX. The timer is used to send a variable length BREAK signal. Timer value Break length (in milliseconds) 1= 37ms, 2=18.5ms, 3=12ms, 4=9ms, 5= 7ms, 6=6ms. Example: "SB 2" sends a 18.5 millisecond break signal.
SC,<hex word>	Service Class (four hex values, 11 used, this is used with Device Class command below to create the 24 bit Class of Device number. Note the service class is interpreted by the inquiring device to determine the service. To see a complete listing of available Bluetooth service classes check the Bluetooth SIG web site. Example: "SC,0002"
SD,<hex word>	Device Class (four hex values, major and minor in a 16 bit word, used with service class above) Example: "SD,8040"

To set the Class of Device (COD) to 0x1F0123 use the commands



	SC,001F SD,0123
SE,<1,0>	Encryption 1 to enable, 0 to disable.
SF,1	Set Factory Defaults.
SI,<hex word> -	Inquiry Scan Window. Sets amount of time device spends enabling inquiry scan (discoverability). Minimum value is 0x0012, corresponding to about 1% duty cycle. Inquiry interval is fixed at 0x800, so time spent in inquiry is 0x12/0x100 by default. Maximum value is 0x800, set to 0x0000 to disable inquiry scan and make device non-discoverable. Default value is 0x0200.
SJ,<hex word>	Page Scan Window. Sets amount of time device spends enabling page scan (connectability). Minimum value is 0x0012, corresponding to about 1% duty cycle. Page Scan interval is fixed at 0x800, so time spent in page scan mode is 0x12/0x800 by default. Maximum value is 0x800, set to 0x0000 to disable page scan and make device non-connectable. Default value is 0x0200.
SL,<E,O,N>	Set UART parity. Can be any of, Even, Odd, or None. Only the first character is needed and must be capital. Example: "SL,E" sets the parity to Even.
SM,<5,4,3,2,1,0>	Mode (0=slave, 1=master, 2=trigger, 3=auto, 4=DTR, 5=ANY) Example: "SM,1" sets the mode to Master
SN,<name>	Name of the device, 20 characters maximum. Example: "SN,MyDevice"
S,<name>	Serialized Friendly Name of the device, 15 characters maximum. This command will automatically append the last 2 bytes of the BT MAC address to the name. Useful for generating a custom name with unique numbering. Example: S,MyDevice will set the name to "MyDevice-ABCD"
SO,<text>	Extended Status String, 8 character maximum. Setting this string to from 1 to 8 characters will enable status messages to be sent to the local serial port. Two status messages are sent, when a Bluetooth connection is established, the string "<text>CONNECT" will be sent. Upon a Disconnect, the string "<text>DISCONNECT" will be sent. This parameter is useful, for example, when connected to a printer, the printer can examine an escape sequence, if the <text> is set to ESC%, the printer can parse the ESC%CONNECT and ESC%DISCONNECT messages without interfering with normal print jobs. In Trigger or Master modes, the first character of this string is used as the BREAK connection character. Example: SO,ESC%



www.rovingnetworks.com

Advanced User Manual

m-bluetooth-um Version 4.77 11/21/2009

SP,<text> Security pin code, 20 character maximum. Each time the device success pairs, the BT address will be saved. Up to eight addresses can be stored on a first in first out bases. To erase all stored pairings, reset the passkey command. You can use the same value that is already set.

Example: *SP,secretcode* sets pin code to "secretcode"

SQ,<num> Special configuration commands, num is a decimal number with the following interpretation.

Command	Description
0	Disable all special commands
4	Disable reading the values of GPIO3 and GPIO6 on power-up. This command is used when reprogramming GPIO3 and GPIO6 from their default configuration.
16	Configures the firmware to optimize for low latency data transfers rather than throughput.
128	Allow for fast reconnect. This allows applications to disconnect and reconnect back to back quickly.
256	Set 2 stop bit mode on the UART.

SR,<address> Store remote address, 12 hex digits, (6 bytes) no spaces or characters between digits

Example: *SR,00A053112233* sets the remote Bluetooth address to *00A053112233*

NOTE there are two special characters that can be used for the address parameter:

- *SR,Z* will erase any stored address.
- *SR,I* will write the last address seen using the inquiry command. This can be helpful when you just have only one other device in range.

SS,<text> Service Name (1 to 20 characters).

Example: *SS,SerialPort* service name set to "SerialPort"

ST,<number> Configuration timer, number of seconds (range= 0 to 255 decimal) to allow remote configuration over Bluetooth after power up in Slave Mode. In all Master modes, the remote configuration timer is set to 0 (no remote configuration). In Trigger Master Mode, the configuration timer is used as an idle timer to break the connection after time expires with no characters being received.

Examples:

ST,0 disables remote configuration
ST,60 sets remote configuration to 60 seconds (default value)
ST,255 enables remote configuration forever



Advanced User Manual

www.rovingnetworks.com

m-bluetooth-um Version 4.77 11/21/2009

- SU,<rate>** Baudrate. (1200, 2400, 4800, 9600, 19.2, 28.8, 38.4, 57.6, 115K, 230K, 460K, 921K), only the first 2 characters are needed.
Example: *SU,57* sets the baudrate to 57600 baud.
- SW,<hex word>** Enable low power SNIFF mode. Default is 0000=disabled. SNIFF mode allows extreme low power operation. Device goes into a deep sleep, and wakes up every 625us * <hex word> to send/receive chars.
Example: *SW,0050* enables Sniff mode with interval time of 50 milliseconds
This will cause the module to enter low power sleep, and wake once every 50 milliseconds to check for RF activity. See Section 5.2 for more details on Sniff and managing power.
- SX,<1,0>** Bonding, if enabled only accept connections from the device that matches the stored Bluetooth address register will be accepted. The stored address register can be set with the SR command or will be set upon the first device pairing.
- SZ,<num>** Raw baud rate (decimal) allows entering of non-standard baud rates. Based on the formula $num = baudrate * 0.004096$.
- S-,<0,1>** Set profile to use according to the table below. See section 6.1 for more details on profiles.

<num>	Profile	Comments
0	SPP	Default , no modem control
1	DUN -DCE	Slave or gateway
2	DUN-DTE	Master or client
3	MDM SPP	With modem control signals
4	SPP and DUN-DCE	Multi-profile

- S?,<0,1>** Role Switch. Enables and disables Role Switch. If set, when an incoming connection is occurs to a slave mode device, an attempt will be made to force a role switch, allowing the slave to become the master. This is useful in situations where high speed data is being sent from the local device up to the remote host, and can result in better performance. However this may create a situation whereby the connecting host will not be able to make additional outbound connections (multipoint) while connected to this device. Default is DISABLED.
- SS,<char>** Configuration detect character. This allows a change from the default \$\$\$ to some other character. Factory defaults returns the device to \$\$\$.
- SL,<value>** Low power connect mode. Disables the Bluetooth radio and LED timers while not connected. When set, the module will cycle between active (discoverable and connectable) and low power deep sleep. This can save considerable power when the module is waiting for long periods of time without a connection. The trade off is additional latency when connecting or pairing. The value is a four digit number



4.3 ACTION Commands

\$\$\$	Enter command mode. Characters are passed as data until this exact sequence is seen. If any bytes are seen before or after the \$\$\$ characters in a 1 second window, command mode will not be entered and these bytes will be passed on to other side. NOTE: The device will only enter command mode if it is within the configuration timer window (60 seconds from power up by default). In master mode the configuration timer is set to zero. The character string to enter command mode is configurable using the <i>SS</i> command. Use <i>--</i> exit command mode. Exit command mode, "END" will be displayed.
+	Local echo. Toggle local echo of RX chars in command mode. (default is off).
C	Attempt to connect to the REMOTE stored address.
C,<address>	Connect to the address specified in hex format. The address is also stored as the REMOTE address.
CF<address>	Connect and immediately go into FAST data mode. NOTE: you will not be able to enter command mode while connected. PIO6 can still be used to disconnect. Thus PIO6 should be held HIGH before sending this command, as lowering PIO6 will cause a disconnect.
CFI	Connect and immediately go into FAST data mode using the LAST address found from the Inquiry command. NOTE: you will not be able to enter command mode while connected. PIO6 can still be used to disconnect.
CFR	Connect and immediately go into FAST data mode using the REMOTE address. Similar to the C command but bypasses the configuration timer.
CT<address>,<timer>	Connect with TIMER . The device will NOT use or store the remote address, rather will make a connection to the <address> (REQUIRED). The device will automatically disconnect after 7 seconds if no data is seen from UART or BT. An optional timer value can be entered to change the timer. This value is in ¼ seconds. So for a 30 second timer, use 120 as the value. The maximum value is 255 (64 seconds)
F,I	Go into fast data mode, ends configuration immediately.
I,<time>,<COD>	Performs an inquiry scan. Default time is 10 seconds, maximum is 48. COD parameter is optional, 0 or no entry looks for all device classes. When entering a COD you must provide all six characters, i.e. 0040F0 for COD 0x40F0. A maximum

ANEXO 5: AMPLIFICADOR OPERACIONAL LM358



LM158,A-LM258,A
LM358,A

LOW POWER DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS

- INTERNALLY FREQUENCY COMPENSATED
- LARGE DC VOLTAGE GAIN: 100dB
- WIDE BANDWIDTH (unity gain): 1.1MHz (temperature compensated)
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/OP (500µA) ESSENTIALLY INDEPENDENT OF SUPPLY VOLTAGE
- LOW INPUT BIAS CURRENT: 20nA (temperature compensated)
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE: 2mV
- LOW INPUT OFFSET CURRENT: 2nA
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE RANGE EQUAL TO THE POWER SUPPLY VOLTAGE
- LARGE OUTPUT VOLTAGE SWING 0V TO ($V_{cc} - 1.5V$)

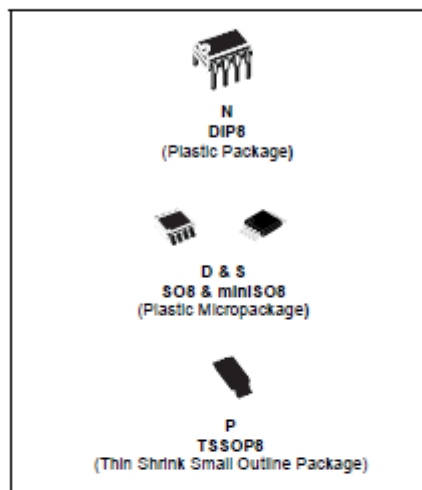
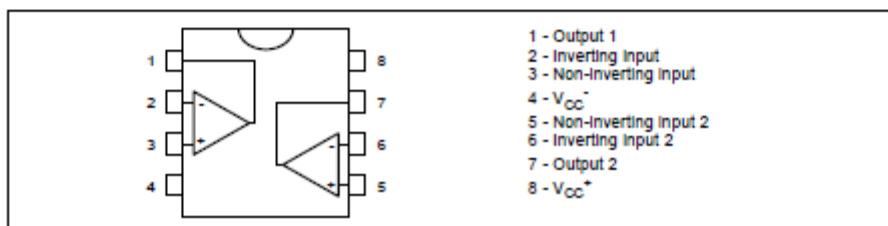
DESCRIPTION

These circuits consist of two independent, high gain, internally frequency compensated which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. The low power supply drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, these circuits can be directly supplied with the standard +5V which is used in logic systems and will easily provide the required interface electronics without requiring any additional power supply.

In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

PIN CONNECTIONS (top view)



ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package			
		N	S	D	P
LM158,A	-55°C, +125°C	•		•	•
LM258,A	-40°C, +105°C	•		•	•
LM358,A	0°C, +70°C	•	•	•	•

Example : LM258N

N = Dual In Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)
S = Small Outline Package (miniSO) only available in Tape & Reel (DT)
P = Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP) - only available in Tape & Reel (PT)

ANEXO 6: REGULADORES DE VOLTAJE

Regulador de voltaje 7809 y 7805



**L7800
SERIES**

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

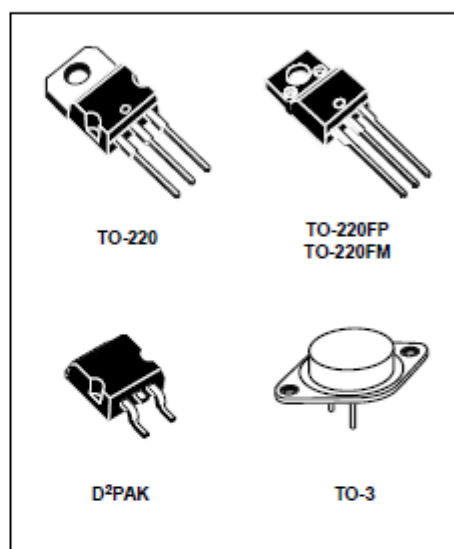
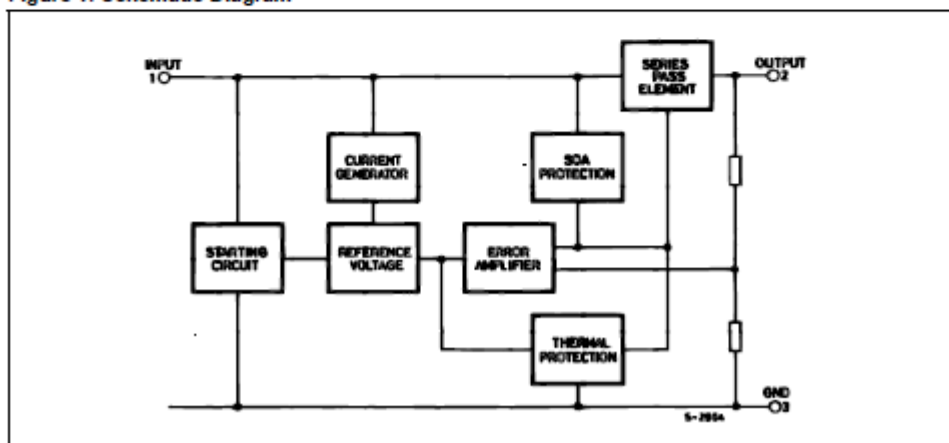


Figure 1: Schematic Diagram



L7800 SERIES

Figure 3: Connection Diagram (top view)

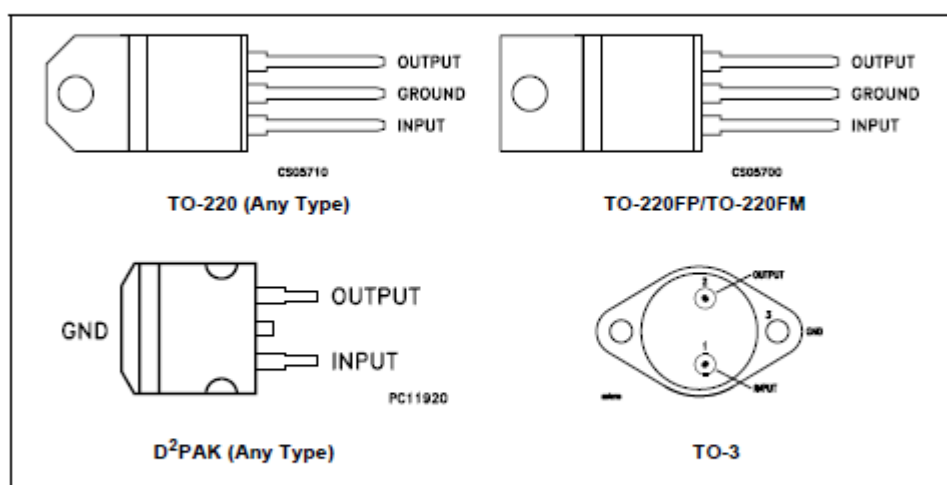


Table 3: Order Codes

TYPE	TO-220 (A Type)	TO-220 (C Type)	TO-220 (E Type)	D ² PAK (A Type) (*)	D ² PAK (C Type) (T & R)	TO-220FP	TO-220FM	TO-3
L7805								L7805T
L7805C	L7805CV	L7805C-V	L7805CV1	L7805CD2T	L7805C-D2TR	L7805CP	L7805CF	L7805CT
L7852C	L7852CV			L7852CD2T		L7852CP	L7852CF	L7852CT
L7808								L7808T
L7808C	L7808CV	L7808C-V		L7808CD2T		L7808CP	L7808CF	L7808CT
L7808								L7808T
L7808C	L7808CV	L7808C-V		L7808CD2T		L7808CP	L7808CF	L7808CT
L7885C	L7885CV			L7885CD2T		L7885CP	L7885CF	L7885CT
L7809C	L7809CV	L7809C-V		L7809CD2T		L7809CP	L7809CF	L7809CT
L7810C	L7810CV			L7810CD2T		L7810CP		
L7812								L7812T
L7812C	L7812CV	L7812C-V		L7812CD2T		L7812CP	L7812CF	L7812CT
L7815								L7815T
L7815C	L7815CV	L7815C-V		L7815CD2T		L7815CP	L7815CF	L7815CT
L7818								L7818T
L7818C	L7818CV			L7818CD2T		L7818CP	L7818CF	L7818CT
L7820								L7820T
L7820C	L7820CV			L7820CD2T		L7820CP	L7820CF	L7820CT
L7824								L7824T
L7824C	L7824CV			L7824CD2T		L7824CP	L7824CF	L7824CT

(*) Available in Tape & Reel with the suffix "-TR".

Características regulador de voltaje 7805

Table 12: Electrical Characteristics Of L7805C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500$ mA, $C_I = 0.33$ μF , $C_O = 0.1$ μF unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5$ mA to 1 A $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7$ to 20 V	4.75	5	5.25	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 7$ to 25 V $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	100	mV
		$V_I = 8$ to 12 V $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	50	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5$ mA to 1.5 A $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250$ to 750 mA $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5$ mA to 1 A			0.5	mA
		$V_I = 7$ to 25 V			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5$ mA		-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	B = 10Hz to 100KHz $T_J = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8$ to 18 V $f = 120\text{Hz}$	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1$ A $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1$ KHz		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35$ V $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Características regulador de voltaje 7809

Electrical Characteristics (KA7809A)

(Refer to the test circuits. $0^{\circ}\text{C} < T_J < +125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1\text{A}$, $V_I = 15\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	
Output Voltage	VO	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	8.82	9.0	9.18	V	
		$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11.2\text{V to } 24\text{V}$	8.65	9.0	9.35		
Line Regulation (Note1)	Regline	$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$ $I_O = 500\text{mA}$	-	6	90	mV	
		$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$	-	4	45		
		$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 11.5\text{V to } 24\text{V}$	-	6		90
		$V_I = 12.5\text{V to } 19\text{V}$	-	2	45		
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$ $I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	12	100	mV	
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	12	100		
		$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	5	50		
Quiescent Current	IQ	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	6.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 11.7\text{V to } 25\text{V}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	-	0.8	mA	
		$V_I = 12\text{V to } 25\text{V}$, $I_O = 500\text{mA}$	-	-	0.8		
		$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	-	0.5		
Output Voltage Drift	$\Delta V/\Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-1.0	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	VN	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$ $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	10	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$, $I_O = 500\text{mA}$ $V_I = 12\text{V to } 22\text{V}$	-	62	-	dB	
Dropout Voltage	VDrop	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.0	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1\text{KHz}$	-	17	-	$\text{m}\Omega$	
Short Circuit Current	ISC	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	250	-	mA	
Peak Current	IPK	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Change in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

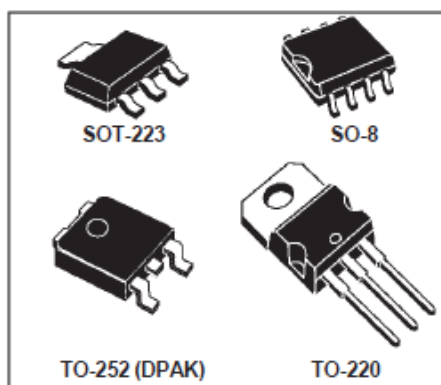
Regulador de voltaje LD1117

LD1117
SERIESLOW DROP FIXED AND ADJUSTABLE
POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- LOW DROPOUT VOLTAGE (1V TYP)
- 2.85V DEVICE PERFORMANCES ARE SUITABLE FOR SCSI-2 ACTIVE TERMINATION
- OUTPUT CURRENT UP TO 800mA
- FIXED OUTPUT VOLTAGE OF: 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V, 5.0V
- ADJUSTABLE VERSION AVAILABILITY ($V_{ref}=1.25V$)
- INTERNAL CURRENT AND THERMAL LIMIT
- AVAILABLE IN $\pm 1\%$ (AT 25°C) AND 2% IN FULL TEMPERATURE RANGE
- SUPPLY VOLTAGE REJECTION: 75 dB (TYP)
- TEMPERATURE RANGE: 0°C TO 125°C

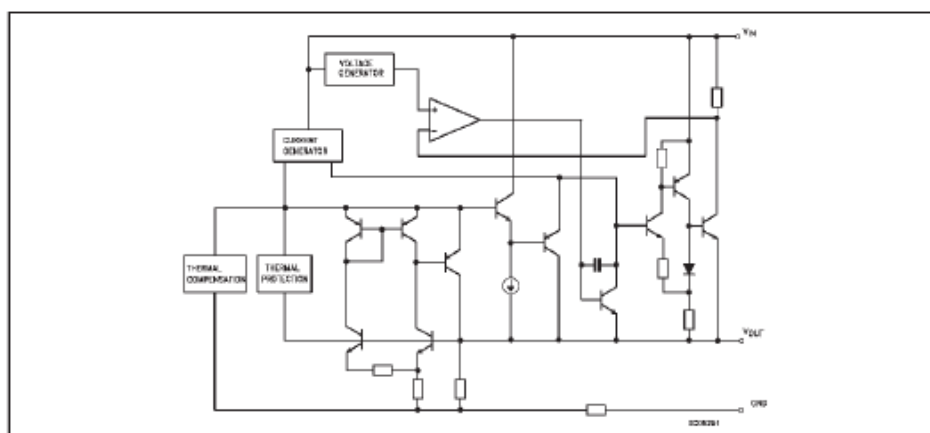
DESCRIPTION

The LD1117 is a LOW DROP Voltage Regulator able to provide up to 800mA of Output Current, available even in adjustable version ($V_{ref}=1.25V$). Concerning fixed versions, are offered the following Output Voltages: 2.5V, 2.85V, 3.0V, 3.3V and 5.0V. The 2.85V type is ideal for SCSI-2 lines active termination. The device is supplied in: SOT-223, DPAK, SO-8 and TO-220. The SOT-223 and DPAK surface mount packages optimize the thermal characteristics even offering a relevant space saving effect. High efficiency is assured by NPN



pass transistor. In fact in this case, unlike than PNP one, the Quiescent Current flows mostly into the load. Only a very common 10 μ F minimum capacitor is needed for stability. On chip trimming allows the regulator to reach a very tight output voltage tolerance, within $\pm 1\%$ at 25 °C. The ADJUSTABLE LD1117 is pin to pin compatible with the other standard Adjustable voltage regulators maintaining the better performances in terms of Drop and Tolerance.

BLOCK DIAGRAM



LD1117 SERIES

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

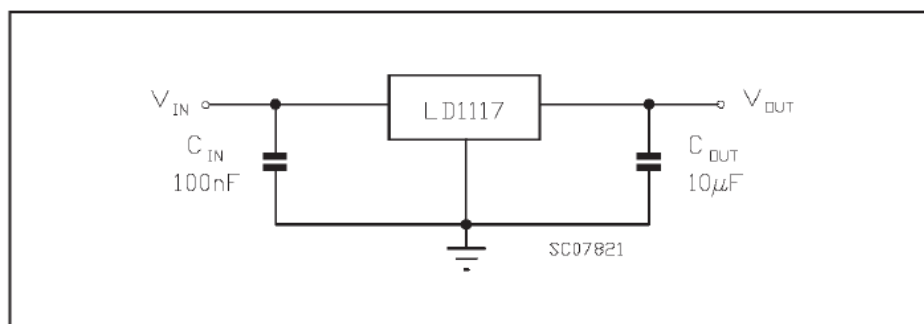
Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{IN}	DC Input Voltage	15	V
P_{tot}	Power Dissipation	12	W
T_{stg}	Storage Temperature Range	-40 to 150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range	0 to 125	°C

Absolute Maximum Ratings are those value beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied. Over the above suggested Max Power Dissipation a Short Circuit could definitively damage the device.

THERMAL DATA

Symbol	Parameter	SOT-223	SO-8	DPAK	TO-220	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case	15	20	8	3	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient				50	°C/W

APPLICATION CIRCUIT



LD1117 SERIES

ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR LD1117#33 (refer to the test circuits, $T_j = 0$ to 125 °C, $C_o = 10 \mu F$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$V_{in} = 5.3 V$ $I_o = 10 mA$ $T_j = 25^\circ C$	3.267	3.3	3.333	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 0$ to 800 mA $V_{in} = 4.75$ to 10 V	3.235		3.365	V
ΔV_o	Line Regulation	$V_{in} = 4.75$ to 15 V $I_o = 0 mA$		1	6	mV
ΔV_o	Load Regulation	$V_{in} = 4.75 V$ $I_o = 0$ to 800 mA		1	10	mV
ΔV_o	Temperature Stability			0.5		%
ΔV_o	Long Term Stability	1000 hrs $T_j = 125^\circ C$		0.3		%
V_{in}	Operating Input Voltage	$I_o = 100 mA$			15	V
I_d	Quiescent Current	$V_{in} \leq 15 V$		5	10	mA
I_o	Output Current	$V_{in} = 8.3 V$ $T_j = 25^\circ C$	800	950	1200	mA
eN	Output Noise Voltage	$B = 10 Hz$ to 10KHz $T_j = 25^\circ C$		100		μV
SVR	Supply Voltage Rejection	$I_o = 40 mA$ $f = 120 Hz$ $T_j = 25^\circ C$ $V_{in} = 6.3 V$ $V_{ripple} = 1 V_{pp}$	60	75		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 100 mA$ $I_o = 500 mA$ $I_o = 800 mA$		1 1.05 1.1	1.1 1.15 1.2	V
	Thermal Regulation	$T_a = 25^\circ C$ 30ms Pulse		0.01	0.1	%/W