

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA**

**“IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO PARA EL
CONTROL DE ILUMINACION EN UN AMBIENTE DE
HOGAR, EMPLEANDO TECNOLOGIA BLUETOOTH.”**

WALTER GEOVANNY BARAHONA ROJAS

**Sangolquí - Ecuador
2009**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado fue realizado en su totalidad por el Sr. Walter Geovanny Barahona Rojas bajo nuestra dirección.

Ing. Rodolfo Gordillo

DIRECTOR

Ing. Julio Larco

CODIRECTOR

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la implementación de un prototipo electrónico que permita controlar la iluminación en un ambiente de hogar empleando tecnología *bluetooth*.

El dispositivo creado es capaz de realizar el control ON-OFF y la variación de la intensidad de iluminación para dos bombillos. El prototipo está compuesto por un dispositivo *bluetooth* que permite recibir información de los dispositivos que van a manipular al prototipo como son una PC y PDA (Palm Treo 650), la información que sea recibida por el *bluetooth* es transmitida a un microcontrolador mediante una conexión serial, esta información es procesada y enviada a una etapa de potencia para el control de los bombillos de 110 V.

Los elementos que van a manipular al prototipo establecen una comunicación serie *bluetooth* utilizando un software para la PC llamado BlueSoleil, mientras que la PDA se emplea una aplicación que permite establecer una comunicación de forma serial realizada en Palm OS Developer Suite.

Se realizaron pruebas con el fin de verificar el funcionamiento y desempeño del prototipo implementado. Las pruebas consistieron en el control ON-OFF para cada bombillo y la variación de la intensidad de iluminación para ambos bombillos. También se realizaron varias pruebas de cobertura entre una PC y PDA obteniendo un valor promedio de la distancia de alcance.

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.

A ti DIOS que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.
Con mucho cariño principalmente a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí.

A mí hermana Janeth que siempre a estado pendiente de mí en los buenos y malos momentos de mi vida

Este trabajo también es dedicado a mi precioso hijo Alexander y a la dueña de mi corazón Gina y a toda mi familia que me supieron ayudar de cualquier manera..... Muchas gracias por todo el apoyo brindado.

Walter Barahona

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por darme unos padres muy comprensivos que me supieron apoyar en los buenos y malos momentos de mi vida. Siempre me han apoyado en mis estudios siendo un eje principal para poder lograr mis metas. De la misma manera un agradecimiento al Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE, por haberme brindado los conocimientos durante el ciclo estudiantil que serán útiles para mi desempeño profesional. Para la elaboración de este proyecto agradezco a mi director de tesis Ing. Rodolfo Gordillo, como al codirector Ing. Julio Larco quienes compartieron sus conocimientos y supieron guiarme durante la elaboración del proyecto.

PRÓLOGO

En la actualidad la mayoría de personas en sus hogares no utilizan de forma correcta la iluminación debido a que su control se realiza manualmente a través de interruptores y por lo general existen momentos en que olvidamos de apagar los bombillos de nuestra casa dando como resultados un aumento en el consumo de energía y por ende se incrementa el costo en el pago la energía eléctrica. Estos son algunos motivos por la cual las personas no pueden ahorrar en consumo de energía eléctrica dando con resultados cortes de luz durante todo el año. Es por esta razón que en este proyecto se realizará un dispositivo electrónico que permita controlar y manipular la intensidad de iluminación de los bombillos de forma inalámbrica e interactiva mediante una PC o PDA (Teléfono celular) empleando tecnología *bluetooth*.

Esta aplicación empleada en un hogar dará como resultado una casa inteligente la cual se puede manipular en forma remota.

Este tipo de control en un ambiente de hogar es conocido como domótica, que es un conjunto de sistemas capaces de automatizar un hogar, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, como por ejemplo manejar las luces de la casa, prenderlas o reducir su intensidad, subir persianas, correr cortinas, controlar la calefacción o refrigeración de los ambientes, el ventilador de techo, o activar el filtro de la pileta cuyo control se puede realizar dentro y fuera del hogar, dando como resultado un gran confort y una mejor forma de vida para el propietario.

El presente trabajo está organizado en 5 capítulos, en los cuales se tratan todos los aspectos referentes al proyecto, desde conceptos referente a la tecnología bluetooth, hasta las especificaciones y manual de usuario del dispositivo implementado.

CAPÍTULO 1. En el primer capítulo consta toda la información teórica necesaria sobre la tecnología bluetooth, descripción técnica, tipo de topologías, pila del protocolo bluetooth, comunicación entre dispositivos de forma serial SPP, seguridad bluetooth y audio

CAPITULO 2. En este capítulo se presenta el diseño del sistema correspondiente al hardware. En este capítulo se especifica todos los elementos electrónicos para la implementación del dispositivo como los elementos para realizar la manipulación de éste.

CAPITULO 3. El tercer capítulo se refiere a la elaboración del software para el dispositivo implementado. En este capítulo se especifica el control de la iluminación realizada mediante software, también se detalla la comunicación bluetooth entre el dispositivo implementado con una PC y PDA (Teléfono celular).

CAPITULO 4. En este capítulo se exponen pruebas de alcance realizadas al dispositivo diseñado empleando una PC y PDA.

CAPÍTULO 5. En el último capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones que han sido producto del presente trabajo.

Además en la sección anexos se muestra información técnica relevante de los circuitos electrónicos utilizados y el manual de usuario del dispositivo implementado.

INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| GENERALIDADES DE BLUETOOTH | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2 HISTORIA DE LA TECNOLOGIA BLUETOOTH | 2 |
| 1.2.1 Características Técnicas | 4 |
| 1.2.2 Ventajas y desventajas de Bluetooth | 4 |
| 1.3 PILA DEL PROTOCOLO BLUETOOTH | 5 |
| 1.3.1 Comparación entre pila bluetooth con el modelo OSI | 7 |
| 1.3.1.1 Radio Bluetooth | 8 |
| 1.3.1.1.1 Transmisor y receptor | 9 |
| 1.3.1.1.2 Frecuencia de operación | 10 |
| 1.3.1.1.3 Rango de frecuencias | 10 |
| 1.3.1.1.4 Modulación empleada en bluetooth | 10 |
| 1.3.1.1.5 Reloj bluetooth | 11 |
| 1.3.1.2 Banda base y controlador de enlace | 13 |
| 1.3.1.2.1 Maestro, esclavo y topologías | 14 |
| 1.3.1.2.2 Enlaces físicos | 16 |
| 1.3.1.2.2.1 Enlaces SCO | 17 |
| 1.3.1.2.2.2 Enlaces ACL | 17 |
| 1.3.1.2.3 Paquetes Bluetooth | 18 |
| 1.3.1.2.4 Conexión entre dispositivos bluetooth | 20 |
| 1.3.1.3 Link Manager | 21 |
| 1.3.1.4 Host Controller Interface (HCI) | 22 |
| 1.3.1.5 L2CAP | 23 |
| 1.3.1.6 RFCOMM | 24 |
| 1.3.1.6.1 Perfil de puerto serie (SPP) | 25 |
| 1.4 Audio | 28 |
| 1.5 Seguridad | 28 |
| CAPÍTULO 2 | 30 |
| DISEÑO DEL SISTEMA | 30 |
| 2.1 DISEÑO DEL HARDWARE | 31 |
| 2.1.1 Requerimientos del prototipo | 31 |
| 2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES | 31 |
| 2.2.1 Descripción de los bloques | 32 |
| 2.3 MATERIALES PARA IMPLEMENTAR EN PROTOTIPO | 33 |
| 2.3.1 Dispositivo Bluetooth GL-6B | 33 |
| 2.3.2 LM 1117(Regulador de voltaje 3.3V) | 36 |
| 2.3.3 Microcontrolador ATmega8 | 37 |
| 2.3.3.1 Oscilador de cristal | 39 |
| 2.3.4 Optoacopladores (MOC3020) | 40 |
| 2.3.5 BT139 (Triac) | 41 |
| 2.3.6 W10M (Puente rectificador) | 41 |
| 2.3.7 Transformador de 110-12V | 42 |
| 2.3.8 Enchufe de tomacorriente | 43 |
| 2.3.9 Diodo Led | 43 |
| 2.3.10 Bombillos de 110 V | 44 |

| | | |
|--|---|------------|
| 2.4 | DIAGRAMA CIRCUITAL DEL PROTOTIPO----- | 44 |
| 2.4.1 | Circuito entre Bluetooth GL-6B con Atmega8----- | 47 |
| 2.4.2 | Circuito para controlar la iluminación----- | 49 |
| 2.4.3 | Circuito para el control ON-OFF----- | 54 |
| 2.5 | IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO----- | 55 |
| 2.6 | DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO----- | 56 |
| 2.7 | MONTAJE DE UNA CARCASA SOBRE EL PROTOTIPO----- | 57 |
| 2.8 | ELEMENTOS PARA MANIPULAR EL PROTOTIPO----- | 61 |
| 2.8.1 | PC----- | 61 |
| 2.8.1.1 | Dispositivo bluetooth USB dongle----- | 61 |
| 2.8.2 | PDA -Palm Treo 650----- | 63 |
| 2.9 | ANÁLISIS ECONÓMICO DE TODOS LOS ELEMENTOS----- | 67 |
| CAPÍTULO 3----- | | 68 |
| DISEÑO DEL SOFTWARE----- | | 68 |
| 3.1 | COMPILADORES----- | 68 |
| 3.1.1 | Bascom-Avr----- | 68 |
| 3.1.2 | Proteus Professional----- | 71 |
| 3.2 | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA----- | 73 |
| 3.2.1 | EXPLICACION DEL CODIGO DEL PROGRAMA----- | 74 |
| 3.2.2 | Algoritmo para el inicio de la comunicación bluetooth----- | 75 |
| 3.2.3 | Algoritmo para el control de la intensidad de iluminación----- | 78 |
| 3.2.4 | Algoritmo para el control ON-OFF----- | 80 |
| 3.3 | SIMULACIÓN----- | 81 |
| 3.3.1 | Gráficas de simulación----- | 82 |
| 3.4 | PROGRAMAS PARA MANIPULAR EL PROTOTIPO----- | 87 |
| 3.4.1 | Software para la PC----- | 87 |
| 3.4.1.1 | BlueSoleil----- | 87 |
| 3.4.1.2 | Hyper Terminal----- | 88 |
| 3.4.2 | Software para la Palm Treo 650----- | 89 |
| 3.4.2.1 | Palm Source----- | 90 |
| 3.4.2.2 | Palm OS Garnet Simulator----- | 90 |
| 3.4.2.3 | Palm OS Emulator----- | 91 |
| 3.4.2.4 | Palm OS Resource Editor----- | 91 |
| 3.4.2.5 | Palm OS Developer Suite----- | 92 |
| 3.4.3 | Programa para la Palm Treo 650----- | 93 |
| 3.4.3.1 | Procedimiento para instalar un .prc en la Palm Treo 650----- | 97 |
| CAPÍTULO 4----- | | 102 |
| PRUEBAS Y RESULTADOS----- | | 102 |
| 4.1 | PRUEBAS DEL CONTROL DE ILUMINACIÓN----- | 102 |
| 4.1.1 | PC con dispositivo USB dongle----- | 103 |
| 4.1.1.1 | Pruebas de control ON para bombillo 1 –bombillo 2----- | 103 |
| 4.1.1.2 | Pruebas de control OFF para Bombillo 1 –Bombillo 2----- | 110 |
| 4.1.1.3 | Prueba del control de iluminación empleada a los dos bombillos----- | 110 |
| 4.1.2 | PDA-Palm Treo 650----- | 112 |
| 4.2 | PRUEBAS DE COBERTURA ENTRE (PC-PDA) con el prototipo----- | 114 |
| CAPÍTULO 5----- | | 118 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES----- | | 118 |
| 5.1 | CONCLUSIONES----- | 118 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES----- | 119 |

| | |
|--|-----|
| ANEXOS ----- | 120 |
| MANUAL DE USUARIO----- | 121 |
| HOJA TÉCNICA DEL DISPOSITIVO BLUETOOTH GL-6B ----- | 129 |
| HOJA TÉCNICA DEL MICROCONTROLADOR ATmega8 ----- | 135 |
| HOJA TÉCNICA DEL MOC3020----- | 142 |
| HOJA TÉCNICA DEL BT139 ----- | 144 |
| HOJA TÉCNICA DEL W10M ----- | 153 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS----- | 156 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1.1. Estándares Bluetooth ----- | 3 |
| Tabla 1.2. Frecuencia de operación Bluetooth ----- | 10 |
| Tabla 1.3. Clases de transmisores ----- | 10 |
| Tabla 2.1. Modos de operación ----- | 34 |
| Tabla 2.2. Osciladores para los ATmega ----- | 39 |
| Tabla 2.3. Valores de capacitores ----- | 39 |
| Tabla 2.4. Especificaciones técnicas Palm Treo 650 ----- | 65 |
| Tabla 2.5. Tabla de elementos para la implementación del prototipo ----- | 67 |
| Tabla 3.1. Caracteres que controlan la iluminación de los bombillos ----- | 73 |
| Tabla 4.1. Pruebas del control de iluminación ----- | 102 |
| Tabla 4.2. Pruebas del control de iluminación ----- | 115 |
| Tabla 4.3. Comparación de valores obtenidos en la practica y teórico ----- | 116 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Pila del protocolo bluetooth | 6 |
| Figura 1.2. Modelo OSI vs. Bluetooth | 7 |
| Figura 1.3. Distribución de la banda ICM | 8 |
| Figura 1.4. Transmisor y receptor bluetooth | 9 |
| Figura 1.5. Reloj bluetooth | 12 |
| Figura 1.6. Banda base y control de enlace | 13 |
| Figura 1.7. Maestro y esclavo | 14 |
| Figura 1.8. Topología piconet | 15 |
| Figura 1.9. Topología scatternet | 16 |
| Figura 1.10. Estructura del paquete bluetooth | 18 |
| Figura 1.11. Estados para comunicación bluetooth | 20 |
| Figura 1.12. Link Manager | 21 |
| Figura 1.13. Host Controller Interface | 22 |
| Figura 1.14. L2CAPaa | 23 |
| Figura 1.15. Comunicación mediante cable seria emulado | 25 |
| Figura 1.16 Dos PCs estableciendo una conexión con cable serie emulado | 26 |
| Figura 2.1. Funcionamiento del prototipo | 30 |
| Figura 2.2. Diagrama de bloques del prototipo | 32 |
| Figura 2.3. Bluetooth GL-6B | 33 |
| Figura 2.4. Diagrama de bloques del Bluetooth GL-6B | 35 |
| Figura 2.5. Pines de conexión Bluetooth GL-6B | 35 |
| Figura 2.6. Dispositivo bluetooth GL-6B ubicada en una placa | 36 |
| Figura 2.7. Pines de conexión LM1117 | 37 |
| Figura 2.8. Microcontrolador ATmega8 | 37 |
| Figura 2.9. Configuración de pines ATmega8 | 38 |
| Figura 2.10. Optoacoplador | 40 |
| Figura 2.11. Pines de conexión MOC3020 | 41 |
| Figura 2.12. Pines de conexión Triac | 41 |
| Figura 2.13. Puente rectificador | 42 |
| Figura 2.14. Onda rectificada | 42 |
| Figura 2.15. Transformador de 110-12V | 42 |
| Figura 2.16. Enchufe de tomacorriente | 43 |
| Figura 2.17. Diodo Led | 43 |
| Figura 2.18. Bombillo de 110 V | 44 |
| Figura 2.19. Circuito del prototipo | 46 |
| Figura 2.20. Conexión entre bluetooth GL-6B con ATmega8 | 47 |
| Figura 2.21. Circuito entre Bluetooth GL-6B con ATmega8 | 48 |
| Figura 2.22. Circuito para controlar la intensidad de iluminación | 49 |
| Figura 2.23. Alimentación de un bombillo a AC | 50 |
| Figura 2.24. Onda senoidal de la señal AC | 50 |
| Figura 2.25. Conexión del transformador a una alimentación AC | 51 |
| Figura 2.26. Onda senoidal a la salida del transformador | 51 |
| Figura 2.27. Onda senoidal rectificada | 52 |
| Figura 2.28. Onda rectificada con circuito cruce por cero | 53 |
| Figura 2.29. Circuito para el control ON-OFF | 54 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.30. Implementación del prototipo en protoboard ----- | 55 |
| Figura 2.31. Diseño del circuito impreso ----- | 56 |
| Figura 2.32. Visualización en 3D del circuito impreso ----- | 56 |
| Figura 2.33. Carcasa del prototipo ----- | 58 |
| Figura 2.34. Prototipo sujeto a una base de la carcasa ----- | 59 |
| Figura 2.35. Vista superior de la carcasa ----- | 59 |
| Figura 2.36. Vista lateral derecha de la carcasa ----- | 60 |
| Figura 2.37. Vista frontal de la carcasa ----- | 60 |
| Figura 2.38. Dispositivo bluetooth usb dongle ----- | 61 |
| Figura 2.39. Cable serie RS-232C ----- | 64 |
| Figura 2.40. Palm Treo 650 ----- | 65 |
| Figura 3.1. Bascom –Avr ----- | 69 |
| Figura 3.2. Diagrama de flujo ----- | 74 |
| Figura 3.3. Circuito empleado para simular el prototipo ----- | 81 |
| Figura 3.4. Presentación del menú empleando virtual terminal ----- | 82 |
| Figura 3.5. Caracteres para el control ON en virtual terminal ----- | 83 |
| Figura 3.6. Visualización de los bombillos encendidos ----- | 83 |
| Figura 3.7. Carácter para en control ON del bombillo1 ----- | 84 |
| Figura 3.8. Visualización del bombillo 1 apagado ----- | 84 |
| Figura 3.9. Ondas para el control de la intensidad de iluminación ----- | 85 |
| Figura 3.10. Señal de la salida del microcontrolador ----- | 85 |
| Figura 3.11. Aumentando la amplitud de la señal ----- | 86 |
| Figura 3.12. Limite máximo de la iluminación ----- | 86 |
| Figura 3.13. Dispositivo usb dongle con CD BlueSoleil ----- | 87 |
| Figura 3.14. Puertos seriales pertenecientes al BlueSoleil ----- | 88 |
| Figura 3.15. Ventana de hyper terminal ----- | 89 |
| Figura 3.16. Simulador Palm OS Garnet ----- | 90 |
| Figura 3.17. Simulador Palm OS Emulator ----- | 91 |
| Figura 3.18. Ventana de resource editor ----- | 92 |
| Figura 3.19. Ventana de Palm Os Developer Suite----- | 92 |
| Figura 3.20. Software con sus respectivos botones ----- | 96 |
| Figura 3.21. Formato .PRC ----- | 97 |
| Figura 3.22. Ventana de Palm Desktop ----- | 97 |
| Figura 3.23. Ventaja de Instalación ----- | 98 |
| Figura 3.24. Comunicación entre PC y PDA con cable RS-232 ----- | 99 |
| Figura 3.25. Aplicación hello en formato .PRC ----- | 100 |
| Figura 3.26. Ventana de instalación rápida de palmOne ----- | 100 |
| Figura 3.27. Palm Treo 650 con la aplicación Hello World ----- | 101 |
| Figura 3.28. Palm OS Emulator con la aplicación Hello World ----- | 101 |
| Figura 4.1. Prototipo con sus respectivas fuentes de alimentación ----- | 103 |
| Figura 4.2. Búsqueda de dispositivos bluetooth ----- | 104 |
| Figura 4.3. Conexión puerto serie bluetooth ----- | 104 |
| Figura 4.4. Comunicación establecida entre el prototipo y PC ----- | 105 |
| Figura 4.5. Visualización de las características de Sure ----- | 105 |
| Figura 4.6. Asignación del puerto mediante hyper terminal ----- | 106 |
| Figura 4.7. Ingreso de datos en hyper terminal ----- | 107 |
| Figura 4.8. Conexión establecida con el prototipo ----- | 107 |
| Figura 4.9. Menú del prototipo para el control de iluminación ----- | 108 |
| Figura 4.10. Bombillos en estado de apagado ----- | 108 |
| Figura 4.11. Bombillos 1 en estado encendido ----- | 109 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4.12. Enviando carácter para encender el bombillo 2 ----- | 109 |
| Figura 4.13. Iluminación del bombillo 2----- | 109 |
| Figura 4.14. Bombillo 1 en estado de apagado ----- | 110 |
| Figura 4.15. Bombillos con una minima intensidad de iluminación ----- | 110 |
| Figura 4.16. Incrementando la intensidad de iluminación ----- | 111 |
| Figura 4.17. Aumento de la intensidad ----- | 111 |
| Figura 4.18. Intensidad máxima en los bombillos ----- | 111 |
| Figura 4.19. Software instalado en la Palm Treo 650 ----- | 112 |
| Figura 4.20. Localización del prototipo con el nombre Sure ----- | 113 |
| Figura 4.21. Conectando puerto serie bluetooth ----- | 113 |
| Figura 4.22. Caracteres listos para ser enviados al prototipo ----- | 114 |
| Figura 4.23. Escenario para la pruebas de cobertura con una PC ----- | 115 |
| Figura 4.24. Escenario para la pruebas de cobertura con la Palm Treo 650 ----- | 116 |

GLOSARIO

| TÉRMINO | SIGNIFICADO |
|------------------|---|
| Bluetooth | La tecnología inalámbrica Bluetooth es una tecnología de ondas de radio de corto alcance 2.4 GHz cuyo objetivo es el simplificar las comunicaciones entre dispositivos informáticos, como ordenadores móviles, teléfonos móviles, otros dispositivos de mano y entre estos dispositivos e Internet. |
| HIPERLAN | <i>High-Performance Local Area Network</i> . Es un estándar global para anchos de banda inalámbricos LAN que operan con un rango de datos de 54 Mbps en la frecuencia de banda de 5 GHz. |
| HomeRF | Es una solución de redes inalámbricas para hogares "inteligentes": un sistema que permite a las familias y a las pequeñas oficinas u oficinas domésticas experimentar la libertad del acceso rápido a Internet, simultáneo e inalámbrico desde cualquier lugar de la casa. |
| IrDA | <i>Infrared Data Association</i> . Esta tecnología, basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. |
| SIG | <i>Special Interest Groups</i> . Formado por 5 promotores que fueron: Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel. La idea era lograr un conjunto adecuado de áreas de negocio, dos líderes del mercado de las telecomunicaciones |
| WAP | <i>Wirless Personal Area Network</i> .Son redes que comúnmente cubren distancias del orden de los 10 metros y son utilizadas para conectar varios dispositivos portatiles personales sin utilizar cables. |

| | |
|-------------------|--|
| CMOS | <i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i> . Semiconductor Complementario de Óxido Metálico. Es una de las familias lógicas empleadas en la fabricación de circuitos integrados (chips). |
| PICONET | Se conoce como piconet a una red de dispositivos informáticos que se conectan utilizando Bluetooth. |
| SCATTERNET | Un scatternet es un número de interconexión piconets que apoya la comunicación entre más de 8 dispositivos. |
| PSK | <i>Phase Shift Keying</i> . (La modulación por desplazamiento de fase) es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos. |
| UART | <i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i> . Transmisor Receptor Asíncrono Universal. Utiliza dos líneas de datos unidireccionales, una de transmisión y otra de recepción. |
| FHSS | <i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i> . Es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radio frecuencia. |
| RoHS | <i>Restriction of Hazardous Substances</i> . Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos |
| TARJETA SD | <i>Secure Digital</i> . Es un formato de tarjeta de memoria flash. Se utiliza en dispositivos portátiles tales como cámaras fotográficas digitales, ordenadores PDA y Palm, entre otros. |
| PROTOBOARD | Es una placa de pruebas reutilizable usada para construir prototipos de circuitos electrónicos sin que haya la necesidad de soldar los elementos. |
| DQPSK | Es una técnica de modulación digital de uso común con los sistemas |

celulares. Motorola's CyberSurfr cable modem uses DQPSK to carry data upstream from the subscriber's computer to the Internet on a narrower frequency band than standard QPSK.

TDM

Time Division Multiplexing. Multiplexado por división de tiempo (TDM) es un tipo de digital o analógico de multiplexado en el que dos o más señales o flujos de bits se transfieren al parecer simultáneamente como sub-canales en un canal de comunicación, pero están físicamente turnándose en el canal.

ppm

Partes por millón. Es la unidad empleada usualmente para valorar la presencia de elementos en pequeñas cantidades (traza) en una mezcla. Generalmente suele referirse a porcentajes en masa en el caso de sólidos y en volumen en el caso de gases.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE BLUETOOTH

1.1 INTRODUCCIÓN

La idea atractiva de lograr interconectar dispositivos electrónicos o compartir información entre sistemas de forma inalámbrica, ha emprendido la investigación de tecnologías que permitan este fin y así eliminar los cables de comunicación en gran proporción. Existe en el mercado productos con distintas tecnologías de comunicación inalámbrica como por ejemplo IEEE 802.11, *Bluetooth*, *HiperLAN/PAN*¹, *HomeRF*², *IrDA*, etc., ofreciendo al consumidor distintas posibilidades con sugestivas características de interconexión como: velocidad de transmisión, cobertura, capacidad, desempeño y economía.

La tecnología bluetooth se caracteriza por brindar calidad en la comunicación como es: velocidad de transmisión, cobertura y capacidad de satisfacer las necesidades básicas de una red de área personal y es más económica que las otras tecnologías.

Bluetooth utiliza radiofrecuencia para el enlace, fue pensado para personas de negocios que viajan mucho, por lo que la operabilidad global es muy importante. Es así como Bluetooth se diseñó para que trabajara sobre una banda de frecuencia de uso libre en todo el mundo.

El presente proyecto pretende investigar el desarrollo de la tecnología que permita implementar un dispositivo que sea útil en un ambiente de hogar, dando como beneficios el control de iluminación.

¹ **HiperLAN**: Es un sistema de comunicación inalámbrica basado en ATM (“Asynchronous Transfer Mode”) ofrece toda una serie de características como QoS, brinda una elevada velocidad de transmisión que llega hasta 54 Mbps, frecuencia de operación 5 GHz.

² **HomeRF**: Está basada en el protocolo de acceso inalámbrico compartido SWAP, diseñada para soportar voz y datos, pensada para operar con los operadores de telefonía.

1.2 HISTORIA DE LA TECNOLOGIA BLUETOOTH



En 1.994, la compañía de telecomunicaciones ERICSSON, comenzó un estudio para investigar la viabilidad de una interfaz de radio de baja potencia y bajo costo entre teléfonos móviles y sus accesorios.

El objetivo era eliminar los cables entre los teléfonos móviles y tarjetas de PCs, *headsets*, dispositivos *desktop*, etc. El estudio fue parte de otro gran proyecto de investigación que involucra multicomunicadores conectados a la red celular por medio de los teléfonos celulares.

El último enlace en dicha conexión debería ser un radio enlace de corto rango. A medida que el proyecto progresaba, se volvió claro que las aplicaciones que envuelven dicho enlace de corto rango serían ilimitadas.

A comienzos de 1997, Ericsson se aproxima a otros fabricantes de dispositivos portátiles para incrementar el interés en esta tecnología. El motivo era simple: para que el sistema fuera exitoso y verdaderamente utilizable, una cantidad crítica de dispositivos portátiles deberían utilizar la misma tecnología de radio enlaces de corto alcance.

En Febrero de 1998, cinco compañías, Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba e Intel, forman un Grupo de Interés Especial (SIG). Dicho grupo contiene la mezcla perfecta en lo que es el área de negocios, dos líderes del mercado en telefonía móvil, dos líderes del mercado en computadoras laptop y un líder del mercado en tecnología de procesamiento de señales digitales.

La meta era establecer la creación de una especificación global para conectividad sin hilos de corto alcance. La razón del nombre es que en el siglo X el rey Harald II de Dinamarca, apodado "diente azul" (bluetooth) a causa de una enfermedad que le daba esta coloración a su dentadura [1].

El 20 y el 21 de mayo de 1998, el consorcio de *bluetooth* se anuncio al público general de Londres, Inglaterra, San José, California, y Tokio, Japón, lo que provoco la adopción de la tecnología por varias compañías.

Bluetooth estándar IEEE 802.15.1 es una tecnología de red de área personal inalámbrica (*WPAN*³), empleado para enlaces de radio de corto alcance, destinado para reemplazar el cableado existente entre dispositivos electrónicos y hacerlo en forma inalámbrica[2].

Esta tecnología permite a los usuarios conexiones inalámbricas entre equipos con circuitos de radio y a través del medio por el cual se comunican se pueda transmitir voz y datos.

El estándar Bluetooth se divide en múltiples normas como se detalla en la siguiente Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Estándares Bluetooth

| Estándar | Características |
|-------------------------------|--|
| IEEE 802.15.1 – Bluetooth 1.x | Puede alcanzar velocidades de 1 Mbps |
| IEEE 802.15.2 | Recomienda utilizar la banda de frecuencia de 2.4 GHz no se aprueba. |
| IEEE 802.15.3 | Actualmente se está desarrollando, que ofrecerá velocidad de banda ancha (20 Mbps) con Bluetooth |
| IEEE 802.15.4 | Actualmente se está desarrollando para el uso con aplicaciones Bluetooth de baja velocidad. |

³ WPAN: (Wireless Personal Area Network). **Una red inalámbrica de área personal** (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros.

1.2.1 Características Técnicas

- La especificación de Bluetooth define un canal de comunicación de máximo 720Kb/seg, con rango óptimo de 10 metros (opcionalmente 100m).
- La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2.4 a 2.48Ghz con amplio espectro y saltos de frecuencia con posibilidad de transmitir en *Full Duplex* con un máximo de 1600 saltos/seg. Los saltos de frecuencia se dan entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1Mhz; esto permite dar seguridad y robustez.
- Para lograr alcanzar el objetivo de bajo consumo de energía y bajo costo en los dispositivos bluetooth, éstos son implementados mediante circuitos CMOS⁴.
- Alcance de aproximadamente diez metros cuando se utiliza un transmisor clase III y menos de cien metros cuando se utiliza un transmisor clase I.

1.2.2 Ventajas y desventajas de Bluetooth

Entre las principales ventajas de *bluetooth* tenemos las siguientes:

- Se utiliza dispositivos *bluetooth* en los ordenadores portátiles, teléfonos celulares, reproductores de música, auriculares, impresoras y en otros productos.
- Para utilizar la tecnología *bluetooth* lo puede realizar cualquier tipo de persona por ser simple de utilizar por brindar sencillez al momento de conectar dispositivos que tengas las mismas tecnologías.
- Si se desea realizar una comunicación bluetooth se lo realiza de forma gratuita porque la frecuencia que se emplea es libre.

CMOS: *Complementary Metal Oxide Semiconductor*. Semiconductor Complementario de Óxido Metálico. Es una de las familias lógicas empleadas en la fabricación de circuitos integrados (chips).

- Se evita de utilizar cables para establecer la comunicación entre dispositivos, el tipo de conexión es inalámbrica y la distancia va a variar de acuerdo al dispositivo.
- Existe seguridad en los dispositivos *bluetooth* con el fin de que no se pueda ingresar a archivos sin la autorización del propietario.

Entre las principales desventajas de *bluetooth* se detalla a continuación:

- El teléfono móvil que tienen incorporado un dispositivo bluetooth, reproductores de música si se está utilizando el bluetooth existe más consumo de batería.
- Cuando se desea utilizar Bluetooth para tener servicios de Internet, la conexión a veces puede funcionar de manera muy lenta.

1.3 PILA DEL PROTOCOLO BLUETOOTH

La pila se encuentra constituida por varias capas las cuales se pueden organizar en los siguientes grupos como: grupos de transporte, protocolos *middleware*⁵ y grupo de aplicación.

Los datos en la pila fluyen a través de todas las capas a excepción de la información de audio, que va directamente desde la banda base hacia la aplicación con alto grado de prioridad, para garantizar la calidad de servicio en tiempo real, esperada en aplicaciones de audio. En la Figura 1.1 se pueden apreciar la pila del protocolo bluetooth.

⁵ **Middleware:** Capa de software intermedio entre el cliente y el servidor. Es la capa de software que nos permiten gestionar los mecanismos de comunicaciones.

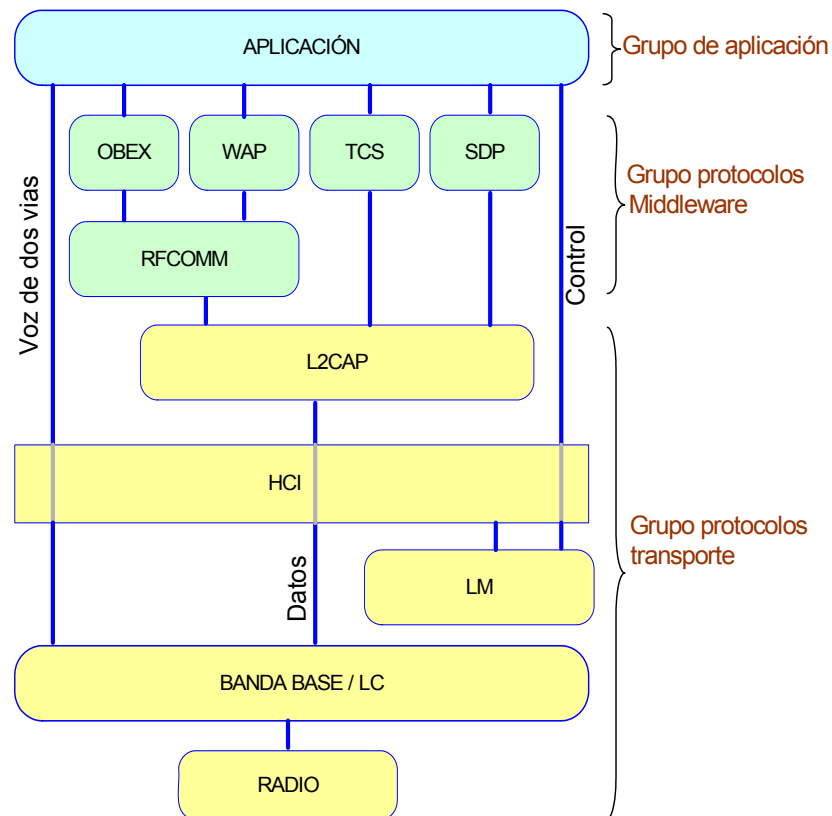


Figura 1.1. Pila del protocolo bluetooth

A continuación se detalla cada bloque que forman la pila del protocolo *bluetooth* desde el bloque de radio hasta aplicación [3].

- Radio: Modula y demodula los datos para la transmisión y recepción a través del aire.
- Banda base y controlador de enlace (LC): Controlan los enlaces físicos vía radio, ensamblando paquetes y generando el salto de frecuencia.
- Manejador de enlace (LM): Controla y configura los enlaces con otros dispositivos.
- Interfaz controladora de host (HCI): Lleva las comunicaciones entre un módulo *bluetooth* y un *host* separados, permitiéndole a este último acceder a las capacidades de hardware del módulo.

- Protocolo de adaptación y enlace lógico (L2CAP): Distribuye y acondiciona el tamaño de paquetes para las capas altas.
- RFCOMM: Suministra una interfaz serial similar al RS232.
- Protocolo de descubrimiento de servicio: Permite descubrir los servicios brindados por otros dispositivos.
- Protocolo de control de telefonía (TCS): Suministra servicios de telefonía.
- OBEX, WAP: Suministra otros protocolos de comunicación a las capas altas de ser requerido.
- Aplicación: Programa que hace uso de la pila *bluetooth* en una forma determinada.

1.3.1 Comparación entre pila bluetooth con el modelo OSI

Es un modelo de siete capas creado por la Organización de Estándares Internacional (ISO) en 1982 con el fin de universalizar la comunicación entre pilas de protocolo. En la Figura 1.2 se aprecia la pila del protocolo *bluetooth* junto con el modelo OSI.

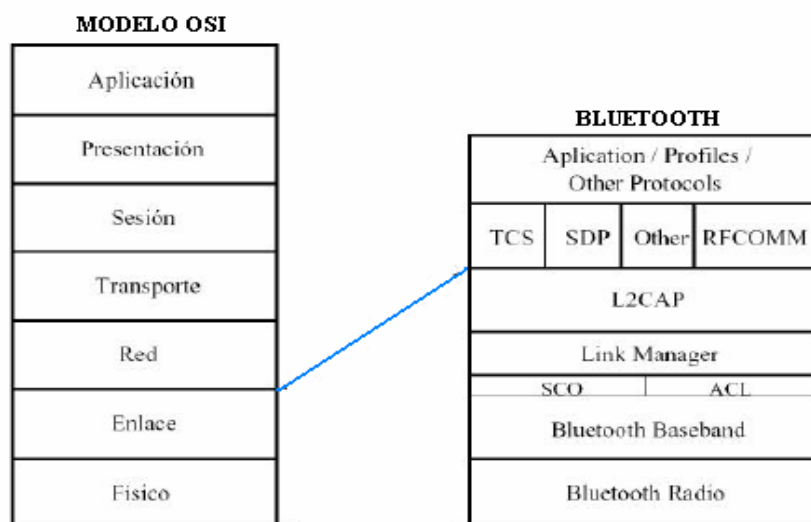


Figura 1.2. Modelo OSI vs. Bluetooth

- La capa física correspondiente al modelo OSI define las características eléctricas del medio de transporte para los datos, por lo que el radio y parte de la banda base cubren esta capa.
- La capa de enlace de datos es responsable de la transmisión, marco y control de error sobre un particular enlace, por lo que traslapa la tarea del controlador de enlace y parte final de la banda base, incluyendo chequeo y corrección de error.
- Los protocolos hasta L2CAP encapsulan nivel físico y de enlace del modelo OSI.
- Una de las razones por la cual la pila Bluetooth no es igual al modelo OSI es la interoperabilidad.

1.3.1.1 Radio Bluetooth

Este permite la transferencia de información a través de la interfaz de aire y opera en una de las bandas Industrial-Científico-Médica (ICM) que es de libre de licencia y disponible mundialmente, tiene limitaciones según el ente regulador de cada país.

La banda ICM comienza desde 2400,0 MHz hasta 2483,5 MHz y se encuentra distribuida como se muestra en la figura 1.3.

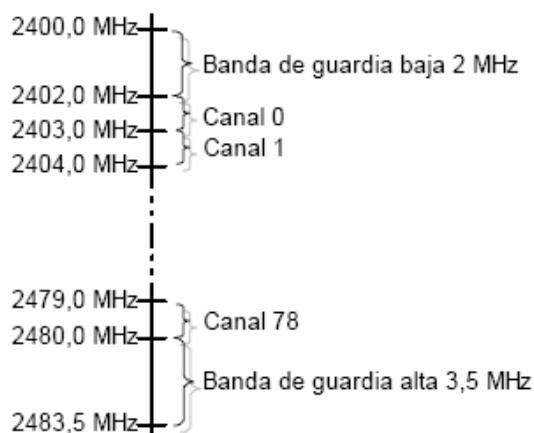


Figura 1.3. Distribución de la banda ICM

Para que dos radios *bluetooth* puedan comunicarse entre si, ambos deberán estar transmitiendo o recibiendo en el mismo canal. Esto implica que ambos dispositivos sigan un mismo patrón de salto de frecuencia el cual se repite cada 23,3 horas aproximadamente, permitiendo que estén sincronizados. Debido a que el radio no está estático en una frecuencia, FHSS⁶ provee una inmunidad natural a la interferencia.

1.3.1.1.1 Transmisor y receptor

En la especificación técnicas que vienen con los dispositivos bluetooth indica las características con la que debe cumplir el radio *bluetooth*, aunque no especifica como construir. En la Figura 1.4 se puede apreciar un transmisor y receptor bluetooth.

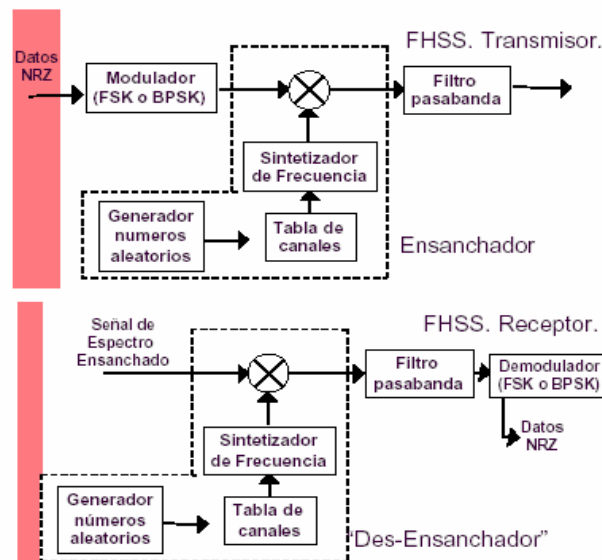


Figura 1.4. Transmisor y receptor bluetooth

⁶ FHSS: *Frequency Hopping Spread Spectrum*. es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor.

1.3.1.1.2 Frecuencia de operación

El sistema bluetooth funciona en la banda ISM en 2.45 Ghz.

Tabla 1.2. Frecuencia de operación Bluetooth

| Localización | Ancho de Banda | Canales RF |
|------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| USA, Europa y la mayoría de países | 2.4-2.4835 GHz | $F=2402+k$ MHz, $k=0.78$ |
| Francia | 2.4465-2.4835 GHz | $F=2453+k$ MHz, $k=0.22$ |

Los 79 canales RF se organizan por números, de 0 a 78, con un espacio de 1 MHz entre ellos, empezando por 2402 GHz.

El método de compartición de la frecuencia se basa en Frequency Hopping-Time División Duplex (FH-TDD⁷).

1.3.1.1.3 Rango de frecuencias

El estándar *bluetooth* define 3 clases de transmisores, cuyo alcance varía en función de su potencia radiada como se indica en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Clases de transmisores

| Clase | Potencia(pérdida de señal) | Alcance |
|-------|----------------------------|--------------|
| I | 100 mW (20 dBm) | 100 metros |
| II | 2,5 mW (4 dBm) | 15-20 metros |
| III | 1 mW (0 dBm) | 10 metros |

1.3.1.1.4 Modulación empleada en bluetooth

⁷ **FH-TDD:** salto de frecuencia/división de tiempo duplex), en el que el canal queda dividido en intervalos de 625 μ s, llamados slots, donde cada salto de frecuencia es ocupado por un slot.

Los dispositivos *bluetooth* funcionan en la banda de 2,4 GHz, una de las bandas de radio ISM. Los dispositivos usan un transmisor de salto de frecuencia para contrarrestar las interferencias y la pérdida de intensidad.

Se definen dos modos de modulación: Un modo obligatorio, llamado modo de transferencia básica, que usa una modulación de frecuencia binaria para reducir al mínimo la complejidad del transmisor/receptor. Un modo opcional, llamado de transferencia de datos mejorada, que usa modulación PSK⁸ y cuenta con dos variantes: $\pi/4$ -DQPSK⁹ y 8DPSK. La tasa de transferencia de símbolos de todas las secuencias de modulación es de 1 Ms/s. La velocidad de transmisión aérea total es de 1 Mbps con el modo de transferencia básica; 2 Mbps con la transferencia de datos mejorada y $\pi/4$ -DQPSK; y 3 Mbps con la transferencia de datos mejorada y 8DPSK.

Para la transmisión bidireccional se emplea una técnica de dúplex por división de tiempo (TDD) en ambos modos. Esta especificación define los requisitos de una radio Bluetooth, tanto para el modo de transferencia básica como de transferencia mejorada de datos [4].

1.3.1.1.5 Reloj bluetooth

Este es uno de los elementos fundamentales necesarios para establecer y mantener los enlaces físicos. Su importancia radica en el control de tiempos que requiere un esquema de TDM en la *piconet*.

El reloj *bluetooth* es un contador de 28 bits alimentado por un oscilador de 3,2 KHz. con una exactitud de ± 20 ppm en modo de operación normal y de ± 250 ppm en algún modo de ahorro de energía.

⁸ **PSK:** La modulación por desplazamiento de fase o PSK es una forma de modulación angular que consiste en hacer variar la fase de la portadora entre un número de valores discretos.

⁹ **DQPSK:** (Differential Quadrature Phase Shift Keying), es una modulación que proporciona una velocidad de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

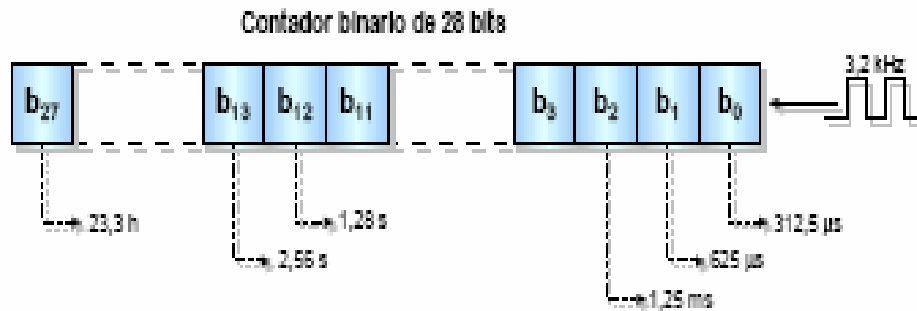


Figura 1.5. Reloj bluetooth

Cada bit del contador tiene un tiempo determinado en el cual cambia su valor. La Figura 1.5 se muestra algunos tiempos importantes que involucran procesos en la piconet.

- b0: Corresponde a un tiempo de media ranura.
- b1: Indica el tiempo de una ranura.
- b2: Tiempo al que ocurre una ranura par.
- b13, b12: Duración de un scan de pregunta o búsqueda.
- b27: Tiempo de reinicio del contador.

Cada dispositivo Bluetooth tiene su propio reloj llamado reloj natural (CLKN) el cual nunca es modificado y se activa en el momento de energizar el aparato. El reloj de la piconet es denominado CLK y coincide con el valor del CLKN del maestro. Para mantener el sincronismo en la *piconet*, los esclavos deberán adicionar un offset al valor de su reloj natural igualando el valor del reloj de la piconet. En conclusión:

$$CLK = CLKN_{Maestro} = CLKN_{Esclavo} + Offset$$

- Lo anterior considerando que los dispositivos ya han establecido un enlace físico.

En caso de no existir un enlace físico, el potencial maestro deberá estimar el reloj del potencial esclavo a lo que se conoce como reloj estimado (CLKE) y es utilizado en procedimientos de búsqueda de dispositivos.

1.3.1.2 Banda base y controlador de enlace

En la Figura 1.6 presenta la posición en la que se encuentran la banda base y lo que se refiere el control de enlace.

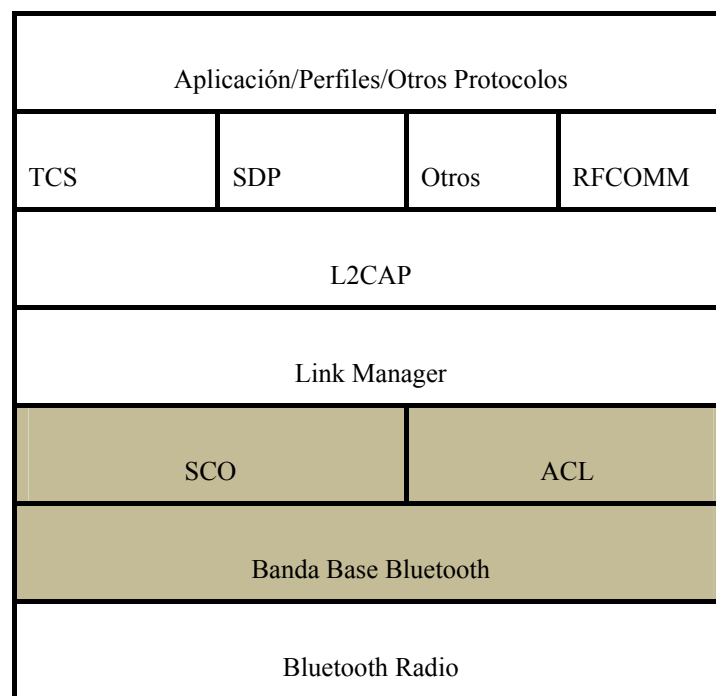


Figura 1.6. Banda base y control de enlace

La banda base es la responsable de la codificación y decodificación del canal al igual que el manejo y control de tiempos a bajo nivel del enlace físico.

El controlador de enlace se encarga de indicarle a la banda base que operaciones a nivel de enlace debe realizar para los diferentes paquetes de datos. En unión trabajan para:

- Ensamblar paquetes desde capas altas de protocolo y enviarlos al radio.
- Recibir bits del radio y ensamblarlos en paquetes para las capas altas.

- Generar el patrón de salto de frecuencia.
- Controlar el error, asegurando la integridad de los datos.
- Realizar operaciones básicas de seguridad, entre otras.

Las tareas principales son:

- Sincronización
- Transmisión de la información
- Corrección de errores
- División lógica de canales

1.3.1.2.1 Maestro, esclavo y topologías

Las dos entidades maestro y esclavo como se puede apreciar en la Figura 1.7 son utilizadas a nivel de banda base únicamente para identificar cual dispositivo inicia un enlace, es decir, que cualquier dispositivo puede desempeñar uno de estos dos papeles e inclusive cambiarlos en el proceso de comunicación. El dispositivo que inicia el enlace se le denomina maestro y es el que establece el patrón de salto de frecuencia que le permite a los dos dispositivos sincronizarse en el enlace de aire [5].

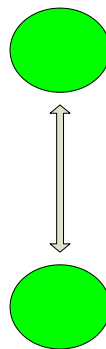


Figura 1.7. Maestro y esclavo

Entre las topologías que se puede establecer entre dispositivos con tecnología bluetooth se tiene las siguientes: *Piconet* y *Scatternet*.

Una *piconet* se compone de dos o más dispositivos Figura 1.8, que ocupan el mismo canal físico, por lo que están sincronizados con un mismo reloj y secuencia de salto. El reloj que se utiliza en el conjunto de la piconet es idéntico al reloj Bluetooth de uno de los dispositivos que la conforman, el llamado dispositivo maestro.

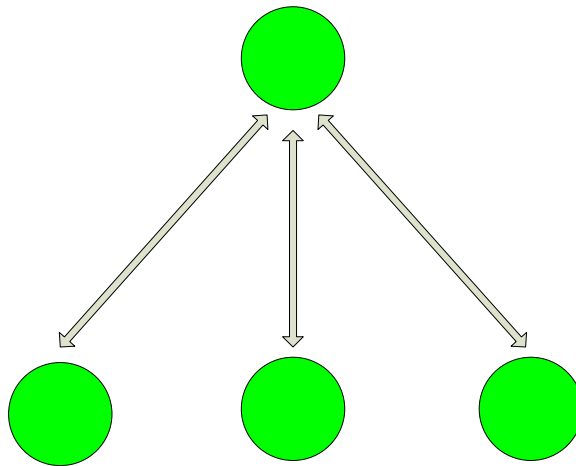


Figura 1.8. Topología piconet

En cuanto a la secuencia de salto, ésta se deriva del reloj y de la dirección del dispositivo *bluetooth* que actúa como maestro. El resto de dispositivos sincronizados recibe el nombre de esclavos.

En la misma ubicación puede haber varias *piconets* distintas. Cada una tendrá un canal físico diferente, es decir, un dispositivo maestro, un reloj y una secuencia de salto independientes.

Un dispositivo *bluetooth* puede utilizarse simultáneamente en dos o más *piconets* mediante un multiplexado por división de tiempo. Ahora bien, este dispositivo *bluetooth* no actuará nunca como maestro en más de una piconet.

Una *piconet* puede constar de hasta siete dispositivos activos. Además de estos dispositivos activos, la *piconet* puede contar con muchos más esclavos en estado de espera.

Esclavo

La topología *scatternet* como se puede apreciar en la Figura 1.9, esta conformada por dos o más *piconets* traslapadas en tiempo y espacio; esto significa que un dispositivo *bluetooth* puede ser al tiempo un maestro en una *piconet* y un esclavo en otra [6].

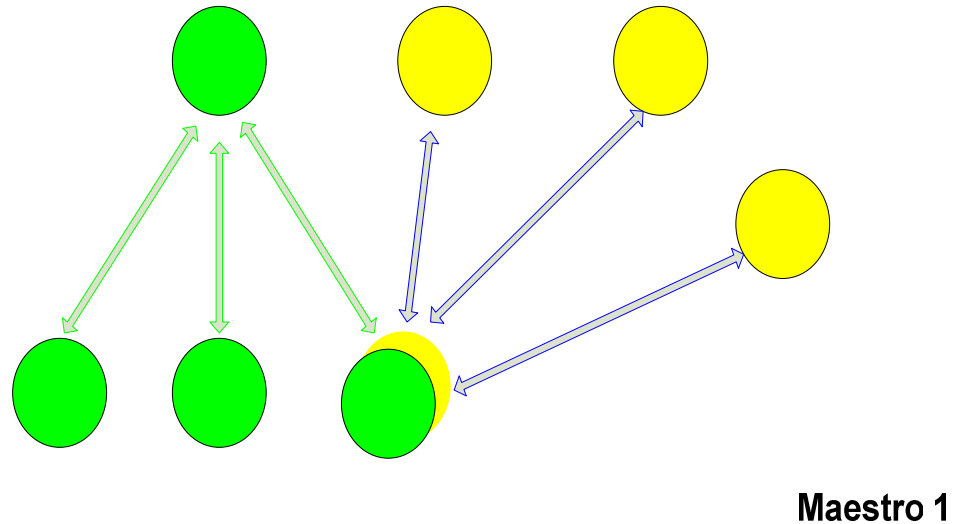


Figura 1.9. Topología scatternet

Cada piconet en una *scatternet* tiene su propio patrón de salto de frecuencia e igual que en una *piconet*, los dispositivos pueden entrar y salir de ellas de forma dinámica (redes *ad hoc*).

1.3.1.2.2 Enlaces físicos

Se puede establecer dos tipos de enlaces entre un maestro y uno más esclavos: orientado a la conexión y sin conexión [7].

Los enlaces orientados a la conexión requieren que se establezca una sesión antes de que pueda enviarse algún dato. Con redes así, se garantiza que los datos lleguen en el orden en que se enviaron.

Las redes sin conexión no requieren que se establezca una sesión entre un emisor y un receptor con este tipo de redes pueden que los datos no lleguen en el mismo orden que se enviaron.

Los dispositivos inalámbricos *bluetooth* utilizan los dos enlaces, el orientado a la conexión y el sin conexión llamados también enlaces síncrono orientado a la conexión

(*SCO, Synchronous Connection-Oriented*) y asíncrono sin conexión (*ACL, Asynchronous Connectionless*) [8].

1.3.1.2.2.1 Enlaces SCO

- Es una conexión simétrica punto-a-punto entre un maestro y esclavo con un ancho de banda fijo.
- El enlace SCO suele soportar información ligada al tiempo, como conversaciones de voz.
- Se le considera una conexión de conmutación de circuitos.
- El maestro establece el enlace SCO enviando un mensaje de establecimiento vía el protocolo gestión de enlace (LM, *Link Management*).
- El dispositivo maestro soporta hasta 3 conexiones simultáneas SCO.
- Los paquetes transportados por enlaces SCO contienen información sensible desde el punto de vista temporal, nunca se transmite si existen errores.

1.3.1.2.2.2 Enlaces ACL

- Es una conexión simétrica o asimétrica punto-a-multipunto entre el maestro y uno o más esclavos, sin reserva de ancho de banda.
- El tipo de enlace ofrece una conexión de conmutación de paquetes entre el maestro y todos los esclavos activos.
- El enlace ACL soporta tanto servicios asíncronos como isócronos pero entre un maestro y un esclavo sólo puede haber activo un enlace ACL.

- La mayor parte de los paquetes ACL, se aplica la retransmisión de paquete para asegurar la integridad de los datos.
- Los paquetes ACL que no están dirigidos a un esclavo específico se les considera paquetes de difusión dirigidos a todos los esclavos.

1.3.1.2.3 Paquetes Bluetooth

La especificación *bluetooth* define el uso de dos tipos de paquetes: SCO y ACL.

- En *bluetooth* todos los datos que se transmiten a través del canal son fragmentados y enviados en paquetes.
- La información se encuentra protegida mediante códigos detectores y/o correctores de errores. En cada ranura solo se puede enviar un paquete. El receptor los recibirá y los procesará empezando por el bit menos significativo.
- La tasa de transferencia de símbolos de todas las secuencias de modulación es de 1 Ms/s. La velocidad de transmisión aérea bruta es de 1 Mbps en el modo de transferencia básica.

En la Figura 1.10, se observa la estructura del paquete bluetooth con sus respectivas partes que la componen [9].

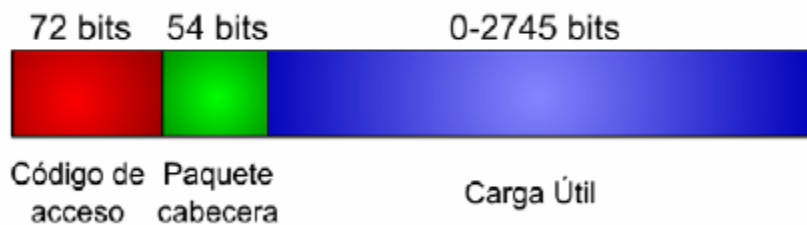


Figura 1.10. Estructura del paquete bluetooth

El paquete esta conformado por el **código de acceso (72 bits)** el cual realiza las siguientes funciones:

- Identifica si el paquete proviene o es enviado a un maestro.
- En una piconet se compara las señales de llegada con el código de acceso si las dos no coinciden, el paquete no es considerado válido sobre el canal el resto del contenido es ignorado.
- El código de acceso también es usado para sincronización y compensación del offset.

Paquete cabecera (54 bits)

- Reconocimiento (ACK) de paquetes enviados
- Identificación del paquete en envíos desordenados
- Control de flujo. Retención de envío en un extremo.
- Dirección de destino del paquete.
- Control de errores para la cabecera.

Carga útil (0-2745 bits)

- Puede contener campos de voz, de datos o de ambos.
- Un paquete puede ocupar más de un slot. Tiene un CRC (Código de redundancia cíclica) de 16 bit.
- Los paquetes SCO no tienen CRC y un tamaño de payload (carga útil) fijo de 30 bytes.

1.3.1.2.4 Conexión entre dispositivos bluetooth

En la Figura 1.11, se detalla los estados que se emplean para realizar una comunicación *bluetooth* con sus respectivos tiempos de duración de pasar de un estado a otro.

- **Stand by.-** Esperando para unirse a una *piconet*
- **Buscar.-** Preguntar por radios para conectar
- **Llamar.-** Conectara un radio en específico
- **Conectado.-** Activo en una piconet (maestro o esclavo)
- **Estacionado/Espera .-** Estados conectados con bajo consumo de energía

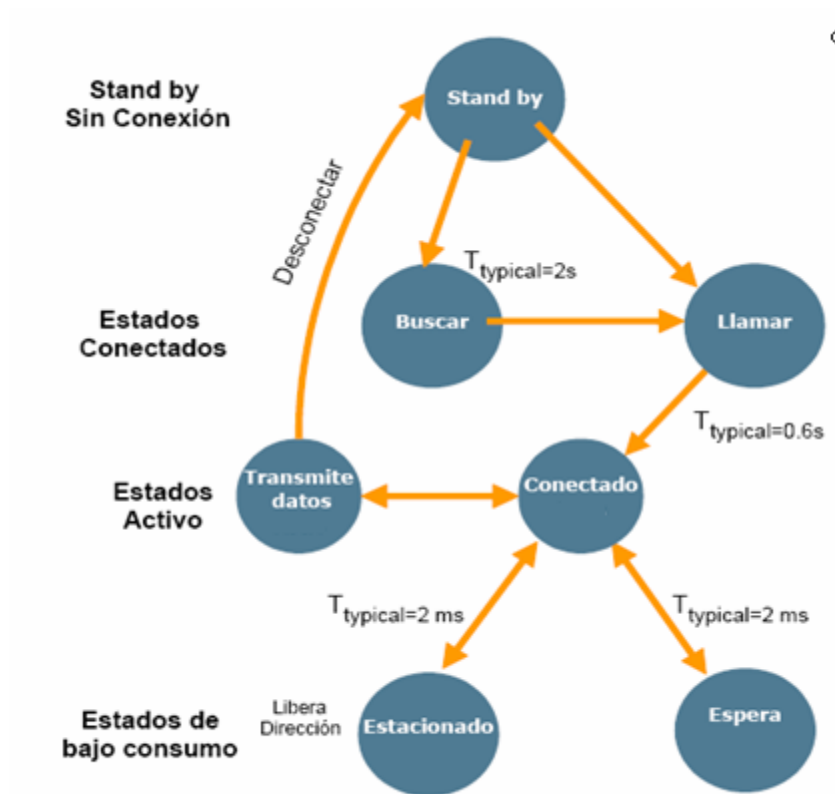


Figura 1.11. Estados para comunicación bluetooth

1.3.1.3 Link Manager

La Figura 1.12, indica la ubicación de este nivel dentro de la pila del protocolo bluetooth.

Este nivel traduce comandos del nivel superior (HCI) a niveles inferiores (Banda base).

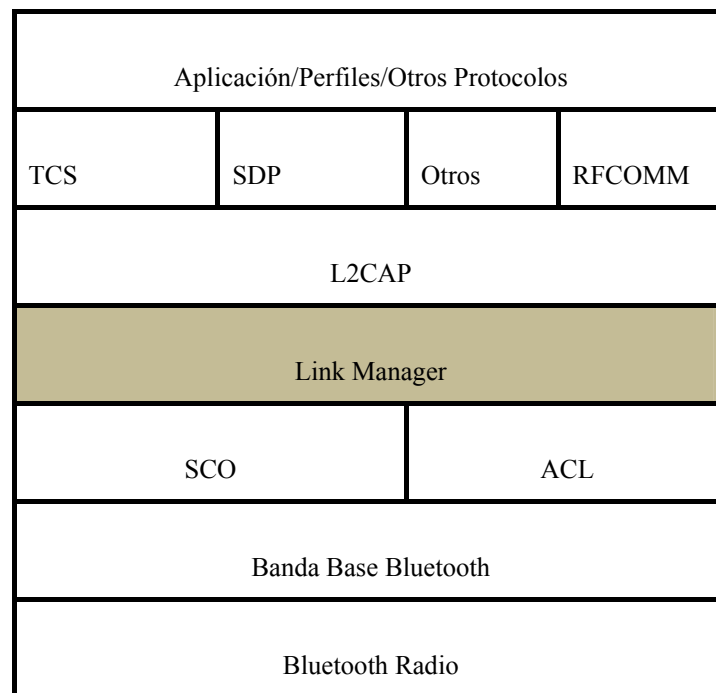


Figura 1.12. Link Manager

Entre las principales funciones de este nivel se detalla las siguientes:

- Unir esclavos a una *piconet*.
- Parar conexiones para liberar esclavos de una *piconet*.
- Configurar enlaces, controlando los roles maestro/esclavo
- Establecer links ACL y SCO
- Cortar conexiones

- Pasar conexiones a modo ahorro de energía

1.3.1.4 Host Controller Interface (HCI)

En la Figura 1.13, se indica la ubicación de este nivel que forma parte de la pila del protocolo bluetooth.

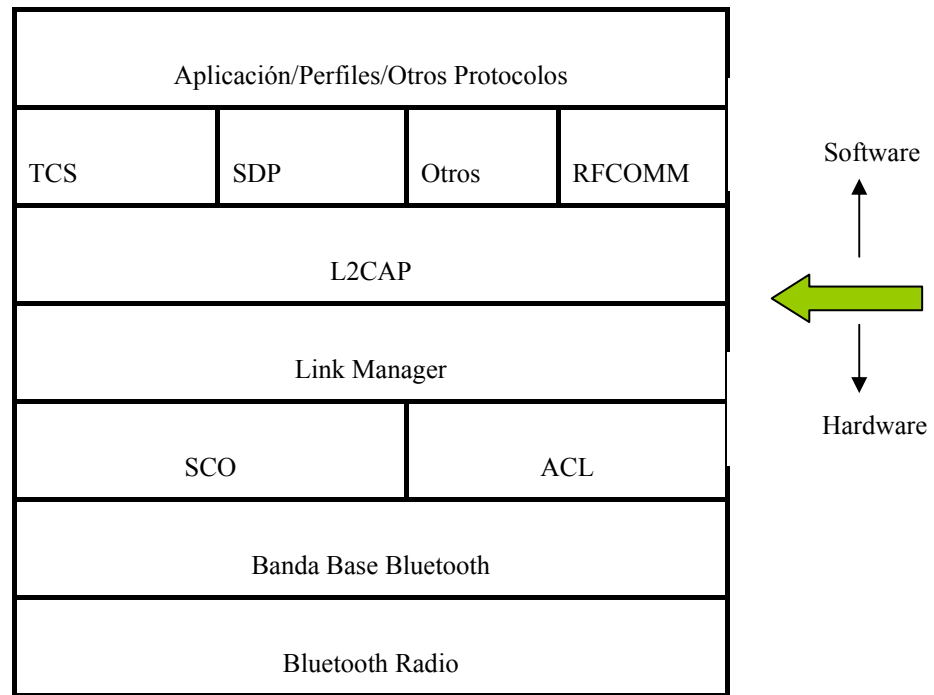


Figura 1.13. Host Controller Interface

- Esta interfaz realiza la separación entre el hardware y el software que corre en una máquina.
- Interfaz que une un dispositivo *bluetooth* con un determinado host.
- Los datos y los comandos pasan a través de esta interfaz.
- Niveles inferiores en dispositivo físico y superiores en el host.

Ventajas:

- HCI permite mezclar capas superiores e inferiores.

- Podemos tener diferentes dispositivos conectados en la misma máquina sin tener que tocar nada de las capas superiores.
- Al manejar las capas superiores un *host*, se pueden hacer los dispositivos *bluetooth* con menos memoria y procesadores más ligeros, abaratando el costo.
- Un host puede estar dormido y ser despertado por una conexión del dispositivo *bluetooth*.

1.3.1.5 L2CAP

En la Figura 1.14, se especifica la ubicación del L2CAP (Protocolo de control y adaptación del enlace lógico) [10].

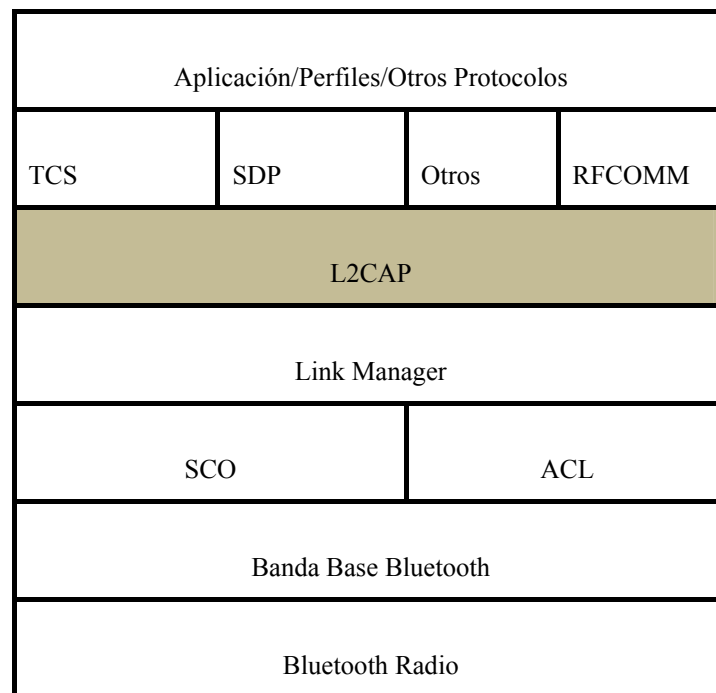


Figura 1.14. L2CAPaa

Entre las principales funciones de este nivel se detalla a continuación:

- Esta capa toma datos de capas superiores y los pasa a las capas inferiores. Se los puede pasar bien a la interfaz HCI o directamente al Link Manager en dispositivos integrados.

Las funciones de L2CAP incluyen:

- Segmentación y reensamblado de paquetes. Acepta paquetes de hasta 64KB de sus capas superior.
- Multiplexación de varias fuentes de paquetes, comprobando el protocolo de las capas superiores para así adaptarlo antes del reensamblaje.
- Proporcionar una buena gestión para la transmisión unidireccional a otros dispositivos bluetooth.
- Gestión de la calidad de servicio (QoS) para los protocolos de las capas superiores. En esta fase negocia el tamaño máximo del campo de datos de las tramas. Con ello, evita que algún dispositivo envíe paquetes tan grandes que puedan desbordar al receptor.

1.3.1.6 RFCOMM

El protocolo RFCOMM (Comunicación por radio frecuencia). Emula los parámetros de un cable de serie y el estado de un puerto RS-232 para transmitir datos en serie. El protocolo RFCOMM es un conjunto simple de protocolos de transporte, construido sobre el protocolo L2CAP

A continuación se ofrecen unos cuantos ejemplos de los tipos de dispositivo que utilizan el RFCOMM:

- Impresora
- Módem
- PC
- Portátil

Este protocolo de “sustitución de cable” emula las señales de control y datos RS-232 sobre la banda base, proporcionando ambas capacidades de transporte a los servicios de niveles superiores.

1.3.1.6.1 Perfil de puerto serie (SPP)

Se emplea SPP cuando se desea reemplazar una conexión por cable a inalámbrica, éste perfil está construido sobre el Perfil de acceso genérico y define cómo deben configurarse los dispositivos Bluetooth para emular una conexión a través de un cable serie utilizando RFCOMM, un protocolo sencillo que emula los puertos serie RS-232 entre dos dispositivos homólogos como se observa en la Figura 1.15.

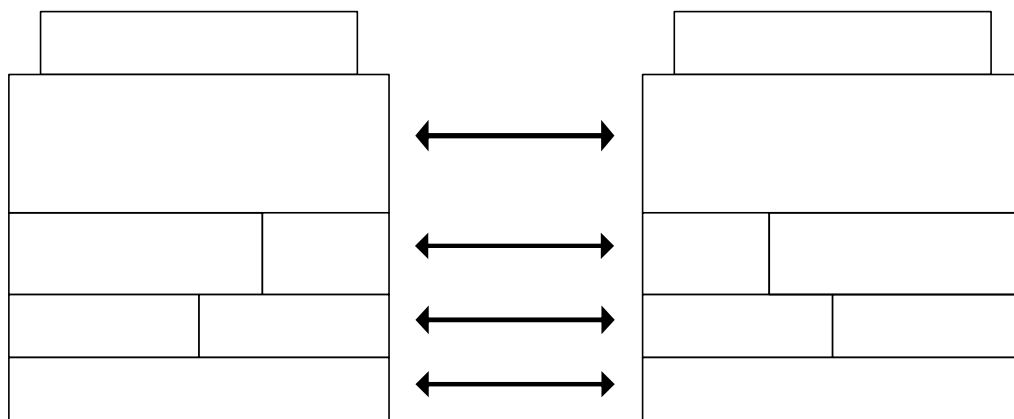


Figura 1.15. Comunicación mediante cable serie emulado

La sesión RFCOMM se ejecuta sobre un canal L2CAP. Las aplicaciones de ambos dispositivos (RFCOMM – SPP) son normalmente aplicaciones heredadas que esperan que la comunicación tenga lugar a través de un cable serie, que es el que emula el perfil[11].

Cualquiera aplicación heredada puede ser ejecutada sobre cualquiera de los dos dispositivos, utilizando el puerto serie virtual como si un cable serie físico, con señalización de control RS-232, estuviese conectado a los dos dispositivos.

Bluetooth para establecer cables series emulados, pueden necesitar la ayuda de una aplicación auxiliar que utilice la especificación bluetooth a ambos lados del enlace.

RFCOMM

SDP

En una configuración de puerto serie simple, en la que haya dos computadoras conectadas mediante el cable serie emulado Figura 1.16, un dispositivo toma la iniciativa para crear una conexión con el otro dispositivo. Este dispositivo se llama Iniciador, mientras que el dispositivo al que se solicita la conexión se denomina Aceptador.



Figura 1.16 Dos PCs estableciendo una conexión con cable serie emulado

En este tipo de comunicación no existe maestro – esclavo porque los dos dispositivos son homólogos.

Bajo este perfil, se soportan velocidades de datos de hasta 128 kps. Aunque la especificación Bluetooth describe una conexión de puerto serie emulado simple entre dos dispositivos en una configuración punto a punto.

Establecimiento del enlace / configuración de la conexión serie virtual

Este procedimiento describe los pasos necesarios para establecer una comunicación con un puerto serie emulado de un dispositivo remoto.

- Envía una solicitud utilizando el protocolo de descubrimiento de servicios SDP, para determinar el número de canal del servidor RFCOMM correspondiente a la aplicación del dispositivo remoto.
- Como opción, el dispositivo remoto puede ser requerido para que se autentifique; también el cifrado puede ser activarse de manera opcional.
- Solicitar un canal L2CAP nuevo a la entidad RFCOMM remota.

- Iniciar una sesión RFCOMM en el canal L2CAP.
- Iniciar una conexión de enlace de datos nueva sobre la sesión RFCOMM, utilizando el número de canal del servidor.

Cuando este procedimiento está completo, la conexión de cable serie virtual esta lista para ser usada por las aplicaciones de ambos dispositivos.

Aceptación del enlace/establecimiento de la conexión serie virtual

Este procedimiento requiere que el Aceptador realice los pasos siguientes:

- Proporcionar autenticación si es requerido para ello y, si se produce la correspondiente solicitud, activar el cifrado.
- Aceptar la indicación de establecimiento de un nuevo canal desde L2CAP.
- Aceptar el establecimiento de una sesión RFCOMM en ese canal.
- Aceptar una nueva conexión de enlace de datos sobre la sesión RFCOMM.

Para implementar el prototipo se basará en el Perfil de Puerto Serie (SPP) por brindar una forma de ingresar a manipular la pila del protocolo bluetooth y poder realizar una comunicación entre dispositivos bluetooth.

Teniendo en cuenta las consideraciones de SPP se investigará los elementos para la implementación del prototipo entre ellos el dispositivo bluetooth que permitan comunicarse de forma serial como el microcontrolador.

De la misma manera se investigará programas para la PC y PDA que permitan manipular el puerto serial. Tomando en cuenta estas consideraciones se va a realizar el diseño de Hardware y Software.

1.4 Audio

La calidad de audio soportada por Bluetooth es de 64 kb/s, similar al sistema de telefonía celular GSM. Debido a esta baja tasa de transferencia de audio, Bluetooth no puede soportar directamente audio de calidad CD por lo que será necesario utilizar algún método de compresión como mp3.

Para digitalizar voz, Bluetooth puede utilizar dos métodos: modulación por código de pulso (PCM) y modulación delta de rampa variable continua (CVSD). Ambos permiten codificar/decodificar la voz a 64kb/s de forma diferente para luego ser enviados o recibidos en un enlace SCO.

1.5 Seguridad

Bluetooth emplea seguridad para mantener privacidad de mensajes y archivos a medida que se están transfiriendo. Un gran parte de los productos en el mercado sufren la interceptación de comunicaciones.

Bluetooth debe tener en cuenta dos aspectos fundamentales para ofrecer una conexión segura. En primer lugar la confianza con el dispositivo con el que se va a conectar. Un dispositivo podrá acceder a los distintos servicios residentes en otro dependiendo de su grado de confianza como mayor sea esta, mayor será el acceso a los servicios, en cambio una medida baja de confianza hará que el dispositivo poco confiable sólo pueda acceder a los llamados servicios básicos o servicios en abierto del dispositivo receptor.

Hay diferentes perfiles que condicionan la seguridad en una comunicación bluetooth entre ellas se tiene el perfil de acceso genérico *bluetooth* la cual define tres modos de seguridad que se detalla a continuación:

- **No seguro:** No inicia ningún tipo de seguridad

- **Seguridad impuesta a nivel de servicio:** Inicia el procedimiento de seguridad después de que el canal haya sido establecido (capas altas de la pila de protocolos).
- **Seguridad impuesta a nivel de enlace:** Inicia el procedimiento de seguridad antes de que el canal haya sido establecido (capas bajas de la pila de protocolos).

CAPÍTULO 2

DISEÑO DEL SISTEMA

El prototipo será diseñado para controlar la iluminación empleando tecnología *bluetooth* en un ambiente de hogar. El usuario podrá manipular este prototipo mediante un PC o PDA de una manera fácil. Este prototipo puede ser ubicado en cualquier parte del hogar con su respectiva alimentación y la distancia de alcance dependerá del dispositivo bluetooth utilizado.

El prototipo básicamente recibe caracteres que son enviados desde una PC o PDA mediante comunicación bluetooth y a la vez ejecuta órdenes de control para manipular el bombillo. En la Figura 2.1, se muestra de manera gráfica el funcionamiento de la solución propuesta.



Figura 2.1. Funcionamiento del prototipo

2.1 DISEÑO DEL HARDWARE

En el hardware se va a detallar los elementos y dispositivos electrónicos que va a utilizar para el desarrollo del prototipo.

2.1.1 Requerimientos del prototipo

Para el control de iluminación el sistema debe tener las siguientes consideraciones:

- El prototipo debe recibir datos de una PC o PDA.
- El prototipo debe contener una comunicación entre un dispositivo bluetooth y un microcontrolador.
- Debe manipular una etapa de potencia.
- Tiene que realizar el siguiente control de iluminación.
 - ON-Encendido
 - OFF-Apagado
 - Control de la intensidad de iluminación.
- El prototipo debe disponer de una fuente de alimentación.

2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

Para la implementación de éste prototipo se realizó un análisis preliminar de los elementos y dispositivos electrónicos que se va a utilizar en la implementación del hardware.

Estos elementos se muestran en la Figura 2.2, es el diagrama de bloques general del prototipo.

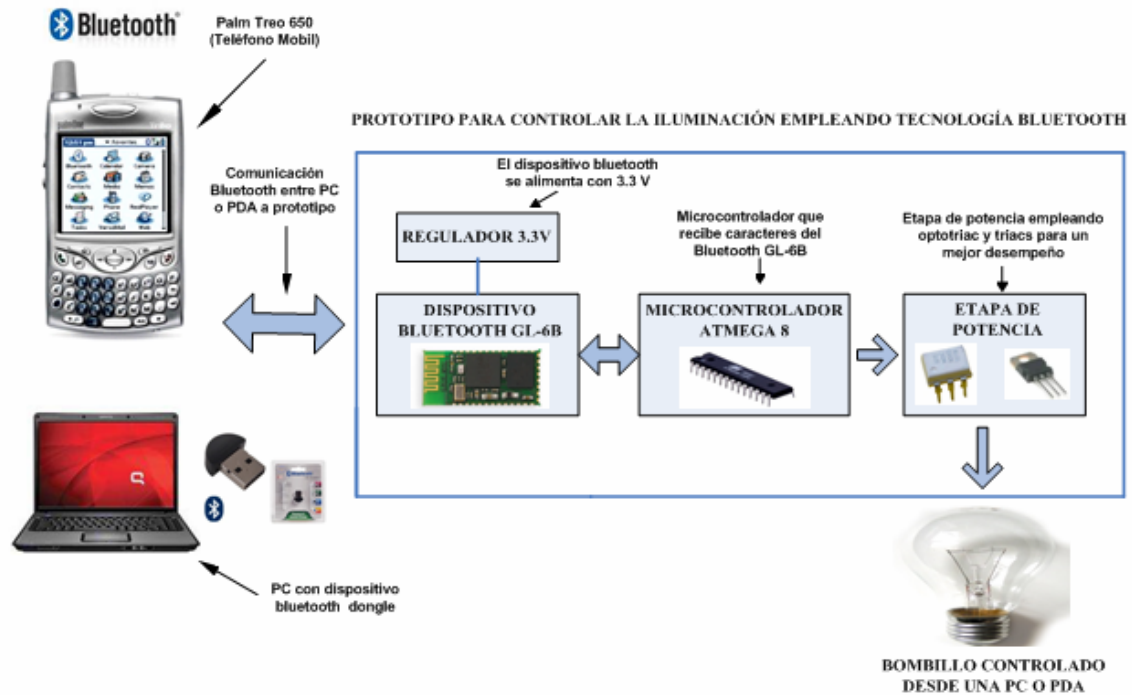


Figura 2.2. Diagrama de bloques del prototipo

2.2.1 Descripción de los bloques

A continuación se detalla los elementos y dispositivos electrónicos que se utilizará para la implementación del prototipo.

- Se utiliza un dispositivo bluetooth para recibir caracteres enviados desde una PDA o PC los cuales serán enviado al microcontrolador.
- Se empleará un microcontrolador para realizar la interfaz con el dispositivo bluetooth.
- Se implementara una etapa de potencia para encender el bombillo de 110V.
- Se realizará circuitos para el control ON-OFF y para la variación de la intensidad de luz.

2.3 MATERIALES PARA IMPLEMENTAR EN PROTOTIPO

De acuerdo al requerimiento especificado en la parte superior se va a utilizar los siguientes elementos.

2.3.1 Dispositivo Bluetooth GL-6B

En la Figura 2.3, se puede apreciar el *Bluetooth GL-6B*. Es un dispositivo de tamaño pequeño y muy sensible por lo cual se debe tener cuidado en su uso.



Figura 2.3. Bluetooth GL-6B

A continuación se detalla las características principales de este dispositivo.

- Especificaciones Bluetooth v2.0 + EDR Compatible.
- Enhanced Data Rate (EDR) compatible con V2.0.E.2 de especificación para ambos 2Mbps, 3Mbps modos de modulación.
- Tipo clase 2.
- Mayor velocidad en conexión y mejor funcionamiento en *piconet*.
- Soporta *scatternet*.
- Alimentación del dispositivo 3.3 V.
- Mínimo los componentes externos.

- Interfase USB, UART, SPI, PCM.
- Soporte para flash externa 8Mbit a bordo.
- Soporta para 802.11 Co-existencia.
- Compatible con RoHS.

Las aplicaciones en la cual se puede emplear son las siguientes:

- PCs
- Personal Digital Assistants (PDAs)
- Accesorios de computadoras (compact flash, PCMCIA , tarjetas SD y *USB Dongle*)
- *Acess Points*
- Cámaras Digitales

En la Tabla 2.1, se detalla los modos de operación del dispositivo y los enlaces que puede establecer.

Tabla 2.1. Modos de operación

| Modo de Operación | Tipo de conexión | UART Rate(kbps) | Promedio | Unidad |
|--|-------------------------|------------------------|-----------------|---------------|
| Page scan | - | 115.2 | 0.42 | mA |
| ACL No traffic | Master | 115.2 | 4.60 | mA |
| ACL With file transfer | Master | 115.2 | 10.3 | mA |
| ACL 1.28s sniff | Master | 38.4 | 0.37 | mA |
| ACL 1.28s sniff | Slave | 38.4 | 0.42 | mA |
| SCO HV3 30ms sniff | Master | 38.4 | 19.8 | mA |
| SCO HV3 30ms sniff | Slave | 38.4 | 19.0 | mA |
| Standby Host connection ^(a) | - | 38.4 | 40 | μA |

En la Figura 2.4, se muestra el diagrama de bloques del bluetooth GL-6B con sus respectivas partes que lo conforman.

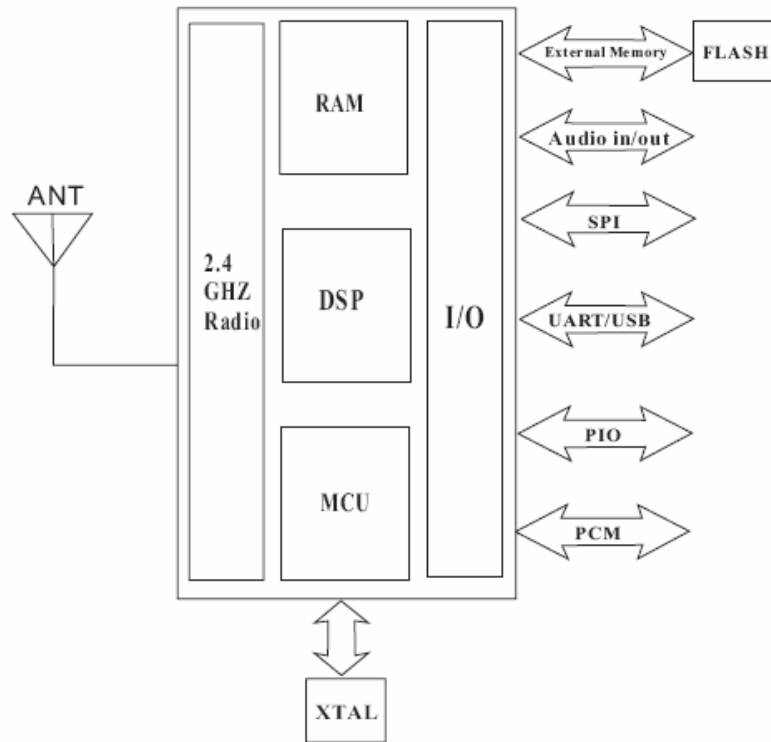


Figura 2.4. Diagrama de bloques del Bluetooth GL-6B

En la Figura 2.5, se detalla la configuración de los pines para que de esta manera realizar una conexión correcta y evitar daños del dispositivo.

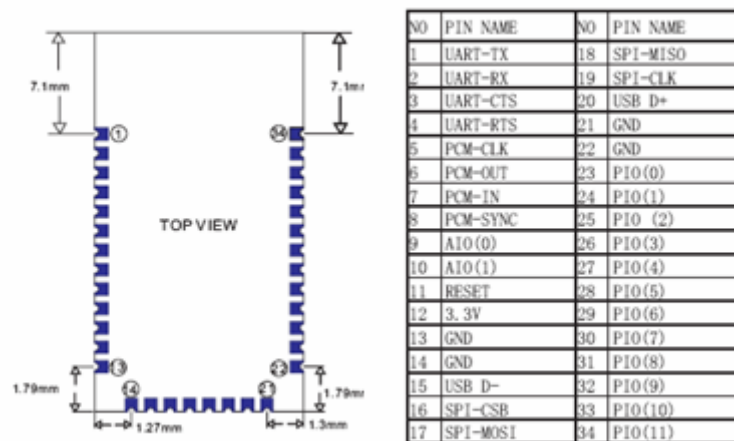


Figura 2.5. Pines de conexión Bluetooth GL-6B

La ventaja de este dispositivo es que posee una interfaz UART, el cual se conecta con el microcontrolador que tiene las mismas características, dando como resultado una comunicación serial.

El pin 1 UART-TX y pin 2 UART-RX son los que permitirán la comunicación con microcontrolador.

Para establecer una comunicación entre dispositivos bluetooth debe existir un maestro y esclavo para poder comunicarse.

El bluetooth GL-6B esta funcionando como esclavo el cual se conectará con un maestro que es un PC o PDA estableciendo una comunicación y el nombre con el que se identifica es *sure* que viene de fábrica no se puede alterar este nombre.

En la Figura 2.6, es el dispositivo bluetooth GL-6B sobre una placa de montaje superficial con pines en la parte inferior para realizar la conexión en el protoboard.

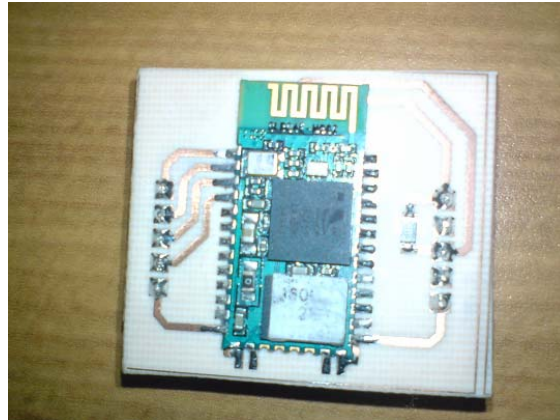


Figura 2.6. Dispositivo bluetooth GL-6B ubicada en una placa

2.3.2 LM 1117(Regulador de voltaje 3.3V)

Llamado también estabilizador de voltaje o acondicionador de voltaje es un dispositivo eléctrico que acepta una tensión de voltaje variable a la entrada, dentro de un parámetro predeterminado y mantiene a la salida una tensión constante (regulada).

Se va a utilizar este elemento en la implementación del prototipo para la alimentación del Bluetooth GL-6B por alimentarse con 3.3 V. En la Figura 2.7, se especifica los pines de conexión [7].

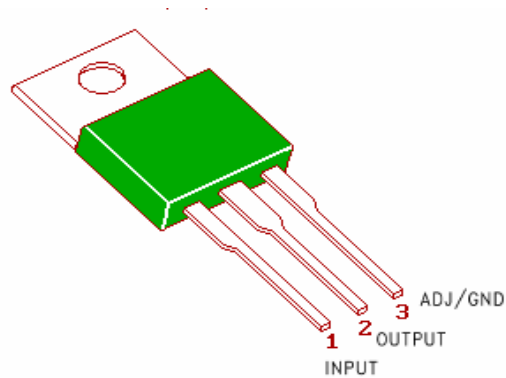


Figura 2.7. Pines de conexión LM1117

2.3.3 Microcontrolador ATmega8

Para la implementación del prototipo se va a utilizar un microcontrolador ATmega8 como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8. Microcontrolador ATmega8

Características:

- Dos timer 8 bits / Contadores con pre escala separadora, un modo comparador.
- Un timer 16 bit / Contador con pre escala separadora, Modo comparador y modo captura.

- Contador en tiempo real con oscilador separado.
- Tres canales PWM.
- Orientado para realizar interfaz serial.
- Programable USART serial.
- Maestro / esclavo SPI interfaz serial.
- Programable timer Watchdog.
- 23 líneas de I/O programables.
- Alimentación del microcontrolador 4.5 – 5.5 V.
- Frecuencia de operación 0 – 16 Mhz..
- El consumo de energía en 4 Mhz, 3V, 25 C°

Configuración de pines del ATmega8 como se muestra en la Figura 2.9.

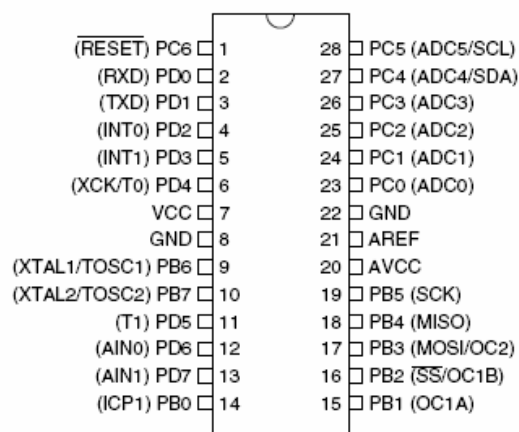


Figura 2.9. Configuración de pines ATmega8

2.3.3.1 Oscilador de cristal

El oscilador de cristal se caracteriza por su estabilidad de frecuencia y pureza de fase, dada por el resonador.

El microcontrolador ATmega8 debe utilizar un cristal u oscilador para poder operar. A continuación se muestra la Tabla 2.2, la cual indica el valor del oscilador, buscando el modelo de microcontrolador Atmega8 se halla el oscilador.

Tabla 2.2. Osciladores para los ATmega

| Speed (MHz) | Power Supply | Ordering Code | Package ⁽¹⁾ | Operation Range | |
|-----------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|--------|
| 8 | 2.7 - 5.5 | ATmega8L-8AC | 32A | Commercial (0°C to 70°C) | |
| | | ATmega8L-8PC | 28P3 | | |
| | | ATmega8L-8MC | 32M1-A | | |
| | | ATmega8L-8AI | 32A | Industrial (-40°C to 85°C) | |
| | | ATmega8L-8AU ⁽²⁾ | 32A | | |
| | | ATmega8L-8PI | 28P3 | | |
| | | ATmega8L-8PU ⁽²⁾ | 28P3 | | |
| ATmega8L-8MI | 32M1-A | 32M1-A | | | |
| ATmega8L-8MU ⁽²⁾ | 32M1-A | | | | |
| 16 | 4.5 - 5.5 | ATmega8-16AC | 32A | Commercial (0°C to 70°C) | |
| | | ATmega8-16PC | 28P3 | | |
| | | ATmega8-16MC | 32M1-A | | |
| | | ATmega8-16AI | 32A | Industrial (-40°C to 85°C) | |
| | | ATmega8-16AU ⁽²⁾ | 32A | | |
| | | ATmega8-16PI | 28P3 | | |
| | | ATmega8-16PU ⁽²⁾ | 28P3 | | |
| | | ATmega8-16MI | 32M1-A | | 32M1-A |
| | | ATmega8-16MU ⁽²⁾ | 32M1-A | | |

Como se muestra en la tabla y realizando la búsqueda correspondiente se observa que se debe utilizar un cristal de 8 MHz.

Estos osciladores admiten un pequeño ajuste de frecuencia, con un condensador en serie con el resonador por lo que se debe colocar capacitores. La Tabla 2.3 permite identificar el valor del capacitor a utilizar.

Tabla 2.3. Valores de capacitores

| Osciladores de cristal | | | |
|------------------------|------------|------|------|
| Modo | Frecuencia | OSC1 | OSC2 |
| LP | 32kHz | 33pF | 33pF |
| | 200kHz | 15pF | 15pF |
| XT | 1MHz | 33pF | 33pF |
| | 4MHz | 27pF | 27pF |
| HS | 4MHz | 27pF | 27pF |
| | 8MHz | 22pF | 22pF |
| | 20MHz | 15pF | 15pF |

Se debe buscar por el valor de la frecuencia de 8MHz el cual indica que se debe emplear el capacitor de 22pF.

2.3.4 Optoacopladores (MOC3020)

Llamados también dispositivos de acoplamiento óptico, su funcionamiento se basa en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica. Figura 2.9 , representación de un optoacoplador.

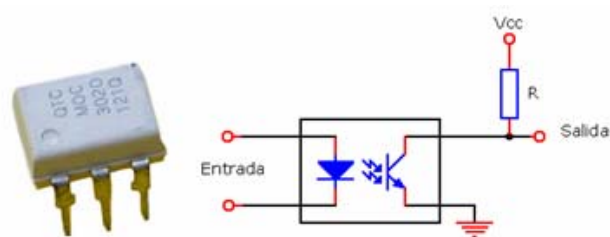


Figura 2.10. Optoacoplador

- Son útiles cuando se utilizan con Microcontroladores PICs ayuda a proteger.
- Pueden sustituir a los relés ya que tienen una velocidad de conmutación mayor, así como, la ausencia de rebotes.
- La ventaja reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida. Está formado por una fuente emisora de luz, y un fotosensor de silicio, que se adapta a la sensibilidad espectral del emisor luminoso, todos estos elementos DIP. En la siguiente Figura 2.11, se detalla los pines de conexión.

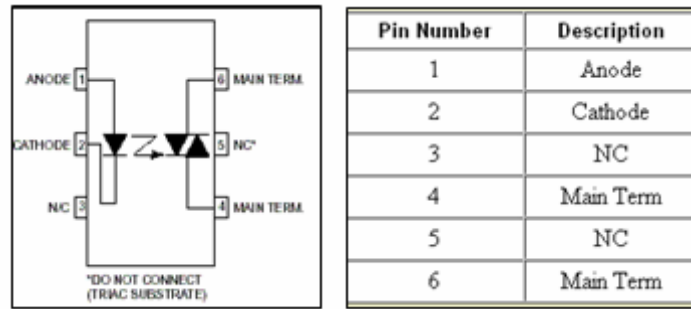


Figura 2.11. Pines de conexión MOC3020

2.3.5 BT139 (Triac)

Es un componente semicontrolado, porque se puede activarlo para que conduzca, pero no se le puede parar, corta él solo, cuando su tensión pasa por 0V.

Aplicaciones:

- Control de motor.
- Encendido de aparatos como calefones, bombillos en el área industrial y domestica.

Información de pines de conexión en la Figura 2.12.

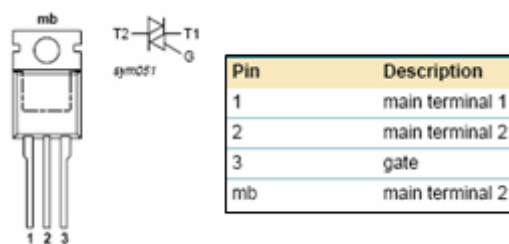


Figura 2.12. Pines de conexión Triac

2.3.6 W10M (Puente rectificador)

El rectificador de media onda es un circuito empleado para eliminar la parte negativa o positiva de una señal de corriente alterna [9]

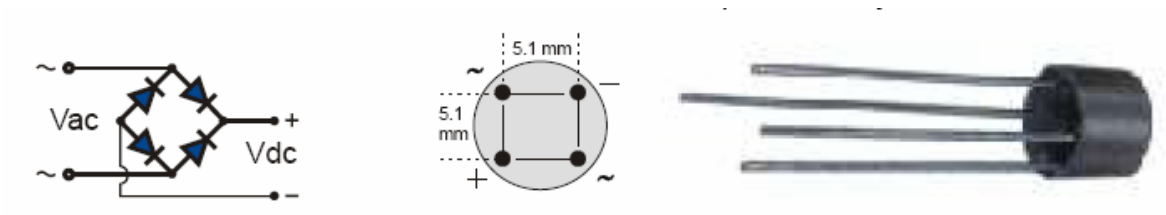


Figura 2.13. Puente rectificador

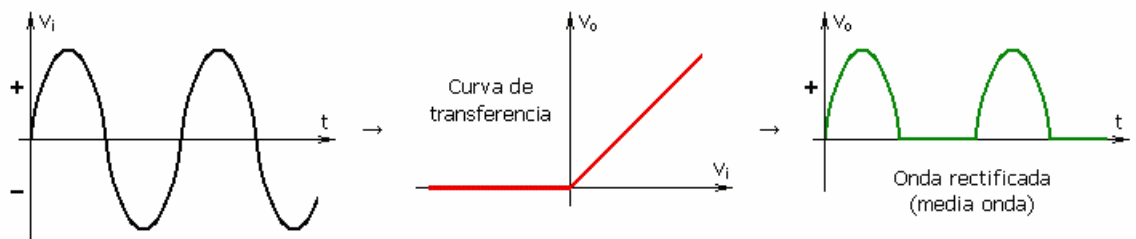


Figura 2.14. Onda rectificada

2.3.7 Transformador de 110-12V

Permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia.

Se va a emplear un transformador para realizar la alimentación correspondiente al prototipo por lo que deben estar conectados los bombillos de 110 V.

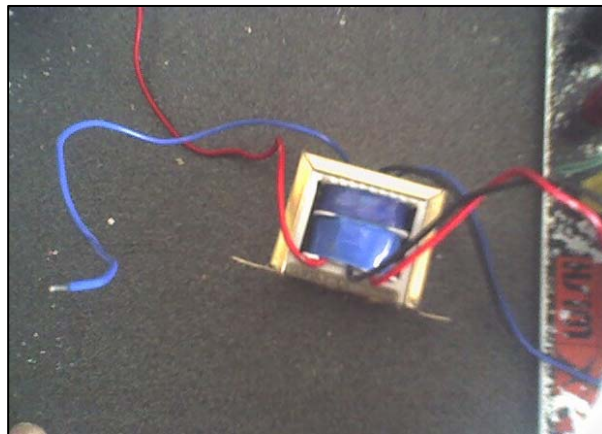


Figura 2.15. Transformador de 110-12V

2.3.8 Enchufe de tomacorriente

Enchufe.- Su función es establecer una conexión eléctrica segura con una toma corriente.

Toma corriente.- Son los elementos destinados a conectar eléctricamente un conductor o cable flexible a un aparato eléctrico como se indica en la Figura 2.16.



Figura 2.16. Enchufe de tomacorriente

2.3.9 Diodo Led

Es un tipo especial de diodo, que trabaja como un diodo común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz.

Existen diodos Led de varios colores Figura 2.17, que dependen del material con el cual fueron construidos. Hay de color rojo, verde, amarillo, ámbar, infrarrojo, eléctricamente se comporta igual que un diodo de silicio o germanio. Para la implementación del prototipo se va a utilizar diodos Led para comprobar voltajes arrojados del microcontrolador.

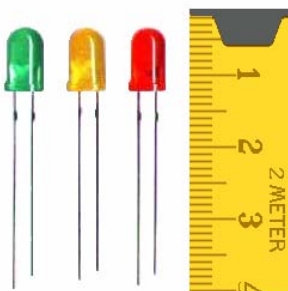


Figura 2.17. Diodo Led

2.3.10 Bombillos de 110 V

La Figura 2.18 es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica.



Figura 2.18. Bombillo de 110 V

Para el funcionamiento del prototipo se va a utilizar dos bombillos de 110 V el cual va ser manipulado de acuerdo a instrucciones enviadas de una PC o PDA.

2.4 DIAGRAMA CIRCUITAL DEL PROTOTIPO

El prototipo debe ser implementado como se detalla a continuación.

- Realizar una comunicación serial entre el dispositivo *bluetooth* GL-6B con el microcontrolador, para que los datos enviados de una PC ó PDA sean recibidos mediante una comunicación *bluetooth* y a la vez se envíen al microcontrolador.

-
- Se debe emplear un circuito, que permita controlar la intensidad de iluminación.
 - De la misma manera se va a emplear el controlar ON-OFF para dos bombillos.
 - La respectiva manipulación de los BOMBILLOS de 110V se hace mediante una etapa de potencia.
 - Emplear una alimentación para el prototipo la cual es en DC y AC.

En la Figura 2.19 se ilustra el circuito del prototipo con sus respectivas conexiones realizado en *Proteus Professional 7.4*.

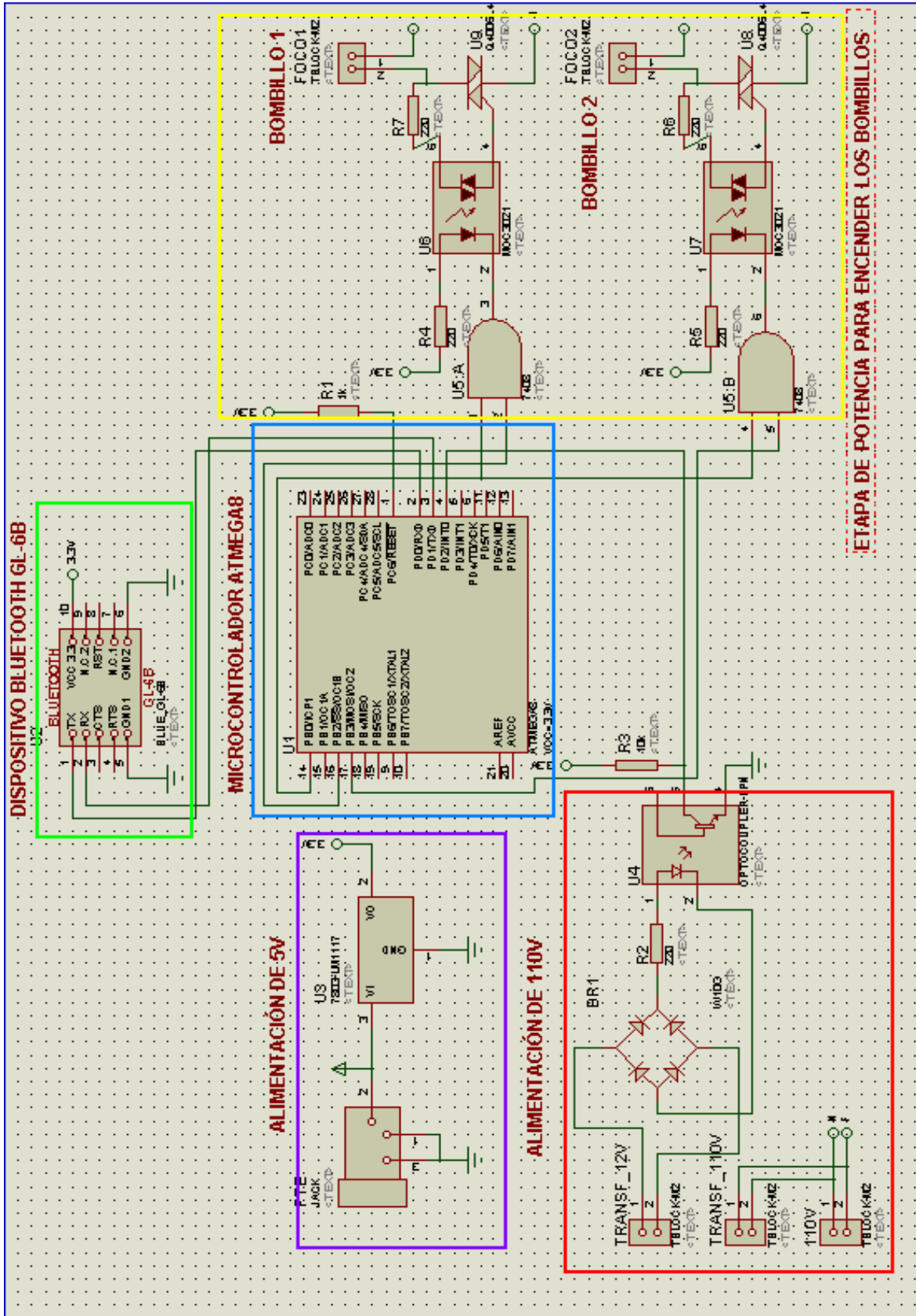


Figura 2.19. Circuito del prototipo

2.4.1 Circuito entre Bluetooth GL-6B con Atmega8

A continuación se va a detallar la forma de conexiones entre los elementos electrónicos con sus respectivas funcionalidades.

Para establecer una comunicación bluetooth, se realiza entre dos o más usuarios. La razón por la cual se va a utilizar un dispositivo bluetooth GL-6B para la comunicación es porque la PC ó PDA tienen su propio dispositivo bluetooth y para poder manipular el prototipo se debe utilizar el dispositivo *bluetooth* GL-6B de esta manera estableciendo una comunicación. Se va a utilizar un microcontrolador porque va a manipular los BOMBILLOS.

Una vez que están claros los pines del dispositivo *bluetooth* GL-6B y el microcontrolador Atmega8. En la Figura 2.20, se observa la conexión entre estos dos elementos electrónicos.

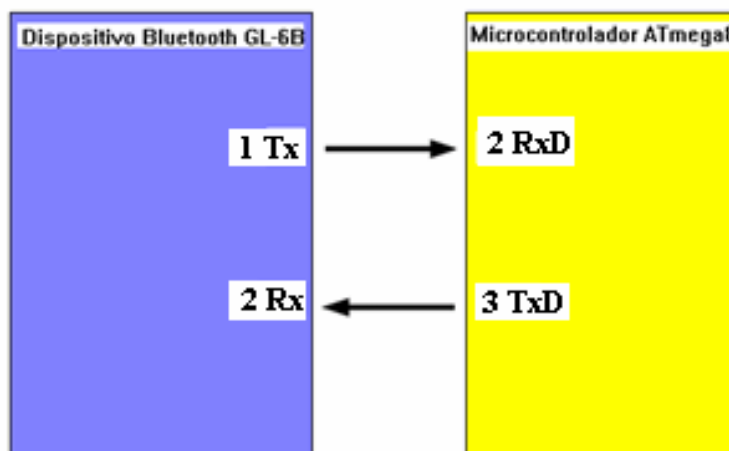


Figura 2.20. Diagrama de bloques de la conexión entre bluetooth GL-6B con ATmega8

Estos dos elementos se van a comunicar de forma serial por ser parte de las características de cada elemento.

El dispositivo bluetooth GL-6B se caracteriza por permitir realizar varias formas de interfaces entre ellas tenemos el Universal Asíncrono Receptor / Transmisor (UART) que toma bytes de datos y transmite los bits individuales de una manera secuencial.

La información en una cadena serial de bits está contenida en su forma de onda dependiente del tiempo: los bits se representan por códigos que se transmiten por un periodo de tiempo fijo. El periodo de tiempo usado para transmitir cada código se conoce como periodo baud.

En una transmisión serial se forma un “tren” de bits, que viajan uno detrás de otro utilizando una sola vía de comunicación. Las cadenas seriales de bits generados por los puertos seriales usan una forma muy simple de codificación. Un bit se transmite durante cada periodo baud, con un bit “1” representado por un voltaje alto TTL y un “0” por un voltaje bajo TTL. Así la velocidad en baudios (baud rate, $1/[\text{periodo baud}]$) de un puerto serial es igual al número de bits por segundo que se transmiten o reciben.

El microcontrolador ATmega8 se caracteriza por tener una interfase UART, para realizar la conexión física entre estos dos elementos se emplea el siguiente circuito Figura 2.21.

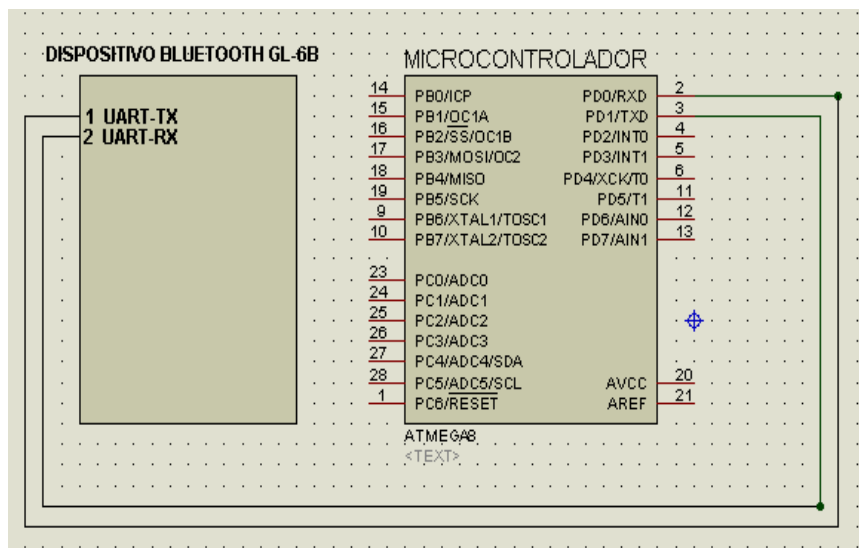


Figura 2.21. Circuito entre Bluetooth GL-6B con ATmega8

Los pines de conexión deben ser un Tx-Rx y Rx-Tx entre los dos elementos electrónicos estableciendo de esta manera la comunicación serial.

2.4.2 Circuito para controlar la iluminación

En la Figura 2.22, se observa el circuito para controlar la intensidad de iluminación.

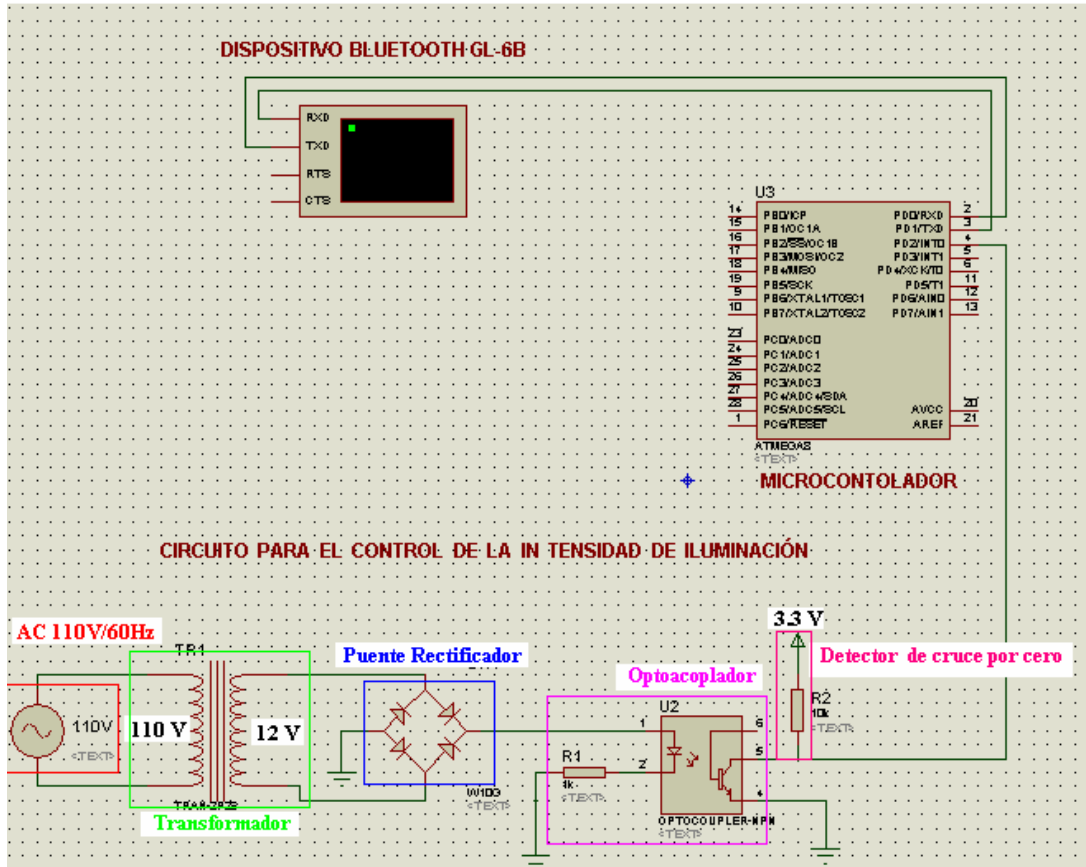


Figura 2.22. Circuito para controlar la intensidad de iluminación

- Para controlar la intensidad de iluminación se debe tener las siguientes consideraciones:

AC 110V / 60Hz

Se va a controlar la iluminación de los bombillos de 110V AC (corriente alterna). Para encender un bombillo de una forma directa, se conecta los terminales del bombillo a un tomacorriente de AC como se aprecia en la Figura 2.23, dando como resultando el encendido del bombillo en su alta intensidad de iluminación.

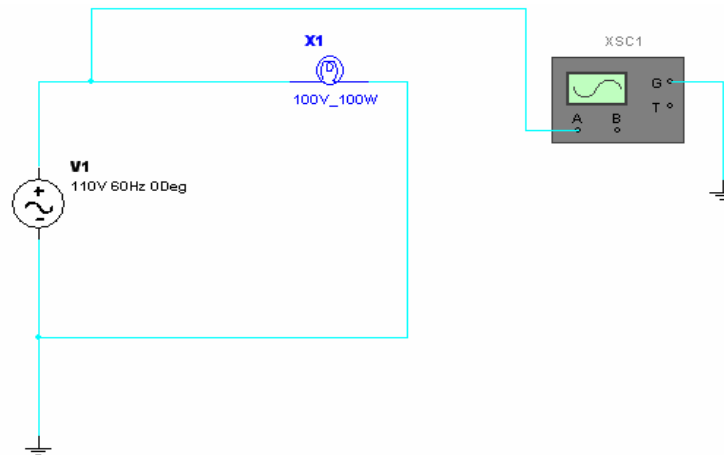


Figura 2.23. Alimentación de un bombillo a AC

AC posee una onda senoidal con valores positivos y negativos Figura 2.24. La frecuencia de AC es de 60 Hz con una amplitud de 110 V.

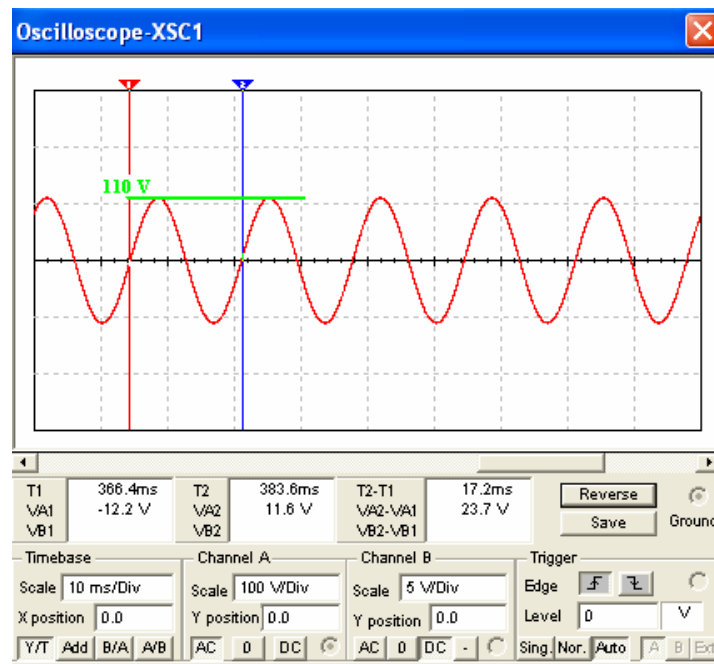


Figura 2.24. Onda senoidal de la señal AC

Para el control de intensidad se va a utilizar la señal senoidal por ser la parte fundamenta para encender el bombillo en AC.

Transformador 110-12V

Sirve para reducir el voltaje de 110 V a 12V, porque esta señal debe ingresar a circuitos de menor voltaje. En la Figura 2.25, se observa la conexión del transformador con una fuente de 110V AC y se tiene conectado un multímetro a la salida del transformador dando como resultado de 12 V.

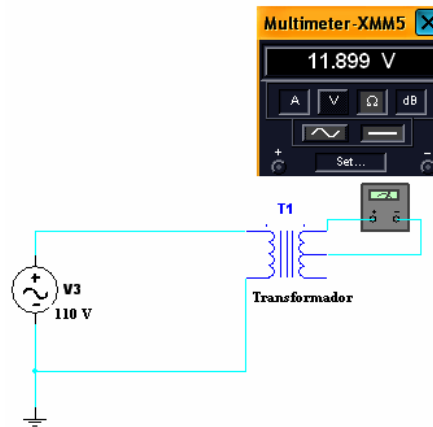


Figura 2.25. Conexión del transformador a una alimentación AC

La Figura 2.26, se especifica el valor del voltaje obtenido a las salidas del transformador con el valor de 12 V.

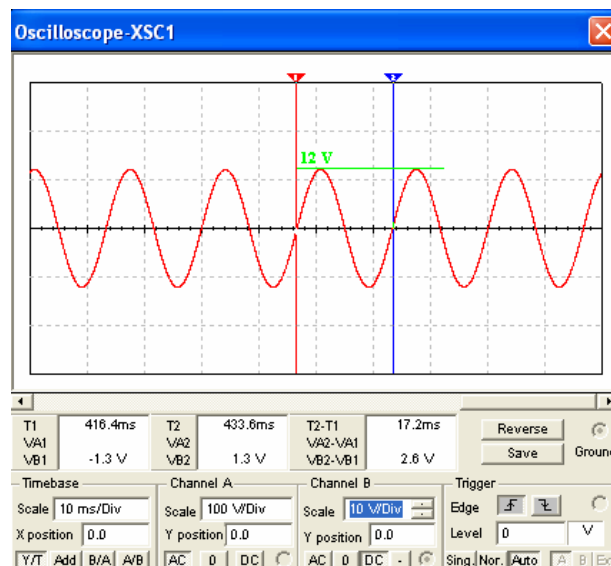


Figura 2.26. Onda senoidal a la salida del transformador

Puente rectificador

La salida de la señal del transformador de 12 V, es ingresada a un rectificador de media onda para obtener valores positivos de la señal senoidal como se observa en la Figura 2.27.

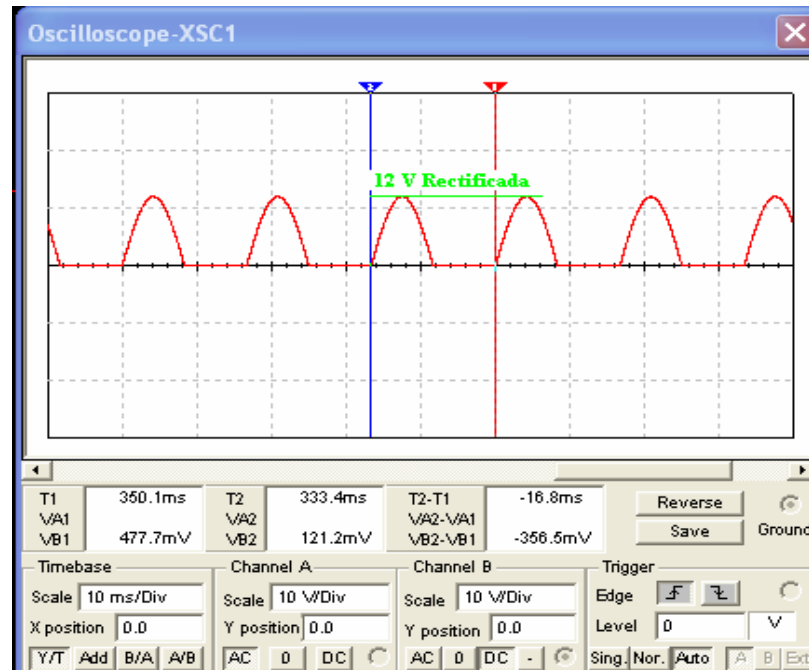


Figura 2.27. Onda senoidal rectificada

Optoacoplador y circuito cruce por cero

Se va a utilizar estos elementos para transformar la señal seno de 110 V, en pulsos de 5V. Se puede hacer de diversas formas, una de ellas es usando un circuito cruce por cero que esta conectando al optoacoplador.

El funcionamiento de los optoacopladores se basa en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica, con este elemento se separa la corriente alterna.

Los detectores de cruce por cero se utilizan para detectar los tipos de señales, o diferentes significados de señales. Algo muy simple sería considerar una señal que 'en su parte positiva' indicará un 'uno lógico' y en su parte negativa un 'cero lógico'.

El detector de cruce por cero es parte del circuito de detección “por nivel” para determinar si se ha recibido un 'uno' o un 'cero'. Con señales analógicas los detectores de cruce por cero operan con formas de ondas mucho mas variantes que las del caso digital, se pueden utilizar para determinar el tipo de la forma de onda, el nivel promedio de la señal, ayudar a integrar o diferenciar señales, etc.

La señal que sale del optoacoplador es combinada con el circuito cruce por cero con nivel de referencia 3.3 V, dando como resultado un cadena de pulsos con amplitud de 3.3V en forma digital que son enviados al pin 4 (PD2-INT0) del microcontrolador. En la siguiente Figura 2.28, se aprecia la forma de onda rectificadas que ingresa al optoacoplador con 12 V, junto al circuito de cruce por cero, dando como resultado una cadena de pulsos digitales con amplitud de 3.3 V.

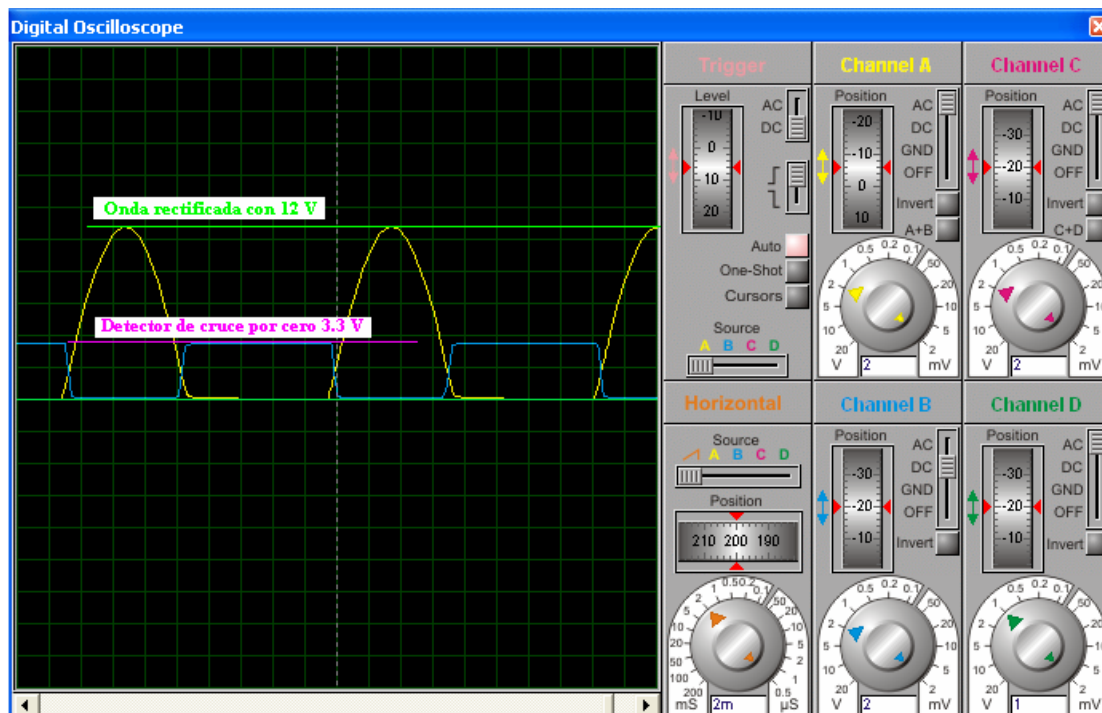


Figura 2.28. Onda rectificada con circuito cruce por cero

Ya solo queda la parte de programación del microcontrolador. Para lo cual se utiliza una interrupción externa por flanco como es el pin 4 (PD2 INT0). De esta forma, cada vez que la tensión pase por 0V, el microcontrolador se entera, produciendo una interrupción. En la interrupción INT0 es activar el TIMER0, para retrasar la conmutación al momento deseado.

2.4.3 Circuito para el control ON-OFF

Se va a emplear este control para dos bombillos, para cual se activa las siguientes salidas del microcontrolador como se observa en la Figura 2.29.

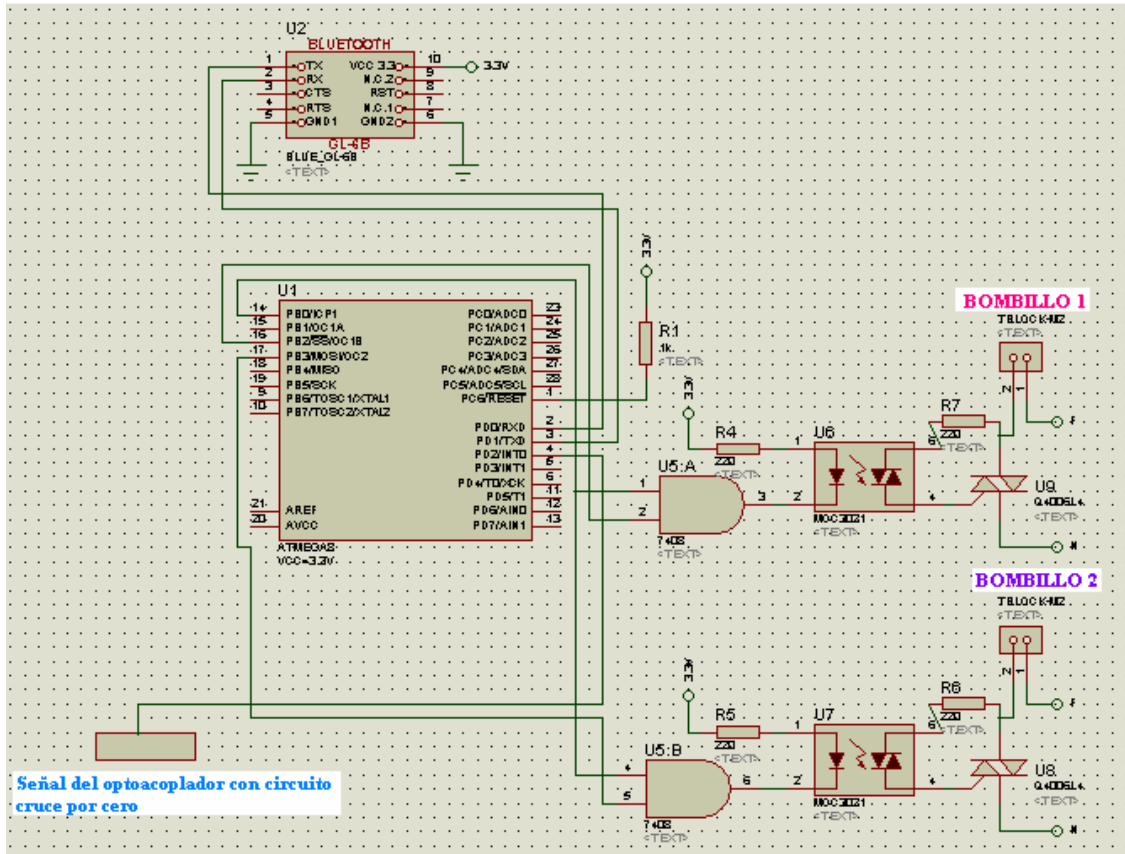


Figura 2.29. Circuito para el control ON-OFF

Los dos bombillo se conecta al pin 14 (PB0) del microcontrolador, para realizar el control de la intensidad de iluminación.

Para el bombillo 1, se conecta al pin 16 (PB2) que se encargara en enviar órdenes a la etapa de potencia para emplear el control al bombillo.

El bombillo 2 es conectado al pin 17 (PB3) y realiza las mismas funciones que el bombillo 1. Se emplea compuertas AND para seleccionar la señal que permite controlar la intensidad de iluminación y para el control ON-OFF entre los dos bombillos.

Se debe tener en cuenta que la corriente de red va a 60 Hz, eso supone 16,66 ms de periodo, pero para esta aplicación se realiza con el semiperiodo, teniendo el valor de 8,33 ms, es decir, que cuando se detecta el paso por 0 V, se tiene un margen de 0 a 8,33 ms, para activar el triac.

- Si se activa el triac en 0 seg. , se enciende el bombillo a una máxima intensidad.
- En cambio si es activado en 8,33 ms, el bombillo se encuentra apagado.

2.5 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Para la implementación del prototipo se realizó en un protoboard siguiendo el diagrama del circuito. En la Figura 2.30, se presentan los elementos electrónicos utilizados para la elaboración del prototipo.

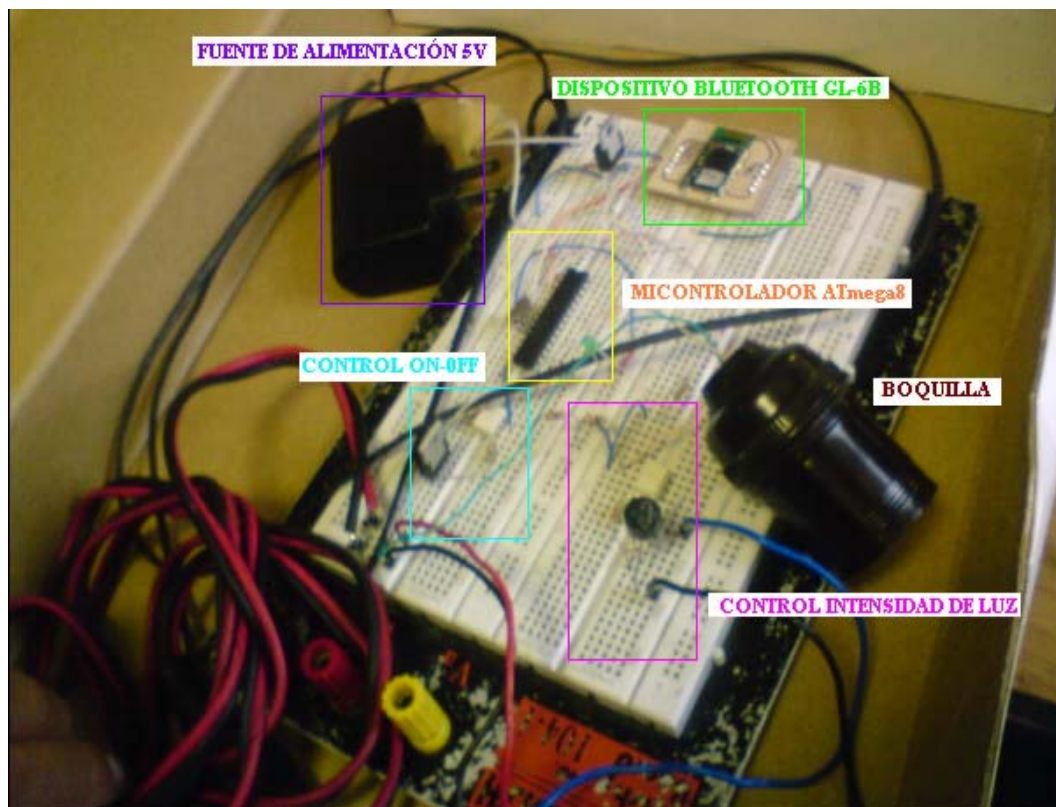


Figura 2.30. Implementación del prototipo en protoboard

2.6 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO

Finalizada la implementación en protoboard, se realizó el diseño del circuito impreso diseñada en ARES con los respectivos elementos electrónicos como se visualiza en la Figura 2.31, con sus pistas de alimentación.

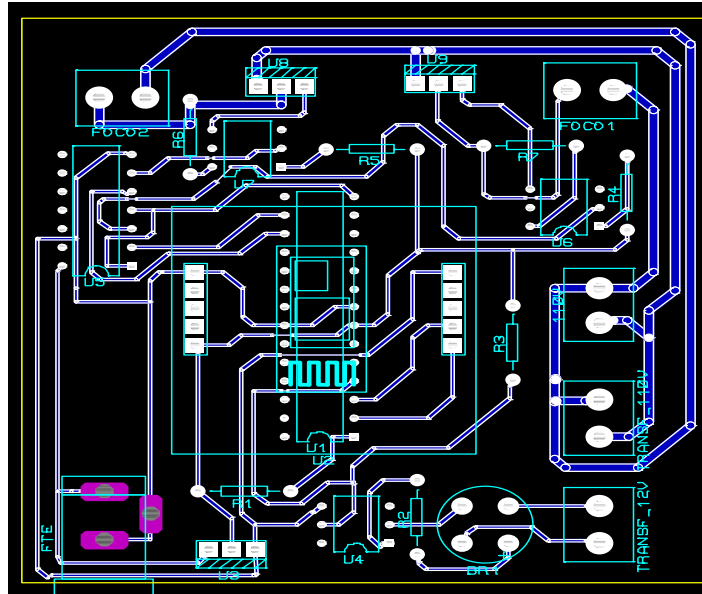


Figura 2.31. Diseño del circuito impreso

En la Figura 2.32, se visualiza en 3D el diseño del circuito impreso con sus respectivos elementos, es una opción que ofrece el AXE.

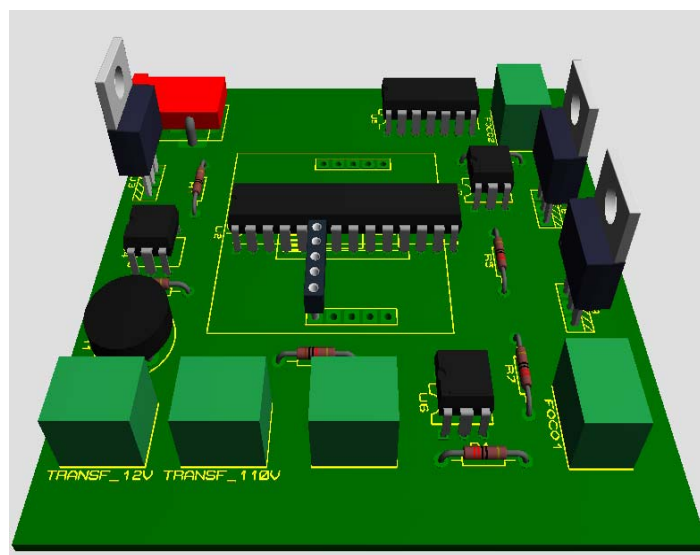


Figura 2.32. Visualización en 3D del circuito impreso

2.7 MONTAJE DE UNA CARCASA SOBRE EL PROTOTIPO

Finalizado con el circuito impreso del prototipo se procede a seleccionar una carcasa con el fin de proteger los circuitos de cualquier sustancia que puedan causar daños a los elementos electrónicos.

En la carcasa se va a implantar los siguientes elementos para lo cual se debe calcular el espacio necesario para adquirir una carcasa con esas distancias.

- Placa del prototipo
 - Ancho = 7,5 cm
 - Largo = 8 cm
- Espacio que ocupa el transformador 110-12V
 - Ancho = 6,5 cm
 - Largo = 6 cm

De acuerdo al espacio empleado por estos dos elementos se obtiene un espacio total deducido de la siguiente manera:

- Para el Ancho se va tener como referencia el mayor valor en este caso sería Ancho = 7,5 cm.
- El largo total sería la suma de los dos elementos teniendo como resultado el valor de Largo = 14 cm.

Con estos valores de distancias calculadas, tenemos un valor de referencia para adquirirlo en el mercado. Se realizó la compra de una carcasa Figura 2.33, es de material plástico color negro con las siguientes distancias como se muestra en la siguiente figura:

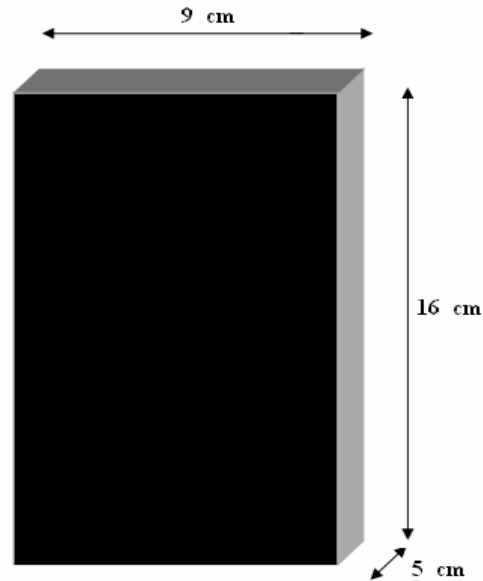


Figura 2.33. Carcasa para el prototipo

Esta carcasa es muy resistente, por ser fabricada de un material plástico de excelente calidad, además de ofrecer protección a los circuitos brinda comodidad al usuario al momento de manipular el prototipo.

Para sujetar los elementos a la carcasa se realiza mediante tornillos para evitar que no exista movilidad. Se realiza tres orificios en la carcasa como se visualiza en la Figura de la siguiente manera:

- Orificio para la alimentación a 5 V.
- Alimentación a 110 V.
- Salida de cables del prototipo hacia los dos bombillos de 110 V.

La Figura 2.34 se aprecia la placa del prototipo con los elementos que conforma el prototipo sujeta a una base de la carcasa.

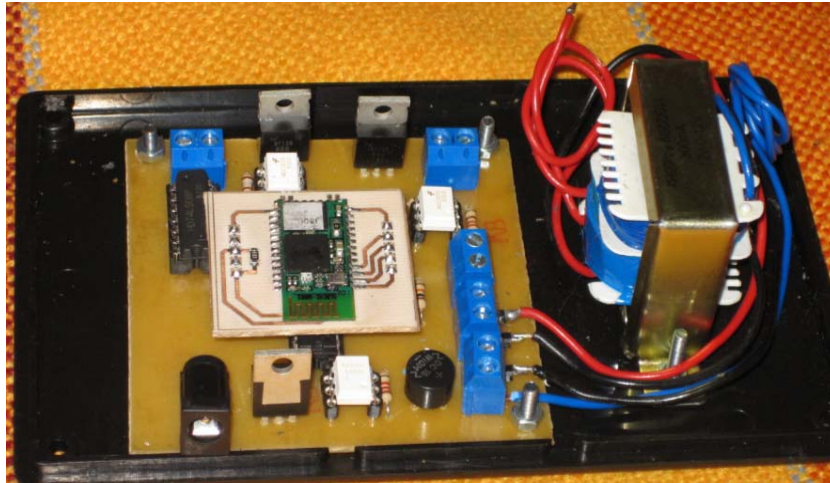


Figura 2.34. Prototipo sujeto a una base de la carcasa



Figura 2.35. Vista superior de la carcasa

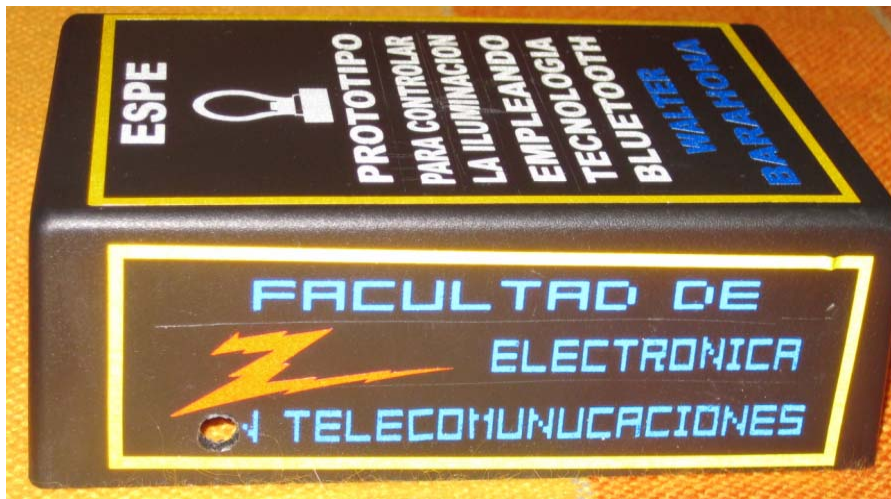


Figura 2.36. Vista lateral derecha de la carcasa



Figura 2.37. Vista frontal de la carcasa

2.8 ELEMENTOS PARA MANIPULAR EL PROTOTIPO

Para la respectiva manipulación del prototipo se va a emplear una PC y PDA para establecer una comunicación bluetooth entre estos dispositivos.

2.8.1 PC

Se va a emplear una PC para realizar la comunicación *bluetooth* con el prototipo porque uno de los objetivos de este proyecto es realizar la comunicación empleando una PC.

Debido a que algunas PC no poseen dispositivos *bluetooth* que permitan realizar una comunicación se va a utilizar el dispositivo *bluetooth* USB *dongle*.

2.8.1.1 Dispositivo bluetooth USB dongle

Este dispositivo Figura 2.38 , permite comunicar la computadora de manera inalámbrica con cualquier dispositivo ó periférico que posee tecnología bluetooth por ejemplo [12]:



Figura 2.38. Dispositivo bluetooth usb dongle

Este dispositivo puede establecer comunicación bluetooth con los siguientes elementos:

- Laptops

- Teléfonos Celulares
- Auriculares
- Audífonos
- PDAs
- Mouse
- Impresoras, etc.

Especificaciones técnicas

- Compatible con cualquier dispositivo con Tecnología Bluetooth
- Bluetooth V1.2 Compliant
- Funciona con Puertos USB 1.0, 1.1 y 2.0
- Antena integrada
- Sensitividad: -89dBm@ 0.1% BER
- Rango de alcance 10m – 30m.
- Compatible con Windows 98/2000/XP/Vista
- Máxima velocidad de transmisión de datos (723Kbps-1Mbps)
- Frecuencia de operación 2.4Ghz.

2.8.2 PDA -Palm Treo 650

Un PDA (Personal Digital Assistant o Ayudante personal digital) es un dispositivo de pequeño tamaño que combina un ordenador, teléfono/fax, Internet y conexiones de red [13].

Características:

- Portabilidad (pequeño tamaño, poco peso)
- Sincronización con PC u Otros Dispositivos para intercambio de Archivos(USB, Infrarrojos, Bluetooth, ...)
- Interconexión con Periféricos Externos (GPS, Tarjetas de red, Cámaras digitales)
- Posibilidad de programación e instalación de nuevos programas
- Pantalla Táctil

Limitaciones:

- Memoria, entre 8 y 64 MB
- Procesador, Menos Velocidad de Procesamiento
- Resolución de Pantalla
- Batería
- Teclado

Ventajas:

- Ligera, cómoda y fácil de usar
- Reducido consumo de batería
- Bajo costo
- Mayor Facilidad para Encontrar Software Gratis (10.000 aplicaciones libres en internet)
- Graffiti

Desventajas:

- Poca Capacidad de Procesamiento
- Poca Capacidad de Almacenamiento
- Contenido Multimedia casi Nulo

Conectividad de PDA

- Por Cable
- Puerto Serie RS-232C
- Puerto USB



Figura 2.39. Cable serie RS-232C

Para manipular el prototipo se va a emplear una Palm Treo 650 que posee dispositivo bluetooth internamente. En la siguiente Figura 2.40 es la Palm treo 650.



Figura 2.40. Palm Treo 650

En la Tabla 2.4 se detalla las características técnicas de la Palm Teo 650 en la cual consta que posee un dispositivo bluetooth[12].

Tabla 2.4. Especificaciones técnicas Palm Treo 650

| Característica | Especificación |
|-----------------------|---|
| Procesador | Procesador <u>Intel™ PXA270</u> a 312 MHz |
| Memoria | 21 MB de memoria no volátil disponible para el usuario |
| Batería | Batería recargable de iones de litio. Hasta 6 horas de tiempo de conversación y 12 días y medio de tiempo en espera. |
| Sistema operativo | * Palm OS® 5.4 |
| Tamaño | 11,3 x 5,9 x 2,3 cm |
| Peso | 178 gramos |

| | |
|-----------------------------|--|
| Pantalla | <p>Pantalla táctil TFT a color</p> <p>Resolución de 320 x 320 Color de 16 bits (más de 65.000 colores)</p> |
| Expansión | Admite tarjetas SD, SDIO y MultiMediaCard |
| Audio | <p>RealPlayer , requiere una tarjeta de memoria SD.</p> <p>Compatible con auriculares estéreo</p> |
| Cámara digital | <p>Resolución VGA con 640 x 480 (0,3 mega píxeles) y equilibrado de luz automático</p> <p>Zoom 2x Espejo para autorretratos Graba vídeo</p> |
| Características adicionales | <p>* Teclado completo, iluminado con teclado numérico</p> <p>Altavoz de manos libres</p> <p>Tonos MIDI polifónicos</p> <p>Puerto de infrarrojos</p> <p>Bluetooth</p> <p>Botón exterior de encendido/silencio del timbre</p> <p>Modo de vibración</p> <p>Lápiz táctil</p> <p>Reproductor de mp3</p> |

2.9 ANÁLISIS ECONÓMICO DE TODOS LOS ELEMENTOS

Para realizar éste prototipo se empleo los siguientes elementos como se detalla en la Tabla 2.5 en la que constan sus respectivos precios.

Tabla 2.5 Tabla de elementos para la implementación del prototipo

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD SOLICITADA | P. UNIT. | P. TOTAL |
|----------------------------------|---------------------|--------------|----------------|
| DISPOSITIVO BLUETOOTH DONGLE | 1 | 10,000 | 10,000 |
| PALM TREO 650 (Teléfono celular) | 1 | 300,000 | 300,000 |
| PLACA 7,5 X 7,5 | 1 | 6,200 | 6,200 |
| ZOC28P | 1 | 0,200 | 0,200 |
| ATMEGA8 | 1 | 3,900 | 3,900 |
| DISPOSITIVO BLUETOOTH GL-6B | 1 | 45,000 | 45,000 |
| BORN 2P | 5 | 0,350 | 1,750 |
| REGLETA FEMALE SIMPLE | 1 | 0,600 | 0,300 |
| REGLETA FEMALE MAQUINADA | 1 | 0,900 | 0,450 |
| MOC3020 | 2 | 0,950 | 1,900 |
| 4N25 | 1 | 0,400 | 0,400 |
| LM1117 - 3.3V | 1 | 0,900 | 0,900 |
| JACK PCB | 1 | 0,400 | 0,400 |
| R1K | 1 | 0,020 | 0,020 |
| R220R | 3 | 0,020 | 0,060 |
| R10K | 1 | 0,020 | 0,020 |
| R180R | 2 | 0,020 | 0,040 |
| BT139 | 2 | 0,950 | 1,900 |
| ZOC14P | 1 | 0,150 | 0,150 |
| 74LS08 | 1 | 0,400 | 0,400 |
| W10M | 1 | 0,400 | 0,400 |
| TRANSF. 300 mA - 12-0-12 | 1 | 2,650 | 2,650 |
| CABLE ROJO NEGRO | 3 | 0,350 | 1,050 |
| ENCHUFE | 1 | 0,500 | 0,500 |
| CAJA NEGRA | 1 | 3,750 | 3,750 |
| FTE. 5V | 1 | 4,800 | 4,800 |
| | | Total | 387,140 |

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SOFTWARE

EL diseño del software se refiere a la programación que se debe efectuar para poder dar vida al prototipo, siempre hay que tener cuenta todas las consideraciones del caso para que de ésta manera se pueda llegar a cumplir los objetivos.

En este capítulo se explican los diferentes compiladores, código del programa del prototipo y con respecto a la manipulación el prototipo empleando una PC y PDA se emplea software.

3.1 COMPILADORES

Para realizar la programación del microcontrolador ATmega8 se utilizará el compilador BASCOM-AVR.

Mientras que para realizar el diseño del circuito y la simulación del control de iluminación se utilizará Proteus 7 Professional.

3.1.1 Bascom-Avr

Este compilador Basic en Windows que sirve para programar microcontroladores ATmega8 brinda herramientas, librerías, compilador, simulador y utiliza comando amigables para que el programador pueda realizar la respectiva programación.



Figura 3.1. Bascom –Avr

Este compilador posee herramientas que reducen los tiempos en el desarrollo de la programación de forma drástica.

El Bascom-Avr junto con los kits de desarrollo de Digital Micro Devices, le proporcionan una poderosa herramienta para un diseño rápido y seguro tanto de microcontroladores como de sistemas de Radio frecuencia en la Banda ISM-ICM (433-866Mhz).

Características

- Programación estructurada con IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, SELECT- CASE.
- Código máquina compilado, mucho más rápido que los interpretados.
- Nombres de variables y etiquetas largos, hasta 32 caracteres de longitud.
- Variables Bit, Byte, Integer, Word, Long, Single y String.

- Los programas compilados trabajan con todos los microcontroladores AVR que tienen memoria RAM interna.
- Las instrucciones y comandos son en su mayoría compatibles con Microsoft VB/QB (Visual Basic/Q Basic).
- Mezcla Assembler y Basic en la misma fuente.

A continuación se detallan algunos comandos para programar en BASCOM que son similares a otros compiladores existentes para programar microcontroladores.

Decisión y estructuras

IF, THEN, ELSE, ELSEIF, END IF, DO, LOOP, WHILE, WEND, UNTIL, EXIT DO, EXIT WHILE, FOR, NEXT, TO, DOWNTO, STEP, EXIT FOR, ON.. GOTO/GOSUB, SELECT, CASE.

Entrada y salida

PRINT, INPUT, INKEY, PRINT, INPUTHEX, LCD, UPPERLINE, LOWERLINE, DISPLAY ON/OFF, CURSOR ON/OFF/BLINK/NOBLINK, HOME, LOCATE, SHIFTLCD LEFT/RIGHT, SHIFTCURSOR LEFT/RIGHT, CLS, DEFLCDCHAR, WAITKEY, INPUTBIN, PRINTBIN, OPEN, CLOSE, DEBOUNCE, SHIF TIN, SHIF TOUT, GETATKBD

Funciones numéricas

AND, OR, XOR, INC, DEC, MOD, NOT, ABS, BCD, LOG, EXP, SQR, SIN, COS, TAN, EXP.

I2C

I2CSTART, I2CSTOP, I2CWBYTE, I2CRBYTE, I2CSEND y I2CRECEIVE.

SPI

SPIINIT, SPIIN, SPIOUT, SPIMOVE.

Interrupciones

ON INT0/INT1/TIMER0/TIMER1/SERIAL, RETURN, ENABLE, DISABLE, COUNTERx, CAPTUREx, INTERRUPTS, CONFIG, START, LOAD.

Manipulación de Bit

SET, RESET, ROTATE, SHIFT, BITWAIT, TOGGLE.

Variables

DIM, BIT, BYTE, INTEGER, WORD, LONG, SINGLE, STRING, DEFBIT, DEFBYTE, DEFINT, DEFWORD.

Varias

REM, SWAP, END, STOP, CONST, DELAY, WAIT, WAITMS, GOTO, GOSUB, POWERDOWN, IDLE, DECLARE, CALL, SUB, END SUB, MAKEDEC, MAKEBCD, INP, OUT, ALIAS, DIM, ERASE, DATA, READ, RESTORE, INCR, DECR, PEEK, POKE, CPEEK, FUNCTION, READMAGCARD, SPC.

Directivas del compilador

\$INCLUDE, \$BAUD, \$CRYSTAL, \$SERIALINPUT, \$SERIALOUTPUT, \$RAMSIZE, \$RAMSTART, \$DEFAULT XRAM, \$ASM-\$END ASM, \$LCD, \$EXTERNAL, \$LIB.

Manipulación de cadenas

STRING, SPACE, LEFT, RIGHT, MID, VAL, HEXVAL, LEN, STR, HEX, LTRIM, RTRIM, TRIM, LCASE, UCASE, FORMAT, FUSING, INSTR.

3.1.2 Proteus Professional

Proteus Professional 7.4 es un simulador de circuitos electrónicos, tiene muchos componentes, además también cuenta con animaciones para las simulaciones con una variedad de herramientas, así como el diseño de circuitos impresos. Se compone de cuatro elementos, perfectamente integrados entre sí:

- ISIS, la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.

- ARES, la herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas.
- PROSPICE, la herramienta de simulación de circuitos según el estándar industrial SPICE3F5.
- VSM(Modelación de Sistemas Virtuales), es una herramienta que permite incluir en la simulación de circuitos el comportamiento completo de los microcontroladores más conocidos del mercado. PROTEUS es capaz de leer los ficheros con el código ensamblado para los microprocesadores de las familias PIC, AVR.

Las principales características de Proteus son:

- Entorno de diseño gráfico de esquemas electrónicos extremadamente fácil de utilizar y dotado de poderosas herramientas para facilitar el trabajo del diseñador.
- Entorno de simulación prospice mixto entre el estándar SPICE3F5 y la tecnología exclusiva de Proteus de Modelación de Sistemas Virtuales (VSM).
- Entorno de diseño de placas de circuito impreso (ARES) de ultra-altas prestaciones con bases de datos de 32 bits, posicionador automático de elementos y generación automática de pistas con tecnologías de autocorte y regeneración.

3.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA

Para realizar el programa para el prototipo se debe tener las siguientes consideraciones para realizar el control de iluminación.

El funcionamiento general del prototipo se basa en establecer una comunicación bluetooth con la PC ó PDA. El prototipo va a recibir caracteres como se detalla en la Tabla 3.1 que son enviados desde una PC ó PDA de forma inalámbrica. Estos caracteres son recibidos por el dispositivo bluetooth GL-6B y enviados de forma serial al microcontrolador. Cuando se recibe los diferentes caracteres se ejecutan diferentes sentencias de código del programa y son enviadas a la etapa de potencia mediante los puertos de salida del microcontrolador. Se va a controlar el ON-OFF de los dos bombillos de forma independiente y para el control de intensidad de iluminación se realizará en forma grupal por compartir una misma señal.

Tabla 3.1. Caracteres que controlan la iluminación de los bombillos

| CONTROL | CARACTERES | |
|------------------|---------------|-----------|
| | ENCENDER ó ON | FOCO1 ON |
| APAGAR ó OFF | FOCO1 OFF | FOCO2 OFF |
| SUBIR INTENSIDAD | S | S |
| BAJAR INTENSIDAD | B | B |

Para el bombillo 2, se va a realizar el control de forma independiente ejecutando los siguientes caracteres por ejemplo, si el microcontrolador recibe el carácter **S** va a subir la intensidad de luz hasta un límite. Tomando en cuenta estas consideraciones se va a realizar el diagrama de flujo para realizar el programa.

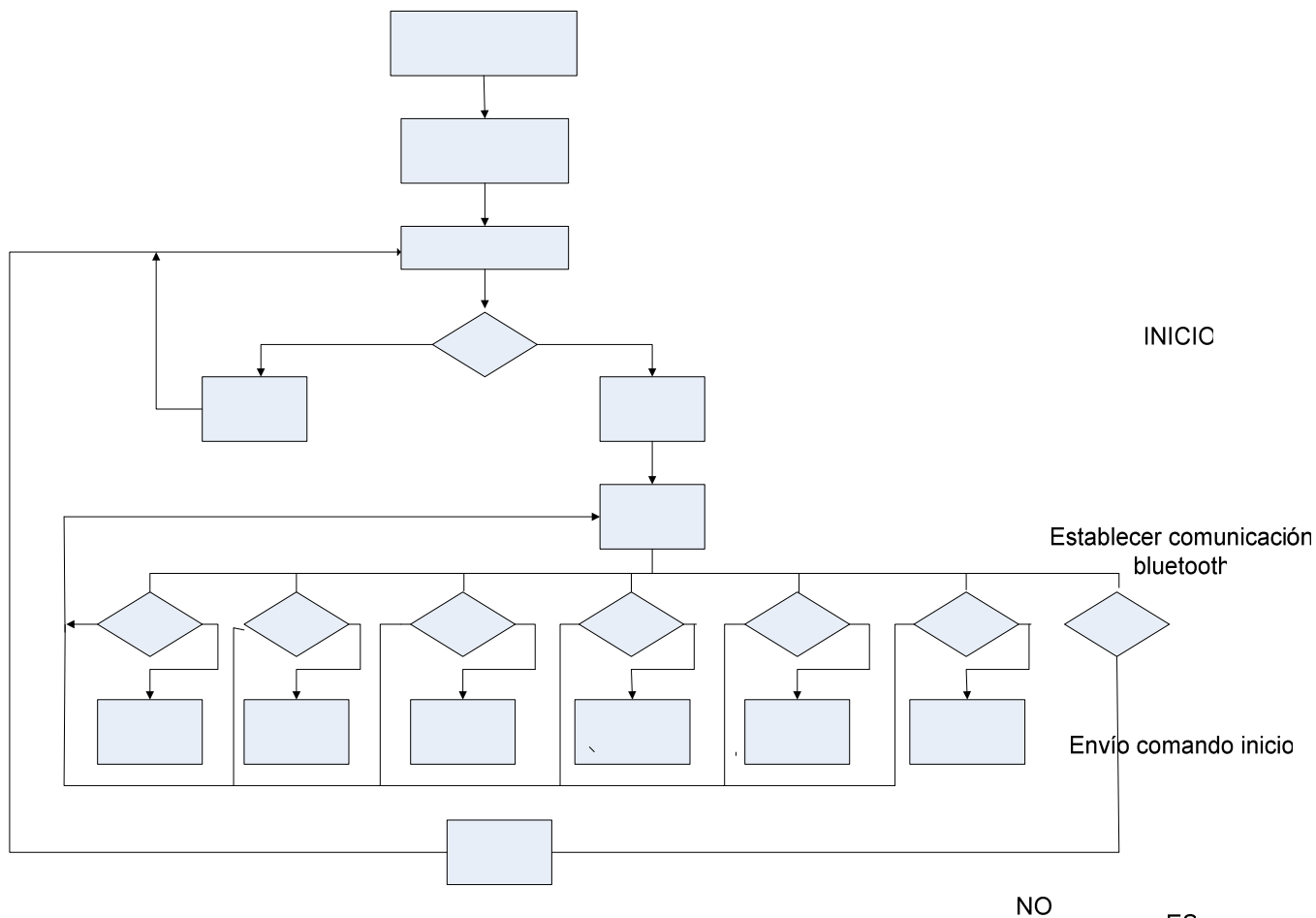


Figura 3.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo representa mediante bloques las diferentes funcionalidades del programa. El primer paso en el programa es declarar librerías y variables entre ellas se declaró una interrupción externa del microcontrolador INT0 que al momento de detectar una señal por flanco se activa el TIMER el cual va a variar la intensidad de iluminación. Se declara e inicializa las variables como foco1, foco2, triac para el control ON-OFF. Se declara los puertos que se van a utilizar para la salida del microcontrolador y esa información es enviada a la etapa de potencia.

3.2.1 EXPLICACION DEL CODIGO DEL PROGRAMA

Una vez realizado el diagrama de flujo se procede a realizar el programa para el microcontrolador en el compilador BASCOM-AVR. De acuerdo al diagrama de flujo se va a realizar la programación.

Aumenta la iluminación

Disminuye la iluminación

Enciende el bombillo 1

3.2.2 Algoritmo para el inicio de la comunicación bluetooth

El primer paso es declarar variables que se van a utilizar en la programación, como especificar el oscilador de cristal, velocidad de transmisión de 9600 bits/segundo.

```
#####
'#          ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO          #
'# PROGRAMA PARA CONTROLAR LA ILUMINACIÓN EMPLEANDO TECNOLOGÍA BLUETOOTH #
'# NOMBRE: WALTER GEOVANNY BARAHONA ROJAS          #
#####

*****
' CABECERA DEL PROGRAMA
*****

'Especifica el registro donde se encuentra grabado el programa es decir el código
'del programa.

    $regfile = "m8def.dat"

    'Frecuencia del cristal 8 MHZ

    $crystal = 8000000

'Especifica la velocidad de transmisión para establecer la comunicación con el
'modulo bluetooth GL-6BB.

    $baud = 9600

*****
' CONFIGURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN EXTERNA INT0
*****

'Configuración de la interrupción INT0 en aumento de borde. Es una señal de
'entrada al Microcontrolador.

    Config Int0 = Rising

'Ejecuta la subrutina cuando la interrupción INT0 especifica lo que ocurre, isr
'guarda y restaura los registros

    On Int0 Int0_isr
```

```
'Configuración del Timer0 para realizar la variación de la intensidad de
'Iluminación. Se puede configura como un counter o timer, para el caso de counter
'se ejecuta un conteo hasta un limite es decir 1,2,3,.etc. Para esta aplicación
'lo vamos a realizar como timer porque vamos a controlar el tiempo.
'El Timer es conectado a un sistema de reloj y se puede seleccionar la división
'de este sistema mediante la prescale.
'Parámetros de prescale 1,8,64,256 or 1024
```

```
*****
'CONFIGURACIÓN DEL TIMER0
*****
```

```
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1024
```

```
'Ejecuta la subrutina cuando la interrupción TIMER0 ó (Ovf0 en AVR) especifica
'lo que ocurre, isr guarda y restaura los registros
```

```
On Ovf0 Tim0_isr
```

```
'Para o deja de ejecutar el Timer0, es indispensable esta instrucción porque
'se debe ejecutar y desactivar el timer.
```

```
Stop Timer0
```

```
'Configuración del Puerto B , como salida del microcontrolador.
'DDRB=255,se inicializa con una valor, para que no exista datos incorrectos
'sobre el puerto.
'PORTB=0, se refiere al pin 14 de microcontrolador PB0.Se especifica el puerto
'con ésta instrucción, porque existen otros puertos que pertenecen a PB pero se
'distinguen por PB1, PB2, PB3.....,PB7. Para esta aplicación se va a utilizar el
'Pb0
```

```
*****
'CONFIGURACIÓN DEL PUERTO B Y PUERTO D
*****
```

```
Ddrb = 255 : Portb = 0
```

```
'Configuración del Puerto D , como una interrupción externa INT0 que pertenece
'al pin 4 del microcontrolador, de la misma manera se encuentra inicializado
'con un valor numérico.
```

```
Ddrd.2 = 0 : Portd.2 = 1
```

```

*****
'DECLARACIÓN DE VARIABLES CON SUS RESPECTIVOS PUERTOS
*****

'Se declara la variable Triac en el PB0 (Puerto B0) pin 14 del microcontrolador.
'Triac Alias Portb.0

'Se declara la variable Focol en el PB2 (Puerto B2) pin 16 del microcontrolador.
'Esta variable recibirá ordenes del microcontrolador para controlar el bombillo
2.

    Focol Alias Portb.2

'Se declara la variable Foco2 en el PB3 (Puerto B3) pin 17 del microcontrolador.
'Se necesita esta variable para controlar el BOMBILLO2.

    Foco2 Alias Portb.3

'Declaración del carácter S como una variable string. Este se utiliza para subir
'la intensidad de iluminación.

    Dim S As String * 10

'Declaración de la variable Val-timer es necesaria para ir controlando el TIMER0
'porque esta será la variable que sirva para controlar la iluminación. Todas las
'variables son inicializadas con un valor.

    Dim Val_timer0 As Byte
    Val_timer0 = 195

*****
'SE EMPLEA UN MENU PARA EMPEZAR LA APLICACIÓN
*****

    Inicio:

'Pone el valor de 1 en las variables.

    Set Triac
    Set Focol
    Set Foco2

    Val_timer0 = 194

'S es el carácter que ingrese el usuario para ejecutar el programa. Empezará el

```

'programa cual se ingrese el carácter 1 y se va a la etiqueta dimmer en la cual
'se encuentra la variación de la intensidad de iluminación de los dos BOMBILLOS,
'caso contrario cuando sea diferente de 1 estará ejecutándose el código que se
'encuentra en la etiqueta Inicio por lo que no se ejecutará el programa.

```

S = ""

Print "*****"
Print "*           ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO           *"
Print "* PROTOTIPO PARA CONTROLAR LA ILUMINACION CON TECNOLOGIA BLUETOOTH *"
Print "* WALTER GEOVANNY BARAHONA ROJAS                        *"
Print "*****"

Print "MENU DE INICIO: "
Print "1: INICIAR "
Print "2: PARAR: "

Input S

If S = "1" Then
    Goto Dimmer
Else
    If S = "2" Then
        Goto Inicio
    Else
        Print "ORDEN DESCONOCIDA"
        Goto Inicio
    End If
End If

```

3.2.3 Algoritmo para el control de la intensidad de iluminación

```

*****
'ETIQUETA DIMMER PARA CONTROLAR LA INTENSIDAD DE ILUMINACIÓN, ENCENDIDO Y
'APAGADO DE LOS DOS BOMBILLOS.
*****

```

'Si el usuario ingreso 1 se ejecuta el código de la etiqueta Dimmer.

Dimmer:

'Se aplica la instrucción Stop Timer0 para encerrar el timer y empezar una nueva
'ejecución del programa.

```
Stop Timer0
```

```
'Se debe habilitar INT0, Timer, Interrupts ya que son indispensables para que  
'funcione el programa.
```

```
Enable Int0  
Enable Timer0  
Enable Interrupts
```

```
'Debido a que existe dos funciones en la elaboración del proyecto como son:  
'Controlar el encendido (ON) de los bombillos.  
'Controlar el Apagado (OFF) de los bombillos.  
'Controlar la iluminación de los bombillos.  
'Se debe tener en cuenta que se va a realizar para dos BOMBILLOS y lo mas útil  
'para realizar el programa es emplear un menú en este caso con la sentencia  
'Do-Loop, el cual tiene los llamados case que permite realizar varias funciones  
'mediante un menú.
```

```
Do  
S = ""
```

```
'Si se ingresa el carácter S, se va a ejecutar el Case "S" que permite  
incrementar la intensidad de iluminación.
```

```
Input S  
Select Case S
```

```
'Si se ingresa el carácter SALIR, va ir a Case "SALIR" y finalizará el programa  
'deshabilitando el INT0, Timer0, Interrupts, permitiendo una nueva ejecución del  
'del numero 1 para empezar la aplicación.
```

```
Case "SALIR":  
    Disable Int0  
    Set Foco1  
    Set Foco2  
    Set Triac  
    Disable Timer0  
    Disable Interrupts  
Exit Do
```

```
*****  
Control de la intensidad de iluminación en aumento  
*****  
'El Case "S", permite incrementar el Timer0 hasta 252 , para incrementar la  
'intensidad de iluminación.
```



```

Case "S":
  Val_timer0 = Val_timer0 + 2
  If Val_timer0 > 252 Then
    Val_timer0 = 252
  End If

```

```

*****
Control de la intensidad de iluminación en aumento
*****

```

'El Case "B", permite decrementar el Timer0 hasta 192 , para disminuir la intensidad de iluminación.

```

Case "B":
  Val_timer0 = Val_timer0 - 2
  If Val_timer0 < 194 Then
    Val_timer0 = 194
  End If

```

3.2.4 Algoritmo para el control ON-OFF

```

*****
Bombillo 1 ON
*****

```

'El Case "FOCO1 ON", permite encender el BOMBILLO 1 , enviando a la variable 'Focol un Reset es decir un 0.

```

Case "FOCO1 ON":
  Reset Focol

```

```

*****
Bombillo 1 OFF
*****

```

'El Case "FOCO1 OFF", permite apagar el BOMBILLO 1 ,enviando a la variable 'Focol un Set es decir un 1.

```

Case "FOCO1 OFF":
  Set Focol

```

```

*****
Bombillo 2 ON
*****

```

'El Case "FOCO2 ON", permite encender el bombillo 2, enviando a la variable 'Foco2 un Reset es decir un 0.

```
Case "FOCO2 ON":
    Reset Foco2
```

Bombillo 2 OFF

'El Case "FOCO2 OFF", permite apagar el BOMBILLO 2 , enviando a la variable 'Foco2 un Set es decir un 1.

```
Case "FOCO2 OFF":
    Set Foco2
```

3.3 SIMULACIÓN

Los programas de simulación permiten depurar hasta casi la perfección el diseño antes de ser montado en una placa. Esta simulación se realizó en *Proteus Professional 7.4*, para establecer el control de iluminación se emplearon los siguientes elementos electrónicos como: un microcontrolador ATmega8 para realizar las respectivas conexiones con el dispositivo bluetooth pero por no existir éste en el simulador se usó el virtual terminal que tiene las mismas conexiones que el dispositivo *bluetooth* GL-6B también se utilizaron una fuente AC de 12 V, un rectificador de media onda, circuito de cruce por cero, optoacopladores , triacs, leds, compuertas AND. En Figura se detalla el circuito empleado para la simulación.

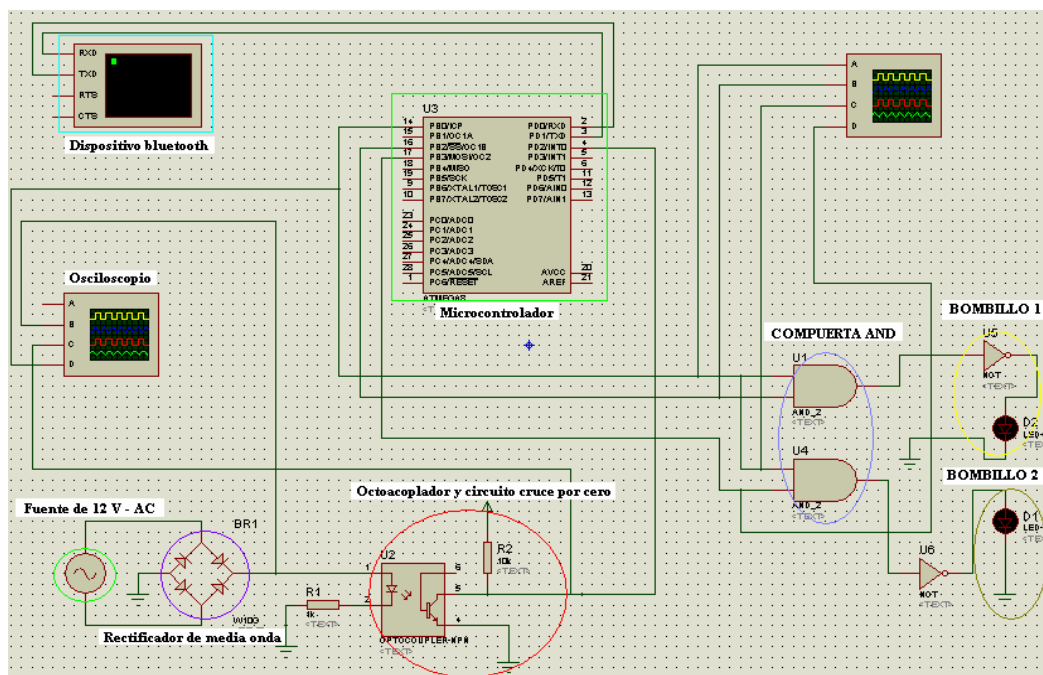
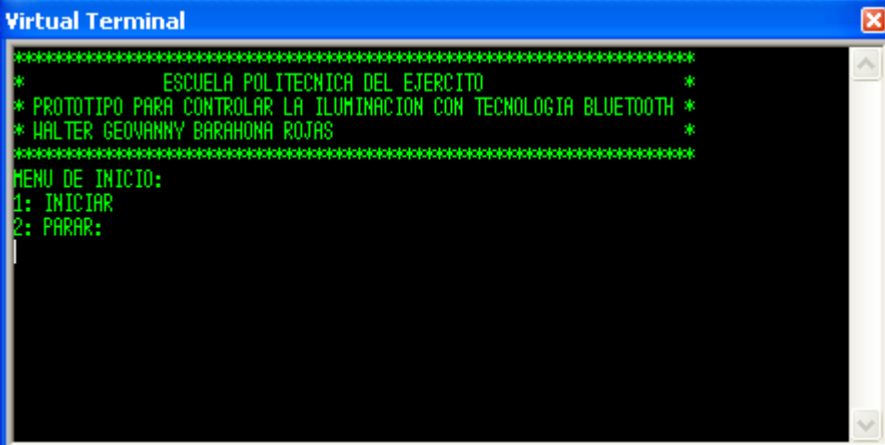


Figura 3.3. Circuito empleado para simular el prototipo

3.3.1 Gráficas de simulación

Finalizado el circuito en *proteus* se procedió la etapa de simulación para lo cual se debe adjuntar el programa realizado en BASCOM al microcontrolador ATmega8 y se procede a la ejecución de la simulación empleando la opción Run Simulator.

Mediante el virtual terminal de *proteus* se simuló la comunicación serial con el microcontrolador. Esto es semejante a la PC con el dispositivo *bluetooth dongle* ó la PDA (Teléfono celular). La Figura 3.4 se aprecia el menú del programa para empezar la comunicación se ingresa el valor de 1 y se procede la manipulación del prototipo caso contrario que sea cualquier numero diferente de 1 no se va a establecer ningún tipo de control de los bombillos.



```
Virtual Terminal
*****
* ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO *
* PROTOTIPO PARA CONTROLAR LA ILUMINACION CON TECNOLOGIA BLUETOOTH *
* HALTER GEOVANNY BARAHONA ROJAS *
*****
MENU DE INICIO:
1: INICIAR
2: PARAR:
```

Figura 3.4. Presentación del menú empleando virtual terminal

En la primera simulación se empleó el control ON para los dos bombillos enviando los caracteres como se visualiza en la Figura 3.5, cada carácter es recibido por el microcontrolador y este procesa internamente el código correspondido al tipo de control es decir cuanto se desee encender cualquier bombillo, el microcontrolador envía al puerto de salida un reset que es un 0 V, activando de esta manera el optoacoplador y por ende la acción del triac para el control ON de los bombillos de 110 V.

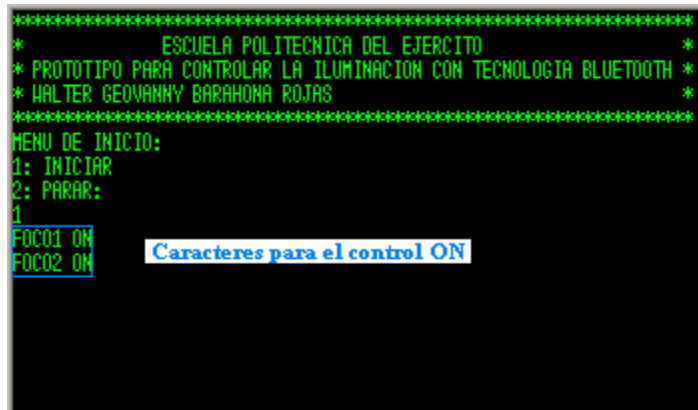


Figura 3.5. Caracteres para el control ON en virtual terminal

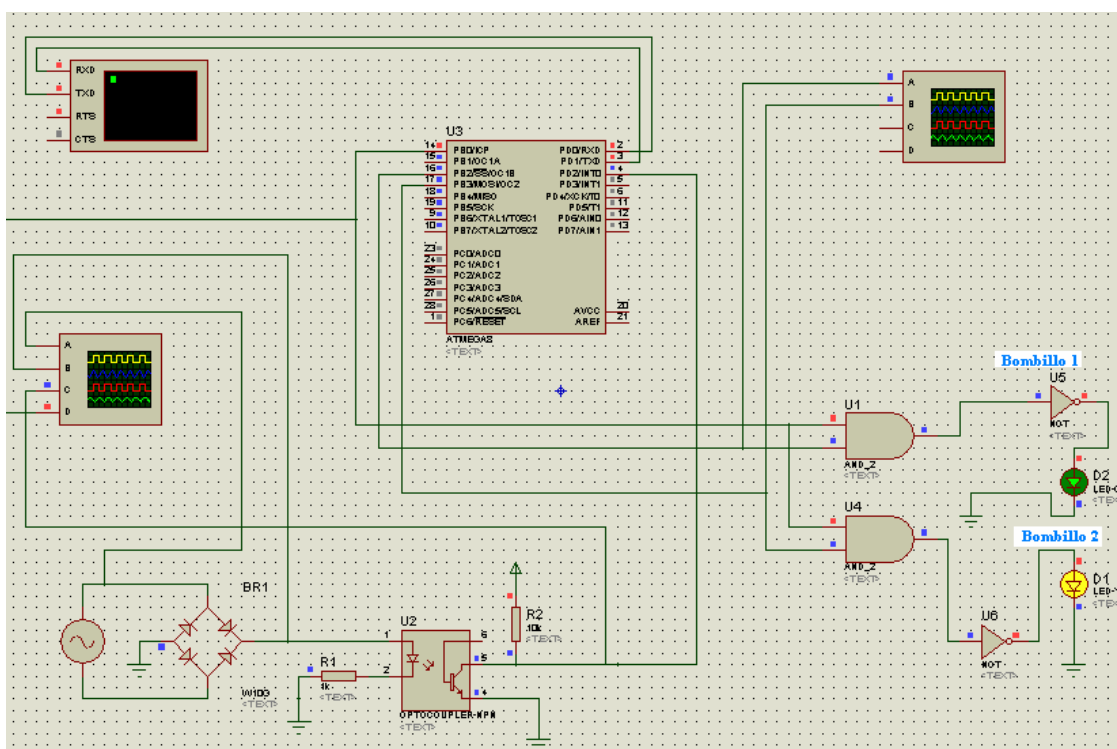


Figura 3.6. Visualización de los bombillos encendidos

Para realizar el control OFF de los bombillos se envía los respectivos caracteres, el microcontrolador recibe estos caracteres y para este tipo de control se envía por el puerto de salida del microcontrolador 5 V y el optoacoplador no se activa porque esta diseñado que se active con 0 V. Para enviar 5V se aplica la instrucción Set y especifica al puerto por donde va a salir este valor.

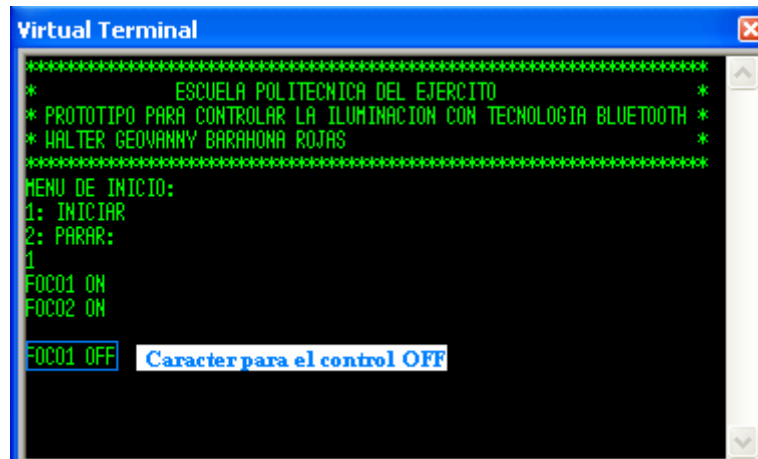


Figura 3.7. Carácter para en control ON del bombillo1

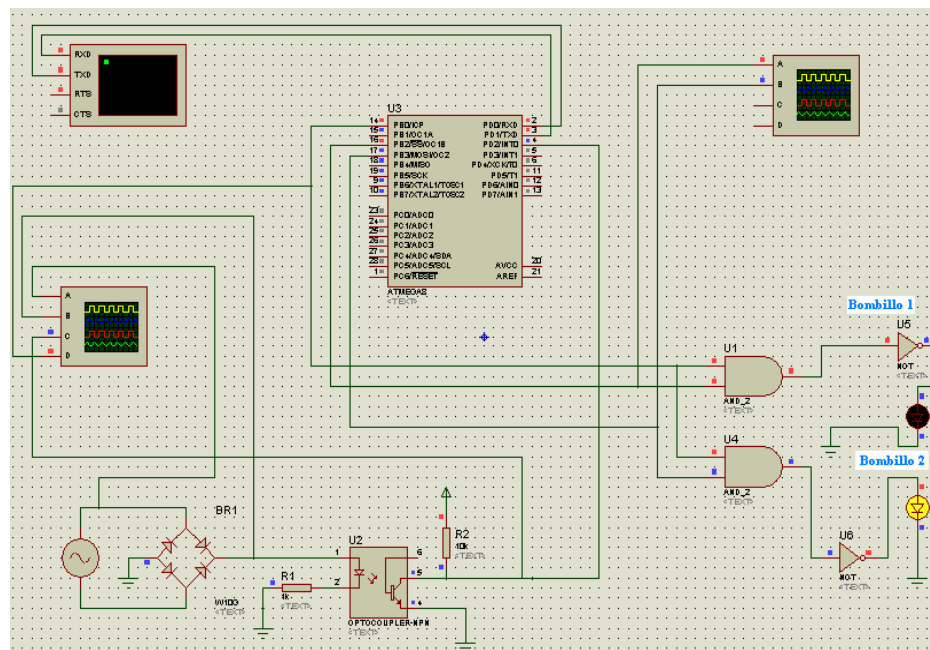


Figura 3.8. Visualización del bombillo 1 apagado

Finalmente se realiza la simulación del control de la intensidad de iluminación desde un nivel bajo hasta alcanzar un nivel alto en la iluminación. Los caracteres que se emplea para este control es el “S” subir y “B” bajar. Se emplea un osciloscopio para visualizar las diferentes señales como se aprecia en la Figura 3.9, se visualiza la onda senoidal con una amplitud de 12 V (color verde), esta señal es conducida hacia un rectificador de media onda para obtener una onda con valores positivos con amplitud de 12 V (color azul) la cual es conducida a un optoacoplador y mediante un circuito de cruce por cero con referencia

de 3.3 V , se genera pulsos digitales (color rosada) , que es ingresado a la interrupción del microcontrolador, la señal (color verde) representa la salida del microcontrolador esta inactiva porque no se a presionado el numero “1” para empezar la aplicación.

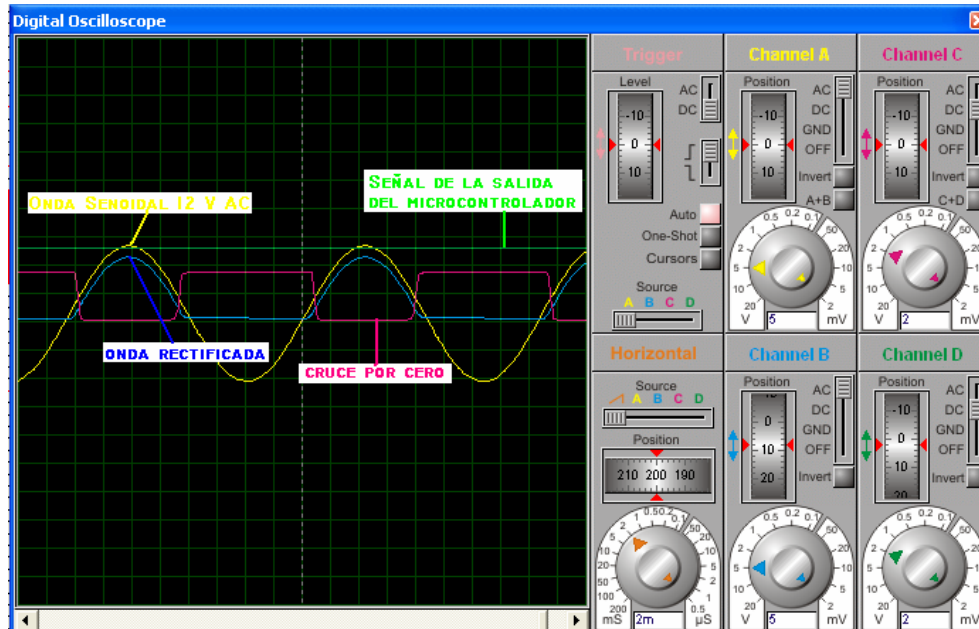


Figura 3.9. Ondas para el control de la intensidad de iluminación

La señal de la salida del microcontrolador (color verde), esta inactiva pero cuando se ingresa el “1” empieza la aplicación teniendo como resultado lo que se visualiza en la Figura 3.10 que representa la salida del microcontrolador.

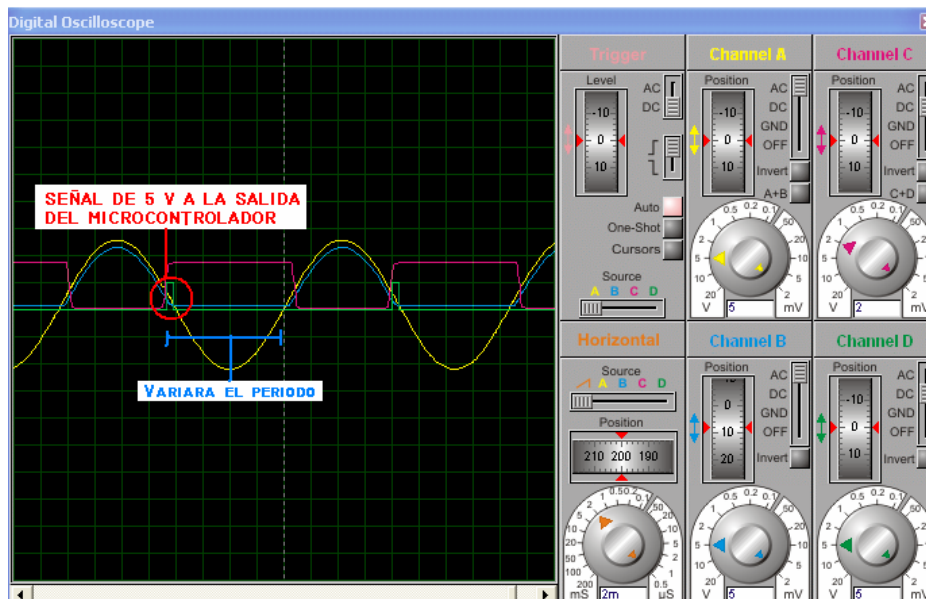


Figura 3.10. Señal de la salida del microcontrolador

En la Figura 3.11, se indica el incremento de los pulsos grafico (color verde) que va a depender de los caracteres que se envíen.

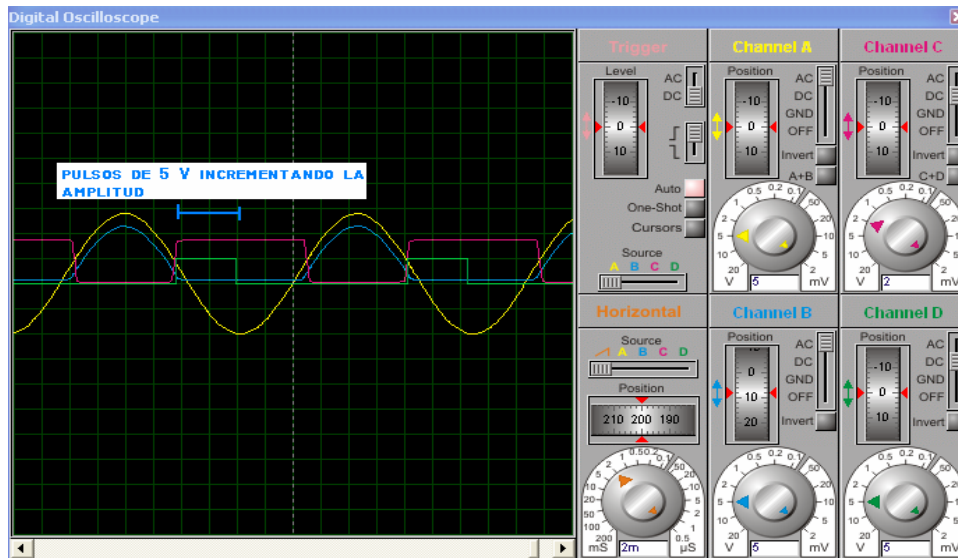


Figura 3.11. Aumentado la amplitud de la señal

En la Figura 3.12 se visualiza el incremento de los pulsos siendo el valor máximo, en este estado los bombillos se encuentra encendidos con una alta intensidad de iluminación.

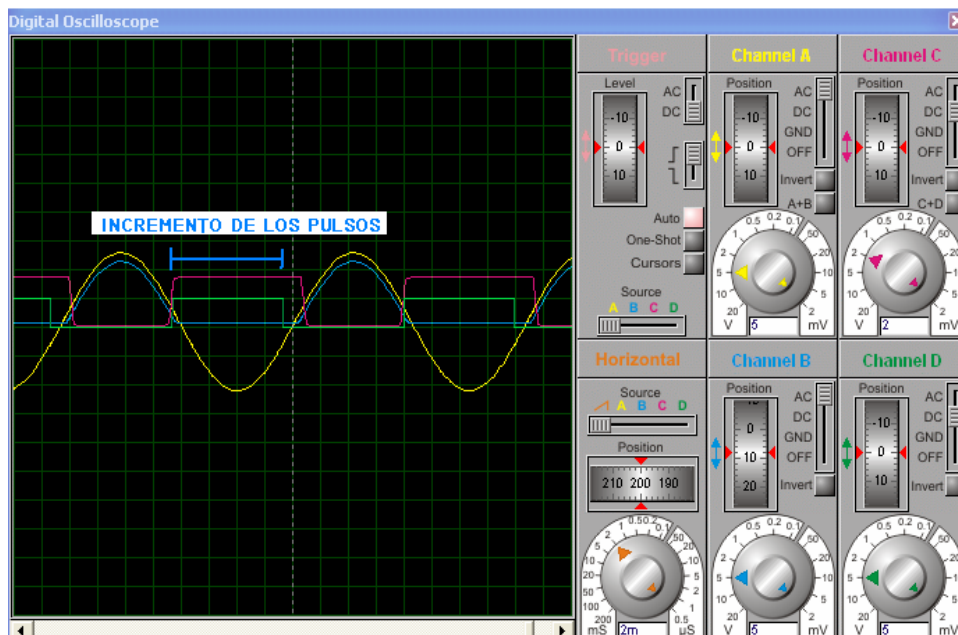


Figura 3.12. Límite máximo de iluminación

3.4 PROGRAMAS PARA MANIPULAR EL PROTOTIPO

Finalizado la programación del prototipo y verificado las funcionalidades del control de iluminación mediante la simulación realizada en Proteus 7 Professional tenemos que investigar programas que permita realizar la comunicación bluetooth con el prototipo.

3.4.1 Software para la PC

Para establecer la comunicación bluetooth con el prototipo se va a emplear una PC que tenga dispositivo bluetooth.

3.4.1.1 BlueSoleil

Este dispositivo Bluetooth USB dongle posee un CD de instalación llamado BlueSoleil Figura 3.13, el cual debe ser instalado en la PC con cualquier programa.



Figura 3.13. Dispositivo usb dongle con CD BlueSoleil

Se utilizó este dispositivo bluetooth por ser económico y por tener la facilidad de funcionar como puerto serial, resultando de esta manera útil para el prototipo.

En la figura se observa las distintas funciones que permite realizar empleando este dispositivo bluetooth dongle entre ellas realizar conexión serial.

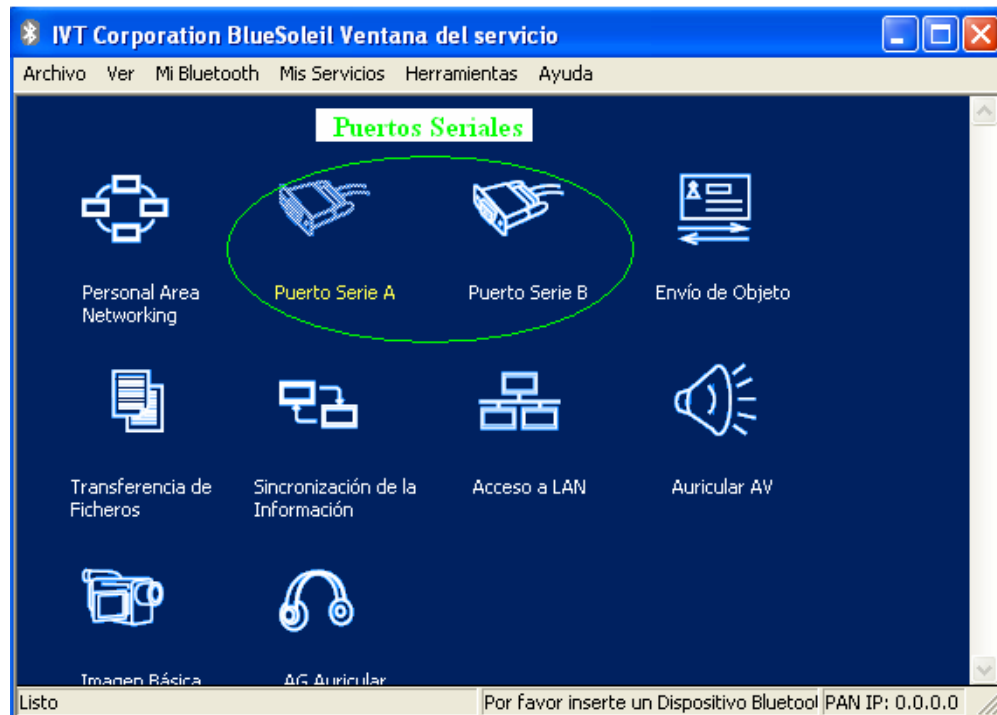


Figura 3.14. Puertos seriales pertenecientes al BlueSoleil

Este dispositivo bluetooth puede generar dos puertos seriales como se observa en Figura además posee otras funcionalidades como: envío de objeto, Transferencia de ficheros, Acceso a LAN, Auricular AV etc.

BlueSoleil no tiene una opción que permita enviar caracteres a través de una comunicación serial, por esta razón se va a utilizar el Hyper Terminal o cualquier programa que pueda establecer una comunicación serial configurando el puerto asignado para establecer la comunicación.

3.4.1.2 Hyper Terminal

Es un programa que se puede utilizar para conectar con otros equipos, sitios Telnet, sistemas de boletines electrónicos (BBS), servicios en línea y equipos host, mediante un módem o un cable de módem nulo:

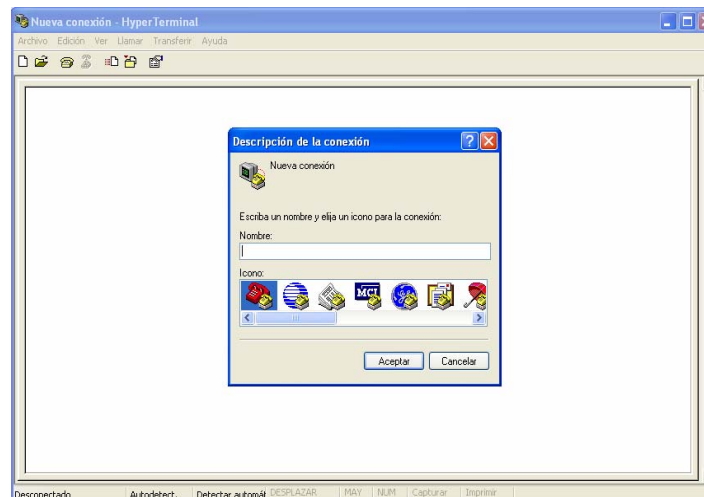


Figura 3.15. Ventana de hyper terminal

A continuación se detallan las siguientes características del Hyper Terminal:

- Sirve para enviar y recibir texto y archivos de datos de un equipo remoto.
- Graba los mensajes enviados o recibidos por servicios o equipos situados al otro extremo de la conexión
- Ofrece la funcionalidad de desplazamiento, que le permite revisar el texto recibido que sobrepase el espacio de la pantalla.
- Sirve también para transferir archivos grandes de un equipo a un equipo portátil a través del puerto serie.
- Se emplea para comunicarse con los equipos antiguos basados en caracteres.

3.4.2 Software para la Palm Treo 650

Para realizar la manipulación del prototipo, empleando una Palm se debe investigar que software puede ser útil para la comunicación serial empleando la tecnología bluetooth. Realizando las respectivas investigaciones respecto a software que permitan realizar

aplicaciones o programas especialmente para PDA (Palm Treo 650) se llegó a establecer el Palm OS Developer Suite.

Este Software permite realizar programas para PDA y especialmente posee librerías para establecer una comunicación bluetooth. Este esta dividido de la siguiente manera.

3.4.2.1 Palm Source

Palm Source ha presentado Palm OS 5 que es realmente un sistema diferente a los anteriores aunque esto se refiera más al funcionamiento interno que a lo relativo a su utilización externa.

3.4.2.2 Palm OS Garnet Simulator

Palm OS Garnet Simulator es para Windows. Es utilizado para ejecutar toda tipo de programas para Palm. Este simulador tiene todas las funcionalidades de la Palm incluso se puede simular aplicaciones con bluetooth como fuera una Palm en modo real. En la Figura 3.16 se aprecia la ventana del simulador Palm OS Garnet. Todas las aplicaciones que se observa se tienen en la Palm Treo 650.

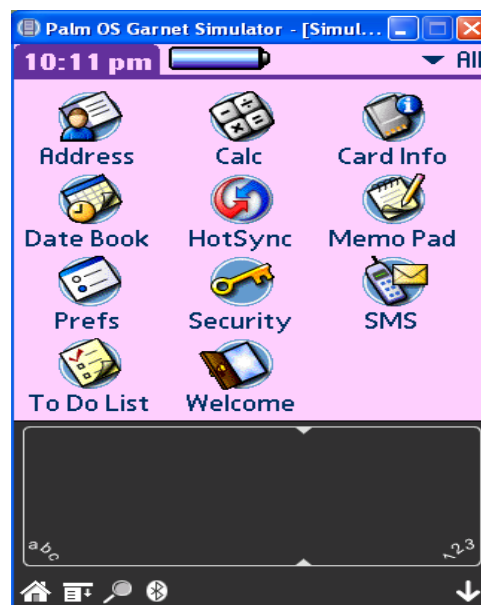


Figura 3.16. Simulador Palm OS Garnet

3.4.2.3 Palm OS Emulator

Es un software para se utiliza para emular el hardware de varios modelos de plataformas Palm OS para Windows o computadoras Mac OS. Las aplicaciones que son ejecutadas en este software son desde Palm OS 4.x



Figura 3.17. Simulador Palm OS Emulator

Los dispositivos equipados con Palm OS 5 pueden comunicarse fácilmente con todos los dispositivos existentes que estén basados en esas normas tales como teléfonos móviles, impresoras, módems, etc.

Palm OS 5 brinda facilidades importantes para las aplicaciones médicas ya que está soportado para la lectura de registros de audio con calidad CD así como de vídeo en 2 y 3 dimensiones.

3.4.2.4 Palm OS Resource Editor

Este software permite realizar la configuración de botones para que tenga la aplicación, lo que realice en este programa el vinculado con el Palm OS Developer Suite a través de librerías es muy similar a la programación en visual Basic.

La Figura la siguiente figura se muestra las herramientas del resource editor.

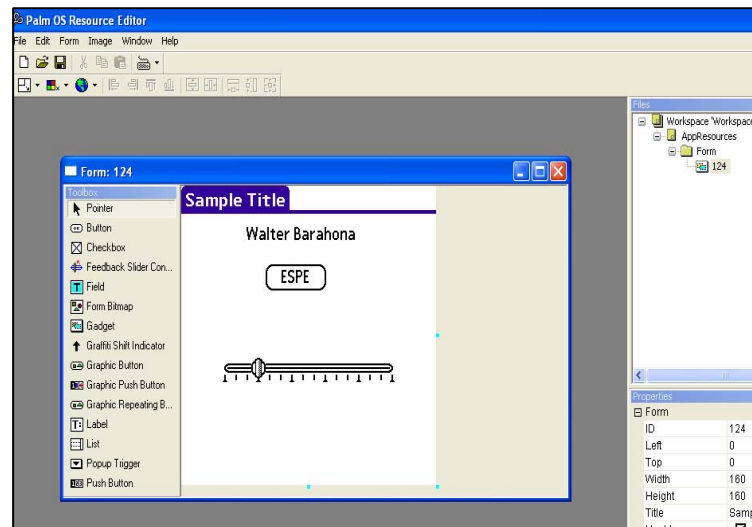


Figura 3.18. Ventana de resource editor

3.4.2.5 Palm OS Developer Suite

Es un software que permite realizar aplicaciones para sistema operativo Palm OS. Este posee una plataforma de programas que de acuerdo a la aplicación y al conocimiento del programador lo puede realizar en C, C++, Java.

En la siguiente figura se muestra las opciones de realizar el programa.

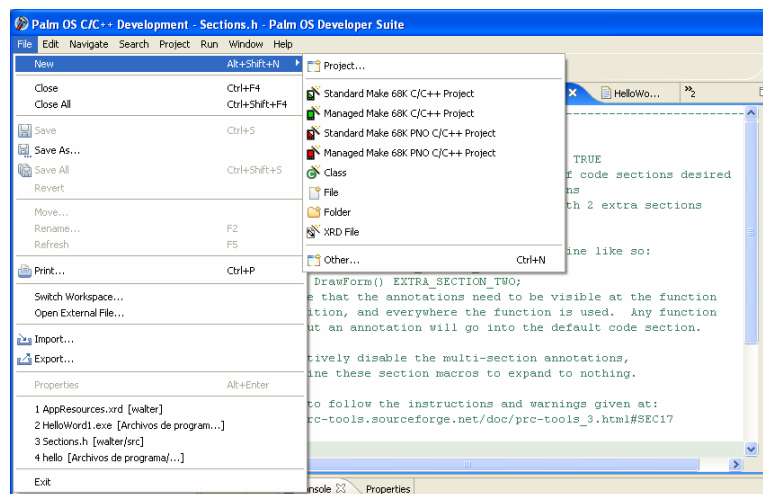


Figura 3.19. Ventana de Palm Os Developer Suite

3.4.3 Programa para la Palm Treo 650

El siguiente código es una aplicación para PDA, su función es establecer una comunicación bluetooth con otros dispositivos en forma serial. Este programa esta realizado en Palm Os Developer Suite 1.1

```

*****
/* Comunicación Bluetooth serial */
/* Realizada en Palm OS Developer Suite 1.1 */
*****

/* Librerías para PalmOS */
#include "PalmOS.h"
//#include "PalmChars.h"
#include "BtCommVdrv.h"
*****

/* Cerrar conexión serial Bluetooth */
*****

static void BT_Close()
{
    if(unPortId)
    {
        WinDrawChars("Close      ",10,80,0);
        SrmClose(unPortId);
        Uti_WaitMilliSec(500);
        SrmClose(unPortId);
        unPortId=0;
    }
}

*****

/* Abrir conexión serial Bluetooth */
*****

static void BT_Open()
{
    BT_Close();
    MemSet(&sppUuid, sizeof(sppUuid), 0);
    sppUuid.size = btLibUuidSize16;
    sppUuid.UUID[0] = 0x11;
    sppUuid.UUID[1] = 0x01;
    MemSet(&btParams, sizeof(btParams), 0);
    btParams.u.client.remoteDevAddr.address[0]=prefs.cAddress[0];
    btParams.u.client.remoteDevAddr.address[1]=prefs.cAddress[1];
    btParams.u.client.remoteDevAddr.address[2]=prefs.cAddress[2];
    btParams.u.client.remoteDevAddr.address[3]=prefs.cAddress[3];
    btParams.u.client.remoteDevAddr.address[4]=prefs.cAddress[4];
}

```

```

    btParams.u.client.remoteDevAddr.address[5]=prefs.cAddress[5];
    btParams.role = btVdClient;
    btParams.u.client.method = btVdUseUuidList;
    btParams.u.client.u.uuidList.tab = &sppUuid;
    btParams.u.client.u.uuidList.len = 1;
    MemSet(&config, sizeof(config), 0);
    config.function = serFncUndefined; //serFncTelephony;//serFncUndefined;
    config.drivrDataP = (MemPtr)&btParams;
    config.drivrDataSize = sizeof(btParams);
    err=SrmExtOpen(sysFileCVirtRfComm,&config,sizeof(config),&unPortId);
    if(err==0)
WinDrawChars("Open      ",10,80,0);
    else
    WinDrawChars("Error1     ",10,80,0);
}

*****
/* Buscar dispositivos bluetooth el aire */
*****

static void BT_FindDevice()
{
    BT_Close();
    if(btLibRefNum)
    {
        err=BtLibOpen(btLibRefNum,false);
        if(err==0)
        {
            err=BtLibDiscoverSingleDevice(btLibRefNum,NULL,NULL,0,
                (BtLibDeviceAddressType *) (prefs.cAddress),false,true);
            if(err)
                WinDrawChars("Error2     ",10,80,0);
            else
                WinDrawChars("Found      ",10,80,0);
        }
        BtLibClose(btLibRefNum);
    }
}

*****
/* Cargar librerías Bluetooth para establecer la comunicación */
*****

static void BT_LoadLibrary()
{
    btLibRefNum=0;
    err=SysLibFind("Bluetooth Library",&btLibRefNum);
    if(err)

```

```

    err=SysLibLoad(sysFileTLibrary,sysFileCBtLib,&btLibRefNum);
    if(err)
        WinDrawChars("Error3      ",10,80,0);
}
*****
/* Enviar datos por bluetooth*/
*****
static void BT_Send(char * pData,UInt16 unLen)
{
    if(unPortId)
    {
        SrmSend(unPortId,pData,unLen,&err);
        if(err)
            WinDrawChars("Error5      ",10,80,0);
        else
            WinDrawChars("Okay5      ",10,80,0);
    }
}

*****
/* Recibir datos por bluetooth*/
*****
{
    UInt16 unLenRead;
    if(unPortId)
    {
        unLenRead=SrmReceive(unPortId,pData,unLen,unTimeout,&err);
        if((err==0)|| (err==serErrTimeOut))
            WinDrawChars("Okay      ",10,80,0);
        pData[unLenRead]=0;
        if(unLenRead==0)
            WinDrawChars("No data    ",10,80,0);
    }
}

*****

```

La Figura 3.20 muestra los botones del software que sirve para establecer una comunicación *bluetooth* con otro dispositivo con la misma tecnología el cual es realizado en Palm OS *resource editor*.

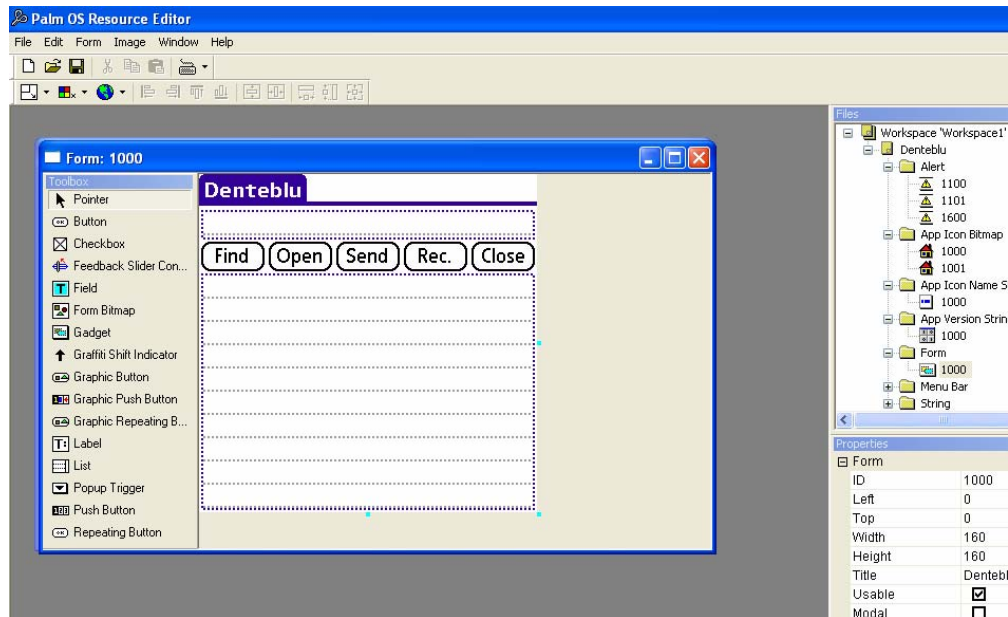


Figura 3.20. Software con sus respectivos botones

Este software posee 5 botones programados con las siguientes funcionalidades.

Find.-Permite localizar dispositivos *bluetooth* que se encuentran cerca del área de cobertura.

Open.-Sirve para establecer una comunicación serial *bluetooth* con otro dispositivo con tecnología *bluetooth*.

Send.-Permite enviar caracteres cuando se a establecido la comunicación serial bluetooth.

Close.- Sirve para finalizar la aplicación es decir termina la comunicación serial bluetooth entre los dispositivos.

Finalizado la programación al momento que se copia y si no ocurre ningún tipo de error en el código se genera un icono ejecutable .prc (formato para Palm) que debe ser instalado en la Palm Treo 650 utilizando el cable RS-232.



Figura 3.21. Formato .PRC

3.4.3.1 Procedimiento para instalar un .prc en la Palm Treo 650

Instalar en una PC el programa PalmDesktopWin414e descargado de la pagina www.softonic.com y seleccionar programas para Palm.

- Este software al ser instalado genera dos subprogramas como se detalla a continuación.

Palm Desktop

- Este es un programa que posee varios ítems que tiene la Palm Treo 650 como calendario, contactos, tareas, memos, notas, fotos, etc.

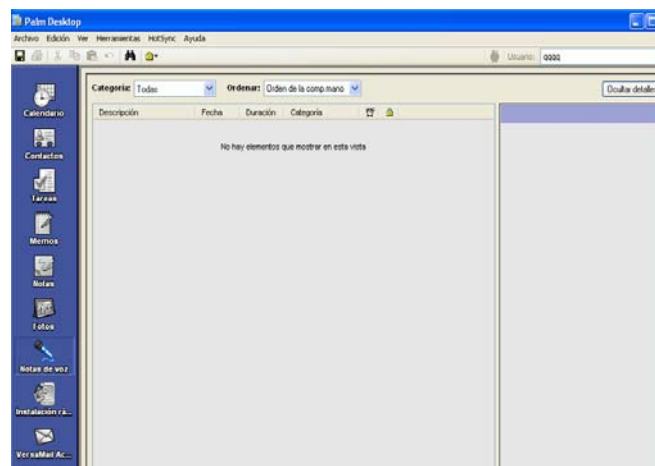


Figura 3.22. Ventana de Palm Desktop

Instalación rápida de palmOne

- Programa para adjuntar archivos .PRC para instalar en Palm Treo 650 en la memoria interna de la Palm o en una tarjeta de expansión.

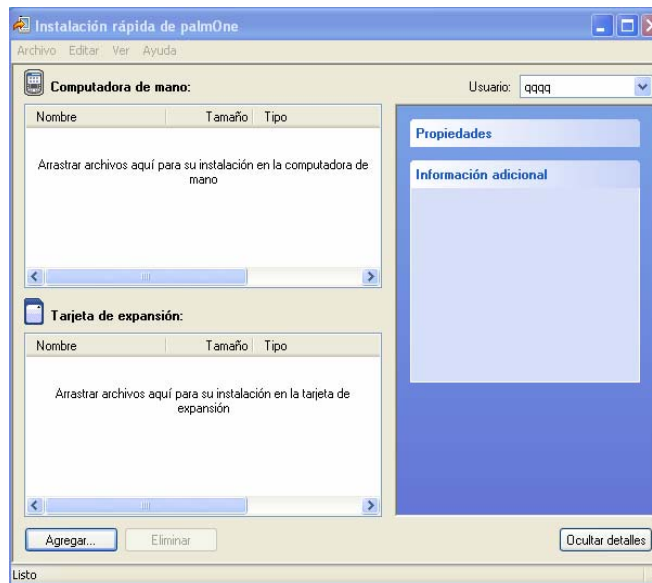


Figura 3.23. Ventana de Instalación

Para realizar la comunicación entre una PC con la Palm Treo 650 lo podemos realizar mediante los siguientes medios de comunicación.

- Cable
- IR a PC/portátil

Se utiliza un cable RS 232 serial usb para instalar cualquier aplicación para la Palm Treo 650. En la Figura 3.23 se muestra la conexión entre estos dos dispositivos.

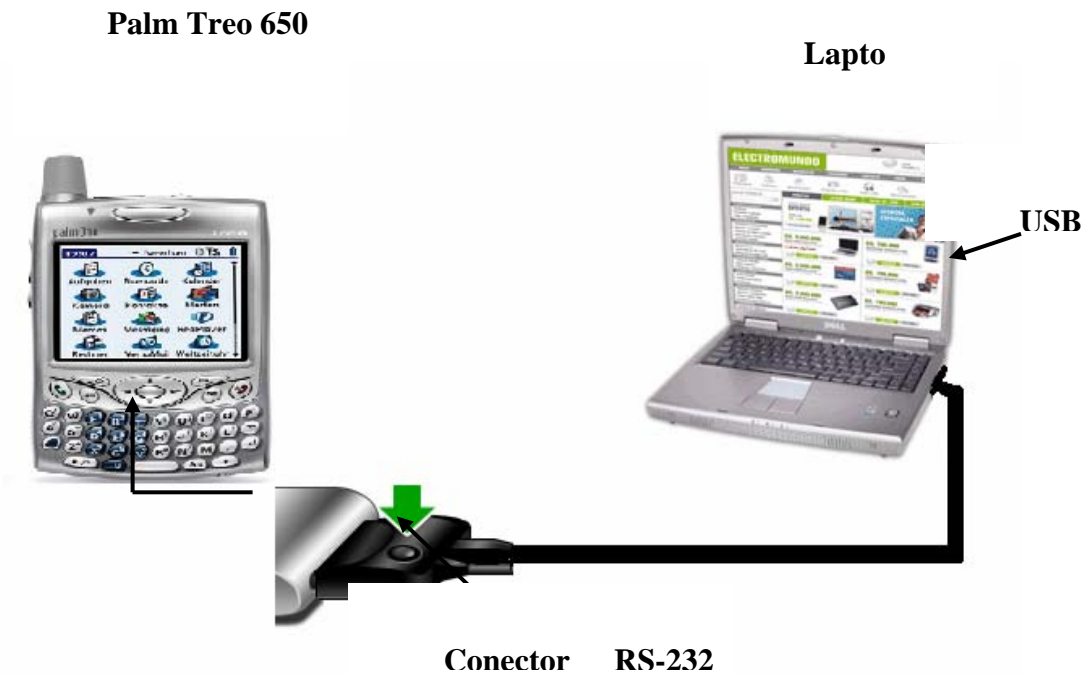


Figura 3.24. Comunicación entre PC y PDA con cable RS-232

Descripción de conexión

Palm Treo 650

- Posee un software llamado HotSync que viene instalado de fábrica en la Palm.

Cable RS-232 serial a USB

- Es conectado entre la Palm y la PC para poder transmitir datos a través de este medio.

PC

- Posee una conexión física con la Palm mediante el cable de datos. En ella debe estar instalado el programa Palmdesktop.

Ejemplo:

Tenemos un archivo con extensión .PRC el cual va ser instalado en la Palm Treo 650 para lo cual ejecutamos los siguientes pasos.



Figura 3.25. Aplicación hello en formato .PRC

Utilizamos el software Instalación rápida de palmOne y copiamos el archivo como se observa a continuación.

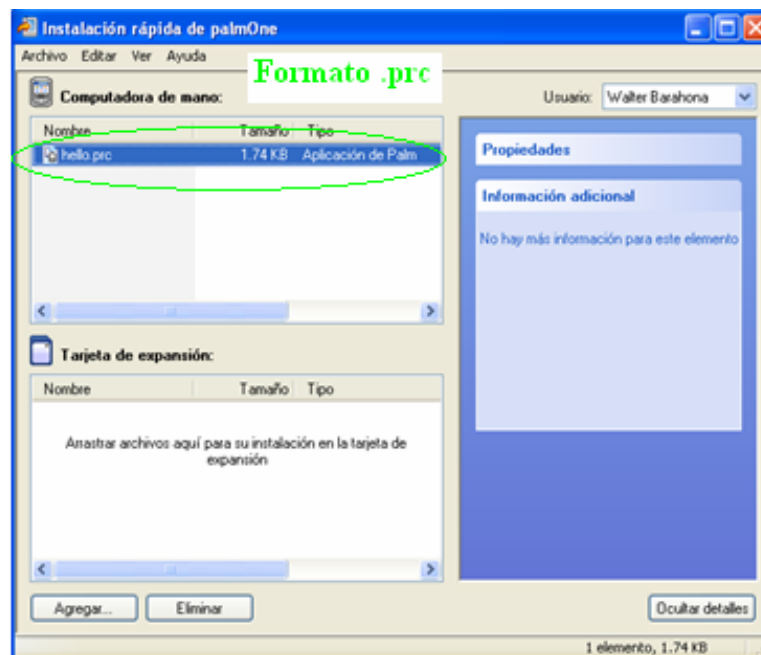


Figura 3.26. Ventana de instalación rápida de palmOne

Se realiza la sincronización entre la PC y la Palm Treo 650 utilizando el cable RS-232C como se visualiza en la Figura.



Figura 3.27. Palm Treo 650 con la aplicación Hello World

Utilizando la misma aplicación Hello World se va a proceder a instalar en el simulador Palm OS Emulator de la siguiente manera:



Figura 3.28. Palm OS Emulator con la aplicación Hello World

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez que se ha finalizado la implementación del prototipo se va a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, en la siguiente tabla se indica las pruebas que se deben realizar.

4.1 PRUEBAS DEL CONTROL DE ILUMINACIÓN

Una vez que se ha finalizado la implementación del prototipo se va a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento. En la siguiente tabla se indica las pruebas que se deben realizar.

Tabla 4.1. Pruebas del control de iluminación

| PC -PDA | |
|--|---|
| Prueba de control de encendido ó ON para bombillo 1 - bombillo 2 | √ |
| Prueba de control de apagado ó OFF para bombillo 1 – bombillo 2 | √ |
| Prueba de control de la iluminación empleada a los dos bombillos | √ |
| Prueba de distancia de cobertura entre PC-PDA y prototipo | √ |

Se va empezar estableciendo la comunicación bluetooth entre el prototipo implementado y una PC. Posteriormente se realizará utilizando una PDA (Teléfono celular).

4.1.1 PC con dispositivo USB dongle

Para establecer esta prueba se va a utilizar el dispositivo bluetooth USB dongle, el cual va ser instalado en la PC.

4.1.1.1 Pruebas de control ON para bombillo 1 –bombillo 2

El primer paso es alimentarle al prototipo con una fuente de 5V y conectar a 110V para los bombillos como se observa en la Figura 4.1.



Figura 4.1. Prototipo con sus respectivas fuentes de alimentación

El prototipo tiene internamente un dispositivo bluetooth GL-6B el cual genera un puerto serial llamado *Sure*.

En la PC, se utiliza el programa *blueSoleil* que viene adjunto al dispositivo bluetooth USB *dongle* y se realiza una búsqueda de dispositivos que se encuentre cerca de él. Este software permite localizar todo tipo de dispositivos que tengan tecnología bluetooth como se puede apreciar en la Figura Además tiene varia utilidades como transferir archivos de fotografías, música, permite hacer una conexión con un *mouse* inalámbrico, fax etc.

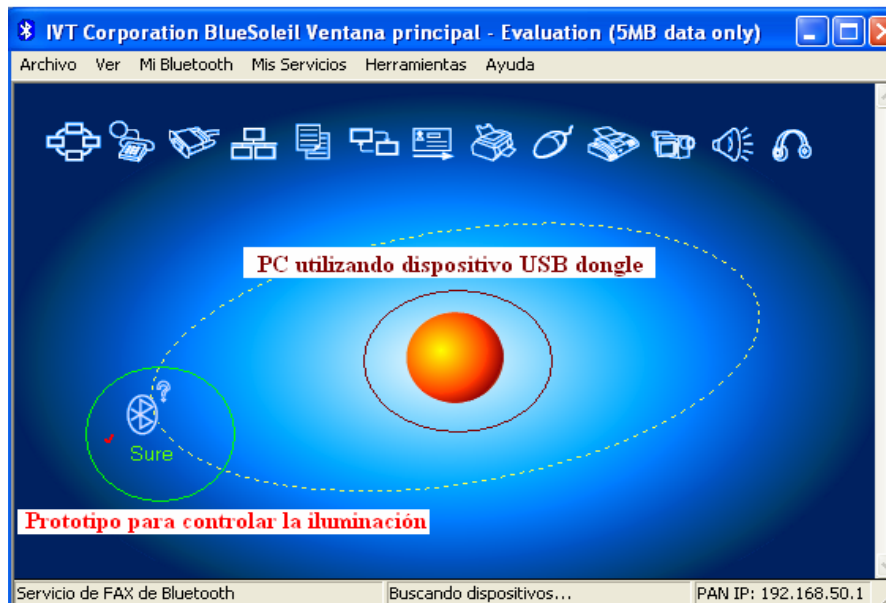


Figura 4.2. Búsqueda de dispositivos bluetooth

Finalizada la búsqueda detecto el prototipo con el nombre Sure, el siguiente paso es establecer la comunicación bluetooth entre el prototipo y la PC.

Sobre el nombre del prototipo Sure se da un clip derecho Figura 4.3 se debe marcar en la opción Conectar y se debe seleccionar Servicio de Puerto Serie de Bluetooth.

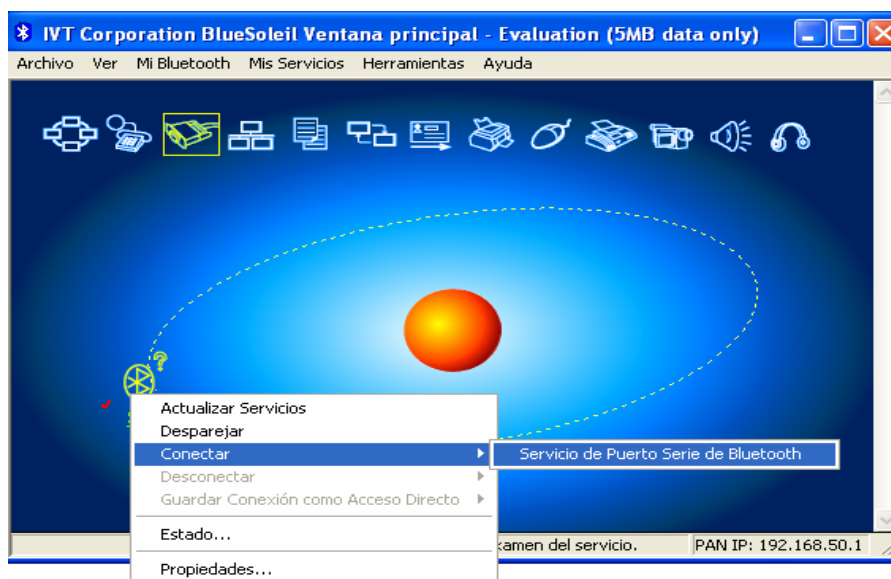


Figura 4.3. Conexión puerto serie bluetooth

En la Figura 4.4 se observa la comunicación entre el prototipo con el nombre Sure y la PC.

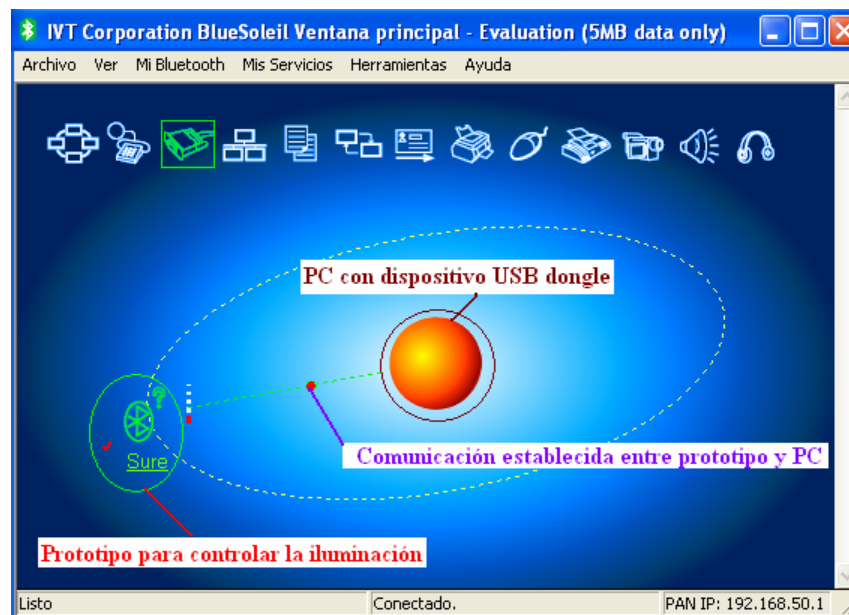


Figura 4.4. Comunicación establecida entre el prototipo y PC

Una vez establecida la comunicación se va a observar las características del *Sure* realizando un clic derecho en estado y se obtiene la Figura 4.5 que son las características de dispositivos bluetooth que se encuentra en el prototipo.

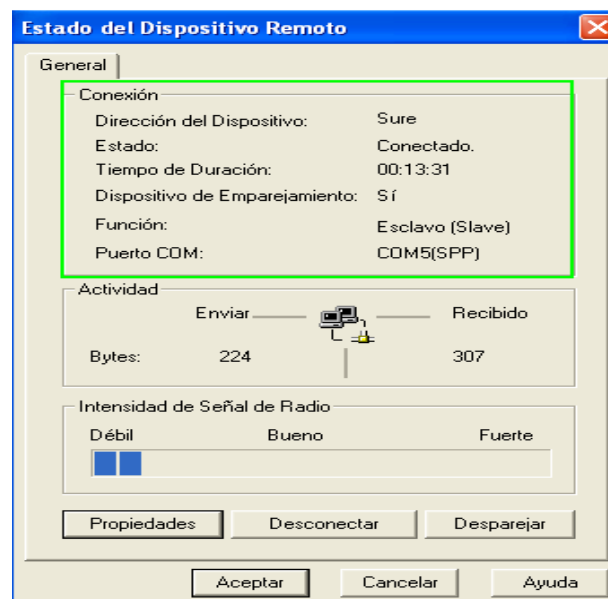


Figura 4.5. Visualización de las características de Sure

En la opción de Estado del Dispositivo Remoto se tiene características de la conexión, se puede observar el nombre del dispositivo bluetooth utilizado para la implementación del prototipo con el nombre de Sure, se encuentra conectado, su función es de esclavo por tal motivo la PC es maestro. Se debe tener en cuenta que una comunicación bluetooth se establece entre un maestro y esclavo.

Una de las características más importantes es el Puerto COM que se genero en la comunicación serial, en este caso es el COM5 (SPP) que se utiliza para realizar una conexión por Hyper terminal o el Run Terminal emulador de BASCOM-AVR.

Con la información del COM5 se establecerá una comunicación serial mediante hyper terminal de la siguiente manera.

Para realizar la comunicación serial empleando el hyper terminal se debe especificar el puerto generado por el Sure en este caso es el COM5. La Figura 4.6 se muestra la asignación de COM5 en el hyper terminal.

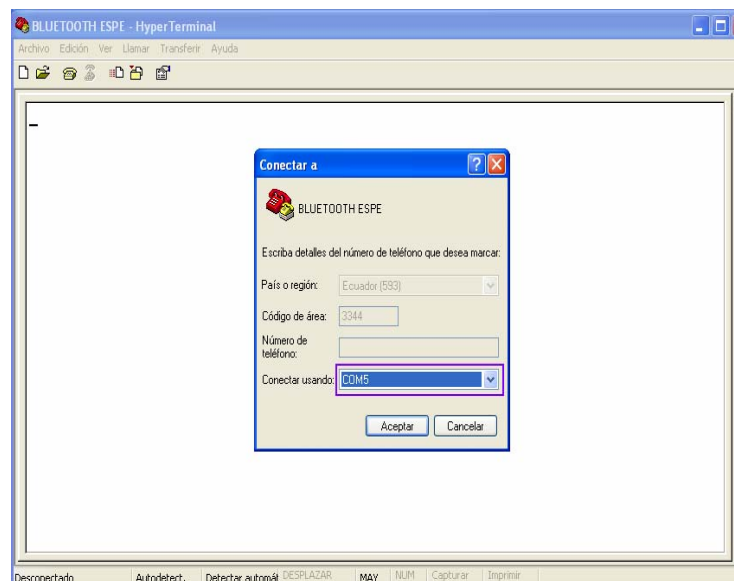


Figura 4.6. Asignación del puerto mediante hyper terminal

En la Figura 4.7 se ingresa la velocidad de transmisión de 9600 Bits por segundo siendo una de las características del dispositivo *bluetooth* GL-6B.

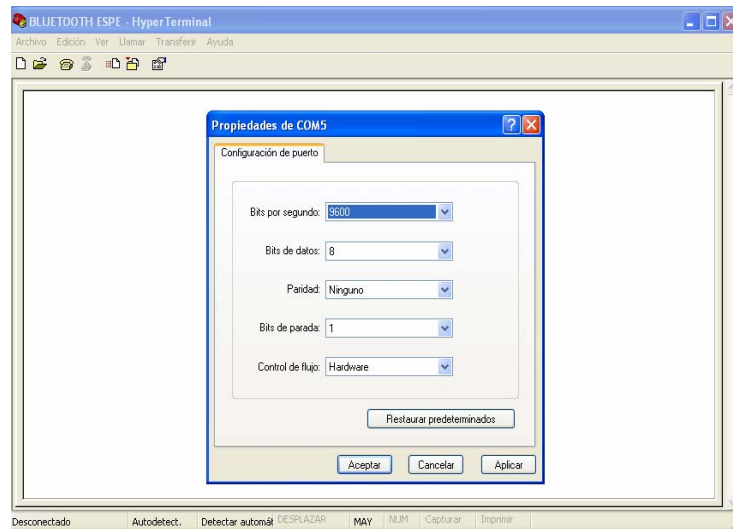


Figura 4.7. Ingreso de datos en hyper terminal

Cuando se ha colocado los valores del COM5 y de 9600 se establece la comunicación serial. En la Figura 4.8 se encuentra establecida la comunicación para poder enviar los caracteres para realizar el control de los dos bombillos.

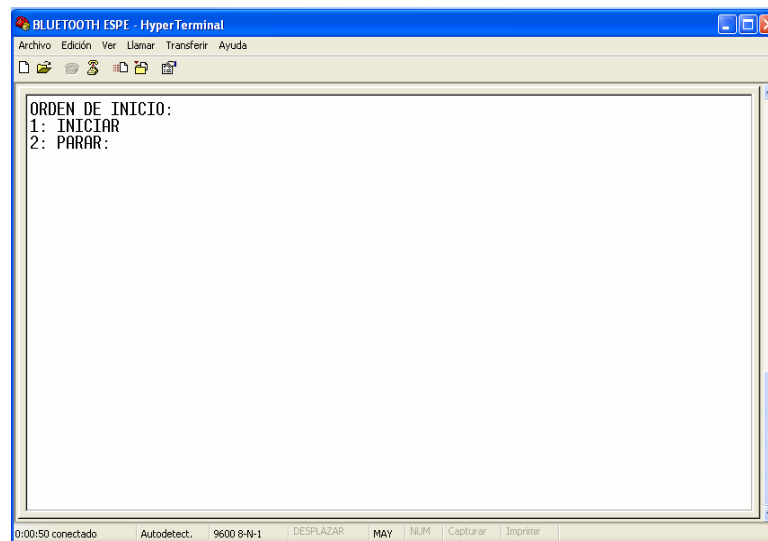


Figura 4.8. Conexión establecida con el prototipo

- Para realizar el control de encendido ó ON del bombillo 1, se envía el carácter FOCO1 ON como se visualiza en la Figura 4.9 se encuentra listo para enviar el carácter al prototipo.

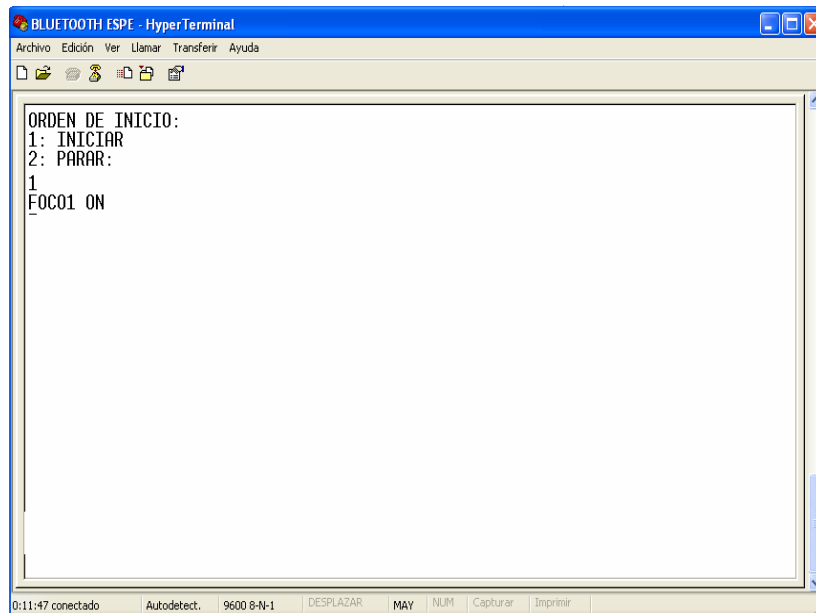


Figura 4.9. Menú del prototipo para el control de iluminación

La figura se muestra apagados los dos bombillos antes de que sea recibido instrucciones para realizar el control de iluminación.



Figura 4.10. Bombillos en estado de apagado

Enviando el carácter **FOC01 ON** desde la PC se va a ejecutar esta instrucción dando como resultado el control encender Bombillo 1, Figura 4.11.



Figura 4.11. Bombillos 1 en estado encendido

- Para el control de encendido Bombillo 2, se envía el carácter **FOCO2 ON**, como se observa en la siguiente Figura 4.12 y el resultado de esta acción se represente en la Figura 4.13.

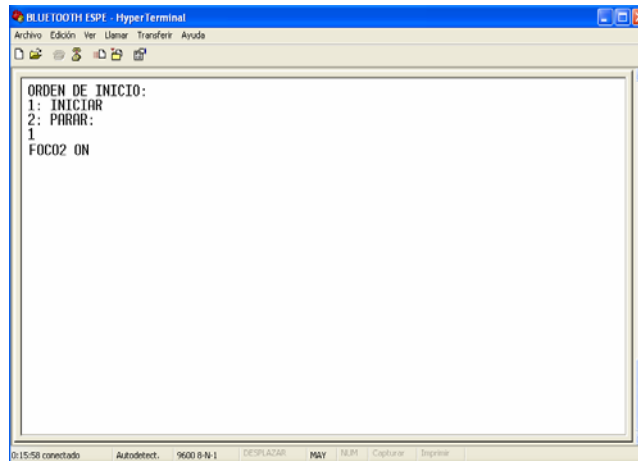


Figura 4.12. Enviando caracteres para encender el bombillo 2



Figura 4.13. Iluminación del bombillo 2

4.1.1.2 Pruebas de control OFF para Bombillo 1 –Bombillo 2

- Se va a realizar en control OFF para el bombillo 1, empleando el carácter **FOCO1 OFF**, teniendo como resultado al bombillo 2 encendido, como se observa en la Figura 4.14 de la misma manera se envía el carácter para el bombillo 2, teniendo como resulta el apagado completo de los bombillos.



Figura 4.14. Bombillo 1 en estado de apagado

4.1.1.3 Prueba del control de iluminación empleada a los dos bombillos

Se va a realizar este tipo de control de menor a mayor intensidad de iluminación enviando el carácter S, teniendo como resultado el aumentando la iluminación mientras para disminuir el carácter B.

La Figura 4.15 se encuentra los bombillos la mínima intensidad de iluminación que va a depender de los caracteres enviados.



Figura 4.15. Bombillos con una mínima intensidad de iluminación

Las Figura 4.16 y Figura 4.17 se observa que se va incrementando la intensidad de iluminación que va a depender de la cantidad de caracteres **S** enviados. Se visualiza en la Figura 4.18 la intensidad máxima alcanzada por el prototipo.



Figura 4.16. Incrementando la intensidad de iluminación



Figura 4.17. Aumentando la intensidad de iluminación



Figura 4.18. Intensidad máxima en los bombillos

4.1.2 PDA-Palm Treo 650

Se va utilizar la Palm Treo 650 para establecer la comunicación bluetooth con el prototipo. Se debe instalar una aplicación que permita establecer una conexión serial entre dispositivos bluetooth.

Esta aplicación es instalada en la Palm mediante el uso del cable RS-232 a USB mediante la ejecución del programa HotSync que permite hacer sincronizaciones entre la PC y Palm, de esta manera se realiza todo tipo de instalaciones a la Palm.

El programa que se debe instalar en la Palm se llama Dentebtu que permite establecer una comunicación serial con el prototipo. La Figura 4.19 se muestra el Dentebtu instalado en la Palm.



Figura 4.19. Software instalado en la Palm Treo 650

Para buscar al prototipo, con el nombre Sure, se debe ejecutar el botón Find y empieza a buscar dispositivos bluetooth que se encuentren alrededor de la Palm. La Figura 4.20 se puede apreciar la localización del prototipo con el nombre Sure.



Figura 4.20. Localización del prototipo con el nombre de Sure

Se debe seleccionar Sure y presionar OK, el siguiente paso es establecer la comunicación bluetooth serial con el botón Open, como se aprecia en la Figura 4.21.

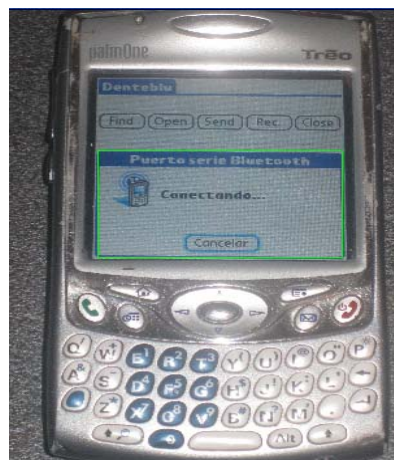


Figura 4.21. Conectando puerto serie bluetooth

Una vez establecido la comunicación bluetooth, se debe enviar caracteres como se realizó con la PC, por ejemplo, se va a realizar el control ON con el carácter FOCO1 ON y se debe presionar el botón Send para enviar hacia el prototipo como se visualiza en la Figura 4.22 que es el carácter que se enviará mediante bluetooth hacia el prototipo.



Figura 4.22. Caracteres listos para ser enviados al prototipo

- De ésta forma se debe enviar los diferentes caracteres para el control de iluminación. Los resultados obtenidos empleando una Palm, son idénticos cuando se realizó con la PC.

4.2 PRUEBAS DE COBERTURA ENTRE (PC-PDA) con el prototipo

Otra de las pruebas a realizar es la distancia de cobertura, es decir hasta que distancia se comunican el prototipo con la PC.

La pruebas se realiza en un espacio libre cuyo medio es el aire para lo cual el prototipo es ubicado en una parte fija con los dos bombillos de la misma manera la PC.

Esta distancia va a depender de las características del dispositivo que esta instalado en la PC, en este caso se utilizó el dispositivo bluetooth USB dongle cuya distancia va de los 10 a 20m de acuerdo a las especificación técnicas de este dispositivo.

Se estableció la comunicación entre el prototipo con una PC y PDA, mediante este escenario se realizó distintas mediciones dando como un promedio los valores que se

obtiene en la Tabla 4.2. Estas pruebas se realizaron en un espacio libre sin obstáculos y su medio es el aire.

Tabla 4.2. Pruebas del control de iluminación

| <i>Elementos para manipular el dispositivo</i> | <i>Distancia de cobertura</i> |
|--|-------------------------------|
| PC | 12,20 m |
| PDA | 8,20 m |

La Figura 4.23 muestra la distancia de cobertura entre el prototipo y la PC cuya distancia es de 12,20 m, esta distancia depende del dispositivo bluetooth USB dongle que según las características técnicas es de Clase 2 con una distancia de 10 a 20m.

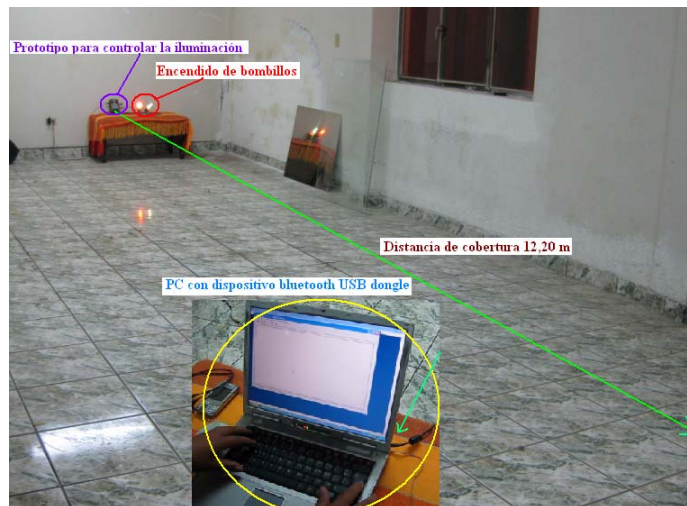


Figura 4.23. Escenario para las pruebas de cobertura con una PC

La Figura 4.24 muestra la distancia de cobertura entre el prototipo y la Palm Treo 650, dando como resultado una distancia de aproximadamente 8,20m, esta distancia va a depender del dispositivo bluetooth que se encuentra incorporado en la Palm.



Figura 4.24. Escenario para las pruebas de cobertura con la Palm Treo 650

La Palm Treo 650, posee internamente un dispositivo bluetooth de Clase 3 cuya distancia debe alcanzar hasta los 10m.

Finalizada las pruebas entre la Palm Treo 650 y PC con el prototipo se concluye que la distancia va a depender del dispositivo bluetooth que se utilice. En la siguiente tabla se muestra las distancias obtenidas mediante la práctica y comparando con el valor teórico que se especifica en las hojas técnicas de cada dispositivo.

Tabla 4.3. Comparación de valores obtenidos en la practica y teórico

| Elementos para manipular el dispositivo | Distancia de cobertura (Valor teórico) | Distancia de cobertura (Valor práctico) |
|--|--|--|
| PC + Bluetooth USB dongle | Clase 2 (distancia de 10 hasta 20m) utilizando dispositivo Bluetooth USB dongle. | 12,20m |
| PDA-Palm Treo 650 | Clase 3 (distancia de 1 a 10m) utilizando la Palm Treo 650 la cual posee internamente un dispositivo bluetooth de corto alcance. | 8,20m |

Se ha comprobado las distancias de cobertura cuando se establece una comunicación bluetooth entre dispositivos. Los valores obtenidos en la práctica están en el rango que se especifica en las hojas técnicas (valor teórico) de los dispositivos bluetooth.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Con el desarrollo del presente prototipo se ha dado una solución al reemplazo de usar un interruptor de forma manual con el fin de poder manipular la iluminación desde una PC o PDA desde una distancia considerada como un control remoto empleando una conexión inalámbrica bluetooth.
- ✓ El prototipo para controlar la iluminación en un ambiente de hogar empleando una comunicación inalámbrica Bluetooth permite realizar la conexión con otros dispositivos que poseen este mismo medio de comunicación. El mismo fundamento que se emplea para la elaboración de este prototipo se puede emplear para otras aplicaciones de control a través del microcontrolador ya que desde este elemento electrónico se puede manipular las entradas y salidas digitales como analógicas además se puede manipular la etapa de potencia para controlar la carga (bombillo).
- ✓ EL dispositivo bluetooth GL-6B resulto ser un dispositivo sencillo de conectarlo y configurarlo y perfecto para las comunicaciones inalámbricas debido a que emula el puerto serial físico. Este puede ser utilizado para cualquier aplicación en la que se requiera emplear una comunicación inalámbrica bluetooth. Este dispositivo tiene muchas características de funcionalidad entre ellas puede funcionar como esclavo mientras que la PC o PDA es maestro estableciendo de esta manera la comunicación entre estos dos dispositivos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el prototipo cuando exista línea de vista entre los elementos que permiten manipularlo , debido a que ésta es una tecnología inalámbrica de corto alcance y la transmisión debe ser directiva , por este motivo en caso de existir un obstáculo como una pared se pierde la comunicación.
- Se recomienda instalar el prototipo en ambientes con condiciones normales es decir sin humedad y con una temperatura ambiente, esto con el fin de que los circuitos integrados que forman parte del prototipo no se dañen y trabajen normalmente.
- Se recomienda manipula el prototipo a una distancia de 8 m que es el promedio de una serie de mediciones en la cual el prototipo con la PDA poseen una comunicación eficaz en la que el prototipo responde al 100%, mientras si se pasa de este rango el prototipo empieza a perder la señal dando como resultados retardos en la transmisión o una perdida de la comunicación.

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO

Manual de Usuario

W.B. Bluetooth



PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE ILUMINACION EN UN AMBIENTE DE HOGAR, EMPLEANDO TECNOLOGIA BLUETOOTH.



CONTENIDO

INFORMACIÓN TECNICA

INTRODUCCIÓN

PRECAUSIONES DE SEGURIDAD

Hardware del prototipo

Alimentación del Prototipo

Software de prototipo

Funcionalidades del prototipo

ELEMENTOS PARA MANIPULAR EL PROTOTIPO

CONTROL DEL PROTOTIPO

SERVICIO TECNICO

INFORMACIÓN TÉCNICA

W.B. Bluetooth COMPANY

El presente documento es una explicación de cada una de las características y formas de operación del prototipo para controlar la iluminación en un ambiente de hogar empleando tecnología bluetooth, generada para el proyecto:

“IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO PARA EL CONTROL DE ILUMINACION EN UN AMBIENTE DE HOGAR, EMPLEANDO TECNOLOGIA BLUETOOTH”.

Proyecto realizado para la Escuela Politécnica del Ejército

Campus Sangolquí

Lunes 23 de Abril del 2009

INTRODUCCIÓN

Hasta la actualidad el control de iluminación (encender, apagar y regular la intensidad de iluminación) en un ambiente de hogar se realiza tradicionalmente a través de interruptores que se manipula manualmente, ocurriendo a veces olvidarnos de apagar los bombillos por no levantarnos hacia los interruptores, dando como resultados aumento en las tarifas de pagos por este motivo el siguiente prototipo brinda las comodidades de manipular los bombillos desde el lugar que se encuentre sin tener que acceder a los interruptores mediante una PC o PDA (teléfono celular) dando como resultados positivos al usuario. Este prototipo es una aplicación de domótica por tener una comunicación inalámbrica y ser manipulado desde una PDA.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Para el correcto funcionamiento del prototipo debemos tener presente las siguientes recomendaciones:

- ✓ Instalar el prototipo en un lugar estable y seguro con el único motivo que no sufra accidentes, lo cual resultaría daños a los elementos que conforman el prototipo.
- ✓ Se debe asegurar que el prototipo no se encuentre en lugares húmedos y que no exista otros dispositivos cerca de éste porque puede ocasionar interferencia y pondrá en defecto el funcionamiento.
- ✓ Debe ser alimentado el prototipo con su respectiva fuente de energía tanto para los bombillos como para energizar los elementos y dispositivos que conforman el prototipo.

- ✓ Este prototipo tiene el control para dos bombillos de forma independiente por lo cual posee una extensión de cable para poder instalar los bombillos en cualquier lugar del hogar.
- ✓ Se debe seguir los pasos de este manual para poder manipular el prototipo de una forma correcta.

HARDWARE DEL PROTOTIPO

A continuación se especifica los elementos y dispositivos electrónicos que conforman el prototipo, con el propósito de que si produce un defecto en el funcionamiento del prototipo el usuario pueda identificar el daño y pueda repararlo con la ayuda de éste manual practico.

El prototipo esta conformado por dos partes que se muestra a continuación:

HARDWARE.- Se refiere a la parte física, es decir los elementos y dispositivos electrónicos que lo conforman.

SOFTWARE.- Es un programa que le permite manipular a la parte física es decir le da vida al prototipo.

La parte del hardware lo conforman los siguientes elementos:

- ❖ Dispositivo bluetooth GL-6B



- ❖ Microcontrolador ATMEGA 8



❖ Etapa de potencia



Estos son los principales elementos del prototipo por lo cual si existen problemas en la parte del hardware podemos verificar cada elemento con la ayuda de un multímetro obteniendo resultados de que si elemento se encuentra en buenas condiciones de operación caso contrario, si existe daño en alguno de los elementos la solución es reemplazarlo con un nuevo elemento. Si se produce daños con el microcontrolador debemos comprar un nuevo ATmega 8 de las mismas características y grabar el software del prototipo.

ALIMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

Para poder manipular el dispositivo debe ser alimentado de la siguiente manera:

- ✓ 110 V alimentación bombillos
- ✓ 5 V para alimentar al prototipo

SOFTWARE DEL PROTOTIPO

El prototipo tiene un programa realizado en BASCOM-AVR el cual da vida a la parte del hardware y éste es grabado en el microcontrolador Atmega8.



Para grabar el programa en el microcontrolador debemos copiar el programar y obtenemos el archivo .HEX y utilizamos un grabador de PIC.

- ✓ El programa del prototipo viene en un CD junto con el hardware.

FUNCIONALIDADES DEL PROTOTIPO

El prototipo debe tener el siguiente control de iluminación.

- ✓ ON
- ✓ OFF
- ✓ Control de la intensidad de iluminación.



DISPOSITIVOS PARA MANIPULAR EL PROTOTIPO

- ✓ El prototipo es manipulado mediante una PC y PDA (Palm Treo 650).

Utilizando una **PC**, debemos conectarnos mediante un dispositivo dongle que es instalado en la PC y realizamos la conexión mediante hyper terminal con el prototipo estableciendo la comunicación entre dispositivos bluetooth.



Si necesitamos establecer la comunicación bluetooth con una **PDA** utilizamos un programa realizado en Palm OS Developer Suite, éste debe ser instalado en la PDA para realizar la manipulación del prototipo.



CONTROL DEL PROTOTIPO

Finalizado con la instalación del prototipo en un lugar seguro y establecido la conexión bluetooth con los dispositivos que van a permitir manipular el prototipo se va a controlar enviando los siguientes caracteres desde una PC o PDA.

Bombillo 1

| CONTROL | CARACTERES |
|-------------------------|------------|
| <i>ENCENDER ó ON</i> | FOCO1 ON |
| <i>APAGAR ó OFF</i> | FOCO1 OFF |
| <i>SUBIR INTENSIDAD</i> | S |
| <i>BAJAR INTENSIDAD</i> | B |

Bombillo 2

| CONTROL | CARACTERES |
|-------------------------|------------|
| <i>ENCENDER</i> | FOCO2 ON |
| <i>APAGAR</i> | FOCO2 OFF |
| <i>SUBIR INTENSIDAD</i> | S |
| <i>BAJAR INTENSIDAD</i> | B |

SERVICIO TECNICO

❖ *Gerente tecnico: Walter Geovanny Barahona Rojas*

✉ *Walterinogeo@hotmail.com*

ANEXO 2

HOJA TÉCNICA DEL DISPOSITIVO BLUETOOTH GL-6B

Key Features

- * **Bluetooth Spec v2.0+EDR Compliant**
- * **Enhanced Data Rate (EDR) compliant with V2.0.E.2 of specification for both 2Mbps and 3Mbps modulation modes**
- * **Class 2 type Output Power**
- * **Full Speed Bluetooth Operation with Full Piconet Support**
- * **Scatternet Support**
- * **3.3V operation**
- * **Minimum External Components**
- * **USB,UART,SPI,PCM interface**
- * **Support for 8Mbit External Flash Onboard**
- * **Support for 802.11Co-Existence**
- * **RoHS Compliant**

GL-6B Module

CSR,BC417143 B-IRN-E4

GL-6B Rev.2.0

May 2006



Product Description

GL-6B is a Class 2 Bluetooth module using BlueCore4-AudioROM chipset from leading Bluetooth chipset supplier Cambridge Silicon Radio.

GL-6B interfaces up to 8Mbit of 16-bit external Flash memory. When used with the CSR Bluetooth software stack, it provides a Bluetooth specification V2.0+EDR fully compliant system for data and voice communications .

Applications

- * Bluetooth carkit
- * PCs
- * Personal Digital Assistants (PDAs)
- * Computer Accessories (compact Flash Cards, PCMCIA Cards, SD Cards and USB Dongles)
- * Access Points
- * Digital Cameras

Specifications

| | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Operating Frequency Band | 2.4GHz -2.48GHz unlicensed ISM band |
| Bluetooth Specification | V2.0+EDR |
| Output Power Class | Class 2 |
| Operating Voltage | 3.3V |
| Host Interface | USB 1.1/2.0 or UART |
| Audio Interface | PCM and Analog interface |
| Flash Memory Size | 8Mbit |
| Dimension | 26.9mm (L) x 13 (W) mm x 2.2mm (H) |

* Specifications are subject to change without prior notice

Electrical Characteristics

| Absolute Maximum Ratings | | |
|--------------------------|----------|----------|
| Rating | Min | Max |
| Storage temperature | -40°C | +150°C |
| Supply voltage: VBAT | -0.4V | 5.6V |
| Other terminal voltages | VSS-0.4V | VDD+0.4V |

| Recommended Operating Conditions | | |
|--|-------|---------------------|
| Operating Condition | Min | Max |
| Operating temperature range | -40°C | +150°C |
| Guaranteed RF performance range ^(a) | -40°C | +150°C |
| Supply voltage: VBAT | 2.2V | 4.2V ^(b) |

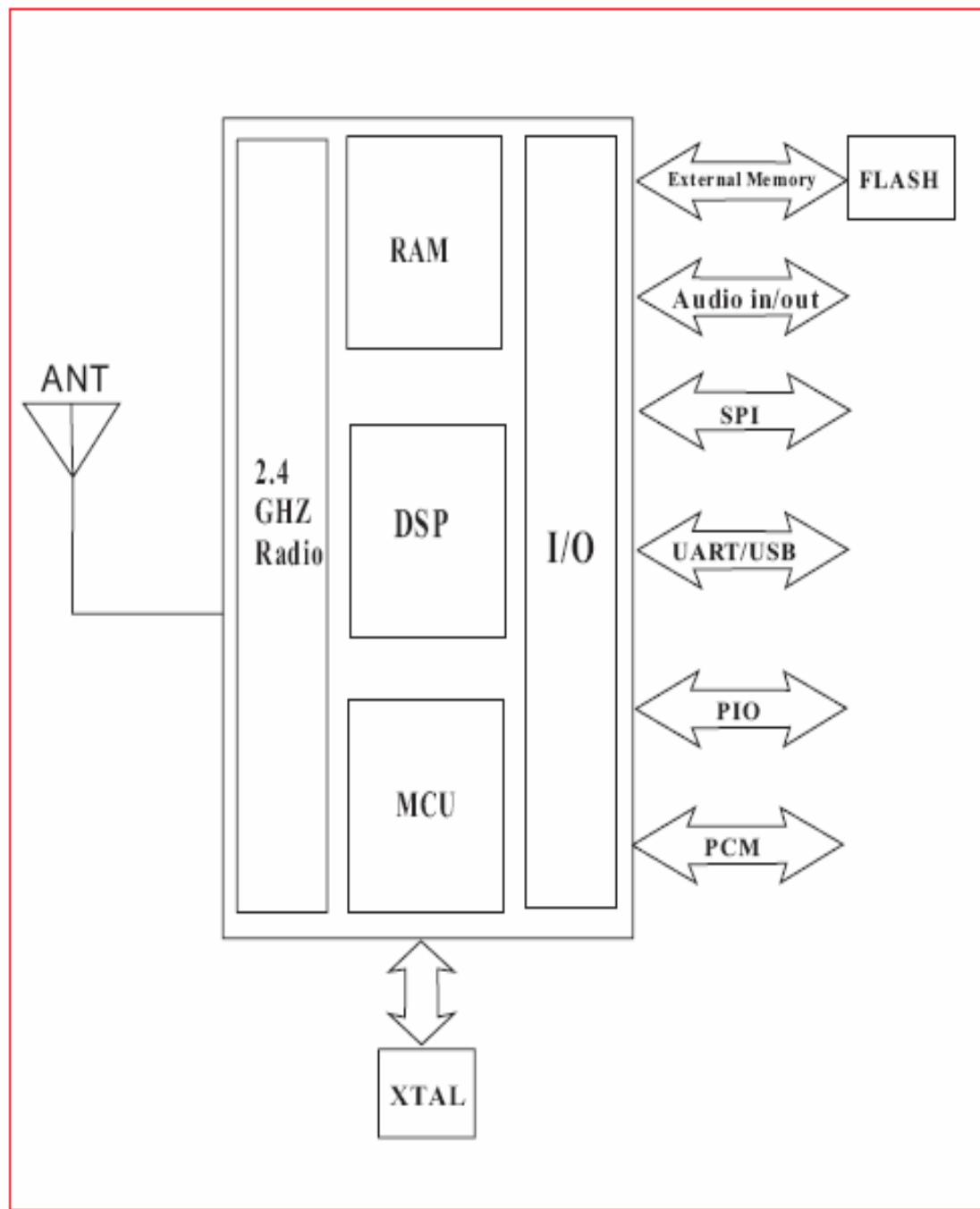
* Typical figures are given for RF performance between -40°C and +105°C.

Power Consumption

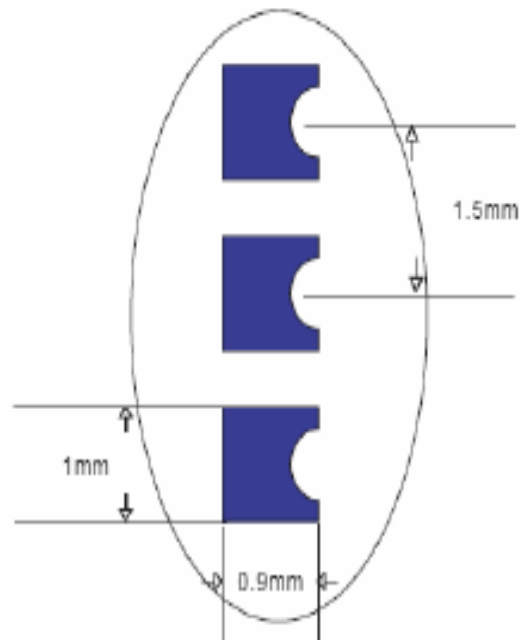
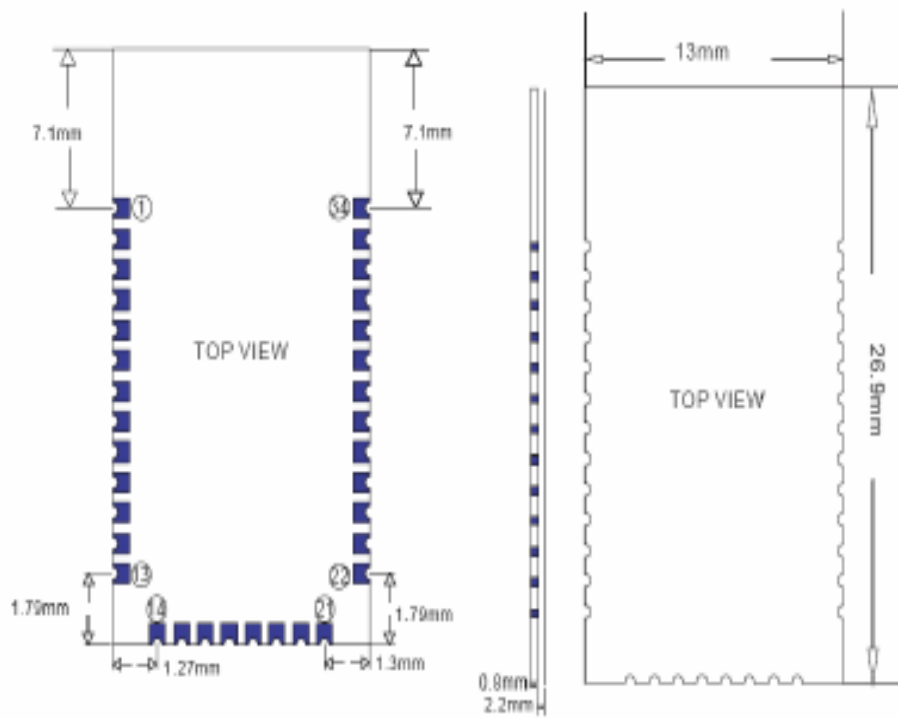
| Operation Mode | Connection Type | UART Rate (kbps) | Average | Unit |
|--|-----------------|------------------|---------|------|
| Page scan | - | 115.2 | 0.42 | mA |
| ACL No traffic | Master | 115.2 | 4.60 | mA |
| ACL With file transfer | Master | 115.2 | 10.3 | mA |
| ACL 1.28s sniff | Master | 38.4 | 0.37 | mA |
| ACL 1.28s sniff | Slave | 38.4 | 0.42 | mA |
| SCO HV3 30ms sniff | Master | 38.4 | 19.8 | mA |
| SCO HV3 30ms sniff | Slave | 38.4 | 19.0 | mA |
| Standby Host connection ^(a) | - | 38.4 | 40 | µA |

* Low power mode on the linear regulator is entered and exited automatically when the chip enters/leaves Deep Sleep mode. For more information about the electrical characteristics of the linear regulator, see section 4 in this document.

Block Diagram



Dimension



Configuración de pines

| PIN NO. | NAME | TYPE | FUNCTION | RE-MARK |
|---------|----------|---|--|------------------|
| 1 | UART-TX | CMOS Output | UART Data Output | |
| 2 | UART-RX | CMOS Input | UART Data Input | |
| 3 | UART-CTS | CMOS Input | UART Clear To Send Active Low | |
| 4 | UART-RTS | CMOS Output | UART Request To Send Active Low | |
| 5 | PCM-CLK | Bi-directional | Synchronous Data Clock | |
| 6 | PCM-OUT | CMOS Output | Synchronous Data Output | |
| 7 | PCM-IN | CMOS Input | Synchronous Data Input | |
| 8 | PCM-SYNC | Bi-directional | Synchronous Data Sync | |
| 9 | AIO(0) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 10 | AIO(1) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 11 | RESETB | CMOS Input | Reset if low. Input debounced so must be low for >5ms to cause a reset | |
| 12 | 3.3V | POWER | +3.3V Supply | For 3.3V Version |
| 13 | GND | GND | Ground | |
| 14 | GND | GND | Ground | |
| 15 | USB D- | Bi-directional | USB Data Minus | |
| 16 | SPI-CSB | CMOS Input | Chip Select For Synchronous Serial Interface | |
| 17 | SPI-MOSI | CMOS Input | Serial Peripheral Interface Data Input | |
| 18 | SPI-MISO | CMOS Output | Serial Peripheral Interface Data Output | |
| 19 | SPI-CLK | CMOS Input | Serial Peripheral Interface Clock | |
| 20 | USB D+ | Bi-directional | USB Data Plus with selectable internal 1.5K Ω | |
| 21 | GND | GND | Ground | |
| 22 | GND | GND | Ground | |
| 23 | PIO(0) | Bi-directional with programmable strength | Control output for external LNA (if fitted) | |
| 24 | PIO(1) | Bi-directional with programmable strength | Control output for external PA (if fitted) | |
| 25 | PIO(2) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 26 | PIO(3) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 27 | PIO(4) | Bi-directional with programmable strength | Programmable Input/Output Line or optional BT Priority/CH_Clk output for co- | |
| 28 | PIO(5) | Bi-directional with programmable strength | Programmable Input/Output Line or optional BT Active output for co-existence | |
| 29 | PIO(6) | Bi-directional with programmable strength | Programmable Input/Output Line or optional WLAN Active/Ch_Data input for co- | |
| 30 | PIO(7) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 31 | PIO(8) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 32 | PIO(9) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 33 | PIO(10) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |
| 34 | PIO(11) | Bi-directional | Programmable Input/Output Line | |

ANEXO 3

HOJA TÉCNICA DEL MICROCONTROLADOR ATmega8

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
- Nonvolatile Program and Data Memories
 - 8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
Endurance: 10,000 Write/Erase Cycles
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
In-System Programming by On-chip Boot Program
True Read-While-Write Operation
 - 512 Bytes EEPROM
Endurance: 100,000 Write/Erase Cycles
 - 1K Byte Internal SRAM
 - 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 MLF package
Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
Eight 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 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

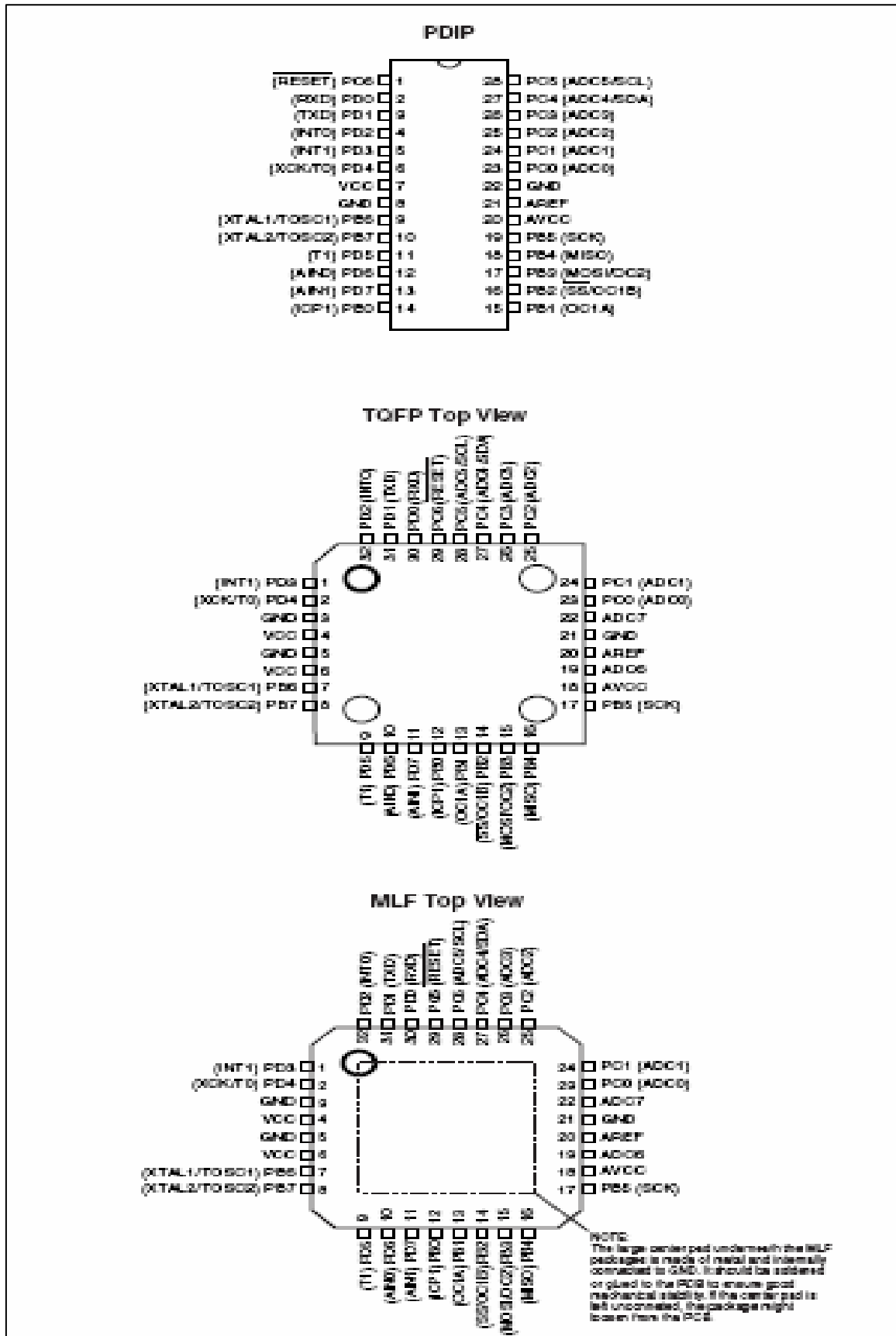


8-bit AVR[®]
with 8K Bytes
In-System
Programmable
Flash

ATmega8
ATmega8L

Summary

Configuración de pines

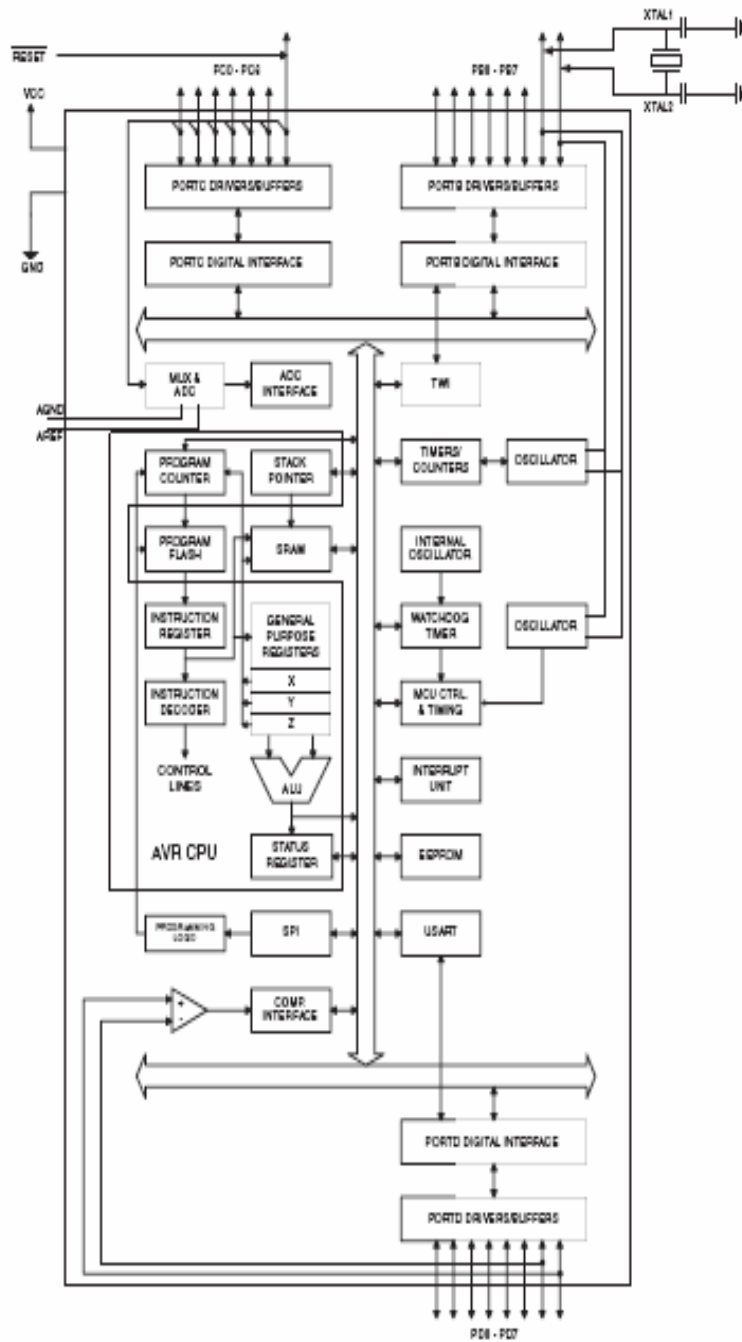


Overview

The ATmega8 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega8 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz, allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 1. Block Diagram





The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega8 provides the following features: 8K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 512 bytes of EEPROM, 1K byte of SRAM, 23 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, three flexible Timer/Counters with compare modes, internal and external interrupts, a serial programmable USART, a byte oriented Two-wire Serial Interface, a 6-channel ADC (eight channels in TQFP and MLF packages) with 10-bit accuracy, a programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, and five software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next Interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except asynchronous timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the crystal/resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low-power consumption.

The device is manufactured using Atmel's high density non-volatile memory technology. The Flash Program memory can be reprogrammed In-System through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the Application Flash memory. Software in the Boot Flash Section will continue to run while the Application Flash Section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega8 is a powerful microcontroller that provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The ATmega8 AVR is supported with a full suite of program and system development tools, including C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, In-Circuit Emulators, and evaluation kits.

Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

| Pin Descriptions | |
|--|---|
| VCC | Digital supply voltage. |
| GND | Ground. |
| Port B (PB7..PB0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2 | <p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p> <p>Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.</p> <p>If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.</p> <p>The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 56 and "System Clock and Clock Options" on page 23.</p> |
| Port C (PC5..PC0) | <p>Port C is an 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> |
| PC6/ $\overline{\text{RESET}}$ | <p>If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.</p> <p>If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.</p> <p>The various special features of Port C are elaborated on page 59.</p> |
| Port D (PD7..PD0) | <p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega8 as listed on page 61.</p> |
| $\overline{\text{RESET}}$ | <p>Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 36. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p> |

| | |
|-------------------------------------|---|
| AV _{CC} | AV _{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, Port C (3..0), and ADC (7..6). It should be externally connected to V _{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V _{CC} through a low-pass filter. Note that Port C (5..4) use digital supply voltage, V _{CC} . |
| AREF | AREF is the analog reference pin for the A/D Converter. |
| ADC7..6 (TQFP and MLF Package Only) | In the TQFP and MLF package, ADC7..6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels. |

Ordering Information

| Speed (MHz) | Power Supply | Ordering Code | Package ⁽¹⁾ | Operation Range |
|-----------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| 8 | 2.7 - 5.5 | ATmega8L-8AC | 32A | Commercial (0°C to 70°C) |
| | | ATmega8L-8PC | 28P3 | |
| | | ATmega8L-8MC | 32M1-A | |
| | | ATmega8L-8AI | 32A | Industrial (-40°C to 85°C) |
| | | ATmega8L-8AU ⁽²⁾ | 32A | |
| | | ATmega8L-8PI | 28P3 | |
| ATmega8L-8PU ⁽²⁾ | 28P3 | | | |
| ATmega8L-8MI | 32M1-A | | | |
| ATmega8L-8MU ⁽²⁾ | 32M1-A | | | |
| 16 | 4.5 - 5.5 | ATmega8-16AC | 32A | Commercial (0°C to 70°C) |
| | | ATmega8-16PC | 28P3 | |
| | | ATmega8-16MC | 32M1-A | |
| | | ATmega8-16AI | 32A | Industrial (-40°C to 85°C) |
| | | ATmega8-16AU ⁽²⁾ | 32A | |
| | | ATmega8-16PI | 28P3 | |
| ATmega8-16PU ⁽²⁾ | 28P3 | | | |
| ATmega8-16MI | 32M1-A | | | |
| ATmega8-16MU ⁽²⁾ | 32M1-A | | | |

Notes: 1. This device can also be supplied in wafer form. Please contact your local Atmel sales office for detailed ordering information and minimum quantities.
 2. Pb-free packaging alternative, complies to the European Directive for Restriction of Hazardous Substances (RoHS directive). Also Halide free and fully Green.

ANEXO 4

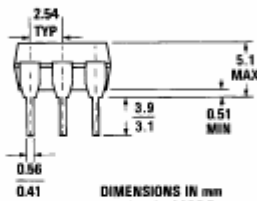
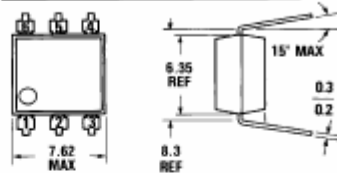
HOJA TÉCNICA DEL MOC3020



NON-ZERO-CROSSING TRIACS

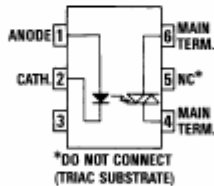
**MOC3020 MOC3021
MOC3022 MOC3023**

PACKAGE DIMENSIONS



DIMENSIONS IN mm
PACKAGE CODE E

ST1603



Equivalent Circuit

DESCRIPTION

The MOC3020, MOC3021, MOC3022 and MOC3023 are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. This is designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 240 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_r stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 7500 VAC peak
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700

APPLICATIONS

- European applications for 240 VAC
- Triac driver
- Industrial controls
- Traffic lights
- Vending machines
- Motor control
- Solid state relay

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| | | | |
|-----------------------|----------------|--|------------|
| TOTAL PACKAGE | | INPUT DIODE | |
| Storage temperature | -55°C to 150°C | Forward DC current | 50 mA |
| Operating temperature | -40°C to 100°C | Reverse voltage | 3 V |
| Lead temperature | | Peak forward current | |
| (soldering, 10 sec) | 260°C | (1 μ s pulse, 300 pps) | 3.0 A |
| | | Power dissipation (25°C ambient) | 100 mW |
| | | Derate linearly (above 25°C ambient) | 1.33 mW/°C |
| | | OUTPUT DRIVER | |
| | | Off-state output terminal voltage | 400 Volts |
| | | On-state RMS current $T_a=25^\circ\text{C}$ | 100 mA |
| | | (Full cycle, 50 to 60 Hz) $T_a=70^\circ\text{C}$ | 50 mA |
| | | Peak nonrepetitive surge current | 1.2 A |
| | | (PW=10 ms, DC=10%) | |
| | | Total power dissipation (25°C ambient) | 300 mW |
| | | Derate above 25°C | 4.0 mW/°C |

ANEXO 5

HOJA TÉCNICA DEL BT139

Hoja Técnica. 1. BT139



BT139 series

Triacs

Rev. 04.00 — 6 July 2004

Product data sheet

1. Product profile

1.1 General description

Passivated triacs in a SOT78 plastic package, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability.

1.2 Features

- High thermal cycling performance.

1.3 Applications

- Motor control
- Industrial and domestic lighting, heating and static switching.

1.4 Quick reference data

- $V_{DRM} \leq 600$ V (BT139-600)
- $V_{DRM} \leq 600$ V (BT139-600F)
- $V_{DRM} \leq 800$ V (BT139-800)
- $V_{DRM} \leq 800$ V (BT139-800F)
- $V_{DRM} \leq 800$ V (BT139-800G)
- $I_{T(RMS)} \leq 16$ A
- $I_{TSM} \leq 155$ A.

2. Pinning information

Table 1: Discrete pinning

| Pin | Description | Simplified outline | Symbol |
|-----|-----------------|--------------------|--------|
| 1 | main terminal 1 | | |
| 2 | main terminal 2 | | |
| 3 | gate | | |
| mb | main terminal 2 | | |

SOT78 (TO-220AB)

3. Ordering information

Table 2: Ordering information

| Type number | Package | | |
|-------------|----------|--|---------|
| | Name | Description | Version |
| BT139-600 | TO-220AB | plastic single-ended package; heatsink mounted; 1 mounting hole; | SOT78 |
| BT139-600F | | 3-lead TO-220AB | |
| BT139-800 | | | |
| BT139-800F | | | |
| BT139-800G | | | |

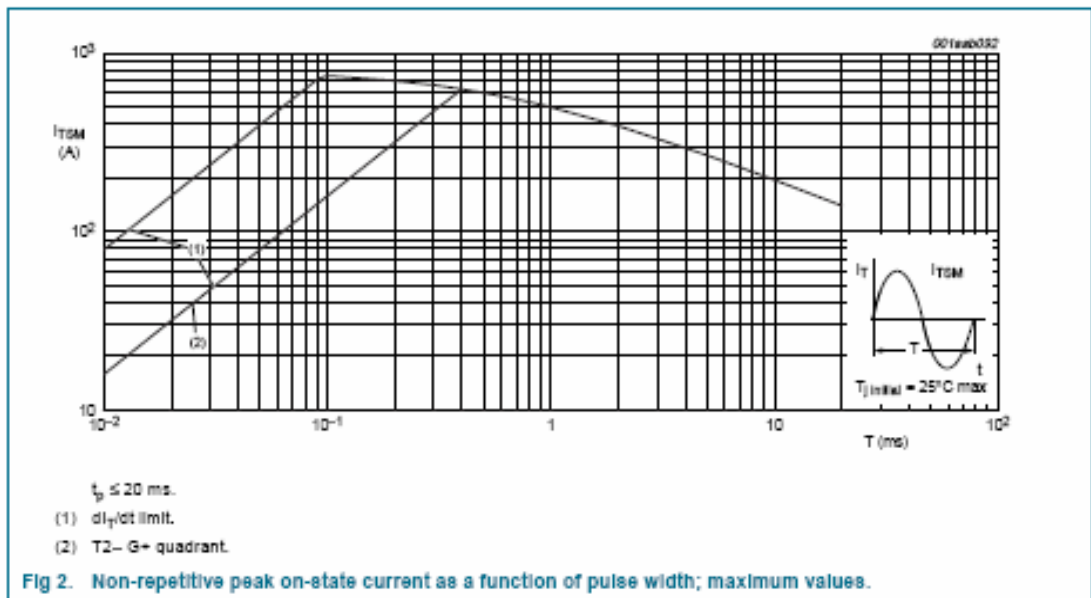
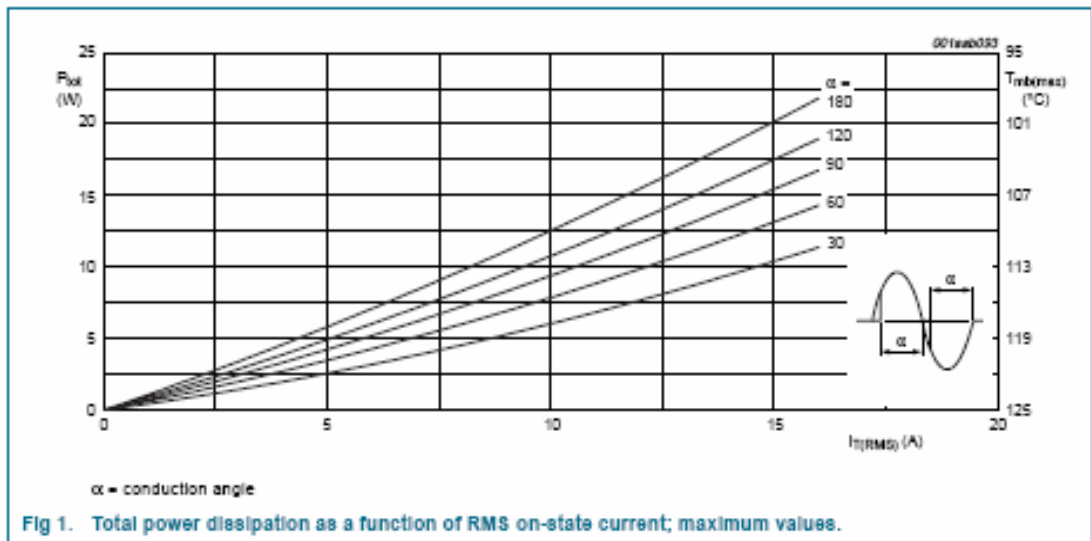
4. Limiting values

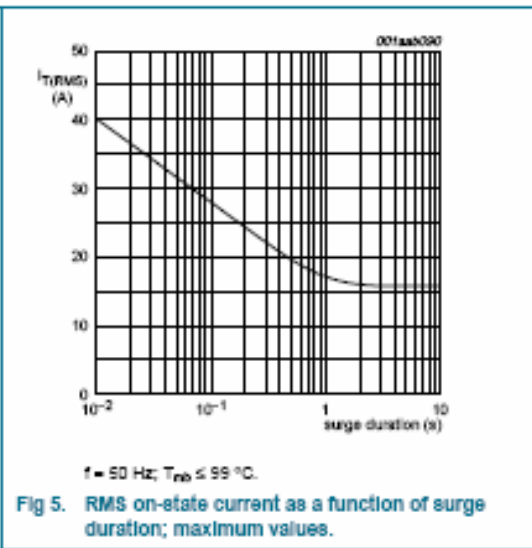
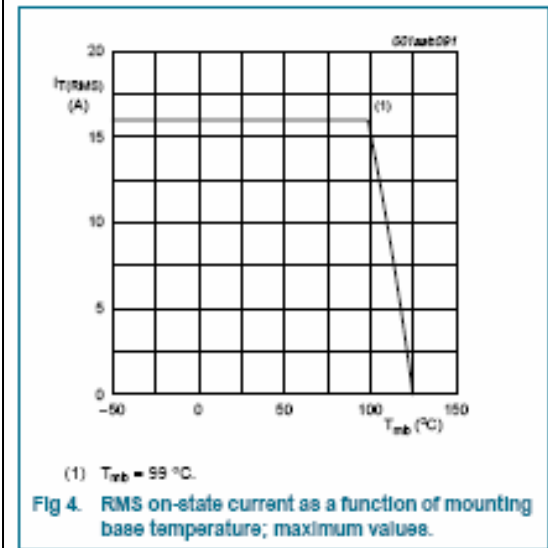
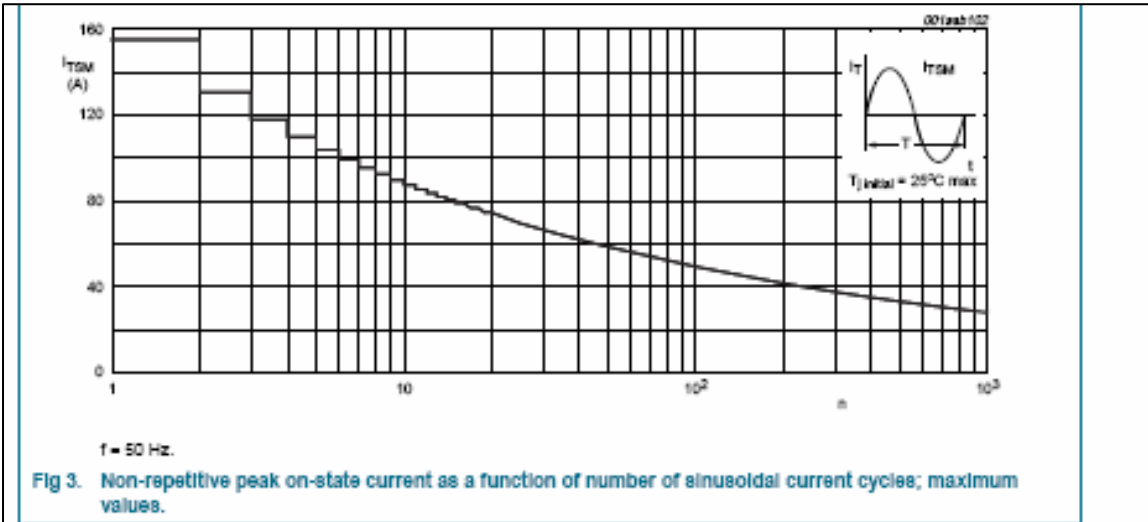
Table 3: Limiting values

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

| Symbol | Parameter | Conditions | Min | Max | Unit |
|--------------|--|--|-----|--------------------|--------------------|
| V_{ORM} | repetitive peak off-state voltage | | | | |
| | | BT139-600 | - | 600 ^[1] | V |
| | | BT139-800 | - | 800 | V |
| $I_{T(RMS)}$ | RMS on-state current | full sine wave; $T_{mb} \leq 99\text{ }^{\circ}\text{C}$; Figure 4 and Figure 5 | - | 16 | A |
| I_{TSM} | non-repetitive peak on-state current | full sine wave; $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ prior to surge; Figure 2 and Figure 3 | | | |
| | | $t = 20\text{ ms}$ | - | 155 | A |
| | | $t = 16.7\text{ ms}$ | - | 170 | A |
| I^2t | I^2t for fusing | $t = 10\text{ ms}$ | - | 120 | A ² s |
| di_T/dt | repetitive rate of rise of on-state current after triggering | $I_{TM} = 20\text{ A}$; $I_G = 0.2\text{ A}$; $di_G/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$ | | | |
| | | T2+ G+ | - | 50 | A/ μs |
| | | T2+ G- | - | 50 | A/ μs |
| | | T2- G- | - | 50 | A/ μs |
| | | T2- G+ | - | 10 | A/ μs |
| I_{GM} | peak gate current | | - | 2 | A |
| V_{GM} | peak gate voltage | | - | 5 | V |
| P_{GM} | peak gate power | | - | 5 | W |
| $P_{O(AV)}$ | average gate power | over any 20 ms period | - | 0.5 | W |
| T_{stg} | storage temperature | | -40 | +150 | $^{\circ}\text{C}$ |
| T_j | junction temperature | | - | 125 | $^{\circ}\text{C}$ |

[1] Although not recommended, off-state voltages up to 800 V may be applied without damage, but the triac may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 15 A/ μs .

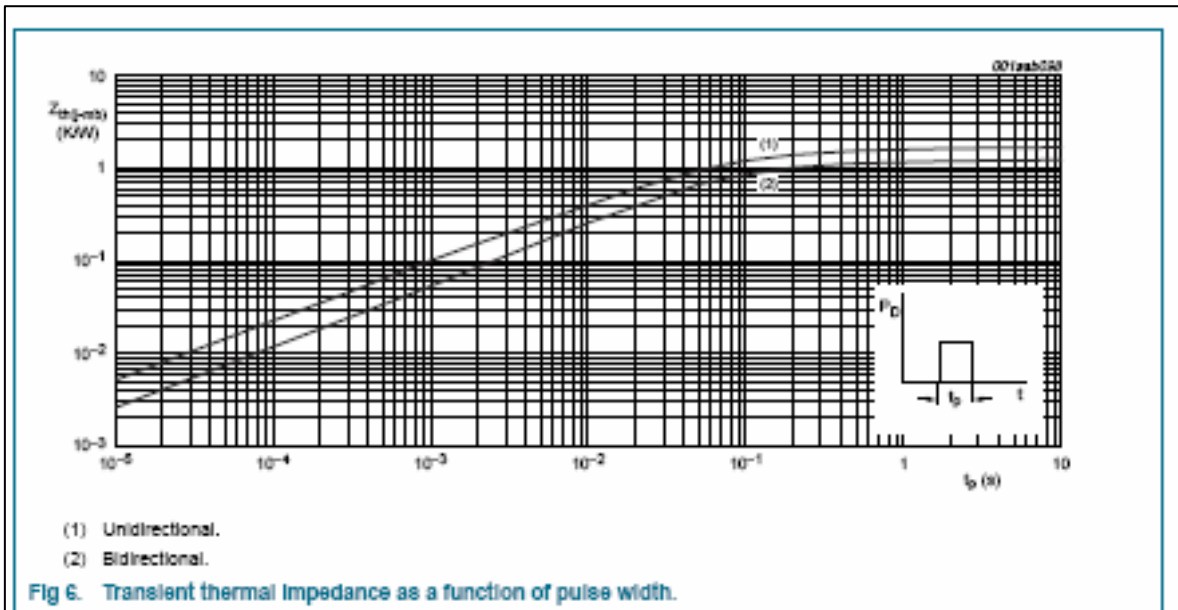




5. Thermal characteristics

Table 4: Thermal characteristics

| Symbol | Parameter | Conditions | Typ | Max | Unit |
|----------------|--|-------------------------------------|-----|-----|------|
| $R_{th(j-mb)}$ | thermal resistance junction to mounting base | full cycle Figure 6 | - | 1.2 | K/W |
| | | half cycle Figure 6 | - | 1.7 | K/W |
| $R_{th(j-a)}$ | thermal resistance junction to ambient | in free air | 60 | - | K/W |



6. Static characteristics

Table 5: Static characteristics
 $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated.

| Symbol | Parameter | Conditions | BT139 | | | BT139-F | | | BT139-G | | | Unit | |
|----------|----------------------|---|--------|------------------|--|---------|-----|-----|---------|-----|-----|------|----|
| | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | | |
| I_{GT} | gate trigger current | $V_D = 12\text{ V};$ $I_T = 0.1\text{ A};$ Figure 8 | T2+ G+ | - | 5 | 35 | - | 5 | 25 | - | 5 | 50 | mA |
| | | | T2+ G- | - | 8 | 35 | - | 8 | 25 | - | 8 | 50 | mA |
| | | | T2- G- | - | 10 | 35 | - | 10 | 25 | - | 10 | 50 | mA |
| | | | T2- G+ | - | 22 | 70 | - | 22 | 70 | - | 22 | 100 | mA |
| | | | I_L | latching current | $V_D = 12\text{ V};$ $I_{GT} = 0.1\text{ A};$ Figure 9 | T2+ G+ | - | 7 | 40 | - | 7 | 40 | - |
| | | | T2+ G- | - | 20 | 60 | - | 20 | 60 | - | 20 | 90 | mA |
| | | | T2- G- | - | 8 | 40 | - | 8 | 40 | - | 8 | 60 | mA |
| | | | T2- G+ | - | 10 | 60 | - | 10 | 60 | - | 10 | 90 | mA |
| I_H | holding current | $V_D = 12\text{ V};$ $I_{GT} = 0.1\text{ A};$ Figure 10 | - | 6 | 45 | - | 6 | 45 | - | 6 | 60 | mA | |
| V_T | on-state voltage | $I_T = 20\text{ A};$ Figure 11 | - | 1.2 | 1.6 | - | 1.2 | 1.6 | - | 1.2 | 1.6 | V | |

Table 5: Static characteristics ...continued
 $T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise stated.

| Symbol | Parameter | Conditions | BT139 | | | BT139-F | | | BT139-G | | | Unit |
|----------|---------------------------|---|-------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|------|
| | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| V_{GT} | gate trigger voltage | $V_D = 12\text{ V};$ $I_T = 0.1\text{ A};$ Figure 7 | - | 0.7 | 1.5 | - | 0.7 | 1.5 | - | 0.7 | 1.5 | V |
| | | $V_D = 400\text{ V};$ $I_T = 0.1\text{ A};$ $T_J = 125^\circ\text{C}$ | 0.25 | 0.4 | - | 0.25 | 0.4 | - | 0.25 | 0.4 | - | V |
| I_D | off-state leakage current | $V_D = V_{D(\text{perm})\text{max}};$ $T_J = 125^\circ\text{C}$ | - | 0.1 | 0.5 | - | 0.1 | 0.5 | - | 0.1 | 0.5 | mA |

7. Dynamic characteristics

Table 6: Dynamic characteristics

| Symbol | Parameter | Conditions | BT139 | | | BT139-F | | | BT139-G | | | Unit |
|----------------------|--|---|-------|-----|-----|---------|-----|-----|---------|-----|-----|------------------|
| | | | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | Min | Typ | Max | |
| dV_D/dt | critical rate of rise of off-state voltage | $V_{DM} = 67\%$ $V_{D(\text{RM})\text{max}};$ $T_J = 125^\circ\text{C};$ exponential waveform; gate open circuit | 200 | 250 | - | 50 | 250 | - | 200 | 250 | - | V/ μs |
| dV_{com}/dt | critical rate of change of commutating voltage | $V_{DM} = 400\text{ V};$ $T_J = 95^\circ\text{C};$ $I_{T(\text{RMS})} = 16\text{ A};$ $dI_{\text{com}}/dt = 7.2\text{ A/ms};$ gate open circuit | 10 | 20 | - | - | 20 | - | 10 | 20 | - | V/ μs |
| t_{gt} | gate controlled turn-on time | $I_{TM} = 20\text{ A};$ $V_D = V_{D(\text{perm})\text{max}};$ $I_D = 0.1\text{ A};$ $dI_D/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s}$ | - | 2 | - | - | 2 | - | - | 2 | - | μs |

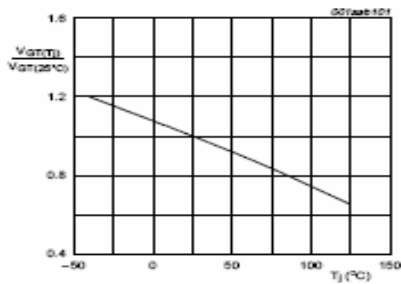


Fig 7. Normalized gate trigger voltage as a function of junction temperature.

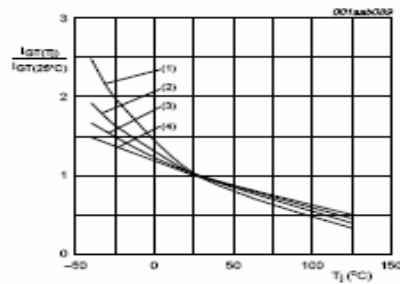


Fig 8. Normalized gate trigger current as a function of junction temperature.

- (1) T2-G+.
- (2) T2-G-.
- (3) T2-G-.
- (4) T2-G+.

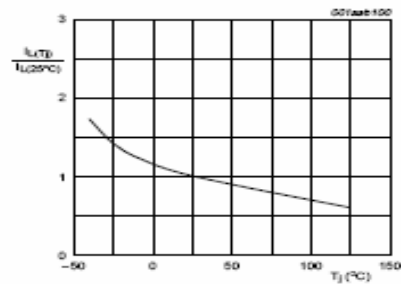


Fig 9. Normalized latching current as a function of junction temperature.

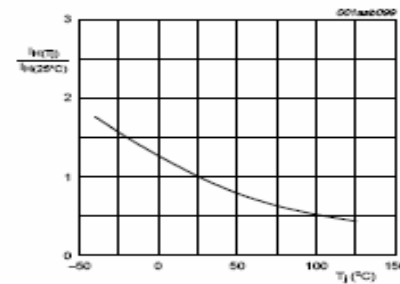
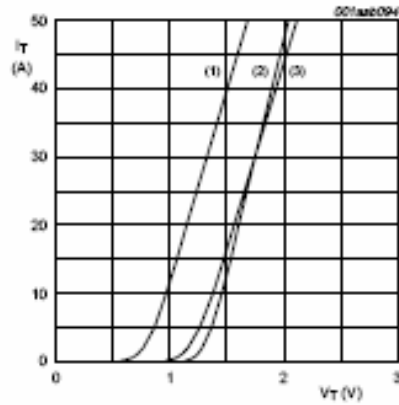


Fig 10. Normalized holding current as a function of junction temperature.

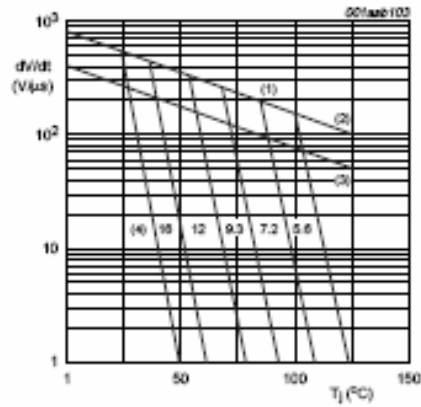


$V_O = 1.06 \text{ V.}$

$R_G = 0.0304 \ \Omega.$

- (1) $T_J = 125 \text{ }^\circ\text{C; typical values.}$
- (2) $T_J = 25 \text{ }^\circ\text{C; maximum values.}$
- (3) $T_J = 125 \text{ }^\circ\text{C; maximum values.}$

Fig 11. On-state current characteristics.



The triac should commute when the dv/dt is below the value on the appropriate curve for pre-commutation di_T/dt .

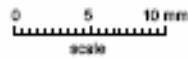
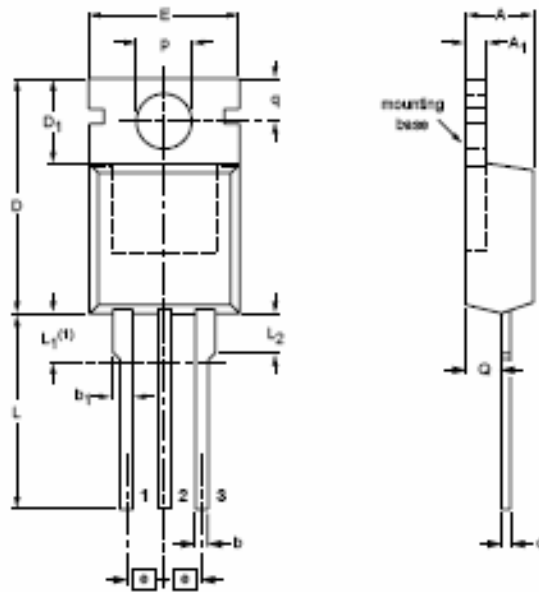
- (1) BT139 SERIES.
- (2) BT139...G SERIES.
- (3) BT139...F SERIES.
- (4) $di_{comm}/dt = 20 \text{ A/ms.}$

Fig 12. Critical rate of change of commutating voltage as a function of junction temperature; minimum values.

8. Package outline

Plastic single-ended package; heatsink mounted; 1 mounting hole; 3-lead TO-220AB

SOT78



DIMENSIONS (mm are the original dimensions)

| UNIT | A | A ₁ | b | b ₁ | c | D | D ₁ | E | e | L | L ₁ (1) | L ₂ max. | p | q | Q |
|------|------------|----------------|------------|----------------|------------|--------------|----------------|-------------|------|--------------|--------------------|------------------------|------------|------------|------------|
| mm | 4.5 4.1 | 1.39 1.27 | 0.9 0.6 | 1.3 1.0 | 0.7 0.4 | 15.8 15.2 | 6.4 5.9 | 10.3 9.7 | 2.54 | 15.0 13.5 | 3.30 2.79 | 3.0 | 3.8 3.8 | 3.0 2.7 | 2.6 2.2 |

Note



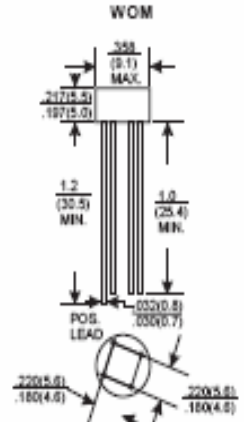
1. Terminals in this zone are not fitted.

| OUTLINE VERSION | REFERENCES | | | EUROPEAN PROJECTION | ISSUE DATE |
|--------------------|------------|-----------------|-------|------------------------|---------------------------------|
| | IEC | JEDEC | JEITA | | |
| SOT78 | | 3-lead TO-220AB | SC-48 | | 01-05-10 03-01-22 |

Fig 13. Package outline.

ANEXO 6

HOJA TÉCNICA DEL W10M

| W005M THRU W10M | |  | | | | | | |
|---|---|---|------|------|------|------|------|-------|
| SINGLE PHASE 1.5 AMP BRIDGE RECTIFIERS | | | | | | | | |
|  | VOLTAGE RANGE 50 to 1000 Volts CURRENT 1.5 Amperes | | | | | | | |
| FEATURES <ul style="list-style-type: none"> * Ideal for printed circuit board * Low forward voltage * Low leakage current * Polarity: marked on body * Mounting position: Any * Weight: 1.20 grams |  <p style="text-align: center;">Dimensions in Inches and (millimeters)</p> | | | | | | | |
| MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS | | | | | | | | |
| Rating 25°C ambient temperature unless otherwise specified. Single phase half wave, 60Hz, resistive or inductive load. For capacitive load, derate current by 20%. | | | | | | | | |
| TYPE NUMBER | W006M | W01M | W02M | W04M | W06M | W08M | W10M | UNITS |
| Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | V |
| Maximum RMS Voltage | 35 | 70 | 140 | 280 | 420 | 560 | 700 | V |
| Maximum DC Blocking Voltage | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | V |
| Maximum Average Forward Rectified Current | | | | | | | | A |
| .375"(9.5mm) Lead Length at Ta=25°C | 1.5 | | | | | | | A |
| Peak Forward Surge Current, 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC method) | 50 | | | | | | | A |
| Maximum Forward Voltage Drop per Bridge Element at 1.0A D.C. | 1.0 | | | | | | | V |
| Maximum DC Reverse Current Ta=25°C | 10 | | | | | | | µA |
| at Rated DC Blocking Voltage Ta=100°C | 500 | | | | | | | µA |
| Operating Temperature Range, Tj | -65 — +125 | | | | | | | °C |
| Storage Temperature Range, TSTG | -65 — +150 | | | | | | | °C |

RATING AND CHARACTERISTIC CURVES (W005M THRU W10M)

FIG.1-TYPICAL FORWARD CURRENT DERATING CURVE

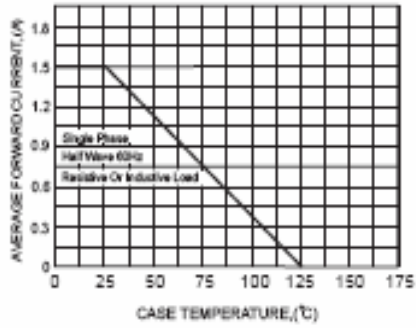


FIG.2-MAXIMUM NON-REPETITIVE FORWARD BURGE CURRENT

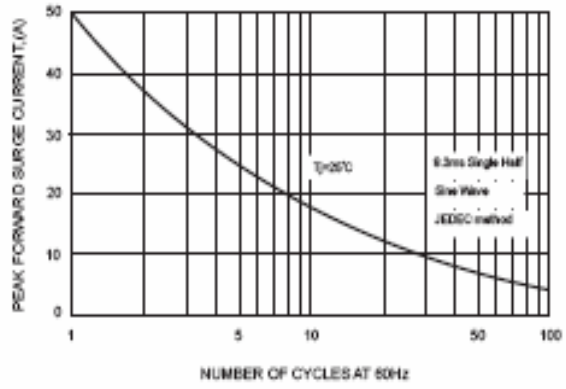


FIG.3-TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS

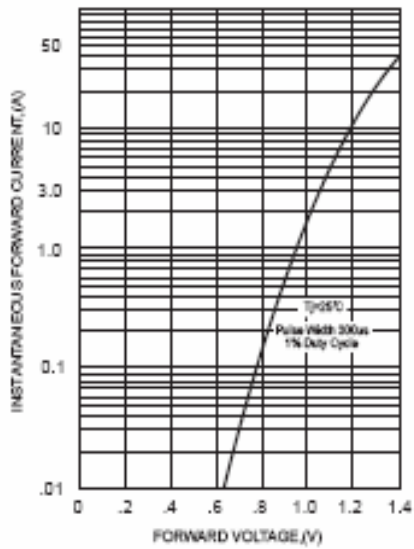
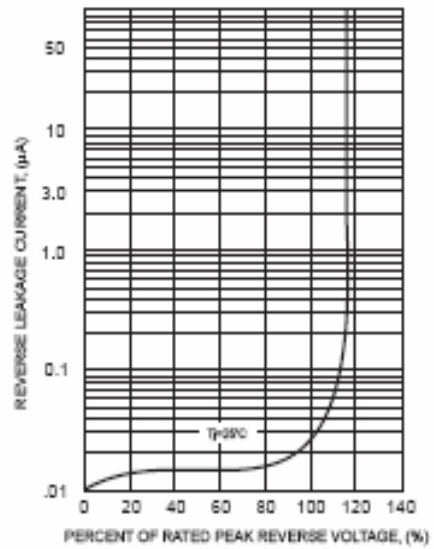


FIG.4-TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] “Definición, características, aplicaciones empleando tecnología bluetooth”, <http://es.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>, consultado el 10 de Agosto de 2008.
- [2] “Redes inalámbricas de área personal (WPAN)”, <http://es.kioskea.net/contents/wireless/wpan.php3>, consultado el 15 de Agosto de 2008.
- [3] “Aspectos técnicos de la tecnología bluetooth, pila del protocolo”, http://spanish.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works/Architecture__Radio.htm, consultado el 18 de Agosto de 2008.
- [4] “Modulación bluetooth”, http://spanish.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works/Architecture__Radio.htm, consultado el 22 de Agosto de 2008.
- [5] “Topologías de la tecnología bluetooth”, http://spanish.bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works/Communications_Topology.htm, consultado el 25 de Agosto de 2008.
- [6] “Topologías de la tecnología bluetooth”, <http://www.monografias.com/trabajos15/topologias-neural/topologias-neural.shtml>, consultado el 27 de Agosto de 2008
- [7] “Conexiones empleadas entre dispositivos bluetooth”, http://www.jalercom.com/Brochures/Technologias_de_Conectividad_Inalambrica_Revista_Red_final.pdf, consultado el 03 de Septiembre del 2008.
- [8] “Tipos de enlace Bluetooth”, <http://www.mastermagazine.info/articulo/3127.php>, consultado el 15 de Septiembre del 2008
- [9] “Paquetes bluetooth”, <http://www.mastermagazine.info/articulo/3127.php>, consultado el 10 de Octubre del 2008.
- [10] “ Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP) ”, <http://www.mastermagazine.info/articulo/3127.php>, consultado el 1 de Diciembre del 2008.

[11]“Virtual Serie SPP”, http://www.jalercom.com/Brochures/Technologias_de_Conectividad_Inalambrica_Revista_Red_final.pdf ,consultado el 5 de Enero del 2008

[12]“Palm Treo 650”, <http://www.celularesymoviles.com/celulares-palm-treo/palm-treo-650.php>,consultado el 10 de Enero del 2008

[13]“Bluetooth usb dongle”, <http://www.celularesymoviles.com/celulares-palm-treo/palm-treo-650.php>,consultado el 15 de Marzo del 2008

FECHA DE ETREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____ del 2009.

ELABORADO POR:

WALTER GEOVANNY BARAHONA ROJAS
1803939337

AUTORIDAD:

Ing. GONZALO OLMEDO
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES