



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTILÁN

"ACTIVACIÓN Y CONTROL VÍA INALÁMBRICA DE
EQUIPOS ELÉCTRICOS A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO
MÓVIL CON SISTEMA OPERATIVO ANDROID,
UTILIZANDO UN MICROCONTROLADOR DE TIPO PIC"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

IRVING ISAI MARTÍNEZ GARCÍA

ASESOR: MTRO. en TI. JORGE BUENDÍA GÓMEZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO



M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: M. en A. ISMAEL HERNÁNDEZ MAURICIO
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos a comunicar a usted que revisamos LA TESIS:

“Activación y Control Vía Inalámbrica de Equipos Eléctricos a Través de un Dispositivo Móvil con Sistema Operativo Android, Utilizando un Microcontrolador de Tipo PIC”.

Que presenta el pasante: IRVING ISAI MARTINEZ GARCIA

Con número de cuenta: 30602188-0 para obtener el Título de: Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 24 de abril de 2014.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Ing. Nicolás Calva Tapia	
VOCAL	M.T.I. Jorge Buendía Gómez	
SECRETARIO	Ing. Margarita López López	
1er SUPLENTE	Ing. Marcelo Bastida Tapia	
2do SUPLENTE	Ing. Petra Medel Ortega	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

IHM/yrf

Dedico la realización de mi Tesis a mi familia, ya que todo el esfuerzo desarrollado consciente o inconscientemente a lo largo de mis estudios es por y para ella, a mis Padres que aunque en su pensar y opinión no siempre coincidimos siempre me apoyaron, principalmente a mi padre que supo mantener una línea perfecta, en conjunto a mis padres agradezco por su esfuerzo y dedicación que me tuvieron, y a mis hermanos, por estar presentes a mi lado apoyándome siempre.

Agradezco de manera muy especial al M. en TI. Jorge Buendía Gómez por la confianza, apoyo, paciencia y comprensión, por aceptarme para realizar esta Tesis bajo su dirección, por compartir sus conocimientos desde las clases en la carrera así como durante la realización de mi Tesis, gracias por apoyarme, ayudándome y facilitándome los medios para las pruebas realizadas durante el desarrollo de mi Tesis.

Por último pero no menos importante doy las gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, a esta institución que me llena de orgullo pertenecer, en la cual desarrollé aspectos tanto como profesional, pero al mismo tiempo en mi formación personal, pero sobre todo agradezco por el espíritu universitario.

Aunque el tiempo pase yo siempre fui, soy y seré puma (UNAM).

ÍNDICE

1	Objetivo.....	1
2	Introducción.....	2
2.1	Orígenes del sistema operativo Android.....	4
2.1.1	Estructura del sistema operativo Android.....	5
2.2	Ventajas de la tecnología inalámbrica.....	7
2.3	Enlace Bluetooth.....	8
2.4	Comunicación e intercambio de información.....	11
2.4.1	Transmisión Asíncrona.....	11
2.4.2	Datos Binarios.....	12
2.4.3	Código de caracteres ASCII.....	12
2.5	Origen de los microcontroladores.....	13
2.5.1	Los sistemas de microcontroladores.....	14
3	Análisis y Diseño del sistema.....	15
3.1	Requerimientos de diseño.....	16
3.2	Diseño esquemático.....	17
3.3	Código del microcontrolador.....	26
3.4	Aplicación para sistema operativo Android.....	33
4	Resultados.....	39
5	Referencias.....	44
6	Glosario.....	45
	Anexo 1.....	47
	Anexo 2.....	51

1. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es diseñar, desarrollar e implementar un sistema electrónico con el cual se pueda llevar a cabo una comunicación inalámbrica (wireless) para la operación y control de equipos eléctricos y electrónicos, mediante la activación de una señal enviada a distancia a través de un dispositivo que contenga el sistema operativo Android, teniendo la posibilidad de monitorear su funcionamiento, e igualmente poseer la flexibilidad de funcionar tanto en equipos eléctricos de C.A (corriente alterna) como de C.D (corriente directa).

El desarrollo de este proyecto es motivado por la inventiva de crear e implementar una herramienta más de control y activación para diversos equipos electico-electrónicos, que de manera cotidiana y no tan cotidiana están a nuestro alrededor, teniendo una posibilidad accesible y fácil de implementar o adquirir, sin el gasto de algún otro recurso extra para su funcionamiento.

Observando y analizando las tendencias de nuestro entorno se tomaran las decisiones que a mi parecer sean las “óptimas” para formar parte del sistema a desarrollar. El desarrollo de este proyecto me dará la posibilidad de poder aplicar clases teóricas concernientes con el desarrollo y la realización de este trabajo, el poder desarrollar un proyecto de diseño desde su inicio me generara una experiencia práctica y aportara a mi desarrollo como profesional.

2. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este proyecto, del cual se muestra el diagrama en la figura 2.1, se diseñó, se desarrolló y se implementó un prototipo electrónico (genérico funcional), el cual tiene una comunicación wireless para la operación y control de equipos eléctrico-electrónicos, tanto de corriente alterna (C.A) como de corriente continua (C.C) o directa (C.D).

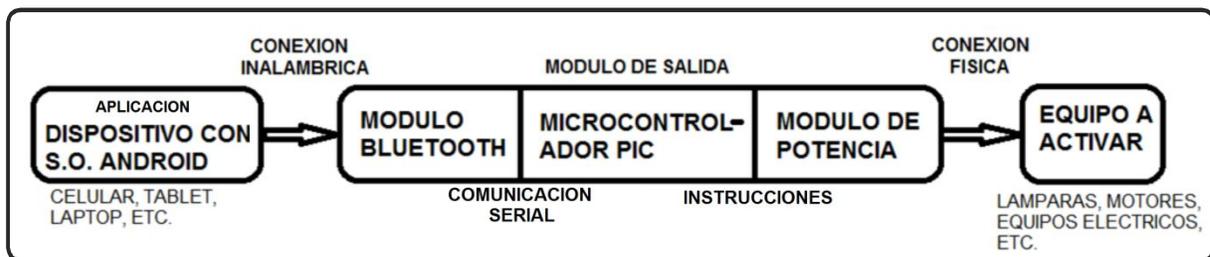


Figura 2.1 Diagrama estructural del proyecto

Siguiendo la disposición de la figura 2.1 se desarrollará la explicación y desarrollo de cada aspecto que compone al proyecto. Se desarrolló una aplicación para dispositivos con sistema operativo Android ya que no se encontró de manera comercial alguna por la cual se pudiera optar, la aplicación se constituye de la conexión del dispositivo con sistema operativo Android con el módulo Bluetooth, el reconocimiento de una clave de acceso, las diferentes combinaciones que se le pueden enviar, en las cuales se puede elegir si llevara activación externa o no, si se dejara libre el tiempo de operación o tendrá tiempo fijo y si se desea activar o desactivar el equipo.

Por medio de un dispositivo que contiene el sistema operativo Android, la aplicación desarrollada se conecta y comunica a través un módulo Bluetooth, el cual a su vez está conectado al microcontrolador al cual llegan las instrucciones en modo serial, y a través del microcontrolador salen las señales que se ocupan para el módulo de potencia y el módulo de salida en general. El programa del microcontrolador controla el display, donde se muestran los letreros para el monitoreo, la recepción y transmisión de las señales que le llegan del teléfono al módulo Bluetooth, y las salidas para la activación o desactivación de equipos.

La metodología que se siguió para el desarrollo del proyecto fue analizar y estudiar parte a parte el proyecto, para posteriormente armar y probar por etapas, se investigó las especificaciones, las características y la funcionalidad de cada una, para finalmente articular cada una de las partes funcionalmente probadas.

A continuación se procederá a dar una explicación puntual para cada una de las partes que constituyen al proyecto, de igual manera y por principio se expondrán los elementos que fueron requeridos para el desarrollo y la construcción de este.

Para llevar a cabo la realización se emplearon materiales de última generación, pero al mismo tiempo de lo más común y accesibles, los materiales utilizados para este proyecto constan de un equipo con sistema operativo Android, un módulo HC-06, un microcontrolador de tipo PIC, un display LCD, una computadora, el programa Proteus con las herramientas Isis y Ares, el programa Droid explorer, la plataforma para desarrollar aplicaciones App Inventor y componentes electrónicos complementarios, la parte fundamental del proyecto consta de la comunicación wireless y envío de instrucciones por medio de una aplicación para sistema operativo Android, las cuales llevan un monitoreo visual en un display, y las salidas con flexibilidad para la activación de equipos tanto de C.A como de C.D.

La siguiente lista muestra el tipo y modelo de los componentes que se utilizaron para la articulación del equipo y el desarrollo de la aplicación (Anexo 2).

- ☞ Computadora laptop y PC
- ☞ Plataforma para desarrollar aplicaciones App Inventor.
- ☞ Equipo con sistema operativo Android (celular).
- ☞ Programa Droid explorer.
- ☞ Módulo Bluetooth (HC-06).
- ☞ Microcontrolador de tipo PIC (PIC16f877).
- ☞ Programa MPLAB IDE.
- ☞ Programador de PICs (con su programa).

- ✎ Display LCD 2x16 (con controlador HD44780).
- ✎ Programa Proteus con las herramientas Isis y Ares.
- ✎ Componentes electrónicos complementarios (MAX232, Leds, Resistencias, conectores).
- ✎ Componentes electrónicos de aislamiento óptico (MOC3011 y NA25).
- ✎ Componentes electrónicos de potencia (MJ802, 2N3055, BTA25, MAC12M).

Los elementos anteriormente listados son los que se utilizaron para el desarrollo, algunos de los elementos solo se utilizaron para la realización de pruebas como lo es el circuito integrado MAX232, leds y resistencias.

2.1 ORÍGENES DEL SISTEMA OPERATIVO ANDROID

La elección de utilizar el sistema operativo Android y desarrollar una aplicación se apoya en las características que brinda esta tecnología, de manera ponderante y absoluta se tomo en cuenta que es de software libre y abierto, de igual manera sus plataformas de desarrollo que son Windows, Mac y Linux, teniendo con esto una gran cobertura de equipos. En esta época es muy común este sistema operativo, pero la creación y desarrollo de este es reciente.

La empresa Google adquiere a Android Inc. en el año 2005, se trataba de una pequeña compañía que acababa de ser creada, orientada a la producción de aplicaciones para terminales móviles, en ese mismo año empieza a trabajar en la creación de una máquina virtual Java optimizada para móviles (Dalvik VM). En el año 2007 se crea el consorcio Handset Alliance con el objetivo de desarrollar estándares abiertos para móviles, formado por Google, Intel, Texas Instruments Motorola, T-Mobile, Samsung, Ericson, Toshiba, Vodafone, NTT DoCóMo, Sprint Nextel y otros. Una pieza clave de los objetivos de esta alianza es promover el diseño y la difusión de la plataforma Android. Sus miembros se comprometieron a publicar una parte importante de su propiedad intelectual como código abierto bajo licencia Apache v2.0 (servidor Web de sistema operativo Linux).¹

En noviembre de 2007 se lanza una primera versión del Android SDK Kit de desarrollo de software (por sus siglas en inglés de software development kit). Al año siguiente aparece el primer móvil con Android (T-Mobile G1). En octubre Google libera el código fuente de Android principalmente bajo licencia de código abierto Apache (licencia GPL v2 para el núcleo), ese mismo mes se abre Android Market, para la descarga de aplicaciones. En abril de 2009 Google lanza la versión 1.5 del SDK que incorpora nuevas características como el teclado en pantalla. A finales de 2009 se lanza la versión 2.0 y, durante 2010, las versiones 2.1, 2.2 y 2.3.¹

Durante el año 2010 Android se consolida como uno de los sistemas operativos para móviles más utilizados, con resultados cercanos al iPhone e incluso supera al sistema de Apple en EE.UU, y en 2012 Google cambia su estrategia en su tienda de descargas online, reemplazando Android Market por Google Play Store, donde en un solo portal unifica tanto la descarga de aplicaciones como de contenidos. En este año aparecen las versiones 4.1 y 4.2 del SDK.¹

2.1.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA OPERATIVO ANDROID

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se efectúan en una estructura (Framework) Java de aplicaciones orientadas a objetos en el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación (proceso en el que se traducen las instrucciones de un programa escrito (lenguaje fuente) a código máquina (lenguaje objeto)) en tiempo de ejecución.

Las bibliotecas escritas en lenguaje C incluyen un administrador de interfaz gráfica (surface manager), una base de datos relacional SQLite, una biblioteca estándar de C Bionic, una Interfaz de programación de API, (Interfaz de Programación de Aplicaciones), gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit (software que toma contenido marcado, para hacer el proceso de generar una imagen o vídeo) un framework OpenCore, y un motor gráfico SGL (Motor de gráficos 2D), SSL (Secure Socket Layer, Proporciona servicios de encriptación).

En la figura 2.1.1.1 se observa la arquitectura del sistema operativo Android por bloques.

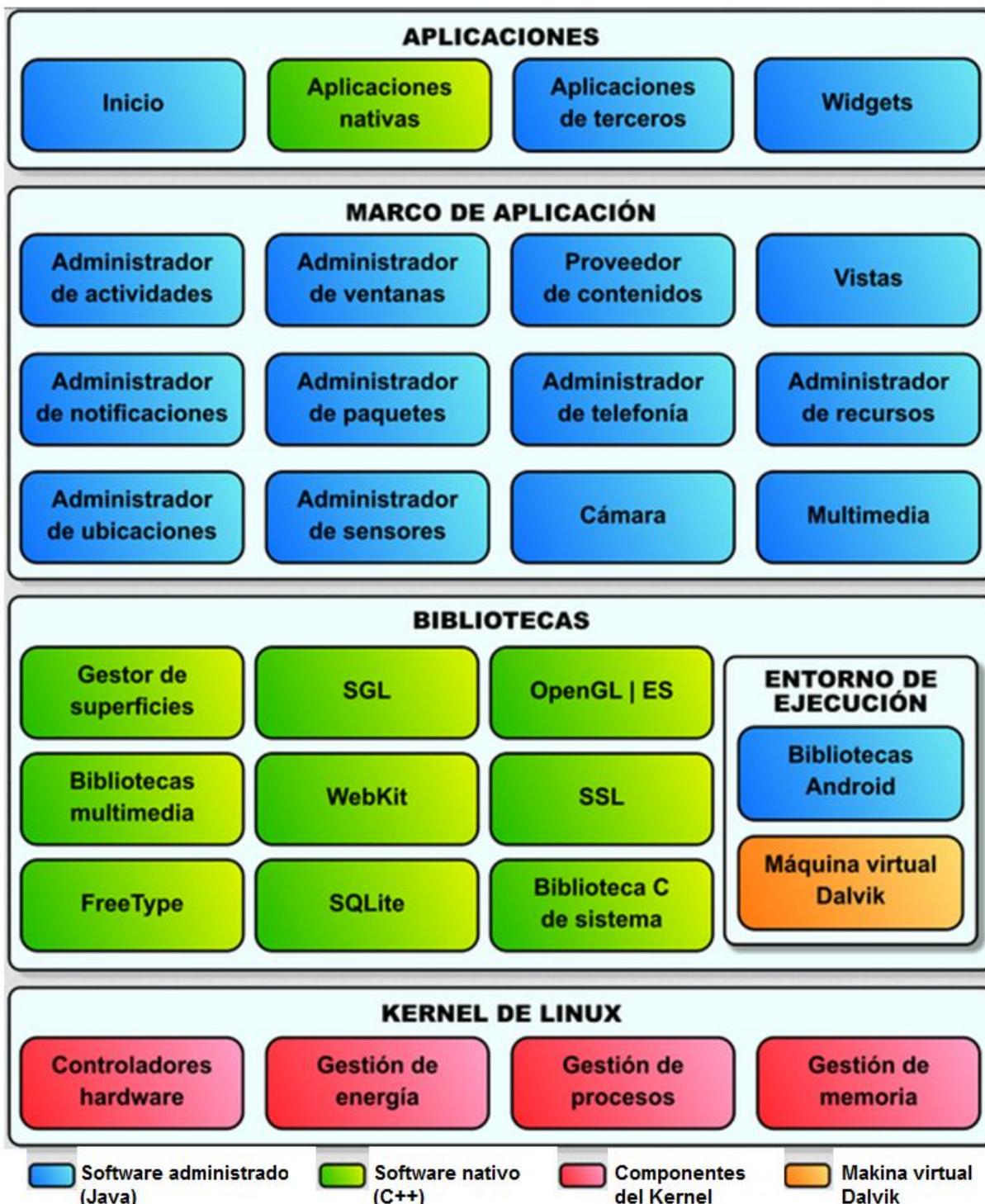


Figura 2.1.1.1 Arquitectura del sistema operativo Android

2.2 VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA

Las ventajas listadas a continuación es algo de lo que se tomo en cuenta para optar por algunas de las características que definen al proyecto, dando con esto forma a una parte de este, específicamente a la comunicación y las ventajas estructurales para la operación e implementación del equipo.

La tecnología wireless ofrece diferentes ventajas estructurales en relación con los sistemas cableados, así también en el aspecto económico entre otros, la siguiente lista mencionan algunas de estas ventajas.

- Mayor movilidad de equipos.
- Conexión sin necesidad de cables.
- Posibilidad de conectar diferentes equipos sin el problema que puede presentar el cable al tener que cablearse físicamente para ampliar el número de puntos.
- Costes de implantación reducidos, la instalación y/o sustitución de una red wireless permite ahorrar la instalación de cableado.
- Plazos de implantación, el tiempo en la instalación de una red wireless es reducido, comparando con una instalación cableada es sencilla y rápida.
- Retorno de la inversión en tiempo y dinero en aplicaciones, como pueden ser la transmisión de datos entre diferentes edificios, la inversión extra es prácticamente nula. Al ahorrar en el coste de la instalación o de alquiler de líneas.
- Posibilidades de evolución, wireless se ha convertido en una alternativa totalmente aplicable en la mayoría de entornos en los que ya no tiene sentido el sistema cableado. Esta tecnología ha sido totalmente aceptada por el mercado y es por ello por lo que su evolución está garantizada.
- Reducción de costes de mantenimiento al eliminar cableado con sus correspondientes conectores así como la robustez de los equipos que Intervienen.

2.3 ENLACE BLUETOOTH

La tecnología por la cual se optó a ocupar para el proyecto fue el Bluetooth, porque es un enlace que no requiere de recursos extras para su operación, generando accesibilidad total sin mayores gastos para su operación, implementación y funcionamiento, al mismo tiempo de tener características excelentes para la transmisión, acoplándose a las necesidades requeridas del proyecto. El módulo que se utilizó se eligió por su accesibilidad y bajo costo, pero al mismo tiempo se tomó en cuenta el ajuste de la comunicación con el microcontrolador. La explicación del origen, del funcionamiento y de las características de esta tecnología se hace mención a partir del párrafo consecutivo

Bluetooth es un enlace de radio de corto alcance sin necesidad de visión en línea directa entre los dispositivos implicados en la comunicación. Las especificaciones de Bluetooth son desarrolladas por el Bluetooth SIG (Special Interest Group). El grupo de interés especial fue fundado en febrero de 1998 por IBM, Intel, Ericsson, Nokia y Toshiba. La versión 1.0 del estándar abierto Bluetooth fue publicada en 1999, y la versión 1.1 apareció a finales del año 2001 y es la que implementan los dispositivos actuales.³

El rango de frecuencias utilizada por Bluetooth es de 2,4 GHz ISM (Industrial Scientific and Medical); en concreto las frecuencias entre 2400 y 2483,5 MHz. Se puede transmitir voz, datos e incluso vídeo a velocidades de hasta 721 kbps. En efecto, Bluetooth no sólo soporta las comunicaciones de datos, sino que, además ofrece hasta tres canales de voz 64 kbps, ampliando así el número de aplicaciones.³ Están definidas en el estándar dos potencias de emisión en función de la distancia que se desea cubrir, para 10 metros con 1 mW y para 100 metros con 100 mW. Esta tecnología limita además la potencia de salida de los transmisores radio exactamente al valor necesario, lo cual permite aumentar el tiempo de vida de las baterías de los dispositivos que lo usan. Un ejemplo es, si el dispositivo receptor indica que se encuentra a una distancia corta del transmisor, éste último modifica la señal emitida para ajustarla al valor exacto. Además, mediante esta tecnología

también se puede desplazar el modo de operación a baja potencia (estado de standby) cuando el dispositivo no esté transmitiendo información.³

Los datos se pueden intercambiar a velocidades de hasta 1 Mbps (considerando los bits de control de errores, autenticación, etc.). El esquema de transmisión de espectro ensanchado con saltos de frecuencia aleatorios (spread spectrum - frequency hop) permite a los dispositivos comunicarse inclusive en áreas donde existe una gran interferencia electromagnética. Además, Bluetooth dispone de mecanismos de encriptación y autenticación para controlar la conexión y evitar que cualquier dispositivo no autorizado, pueda acceder a los datos o modificarlos. Así, puesto que el enlace es codificado y protegido contra interferencia y pérdida de enlace, Bluetooth puede considerarse como una red inalámbrica de corto alcance muy robusta y segura.³

La red se divide en picoceldas (o piconets) de radio de cobertura reducida, siendo ocho el número máximo de unidades que pueden participar activamente en una simple piconet un maestro y siete esclavos. Para establecer la piconet, la unidad maestra debe conocer la identidad del resto de unidades que están en modo standby en su radio de cobertura. El maestro o aquella unidad que inicia la piconet transmite el código de acceso continuamente en saltos de portadora hasta que el receptor contesta o se excede el tiempo de respuesta.³

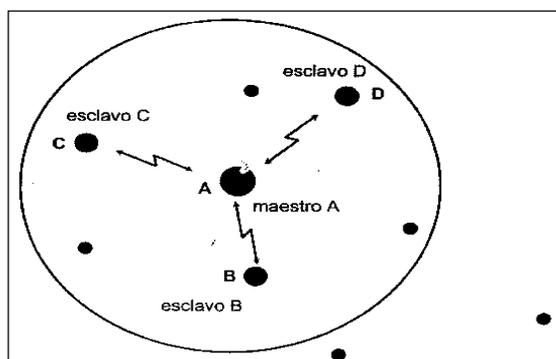


Figura 2.3.1 Piconet Bluetooth

Cuando una unidad emisora y una receptora seleccionan la misma portadora de salto, la receptora recibe el código de acceso y devuelve una confirmación de recibo de la señal. Es entonces cuando la unidad emisora envía un paquete de datos que contiene su identidad y frecuencia de reloj actual. Después de que el receptor acepta este paquete ajustará su reloj para seleccionar el canal de salto correcto. De este modo se establece una piconet en la que la unidad emisora actúa como maestra. Después de haber recibido los paquetes de datos con los códigos de acceso, la unidad maestra debe esperar un procedimiento de requerimiento por parte de las esclavas, diferente al proceso de activación, para poder seleccionar una unidad específica con la que comunicarse.³

Según esto, la principal ventaja de Bluetooth frente a otras alternativas es la disponibilidad continua del canal de comunicaciones, es decir, el establecimiento de comunicación no requiere ningún tipo de solicitud por parte del usuario. La dirección del paquete de cabecera que se utiliza para distinguir cada unidad se limita a tres bits y cada dispositivo tiene una dirección única, basada en el estándar IEEE 802.11 para WLAN, que le permite formar, temporalmente, parte de una piconet. Las conexiones centro de la piconet son uno a uno con un rango máximo de 10 metros o 100 metros, según el nivel de potencia del transmisor.³

Una tecnología que se prevé que en un futuro reemplace a Bluetooth es UWB (Ultra Wide Band) que permitirá la conexión inalámbrica de corto alcance a velocidades de 50 Mbps, frente a los casi 1 Mbps de Bluetooth. UWB se basa en la transmisión de pulsos muy cortos a frecuencias en torno a los 5 GHz. Hasta el momento, se ha utilizado en aplicaciones militares, sobre todo en campos como el radar o el espionaje.³

Banda de frecuencia	2.4 GHz (banda ISM)
Potencia del transmisor	1 mW para un alcance de 10m 100mW para un alcance de 100m
Tecnología	espectro ensanchado saltos en frecuencias
Canales máximos	de voz: 3 por piconet de datos:7 por piconet
Velocidad de datos	hasta 721kbps por piconet
Numero de dispositivos	8 por piconet y hasta 10 piconets
Consumo de potencia	desde 30uA a 30 mA transmitiendo
Interferencia	mínima al emplear saltos rápidos en frecuencia ÷ 1600 veces por segundo

Tabla 2.3.1 Características de Bluetooth

2.4 COMUNICACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

2.4.1 TRANSMISIÓN ASÍNCRONA

La comunicación del proyecto se realizo mediante la transmisión de los datos de modo asíncrona, ya que el modulo Bluetooth y el microcontrolador se comunican de manera serial, siendo la transmisión asíncrona fácil de implementar y de baja complejidad, además de ser la más común, pero sobretodo se tomo la decisión de utilizarla porque cubre y se adecua a las necesidades de la comunicación.

Los esquemas de comunicación de datos se diseñan como síncronos o asíncronos dependiendo de cómo se va a transmitir la información del entramado (framing) y de su temporización. El entramado para la comunicación asíncrona se basa en un solo carácter, en tanto que para la comunicación síncrona se basa en un bloque de datos más grande, en la comunicación asíncrona el entramado lo establece el bit de inicio, en un sistema asíncrono, los relojes para transmitir y recibir son de operación libre o autónomos (free-running) y se fijan a aproximadamente la misma velocidad. Al comienzo de cada carácter se transmite un bit de inicio (start-bit), y por lo menos se envía un bit de paro al final del carácter. El bit de paro (stop-bit) sale de la línea o canal en la condición marca (mark), que representa al 1 binario, y el bit de inicio siempre conmuta la línea a un espacio (0 binario). La temporización permanece con la precisión suficiente el tiempo limitado que dure el carácter, siempre que los relojes en el transmisor y el receptor estén razonablemente cerca a la misma velocidad.²

En la transmisión asíncrona, no se establece el espacio de tiempo entre caracteres, el receptor monitorea la línea hasta que recibe el bit de inicio, cuenta los bits conociendo la longitud del carácter que se envía, y después del bit de paro, empieza a monitorear la línea de nuevo, en espera del siguiente carácter. Con ASCII, podría haber un bit extra llamado de paridad antes del bit de paro. La paridad es una forma de control de error. No todo bit que se transmite contribuye directamente al mensaje. Al bit de inicio, bit (s) de paro y al bit de paridad, si están presentes, se les conoce como bits suplementarios (bit over head).²

2.4.2 DATOS BINARIOS

Los datos binarios conforman códigos escritos de líneas de unos y ceros representando un estado de la señal o dato binario. Las señales de audio y video, entre otras, son ejemplos de datos binarios que no están codificados con el alfabeto u otro tipo de caracteres. Los datos binarios son una forma básica de representación de la información, ya que este tipo de datos puede conformar o se puede transformar a datos en otro tipo de códigos, tanto en códigos numéricos como lo son el octal, decimal, hexadecimal, etc., o en códigos de caracteres como lo es el código ASCII entre otros, siendo el ASCII el código más común utilizado para la comunicación e intercambio de información, por tal motivo y por su ajuste adecuado a las necesidades del sistema se tomo la decisión de utilizarlo.

2.4.3 CÓDIGO DE CARACTERES ASCII

El Código ASCII sirve para convertir caracteres alfanuméricos y de otro tipo en señales eléctricas, es el código más común para comunicación entre microcomputadoras y equipos computacionales, su significado es código estándar americano para el intercambio de información (American Standard Code for Information Interchange). En su forma básica, ASCII es un código de 7 bits y permite 128 combinaciones posibles sin permutar.²

ASCII tiene ciertas regularidades que hacen la programación más fácil. La conmutación de minúsculas a mayúsculas se lleva a cabo cambiando el bit 6. En

ocasiones el código ASCII se expresa en notación decimal o hexadecimal. Los números son simplemente la traducción en decimal o hexadecimal de los números binarios dados².

Al agregar un octavo bit al código ASCII básico se permite la transmisión de símbolos, caracteres gráficos y caracteres de lenguaje extranjero. Cuando el octavo bit es cero, se genera el conjunto ASCII estándar descrito antes. Si el octavo bit es igual a uno se obtienen 128 caracteres mas (Anexo 2).

2.5 ORIGEN DE LOS MICROCONTROLADORES

El microcontrolador empleado en el sistema fue uno de tipo PIC, específicamente el PIC16f877, se utilizó este microcontrolador por las características que proporciona esta tecnología, entre las razones más importantes y de mayor peso que se tomaron en cuenta son su accesibilidad, su capacidad y su facilidad de implementación (Anexo 2).

Para la creación de este tipo de tecnología tuvieron que pasar varios precursores, los cuales dieron paso a un mejoramiento a través de los años, empezando en 1969, con Bob Noyce y Gordon Moore que crearon la Corporación Intel para fabricar chips de memoria para la industria de las súper computadoras/ordenadores. Posteriormente, en 1971, Intel fabricó el primer chip microprocesador 4040 para un consorcio de dos compañías japonesas. Estos chips se diseñaron básicamente en una de las primeras calculadoras portátiles, denominada Busicom. Ésta era una calculadora muy simple que sólo podía sumar y restar números de 4 bits (cuartetos o nibbles) en un instante de tiempo. El primer microprocesador potente de 8 bits apareció en 1974 y fue el chip Intel 8080. Este microprocesador tenía los buses de datos y de direcciones separados, con un espacio de direcciones 64 Kbytes, muy grande para los estándares de 1975. El microprocesador 8080 fue el primero que se usó con fines domésticos, a través de un ordenador personal (PC) denominado Altair.⁴

El 8080 fue un microprocesador de mucho éxito pero rápidamente otras compañías empezaron a fabricar chips microprocesadores. Motorola presentó el chip 6800 de 8 bits que tenía una arquitectura diferente al 8080 y que también se hizo muy popular. En 1976, la casa Zilog introdujo el microprocesador Z80, mucho más avanzado que el 8080. El juego de instrucciones del Z80 era compatible con el 8080, lo cual propició que el Z80 se convirtiera en uno de los microprocesadores de mayor éxito de su época. El Z80 se usó en muchas aplicaciones típicas de los microprocesadores, incluyendo los ordenadores personales y las consolas de juegos. En 1976, Motorola creó el microprocesador 6801 que reemplazó al 6800 y a otros chips adicionales que eran necesarios para completar un sistema computacional. Éste fue el paso más importante en la evolución de los microcontroladores, los cuales son, básicamente, ordenadores compuestos en un único chip. En los años siguientes, han aparecido muchos microcontroladores en el mercado, como han sido: Intel 8048, 8049, 8051, Motorola 6809, Atmel 89C51, etc.⁴

2.5.1 LOS SISTEMAS DE MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un ordenador de un único chip. La palabra micro indica que el dispositivo es pequeño, y controlador indica que el dispositivo se puede usar en aplicaciones de control. Otro término usado para los microcontroladores es microcontrolador embebido, puesto que la mayoría de los microcontroladores se integran (o embeben) junto con los dispositivos que se encargan de controlar.⁴

Un microprocesador se diferencia de un microcontrolador en diversos aspectos. La diferencia principal estriba en que un microprocesador necesita varios componentes para su funcionamiento como son la memoria de programa, la memoria de datos, los dispositivos de E/S y el circuito de reloj externo. Un microcontrolador, por el contrario tiene todos los circuitos integrados dentro del mismo chip, esta fue la razón por la cual se definió utilizar un microcontrolador para la realización del proyecto, y específicamente el microcontrolador PIC16f877, porque cubre todas las necesidades requeridas del proyecto. En general, el único requerimiento de un sistema de microcontrolador es que se encuentre en un único chip.⁴

3. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

La iniciativa de realizar un proyecto de diseño y en consecuencia la implementación de un prototipo fue fundamentalmente por el gusto al diseño, otra razón es que en las clases se enseña todo lo teórico e incluso en algunos casos en los laboratorios se realizan las practicas, pero en realidad no es un trabajo de diseño ya que lo que se tiene que hacer ya se encuentra escrito listo para que se ensamble.

El análisis principal al que se enfoco la mayor atención fue que el dispositivo tenía que ser inalámbrico, para esto se plantearon tres maneras de solucionar esta dificultad del proyecto, las opciones que se plantearon para la solución fue la utilización de la red inalámbrica de internet, la cual se descarto porque esta tecnología conlleva la utilización de grandes recursos y por lo tanto mayores gastos para el usuario final, otra opción fue utilizar comunicación por radio frecuencia (rf), pero esta opción no permite la comunicación directa con algún dispositivo de sistema operativo Android común comercial, lo cual necesitaría mayores desarrollos de elementos que permitieran la comunicación y por lo tanto un costo final mayor a la tecnología que se utilizo, y la opción por la cual se decanto la decisión de implementarlo con esta tecnología es la de Bluetooth, esta tecnología es común en dispositivos comerciales con sistema operativo Android, y la comunicación se soluciona con un pequeño modulo de Bluetooth lo cual no genera mayores gastos y por lo tanto los dispositivos que se puedan llegar a elaborar no necesitarían de grandes recursos haciendo su costo muy accesible para cualquier persona.

Teniendo en cuenta que cuando se presenta un circuito completo, quizás incluyendo modelos, pueden determinarse las características de entrada-salida. Estas incluyen ganancia de voltaje, ganancia de corriente, ganancia de potencia e impedancias de entrada y salida. Este es un proceso de análisis puesto que determina cómo reacciona el circuito a una entrada particular. Pero los ingenieros no se requerirían si todo lo que ellos tuvieran que hacer fuera examinar los sistemas y circuitos existentes y hacer observaciones acerca del comportamiento de los mismos. El gran reto de la ingeniería es cambiar las cosas alrededor de nosotros. Por tanto, más que

simplemente analizar sistemas, el ingeniero debe hacer nuevos sistemas para conseguir los resultados deseados. Esta es la esencia del diseño.⁵

El diseño comienza con un requerimiento y una lista de restricciones. Por ejemplo, pudiera solicitarse diseñar un circuito con una ganancia de voltaje particular. Las restricciones incluirían costos, número de componentes, consumo de potencia, impedancia de entrada o tiempo requerido para efectuar el diseño y la prueba. Este proceso se denomina diseño pues se conoce lo que se quiere pero se necesita determinar el tipo de circuito que cubrirá estos requerimientos. En el análisis se encuentra que hay una sola solución. En el diseño, puede haber muchas soluciones que cubran los requerimientos dados.⁵

3.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Es claro que el ingeniero debe equilibrar todos los requerimientos contrapuestos y alcanzar un diseño que satisfaga la necesidad. **No hay una única solución correcta a un problema de diseño.**

El concepto de extremo abierto tiene una estrecha relación con las consideraciones de compromiso. Haciendo alusión a los problemas de libros de texto, una vez que se resuelven, se sabe que han terminado. El problema de extremo abierto no tiene un fin bien definido, es probable que logre un diseño que deba modificarse después en virtud de cambios de los requerimientos. Otro ingeniero de diseño quizá llegue a una forma totalmente diferente de abordar las especificaciones de diseño.⁵

Una palabra demasiado utilizada en diseño es óptimo, las especificaciones demandan a veces la “solución óptima”, en la vida real no hay “mejor” solución, sólo hay soluciones que cumplen las diversas especificaciones de diseño.

La solución óptima a un problema particular se convierte en un desastroso trabajo al cumplir las especificaciones si una de las restricciones es resolver totalmente el problema en cinco minutos.⁵

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente en la literatura, respecto a los requerimientos de un sistema, sabemos que se deben equilibrar todos los requerimientos opuestos y llegar a un diseño que cumpla las necesidades planteadas. De igual manera se sabe el funcionamiento propuesto del sistema mencionado en la literatura desarrollada hasta este punto, viéndose de manera concisa en la figura 2.1, sabiendo esto de antemano nuestra “solución óptima” se muestra de manera desarrollada en el siguiente capítulo siguiendo una secuencia que inicia con los diagramas de las secciones por separado y mostrando al final el diagrama del sistema completamente ensamblada (figura 3.2.10.).

3.2 DISEÑO ESQUEMÁTICO

En los siguientes diagramas de la figura 3.2.1 a la 3.2.6 se mostrara de manera esquemática las partes del modulo de salida, dejando ver que se pueden tener diferentes formas de arreglo, dependiendo de las necesidades requeridas.

Empezando con las figuras que muestran la parte de la salida del modulo para C.D con sus diferentes modos de arreglos.

La descripción del funcionamiento general para las figuras 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 es: las señales provenientes del microcontrolador entran a un fototransistor que se activa y este a su vez excita a la base del transistor conecuyente, activando en cascada a los transistores posteriores en el arreglo y dejando pasar la corriente por los transistores de salida.

Nota: El arreglo de los transistores en Darlington se efectuó por las características de corriente que proporciona el arreglo.

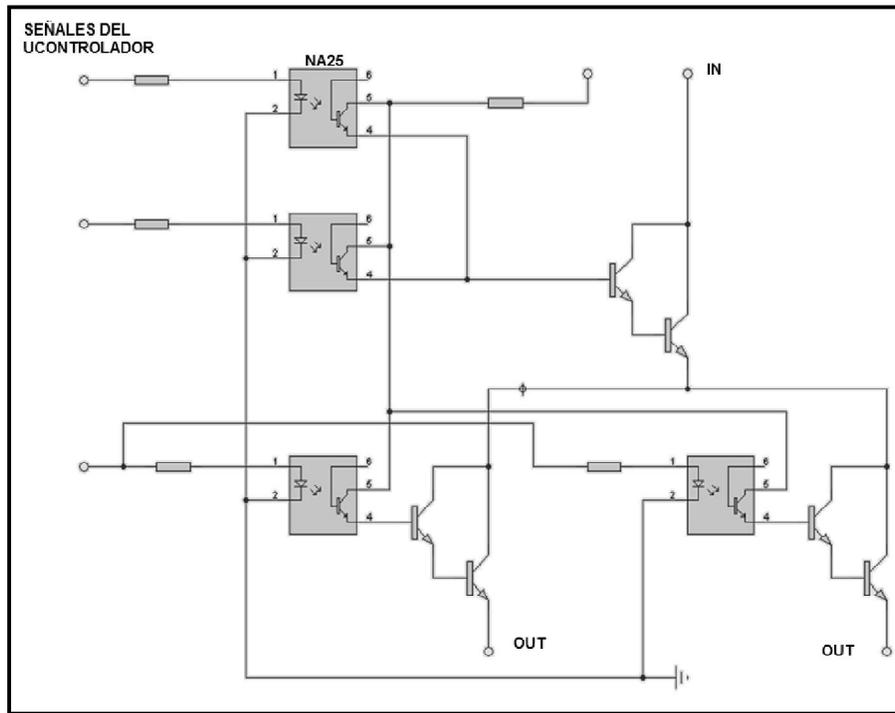


Figura 3.2.1 Módulo de C.D. de múltiples salidas con control único.

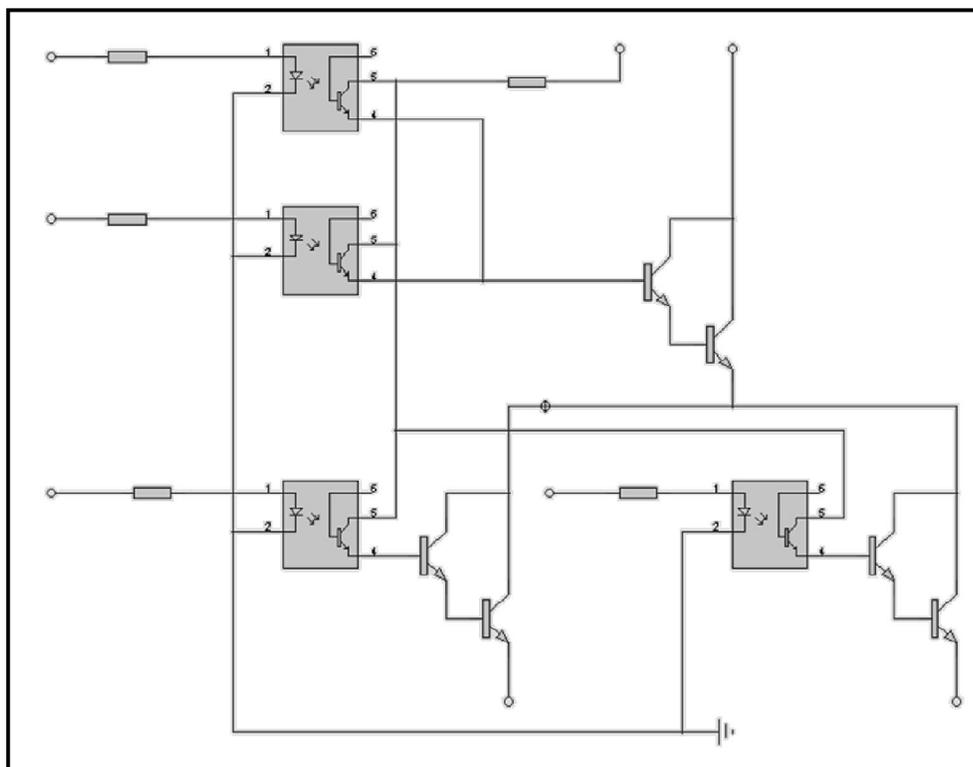


Figura 3.2.2 Módulo de C.D. de múltiples salidas con control individual.

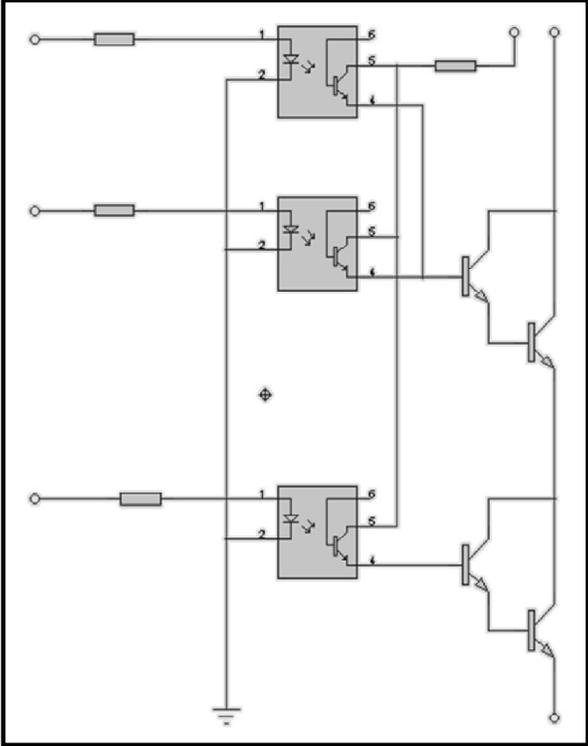


Figura 3.2.3 Módulo de C.D. de una salida y control único.

Las figuras 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6 muestran la parte del módulo de salida para CA con sus diferentes modos de arreglos dependiendo de las necesidades que se requieran.

La descripción general del funcionamiento para las figuras 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6 es: las señales provenientes del microcontrolador entran a un fototriac excitando al gatillo del circuito MOC3011, este a su vez deja pasar la señal que es la misma que pasa y que activa a los Triacs de salida (BTA25, MAC12), las señales provenientes del microcontrolador son permanente mientras no se envíen otras no cambian, activados los Triacs de salida estos dejan pasar la corriente de IN a OUT.

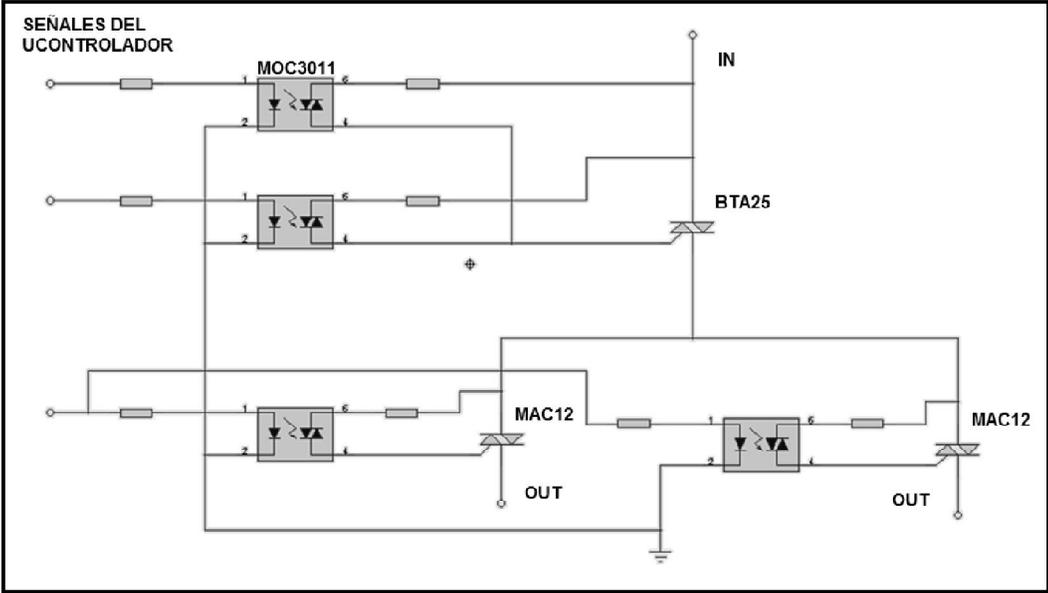


Figura 3.2.4 Módulo de C.A. de múltiples salidas con control único.

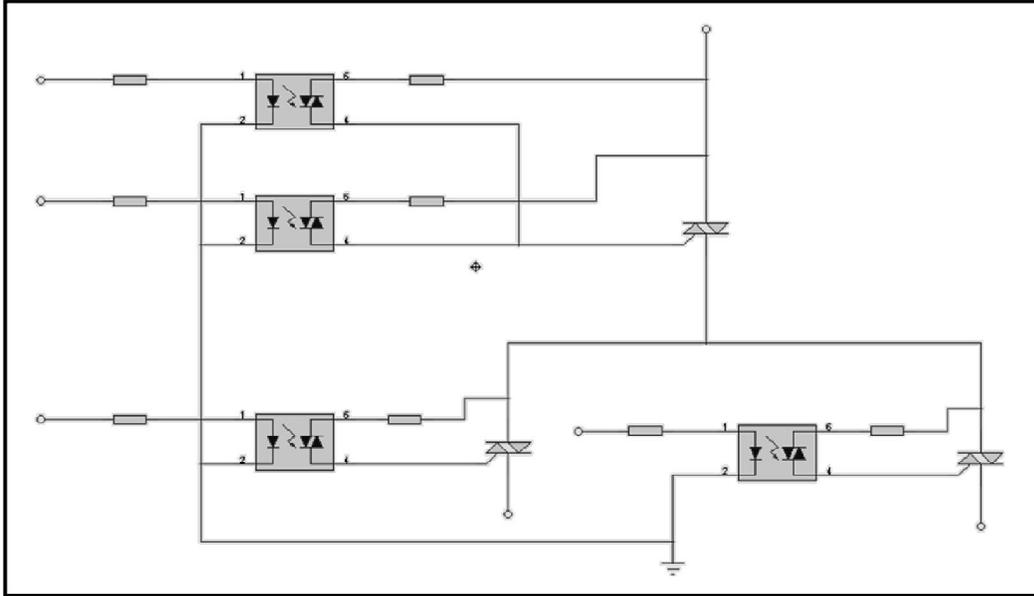


Figura 3.2.5 Módulo de C.A. de múltiples salidas con control individual.

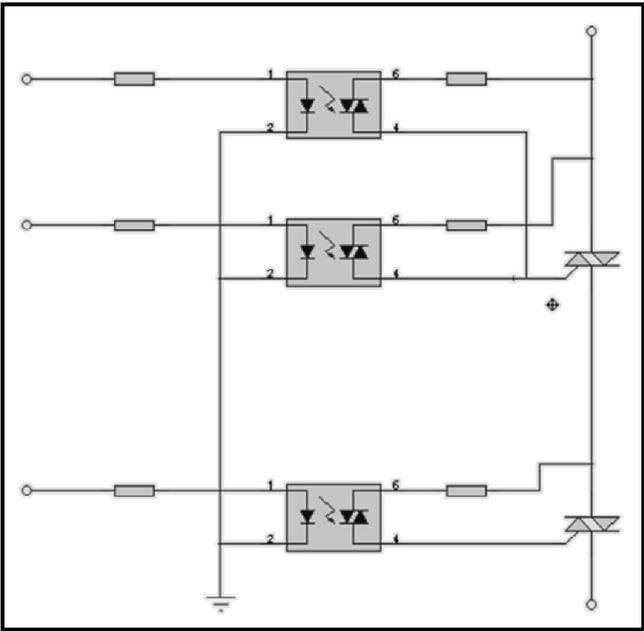


Figura 3.2.6 Módulo de C.A. de una salida y control único.

La figura 3.2.7 muestra de manera esquemática la sección de la comunicación del teléfono, a través del modulo Bluetooth, con el microcontrolador. La información tanto recibida como transmitida desde y hacia el microcontrolador, llegan por Bluetooth para posteriormente circular de manera serial a través de RX y TX del módulo Bluetooth hacia el microcontrolador.

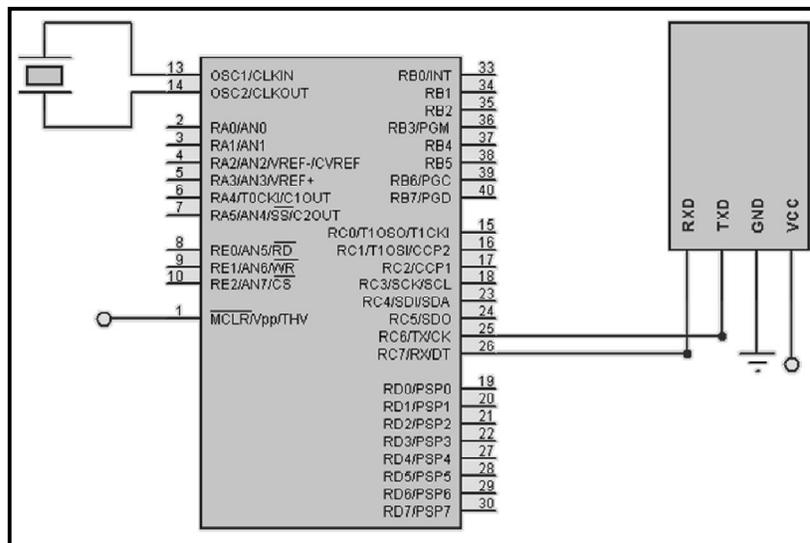


Figura 3.2.7 Comunicación del teléfono con el microcontrolador.

Las figuras 3.2.8, 3.2.9 muestran la unión de secciones del proyecto, la sección de comunicación del teléfono con el módulo Bluetooth y el microcontrolador, y la sección del microcontrolador con los módulos de la salida. Para el avance del proyecto después de haber probado las secciones por separado se realizó esta unión de secciones con la finalidad de ir probando el funcionamiento en conjunto y viendo su acoplamiento.

La figura 3.2.10 muestra la unión de todas las secciones de manera esquemática, la comunicación del teléfono a través del modulo Bluetooth con el microcontrolador, la sección de despliegue del display, y la sección de activación de las salidas por el microcontrolador que son las partes a las cuales se les realizaron las pruebas por separado.

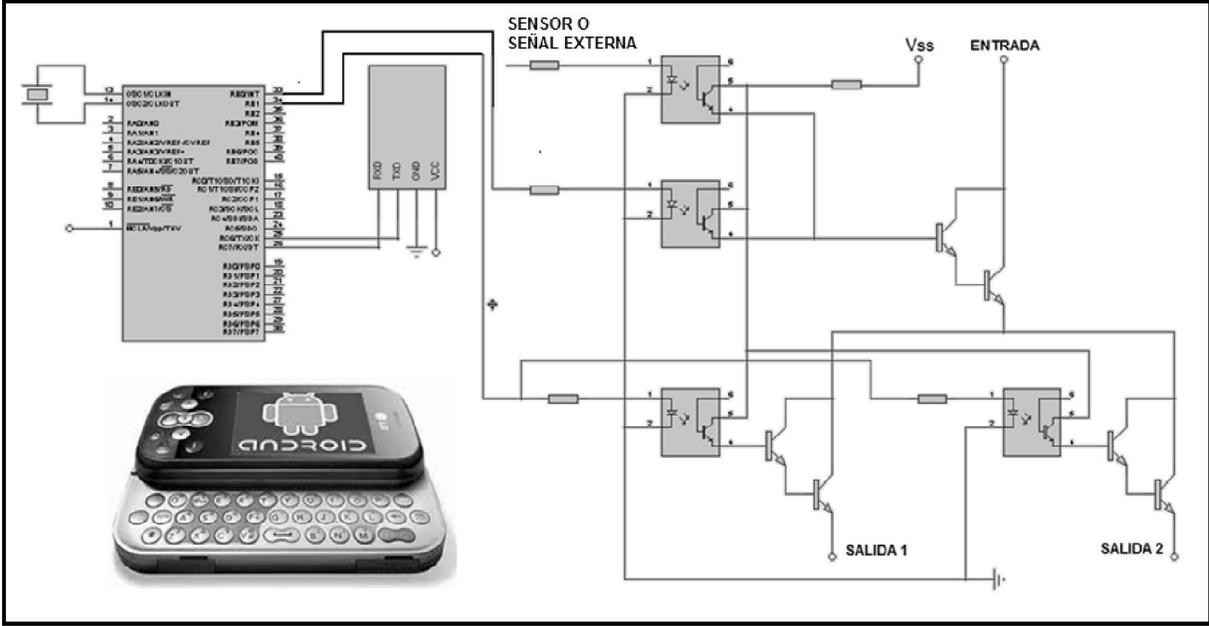


Figura 3.2.8 Comunicación del teléfono con el módulo de salida de C.D.

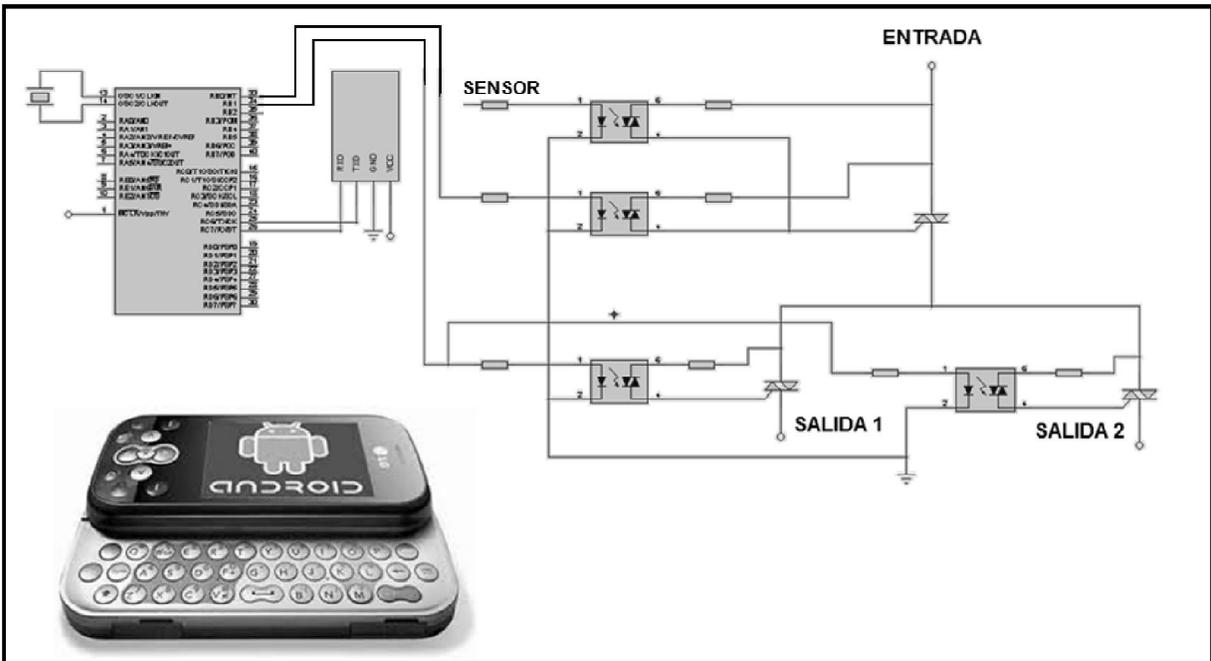


Figura 3.2.9 Comunicación del teléfono con el módulo de salida de C.A.

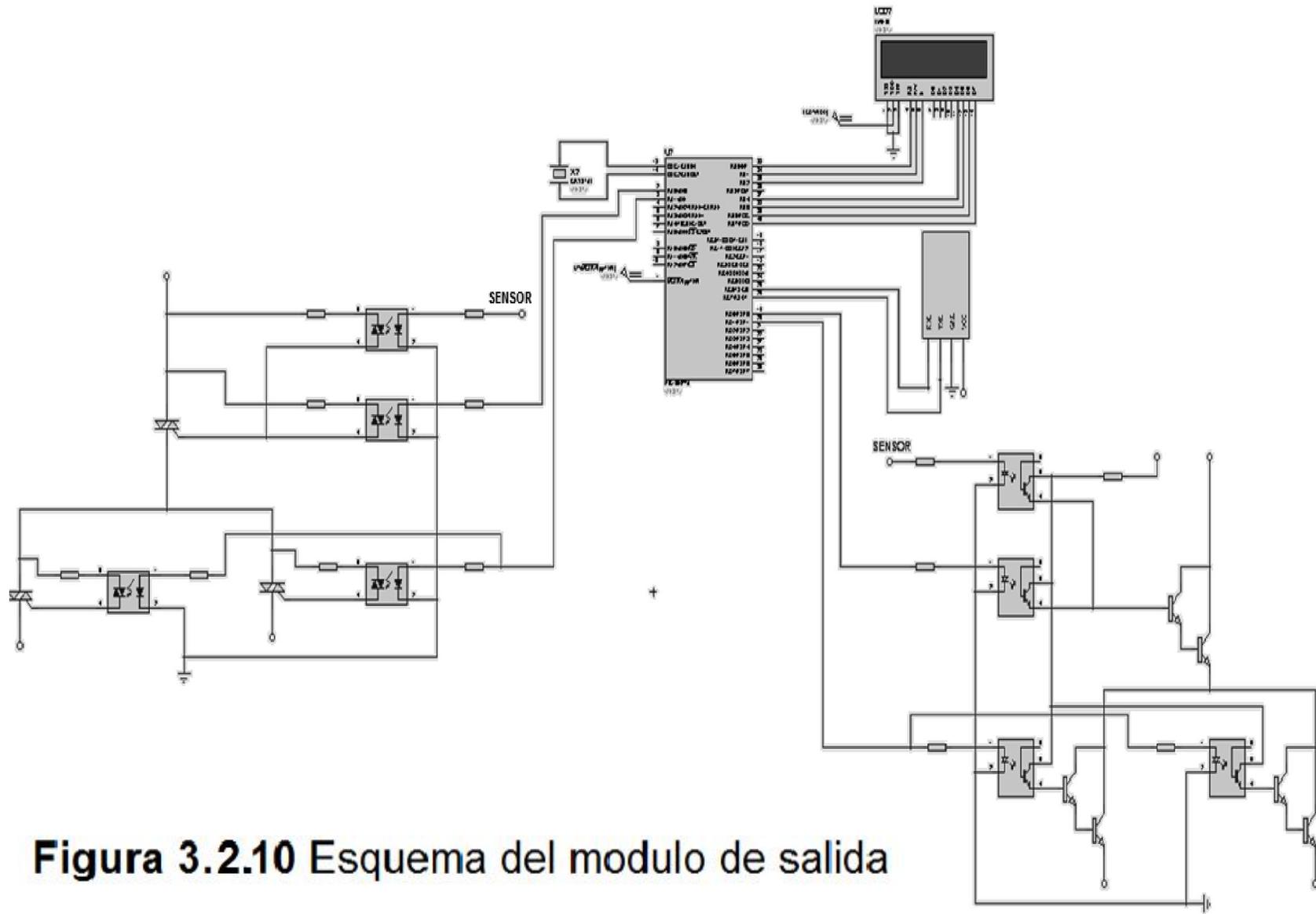


Figura 3.2.10 Esquema del modulo de salida

3.3. CÓDIGO DEL MICROCONTROLADOR

El código de programación del microcontrolador se realizó en lenguaje ensamblador y se compone de diferentes subrutinas las cuales definen el funcionamiento de este, en general del módulo de salida, entre las cuales están la subrutina de tiempo, transmisión y recepción, display, y activación y desactivación, a continuación se muestran parte por parte cada una de las secciones del código que las conforman.

SUBROUTINA PARA TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS

Las siguientes instrucciones, hasta la etiqueta CHECA_LLEGADA, establecen la configuración adecuada al microcontrolador para poder realizar recepción y transmisión de datos, de la etiqueta CHECA_LLEGADA a la etiqueta TRANSMISION se realiza un bucle el cual salta si se ha recibido alguna instrucción, de la etiqueta TRANSMISION al final son instrucciones para el envío de datos.

```
bsf    TXSTA,BRGH
movlw  .25
movwf  SPBRG
bcf    TXSTA,SYNC
bcf    TXSTA,TX9
bsf    TXSTA,TXEN
bcf    TRISC,6
bsf    TRISC,7

bcf    STATUS,RP0
clrf   PORTA
clrf   PORTC
clrf   PORTD
bsf    RCSTA,SPEN
bcf    RCSTA,RX9
bcf    RCSTA,ADDEN
bsf    RCSTA,CREN
```

```
CHECA_LLEGADA
bcf    STATUS,RP0
btfss  PIR1,RCIF
GOTO   CHECA_LLEGADA
Movfw  RCREG
Movwf  VECES
```

```
TRANSMISION
bsf    STATUS,RP0
bsf    TXSTA,TXEN

bcf    STATUS,RP0
movfw  VECES
movwf  TXREG
bsf    STATUS,RP0
```

OTRO

```

Btfss    TXSTA,TRMT
Goto     OTRO
goto     CHECA_LLEGADA

```

SUBROUTINA DEL DISPLAY PARA CONTROL Y ENVIÓ DE DATOS (4 BITS)

Esta subrutina realiza la configuración de inicialización del display, utilizando solo cuatro bits, reduciendo el uso de recursos para una mejor eficiencia del microcontrolador.

```

DISPLAY
;SECUENCIA_DE_INI_DISPLAY
;Banco_0
bcf     STATUS,RP0

;comandos de inicializar
movlw   b'00100000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00100100'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO

movlw   b'00100000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00100100'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'10000000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'10000100'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO

movlw   b'00000000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00000100'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00010000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00010100'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO

movlw   b'00000000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00000100'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00100000'
movwf   PORTB
call    SEGUNDO
movlw   b'00100100'

```

```

movwf    PORTB
call    SEGUNDO

movlw    b'00000000'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'00000100'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'01100000'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'01100100'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO

movlw    b'00000000'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'00000100'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'11110000'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'11110100'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO

movlw    b'10000000'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'10000100'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'00000000'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO
movlw    b'00000100'
movwf    PORTB
call    SEGUNDO

```

SUBROUTINA PARA MOSTRAR EL LETRERO EN EL DISPLAY

Las siguientes instrucciones muestran en el display el letrero de Activacion, enviando los bits de cuatro en cuatro las señales enviadas son datos que representan letras en código ASCII.

```

LETRERO_ACTIVACION
;Banco_0
bcf    STATUS,RP0
movlw    b'00000001'
movwf    VECEZ
LETRERO_ACTIVACION2
movlw    b'01000001' ; CODIGO DE A
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'

```

```

movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00010001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE C
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00110001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00110101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01010001' ; CODIGO DE T
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE I
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'10010001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'10010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01010001' ; CODIGO DE V
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01100001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'10010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE A

```

```

movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00010001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE C
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00110001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'00110101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE I
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'10010001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'10010101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE O
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'11110001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'11110101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms

movlw    b'01000001' ; CODIGO DE N
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'01000101'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'11100001'
movwf    PORTB
call    DIEZ_ms
movlw    b'11100101'
movwf    PORTB

```

```

call   DIEZ_ms

decf   VECEZ,F
BTFSS STATUS,Z ;
GOTO  LETRERO_ACTIVACION2
RETURN

```

SUBROUTINAS PARA ACTIVACIÓN Y TEMPORIZACIÓN DE LAS SALIDAS

SUBROUTINA PARA ACTIVACIÓN CON TIEMPO LIBRE

La siguiente subrutina llama a la subrutina denominada LETRERO_ACTIVACION, finalizando esta envía instrucciones al puerto D del microcontrolador y finaliza con el envío de la secuencia a la etiqueta CHECA_LLEGADA.

```

LETRERO_m1011
;Banco_0
bcf   STATUS,IRP
bcf   STATUS,RP1
bcf   STATUS,RP0
CALL  LETRERO_ACTIVACION
movlw b'01000000'
movwf PORTD
GOTO  CHECA_LLEGADA

```

SUBROUTINA PARA ACTIVACIÓN CON TEMPORIZACIÓN DE UN SEGUNDO

La siguiente subrutina realiza la llamada a la subrutina denominada LETRERO_ACTIVACION, posteriormente envía instrucciones al puerto D del microcontrolador y realiza un conteo, al finaliza envía la secuencia del programa a la etiqueta CHECA_LLEGADA2.

```

LETRERO_m1012
;Banco_0
bcf   STATUS,IRP
bcf   STATUS,RP1
bcf   STATUS,RP0
btfss PIR1,RCIF
GOTO  SGND
movfw RCREG
movwf VECES
goto  CHECA_LLEGADA2
SGND
CALL  LETRERO_ACTIVACION
movlw b'01000000'
movwf PORTD
movlw b'00010100'
movwf VECE9
GOTO  C_ms
SGND2
decf   VECE9,F
btfss STATUS,Z

```

```

    goto    C_ms
    goto    FIN2
C_ms
    movlw  b'00110010'
    movwf  VECE8
    GOTO   D_ms
C_ms2
    decf   VECE8,F
    btfss  STATUS,Z
    goto   D_ms
    GOTO   SGND2
D_ms
    bcf    INTCON,TMR0IF
    movlw  .252
    movwf  TMR0
Oms
    btfss  INTCON,TMR0IF
    goto   Oms
    GOTO   C_ms2

```

SUBROUTINA DE TEMPORIZACIÓN PARA DESGASTE DE TIEMPO

Esta subrutina es utilizada en la secuencia del programa para esperar tiempos requeridos para la realización de instrucciones, solo realiza decrementos.

SEGUNDO

```

;Banco_0
    bcf    STATUS,IRP
    bcf    STATUS,RP1
    bcf    STATUS,RP0
    movlw  b'00010100'
    movwf  VECE9
SEGUNDO2
    CALL   CINCUEN_ms
    decf   VECE9,F
    btfss  STATUS,Z
    goto   CINCUEN_ms
    RETURN
CINCUEN_ms
    movlw  b'00110010'
    movwf  VECE8
CINCUEN_ms2
    CALL   DIEZ_ms
    decf   VECE8,F
    btfss  STATUS,Z
    goto   DIEZ_ms
    RETURN
DIEZ_ms
    bcf    INTCON,TMR0IF
    movlw  .252
    movwf  TMR0
ONUms
    btfss  INTCON,TMR0IF
    goto   ONUms
    RETURN

```

3.4 APLICACIÓN PARA SISTEMA OPERATIVO ANDROID

Para el desarrollo de la aplicación que se ocupa para el envío de instrucciones se tomo la deliberación de efectuarla en la plataforma App Inventor, ya que es fácil de utilizar y las características que proporciona para el desarrollo de aplicaciones son las adecuadas y aptas para la aplicación que se desarrollo y que se ocupa para el sistema. App Inventor permite hacer aplicaciones con programación de muy alto nivel, ya que consiste en unir una secuencia de bloques para crear una aplicación. Para la aplicación desarrollada en este caso, se utilizaron varios bloques para el armado del funcionamiento de cada elemento que definen en general el funcionamiento de la aplicación, a continuación se muestran de la figura 3.4.1, a la 3.4.16 los bloques conformantes de cada uno de dichos elementos.

La primera pantalla es conformada por los bloques de la figura 3.4.1 a la 3.4.5, que son los bloques del botón CONNECT, del botón DISCONNECT, de los botones de números, del botón LINK y del botón de SALIDA, estos bloques conforman el accionar de cada botón y por consecuencia en conjunto el funcionamiento de la pantalla inicial de la aplicación que permite el acceso a una siguiente pantalla.

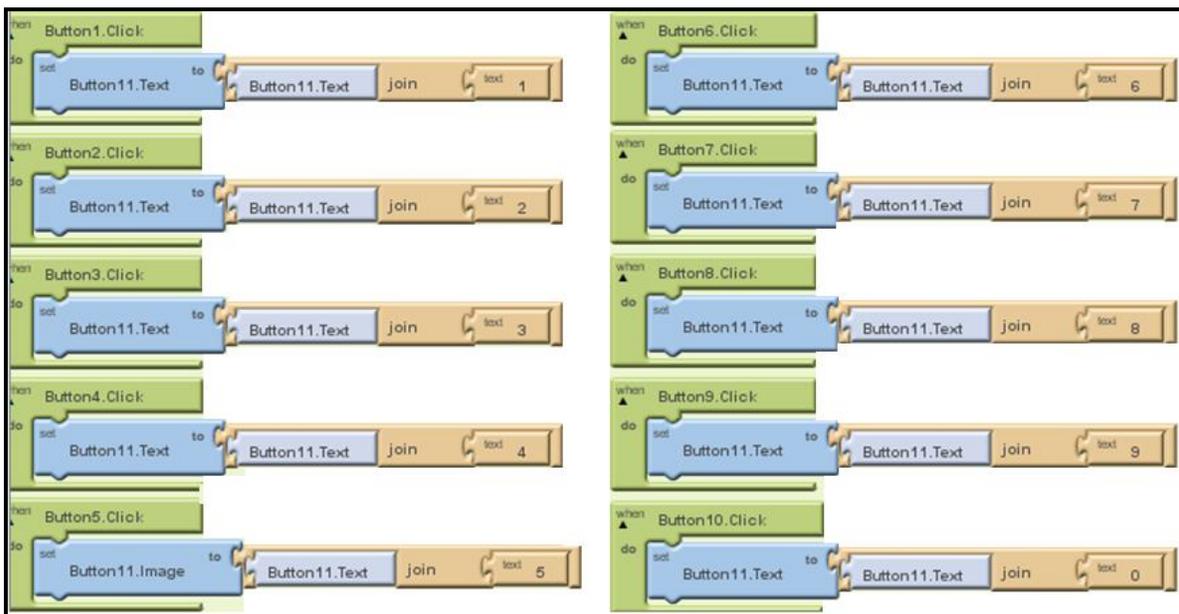


Figura 3.4.1 Bloques de los botones de números de la pantalla de inicio.

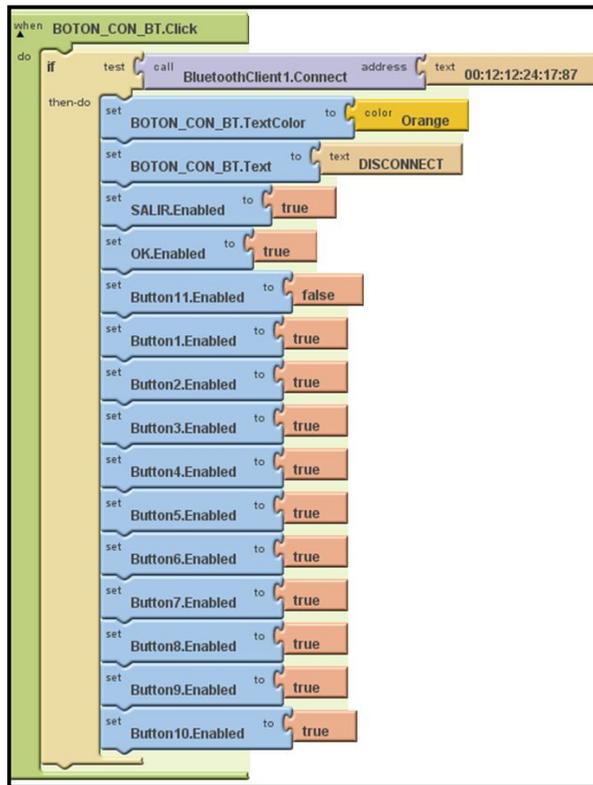


Figura 3.4.2 Bloque del botón CONNECT.

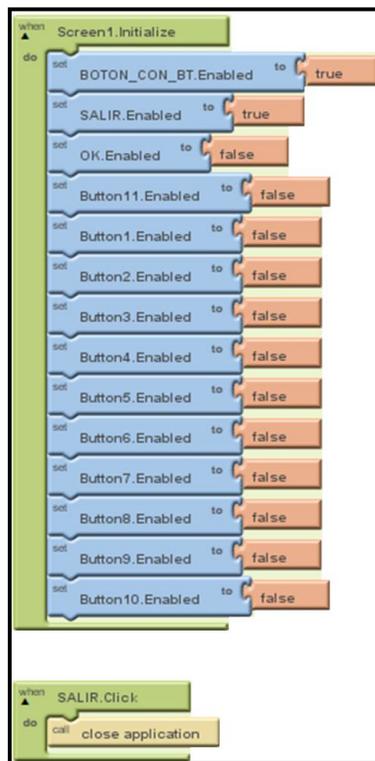


Figura 3.4.3 Bloques de la pantalla de INICIO y Bloque del botón de SALIDA.

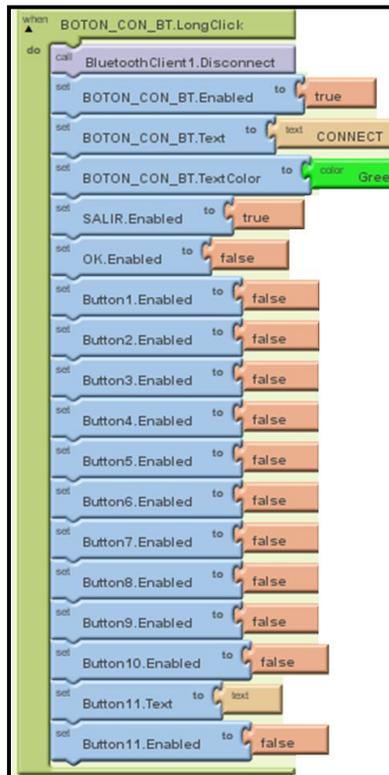


Figura 3.4.4 Bloque del boton DISCONNET.

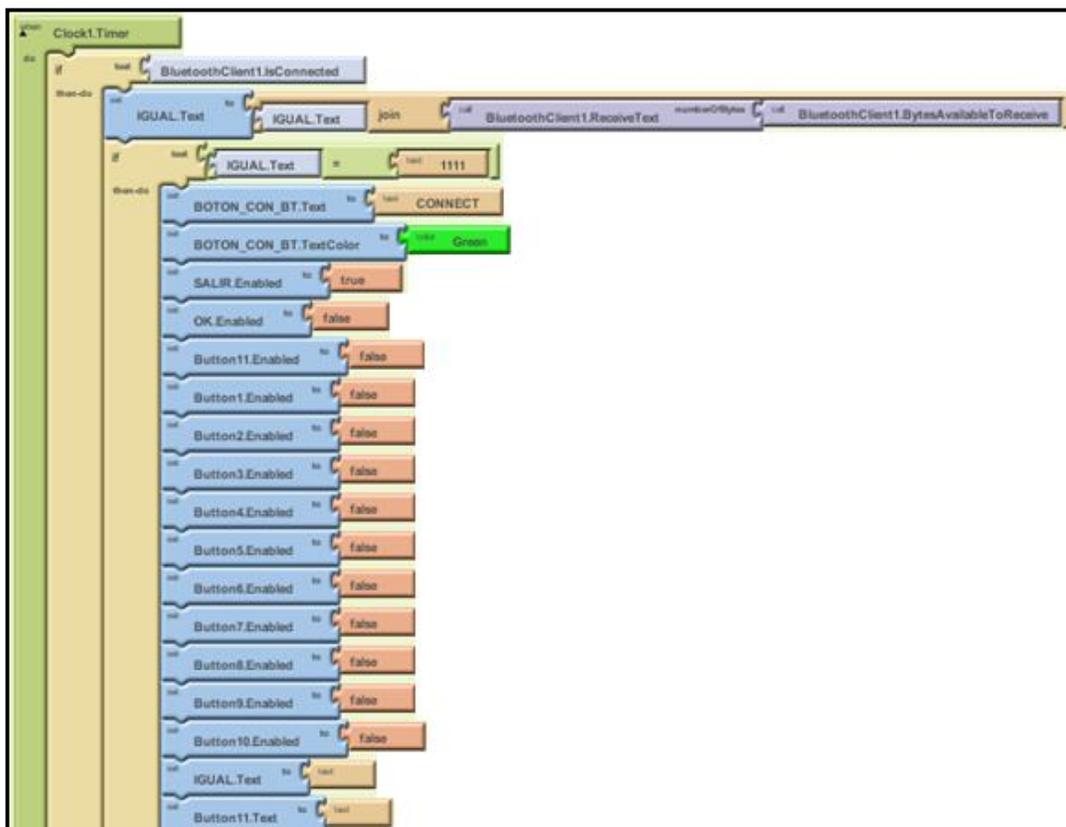


Figura 3.4.5 Bloque que monitorea el cambio a la segunda pantalla.

La segunda pantalla de la aplicación está compuesta de los bloques de la figura 3.4.6 a la 3.4.16 y son el bloque de la pantalla de inicio, del botón MODULO, de los botones SI y NO, de los botones de FREE, 1 ,2 , 3, de los botones ACTUATE y DISABLE, del botón ENVIAR y del botón BORRAR, además de un bloque de monitoreo de envió de instrucciones, estos bloque conforman el accionar de cada botón y por consecuencia en conjunto el funcionamiento de la segunda pantalla de la aplicación.

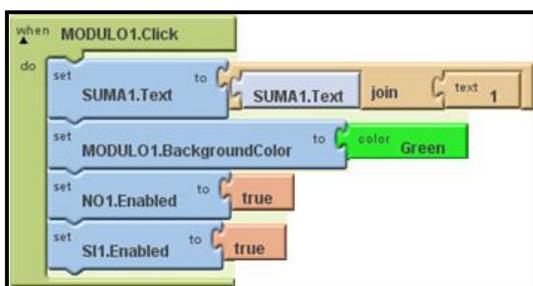


Figura 3.4.6 Bloque del botón MODULO.

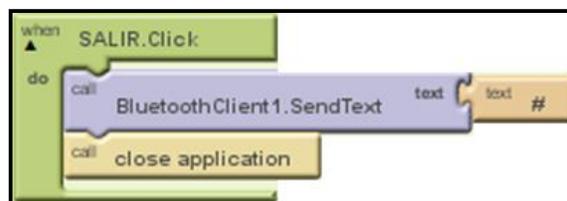


Figura 3.4.7 Bloque de botón SALIR.

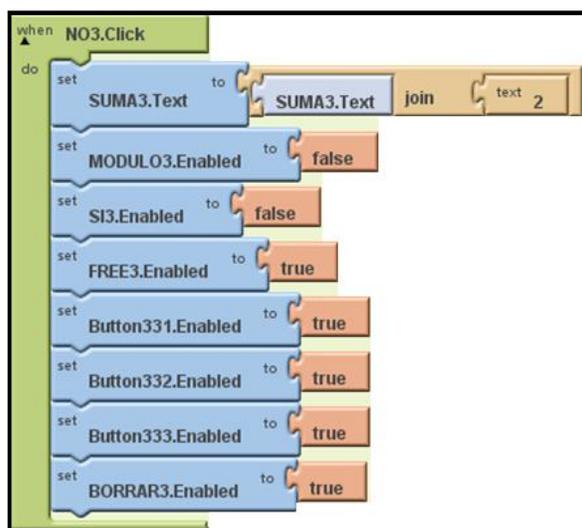


Figura 3.4.8 Bloque del botón NO.

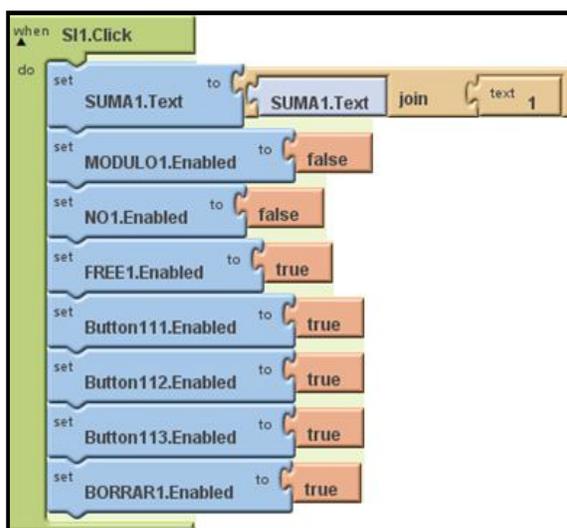


Figura 3.4.9 Bloque del botón SI.

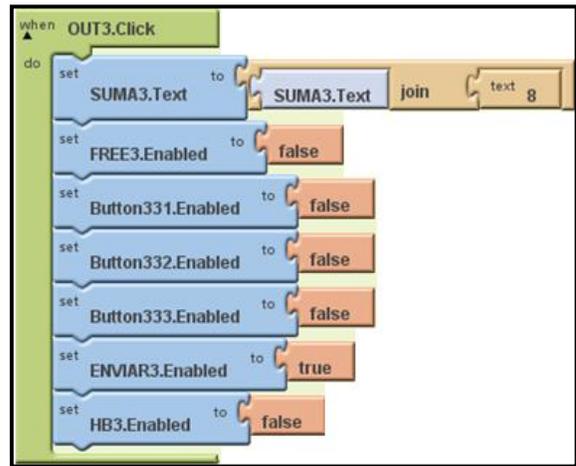
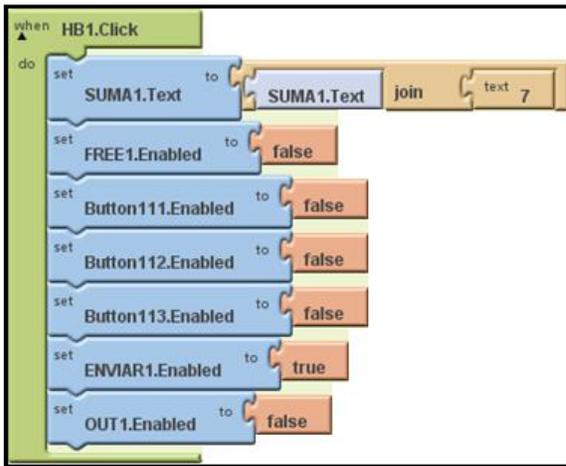


Figura 3.4.10 Bloque del botón ACTUATE. **Figura 3.4.11** Bloque del botón DISABLE.

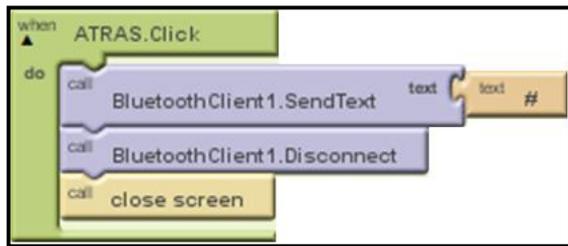
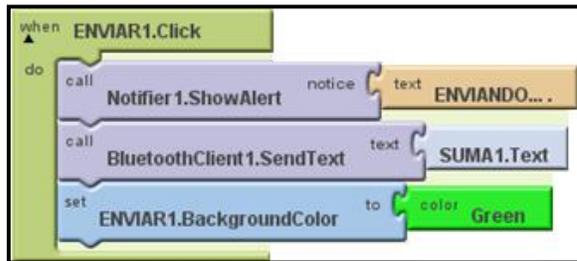


Figura 3.4.12 Bloque del botón ENVIAR. **Figura 3.4.13** Bloque del botón ATRÁS.

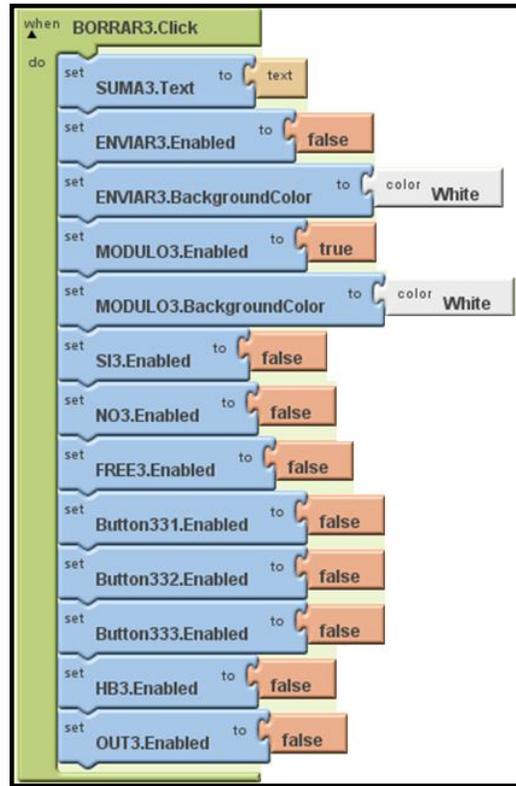
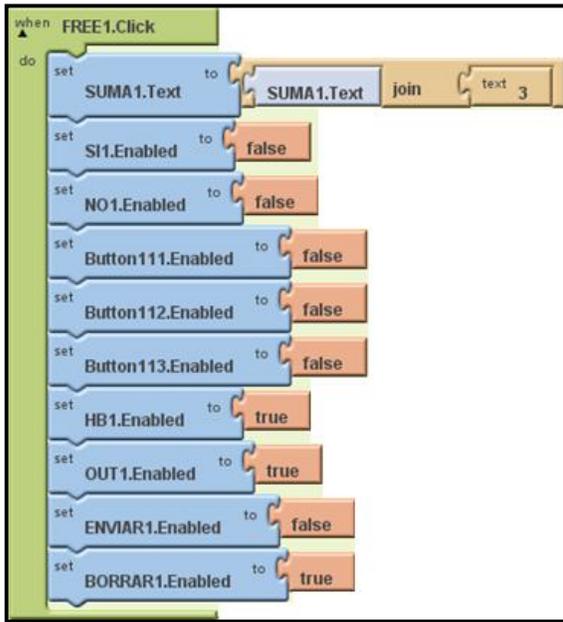


Figura 3.4.14 Bloque del botón FREE. Figura 3.4.15 Bloque del botón BORRAR.

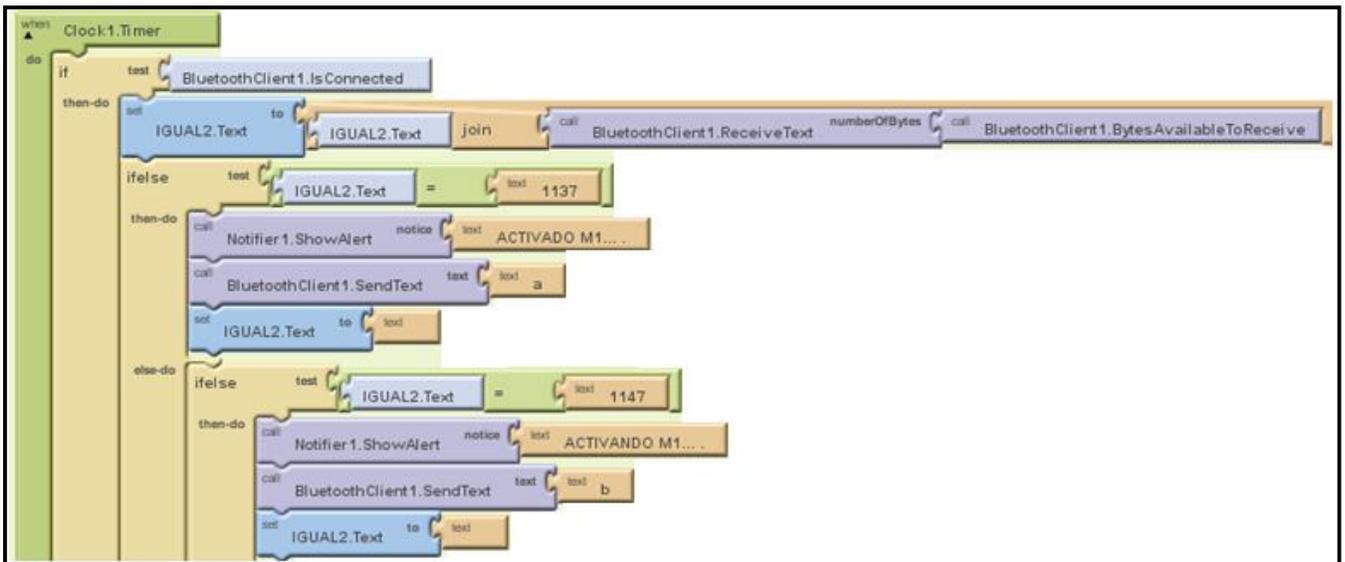


Figura 3.4.16 Bloques que monitorean el envío de instrucciones

4. RESULTADOS

Con la finalidad de observar el equipo en funcionamiento y verificar la capacidad de este se realizaron varias pruebas de campo las cuales están registradas en las tablas 4.1 y 4.2, se probó con diferentes equipos eléctricos y electrónicos teniendo una funcionalidad adecuada, las pruebas a realizar se llevaron a cabo en equipos tanto de C.A. como se ilustra en la figura 4.1, como son motores, luminaria y equipos electrodomésticos, así también se llevaron a cabo las pruebas en equipos alimentados con C.D. como se ilustra en la figura 4.2, como son motores, luminaria y equipos electrónicos .

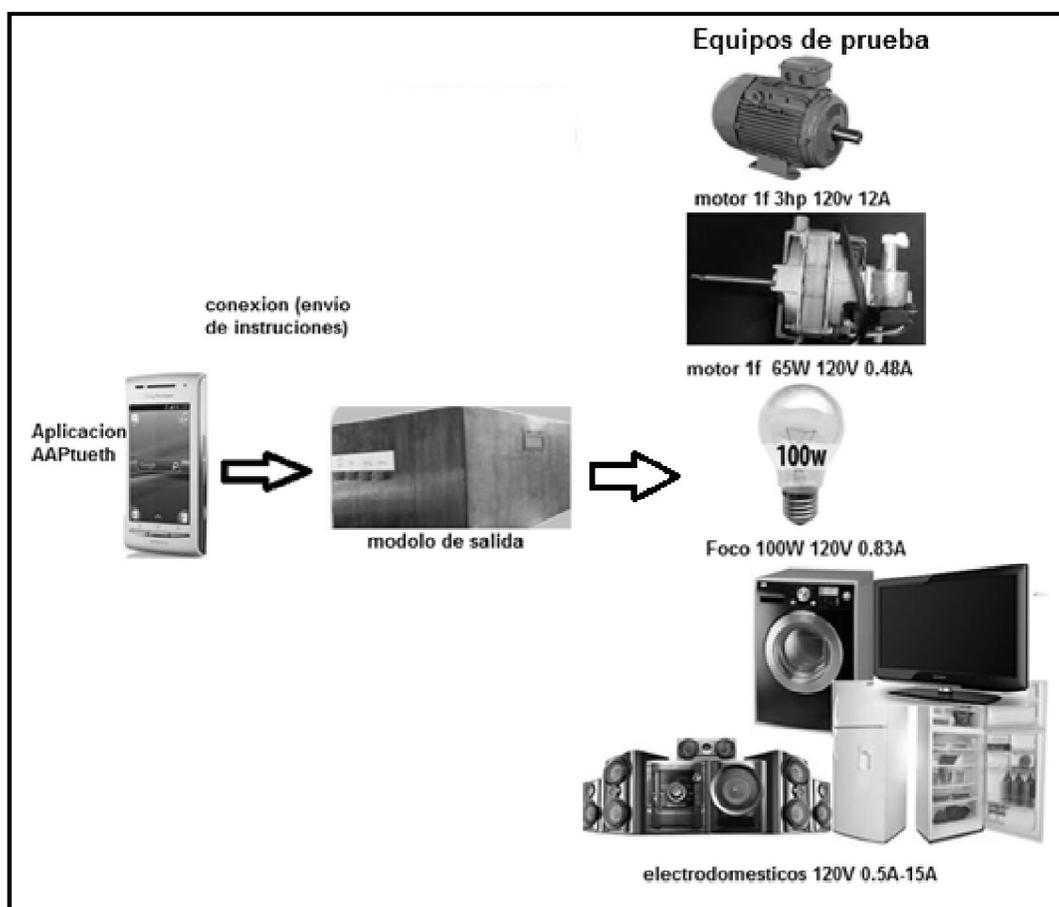


Figura 4.1 Diagrama de equipos de prueba de C.A.

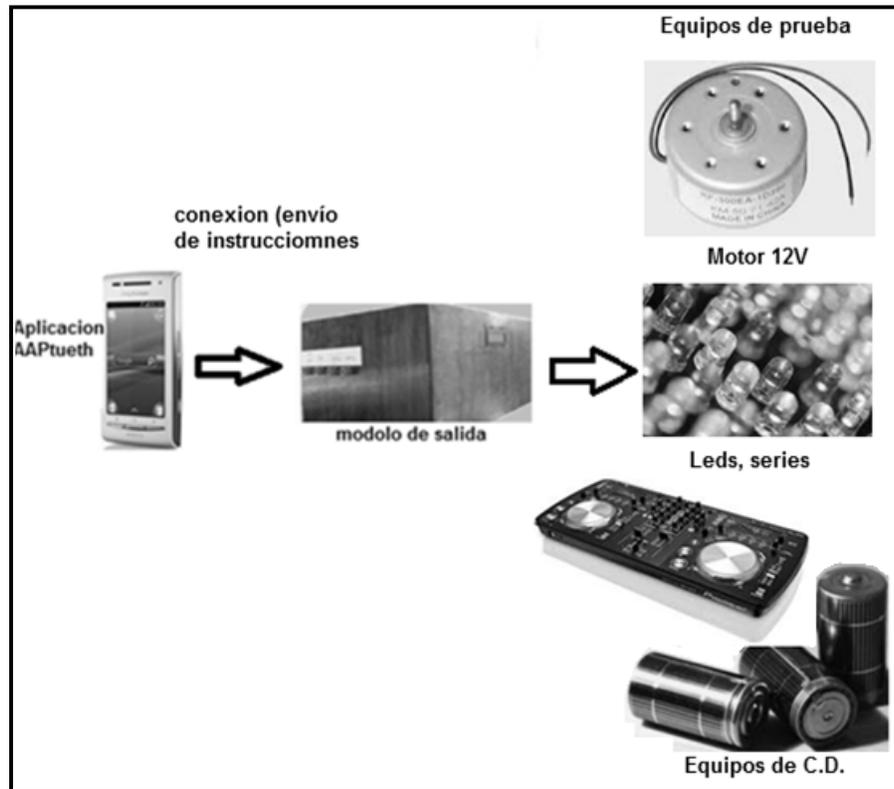


Figura 4.2 Diagrama de equipos de prueba de C.D.

La funcionalidad y el desempeño que se observó como resultado de las diferentes pruebas mostró la capacidad y la flexibilidad para la implementación de este equipo planteado desde su inicio, para el control y activación tanto en equipos de CA como de CD, además de la facilidad de su uso es capaz de ser utilizado por la mayoría de las personas (personas que ya hayan utilizado dispositivos móviles con sistema operativo Android), se observó lo cotidiano y automático que se puede llegar a convertir su utilización, ya que hace uso de tecnología totalmente conocida y fácil de utilizar por los usuarios de equipos de móviles (computadoras, celulares, equipos de audio, equipos de video, juegos, etc.).

Los resultados finales mostrados en las tablas 4.1 y 4.2 muestran que su funcionamiento es satisfactorio y conforme en su totalidad a lo que se planteó de inicio, tomando en cuenta que se trata de un prototipo genérico y sabiendo que las necesidades se deben basar en los equipos en los que se van a emplear, el desempeño fue excelente en todas las pruebas realizadas.

La tabla 4.1 muestra los resultados obtenidos en las pruebas realizadas para establecer las características de comunicación a distancia, se realizaron pruebas a diferentes distancias en línea directa sin obstáculos entre el modulo de salida y el dispositivo con sistema operativo Android, de igual manera se realizaron pruebas a diferentes distancias con obstáculos entre estos, los resultados obtenidos muestran que el comportamiento es idéntico con y sin obstáculos físicos.

Distancia	Conexión línea directa	Conexión línea no directa	Envío de instru. línea directa	Envío de instru. línea no directa
1 metro	Buena	Buena	muy buena	muy buena
3 metros	Buena	Buena	muy buena	muy buena
5 metros	Buena	Buena	muy buena	muy buena
10 metros	Buena	Buena	muy buena	muy buena
15 metros	Buena	Buena	muy buena	muy buena

Tabla 4.1 Prueba de enlace y envío de instrucciones

Otra prueba realizada al modulo ya ensamblado (prueba final de operación) fue la de operación continua, en la cual también se sometió a una prueba de exactitud de la temporización, los resultados de estas mediciones se muestran en la tabla 4.2, en la cual se observan los diferentes tiempos registrados y su diferencia con los tiempos exactos.

Tiempo	Prueba crom. 1	Prueba crom. 1	Prueba crom. 2	Prueba crom. 2	Prueba crom. 3	Diferencia
1 seg.	1.024 seg.*	1.024 seg.*	1.024 seg.*	1.024 seg.*	1.024 seg.*	0.024 seg.
1 minuto	60.416 seg.	60.42 seg.	60.41 seg.	60.416 seg.	60.418 seg.	0.416 seg.
1 hora	3632 seg.	3629.44 seg.	3624.96 seg.	3626 seg.	3631.86 seg.	28.85 seg.

Tabla 4.2 Precisión de temporización

*datos obtenidos teóricamente (ver manual del pic16f877)

Dados los resultados de las pruebas y observando el funcionamiento del equipo se podría recomendar su uso con total seguridad para su utilización en lugares como son el hogar, las oficinas, etc. o bien en lugares donde no se pueda utilizar tecnología como lo es Internet.

De manera muy particular mi visión sobre la aplicación de esta tecnología a equipos que se utilizan de manera cotidiana podría ser una oportunidad de explotación comercial, la cual podría ser muy redituable ya que esta sería un valor agregado a los artículos, por otra parte a mi parecer en las industrias asimismo se podría implementar (reservando la absoluta confianza a falta de las pruebas de campo), reduciendo los gastos en instalaciones y equipos más robustos, reduciendo de igual manera la necesidad de conexiones físicas y teniendo la ventaja de la flexibilidad para la instalación en diferentes equipos.

La figura 4.3 ilustra la manera de visualización del equipo desarrollado, la visualización de este es idéntica a la visualización con otro dispositivo como son teléfonos celulares, computadoras, tablets etc., por lo tanto la manera de conexión es de igual forma (por la tecnología que ocupa Bluetooth).



Figura 4.3 Visualización de equipos y dispositivos

Las conclusiones son que:

Se pusieron en práctica clases teóricas que conciernen con los temas de este proyecto.

Se pudo desarrollar un proyecto de diseño desde su inicio aportando con esto una experiencia práctica para mi carrera profesional.

Se diseño, se desarrollo y se implemento el prototipo teniendo una funcionalidad adecuada de acuerdo a lo inicialmente planteado.

Se probó la operación y control de equipos, mediante la activación de una señal enviada vía wireless de un dispositivo que contenía el sistema operativo Android.

Se observo la flexibilidad que se tuvo para su aplicación en diferentes tipos de equipos eléctricos tanto de C.A. como de C.D.

Se observo la facilidad de las personas de relacionarse con el funcionamiento del equipo.

Se desarrollo una herramienta de control y activación para equipos eléctricos viable y de bajo costo que da posibilidad de ser implementado o adquirido de manera fácil y accesible.

Si se deseara implementar esta tecnología de manera comercial tendría una amplia gama de oportunidad y seria en términos económicos redituable.

Esta tecnología se podría implementar para la seguridad en casas, autos, equipos eléctricos en general.

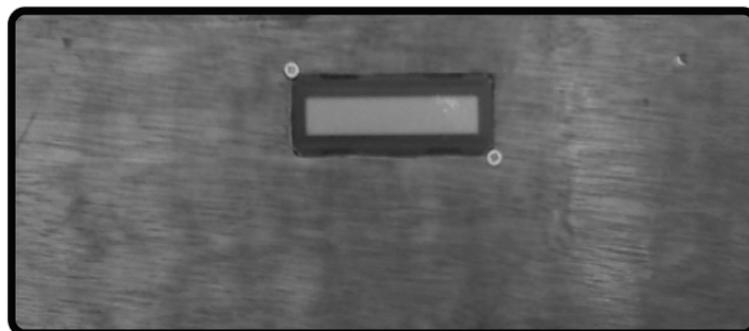


Figura 4.4 Módulo de salida cara frontal.

5. REFERENCIAS

1. Jesus Tomás Gironés. *El gran libro de android*. 3ª Edición, Alfa Omega, México 2013.
2. Roy Blake. *Sistemas electrónicos de comunicaciones*. 2ª Edición, Thomsom, México 2004.
3. José Manuel Huidobro Moyo, Ramón J. Millán Tejedor, David Roldán Martínez. *Tecnologías de telecomunicaciones*. Alfaomega, México 2006.
4. Dogan Ibrahim. *Programación de microcontroladores PIC*. Marcombo, España 2007.
5. C.J. Savant Jr., Martin S. Roden, Gordon L. Carpenter. *Diseño electrónico: circuitos y sistemas*. 2ª Edición, Addison Wesley Logman, México 1992.
6. Vicente Guerrero, Ramón L. Yuste, Luis Martínez. *Comunicaciones Industriales*. 1ª Edición, Alfaomega, México 2010.
7. Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith. *Circuitos microelectrónicos*. 5ª Edición, Mc Graw Hill, México 2006.
8. John W. Webb, Ronald A. Reis. *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications*. 3ª Edición, Prentice hall, EE.UU. 1995.
9. Kenneth J. Hintz, Daniel Tabak. *Microcontrollers Architecture: Implementation and programming*. Mc Graw Hill, EE.UU. 1992.
10. Sonh F. Wakerly. *Diseño digital: principios y prácticas*. 3ª Edición, Pearson Educación, México 2001.
11. Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky. *Electronic Devices and Circuit Theory*. 10ª Edición, Pearson Prentice Hall, EE.UU. 2009.
12. . Neil Storey. Addison Wesley. *Electrónica de los sistemas a los componentes*. Iberoamerica, EE.UU. 1992.
13. Enrique Palacios Municio, Fernando Ramiro Domínguez, Lucas J. López Pérez. *Microcontrolador PIC16F84: desarrollo de proyectos*. 3ª Edición, Alfa omega, México 2009.
14. <http://www.cft.gob.mx:8080/portal/industria-2/unidad-de-prospectiva-y-regulacion/bandas-de-frecuencias-del-espectro-radioelectrico-de-uso-libre/México> a 04/10/2013.

6. GLOSARIO

API Interfaz de Programación de Aplicaciones de sus siglas en ingles Application Programming Interface.

ASCII Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información de sus siglas en ingles American Standard Code for Information Interchange.

C.A. Corriente Alterna, es corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente.

C.C. Corriente Continua, corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido no varían.

C.D. Corriente Directa, se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor, que no cambia de sentido con el tiempo.

Dalvik VM Máquina Virtual Dalvik.

FRAMEWORK Marco de trabajo, es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software.

IDE Entorno de desarrollo integrado de sus siglas en ingles Integrated Development Environment.

IEEE 802.11 Estándar que define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.

INTERFAZ conexión funcional entre dos sistemas o dispositivos de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

LCD Pantalla de Cristal Líquido de sus siglas en ingles Liquid Crystal Display.

MPLAB Es un editor IDE gratuito, destinado a productos de la marca Microchip.

OSI Sistemas de interconexión abiertos Modelo de interconexión de sistemas abiertos (ISO/IEC 7498-1), también llamado OSI (de sus siglas en ingles Open System Interconnection) es el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) en el año 1980.

PC Computadora Personal de sus siglas en ingles Personal Computer.

PIC Controlador de Interfaz Periférico de sus siglas en ingles Peripheral Interface Controller.

RENDERIZADO (denominado render en inglés) es un término usado en el lenguaje informática para referirse al proceso de generar una imagen o vídeo mediante el

cálculo de iluminación GI partiendo de un modelo en 3D. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales (CG) y en programas de diseño en 3D.

SDK Kit de Desarrollo de Software de sus siglas en ingles Software Development Kit.

SIG Grupo de interés especial de sus siglas en ingles Special Interest Group.

SPREAD SPECTRUM Espectro ensanchado (también llamado espectro esparcido, espectro disperso o SS) es una técnica de modulación empleada en telecomunicaciones para la transmisión de datos digitales y por radiofrecuencia.

El fundamento básico es el "ensanchamiento" de la señal a transmitir a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar.

SPREAD SPECTRUM FREQUENCY HOP El espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS) 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. Los receptores no autorizados escucharán una señal ininteligible. Si se intentara interceptar la señal, sólo se conseguiría para unos pocos bits.

SSL Capa de Conexión Segura de sus siglas en ingles Secure Socket Layer.

STANDBY Estado de bajo consumo de energía.

UWB Banda Ultra Ancha de sus siglas en ingles Ultra Wide Band, se utiliza para hacer referencia a cualquier tecnología de radio que usa un ancho de banda mayor de 500 MHz o del 25% de la frecuencia central, normalmente se refieren a tecnologías inalámbricas, pero también puede ser utilizado con conexiones con cable.

WLAN Red de Área Local Inalámbrica de sus siglas en ingles Wireless Local Area Network.

ANEXO1

MANUAL DE USUARIO

PRESENTACIÓN

El sistema de control y activación inalámbrico es un sistema muy fácil y sencillo de manejar. Podrá activar el equipo al que esté conectado desde su celular sin utilizar recursos extra que le conlleven un costo extra.



INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

No exponga el equipo a la lluvia y evite que penetren líquidos a su interior. Existe el riesgo de recibir una descarga eléctrica, o la descompostura del equipo.

Evite trasladar en equipo de un área fría a una caliente. Los cambios bruscos de temperatura ambiente pueden crear humedad por condensación. Como consecuencia de ello puede afectar el funcionamiento adecuado.

No sobrecargue el equipo. Use el equipo previsto para el trabajo indicado en las especificaciones. Con el equipo adecuado podrá estar más seguro, y la operación tendrá menor riesgo.

Desenergice antes de realizar alguna modificación o cambio en el equipo. Dejar pasar unos 20 segundos para que el equipo de desenergice totalmente, esto elimina el riesgo de sufrir alguna descarga eléctrica.

Únicamente haga reparar el equipo por un profesional, empleando únicamente piezas de repuesto originales. Solamente así se mantiene la seguridad y funcionamiento adecuado de la herramienta.

MODULO DE C.A.	VOLTAJE	CORRIENTE
Entrada	120V-240V	20A
Salidas	120V-240V	10A
MODULO DE C.D.	VOLTAJE	CORRIENTE
Entrada	12V-24V	25A
Salidas	12V-24V	12A

Tabla de especificaciones del modulo de salida

MODO DE EMPLEAR PASO A PASO

Instalar la aplicación AAPtueth en el dispositivo con sistema operativo Android.

Ir a la configuración del teléfono o del dispositivo con sistema operativo Android, dar clic en aplicaciones, dar clic en desarrollo, activar depuración USB.

Hecho lo anterior conectar el teléfono o el dispositivo con sistema operativo Android con la computadora.

Abrir el programa DroidExplorer, este reconocerá el teléfono o el dispositivo con sistema operativo Android, dar clic en Batch Install, luego en Install, al terminar la descarga de la aplicación dar clic en Finish.

Instalar el equipo deseado en el modulo de salidas.

Encender el modulo de salidas para poder activar los equipos instalados

Activar el Bluetooth del equipo con sistema operativo Android

Abrir la aplicación AAPtueth, dar clic en el botón CONNECT, este cambiara de color y dirá DISCONNECT.

NOTA: Antes de enviar instrucciones o conectarse vía Bluetooth con el modulo de salida realizar las conexiones con el equipo deseado y encenderlo.

Si se desea desconectar la comunicación del teléfono o del dispositivo con sistema operativo Android, dar un clic largo en botón cambiara de color y dira CONNECT.

Ingresar clave de acceso y dar clic en link, pasara a otra ventana y en el display se verá el letrero de ACCESO.

Para activar o desactivar un módulo ver las referencias de la tabla de abajo.

NOMBRE	EQUIVALENCIA	CARACTERÍSTICA
MÓDULO		modulo que se ocupara
SENSOR	si = va a llevar sensor	se activara con una señal externa
SENSOR	no = no llevara sensor	se trabajara solo el modulo
TIMER	free = tiempo libre	estará activado todo el tiempo
TIMER	1 = 1 segundo	estará activo solo por un segundo
TIMER	2 = 1 minuto	estará activo solo por un minuto
TIMER	3 = 1 hora	estará activo solo por una hora
RUN	actúate = activar	el modulo trabajara
RUN	disable = desactivar	el modulo no trabajara

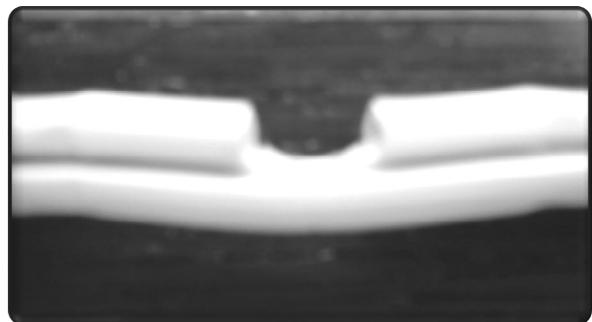
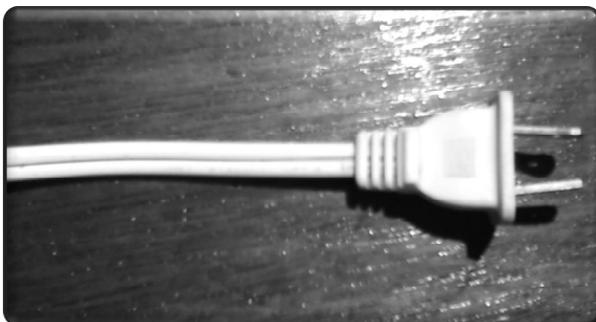
Una vez seleccionado el módulo y las características a enviar dar clic en enviar, este cambiara de color y en la pantalla saldrán dos notificaciones una dirá enviando y otra tendrá el módulo que se activo o desactivo.

Para enviar otra instrucción dar clic en borrar y volver a ingresarlas características que se desean.

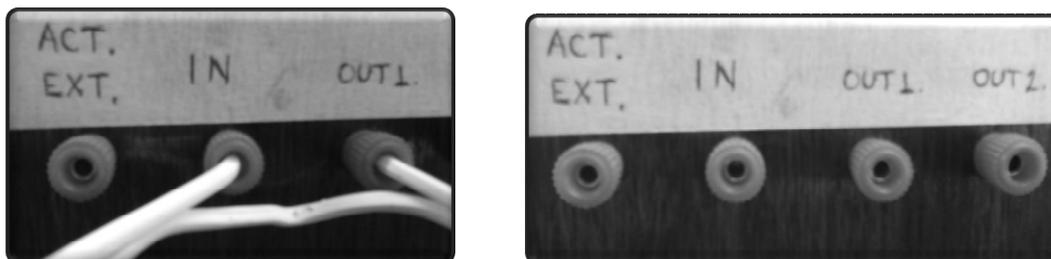
INSTALACIÓN

PARA LA PARTE DE SALIDAS DE CA.

Introduzca una de las líneas del cable de alimentación del equipo a activar o si se requiere divida una de las líneas del cable de alimentación del equipo a activar.



Introduzca una de las puntas (previamente dividida) del cable de alimentación del equipo a activar en la entrada y la otra a la salida del modulo de salida.

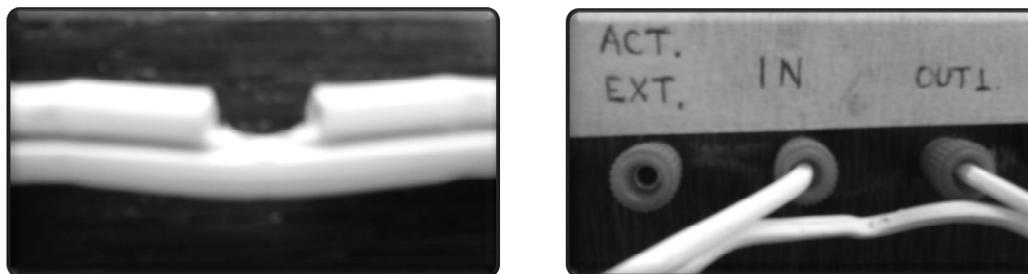


Si se va a utilizar una señal externa, o de algún sensor para la activación conectar la señal donde se indica en el modulo de salida (en la etiqueta de activación externa).

Proceda a la alimentación eléctrica del equipo a activar.

PARA LA PARTE DE SALIDAS DE CD.

Introduzca la alimentación positiva del equipo de CD a activar en la entrada del modulo de salida, a la salida debe ir la línea positiva del equipo a activar.



Poner la punta negativa del equipo a activar al negativo de la alimentación o a tierra según sea el caso.

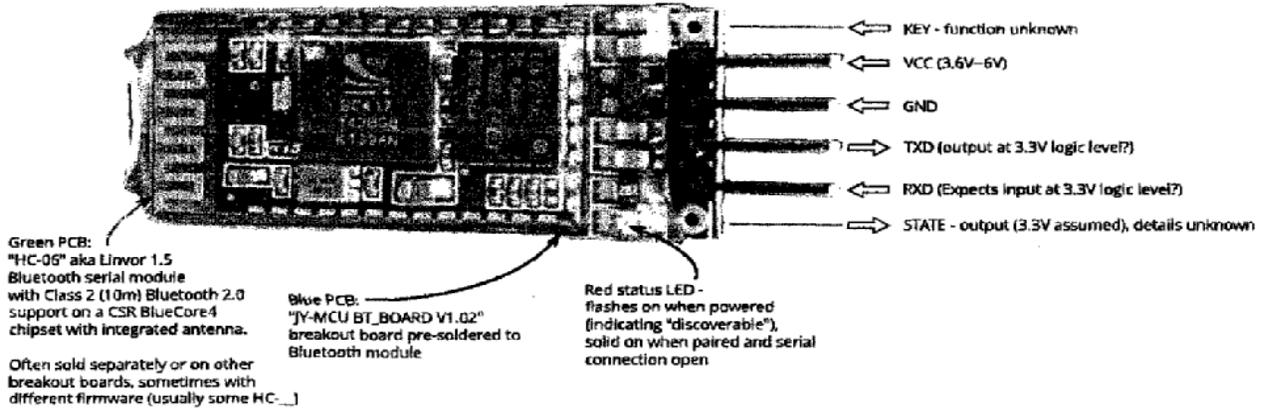
Si se va a utilizar una señal externa, o de algún sensor para la activación del equipo conectar la señal donde se indica (en la etiqueta de activación externa).

Proceda a la alimentación eléctrica del equipo a activar.

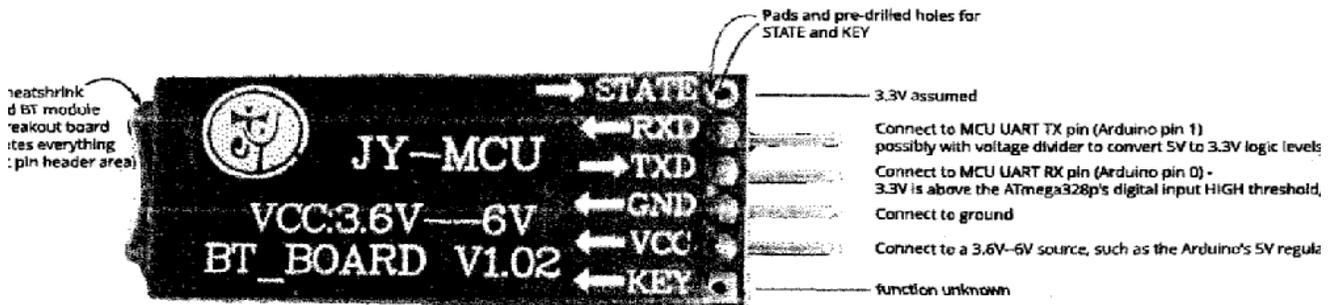
Annotated Diagram of Bluetooth Module and Breakout

From DealExtreme: "JY-MCU Arduino Bluetooth Wireless Serial Port Module", SKU 104299
 This one came with the HC-06 (aka Linvor 1.5) firmware installed: default serial setting 9600/N/1, pairing code 1234

Breakout Board and BT Module Front Side



Breakout Board Back Side





PIC16F87X

28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

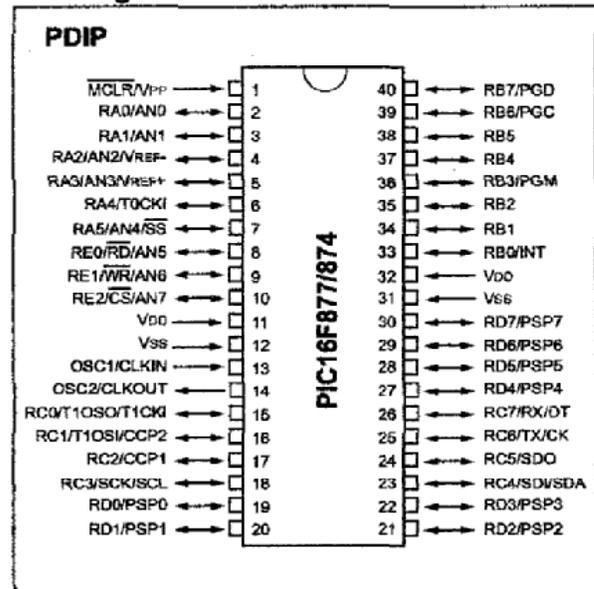
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM Data Memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low power, high speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial, Industrial and Extended temperature
ranges
- Low-power consumption:
 - < 0.6 mA typical @ 3V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram



Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,
can be incremented during SLEEP via external
crystal/dock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master
mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

TRANSISTOR MJ-802

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CER}	100	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CB}	100	Vdc
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	90	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EB}	4.0	Vdc
Collector Current	I_C	30	Adc
Base Current	I_B	7.5	Adc
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	200 1.14	W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +200	$^\circ\text{C}$

**30 AMPERE
POWER TRANSISTOR
NPN SILICON
100 VOLTS - 200 WATTS**

MARKING DIAGRAM



TO-204AA (TO-3)
CASE 1-07
STYLE 1



THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristics	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction-to-Case	θ_{JC}	0.875	$^\circ\text{C/W}$

Maximum ratings are those values beyond which device damage can occur. Maximum ratings applied to the device are individual stress limit values (not normal operating conditions) and are not valid simultaneously. If these limits are exceeded, device functional operation is not implied, damage may occur and reliability may be affected.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 200 \text{ mAdc}$, $R_{BE} = 100 \Omega$)	BV_{CER}	100	-	Vdc
Collector-Emitter Sustaining Voltage (Note 1) ($I_C = 200 \text{ mAdc}$)	$V_{CEO(sus)}$	90	-	Vdc
Collector-Base Cutoff Current ($V_{CB} = 100 \text{ Vdc}$, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 100 \text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $T_C = 150^\circ\text{C}$)	I_{CBO}	-	1.0 5.0	mAdc
Emitter-Base Cutoff Current ($V_{BE} = 4.0 \text{ Vdc}$, $I_C = 0$)	I_{EBO}	-	1.0	mAdc

ON CHARACTERISTICS⁽¹⁾

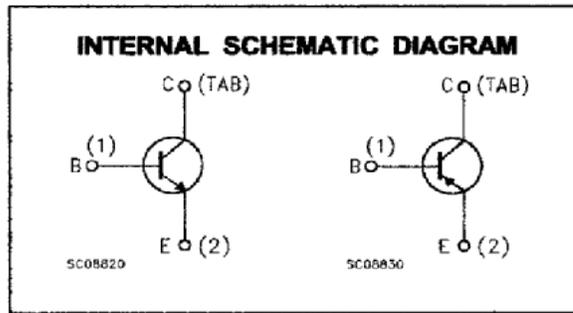
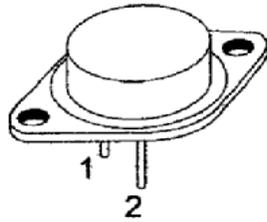
DC Current Gain (Note 1) ($I_C = 7.5 \text{ Adc}$, $V_{CE} = 2.0 \text{ Vdc}$)	h_{FE}	25	100	-
Base-Emitter "On" Voltage ($I_C = 7.5 \text{ Adc}$, $V_{CE} = 2.0 \text{ Vdc}$)	$V_{BE(on)}$	-	1.3	Vdc
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 7.5 \text{ Adc}$, $I_B = 0.75 \text{ Adc}$)	$V_{CE(sat)}$	-	0.8	Vdc
Base-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 7.5 \text{ Adc}$, $I_B = 0.75 \text{ Adc}$)	$V_{BE(sat)}$	-	1.3	Vdc

DYNAMIC CHARACTERISTICS

Current Gain - Bandwidth Product ($I_C = 1.0 \text{ Adc}$, $V_{CE} = 10 \text{ Vdc}$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)	f_T	2.0	-	MHz
---	-------	-----	---	-----

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300 \mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

TRANSISTOR 2N3055 (MJ 2955)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		NPN	PNP	
		2N3055		
		MJ2955		
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	100		V
V_{CER}	Collector-Emitter Voltage ($R_{BE} \leq 100\Omega$)	70		V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	60		V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	7		V
I_C	Collector Current	15		A
I_B	Base Current	7		A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$	115		W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 200		$^\circ\text{C}$
T_j	Max. Operating Junction Temperature	200		$^\circ\text{C}$

THERMAL DATA

$R_{th(j-case)}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.5	$^\circ\text{C/W}$
------------------	----------------------------------	-----	-----	--------------------

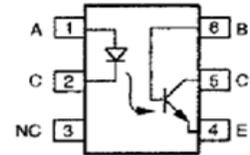
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEX}	Collector Cut-off Current ($V_{BE} = -1.5\text{V}$)	$V_{CE} = 100\text{V}$ $V_{CE} = 100\text{V}$ $T_j = 150^\circ\text{C}$			1 5	mA mA
I_{CEO}	Collector Cut-off Current ($I_B = 0$)	$V_{CE} = 30\text{V}$			0.7	mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$)	$V_{EB} = 7\text{V}$			5	mA
$V_{CEO(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$)	$I_C = 200\text{mA}$	60			V
$V_{CER(sus)*}$	Collector-Emitter Sustaining Voltage ($R_{BE} = 100\Omega$)	$I_C = 200\text{mA}$	70			V
$V_{CE(sat)*}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 4\text{A}$ $I_B = 400\text{mA}$ $I_C = 10\text{A}$ $I_B = 3.3\text{A}$			1 3	V V
V_{BE*}	Base-Emitter Voltage	$I_C = 4\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{A}$			1.8	V
h_{FE*}	DC Current Gain	$I_C = 4\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{A}$ $I_C = 10\text{A}$ $V_{CE} = 4\text{A}$	20 5		70	
f_T	Transition frequency	$I_C = 0.5\text{A}$ $V_{CE} = 10\text{V}$	3			MHz
$I_{s/b*}$	Second Breakdown Collector Current	$V_{CE} = 40\text{V}$	2.87			A

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle 1.5 %
For PNP types voltage and current values are negative.

OPTOACOPLADOR, CON TRANSISTOR DE SALIDA 4N25, 4N26, 4N27, 4N28

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



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ⁽¹⁾				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
INPUT				
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	60	mA
Surge current	$t \leq 10 \mu s$	I_{FSM}	3	A
Power dissipation		P_{diss}	100	mW
OUTPUT				
Collector emitter breakdown voltage		V_{CEO}	70	V
Emitter base breakdown voltage		V_{EBO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
	$t \leq 1 ms$	I_C	100	mA
Power dissipation		P_{diss}	150	mW

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

Notes

- (1) $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ C$, unless otherwise specified.
Stresses in excess of the absolute maximum ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute maximum ratings for extended periods of the time can adversely affect reliability.
- (2) Refer to reflow profile for soldering conditions for surface mounted devices (SMD). Refer to wave profile for soldering conditions for through hole devices (DIP).

CURRENT TRANSFER RATIO ⁽¹⁾							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
DC current transfer ratio	$V_{CE} = 10 V, I_F = 10 mA$	4N25	CTR_{DC}	20	50		%
		4N26	CTR_{DC}	20	50		%
		4N27	CTR_{DC}	10	30		%
		4N28	CTR_{DC}	10	30		%

Note

- (1) Indicates JEDEC registered values.

SWITCHING CHARACTERISTICS						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Rise and fall times	$V_{CE} = 10 \text{ V}$, $I_F = 10 \text{ mA}$, $R_L = 100 \Omega$	t_r , t_f		2		μs

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

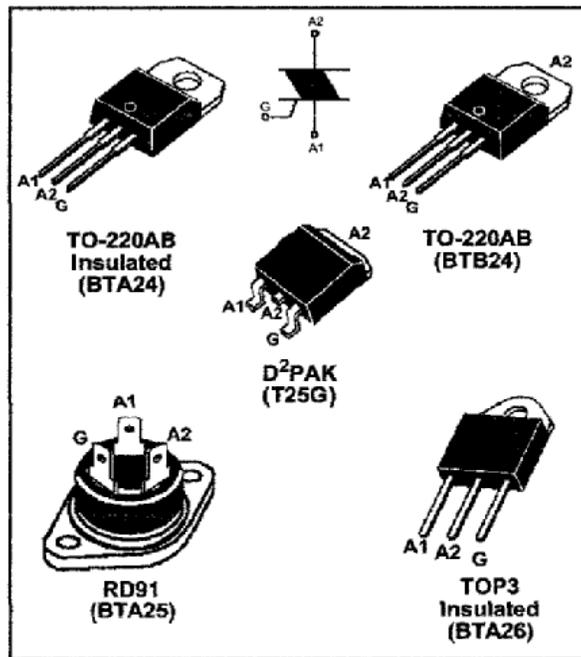
Notes

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

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

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

TRIAC BTA24, BTA25, BTA26



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		Value	Unit	
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	D PAK TO-220AB	$T_c = 100^\circ\text{C}$	25	A
		RD91 TOP3 Ins.	$T_c = 90^\circ\text{C}$		
		TO-220AB Ins.	$T_c = 75^\circ\text{C}$		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_j initial = 25°C)	F = 60 Hz	t = 16.7 ms	260	A
		F = 50 Hz	t = 20 ms	250	
I_t	I t Value for fusing	tp = 10 ms		340	A s
di/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr ≤ 100 ns	F = 120 Hz	$T_j = 125^\circ\text{C}$	50	A/μs
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	tp = 10 ms	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$V_{DRM}/V_{RRM} + 100$	V
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 μs	$T_j = 125^\circ\text{C}$	4	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation	$T_j = 125^\circ\text{C}$		1	W
T_{stg}	Storage junction temperature range			- 40 to + 150	°C
T_j	Operating junction temperature range			- 40 to + 125	

THERMAL RESISTANCES

Symbol	Parameter		Value	Unit	
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	D PAK TO-220AB	0.8	°C/W	
		RD91 (Insulated) TOP3 Insulated	1.1		
		TO-220AB Insulated	1.7		
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	S = 1 cm	D PAK	45	°C/W
			TOP3 Insulated	50	
			TO-220AB	60	
			TO-220AB Insulated		

TRIAC MAC12D, MAC12M, MAC12N

MAXIMUM RATINGS ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
Peak Repetitive Off-State Voltage ⁽¹⁾ ($T_J = -40$ to 125°C , Sine Wave, 50 to 60 Hz, Gate Open)	V_{DRM} , V_{RRM}	400 600 800	Volts
On-State RMS Current (All Conduction Angles; $T_C = 70^\circ\text{C}$)	$I_{\text{T(RMS)}}$	12	A
Peak Non-Repetitive Surge Current (One Full Cycle, 60 Hz, $T_J = 125^\circ\text{C}$)	I_{TSM}	100	A
Circuit Fusing Consideration ($t = 8.33$ ms)	I^2t	41	A^2sec
Peak Gate Power: (Pulse Width ≤ 1.0 μs , $T_C = 80^\circ\text{C}$)	P_{GM}	16	Watts
Average Gate Power ($t = 8.3$ ms, $T_C = 80^\circ\text{C}$)	$P_{\text{G(AV)}}$	0.35	Watts
Operating Junction Temperature Range	T_J	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$

(1) V_{DRM} and V_{RRM} for all types can be applied on a continuous basis. Blocking voltages shall not be tested with a constant current source such that the voltage ratings of the devices are exceeded.



TO-220AB
CASE 221A
STYLE 4



TRIACS
12 AMPERES RMS
400 thru 800 VOLTS

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Thermal Resistance — Junction to Case — Junction to Ambient	$R_{\theta\text{JC}}$ $R_{\theta\text{JA}}$	2.2 62.5	$^\circ\text{C/W}$
Maximum Lead Temperature for Soldering Purposes 1/8" from Case for 10 Seconds	T_L	260	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 ($T_J = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted; Electricals apply in both directions)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Peak On-State Voltage ⁽¹⁾ ($I_{\text{TM}} = \pm 17$ A)	V_{TM}	—	—	1.85	Volts
Gate Trigger Current (Continuous dc) ($V_D = 12$ V, $R_L = 100$ Ω)	I_{GT}	5.0	13	35	mA
MT2(+), G(+)		5.0	13	35	
MT2(+), G(-)		5.0	13	35	
MT2(-), G(-)		5.0	13	35	
Hold Current ($V_D = 12$ V, Gate Open, Initiating Current = ± 150 mA)	I_{H}	—	20	40	mA
Latch Current ($V_D = 24$ V, $I_{\text{G}} = 35$ mA)	I_{L}	—	20	50	mA
MT2(+), G(+)		—	20	50	
MT2(+), G(-)		—	30	80	
MT2(-), G(-)		—	20	50	
Gate Trigger Voltage (Continuous dc) ($V_D = 12$ V, $R_L = 100$ Ω)	V_{GT}	0.5	0.78	1.5	Volts
MT2(+), G(+)		0.5	0.70	1.5	
MT2(+), G(-)		0.5	0.71	1.5	
MT2(-), G(-)		0.5	0.71	1.5	

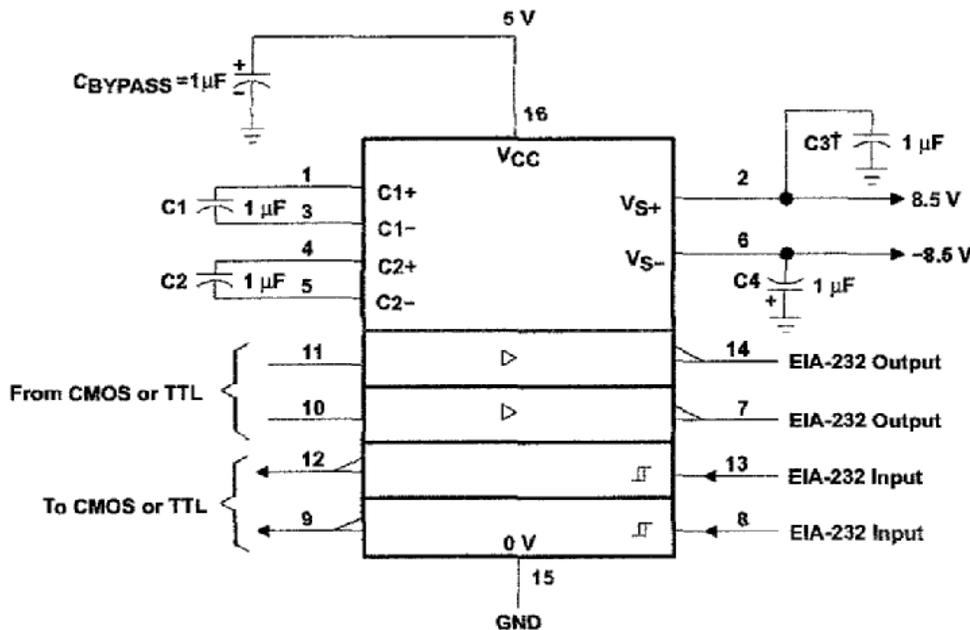
DYNAMIC CHARACTERISTICS

Rate of Change of Commutating Current ($V_D = 400$ V, $I_{\text{TM}} = 4.4$ A, Commutating $dv/dt = 18$ V/ μs , Gate Open, $T_J = 125^\circ\text{C}$, $f = 250$ Hz, No Snubber)	$(di/dt)_c$	6.5	—	—	A/ms
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage ($V_D = \text{Rated } V_{\text{DRM}}$, Exponential Waveform, Gate Open, $T_J = 125^\circ\text{C}$)	dv/dt	250	500	—	V/ μs
Repetitive Critical Rate of Rise of On-State Current $\text{IPK} = 50$ A; $\text{PW} = 40$ μsec ; $di/dt = 200$ mA/ μsec ; $f = 60$ Hz	dI/dt	—	—	10	A/ μs

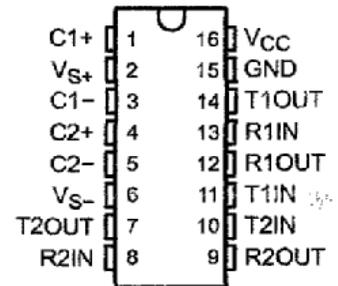
(1) Pulse Test: Pulse Width ≤ 2.0 ms, Duty Cycle $\leq 2\%$.

DRIVER MAX 232

APPLICATION INFORMATION



MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



† C₃ can be connected to V_{CC} or GND.

NOTES: A. Resistor values shown are nominal.

B. Nonpolarized ceramic capacitors are acceptable. If polarized tantalum or electrolytic capacitors are used, they should be connected as shown. In addition to the 1-μF capacitors shown, the MAX202 can operate with 0.1-μF capacitors.

Typical Operating Circuit

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Input supply voltage range, V _{CC} (see Note 1)	.....	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V _{S+}	.....	V _{CC} - 0.3 V to 15 V
Negative output supply voltage range, V _{S-}	.....	-0.3 V to -15 V
input voltage range, V _I : Driver	.....	-0.3 V to V _{CC} + 0.3 V
Receiver	.....	±30 V
Output voltage range, V _O : T1OUT, T2OUT	.....	V _{S-} - 0.3 V to V _{S+} + 0.3 V
R1OUT, R2OUT	.....	-0.3 V to V _{CC} + 0.3 V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	.....	Unlimited
Package thermal impedance, θ _{JA} (see Notes 2 and 3): D package	.....	73°C/W
DW package	.....	57°C/W
N package	.....	67°C/W
NS package	.....	64°C/W
Operating virtual junction temperature, T _J	.....	150°C
Storage temperature range, T _{stg}	.....	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. All voltages are with respect to network GND.

2. Maximum power dissipation is a function of T_{J(max)}, θ_{JA}, and T_A. The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is P_D = (T_{J(max)} - T_A)/θ_{JA}. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.

3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

TRIAC OPTOISLADOR MOC3010, MOC3011, MOC3012

MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Transistor Derate above 25°C	P_D	100	mW
		1.33	mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT DRIVER

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	250	Volts
Peak Repetitive Surge Current ($PW = 1 \text{ ms}$, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	300	mW
		4	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	330	mW
		4.4	mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range ⁽²⁾	T_A	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range ⁽²⁾	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating.

For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

(Replaces MOC3009/D)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

INPUT LED

Reverse Leakage Current ($V_R = 3 \text{ V}$)	I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage ($I_F = 10 \text{ mA}$)	V_F	—	1.15	1.5	Volts

OUTPUT DETECTOR ($I_F = 0$ unless otherwise noted)

Peak Blocking Current, Either Direction (Rated V_{DRM} ⁽¹⁾)	I_{DRM}	—	10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM} = 100 \text{ mA Peak}$)	V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage (Figure 7, Note 2)	dv/dt	—	10	—	V/ μs

COUPLED

LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V ⁽³⁾)	I_{FT}	—	8	15	mA
	MOC3010	—	5	10	
	MOC3011	—	3	5	
Holding Current, Either Direction	I_H	—	100	—	μA

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.

2. This is static dv/dt . See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

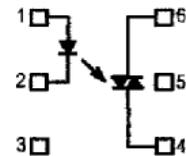
3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3010, 10 mA for MOC3011, 5 mA for MOC3012) and absolute max I_F (60 mA).

STYLE 6 PLASTIC



STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

COUPLER SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

LCD-MODULE 2x16 INCL. CONTROLLER HD44780

FEATURES

- * HIGH CONTRAST LCD SUPERTWIST DISPLAY
- * EA DIP162-DNLED: YELLOW/GREEN WITH LED BACKLIGHT
- * EA DIP162-DN3LW AND DIP162J-DN3LW WITH WHITE LED B/L., LOW POWER
- * INCL. HD 44780 OR COMPATIBLE CONTROLLER
- * INTERFACE FOR 4- AND 8-BIT DATA BUS
- * POWER SUPPLY +5V OR $\pm 2.7V$ OR $\pm 3.3V$
- * OPERATING TEMPERATURE 0~+50°C (-DN3LW, -DHNLED: -20~+70°C)
- * LED BACKLIGHT Y/G max. 150mA@+25°C
- * LED BACKLIGHT WHITE max. 45mA@+25°C
- * SOME MORE MODULES WITH SAME MECHANIC AND SAME PINOUT:
 - DOTMATRIX 1x8, 4x20
 - GRAPHIC 122x32
- * NO SCREWS REQUIRED: SOLDER ON IN PCB ONLY
- * DETACHABLE VIA 9-PIN SOCKET EA B200-9 (2 PCS. REQUIRED)

Table of command

Instruction	Code										Description	Execute Time (max.)
	RS	R/W	DB 7	DB 6	DB 5	DB 4	DB 3	DB 2	DB 1	DB 0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears all display and returns the cursor to the home position (Address 0).	1.64ms
Cursor At Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Returns the Cursor to the home position (Address 0). Also returns the display being shifted to the original position. DD RAM contents remain unchanged.	1.64ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	UD	S	Sets the Cursor move direction and specifies or not to shift the display. These operation are performed during data write and read.	40µs
Display On/Off Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets ON/OFF of all display (D) cursor ON/OFF (C), and blink of cursor position character (B).	40µs
Cursor / Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Moves the Cursor and shifts the display without changing DD RAM contents.	40µs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Sets interface data length (DL) number of display lines (L) and character font (F).	40µs
CG RAM Address Set	0	0	0	1	ACG					Sets the CG RAM address. CG RAM data is sent and received after this setting.	40µs	
DD RAM Address Set	0	0	1	ADD					Sets the DD RAM address. DD RAM data is sent and received after this setting.	40µs		
Busy Flag / Address Read	0	1	BF	AC					Reads Busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	-		
CG RAM / DD RAM Data write	1	0	Write Data					Writes data into DD RAM or CG RAM	40µs			
CG RAM / DD RAM Data Read	1	1	Read Data					Reads data from DD RAM or CG RAM	40µs			

Lower 4 bit	Upper 4 bit	0000 (\$0x)	0010 (\$2x)	0011 (\$3x)	0100 (\$4x)	0101 (\$5x)	0110 (\$6x)	0111 (\$7x)	1010 (\$Ax)	1011 (\$Bx)	1100 (\$Cx)	1101 (\$Dx)	1110 (\$Ex)	1111 (\$Fx)
xxxx0000 (\$x0)	CG RAM 00		0	1	P	^	F		-	ア	イ	ロ	α	ρ
xxxx0001 (\$x1)	01	!	1	H	Q	a	q	。	ア	キ	ク	ク	β	q
xxxx0010 (\$x2)	02	"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	ズ	β	θ	
xxxx0011 (\$x3)	03	#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	エ	ε	“	
xxxx0100 (\$x4)	04	\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ト	μ	∂	
xxxx0101 (\$x5)	05	%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	1	σ	ü	
xxxx0110 (\$x6)	06	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ	
xxxx0111 (\$x7)	07	'	7	G	W	g	w	ア	キ	コ	ウ	g	π	
xxxx1000 (\$x8)	CG RAM 08	(	8	H	X	h	x	イ	ク	ネ	リ	フ	ξ	
xxxx1001 (\$x9)	09	)	9	I	Y	i	y	ウ	ケ	ノ	ル	ν	γ	
xxxx1010 (\$xA)	0A	*	I	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	レ	j	κ	
xxxx1011 (\$xB)	0B	+	=	K	L	k	l	オ	サ	ヒ	ロ	"	π	
xxxx1100 (\$xC)	0C	,	<	L	W	l	w	カ	シ	フ	ワ	φ	π	
xxxx1101 (\$xD)	0D	-	=	M	J	m	j	ユ	ズ	ヘ	ン	ε	÷	
xxxx1110 (\$xE)	0E	.	>	N	^	n	^	ヨ	セ	ホ	ッ	π		
xxxx1111 (\$xF)	0F	/	?	O	_	o	+	ツ	ソ	マ	□	ö	■	

Pinout

Pin	Symbol	Level	Function	Pin	Symbol	Level	Function
1	VSS	L	Power Supply 0V (GND)	10	D3	H/L	Display Data
2	VDD	H	Power Supply +5V	11	D4 (D0)	H/L	Display Data
3	VEE	-	Contrast adjust. (about 0V)	12	D5 (D1)	H/L	Display Data
4	RS	H/L	H=Command, L=Data	13	D6 (D2)	H/L	Display Data
5	RW	H/L	H=Read, L=Write	14	D7 (D3)	H/L	Display Data, MSB
6	E	H	Enable (falling edge)	15	-	-	NC (see EA DIP122-6N)
7	D0	H/L	Display Data, LSB	16	-	-	NC (see EA DIP122-6N)
8	D1	H/L	Display Data	17	A	-	LED BL+ Resistor required
9	D2	H/L	Display Data	18	C	-	LED BL-

El código ASCII

sigla en inglés de American Standard Code for Information Interchange
(Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información)

Caracteres de control ASCII			
DEC	HEX	Símbolo ASCII	
00	00h	NULL	(carácter nulo)
01	01h	SOH	(inicio encabezado)
02	02h	STX	(inicio texto)
03	03h	ETX	(fin de texto)
04	04h	EOT	(fin transmisión)
05	05h	ENQ	(enquiry)
06	06h	ACK	(acknowledgement)
07	07h	BEL	(timbre)
08	08h	BS	(retroceso)
09	09h	HT	(tab horizontal)
10	0Ah	LF	(salto de línea)
11	0Bh	VT	(tab vertical)
12	0Ch	FF	(form feed)
13	0Dh	CR	(retorno de carro)
14	0Eh	SO	(shift Out)
15	0Fh	SI	(shift In)
16	10h	DLE	(data link escape)
17	11h	DC1	(device control 1)
18	12h	DC2	(device control 2)
19	13h	DC3	(device control 3)
20	14h	DC4	(device control 4)
21	15h	NAK	(negative acknowle.)
22	16h	SYN	(synchronous idle)
23	17h	ETB	(end of trans. block)
24	18h	CAN	(cancel)
25	19h	EM	(end of medium)
26	1Ah	SUB	(substitute)
27	1Bh	ESC	(escape)
28	1Ch	FS	(file separator)
29	1Dh	GS	(group separator)
30	1Eh	RS	(record separator)
31	1Fh	US	(unit separator)
127	20h	DEL	(delete)

Caracteres ASCII imprimibles								
DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo
32	20h	espacio	64	40h	@	96	60h	`
33	21h	!	65	41h	A	97	61h	a
34	22h	"	66	42h	B	98	62h	b
35	23h	#	67	43h	C	99	63h	c
36	24h	\$	68	44h	D	100	64h	d
37	25h	%	69	45h	E	101	65h	e
38	26h	&	70	46h	F	102	66h	f
39	27h	'	71	47h	G	103	67h	g
40	28h	(	72	48h	H	104	68h	h
41	29h	)	73	49h	I	105	69h	i
42	2Ah	*	74	4Ah	J	106	6Ah	j
43	2Bh	+	75	4Bh	K	107	6Bh	k
44	2Ch	,	76	4Ch	L	108	6Ch	l
45	2Dh	-	77	4Dh	M	109	6Dh	m
46	2Eh	.	78	4Eh	N	110	6Eh	n
47	2Fh	/	79	4Fh	O	111	6Fh	o
48	30h	0	80	50h	P	112	70h	p
49	31h	1	81	51h	Q	113	71h	q
50	32h	2	82	52h	R	114	72h	r
51	33h	3	83	53h	S	115	73h	s
52	34h	4	84	54h	T	116	74h	t
53	35h	5	85	55h	U	117	75h	u
54	36h	6	86	56h	V	118	76h	v
55	37h	7	87	57h	W	119	77h	w
56	38h	8	88	58h	X	120	78h	x
57	39h	9	89	59h	Y	121	79h	y
58	3Ah	:	90	5Ah	Z	122	7Ah	z
59	3Bh	;	91	5Bh	[	123	7Bh	{
60	3Ch	<	92	5Ch	\	124	7Ch	|
61	3Dh	=	93	5Dh	]	125	7Dh	}
62	3Eh	>	94	5Eh	^	126	7Eh	~
63	3Fh	?	95	5Fh	_			

ASCII extendido											
DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo	DEC	HEX	Símbolo
128	80h	Ç	160	A0h	á	192	C0h	Ł	224	E0h	Ó
129	81h	ü	161	A1h	í	193	C1h	ł	225	E1h	ô
130	82h	é	162	A2h	ó	194	C2h	Ł	226	E2h	Ô
131	83h	â	163	A3h	ú	195	C3h	ł	227	E3h	Õ
132	84h	ä	164	A4h	ñ	196	C4h	Ł	228	E4h	ö
133	85h	à	165	A5h	Ñ	197	C5h	ł	229	E5h	Ö
134	86h	á	166	A6h	ª	198	C6h	Ł	230	E6h	µ
135	87h	ç	167	A7h	º	199	C7h	ł	231	E7h	þ
136	88h	è	168	A8h	¿	200	C8h	Ł	232	E8h	ƒ
137	89h	ë	169	A9h	®	201	C9h	ł	233	E9h	ú
138	8Ah	è	170	AAh	¬	202	CAh	Ł	234	EAh	Û
139	8Bh	ï	171	ABh	½	203	CBh	ł	235	EBh	Ü
140	8Ch	î	172	ACH	¼	204	CCh	Ł	236	ECh	Ý
141	8Dh	ï	173	ADh	¡	205	CDh	ł	237	EDh	Ÿ
142	8Eh	Ä	174	Aeh	«	206	CEh	Ł	238	EEh	ˆ
143	8Fh	Å	175	Afh	»	207	CFh	ł	239	EFh	˙
144	90h	É	176	B0h	⋮	208	D0h	Ł	240	F0h	˚
145	91h	æ	177	B1h	⋮	209	D1h	ł	241	F1h	±
146	92h	Æ	178	B2h	⋮	210	D2h	Ł	242	F2h	₋
147	93h	ø	179	B3h	⋮	211	D3h	ł	243	F3h	¼
148	94h	ò	180	B4h	⋮	212	D4h	Ł	244	F4h	¶
149	95h	ó	181	B5h	⋮	213	D5h	ł	245	F5h	§
150	96h	û	182	B6h	⋮	214	D6h	Ł	246	F6h	÷
151	97h	ù	183	B7h	⋮	215	D7h	ł	247	F7h	˚
152	98h	ÿ	184	B8h	⋮	216	D8h	Ł	248	F8h	˘
153	99h	Û	185	B9h	⋮	217	D9h	ł	249	F9h	˙
154	9Ah	Ü	186	BAh	⋮	218	DAh	Ł	250	FAh	˚
155	9Bh	ø	187	BBh	⋮	219	DBh	ł	251	FBh	˚
156	9Ch	£	188	BCh	⋮	220	DCh	Ł	252	FCh	˚
157	9Dh	Ø	189	BDh	⋮	221	DDh	ł	253	FDh	˚
158	9Eh	x	190	BEh	⋮	222	DEh	Ł	254	FEh	˚
159	9Fh	f	191	BFh	⋮	223	DFh	ł	255	FFh	˚