

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA EN SISTEMAS

Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO DE SISTEMAS

TEMA:

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE
AUDIO DISTRIBUIDO CON ACCESO CENTRAL A TRAVÉS DE UN TOUCH
SCREEN Y MANDO A CONTROL REMOTO RFid PARA EQUIPAR DE
AMBIENTES MUSICALES A LAS ÁREAS DE LA FUNDACIÓN ABEI
INFANTIL”**

AUTORES:

**MARÍA BELÉN BARBA COLEM
MIGUEL ÁNGEL SUQUITANA GARZÓN**

DIRECTOR:

JOSE ANTONIO PAZMIÑO

Quito, junio del 2013

**DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL
TRABAJO DE GRADO**

Nosotros María Belén Barba Colem y Miguel Ángel Suquitana Garzón, autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaramos que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

María Belén Barba Colem

CI: 1717299703

Miguel Ángel Suquitana Garzón

CI: 1717766099

DEDICATORIA

Escribir estas líneas se ha convertido en parte de un sueño hecho realidad, una meta que lo anhelé, lo esperé, lo trabajé, lo luché y al fin lo estoy viviendo y alcanzando. Es una mezcla de emociones, personas, lugares y recuerdos, que a todas y cada una de ellas les agradezco y les ofrezco este logro.

El presente trabajo lo dedico con todo mi amor y cariño a mi DIOS, a mi Mami Ñusta, mis hermanos Paul y Mario, a mis sobrinitos Sarahí, Sebas y Miguel, a mi Padre Mario que pesar de la distancia nuestros lazos están presentes y a toda mi familia; gracias por su amor, paciencia, apoyo, experiencias de vida y valiosos consejos, ustedes son una bendición en mi vida.

Para todos mis profesores de la Universidad Politécnica Salesiana que me formaron durante mi carrera profesional, gracias por sus valiosos conocimientos y motivación, una retribución especial al Fís. Franklin Erazo y al Ing. José Pazmiño gracias por su calidad humana.

Para mi novio y amigos gracias por estar conmigo siempre y apoyarme, aprendí junto a ustedes, mis mejores y más locas experiencias del paso de mi adolescencia y juventud las he vivido junto a ustedes.

A mi compañero de Tesis Miguel gracias por tu apoyo en este proceso, lo logramos!

Gracias y Dios les pague a todos.

María Belén Barba Colem

DEDICATORIA

Quisiera agradecer profundamente a todas las personas que creyeron en mí desde que comenzó este proceso de realización profesional. Este es el último paso para terminar esta carrera que ha tomado mi mayor tiempo y esfuerzo.

Gracias a todos los profesores que me entregaron conocimiento y experiencia a través de los años, a mi familia: papá, hermano, tías y amigos cercanos que con su constante apoyo y ayuda me ayudaron a culminar mi carrera. A mí querida Margarita y sus niñas, ellas que después del duro proceso de duelo estuvieron a mi lado y gracias a su apoyo y aliento es como pude retomar este último paso y al fin culminarlo. Gracias a todos porque les aseguro que valdrá la pena el haber luchado tanto.

Y finalmente, aparte de un agradecimiento a mi querida madre que en paz descansa, quisiera dedicarle a ella no solo este trabajo, sino todo lo que he hecho y haré en adelante. Mamita: te agradezco profundamente el haber donado tu oportunidad de salvar tu salud para que tu primogénito estudiara, no existen palabras para expresar la falta que me haces, y gracias a ese acto de generosidad y entrega es que por fin terminaré todos estos años de trabajo y esfuerzo para de aquí en adelante realizarme como personal y profesional. Recordando siempre con cariño tu ejemplo de perseverancia y bondad. Te quiero mucho.

Gracias a todos.

Miguel Ángel Suquitana Garzón

AGRADECIMIENTO

A nuestra querida Universidad Politécnica Salesiana, nuestros queridos maestros el más profundo agradecimiento, sus conocimientos, su calidad humana, sus guías, nos condujeron a ser unos verdaderos profesionales al servicio de un mejor desarrollo humano.

Al Ing. José Pazmiño, nuestro director de tesis, gracias de corazón por su apoyo, motivación, paciencia, por creer en nosotros y por permitirnos trabajar juntos.

Nuestro más sincero agradecimiento de la misma manera a quienes nos brindaron sus guías en este proceso profesional a la Ing. Glenda Toala, al Ing. Jorge López, y a todos los demás grandes profesionales, que únicamente por espacio de texto no los hemos podido mencionar, pero les queremos decir que les debemos gran parte de este fruto.

A la Fundación ABEI Infantil, nuestro profundo agradecimiento, al maravilloso grupo humano y profesional que trabaja en él y aquellos niños que aunque tengan capacidades especiales son merecedores de los más especiales y sinceros afectos.

Para todos muchas gracias y que Dios los bendiga.

María Belén Barba Colem y Miguel Ángel Suquitana Garzón

*"Y un niño que sonreía atrás de un espejo, abandonaba los fonemas de una letra,
eran sonoros sus recuerdos,
en ocasiones prefería mirar por la ventana durante las noches;
y solo en el vidrio dibujó el sonido musical de sus infancias".*

Freddy Ayala P.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	3
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.1 Introducción	3
1.2 Sistemas de audio distribuido (SAD).....	4
1.3 Microcontroladores	6
1.4 Touchscreen	8
1.5 Amplificadores de audio	10
1.6 Software	14
1.6.1 Programación del microcontrolador.....	14
1.6.2 Diseño del hardware.....	16
CAPÍTULO 2	17
DISEÑO DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE AUDIO DISTRIBUIDO	17
2.1 Introducción	17
2.2 Consideraciones generales del sistema de audio.....	17
2.3 Diseño del módulo de control del sistema de audio distribuido.	18
2.3.1. Descripción del módulo	19
2.3.1.1 Diagrama de bloques.....	19
2.3.1.2 Sistema microcontrolador	20
2.3.1.3 Touchscreen	22
2.3.1.4 Consideraciones generales del LCD	24
2.3.1.5 Circuito de reloj.....	26
2.2.1.6 Tarjeta madre	28
CAPÍTULO 3	30
CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE AUDIO DISTRIBUIDO.....	30
3.1 Introducción	30
3.2 Diseño del hardware.....	30
3.2.1 Descripción y diagrama de la tarjeta madre.....	30
3.2.2. Descripción y diagrama del touchscreen.....	35

3.2.3. Descripción y diagrama del mando RFID.....	40
3.2.3.1 Funcionamiento de RFID.....	41
3.2.3.2 Normas de RFID.....	42
3.2.3.3. Módulo RF Xbee.....	43
3.2.4. Descripción y diagrama de amplificador de audio.....	47
3.2.4.1 Circuito integrado TDA2007A.....	47
3.2.4.2 Descripción y Diagrama TDA2007A.....	47
3.3 Diseño de software.....	50
3.3.1 Interfaz de usuario.....	51
3.3.1.1 Pantalla de Bienvenida.....	52
3.3.1.2 Pantalla de Inicio.....	52
3.3.1.3 Pantalla de Selección de I/O.....	53
3.3.1.4 Pantallas de Control de Volumen.....	54
3.3.1.5 Pantallas de control de canción.....	54
3.3.2 Programa del Sistema.....	55
3.3.2.1 Configuraciones generales del microcontrolador.....	58
3.3.2.2 Configuración de la pantalla grafica (LCD) en el micro.....	59
3.3.2.3 Borra pantalla y empieza a escribir LCD.....	59
3.3.2.4 Configuración del convertidor A/D.....	59
3.3.2.5 Declaraciones de variables en Bascom AVR.....	60
3.3.2.6 Declaraciones de subrutinas.....	62
3.3.2.7 Habilidad de interrupciones.....	63
3.3.2.8 Llamados de subrutinas iniciales o lectura del touchscreen.....	64
3.3.2.9 Programa principal.....	64
3.3.2.10 Llamado de subrutinas para selección de teclas.....	68
3.3.2.11 Lectura de valores decimales del touchscreen.....	69
3.3.2.12 Subrutina que dibuja la pantalla de selección de salidas y habilitación y deshabilitación de entradas.....	70
3.3.2.13 Subrutina para dibujar pantalla de control de volumen.....	77
3.3.2.14 Subrutina que complementa con líneas de borde.....	84
3.3.2.15 Subrutina de almacenamiento de imágenes guardadas en el micro.....	88

CAPÍTULO 4	91
PRUEBAS, RESULTADOS, APLICACIONES Y COSTOS.....	91
4.1 Introducción	91
4.2 Pruebas de funcionamiento del SAD	91
4.2.1 Pruebas de funcionamiento pantalla de bienvenida	92
4.2.2 Pruebas de funcionamiento selección I/O.....	93
4.2.3 Pruebas de funcionamiento pantalla de volumen.....	97
4.2.4 Pruebas de funcionamiento pantalla control de audio	99
4.2.5 Pruebas de funcionamiento pantallas retorno a Inicio	102
4.3 Resultados del funcionamiento del sistema de audio distribuido	104
4.3.1 Multiplexación de audio.....	104
4.3.2 Sincronización de la membrana de la pantalla del Touchscreen.....	107
4.4 Análisis costos del SAD.....	109
4.4.1 Lista de dispositivos.....	109
4.4.2 Análisis costo de algunos dispositivos en el mercado	110
4.4.3 Análisis de rentabilidad del SAD.....	110
4.4.3.1 Análisis del valor actual neto (VAN) del SAD.....	111
4.4.3.2 Análisis de la tasa interna de retorno (TIR) del SAD	112
Conclusiones	113
Recomendaciones.....	115
Lista de referencias	116
Glosario.....	120
Anexos	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de audio distribuido.....	4
Figura 2. Fotografía de un microcontrolador	7
Figura 3. Touchscreen infrarrojo.....	9
Figura 4. Amplificador de audio	11
Figura 5. Configuración Darlington	12
Figura 6. Configuración emisor común	12
Figura 7. Fotografía programador de microcontroladores Atmel AVR.....	15
Figura 8. Componentes del sistema de audio distribuido	18
Figura 9. Diagrama de bloques del módulo de control del sistema de audio distribuido	19
Figura 10. Datasheet Pin OUT Atmega 32	21
Figura 11. Datasheet Pin OUT Atmega 16	21
Figura 12. Estructura básica interna de un touchscreen	24
Figura 13. Conexión del Indicador LCD.....	25
Figura 14. Configuración estándar para el circuito de reloj.....	26
Figura 15. Reloj DS1307: a) Diagrama de bloques y estructura interna, b) Distribución de pines en Datasheet	27
Figura 16. Integrado ULN2803: a) Configuración, b) Estructura interna en Datasheet ..	29
Figura 17. Control de relé usando el integrado ULN2803.....	29
Figura 18. Configuración de Pines del ATmega 16A.....	30
Figura 19. Esquemático del circuito de la Tarjeta Madre del SAD	32
Figura 20. Circuito PCB de la Tarjeta Madre del SAD	33
Figura 21. Circuito 3D de la Tarjeta Madre del SAD.....	33
Figura 22. Circuito de construcción de la Tarjeta madre y controles (vista frontal)	34
Figura 23. Circuito de construcción de la Tarjeta madre y controles (vista posterior)....	34
Figura 24. Configuración de Pines del ATmega 32A	36
Figura 25. Esquemático del circuito del Touchscreen del SAD	37
Figura 26. Circuito PCB del Touchscreen del SAD	38
Figura 27. Circuito 3D del Touchscreen del SAD	39
Figura 28. Circuito de construcción del TouchScreen (vista frontal).....	39

Figura 29. Circuito de construcción del Touchscreen unido al jumper de la tarjeta.....	40
Figura 30. Dispositivos de un RFID	41
Figura 31. Manejo de datos por medio de Transmisión y Recepción del RFid	44
Figura 32. Esquemático del Módulo Xbee Rfid	45
Figura 33. Descripción de los Pines del Módulos Xbee/ Xbee-PRO.....	46
Figura34. Módulo Xbee Tx y Rx	46
Figura35. Esquemático del Amplificador de Audio	48
Figura36. Circuito PCB del Amplificador de Audio	49
Figura37. Circuito 3D del Amplificador de Audio	49
Figura38. Circuito del amplificador de audio vista frontal.....	50
Figura39. Diagrama de bloques de la Interfaz del usuario.....	51
Figura40. Pantalla de bienvenida	52
Figura41. Pantalla de Inicio	53
Figura42. Pantalla de Selección de I/O	53
Figura43. Pantalla Control de volumen	54
Figura44. Pantalla Control de canción	55
Figura45. Diagrama de Flujo del Tocuhscreen	56
Figura46. Diagrama de Flujo de la Tarjeta Madre	57
Figura 47. Pantalla principal una vez encendido el Sistema - P_0	64
Figura 48. Pantalla Menú que permitirá habilitar el Sistema - P_1	65
Figura49. Opciones de retorno de menú al Sistema- Back_1	66
Figura50. Opciones de adelantado de menú al Sistema- Next_1	67
Figura 51. Pantalla de Sistema inicializado	92
Figura 52. Presión de botón de continuar durante la pantalla de bienvenida.....	92
Figura 53. a) Pantalla de selección de entradas y salidas de audio por default la entrada E1 habilitada. b) Pantalla de selección de entradas y salidas de audio habilitada todas las salidas de E2.....	93
Figura 54. Pantalla de selección de salidas por default habilitada la entrada E1	94
Figura 55. Selección de salida S2 de la entrada E2.....	95
Figura 56. Selección de salida S3 de la entrada E2.....	95
Figura 57. Selección de salida S3 de la entrada E1.....	96

Figura 58. Selección de salida S4 de la entrada E2.....	96
Figura 59. Presión botón continuar en la pantalla de selección de I/O.....	97
Figura 60. Pantalla de selección volumen del audio de E1.....	98
Figura 61. a) Pantalla de Control de Volumen selección V+, b) Pantalla de Control de Volumen selección V-.....	98
Figura 62. Selección botón continuar de la pantalla de selección de Control de Volumen.....	99
Figura 63. Pantalla control de canción de E1.....	99
Figura 64. Presión botón stop de canción de E1.....	100
Figura 65. Presión botón play de canción de E1.....	100
Figura 66. Presión botón siguiente canción de E1.....	101
Figura 67. Presión botón anterior de canción de E1.....	101
Figura 68. Presión botón retroceder 1 de Sistema Audio a Pantalla Inicio.....	102
Figura 69. Presión botón retroceder 2 de Sistema Audio a Pantalla Inicio.....	102
Figura 70. Presión botón retroceder 3 de Sistema Audio a Pantalla Inicio.....	103
Figura 71. Sistema Audio en Pantalla Inicio.....	103
Figura 72. Multiplexación de Salidas de Audio por default.....	105
Figura 73. Multiplexación de Salidas de Audio S2 de la entrada E2.....	106
Figura 74. Multiplexación de Salidas de Audio de las 4 salidas en E2.....	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características ATmega 16 y ATmega 32	22
Tabla 2. Conexiones para el display del touchscreen	23
Tabla 3. Distribución de pines del indicador LCD	24
Tabla 4. Tabla comparativa de Atmel AVR 8 bits.....	35
Tabla 5. Tipos de variables en Bascom AVR	60
Tabla 6. Obtención de valores de resistencias variables (decimales)	108
Tabla 7. Obtención de valores decimales.....	108
Tabla 8. Lista de dispositivos utilizados para el SAD	109
Tabla 9. Flujo de caja del SAD para análisis VAN.....	111
Tabla 10. Flujo de caja del SAD para análisis TIR.....	112

RESUMEN

En el presente proyecto se da a conocer el diseño y la realización de un Sistema de audio distribuido para la fundación ABEI Infantil, en la cual se reconoce la importancia de contar con un sistema de éstas características. La funcionalidad de este sistema permitirá tanto a los terapeutas como a los visitantes, contar con un ambiente musical en las áreas designadas. Esto coadyuvará tanto a los pacientes (con terapias musicales) como a los visitantes (con un ambiente de confort) a convivir dentro de la fundación de mejor manera. Cuando se analizó que, al contar con un sistema automático que permita ambientar las salas de terapia en la fundación se conseguiría mejorar la calidad de las terapias, surgió la idea de construir un Sistema de audio distribuido (SAD). Una vez implementado el sistema se acordó que las melodías y/o canciones para cada terapia, serían escogidas por cada terapeuta de acuerdo al criterio profesional de ellos. De esta manera sería eliminada la tediosa rutina de quemar discos (CDs o DVDs) para ser reproducidos con grabadoras individuales que son trasladadas de sala en sala por los terapeutas. Una de las características principales de este sistema, es su mando a control remoto que utiliza transmisión de identificación por radio frecuencia (RFid). Fue esencial utilizar esta tecnología por las ventajas que posee como el radio de cobertura y su total ausencia de interferencia con otros dispositivos inalámbricos.

ABSTRACT

In this project, the designing and the performance of the distributed audio system will be carried out since it is the ABEI foundation which requires the system, wherein the importance of this system is highly acknowledged. The features of this system will be massively appreciated, on one hand by professionals in charge of applying therapeutic sessions to children (patients) , and on the other hand by visitors (providing a comfortable environment) who have attend to this center for further assistance. It will definitely help the members from the foundation to coexist in a pretty suitable environment for them. Once the idea of applying an automatic system was conceived, in order to improve the performance of therapies for kids, the idea of coming up with a distributed audio system (SAD due to its abbreviations in Spanish language) was taken seriously to assemble this project . However, it is essential to quote that once the system gets installed in the center, all the music (songs and tracks) was mend to be suggested and selected by the therapists from the same foundation who have all the experience with special, ill kids who need these therapies. The correct usage and operation of the system will guarantee their appropriate and successful functionality in each session. The fact that the total absence of using personal recorders and players might be suppressed in this enterprise cannot be taken for granted, therefore this will be denoted when the process of burning discs (CDs and DVDs) which to be later on, carried by therapists from one therapeutic room to another, and shall have been totally gotten rid of by the therapists because of this system. As a matter of fact, the automation of the mentioned process is not the only advantage of this system, the wireless communication using RFid technology in which the remote is based on, provides a lot of comfort and an continuous absence of interference with other wireless devices.

INTRODUCCIÓN

El proyecto fue planteado una vez realizada la visita a la Fundación ABEI Infantil. Es ahí donde se encontró la necesidad tecnológica de apoyar las terapias proveídas a los pacientes con problemas, con acompañamiento musical para producir mejores efectos en ellos. De acuerdo a terapeutas ocupacionales y pediatras de la mencionada fundación es posible conseguir mejores resultados al aplicar este proceso.

Además, al considerar las dimensiones de la fundación y el monitoreo por parte de sus supervisores en cada terapia, fue primordial el controlar el sistema a través de un solo mando por la principal autoridad en ella.

Todas las investigaciones preliminares y los primeros estudios de la teoría que nos llevaría a diseñar y construir el sistema, fueron realizadas con la aplicación del método de investigación inductivo, el cual permite partir de los conocimientos generales de un área de conocimiento para llegar al planteamiento y solución de un problema específico.

En este proceso se encontró algunos impedimentos ligeramente tomados en cuenta al principio del mismo. Uno de ellos fue los altos costos en el mercado de los sistemas de audio, especialmente a nivel de amplificadores de potencia; elemento importante dentro del sistema que para que funcione eficientemente. El amplificador aumenta la señal de audio para que logre ambientar completamente todas y cada una de las salas de terapia. Otro componente con un precio a considerarse en el mercado, era el microcontrolador que es el corazón en cada parte de nuestro sistema.

Para resolver estos problemas se decidió fabricar un amplificador casero que cuente con las mismas características de un amplificador comercial, así como utilizar microcontroladores AVR que a pesar de tener mejores características, son más económicos.

Al contar con varias ventajas en el diseño y construcción de este sistema, y todo lo anteriormente expuesto, se procedió a la investigación de todos los componentes que

conformaron el mismo y posteriormente a las pruebas pertinentes en cada una de sus etapas. Cada una de las tarjetas que conforman el sistema fue diseñada y construida para comprobar su desempeño por separado y posteriormente se ensambló todo en conjunto para llevar a cabo una prueba piloto al exponerlo a diferentes usuarios. Finalmente, el sistema fue construido y sometido a pruebas en la fundación para comprobar su eficaz desempeño en una jornada común de trabajo.

Durante todo el proceso que tomó el realizar este proyecto de tesis, se conjeturó algunas conclusiones y recomendaciones que son expuestas al final del presente trabajo.

El capítulo 1 analiza conocimientos básicos en el área de terapia musical que a su vez justifica la realización de este proyecto. También se revisa de manera sucinta los conocimientos en el campo de la electrónica y en el área de sistemas, al revisar conocimientos y características del software (programas) que se necesitarán para el diseño del sistema.

El capítulo 2 revisa todos los elementos más importantes que formarán parte del sistema de audio distribuido, constará de 2 tarjetas principales que serán diseñadas y construidas en el siguiente capítulo.

El capítulo 3 inicia el diseño del módulo, al realizar la arquitectura general de cada una de las tarjetas que lo componen. También se estudia y crea el código necesario para la programación de los elementos importantes.

El capítulo 4 termina de construir el módulo de audio distribuido y se lo somete a pruebas y detallando cada uno de los resultados obtenidos. También se realiza un breve análisis de costos del proyecto.

Una vez terminados los capítulos, se procederá a presentar las conclusiones y recomendaciones que se formularon una vez terminado todo el proceso del presente proyecto.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

Para muchos psicólogos y terapeutas ocupacionales, el complemento ideal para realizar una tarea es el escuchar música que sea agradable, esto según ellos servirá, no solo para terminarla eficientemente, sino para internamente mantener un nivel idóneo en la respiración, ritmo cardiaco e incluso presión sanguínea; es decir, permitirá mantener un estado de relax aunque la tarea sea difícil de realizar y de alta precisión.

Por otro lado, al cambiar el ritmo de la música que se escucha e incrementar su ritmo o volumen, puede producir un efecto positivo en las personas que la escuchan logrando un efecto positivo en ellas, olvidando temporalmente factores diarios que pueden provocar estrés y, en lugar de ello disfrutar de su ritmo y sonoridad al máximo gracias al efecto que produce.

En el caso de los bebés, se ha comprobado que pueden percibir e incluso memorizar ritmos o melodías desde el cuarto mes de gestación, proceso que puede ser aplicado incluso hasta cumplir el primer año de edad. Gracias a esta técnica los bebés pueden relajarse al escuchar estas canciones ya que les recordará la tranquilidad y quietud que disfrutaban en el vientre materno.

La terapia musical ha demostrado ser un arma poderosa para el crecimiento y desarrollo del bebé, y una vez nacido es conveniente continuar con esta terapia para potencializar sus habilidades y estimularlo en su educación, es por eso que los psicólogos y los terapeutas ocupacionales la utilizan en sus sesiones para brindarles un ambiente relajado a sus pacientes e impulsar sus destrezas cerebrales dependiendo del tratamiento que estén siguiendo después de haber sido sometidos a una prueba de diagnóstico.

El enriquecimiento lingüístico contextualizado que se produce con las canciones les ayuda a mejorar su vocabulario al tiempo que las manifestaciones grupales le permiten entrenar su expresión sin cohibirse, al encontrarse amparado por el resto de compañeros.

1.2 Sistemas de audio distribuido (SAD)

“El concepto de audio distribuido no es nuevo, ha existido durante muchos años, siendo sistemas multi-zona que distribuyen sonido en diferentes salas de un hogar, oficinas, locales comerciales, etc. El sistema consta de una central que distribuye el sonido, una serie de mandos instalados en cada estancia que controlan el encendido, apagado, volumen, y otros con elegantes botoneras o incluso pantallas táctiles y que se complementan con los correspondientes altavoces.” (ntelecomunicaciones, 2012)

Los sistemas de audio distribuido (SAD) ofrecen una manera económica de llenar de sonido a varias habitaciones de un solo edificio.

En el siguiente gráfico vemos un ejemplo de un SAD con sus componentes principales: un sistema central, amplificador/es y parlantes.

Figura 1. Sistema de audio distribuido



Fuente: seguratec.com.

Existen muy buenas razones para el uso de un sistema de audio distribuido, es difícil ajustar una impedancia (obstaculización al paso de la corriente alterna) segura para un

amplificador una vez que se inicia la conexión de dos o más altavoces en combinaciones serie/paralelo y, a menos que realmente se sepa lo que se está haciendo, se puede comprometer la impedancia del amplificador, lo cual se traducirá en volumen desigual y posiblemente podría llegar incluso a quemar el amplificador.

Una manera segura de hacerlo es mediante un sistema de audio de 100W, pues es posible conectar algunos altavoces y controles de volumen independientes en todo un edificio, mediante un único amplificador y un cable. El número de bocinas se limita sólo a la potencia requerida desde el amplificador.

“Los sistemas de audio distribuido deben su nombre al uso de una línea de distribución de voltaje que permite, a un solo amplificador monaural (sonido emitido por un solo canal), conectar un gran número de bocinas. Para lograr esto, se utiliza un transformador que se conecta entre cada gabinete y el amplificador, y que tiene la función de elevar la impedancia de la bocina, para permitir la conexión de muchas de ellas en paralelo, sin el riesgo de quemar el amplificador.” (hometech.com, 2011)

La mayoría de los amplificadores de audio pueden manejar una impedancia de salida de hasta cuatro ohms (a veces dos), sin embargo, casi todos los altavoces tienen una impedancia de ocho ohms (a veces cuatro). Una vez que se conectan dos altavoces de ocho ohms en paralelo, se alcanza el límite de cuatro ohms del amplificador. Si se les conecta en serie, se obtendrán 16 ohms que es una impedancia segura para el amplificador, pero ineficaz en términos de transferencia de potencia.

Esos términos hacen referencia a la impedancia (medida en ohmios). La impedancia es la resistencia que ofrece una señal eléctrica de audio al pasar a un dispositivo determinado (altavoz) procedente de una fuente de audio y esta va directamente asociada con la potencia de salida. Por ejemplo si un altavoz que trabaje a 100W a 8Ω lo hará a 200W a 4Ω y a 50W a 16Ω . El arreglo de las impedancias da la impedancia total de salida, por ejemplo se coloca 2 altavoces de 8Ω en serie se tiene un total de 16Ω , y si se coloca 2 altavoces de 8Ω en paralelo se obtiene una impedancia total de 4Ω .

En algunas ocasiones es posible conectar cualquier número de altavoces en configuración eléctrica de serie y paralelo logrando así diferentes impedancias, pero el volumen de cada altavoz variará significativamente a menos que se tenga el diseño perfectamente balanceado. Lo cierto es que, no importa lo que se haga, no se podrá controlar el volumen de cada altavoz independientemente debido a la conexión establecida. (hometech.com, 2011)

Existen algunas formas de aumentar la impedancia en los speakers (parlantes) cuando se tienen configuraciones en serie o paralelo de los parlantes.

En un sistema de distribución, un transformador se agrega a cada bocina para que aumente significativamente su impedancia, esto permite conectar un gran número de bocinas en paralelo al amplificador. El amplificador envía una resistencia mayor de hasta ocho ohms (70 watts), con el fin de compensar la mayor impedancia y con la ventaja de que se puede definir el volumen deseado para cada altavoz, independiente de los demás que estén conectados. (hometech.com, 2011)

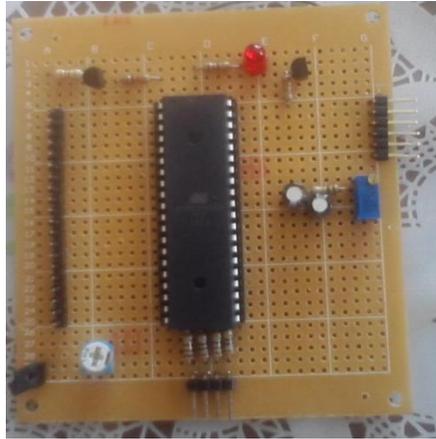
Esto se puede conseguir al ajustar los transformadores en niveles de potencia diferentes, o agregando atenuadores electrónicos de 70 voltios.

1.3 Microcontroladores

Un microcontrolador no es más que un sistema electrónico que integra las capacidades de una arquitectura específica de microprocesador, junto con las posibilidades para acoplar otros sistemas que brindan periféricos para los dispositivos de entrada y de salida, todo en un solo circuito integrado consiguiendo así integración, disminución del costo en implementación de aplicaciones específicas en el área de la electrónica, los sistemas informáticos y sobretodo en la robótica.

En la siguiente imagen (figura 2) se encuentra un microcontrolador en un circuito electrónico bastante sencillo. La fotografía presentada fue tomada de uno de los primeros prototipos que se realizó en el diseño del sistema de audio distribuido.

Figura 2. Fotografía de un microcontrolador



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En un lenguaje más común se los llama así porque su prefijo micro significa pequeño ya que pueden ser más pequeños que un borrador y controladores porque poseen la ventaja de controlar dispositivos sin que intervenga el ser humano; es decir, los microcontroladores son diseñados para programar su interior y ser conectados con máquinas o dispositivos que deban ser controlados automáticamente sin que necesiten de constante supervisión. Debido a esta ventaja los microcontroladores casi no interactúan con el ser humano sino directamente con los dispositivos a controlar.

Existe otra ventaja de los microcontroladores y es que algunos de ellos son reprogramables lo que quiere decir que se los puede programar varias veces para ser utilizados en varias aplicaciones que se necesiten.

Algunas de las aplicaciones más comunes de los SAD son:

- Sistemas de Monitoreo y control de variables analógicas.

- Computadoras de uso específico.
- Están incluidos en la mayoría de electrodomésticos.
- Sistemas de alarma para autos.
- Sistemas de desarrollo y experimentación.

1.4 Touchscreen

En palabras simples el touchscreen es una pantalla sensible al toque humano, en otras palabras, facilita al usuario para que interactúe con el ordenador al presionar en sectores de la pantalla que contienen por iconos o palabras. Los dispositivos touchscreen son ampliamente utilizados en dispositivos para entrenamiento donde el uso de otros periféricos tales como mouse o teclado no es eficaz.

“Los componentes del touchscreen son por lo general un controlador que se encarga de traducir la posición presionada a coordenadas en pantalla, software y una pantalla de cristal transparente.” (MBCESStore, 2006)

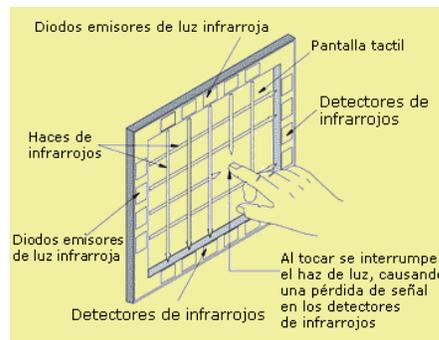
Éste contiene un vidrio recubierto con traductores piezoeléctricos para las coordenadas en el plano cartesiano (X e Y). El proceso se repite tantas veces como sea necesario para cada coordenada.

Los usos más comunes para estos dispositivos son:

- Cajeros Automáticos de banco
- Máquinas de tickets
- Kioscos
- Juegos
- Estaciones de cajeros en supermercados

A continuación, y como referencia preliminar, se presenta un diagrama básico de un touchscreen (ver figura 3).

Figura 3. Touchscreen infrarrojo



Fuente: ecojovent.com

Básicamente consta de 2 grupos de emisores de luz infrarroja que forman una matriz; al presionar en cualquier posición de la pantalla táctil, se interrumpe el haz de luz lo que permite a los sensores detectar la posición exacta de la interrupción y actuar de acuerdo a la programación establecida.

En el mercado los touchscreen más solicitados son los de tipo resistivo y capacitivo, el primero cuenta con la ventaja de tener bajo costo, es más preciso incluso se puede utilizar un dedo como puntero tal como una pantalla de celular y tiene cierta protección para polvo y agua; mientras que los de tipo capacitivo su resolución de imagen es mucho mejor que los otros tipos, tienen buenos tiempos de respuestas e incluso pueden ser multitouch es decir se pueden utilizar varios punteros a la vez pero su desventaja son sus precios altos con los que se los cotiza en el mercado.

1.5 Amplificadores de audio

“Se puede definir a un amplificador como un dispositivo que mediante la utilización de energía, magnifica la amplitud de un fenómeno”. (taringa.net/comunidades/bassinga, 2004)

Éste puede ser de tipo eléctrico o acústico.

“La función del amplificador es aumentar el nivel de una señal, incrementando para ello, la amplitud de la señal de entrada mediante corrientes de polarización (voltaje negativo, voltaje positivo) en el transistor de salida” (lanotamusical.com/, 2009).

Existen varios tipos de amplificadores de audio utilizados en etapas de potencia en el mercado como: amplificador de Clase A, amplificador de Clase B, amplificador de Clase AB, amplificador de clase C, amplificadores de potencia de audio, amplificador Bridge, puentado o monobloque entre otros; cada una se diferencia por tener un diseño muy singular y tienen impedancias relativas que intervienen en cada uno de los diferentes dispositivos utilizados en cada aplicación. Como se mencionó anteriormente, para utilizar un determinado tipo de amplificador se debe analizar el tipo aplicación que se vaya a utilizar y así definir el más opcional para nuestro aplicativo.

Un amplificador de audio, es un aparato al que se le conecta un dispositivo de sonido y aumenta la magnitud del volumen.

En lo que se refiere a sonido, un amplificador de sonido o de potencia son las denominaciones que se usan para un amplificador de audio. En la figura 4 se muestra dos ejemplos de los amplificadores mencionados.

Figura 4. Amplificador de audio



Fuente: itespresso.es

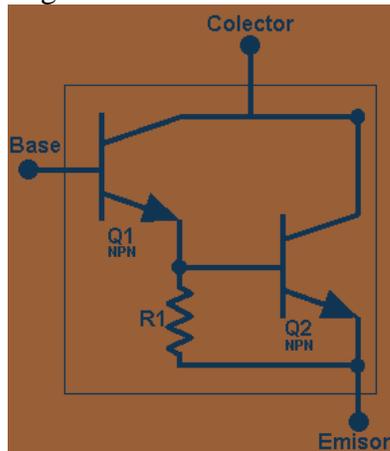
En la figura 4 se puede ver uno de los modelos más comunes de amplificador de audio; una vez realizado el sistema, el amplificador de audio permitirá incrementar la salida de las señales.

Encontramos que en los amplificadores de potencia su funcionalidad más importante es tener un transistor que amplifica señales, y existen reguladores de potencia más sencillos y son lineales. Existen dos tipos de circuitos integrados (CI) aptos para esta función: los amplificadores lineales y los reguladores de tensión lineales.

“Los transistores bipolares de potencia se pueden emplear tanto en aplicaciones lineales como en conmutación, aunque son más lentos y sensibles al fenómeno de la segunda ruptura, el cual es el resultado de una distribución no uniforme de la corriente en la unión base-colector (polarizada inversamente durante conducción) del transistor de salida, provocando un aumento de la temperatura en aquella zona que puede destruir el dispositivo. Como la ganancia de corriente de los BJT es pequeña, normalmente se los emplea en configuración Darlington (configuración de transistores NPN que aumenta la ganancia)”. (dagariveraadder.blogspot.com/, 2011).

La figura 5 presenta el diagrama de la configuración Darlington que a su vez explica su funcionamiento.

Figura 5. Configuración Darlington

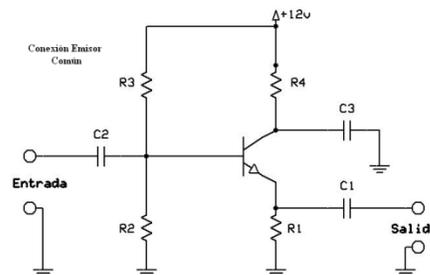


Elaborado por: Belén Barba y Miguel Ángel Suquitana

Se puede apreciar que al utilizar la ganancia obtenida en el primer transistor (Q1) e insertarla en la base del segundo (Q2), se obtiene una ganancia mucho más alta. Esta configuración es muy utilizada cuando se requiere amplificar la señal u obtener más ganancia como en los amplificadores de sonido.

Para mejor comprensión del concepto expuesto se presenta el diagrama electrónico de emisor común usado en un amplificador (ver figura 6).

Figura 6. Configuración emisor común



Fuente: guitarristas.info

En la figura 6 se presenta la configuración mencionada en donde la señal es ingresada por la base del transistor mientras que la salida de la señal se obtiene en el emisor. Es ahí

donde se mide la ganancia en voltaje y amperaje comparada con la base, de ahí su nombre de emisor común.

Un amplificador electrónico puede significar tanto un tipo de circuito electrónico o una etapa de éste, como un equipo modular que realiza la misma función; y que normalmente forma parte de los equipos HIFI (de sus siglas High Definition: sistemas de alta definición y sin ruido al reproducir sonido). Su función es incrementar la intensidad de corriente, la tensión o la potencia de la señal que se le aplica a su entrada, obteniéndose la señal aumentada a la salida. Para amplificar la potencia es necesario obtener la energía de una fuente de alimentación externa; en este sentido, se puede considerar al amplificador como un modulador de la salida de la fuente de alimentación (www.ecured.cu, 2010).

El amplificador puede realizar su función de manera pasiva, variando la relación entre la corriente y el voltaje manteniendo constante la potencia (de manera similar a un transformador), o de forma activa, tomando potencia de una fuente de alimentación y aumentando la potencia de la señal a su salida del amplificador, habitualmente manteniendo la forma de la señal, pero dotándola de mayor amplitud.

La relación entre la entrada y la salida del amplificador puede expresarse en función de la frecuencia de la señal de entrada, lo cual se denomina función de transferencia, y que indica la ganancia del mismo para cada frecuencia. Es habitual mantener a un amplificador trabajando dentro de un determinado rango de frecuencias en el que se comporta de forma lineal, lo cual implica que su ganancia es constante para cualquier amplitud a su entrada.

El componente principal de estos amplificadores, denominado elemento activo, puede ser un transistor con alta ganancia e impedancia baja. Éstos suelen usarse aún en algunos amplificadores diseñados específicamente para audio por la respuesta en frecuencia de estos, preferida en algunos estilos musicales. Los transistores suponen la base de la electrónica moderna. Con ellos se diseñan circuitos más complejos, como los

amplificadores operacionales, que a su vez se usan en otros como los amplificadores de instrumentación.

1.6 Software

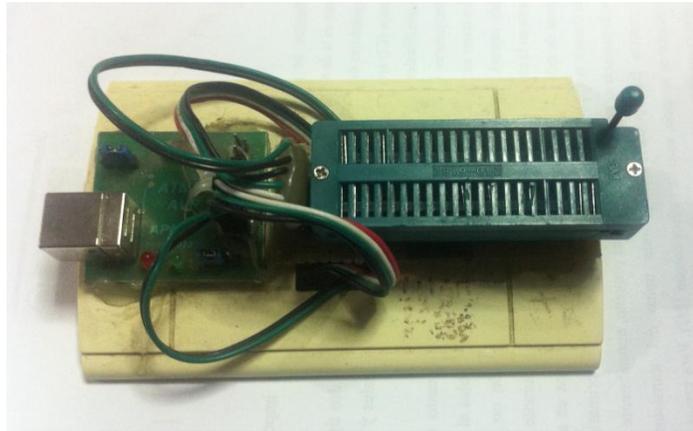
En esta sección se hablará de los programas escogidos para el desarrollo del sistema de audio distribuido. Se detallará de manera sucinta las ventajas que ofrecen los programas escogidos sobre los demás y se explica las características a utilizar. Se dividirá en 2 mini secciones: una para la programación del microcontrolador y la otra para el diseño de las placas.

1.6.1 Programación del microcontrolador

Existen 2 lenguajes de programación que se puede utilizar; el C y el BASIC, dentro del lenguaje Basic se utilizó un programa llamado Bascom AVR ya que su programación es muy sencilla y nos permite modelar las tarjetas de cada parte del sistema en tercera dimensión. Esto se podrá apreciar en el capítulo 3 del presente trabajo escrito.

Se utilizó el programador de microcontroladores descrito en la figura 7 para programar los AVRs.

Figura 7. Fotografía programador de microcontroladores Atmel AVR



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Ángel Suquitana

Al adquirir el programador de microcontroladores en la empresa APM se dio la facilidad de conseguir el programa BASCOM AVR en disco digital (CD). Gracias a esta adquisición, se pudo conseguir el software que facilitó la programación de los microcontroladores.

El programa BASCOM AVR está basado en lenguaje *basic* el cual permite una fácil codificación de los datos para el microcontrolador.

Cabe mencionar que entre las dos familias más importantes de microcontroladores AVR y PIC, se encontró que los AVR cuentan con ciertas ventajas que los PICs y que son de gran utilidad para la presente aplicación, por ejemplo su lenguaje de programación Basic es bastante familiar a los constructores y poseen gran cantidad de librerías disponibles gratuitas en la web, poseen un oscilador interno o pueden también manejar uno externo, la circuitería de los programados de AVR son más sencillos que los de para PIC, utilizan resistencias internas PULL-UP (elevación de la tensión a la salida de un circuito) que se activan al momento de configurar un puerto como entrada, entre otras cosas que podríamos diferenciarlos como las interfaces de programación, IDE (estándar de interfaz para dispositivos de almacenamiento masivo), voltaje de alimentación, costos, potencia, etc.

1.6.2 Diseño del hardware

Para el diseño de las placas se tomó en cuenta 2 programas: el Proteus y el DXP 2004 (Protel). Los dos cuentan con las suficientes librerías para trabajar en el diseño y construcción de las placas, además se escogió el programa Protel por las prestaciones más amplias y porque permite visualizar las placas en tercera dimensión.

Entre las ventajas de Protel encontramos que este programa CAD nos permite diseñar circuitos PCB (tarjeta de circuito impreso) ofreciendo opciones de diseños de circuitos y simulación, además también nos permite el diseño de circuitos SCH o Schematic que en español son circuitos esquemáticos que sirven para la creación de pistas o tracks luego de una determinada distribución de componentes.

En Protel se puede crear las librerías adecuadas y modificar cada uno de sus componentes tanto en el circuito esquemático como el Board y utilizar las dimensiones requeridas en cada una de las aplicaciones, de esta forma se puede dimensionar el diseño a la medida de la placa requerida, también cuenta con la ubicación de los agujeros que tendrá la placa principal o baquelita para ser sujeta al dispositivo construido.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE AUDIO DISTRIBUIDO

2.1 Introducción

En el presente capítulo se describirá los circuitos que componen el sistema de audio distribuido, detallando las características generales, especificaciones técnicas y funcionamiento de cada una de estos. También se describirá detalladamente las tarjetas que fueron diseñadas y las pantallas que permiten el acceso a la interfaz de usuario que permite el control y monitoreo del funcionamiento del sistema para los psicólogos que trabajan en la fundación ABEI.

2.2 Consideraciones generales del sistema de audio

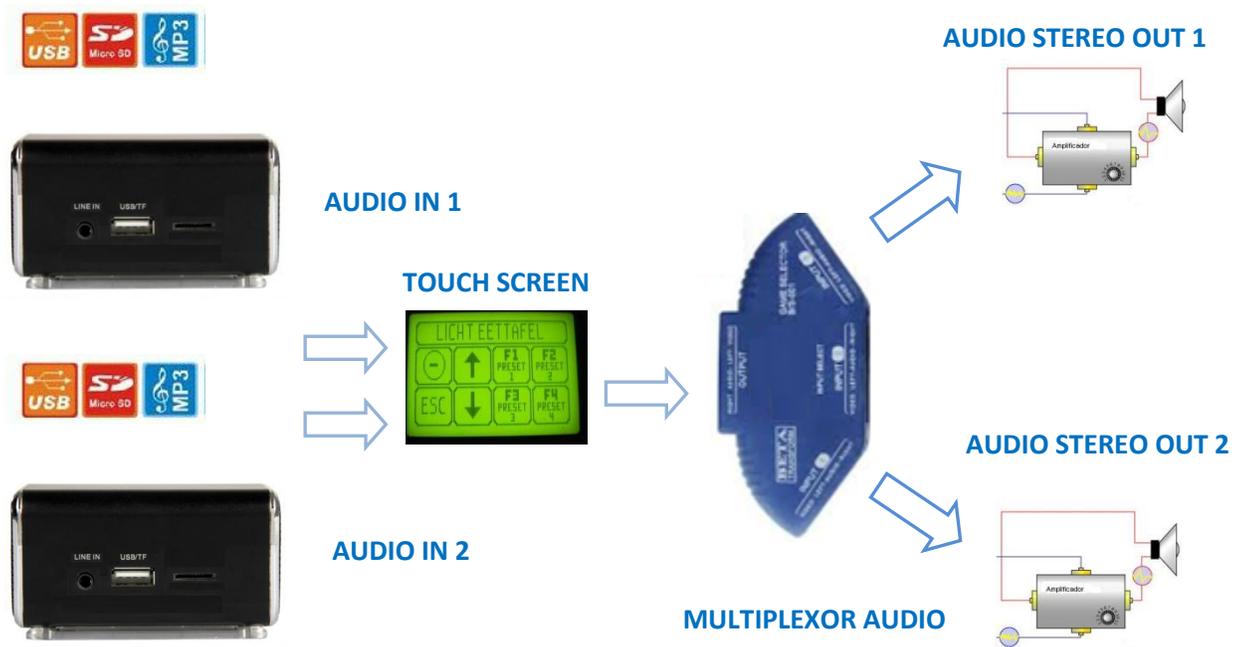
El prototipo tendrá dos entradas de audio y cuatro salidas dispuestas en dos ambientes diferentes para funcionar como cuatro salidas monofónicas o dos estéreos.

Las entradas de audio, podrán ser analógicas o digitales, en el primer caso se utilizará el tradicional LINE IN y en el segundo dispositivos USB o micro SD. Ingresando a un multiplexor de audio cuyas instrucciones serán dadas por el usuario a través de una interfaz gráfica proporcionada en una pantalla touchscreen.

En la figura 8 se puede apreciar el sistema en desarrollo representado por bloques. Se aprecia las dos entradas de audio (Audio In 1 y 2) en las cuales se tendrá almacenada las canciones y melodías para dar terapia a los pacientes de la fundación ABEI infantil, cada una de ellas estará equipada para almacenar datos en tres tipos diferentes de entradas. Se puede escoger, a través del touchscreen uno de los 3 dispositivos en cada entrada y la seleccionada es la que pasará al multiplexor de audio, el cual selecciona la salida que escoja el usuario (mediante el touchscreen) que a su vez emitirá la música en una de las salas de terapia.

La parte final de nuestro diagrama de bloques muestra las salidas estereofónicas (salidas con 2 canales de audio) con las que cuenta el sistema. Físicamente se compondrán de dos o tres pares de altavoces estereofónicos que se instalarán en las salas de terapia de la fundación.

Figura 8. Componentes del sistema de audio distribuido



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Ángel Suquitana

2.3 Diseño del módulo de control del sistema de audio distribuido.

Para el diseño del prototipo se tomará en cuenta los requerimientos solicitados por la fundación que auspicia el presente proyecto. Las mismas que son:

- Dos entradas de audio “LINE IN”
- Dos salidas de audio para ambientes diferentes.

Para cumplir el requerimiento se utilizará tecnología que actualmente se utiliza en microcontroladores y pantallas gráficas touchscreen.

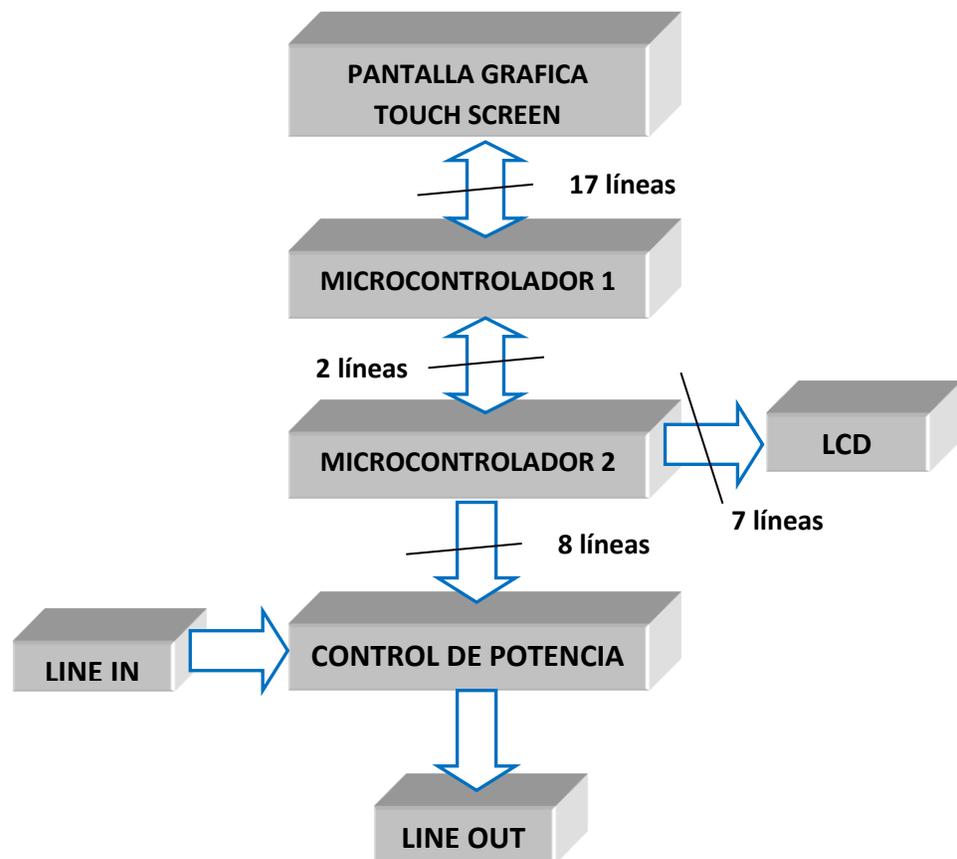
2.3.1. Descripción del módulo

El prototipo que se diseñará tendrá las siguientes características, las cuales se detallan a continuación:

2.3.1.1 Diagrama de bloques

En la figura 9, se visualiza la arquitectura interna de cómo estará diseñada la tarjeta principal del sistema de audio distribuido y las conexiones, tanto del control remoto como con la parte de potencia.

Figura 9. Diagrama de bloques del módulo de control del sistema de audio distribuido



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Ángel Suquitana

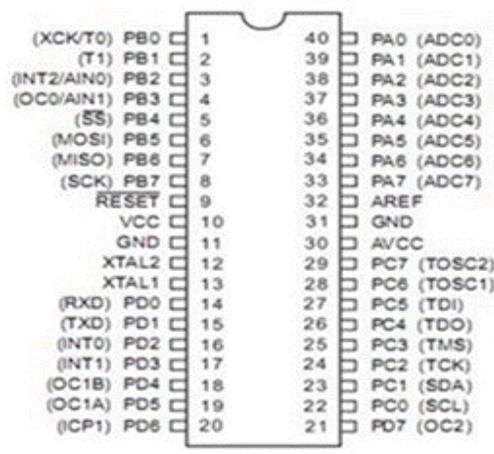
Se puede apreciar que el microcontrolador que está en el control remoto se conecta al touchscreen con 17 líneas, la configuración de este se muestra en la tabla 2.2. Después se puede ver que los dos microcontroladores están conectados entre sí con 2 líneas; la una sirve para transmisión (Tx) y la otra sirve para recepción (Rx). El microcontrolador 2 es el elemento principal de la tarjeta madre que a su vez se conecta con una pequeña pantalla de tipo LCD que visualiza las acciones que realiza el sistema ésta tiene 7 líneas de conexión: 4 líneas para datos, una para fuente (VCC), otra para (GND) y la última para el contraste (BACKLIGHT).

El microcontrolador 2 multiplexa la señal manejando la parte de potencia. Se puede observar que tiene 8 líneas de conexión con ella, éstas son las salidas de relé que se conectarán al amplificador de audio. El bloque LINE IN se refiere a los dispositivos que contienen las canciones para las terapias y el bloque de LINE OUT son las salidas que serán escogidas por los mismos terapeutas.

2.3.1.2 Sistema microcontrolador

En la selección del microcontrolador se tomará en cuenta el número de pines que se requiere para asociar todos los periféricos, así como la capacidad de memoria flash (dispositivo de almacenamiento masivo). Para trabajar con la pantalla touchscreen se tomará en consideración el Atmega de 32KB de memoria y para la multiplexación de audio un Atmega de 16 KB de memoria.

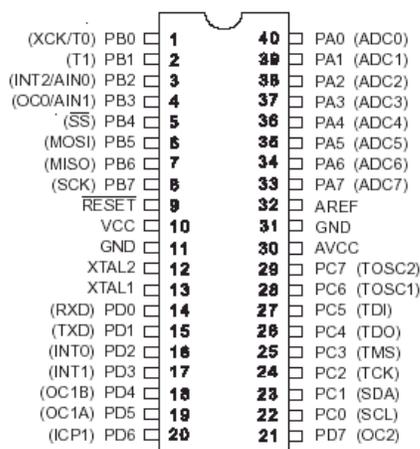
Figura 10. Datasheet Pin OUT Atmega 32



Fuente: Atmel.com

En la figura 10 se presenta el diagrama del Atmega de 32 con su respectiva distribución de pines. La razón principal por la que se escogió este microcontrolador es por la capacidad de memoria interna que posee (32 KB) ya que en el touchscreen se manejan gráficos y pantallas que sirven de interfaz las cuales ocupan más capacidad de memoria. Cabe anotar que en este microcontrolador no se tiene suficiente disponibilidad de puertos para conexión ya que existen pines de interrupción (puerto D) que no permiten utilizar los puertos de acuerdo a las necesidades planteadas.

Figura 11. Datasheet Pin OUT Atmega 16



Fuente: Atmel.com

En la figura 11 se puede apreciar el diagrama con la distribución de pines del Atmega de 16 KB de memoria; éste microcontrolador fue escogido por la distribución de pines en los puertos (más puertos disponibles) y la capacidad de memoria es suficiente para la configuración del sistema.

Tabla 1. Características ATmega 16 y ATmega 32

Microcontrolador	Flash (KB)	EEPROM (Bytes)	RAM (Bytes)	I/O	SPI	USART	TWI	PWM	10-bit ADC
Atmega16	16	512	1K	32	1	1	1	4	8
Atmega32	32	1K	2K	32	1	1	1	4	8

Fuente: Datos obtenidos del datasheet de cada elemento.

La tabla 1 es un cuadro comparativo donde se encuentran las características principales de los microcontroladores Atmega 16 y 32 con respecto a su capacidad de memoria FLASH y EEPROM y distribución de pines.

2.3.1.3 Touchscreen

El módulo del touchscreen que se utilizará como dispositivo de entrada y salida para nuestro sistema, es uno de tipo resistivo LGM-128 de 128x64, en el cual se utilizará como controlador un AVR ATmega de 32. Este dispositivo cuenta con 5 puertos de entrada/salida de 8 canales cada uno.

El gran avance de un touchscreen es que todo se encuentra en el software. Si se usa un teclado tradicional y se necesita una tecla extra o tal vez cambiar el esquema, esto no es posible o costará mucho dinero.

Tabla 2. Conexiones para el display del touchscreen

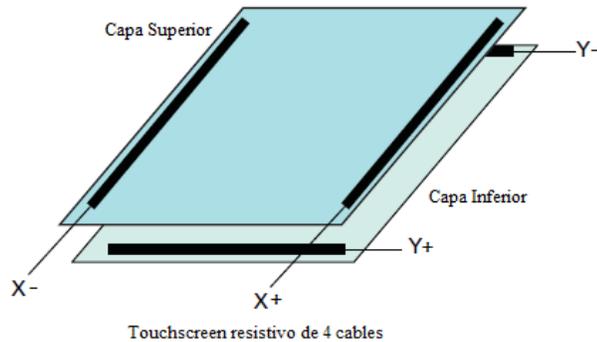
1	Cs1
2	Cs2
3	Gnd
4	+5V
5	Contrast
6	Cd
7	Read
8	Enable
9 - 16	Db0 – Db7
17	Reset
18	Negative power
19	Backlight A
20	Backlight K

Fuente: Datos obtenidos del datasheet del touchscreen.

En el touchscreen solo se añade unas líneas más de código y eso es todo. Cabe añadir que para manejar el contraste del display se utiliza el pin 18 que internamente genera un voltaje negativo, esta es una de las conexiones que necesitamos para que el controlador K-108 funcione correctamente; además existen otras conexiones que fueron detalladas en la tabla 2.

El touchscreen con el que se trabajara en este proyecto es uno de tipo resistivo de 4 cables el cual no es más que 2 grandes resistores conectados, el uno arriba y el otro a un costado (figura 12), cuando se presiona en un lugar del touchscreen se hace contacto entre las 2 capas (superior e inferior) las cuales envían señales que ubican la coordenada donde se presionó. Para determinar dichas coordenadas se leen primero los valores de x y después los de y .

Figura 12. Estructura básica interna de un touchscreen



Fuente: linuxencaja.net

2.3.1.4 Consideraciones generales del LCD

Una de las ventajas a considerarse dentro del proyecto, es la implementación de un dispositivo que desplegará la información del sistema. Para ello se consideró conveniente que con el prototipo también se pueda visualizar información importante para el usuario, sobre todo las instrucciones temporales que guiarán al usuario en el manejo del sistema, además de visualizar las operaciones que realizará el touchscreen. Los pines del LCD (Indicador de Cristal Líquido) para su conexión se muestran a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Distribución de pines del indicador LCD

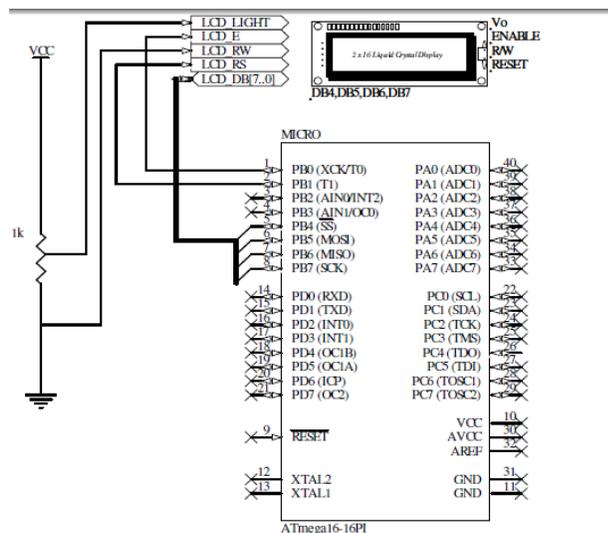
PIN	SMBOLO	NIVEL	DESCRIPCIÓN
1	Vss	0V	Tierra
2	Vdd	5V	Alimentación
3	Vo	Variable	Intensidad Caracteres
4	RS	H/L	H: Dato; L: Instrucción
5	R/W	H/L	H: Lectura; L: Escritura
6	E	H--L	Salida de Habilitación
7	DB0	H/L	Bit 0
8	DB1	H/L	Bit 1

9	DB2	H/L	Bit 2
10	DB3	H/L	Bit 3
11	DB4	H/L	Bit 4
12	DB5	H/L	Bit 5
13	DB6	H/L	Bit 6
14	DB7	H/L	Bit 7
15	A	Led+
16	K	Led-

Fuente: Información adquirida del datasheet del indicador LCD

El LCD que se ha empleado es de 2 filas, de 16 caracteres por fila, suficientes para mostrar información desde el microcontrolador. El modo de operación del LCD con el microcontrolador ATMEGA32 es de 8 bits ya que es la más adecuada (también existe de 4 bits). En la figura 13 se observa cómo se conecta el microcontrolador con el LCD; el puerto B se utiliza para la transmisión de datos (puerto B4, B5, B6, B7) y también para la habilitación tanto del chip (PB0) como para el reinicio (RESET) en el mismo (PB1). Los pines del LCD también se polarizan a fuente y tierra para poder manejar el contraste de la pantalla manualmente (LCD_LIGHT).

Figura 13. Conexión del Indicador LCD



Fuente: Datasheet del LCD

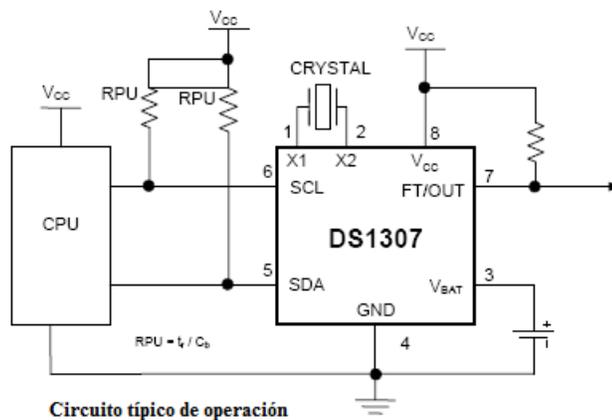
2.3.1.5 Circuito de reloj

El reloj en tiempo real DS1307 es un reloj/calendario con más de 56 bytes de materia NV (no volátil) SRAM. Es un dispositivo que ayudará a sincronizar las funciones del microcontrolador y en sí todas las funciones de las tarjetas del sistema; provee información de segundos, minutos, horas, además de día, fecha, mes y hasta el año con auto-corregimiento para cada año bisiesto hasta el 2100. Su consumo de energía es mínimo y cuenta con código en BCD y un bus bidireccional, además de contener un sensor interno que detecta fallas de energía y decide el uso de baterías de respaldo a conveniencia. Su funcionamiento se puede dar en formatos de 12 y 24 horas con indicador AM/PM.

La razón fundamental por la que se escogió este tipo de reloj sobre otros es que el programa con el que se realizó el diseño (Bascom AVR) ya cuenta con la librería necesaria para la programación del microcontrolador.

Otras características del sistema de reloj son el contar con una Interface Serie I2C, onda cuadrada programable para la señal de salida, consumo bajo de energía (500 nano amperios) y también trabaja en modo de seguridad mientras el oscilador funciona. El circuito básico para conectar el reloj DS1307 es el siguiente:

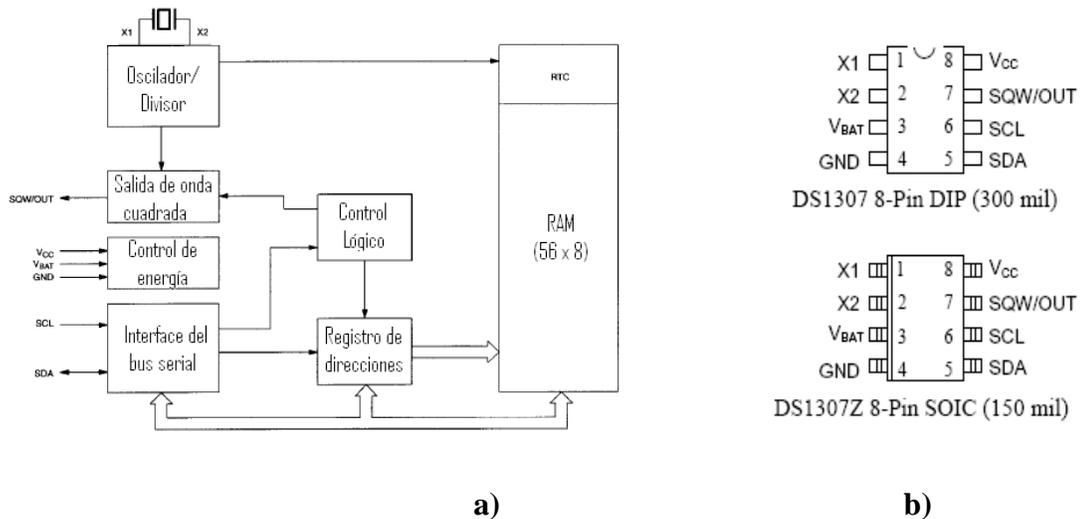
Figura 14. Configuración estándar para el circuito de reloj



Fuente: diarioelectronico hoy.com

El diagrama de bloques así como la distribución de pines para el reloj DS1307 se muestra en la figura 15:

Figura 15. Reloj DS1307: **a)** Diagrama de bloques y estructura interna, **b)** Distribución de pines en Datasheet



Fuente: Datos obtenidos del datasheet DS1307

Los pines principales en un circuito de reloj se detallan a continuación:

VCC es la entrada de alimentación de corriente directa para el dispositivo; trabaja a +5 voltios a temperatura ambiente y es cuando datos pueden ser leídos y escritos en los registros internos. Cuando una batería externa se conecta y el VCC es inferior a 1.25 voltios no se puede ingresar ni leer datos, aun así la hora normal dentro del reloj no se altera debido al voltaje de entrada. Cuando VCC es inferior al voltaje de la batería, la memoria RAM del dispositivo y el cronómetro (cristal interno) se conectan a la fuente de energía externa, es decir; a la batería de respaldo.

SCL se denomina a la entrada de la señal del reloj y sirve para sincronizar el movimiento de datos. Esta entrada necesita una resistencia de polarización externa (RPA).

SDA es la entrada/salida de datos en serie para la interfaz de 2 hilos en serie que viene a ser el bus de datos del reloj.

SQW/OUT es el controlador de la salida de onda cuadrada. Este pin sirve para activar la salida de una de las frecuencias de onda cuadrada cuando se envía un uno (1) lógico a este pin; necesita de una resistencia RPA y funciona con voltaje V de fuente (Vcc) o voltaje de batería (Vbat).

X1, X2 son las conexiones para el cristal de cuarzo con una capacitancia determinada de 12.5 pico faradios (pF).

Cabe anotar que el funcionamiento del reloj DS1307 será preciso dependiendo de la exactitud del cristal y las especificaciones del circuito oscilador; se cumplirán las instrucciones programadas a una temperatura ambiente no mayor de 25 grados.

2.2.1.6 Tarjeta madre

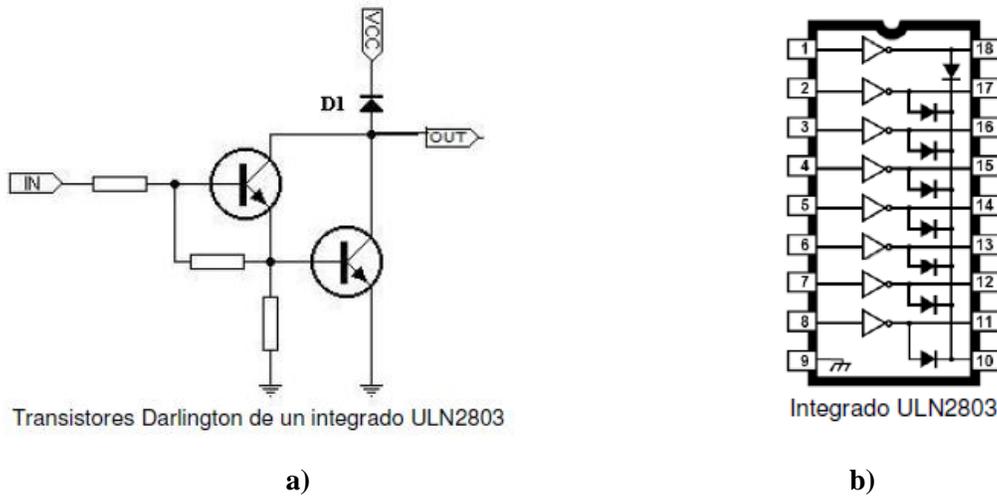
Control de las Salidas de Potencia

En esta etapa del diseño se utilizará relés, los mismos que se utilizarán para la multiplexación del audio; los relés son dispositivos mecánicos capaces de manejar grandes cargas a partir de pequeñas tensiones aplicadas a su bobina, es decir; al analizar internamente un relé, se puede apreciar un interruptor pequeño frente a una bobina. Ésta es la que al enviársele corriente se activa generando un campo magnético el cual activa el interruptor. Este efecto es producido por inducción magnética y no cuenta con conectores físicos (cables) lo que permite aislar la parte digital (control del sistema) con la de potencia (amplificador de audio). Principalmente, el microcontrolador tiene la función de seleccionar el relé que activa el parlante que reproduce el sonido.

En la última etapa, antes de conectar el conjunto de relés se implementará un circuito integrado ULN2803 que no es más que un buffer que incrementa la corriente lo suficiente para activar las bobinas de los relés. Éste circuito contiene una serie de 8 transistores tipo Darlington (tipo NPN), que realimentará con la corriente suficiente para manejar las bobinas de los relés. En la figura siguiente se muestra el esquema de una de las etapas del circuito integrado referido. También se muestra la estructura interna del

integrado, también se muestra un diodo (D1) el cual integrado protege los transistores de picos de sobre tensión de tipo inductivas eventualmente generadas por las bobinas de los relés. El mencionado integrado soporta hasta 50 voltios.

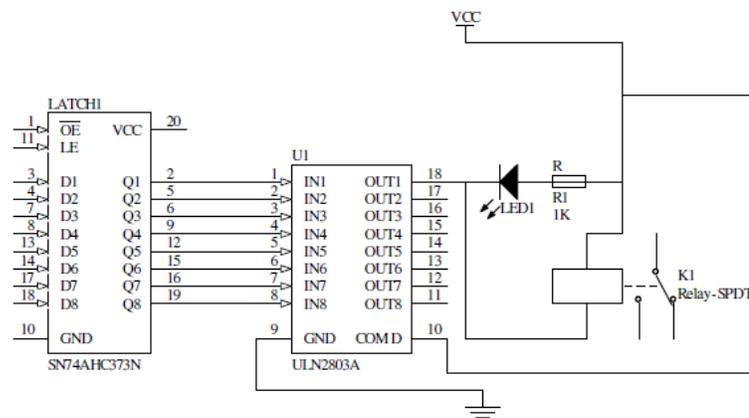
Figura 16. Integrado ULN2803: a) Configuración, b) Estructura interna en Datasheet



Fuente: datasheetcatalog.com

En la figura 17 presentada abajo, se muestra el control de un solo relé con el integrado ULN2803, como se puede observar se implementara un diodo LED como indicador para mostrar que relé se encuentra activo.

Figura 17. Control de relé usando el integrado ULN2803



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Ángel Suquitana

CAPÍTULO 3

CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DEL SISTEMA DE AUDIO DISTRIBUIDO

3.1 Introducción

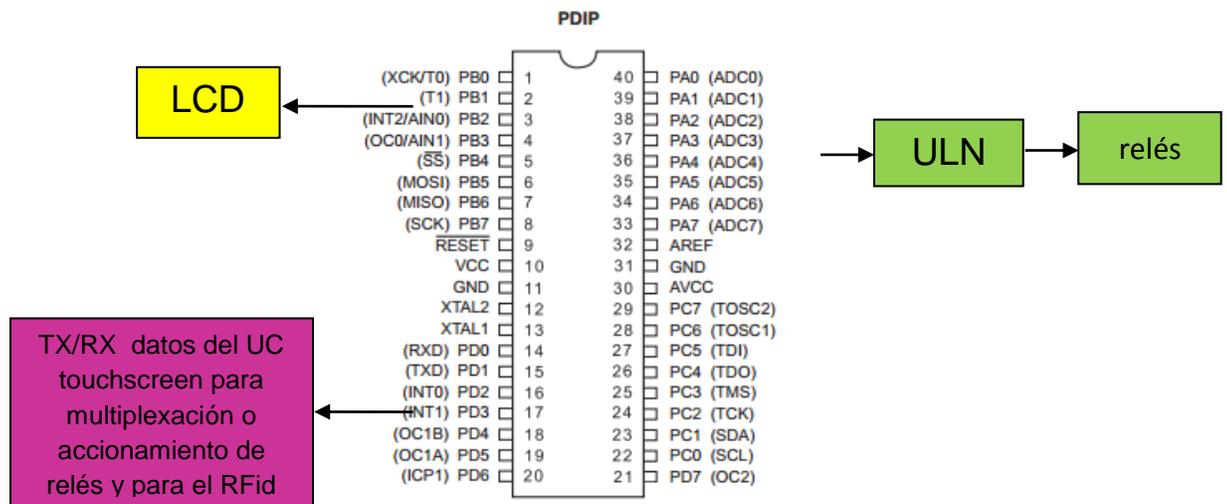
En este capítulo se explicará detalladamente los aspectos principales que se tomaron en cuenta para la construcción del Módulo de Audio Distribuido diseñado en el capítulo 2 y también las consideraciones necesarias para realizar la interfaz con la que interactuarán los usuarios de la fundación ABEI Infantil.

3.2 Diseño del hardware

3.2.1 Descripción y diagrama de la tarjeta madre

El elemento principal de la Tarjeta Madre del Sistema de Audio Distribuido consta de un AVR de ATMEL 16A, y sus puertos se encuentran configurados de la siguiente manera:

Figura 18. Configuración de Pines del ATmega 16A



Fuente: 8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash.

Nota: cuadros adicionales agregados por Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 18 muestra la configuración de los pines del micro ATmega 16A, distribuidos de la siguiente manera:

- En el **puerto A** se encuentra conectado a las salidas del Sistema a través de un ULN para poder amplificar la corriente que se conecta a la bobina de los relés.
- El **Puerto B** maneja la parte del LCD.
- **Puerto C** se encuentra deshabilitado.
- Y en el **puerto D** solo se utilizará algunos pines que permiten la comunicación con los mandos para selección de entradas y multiplexación del audio.

Entre los elementos más importantes de la Tarjeta Madre también tenemos el Pin configurado con RESET que permite como su nombre lo indica resetear al micro por completo, homologado a un computador este se apagaría y encendería por completo.

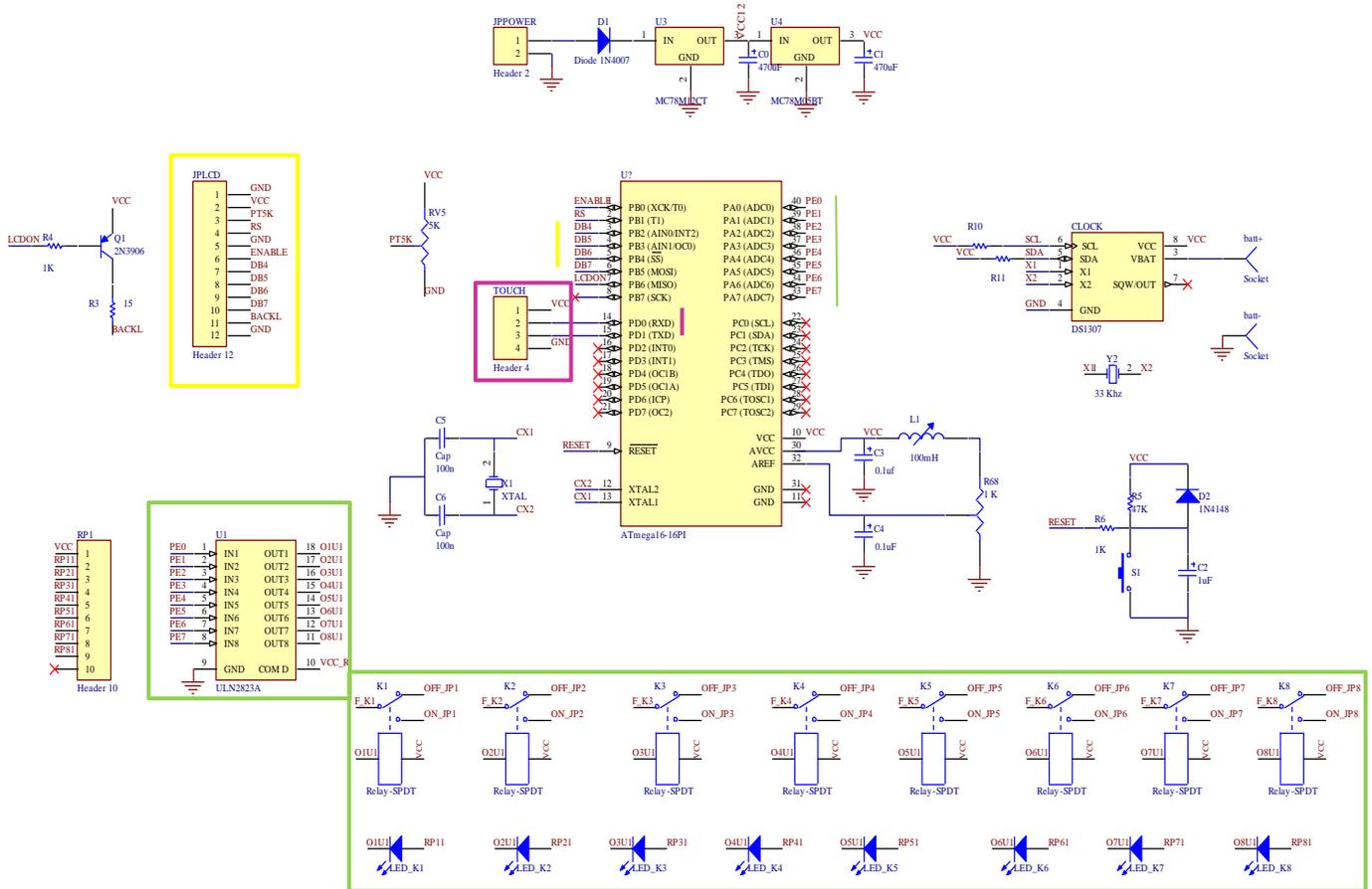
El micro y todos los circuitos integrados utiliza una fuente de 5V, a diferencia de que los relés que utilizan 12V para su activación, por ello tenemos dos reguladores de voltaje. Algo importante de mencionar es que cada uno de los relés cuenta con un diodo LED que indica su correcto funcionamiento y permanece prendido mientras este activado el relé.

El reloj del micro que proporciona el tiempo de referencia para el funcionamiento del microcontrolador está compuesto por el cristal (11.0592 MHz) y los dos capacitores de 33pF y su función es dar los ciclos de máquina del microcontrolador.

Existen dos potenciómetros, el primero para contraste del LCD y el segundo para voltajes de referencia para la parte de análogo/digital que usa nuestro microcontrolador.

Todo lo anteriormente explicado se muestra en el diagrama siguiente:

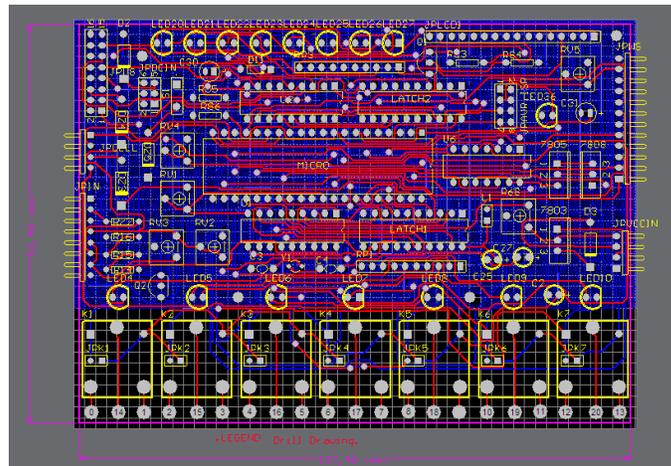
Figura 19. Esquemático del circuito de la Tarjeta Madre del SAD



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana.
 Nota: diseñado realizado en DXP 2004 (Protel)

La figura 19 muestra todas las conexiones de los diferentes elementos del SAD al microcontrolador ATmega 16A, elementos que se encuentran resaltados de color y que fueron descritos al inicio de este capítulo, aquí se encuentra el puerto A asociado al ULN 2803A para poder amplificar la corriente que se conecta a la bobina de los relés de 5V, junto a estos encontramos 4 leds que sirven de verificación e indicadores de activaciones de las salidas, en el puerto B encontramos el LCD de 16X2 que sirve para desplegar mensajes de actividad de la tarjeta, y el puerto D conectado a los pines de TX/RX que se conectarán al módulo inalámbrico o Xbee que se describirá más adelante.

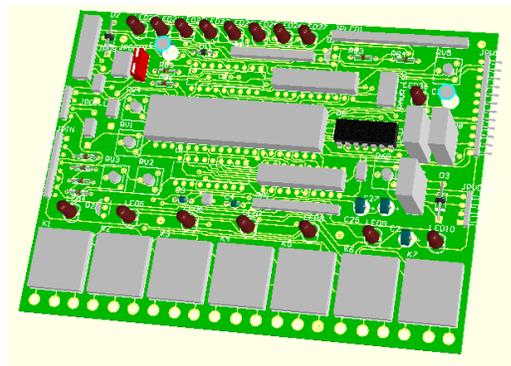
Figura 20. Circuito PCB de la Tarjeta Madre del SAD



Elaborado por Belén Barba y Miguel Suquitana
Nota: diseño realizado en DXP 2004 (Protel)

La figura 20 muestra los mismos componentes del esquemático de la figura 3 pero ya con el dimensionamiento exterior para la placa impresa, los agujeros de montaje necesario, la correcta colocación y distribución de los elementos, las pistas que serán impresas y que se reflejará en la placa final del proyecto.

Figura 21. Circuito 3D de la Tarjeta Madre del SAD



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana
Nota: diseño realizado en DXP 2004 (Protel)

La figura 21 muestra una vista en 3D del circuito que permite verificar como quedará la distribución de los elementos de forma virtual en la placa, siendo este una ventaja más

para utilizar DPX 2004 Protel el cual permite también cambiar o modificar nuevamente esta distribución hasta que se adecue a lo necesario en la aplicación.

Figura 22. Circuito de construcción de la Tarjeta madre y controles (vista frontal)



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 22 no es más que el resultado del diseño y la construcción del circuito principal del SAD y su circuito de la tarjeta madre y controles, esta placa es nuestro hardware en una vista frontal, aquí ya vemos sus elementos más importantes como microcontrolador, ULN, relés y señales de Rx y Tx.

Figura 23. Circuito de construcción de la Tarjeta madre y controles (vista posterior)



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Y la figura 23 es el mismo circuito impreso en una baquelita como sus pistas eléctricamente interconectadas en base al circuito necesario, esta placa es nuestro hardware en una vista posterior.

3.2.2. Descripción y diagrama del touchscreen

El circuito del touchscreen trabaja con un AVR ATmega32, cabe mencionar que los microcontroladores de 16 y 32bits fueron utilizados en el presente proyecto por su velocidad de procesamiento y capacidad de memoria de almacenamiento como lo refleja la siguiente tabla:

Tabla 4. Tabla comparativa de Atmel AVR 8 bits

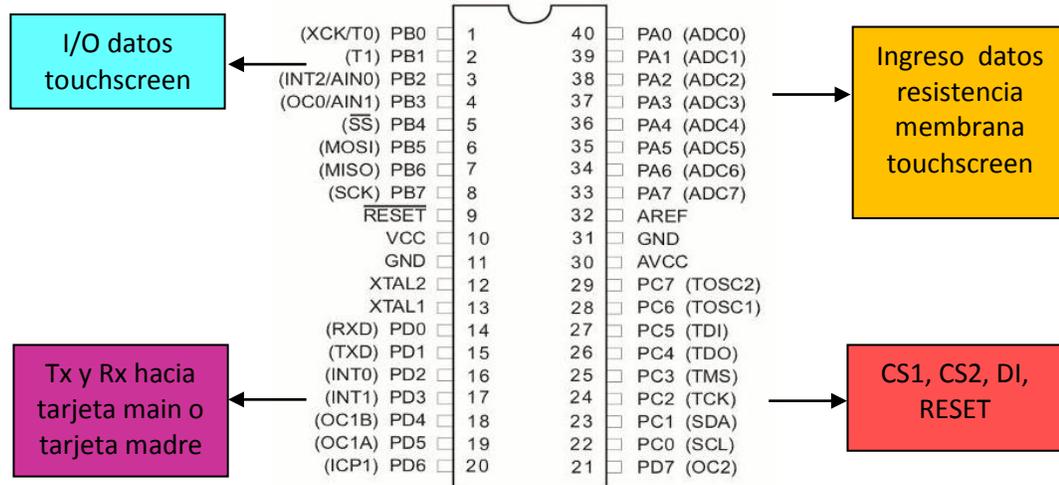
AVR	Flash(Kbytes)	EEPROM(Kbytes)	SRAM(bytes)	F.max(MHz)
ATmega128	128	4	4096	16
ATmega64	64	2	4096	16
ATmega32	32	1	2048	16
ATmega16	16	0,5	1024	16

Fuente: Comparativa de microcontroladores actuales.com

La tabla 4 muestra comparaciones de tipos de memoria de algunas clases de AVR's, se puede decir que la memoria flash permite la lectura y escritura a grandes velocidades y cualquier número de veces, la memoria flash se deriva de la memoria EEPROM con la diferencia de que esta segunda puede ser leída infinitamente pero el borrado y reprogramado únicamente un número limitado. La memoria SRAM permite mantener datos o ser leídos o escritos en cualquier orden, mientras este alimentándose, sin necesidad de ejecutar un refresh.

Los puertos del microcontrolador del Touchscreen, están configurados de la siguiente forma:

Figura 24. Configuración de Pines del ATmega 32A



Fuente: 8-bit Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash.

Nota: cuadros adicionales agregados por Belén Barba y Miguel Suquitana

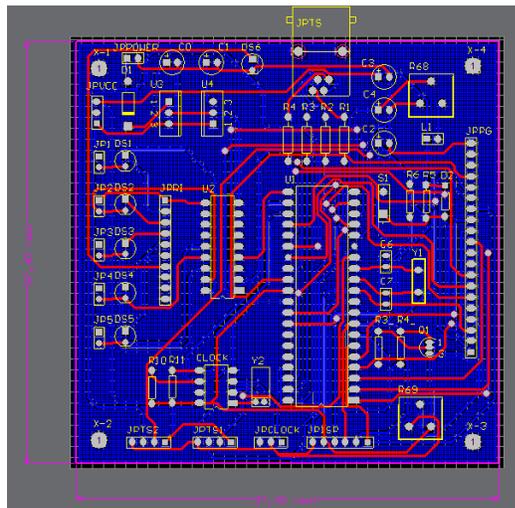
La figura 24 muestra la configuración de los pines del micro ATmega 32A, distribuidos de la siguiente manera:

- En el **puerto A** se encuentra conectado a las 4 salidas del touchscreen (PA0, PA1, PA2, PA3) todas estas salidas deben estar polarizadas con una resistencia de 10k para lectura de datos en la pantalla del Touch de la pantalla.
- En el **puerto B** estarán conectadas las entradas/salidas de la tarjeta madre. Es un puerto bidireccional, la conexión del módulo del touchscreen con la tarjeta madre se hará mediante conexión serial con un jumper (Header20) que se polarizará a la fuente de alimentación en el pin 4 VCC y a tierra en el pin 3 GND.
- En el **puerto C** del AVR se hallan los comandos principales para el funcionamiento del mismo; desde PC0 hasta PC5 se conectarán los pines de CS1, CS2, DI, el comando de lectura/escritura, el de habilitación y el botón de RESET. El circuito de polarización para resetear el sistema debe estar conectado a la fuente (VCC) y a tierra (GND) y consta de 2 resistencias de 2K y 47K, 1 diodo 1N4148 de 1 amperio, un capacitor de 1uF y un pulsador para resetear cuando sea necesario, es decir activa el nivel bajo 0L con el fin de resetear el AVR.

La figura 25 muestra todas las conexiones del diseño esquemático de los diferentes elementos del touchscreen al microcontrolador ATmega 32A, encontramos en el puerto A que 4 pines están conectados a resistencias de 10 K la cual permite la lectura de la membrana del touchscreen, el puerto B tiene conexión con las entradas y salidas de la tarjeta madre, en el puerto C están los pines de CS1, CS2, DI, el comando de lectura/escritura, el de habilitación y el botón de reset, entre otros, y en el puerto D sus pines están configurados para Tx y Rx que se conectarán a módulo inalámbrico Xbee y además se conectarán 4 relés de 5V que servirán para el control de la selección de determinada entrada (volumen alto o bajo, pausa y stop).

La figura además muestra otros elementos como los pines AVCC que es una conexión típica por la casa fabricante y consiste en un filtro para armónicos y AREF se asocia un potenciómetro con el cual se da el voltaje de referencia para el puerto ADC de 4.5V, se tiene también un oscilador de frecuencia externo de cristal de cuarzo de 11.0592 MHz asociados a los pines XTAL1 y XTAL2 conectados con dos capacitores de 33pF.

Figura 26. Circuito PCB del Touchscreen del SAD

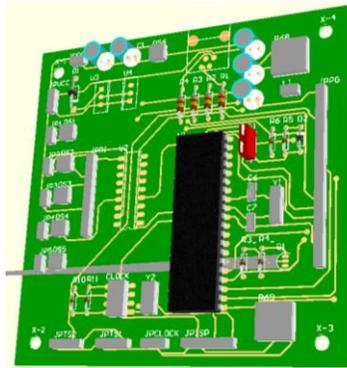


Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana
Nota: diseñado realizado en DXP 2004 (Protel)

En la figura 26 se muestra los mismos elementos previamente descritos del diseño esquemático correspondiente a la figura anterior, cuenta con el dimensionamiento

exterior para la placa impresa, agujeros de montaje, distribución más apropiada para los elementos y pistas que irán en la placa final del proyecto del touchscreen. Esta forma de visualización es conocida como PCB.

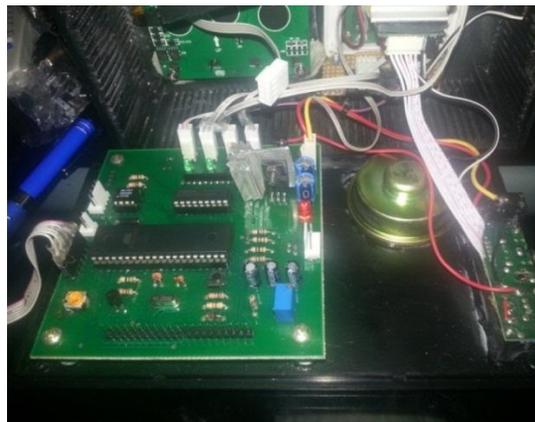
Figura 27. Circuito 3D del Touchscreen del SAD



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana
Nota: diseñado realizado en DXP 2004 (Protel)

En la figura 27 se muestra una vista del circuito en 3D, vemos que sus elementos tienen una correcta distribución, también se encuentran los huecos que servirán para sujetar la placa en nuestra propia aplicación.

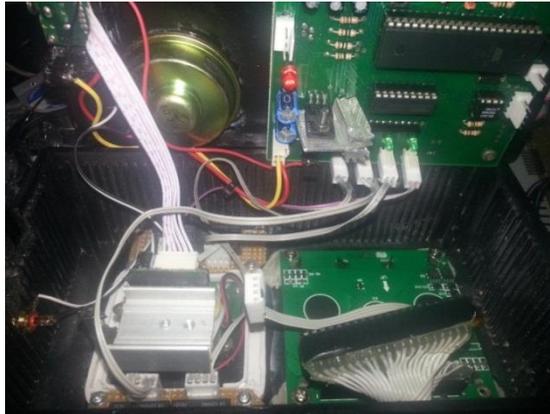
Figura 28. Circuito de construcción del TouchScreen (vista frontal)



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 28 es la fotografía de la tarjeta del touchscreen correctamente acoplada en la caja que utilizaremos para el hardware de nuestro proyecto.

Figura 29. Circuito de construcción del Touchscreen unido al jumper de la tarjeta



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 29 muestra el circuito y el jumper que se conectará en la membrana del touch y su tarjeta. Podemos visualizar aquí un led rojo que sirve como indicador de polarización.

3.2.3. Descripción y diagrama del mando RFID

“La tecnología RFID (radio frequency identification) o en español identificación por frecuencia remota o inalámbricamente, posee un dispositivo tag o etiqueta y un lector, los cuales se comunican a través de ondas de radio”. (<http://www.egomexico.com>, 2013)

Existen varias ventajas por la que fue utilizada ésta tecnología en el presente proyecto, entre las más importantes se encuentran:

- RFID no requiere una línea de visión directa entre la antena y el lector, es utilizado en ambientes externos
- Su alcance o distancia de lectura es aproximadamente hasta 10 m.

- Su velocidad de lectura y precisión puede ser realizada en más de mil ejecuciones por segundo.
- Posee bandas de frecuencia, para bajas desde 125 - 134 KHz y 140 – 148.5 KHz; para altas frecuencias se manejan 13,56 MHz y para largo alcance hasta 2,45 GHz, y además trabaja con otros rangos de frecuencia.

3.2.3.1 Funcionamiento de RFID

Para explicar mejor el funcionamiento del RFID, primero se explicará los dispositivos electrónicos principales que posee:

1. TAG o ETIQUETA: dispositivo que almacena información y la trasmite
2. LECTOR: dispositivo que recibe y comunica señales de radio mediante un campo de radio frecuencia, y devuelve información procesada.

Figura 30. Dispositivos de un RFID



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Encontramos que en la figura 30 se tiene que el tag contiene información del dispositivo donde se procesa la información mediante un chip o memoria interna y genera una señal de radiofrecuencia, la cual es absorbida por el lector quien constantemente está enviando señales para encontrar un tag sintonizado con su misma frecuencia, después de que la encuentra obtiene la señal y la procesa en información digital.

3.2.3.2 Normas de RFID

Entre aspectos más importantes que se consideran en las normas o estándares RFID y entre las organizaciones más importantes, encontramos las siguientes:

- **IEEE 802.15.4** – estándar que define nivel red básico y controla el acceso al medio de redes inalámbricas de un área personal.
- EPC UHF Generación 2 - Aire especificación de protocolo de interfaz para la gestión de artículos.
- ISO / IEC 18000 Parte 6 - Interfaz de aire para la gestión de artículos de UHF.
- Información interfaz orientado a objetos para el uso de la RFID en la gestión de artículos - ISO / IEC 15961 y 15962.
- ANSI INCITS 256:2001 - Estándar RFID Americana para la gestión de artículos.
- EAN.UCC GTAG TM - Norma de aplicación para el uso de la RFID en la cadena de suministro macro.
- ANSI MH 10.8.4 - Norma Solicitud de RFID en los envases reutilizables.
- ISO / IEC 18000 parte 4, el modo 1 (2450 MHz)
- ISO 18185 Electronic Sello Etiquetas
- ISO 22389 RFID de lectura / escritura de los contenedores
- Automotive Industry Acción Group (AIAG) B-11 del neumático y la rueda de identificación
- Lectores RFID son compatibles con Cisco (CCX)

- **EPC**

EPC corresponde a las siglas en inglés de Código Electrónico de Producto y se refiere a una clave de identificación unívoca vinculada a un ítem, caja o pallet que permite detallar información sobre el mismo en cualquier lugar de la cadena de abastecimiento. No obstante, su principal objetivo no radica en reemplazar el código de barras, sino en crear un camino para la que las empresas puedan migrar del código de barra hacia la tecnología RFID.

EPC Global Inc. es una organización independiente, sin fines de lucro y con estándares globales encomendados por la industria para el manejo de la adopción e implementación de la Red EPC Global y la tecnología EPC.

EPC Global Inc. nace a partir de la fusión entre GS1 (antiguamente EAN Internacional) y GS1 US (antiguamente Uniform Code Council, la cual administra el código de barra UPC).

GS1 representa a 101 organizaciones miembros alrededor del mundo. El Sistema EAN.UCC (el estándar más aceptado mundialmente) es utilizado por más de 260.000 compañías que operan en 140 países. (www.rfidpoint.com,2013)

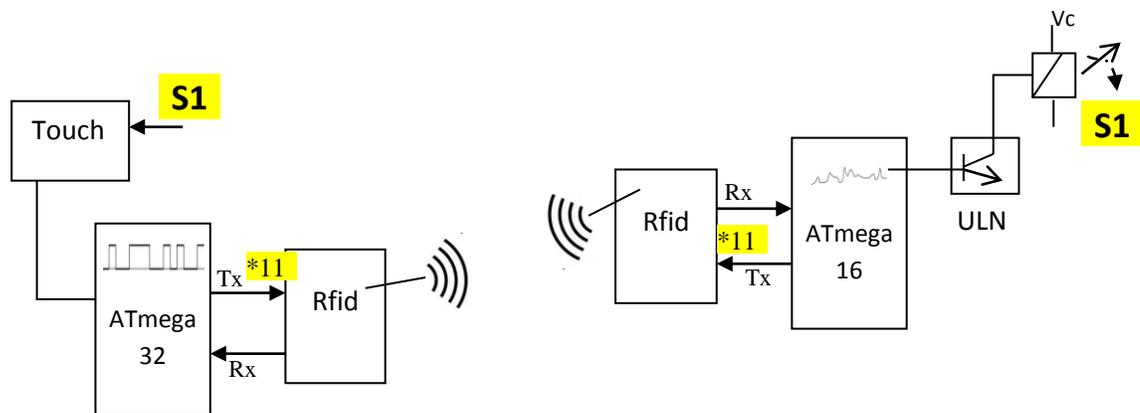
3.2.3.3. Módulo RF Xbee

El intregado XBee and XBee-PRO RF Modules es el dispositivo que se utilizará para la transmisión RFID, este integrado maneja sensores inalámbricos de baja costo y bajo consumo de energía además trabaja con una frecuencia de transmisión y recepción de 2,4 GHz y con alcances superiores a los 10m.

El módulo XBee ha sido configurado adecuando sus señales de transmisión y recepción de 8 bits, los cuales por medio de transmisión inalámbrica permite comunicarse con la placa madre y activar o apagar relés tanto de salidas como entradas.

El dispositivo remoto está asociado a un AVR que controla la parte de Tx y Rx. Es decir, el receptor identifica la señal dentro de un conjunto de señales y transforma la misma en datos (pulsos digitales).

Figura 31. Manejo de datos por medio de Transmisión y Recepción del RFid



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Para explicar un poco mejor el funcionamiento del Rfid en la figura 31, se muestra la señal que ingresa del touchscreen (señal digital) la cual es procesada en el microcontrolador ATmega32, llega RFid Tx para ser transmitida por ondas electromagnéticas, esta comunicación es receptada por el Rfid Rx e ingresa a la tarjeta madre o main a través del microcontrolador ATmega16 pasa al integrado ULN la cual toma pulsos o señales de baja intensidad datos TTL y envía a los relés para activación del dato ingresado a través del touch. Así es como nuestro dato ingresado en el touch **S1** activa el parlante requerido S1.

Figura 33. Descripción de los Pines del Módulos Xbee/ Xbee-PRO

Pin #	Name	Direction	Default State	Description
1	VCC	-	-	Power Supply
2	DIO13/DOUT	Both	Output	UART Data out
3	DIO14/DIN/nCONFIG	Both	Input	UART Data In
4	DIO12/SPI_MISO	Both	Disabled	GPIO/ SPI slave out
5	nRESET	Input	Input	Module Reset
6	DIO10/PWM0	Both	Disabled	GPIO
7	DIO11/PWM1	Both	Disabled	GPIO
8	reserved	-	-	Do Not Connect
9	DIO8/nDTR/SLEEP_RQ	Both	Input	Pin Sleep Control line /GPIO
10	GND	-	-	Ground
11	DIO4/SPI_MOSI	Both	Disabled	GPIO/SPI slave In
12	DIO7/nCTS	Both	Output	Clear-to-Send Flow Control/GPIO
13	DIO9/ON_nSLEEP	Both	Output	Module Status Indicator/GPIO
14	VREF	-	-	Not connected
15	DIO5/ASSOCIATE	Both	Output	Associate Indicator/GPIO
16	DIO6/nRTS	Both	Input	Request-to-Send Flow Control/GPIO
17	DIO3/AD3 /SPI_nSSEL	Both	Disabled	Analog Input/GPIO/SPI Slave Select
18	DIO2/AD2 /SPI_CLK	Both	Disabled	Analog Input/GPIO/SPI Clock
19	DIO1/AD1 /SPI_nATTN	Both	Disabled	Analog Input/GPIO/SPI Attention
20	DIO0/AD0	Both	Disabled	Analog Input/GPIO

Fuente: Digi your M2M Expert.com

La figura 33 contiene la distribución de pines para los dos módulos de Xbee, entre los principales: para conexión VCC utilizamos el pin 1, para GND utilizamos el pin 10, DOUT y DIN utilizamos Pines 2 y 3 respectivamente. En conexiones de actualización de firmware los pines 16 para RTS y DTR pin 9, para activación en bajo L pin 5 RESET.

Figura34. Módulo Xbee Tx y Rx



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana.
Nota: fotografía de módulo de SAD

En la figura 34 se tiene una imagen de los módulos Xbee y Xbee-PRO, el primero como LECTOR y el segundo como TAG, vistos en su tamaño real. Su interfaz es fácil y flexible, son muy útiles para este tipo de circuitos por su tamaño, y son especialmente utilizados en proyectos de robótica y domótica.

3.2.4. Descripción y diagrama de amplificador de audio

3.2.4.1 Circuito integrado TDA2007A

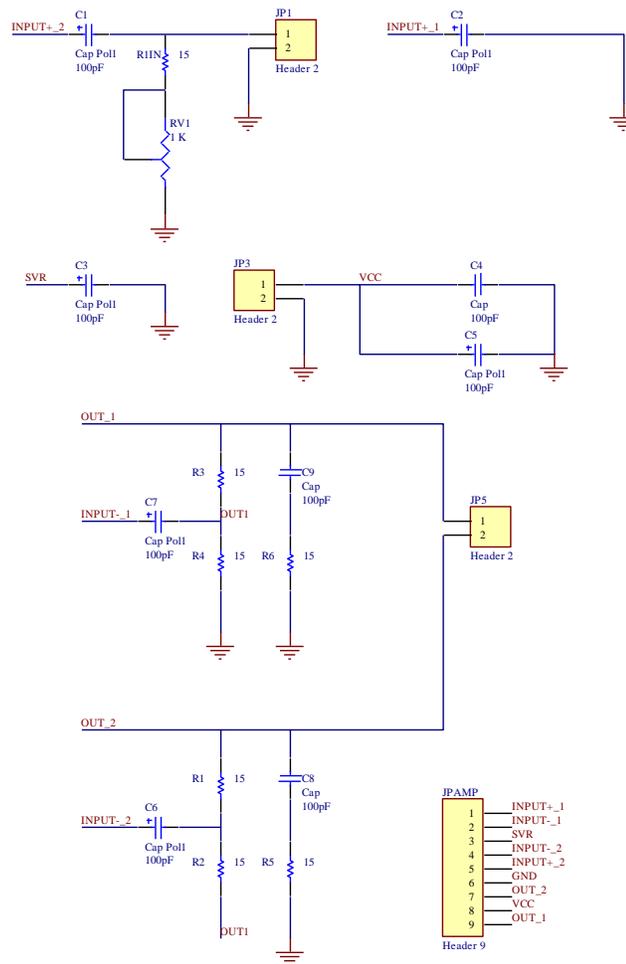
El circuito amplificador de potencia de audio utilizado en el presente proyecto es TDA2007A, la tecnología que maneja este amplificador es de clase AB, conocido también como un amplificador híbrido o doble con características de clase A y clase B, su estructura es de fácil adaptación a circuitos sencillos, utilizan pocos componentes, económico diseño y soportan 2 canales para amplificación de audio.

Entre las cualidades de los amplificadores de tipo AB se tienen: buenas salida de audio, alto rendimiento, gran potencia, altos niveles de señal mostrando características de clase B y poseen bajos niveles ruidos eliminando distorsiones en intervalos de 0 voltios. En el mercado se pueden hallar dispositivos con este circuito integrado como: equipos de música, receptores de televisión, videorockolas, entre otros.

3.2.4.2 Descripción y Diagrama TDA2007A

El TDA2007A soporta corrientes altas, con cargas de 4Ω (ohmios), en el proyecto del SAD cada entrada utiliza 6W y posee 4 salidas, es decir se utilizó 2 amplificadores.

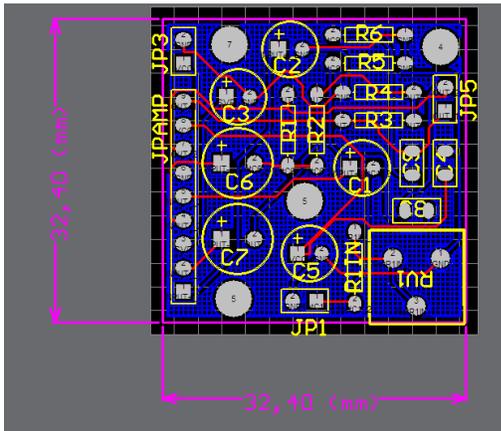
Figura35. Esquemático del Amplificador de Audio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana
 Nota: diseño realizado en DXP 2004 (Protel)

En la figura 35 encontramos el circuito TDA2007A o JPAMP en nuestro esquemático con sus 9 patas o pines de configuración, el pin 1 INPUT+1 tiene una entrada no inversora del primer amplificador, el pin 2 INPUT-1 corresponde a una entrada inversora del primer amplificador, pin 3 SVR conectado a tierra haciendo que el circuito integrado queda en reposo o stand-by, los pines INPUT+2 e INPUT-2 poseen una entrada inversora y no inversora para el segundo amplificador, GND pin a Tierra (0 V), los pines OUT1 y OUT2 son salidas del primer y segundo amplificador respectivamente, y por último el VCC voltaje de alimentación de 5V hasta 26V.

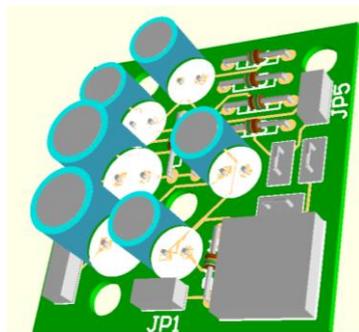
Figura36. Circuito PCB del Amplificador de Audio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana
Nota: diseñado realizado en DXP 2004 (Protel)

En la figura 36 se encuentra el posicionamiento de los componentes de nuestro amplificador, elementos como resistencias, capacitores y en la parte izquierda el circuito TDA2007A.

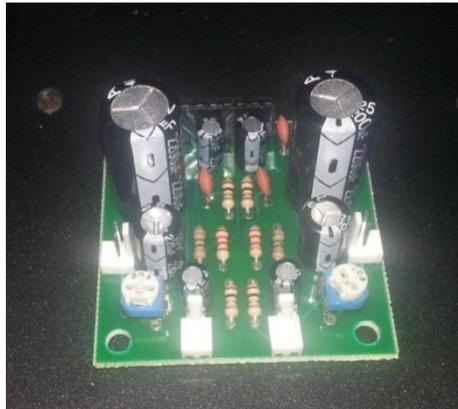
Figura37. Circuito 3D del Amplificador de Audio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana
Nota: diseñado realizado en DXP 2004 (Protel)

La figura 37 ofrece una vista 3D de los diferentes elementos junto al circuito integrado TDA2007A de 9 pines el mismo que se será usado en el presente proyecto.

Figura38. Circuito del amplificador de audio vista frontal



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Dentro del circuito integrado, se encuentran 2 amplificadores operacionales, cada uno de ellos sirve para realizar un circuito amplificador. La fotografía de la figura 38 presenta el diseño final del amplificador, como una medida de prevención para proteger el circuito amplificador se utilizará un disipador de calor.

3.3 Diseño de software

Para el desarrollo del software que se utilizará para el presente Proyecto, se escogió un lenguaje de programación adecuado para la familia de microcontroladores AVR de ATMEL como el BASCOM-AVR con un compilador BASIC, que es un lenguaje de programación de alto nivel y muy amigable al usuario con conocidas, fáciles sentencias de programación como por ejemplo: IF-THEN-ELSE-END IF, INPUT, LOCATE, DO-LOOP, WHILE-WEND, SELECT- CASE y manejo de variadas librerías como para el LCD, USART, comunicación serial, configuración de AVR, etc permitiendo explotar al máximos los recursos de los microcontroladores.

La versión libre de BASCOM-AVR de la empresa MCS Electronics es el software que hemos utilizado, cabe mencionar que existe más software para la programación de un AVR como Atmel Studio 6 que maneja código ensamblador, CodeVision AVR que no

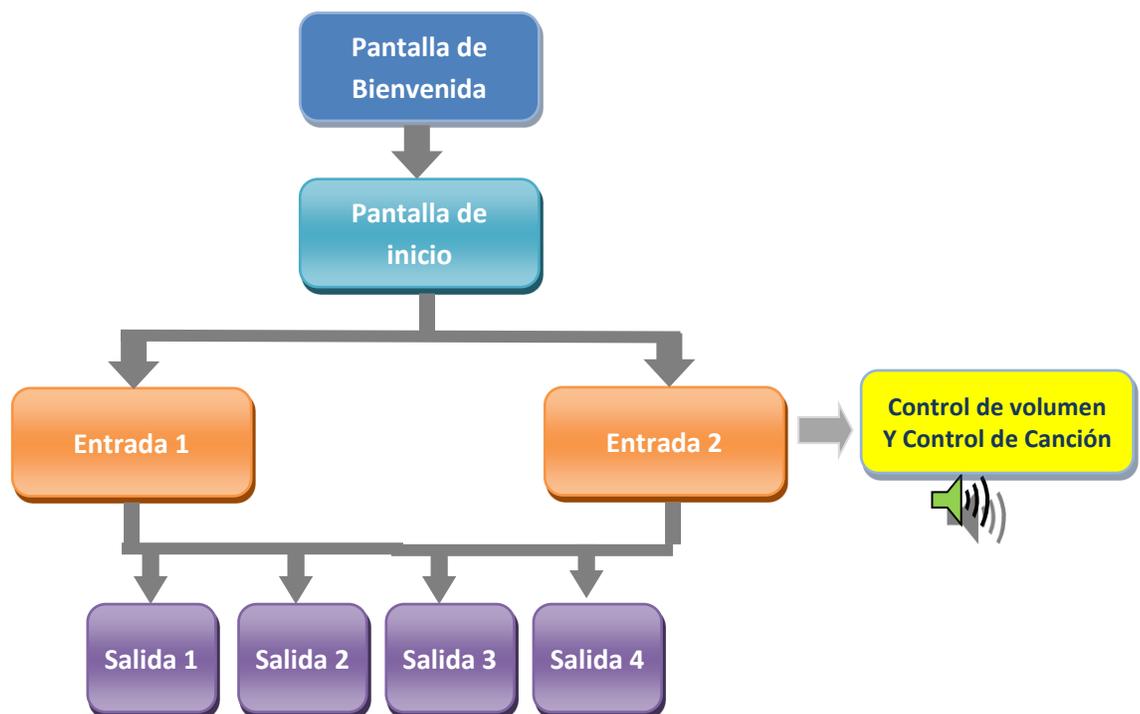
cuenta con una gran eficacia y tiene problemas con programas que superen los 4 kbytes de código ejecutable, AVR GCC con manejo de lenguaje C, etc; cada uno tienen ciertas características diferentes para cada necesidad.

BASCOM soporta los AVR de 8 bits, desde los tinyAVR hasta los Xmega, posee librerías admisibles, un software programador bastante sencillo y un simulador que permite realizar comprobaciones inmediatas.

3.3.1 Interfaz de usuario

Para que el manejo del proyecto sea más efectivo y de fácil ejecución por parte de los usuarios de la Fundación, se diseñará un software con una interface amigable y sencilla el mismo que se desplegará en el touchscreen una vez que el usuario ingrese al Sistema. En el siguiente diagrama de bloques se puede entender mejor el funcionamiento:

Figura39. Diagrama de bloques de la Interfaz del usuario



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En el diagrama que se presenta en la figura 39 se muestra los elementos de hardware y software que son requeridos y que definen la programación del microcontrolador.

Las siguientes pantallas son las que el usuario verá en el momento de manipular el Sistema:

3.3.1.1 Pantalla de Bienvenida

La figura 40 es la primera pantalla que se despliega al usuario al momento de encender el Sistema. Para poder entender mejor el código fuente lo llamaremos “Despliegue de pantalla de bienvenida P0”.

Figura40. Pantalla de bienvenida



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

3.3.1.2 Pantalla de Inicio

Esta pantalla será la primera que el usuario debe manipular para el ingreso al Sistema. La opción para continuar es la selección de la opción MENU. En nuestro código la llamaremos “Pantalla de Inicio del Sistema P1”.

La figura 41 es una imagen convertida en tamaño 128x64, asociados a las columnas 10 20 30 40 50 60 70 80 y fila 1 2 3 4, valores que fueron adquiridos durante las pruebas de sincronización de la membrana del touchscreen, descritos mejor en el capítulo 4 sección 4.3.2, por ejemplo la opción MENU la tenemos en las coordenadas 21 y 31 (columna y fila).

Figura41. Pantalla de Inicio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

3.3.1.3 Pantalla de Selección de I/O

Esta pantalla ofrece al usuario las opciones de selección de las salidas del Sistema, contamos con 2 tipos de entradas que dependerán de la salida seleccionada.

Figura42. Pantalla de Selección de I/O



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

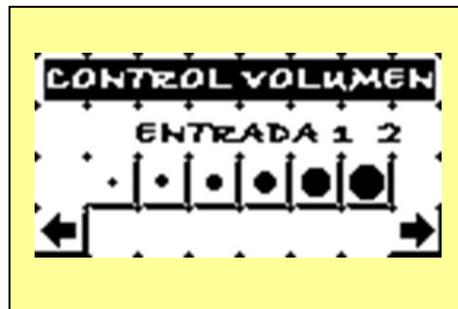
Describiendo mejor S1, S2, S3 o S4 correspondería a la salida del audio que podría estar ubicado en una sala de estar o living room, el siguiente podría ser en un lobby, etc. Esto acorde a la necesidad del usuario.

3.3.1.4 Pantallas de Control de Volumen

Tanto la entrada 1 o E1 como la entrada 2 o E2 cuentan con diferentes pantallas para control de nivel de volumen de audio.

La figura 43 muestra como el usuario podrá controlar el volumen de la primera entrada E1. Recordando las entradas son en nuestro Sistema la fuente de sonido donde se está reproduciendo el audio, por ejemplo una computadora, un ipod, etc.

Figura43. Pantalla Control de volumen

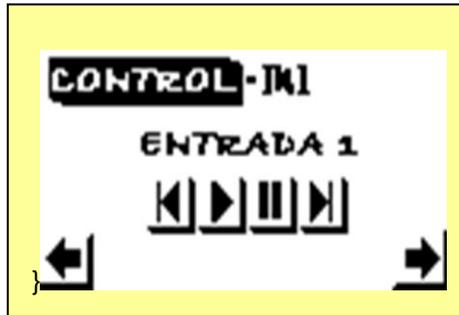


Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

3.3.1.5 Pantallas de control de canción

Esta pantalla ayuda al usuario poder tener el control del audio en reproducción, es decir el usuario podrá controlar la opción play, pause, pista anterior y pista siguiente para la entrada E1.

Figura44. Pantalla Control de canción



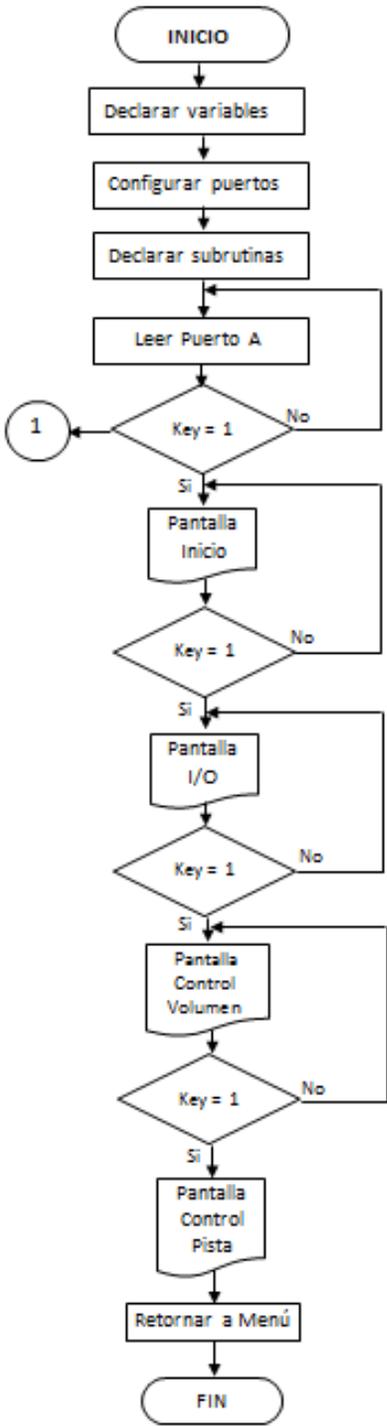
Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

3.3.2 Programa del Sistema

La estructura del programa contiene dos módulos principales en el que guardan subrutinas y tareas que permiten tanto a dispositivos y selección de opciones tengan orden y distribución.

En el siguiente diagrama de flujo se presentará como se maneja los programas principales así como sus subrutinas:

Figura45. Diagrama de Flujo del Tocuhscreen

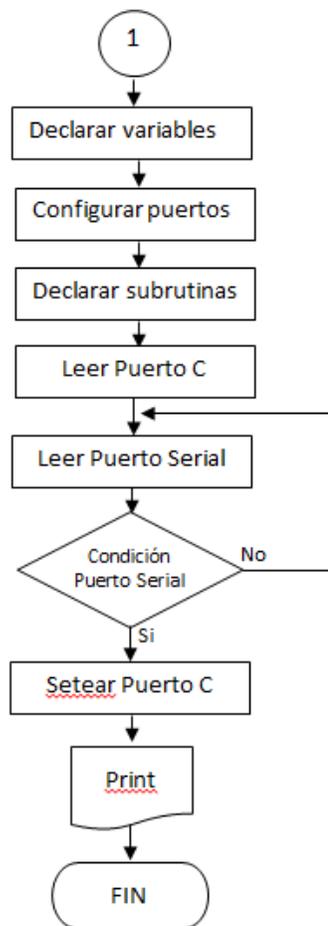


Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La primera parte del programa principal y mostrado en la figura 45 comprende la declaración de variables, declaración de librerías, velocidades del micro, etc; luego configuraciones de pines para el LCD, configuraciones de periféricos, a continuación se presenta las subrutinas con la palabra Declare Sub S3_off(), Declare Sub E1(), Declare Sub Readtouch(), Declare Sub Pantalla_2(), entre otras. Inmediatamente a esto, se empiezan a presentarse las configuraciones para cada pantalla presentada en la interface de usuario.

La figura del diagrama de flujo también presenta un conector 1, el cual al momento de la lectura del puerto A, se comunica con el código de la tarjeta madre con el fin transmitir y receptor la información de multiplexación.

Figura46. Diagrama de Flujo de la Tarjeta Madre



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Similar a la figura 45, el diagrama de flujo de la figura 46 declara variables, configura puertos, declara subrutinas, lee el puerto C y el puerto serial de comunicación entre el touchscreen y tarjeta y lee las instrucciones transmitidas para poder controlar determinados periféricos y setea el puerto C.

A continuación explicaremos el código fuente o diseño del programa de los diferentes dispositivos para el SAD, la letra en cursiva diferenciará del código fuente y contiene una explicación de las líneas de código:

3.3.2.1 Configuraciones generales del microcontrolador

En estas líneas de código fuente encontramos las declaraciones de librerías especiales del Bascom y las sentencias propias para configuración del micro como: configuración del reloj, velocidad de transmisión, configuración de manejo LCD, etc.

```
$regfile = "m16def.dat"           'utilizamos AVR m16 m128 librería para obtener  
características básicas del microcontrolador que  
voy a usar  
  
$crystal = 8000000              'configuración del reloj u oscilador interno de  
8MHz  
  
$baud = 9600                    'velocidad de transmisión de comunicación en  
baudios, número de bits que se transmiten por seg  
  
$eeprom                         'define el manejo de datos en la eeprom  
  
$loadersize = 512               'define el espacio de la memoria flash disponible  
  
$hwstack = 32                   'define pila de hardware, uso default 32  
  
$swstack = 8                    'define pila de sw, uso 8  
  
$framesize = 24                 'define 24 para el espacio del marco  
  
$lib "glcdKS108.lib"           'Include the library for the KS-108 controler  
DRIVER para comunicación entre micros
```

3.3.2.2 Configuración de la pantalla grafica (LCD) en el micro

Como recordamos en la parte inicial se hacía referencia a la librería `glcdKS108.lib` la cual contiene rutinas específicas para la configuración de la pantalla del LCD. Con la sentencia `ConfigGraphlcd` se define el tipo de LCD a utilizar en este caso de 128 x 64 y además se definen los pines de control, de datos, de reset, de habilitación de la pantalla LCD.

```
ConfigGraphlcd = 128 * 64sed ,Dataport = Portb , Controlport = Portc , Ce = 6 , Ce2 = 7 , Cd = 2 , Rd = 3 , Reset = 5 , Enable = 4 , Mode = 8 'Configuracion de la GLCD
```

'Puerto B conectado como salida con la instrucción Dataport y el PuertoC lo hemos utilizado como entrada y el PuertoD de Tx y Rx seriales.

3.3.2.3 Borra pantalla y empieza a escribir LCD

El comando para que limpie el display del LCD y coloque el cursor al inicio (primera línea, primera columna), es el `CLS`.

```
Cls 'borra la pantalla
```

3.3.2.4 Configuración del convertidor A/D

El conversor análogo digital maneja un rango de voltajes de 0 a 5 Vdc, estos internamente son interpretados por el microcontrolador como valores decimales que van desde 0 a 1023 respectivamente. Recordemos que en el presente proyecto que el puerto A a sido configurado como análogo digital. Las siguientes instrucciones muestran la forma de configuración del convertidor A/D.

ConfigAdc = Single, *'configuración conversor a/d, su modo de funcionamiento puede ser Single o Free*

Prescaler = Auto, *'constante numérica para el divisor de reloj interno. AUTO utilizará la frecuencia de reloj posible y puede estar entre 50 a 200 KHz*

Reference = Internal *' referencia para AVR 16 y 32 utiliza internal*

Config Timer1 = Timer, *'Timer 1 establece la pantalla de vuelta al menú principal después de 10 seg*

Prescale = 1024

Const Timer1preload = 58336 *'Declaración de constante simbólica Timer1preload*

3.3.2.5 Declaraciones de variables en Bascom AVR

Las variables en BASCOM-AVR tienen tipos de datos que determinan la cantidad de almacenamiento, entre las más utilizadas tipos de variables tenemos:

Tabla 5. Tipos de variables en Bascom AVR

TIPO DE DATO	CAPACIDAD ALMACENAMIENTO
Bit (1/8 byte)	Un bit tiene únicamente el valor 0 o 1. El grupo de 8 bits forma un byte.
Byte (1 byte)	Los bytes se almacena sin signo y son números binarios de 8 bits que fluctúan entre 0 a 255.
Integer (dos bytes)	Integers se almacenaN con signo y son números binarios de 16 bits y van desde -32.768 hasta 32.767.
Word (dos bytes)	Words se almacenan sin signo y su longitud es de 16 bits, sus valores van entre 0 a 65535.
Long (cuatro bytes)	Longs se almacenan con signo, su longitud es de 32 bits binarios, números que van desde el valor de -2147483648 a

	2147483647.
Single (hasta 254 bytes)	Singles son almacenadas con signo y son números binarios de 32 bits.
String	Strings se almacenan como bytes y terminan siempre con un 0 byte. Un string dimensionada con una longitud de 10 bytes ocupará 11 bytes.

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Un caso especial de almacenamiento es:

ERAM

ERAM es una localidad de memoria que graba dentro de la memoria EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory), los chips AVR cuentan con una memoria EEPROM interna y se la utiliza para solo lectura, son programables y borrables eléctricamente.

Una variable ERAM puede ser escrita para un máximo de 100,000 veces de grabado y borrado en la memoria EEPROM, pues es recomendable utilizar esta variable solo cuando sea necesario y no en un bucle o lazo por su número limitado de ejecuciones.

Las variables se declaran con la sentencia:

Dim<NombreDeVariable>[As <TipoDeVariable>]

A continuación tenemos las variables que utilizaremos en el SAD:

Dim Temp As Byte , X As Word , Y As Word

Dim Row As Byte , Keyarray(3) As Byte , Col As Byte , Key As Byte , Keylus As Byte

Dim Keypress As Byte , Menu As Byte

Dim Timecount As Byte

Dim X1 As Byte , X2 As Byte , Y1 As Byte , Y2 As Byte , Z1 As Byte , Z2 As Byte , I
As Byte , Z As Word , R As Byte

Dim S_1 As Eram Byte At 1 , S_2 As Eram Byte At 2 , S_3 As Eram Byte At 3 , S_4 As
Eram Byte At 4 , S As Byte , S_e As Byte

Dim P1 As Byte , P2 As Byte , P3 As Byte , P4 As Byte , P5 As Byte , Pantalla As Byte

Dim V1 As Eram Byte At 6 , V2 As Eram Byte At 7 , V3 As Eram Byte At 8 , V4 As
Eram Byte At 9 , V5 As Eram Byte At 10 , V6 As Eram Byte At 11 , V As Byte , V_e
As Byte

3.3.2.6 Declaraciones de subrutinas

Una subrutina en Bascom permite ejecutar una tarea determinada, tiene un nombre específico que permiten llamarlas y utilizarlas únicamente con su nombre. Una subrutina tiene líneas de código con un principio y un fin con la siguiente estructura:

```
Sub Nombre_Subrutina()
```

```
End Sub
```

El siguiente listado muestra las subrutinas con la que cuenta nuestro Sistema:

Declare Sub S1_e1()	<i>'Declaración de subrutina de S1 en E1</i>
Declare Sub S1_e2()	<i>'Declaración de subrutina de S1 en E2</i>
Declare Sub S2_e1()	<i>'Declaración de subrutina de S2 en E1</i>
Declare Sub S2_e2()	<i>'Declaración de subrutina de S2 en E2</i>
Declare Sub S3_e1()	<i>'Declaración de subrutina de S3 en E1</i>
Declare Sub S3_e2()	<i>'Declaración de subrutina de S3 en E2</i>
Declare Sub S4_e1()	<i>'Declaración de subrutina de S4 en E1</i>
Declare Sub S4_e2()	<i>'Declaración de subrutina de S4 en E2</i>
Declare Sub S2_off()	<i>'Declaración de subrutina de S2 en apagado</i>

Declare Sub S2_on()	<i>'Declaración de subrutina de S2 en encendido</i>
Declare Sub S3_off()	<i>'Declaración de subrutina de S3 en apagado</i>
Declare Sub S3_on()	<i>'Declaración de subrutina de S3 en encendido</i>
Declare Sub S4_off()	<i>'Declaración de subrutina de S4 en apagado</i>
Declare Sub S4_on()	<i>'Declaración de subrutina de S4 en encendido</i>
Declare Sub E1()	<i>'Declaración de subrutina de E1</i>
Declare Sub E2()	<i>'Declaración de subrutina de E2</i>
Declare Sub Readtouch()	<i>'Declaración de subrutina de lectura de touch</i>
Declare Sub Whichkey()	<i>'Declaración de subrutina de detección de tecla</i>
Declare Sub S_default()	<i>'Declaración de subrutina de salidas</i>
Declare Sub V_default()	<i>'Declaración de subrutina de volumen</i>
Declare Sub Control_s()	<i>'Declaración de subrutina de control de salidas</i>
Declare Sub Control_v()	<i>'Declaración de subrutina de control de volumen</i>
Declare Sub Pantalla_1()	<i>'Declaración de subrutina de Pantalla 1</i>
Declare Sub Pantalla_2()	<i>'Declaración de subrutina de Pantalla 2</i>
Declare Sub P_pantalla()	<i>'Declaración de subrutina de P pantalla</i>

3.3.2.7 Habilitación de interrupciones

Las interrupciones permiten cambiar el flujo de programa por eventos externos o internos, por default todas las interrupciones son deshabilitadas, las cuales pueden ser habilitadas con la palabra Enable, Star, Disable, etc

Las interrupciones que utilizamos en este software son:

Enable Ovf1	<i>'habilita iinterrupción serial</i>
Start Adc	<i>'habilita iinterrupción de Puerto A como análogo digital</i>

3.3.2.8 Llamados de subrutinas iniciales o lectura del touchscreen

Para la llamada de estas subrutinas iniciales o procedimientos, encontramos la instrucción CALL seguido de un paréntesis que indica cualquier variable o constante.

Call P_pantalla()	<i>'Subrutinas que las pantallas</i>
Call Readtouch()	<i>'Subrutinas que lee coordinadas del touch</i>
CallWhichkey()	<i>'Subrutinas que calcular la tecla</i>

3.3.2.9 Programa principal

El programa principal contiene las siguientes líneas de código donde se mostraran las secuencias de las pantallas que presentaremos en el touchscreen según administración del usuario.

```
Do 'repite esta condición hasta encontrar Case  
Pantalla  
Select Case Pantalla
```

- **CASE 0**

Figura 47. Pantalla principal una vez encendido el Sistema - P_0



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
SALESIANA
2011

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 47 es la imagen de la pantalla principal que se despliega al usuario una vez encendido el sistema, su nombre es P_0 o Pantalla = 0 y como refleja en su código es la primera opción en la presentación y variará inmediatamente si existe un pulso en la

membrana del touch con valor 81 es decir la flecha continuar o retroceder y pasará a la Pantalla = 1.

Showpic0 , 0 , P_0	<i>'muestra imagen en la pantalla gráfica, su sintaxis es ShowPic x, y, etiqueta, las coordenadas x,y indican donde se debe mostrar la imagen y son múltiplos de 8, y la etiqueta muestra donde se encuentra el gráfico.</i>
Showpic112 , 48 , Next_0	<i>'muestra la imagen Next_0 en las coordenadas 122, 48</i>
If Key = 81 Then	<i>'condición SI tecla 81 entonces</i>
Showpic112 , 48 , Next_1	<i>'muestra la imagen Next_1 en las coordenadas 122, 48</i>
Waitms 50	<i>'espera de 50ms</i>
Cls	<i>'limpia la pantalla del touch</i>
Call S_default()	<i>'llama a la subrutina S_default</i>
Pantalla = 1	<i>'pantalla = 1 para continuar</i>
EndIf	<i>'finaliza la condición If</i>

- **CASE 1**

'Para caso 1

Figura 48. Pantalla Menú que permitirá habilitar el Sistema - P_1

UNIVERSIDAD
POLITECNICA
SALESIANA

MENU



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Inmediatamente desplegada la primera imagen P_0 a continuación encontramos una segunda Pantalla = 1 y dependiente su manipulación podrá retrocede o avanzar a la

siguiente Pantalla = 2, encontramos en estas pantallas las imágenes de flechas back o next cada una con 2 opciones de activación por ejemplo Next_1 o desactivación Next_0.

Call Control_s()	<i>'llama a la subrutina Control_s</i>
If Key = 14 Then	<i>'condición SI tecla 14 entonces</i>
Showpic0 , 0 , Back_1	<i>'muestra la imagen Back_1 en las coordenadas0,0</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>
Showpic0 , 0 , Back_0	<i>'muestra la imagen Back_0 en las coordenadas0,0</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>
Pantalla = 0	
Elseif Key = 11 Then	<i>condición SI tecla 11 entonces</i>
Showpic0 , 48 , Next_1	<i>'muestra la imagen Next_1 en las coordenadas 0,48</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>
Showpic0 , 48 , Next_0	<i>'muestra la imagen Next_0 en las coordenadas 0,48</i>
Waitms 500	
Cls	
Call V_default()	<i>'llama a la subrutina VS_default</i>
Pantalla = 2	<i>'pantalla = 2 para continuar</i>
EndIf	

- **CASE 2**

'Para caso 2

Figura49. Opciones de retorno de menú al Sistema- Back_1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

El caso 2 tiene las imágenes de flechas de retroceder o atrás como se muestra en la figura 49 activada en este caso.

Call Control_v()	<i>'llama a la subrutina Control_v</i>
If Key = 11 Then	<i>'condición SI tecla 11 entonces</i>
Showpic0 , 48 , Back_1	<i>'muestra la imagen Back_1 en las coordenadas0,48</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>
Showpic0 , 48 , Back_0	<i>'muestra la imagen Back_0 en las coordenadas0,48</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>
Cls	<i>'limpia pantalla</i>
Call S_default()	<i>'llama a la subrutina S_default</i>
Pantalla = 1	<i>'pantalla = 1 para continuar</i>
Elseif Key = 81 Then	<i>'condición SI tecla 81 entonces</i>

Figura50. Opciones de adelantado de menú al Sistema- Next_1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 50 refleja las imágenes de flechas de continuar o next activada para este caso.

Showpic112 , 48 , Next_1	<i>'muestra la imagen Next_1 en las coordenadas112,48</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>
Showpic112 , 48 , Next_0	<i>'muestra la imagen Next_0 en las coordenadas112,48</i>
Waitms 500	<i>'espera de 500ms</i>

Case 182 To 298 : Col = 60	<i>'el rango entre 182 a 298 corresponde a la columna 60</i>
Case 62 To 178 : Col = 70	<i>'el rango entre 62 a 178 corresponde a la columna 70</i>
Case 5 To 58 : Col = 80	<i>'el rango entre 58 a 5 corresponde a la columna 80</i>
Case Else Col = 0	<i>'a cualquier otro rango se determina en la columna 0</i>
EndSelect	<i>'final de casos de selección para valores X</i>
Select Case X	<i>'para el valor de Y</i>
Case Is>600 :Row = 4	<i>'el rango mayor a 600 corresponde a la fila 4 del touchscreen</i>
Case 410 To 596 : Row = 3	<i>'el rango de 410 a 596 corresponde a la fila 3 del touchscreen</i>
Case 220 To 406 : Row = 2	<i>'el rango de 220 a 406 corresponde a la fila 2 del touchscreen</i>
Case 5 To 216 : Row = 1	<i>'el rango de 5 a 216 corresponde a la fila 1 del touchscreen</i>
Case ElseRow = 0	<i>'a cualquier otro rango se determina en la fila 0</i>
EndSelect	<i>'final de casos de selección para valores Y</i>
Key = Col + Row	<i>'Sumamos la fila y la columna, este valor nos dará una determinada tecla</i>

3.3.2.11 Lectura de valores decimales del touchscreen

Los valores obtenidos a través de la membrana del Touch son valores decimales los mismo que son guardados en la variable x y y.

Sub Readtouch()	<i>'subrutina para lectura de coordenadas del touch</i>
Config Pina.0 = Output	<i>'configuración de pinA.0 como salida</i>

Config Pina.2 = Output	<i>'configuración de pin A.2 como salida</i>
Set Porta.0	<i>'establece port A.0 High</i>
Reset Porta.2	<i>'establece port A.2 Low</i>
Ddra.1 = 0	<i>'sets port F.1 as input</i>
Ddra.3 = 0	<i>'sets port F.1 as input because we need it now as ad input</i>
Waitms 25	<i>'tiempo espera hasta que el puerto este estable</i>
Y = Getadc(3)	<i>'lee el valor para Y</i>
Y = 1024 - Y	<i>'invierta la lectura</i>
Config Pina.1 = Output	<i>'configuración de pin A.1 como salida</i>
Config Pina.3 = Output	<i>'configuración de pin A.3 como salida</i>
Reset Porta.1	<i>'establece port A.1 Low</i>
Set Porta.3	<i>'establece port A.3 Low</i>
Ddra.0 = 0	<i>'sets port F.0 as input</i>
Ddra.2 = 0	<i>'sets port F.2 as input because we need it now as ad input</i>
Waitms 25	<i>'tiempo espera hasta que el puerto este estable</i>
X = Getadc(2)	<i>'lee el valor para X</i>
X = 1024 - X	<i>'invierta la lectura</i>
End Sub	<i>'final de subrutina</i>

3.3.2.12 Subrutina que dibuja la pantalla de selección de salidas y habilitación y deshabilitación de entradas

En esta subrutina se encuentra por defecto, la entrada E1 habilitada, el siguiente código explica la forma como se presenta la pantalla de selección de I/O al usuario como se mostraba en la figura 42. Además también se encontrará en el presenta código la multiplexación de salidas de audio como entradas.

Sub Pantalla_1()	<i>'subrutina para despliegue de pantalla 1</i>
------------------	---

CallS_default()	
End Sub	<i>'fin de subrutina</i>
Sub S_default()	<i>'subrutina para despliegue de salidas por default</i>
R = 1	<i>'R = 1</i>
Call E1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call E2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Showpic0 , 0 , Back_0	<i>'gráfico de tecla back en blanco</i>
Showpic0 , 48 , Next_0	<i>'gráfico de tecla next en blanco</i>
S_e = S_1	<i>'salida S1 como entrada E1</i>
Lcdat2 , 2 , S_e	<i>'muestra en el LCD S_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
Sub Control_s()	<i>'subrutina de control de salidas</i>
Select Case Key	<i>'selectores de teclas</i>
Case 44	<i>'en caso de tecla = 44</i>
S_e = S_1	<i>'esta tecla corresponde al S1 de E1</i>
Lcdat2 , 2 , S_e	<i>'muestra en el LCD S_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If S_e = 0 Then	<i>'si S_e = 0 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 1</i>
Call S1_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S1_e2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>

Showpic48 , 0 , S1_1	<i>'muestra la imagen S1_1 de activación en la coordenada 48,0 'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic112 , 0 , S1_0	<i>'muestra la imagen S1_0 de desactivación en la coordenada 112,0 'gráfico de tecla en blanco</i>
S_e = 1	<i>'caso contrario S_e = 1</i>
S_1 = S_e	<i>'S_1 = S_e</i>
S_e = S_1	<i>'S_e = S_1</i>
Lcdat2 , 2 , S_e	<i>'muestra en el LCD S_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
Print "*11"	<i>'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 43	<i>'en caso de tecla = 43</i>
S_e = S_2	<i>'esta tecla corresponde al S2 de E1</i>
Lcdat2 , 2 , S_e	<i>'muestra en el LCD S_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If S_e = 0 Then	<i>'si S_e = 0 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0 dibuja en blanco</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 1 dibuja en azul</i>
Call S2_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S2_e2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Showpic48 , 16 , S2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic112 , 16 , S2_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
S_e = 1	<i>'S_1 = S_e</i>
S_2 = S_e	<i>'S_2 = S_e</i>

S_e = S_2	'S_e = S_2
Lcdat2 , 2 , S_e	'muestra en el LCD S_e
Wait 2	'tiempo espera
Print "*21"	'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé
End If	'fin de condición

Case 42	'en caso de tecla = 42
S_e = S_3	'esta tecla corresponde al S3 de E1
Lcdat2 , 2 , S_e	'muestra en el LCD S_e
Wait 2	'tiempo espera
If S_e = 0 Then	'si S_e = 0 entonces
Z1 = 0	'valor de Z1 es 0
Z2 = 1	'valor de Z2 es 0
Call S3_e1()	'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado
Call S3_e2()	'dibuja en negro el estado inicial y luego dibuja en blanco el nuevo estado
Showpic48 , 32 , S3_1	'gráfico de tecla en negro
Showpic112 , 32 , S3_0	'gráfico de tecla en blanco
S_e = 1	'S_1 = S_e
S_3 = S_e	'S_3 = S_e
S_e = S_3	'S_e = S_3
Lcdat2 , 2 , S_e	'muestra en el LCD S_e
Wait 2	'tiempo espera
Print "*31"	'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé
End If	'fin de condición

Case 41	<i>'en caso de tecla = 41</i>
S_e = S_4	<i>'esta tecla corresponde al S4 de E1</i>
Lcdat2 , 2 , S_e	<i>'muestra en el LCD S_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If S_e = 0 Then	<i>'si S_e = 0 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 0</i>
Call S4_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S4_e2()	<i>'dibuja en negro el estado inicial y luego dibuja en blanco el nuevo estado</i>
Showpic48 , 48 , S4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic112 , 48 , S4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
S_e = 1	<i>'S_1 = S_e</i>
S_4 = S_e	<i>'S_4 = S_e</i>
S_e = S_4	<i>'S_e = S_4</i>
Lcdat2 , 2 , S_e	<i>'muestra en el LCD S_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
Print "*41"	<i>'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 84	<i>'en caso de tecla = 84</i>
S_e = S_1	<i>'esta tecla corresponde al S1 de E2</i>
If S_e = 1 Then	<i>'si S_e = 1 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 0</i>

Call S1_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S1_e2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en blanco el nuevo estado</i>
Showpic48 , 0 , S1_0	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic112 , 0 , S1_1	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
S_e = 0	<i>'S_1 = 0</i>
S_1 = S_e	<i>'S_1 = S_e</i>
Print "*10"	<i>'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 83	<i>'en caso de tecla = 83</i>
S_e = S_2	<i>'esta tecla corresponde al S2 de E2</i>
If S_2 = 1 Then	<i>'si S_2 = 1 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 0</i>
Call S2_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S2_e2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en blanco el nuevo estado</i>
Showpic48 , 16 , S2_0	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic112 , 16 , S2_1	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
S_e = 0	<i>'S_e = 0</i>
S_2 = S_e	<i>'S_2 = S_e</i>
Print "*20"	<i>'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 82	<i>'en caso de tecla = 82</i>
S_e = S_3	<i>'esta tecla corresponde al S3 de E2</i>
If S_3 = 1 Then	<i>'si S_3 = 1 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 0</i>
Call S3_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S3_e2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en blanco el nuevo estado</i>
Showpic48 , 32 , S3_0	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic112 , 32 , S3_1	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
S_e = 0	<i>'S_e = 0</i>
S_3 = S_e	<i>'S_3 = S_e</i>
Print "*30"	<i>'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 81	<i>'en caso de tecla = 81</i>
S_e = S_4	<i>'esta tecla corresponde al S4 de E2</i>
If S_4 = 1 Then	<i>'si S_4 = 1 entonces</i>
Z1 = 0	<i>'valor de Z1 es 0</i>
Z2 = 1	<i>'valor de Z2 es 0</i>
Call S4_e1()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en negro el nuevo estado</i>
Call S4_e2()	<i>'dibuja en blanco el estado inicial y luego dibuja en blanco el nuevo estado</i>
Showpic48 , 48 , S4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>

Showpic112 , 48 , S4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
S_e = 0	<i>'S_e = 0</i>
S_4 = S_e	<i>'S_4 = S_e</i>
Print "*40"	<i>'Envío la información a través del puerto serial a la tarjeta madre para que este ejecute la acción asociado al relé</i>
End If	<i>'fin de condición</i>
EndSelect	<i>'fin de selección de casos</i>
End Sub	<i>'fin de subrutina</i>

3.3.2.13 Subrutina para dibujar pantalla de control de volumen

Esta subrutina hace referencia a la figura 43 donde se tiene las opciones para la manipulación y control de audio y pista en reproducción.

Sub Control_v()	<i>'subrutina control de Volumen</i>
Select Case Key	<i>'selección de teclas</i>
Case 22	<i>'tecla 22 de volumen bajo, solo dibuja la tecla seleccionada y los otros coloca blanco</i>
Lcdat2 , 2 , "22"	
V_e = V1	<i>'V_e = V1</i>
Lcdat4 , 4 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If V_e = 0 Then	<i>'si V_e=0 entonces</i>
V_e = 1	<i>'Ve = 1</i>
V1 = V_e	<i>'V1 = V_e</i>

Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic48 , 32 , V3_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic64 , 32 , V4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Elseif V1 = 1 Then	<i>'si V1 = 1 entonces</i>
V1 = 0	<i>'V1 = 0</i>
Showpic16 , 32 , V1_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic32 , 32 , V2_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic48 , 32 , V3_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic64 , 32 , V4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic32 , 48 , Mute	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 32

Lcdat2 , 2 , "32"	<i>'muestra en el LCD 32</i>
V_e = V2	<i>'V1 = 0</i>
Lcdat4 , 4 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If V_e = 0 Then	<i>'si V_e=0 entonces</i>
V_e = 1	<i>'Ve = 1</i>
V2 = V_e	<i>'V2 = V_e</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic64 , 32 , V4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>

Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
'Elseif V2 = 1 Then	<i>'si V1 = 1 entonces</i>
'V2 = 0	
'Showpic32 , 32 , V2_1	
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 42

Lcdat2 , 2 , "42"	<i>'muestra en el LCD 42</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V_e = V3	<i>'Ve = V3</i>
Lcdat4 , 4 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If V_e = 0 Then	<i>'si V_e = 0 entonces</i>
V_e = 1	<i>'V_e = 1</i>
V3 = V_e	<i>'V3 = V_e</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic64 , 32 , V4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 52

Lcdat2 , 2 , "52"	<i>'muestra en el LCD 52</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V_e = V4	<i>'V_e = V4</i>
Lcdat4 , 4 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If V_e = 0 Then	<i>'si V_e = 0 entonces</i>

V_e = 1	<i>'V_e = 1</i>
V4 = V_e	<i>'V4 = V_e</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic64 , 32 , V4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 62

Lcdat2 , 2 , "62"	<i>'muestra en el LCD 62</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V_e = V5	<i>'V_e = V5</i>
Lcdat4 , 4 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If V_e = 0 Then	<i>'si V_e = 0 entonces</i>
V_e = 1	<i>'V_e = 1</i>
V5 = V_e	<i>'V5 = V_e</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic64 , 32 , V4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic80 , 32 , V5_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
End If	<i>'fin de condición</i>

Case 72

Lcdat2 , 2 , "72"	<i>'muestra en el LCD 72</i>
V_e = V6	<i>'V_e = V6</i>
Lcdat4 , 4 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>

Wait 2	<i>'tiempo espera</i>
If V_e = 0 Then	<i>'si V_e = 0 entonces</i>
V_e = 1	<i>'V_e = 1</i>
V6 = V_e	<i>'V6 = V_e</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic64 , 32 , V4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic80 , 32 , V5_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic96 , 32 , V6_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
End If	<i>'fin de condición</i>
End Select	<i>'fin de selección</i>
End Sub	<i>'fin de subrutina</i>

Sub V_default()	<i>'Subrutina V_default</i>
Showpic0 , 0 , P_2	<i>'muestra gráfico P_2</i>
V_e = V1	<i>'V_e = V1</i>
Lcdat2 , 2 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V = V + V_e	<i>'V = V + V_e</i>
Lcdat2 , 2 , V	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V_e = V2	<i>'V_e = V2</i>
Lcdat2 , 2 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V = V + V_e	<i>'V = V + V_e</i>
Lcdat2 , 2 , V	<i>'muestra en el LCD V</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
V_e = V3	<i>'V_e = V3</i>
Lcdat2 , 2 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>

Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V = V + V_e$	<i>'V = V + V_e</i>
Lcdat2 , 2 , V	<i>'muestra en el LCD V</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V_e = V4$	<i>'V_e = V4</i>
Lcdat2 , 2 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V = V + V_e$	<i>'V = V + V_e</i>
Lcdat2 , 2 , V	<i>'muestra en el LCD V</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V_e = V5$	<i>'V_e = V5</i>
Lcdat2 , 2 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V = V + V_e$	<i>'V = V + V_e</i>
Lcdat2 , 2 , V	<i>'muestra en el LCD V</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V_e = V6$	<i>'V_e = V6</i>
Lcdat2 , 2 , V_e	<i>'muestra en el LCD V_e</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
$V = V + V_e$	<i>'V = V + V_e</i>
Lcdat2 , 2 , V	<i>'muestra en el LCD V</i>
Wait 1	<i>'tiempo espera</i>
Select Case V	<i>'Select caso V</i>
Case 0	<i>'Caso V = 0</i>
Showpic16 , 32 , V1_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic32 , 32 , V2_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic48 , 32 , V3_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic64 , 32 , V4_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>

Showpic96 , 32 , V6_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Case 1 *'Caso V = 1*

Showpic16 , 32 , V1_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic32 , 32 , V2_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic48 , 32 , V3_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic64 , 32 , V4_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic80 , 32 , V5_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic96 , 32 , V6_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Case 2 *'Caso V = 1*

Showpic16 , 32 , V1_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic32 , 32 , V2_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic48 , 32 , V3_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic64 , 32 , V4_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic80 , 32 , V5_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic96 , 32 , V6_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Case 3 *'Caso V = 3*

Showpic16 , 32 , V1_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic32 , 32 , V2_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic48 , 32 , V3_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic64 , 32 , V4_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic80 , 32 , V5_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Showpic96 , 32 , V6_0 *'gráfico de tecla en blanco*

Case 4 *'Caso V = 4*

Showpic16 , 32 , V1_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic32 , 32 , V2_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic48 , 32 , V3_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic64 , 32 , V4_1 *'gráfico de tecla en negro*

Showpic80 , 32 , V5_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Case 5	<i>'Caso V = 5</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic64 , 32 , V4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic80 , 32 , V5_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic96 , 32 , V6_0	<i>'gráfico de tecla en blanco</i>
Case 6	<i>'Caso V = 6</i>
Showpic16 , 32 , V1_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic32 , 32 , V2_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic48 , 32 , V3_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic64 , 32 , V4_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic80 , 32 , V5_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
Showpic96 , 32 , V6_1	<i>'gráfico de tecla en negro</i>
End Select	<i>'fin de selección</i>
Showpic0 , 48 , Back_0	<i>'muestra gráfica flecha back blanco</i>
Showpic112 , 48 , Next_0	<i>'muestra gráfica flecha next blanco</i>
End Sub	<i>'fin de subrutina</i>

3.3.2.14 Subrutina que complementa con líneas de borde

En esta subrutina encontraremos el trazo de cajas y líneas de borde para cada salida y entrada, con el fin de dar una mejor distribución y selección de diferentes opciones a la pantalla de la figura 42, similar a la apariencia de una tabla.

Las estructuras de las sentencias utilizadas son:

BOX (x1,y1) - (x2,y2),color

LINE (x0,y0) - (x1,y1),on/off

```
Sub S1_e1()                                'Subrutina de caja y líneas S1_e1
Box(28 , 4) -(40 , 5) , Z1                'caja coordenada x0=28 y x1=99
Line(33 , 3) -(35 , 3) , Z1              'línea vertical coordenada y=3
Box(28 , 8) -(40 , 9) , Z2               'caja coordenada x0=28 y x1=40
Line(33 , 7) -(35 , 7) , Z2             'línea vertical coordenada y=7
End Sub                                    'fin de subrutina
```

```
Sub S1_e2()                                'Subrutina de caja y líneas S1_e2
Box(92 , 4) -(104 , 5) , Z2              'caja coordenada x0=97 y x1=99
Line(97 , 3) -(99 , 3) , Z2             'línea vertical coordenada y=3
Box(92 , 8) -(104 , 9) , Z1             'caja coordenada x0=92 y x1=104
Line(97 , 7) -(99 , 7) , Z1            'línea vertical coordenada y=7
End Sub                                    'fin de subrutina
```

```
Sub S2_e1()                                'Subrutina de caja y líneas S2_e1
Box(28 , 20) -(40 , 21) , Z1            'caja coordenada x0=28 y x1=40
Line(33 , 19) -(35 , 19) , Z1          'línea vertical coordenada y=19
Box(28 , 24) -(40 , 25) , Z2           'caja coordenada x0=28 y x1=40
Line(33 , 23) -(35 , 23) , Z2         'línea vertical coordenada y=23
End Sub                                    'fin de subrutina
```

```
Sub S2_e2()                                'Subrutina de caja y líneas S2_e2
Box(92 , 20) -(104 , 21) , Z2          'caja coordenada x0=92 y x1=104
Line(97 , 19) -(99 , 19) , Z2         'línea vertical coordenada y=19
Box(92 , 24) -(104 , 25) , Z1         'caja coordenada x0=92 y x1=104
Line(97 , 23) -(99 , 23) , Z1        'línea vertical coordenada y=23
End Sub                                    'fin de subrutina
```

Sub S3_e1() *'Subrutina de caja y líneas S3_e1*
Box(28 , 36) -(40 , 37) , Z1 *'caja coordenada x0=28 y x1=40*
Line(33 , 35) -(35 , 35) , Z1 *'línea vertical coordenada y=35*
Box(28 , 40) -(40 , 41) , Z2 *'caja coordenada x0=28 y x1=40*
Line(33 , 39) -(35 , 39) , Z2 *'línea vertical coordenada y=39*
End Sub *'fin de subrutina*

Sub S3_e2() *'Subrutina de caja y líneas S3_e2*
Box(92 , 36) -(104 , 37) , Z2 *'caja coordenada x0=92 y x1=104*
Line(97 , 35) -(99 , 35) , Z2 *'línea vertical coordenada y=35*
Box(92 , 40) -(104 , 41) , Z1 *'caja coordenada x0=92 y x1=104*
Line(97 , 39) -(99 , 39) , Z1 *'línea vertical coordenada y=39*
End Sub *'fin de subrutina*

Sub S4_e1() *'Subrutina de caja y líneas S4_e1*
Box(28 , 52) -(40 , 53) , Z1 *'caja coordenada x0=28 y x1=40*
Line(33 , 51) -(35 , 51) , Z1 *'línea vertical coordenada y=51*
Box(28 , 56) -(40 , 57) , Z2 *'caja coordenada x0=28 y x1=40*
Line(33 , 55) -(35 , 55) , Z2 *'línea vertical coordenada y=55*
End Sub *'fin de subrutina*

Sub S4_e2() *'Subrutina de caja y líneas S4_e2*
Box(92 , 52) -(104 , 53) , Z2 *'caja coordenada x0=92 y x1=104*
Line(97 , 51) -(99 , 51) , Z2 *'línea vertical coordenada y=51*
Box(92 , 56) -(104 , 57) , Z1 *'caja coordenada x0=92 y x1=104*
Line(97 , 55) -(99 , 55) , Z1 *'línea vertical coordenada y=55*
End Sub *'fin de subrutina*

Sub E1()	<i>'Subrutina de caja y líneas E1</i>
Box(4 , 30) -(21 , 31) , 1	<i>'caja coordenada x0=4 y x1=21</i>
Box(20 , 8) -(21 , 57) , 1	<i>'caja coordenada x0=20 y x1=21</i>
X1 = 20	<i>'nuevo valor a variable X1</i>
Y1 = 8	<i>'nuevo valor a variable Y1</i>
X2 = 44	<i>'nuevo valor a variable X2</i>
Y2 = 9	<i>'nuevo valor a variable Y2</i>
I = 0	<i>'I = 0</i>
Do	<i>'lazo repetición</i>
Box(x1 , Y1) -(x2 , Y2) , 1	<i>'caja con coordenadas</i>
Y1 = Y1 + 16	<i>'nuevo valor a variable Y1</i>
Y2 = Y2 + 16	<i>'nuevo valor a variable Y2</i>
Incr I	<i>'incremento a I</i>
Loop Until I = 4	<i>'lazo realice hasta I = 4</i>
Showpic0 , 16 , E1_0	<i>'muestre imagen E1_0</i>
End Sub	<i>'fin de subrutina</i>
Sub E2()	<i>'Subrutina de caja y líneas E2</i>
Box(68 , 30) -(85 , 31) , 1	<i>'caja coordenada x0=68 y x1=85</i>
Box(84 , 8) -(85 , 57) , 1	<i>'caja coordenada x0=84 y x1=85</i>
X1 = 84	<i>'nuevo valor a variable X1</i>
Y1 = 8	<i>'nuevo valor a variable Y1</i>
X2 = 108	<i>'nuevo valor a variable X2</i>
Y2 = 9	<i>'nuevo valor a variable Y2</i>
I = 0	
Do	<i>'lazo repetición</i>

Box(x1, Y1) -(x2, Y2), 1	<i>'caja con coordenadas</i>
Y1 = Y1 + 16	<i>'nuevo valor a variable Y1</i>
Y2 = Y2 + 16	<i>'nuevo valor a variable Y2</i>
Incr I	<i>'incremento a I</i>
Loop Until I = 4	<i>'lazo realice hasta I = 4</i>
Showpic64 , 16 , E2_0	<i>'muestre imagen E2_0</i>
End Sub	<i>'fin de subrutina</i>

3.3.2.15 Subrutina de almacenamiento de imágenes guardadas en el micro

Para el almacenamiento de imágenes en el micro es necesario utilizar la sentencia \$bgf. En el siguiente listado se encontrarán en el lado izquierdo las etiquetas o nombres puestos a las imágenes y al lado derecho la sentencias \$ BGF donde se incluyen los datos del archivo específico. Las etiquetas son las que se utilizan en las demás líneas de código, como cuando se utiliza la sentencia showPic x,y, ETIQUETA.

Etiqueta	Función con gráficos Bascom
P_0:	\$bgf "p0.bgf"
E1_0:	\$bgf "E1_0.bgf"
E1_1:	\$bgf "E1_1.bgf"
E2_0:	\$bgf "E2_0.bgf"
E2_1:	\$bgf "E2_1.bgf"
S1_0:	\$bgf "S1_0.bgf"
S2_0:	\$bgf "S2_0.bgf"
S3_0:	\$bgf "S3_0.bgf"
S4_0:	\$bgf "S4_0.bgf"
S1_1:	\$bgf "S1_1.bgf"
S2_1:	\$bgf "S2_1.bgf"
S3_1:	\$bgf "S3_1.bgf"
S4_1:	\$bgf "S4_1.bgf"

P_2:	\$bgf "p2.bgf"
Back_0:	\$bgf "Back_0.bgf"
Back_1:	\$bgf "Back_1.bgf"
Next_0:	\$bgf "Next_0.bgf"
Next_1:	\$bgf "Next_1.bgf"
V1_0:	\$bgf "V1_0.bgf"
V1_1:	\$bgf "V1_0.bgf"
V2_0:	\$bgf "V2_0.bgf"
V2_1:	\$bgf "V2_1.bgf"
V3_0:	\$bgf "V3_0.bgf"
V3_1:	\$bgf "V3_1.bgf"
V4_0:	\$bgf "V4_0.bgf"
V4_1:	\$bgf "V4_1.bgf"
V5_0:	\$bgf "V5_0.bgf"
V5_1:	\$bgf "V5_1.bgf"
V6_0:	\$bgf "V6_0.bgf"
V6_1:	\$bgf "V6_1.bgf"
Mute:	\$bgf "mute.bgf"

El resumen el programa obtiene información del tocuhscreen, desde la pantalla de bienvenida y las siguientes pantallas que se le despliega al usuario, seguida de esta pantalla se mostrará la página de inicio y el ingreso a la selección de opciones con el menú, la primera pantalla será la selección de la entrada de audio en la cual disponemos de 2 opciones cada una de ella con opciones distintas, la pantalla de entradas mostrará las 4 salidas de audio que dispone el sistema, en el caso de seleccionar la salida 1 de la entrada 1 automáticamente quedará deshabilitada la salida 1 de la entrada 2, la misma ocurre con las siguientes salidas de la entrada 1 y 2.

La opción siguiente muestra la pantalla de control de volumen de cada entrada la misma que permitirá subir o bajar el volumen de la salida del audio, la siguiente pantalla

muestra la opción de control de canción la misma que admite pausar o detener la canción, avanzar con la siguiente canción o retroceder la anteriormente escuchada.

Esta información es enviada a la tarjeta madre a través del Xbee y ejecuta las acciones seleccionadas en la primera parte, accionando o deshabilitando los relés y con esto las salidas seleccionadas por el usuario ambientas de música a las salas requeridas con la entrada de preferencia.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS, RESULTADOS, APLICACIONES Y COSTOS

4.1 Introducción

Para este capítulo se deberá recordar lo revisado en los capítulos anteriores como la selección de los diferentes dispositivos para el diseño del hardware y el desarrollo del software donde se muestra la forma como ha sido construido nuestro sistema y el funcionamiento del mismo. Una vez comprendido, el presente capítulo tratará de la aplicación final que el usuario manejará diariamente, los logros alcanzados basados en los requerimientos del usuario y un análisis de costos que llevaron a la construcción del Sistema.

4.2 Pruebas de funcionamiento del SAD

Las pruebas finales contienen las interfaces que el Sistema despliega en el touchscreen una vez encendido el SAD, para poder simular el audio se ha colocado LEDs indicadores que se encenderán como señal de activación en determinadas salidas. Además de estos resultados se hará una explicación de cómo fue multiplexado el audio con entradas y salidas y también como se realizaron las pruebas de sincronización final de la membrana del touchscreen.

Cabe mencionar que las siguientes imágenes fueron obtenidas de un video tomado durante las pruebas realizadas.

4.2.1 Pruebas de funcionamiento pantalla de bienvenida

Una vez encendido el Sistema de Audio Distribuido muestra en el touchscreen la pantalla con el mensaje de bienvenida de la Universidad Politécnica Salesiana.

Figura 51. Pantalla de Sistema inicializado



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 51 muestra también el led verificador de transmisión de voltaje indica y comprueba que el Sistema ha sido encendido.

Figura 52. Presión de botón de continuar durante la pantalla de bienvenida



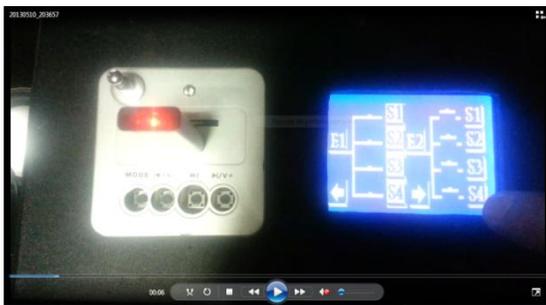
Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En la figura 51 se tiene una flecha de next o continuar, se presiona esta opción donde se pasará con la visualización la siguiente pantalla de selección de entradas y salidas de audio del Sistema.

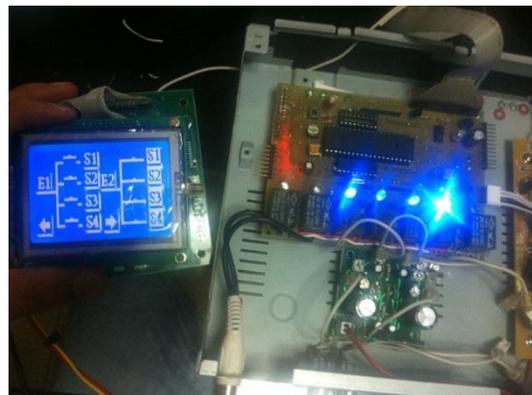
4.2.2 Pruebas de funcionamiento selección I/O

En el siguiente figura 53 a) se encuentra la pantalla de selección de salidas y entradas y que por default se encuentran habilitadas las salidas de la entrada E1.

Figura 53. a) Pantalla de selección de entradas y salidas de audio por default la entrada E1 habilitada. **b)** Pantalla de selección de entradas y salidas de audio habilitada todas las salidas de E2.



a)



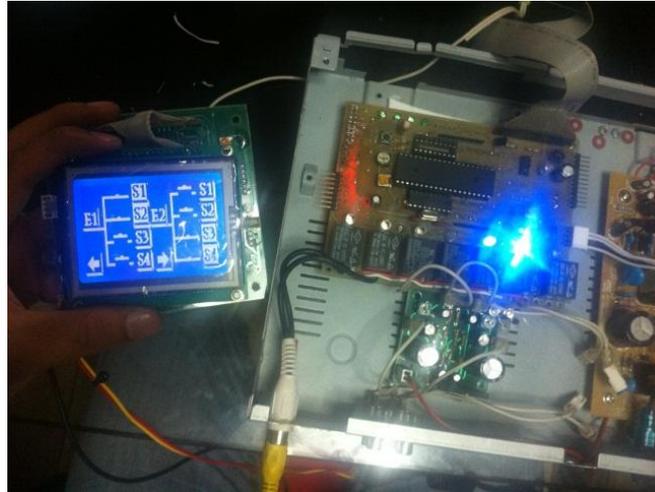
b)

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En la figura 53 b) se visualiza encendidos los leds indicadores de activación de salidas de E2, si no se encuentran prendidas significa que E1 está activado.

Para la siguiente figura se seleccionará las salidas S1 y S2 de la entrada E1, quedando habilitadas las salidas S3 y S4 a la entrada E2, se verifica los leds indicadores con únicamente dos focos encendidos por las salidas de E2.

Figura 54. Pantalla de selección de salidas por default habilitada la entrada E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En la figura 54 se puede apreciar que cuando se selecciona una salida de una determinada entrada, automáticamente la salida de la otra entrada queda deshabilitada; a esto lo llamamos multiplexación, y será analizado más adelante como parte de un resultado obtenido.

En la figura 55 muestra que el audio de la entrada E2 solo se enviará al parlante 2 o salida S2 y las salidas S1, S3 y S4 reproducen el audio de E1.

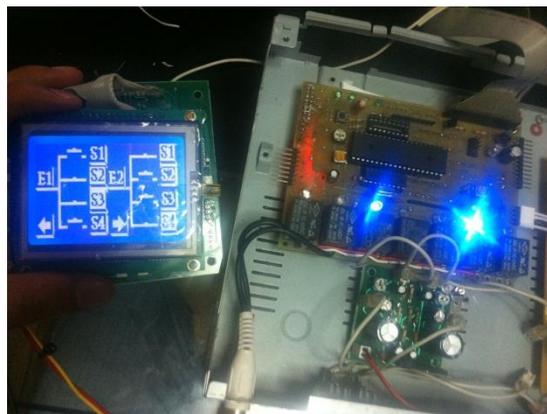
Figura 55. Selección de salida S2 de la entrada E2



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Para la figura 56 se ha seleccionado las salidas S1 y S4 de la entrada E2 y las salidas S2 y S3 de la entrada E1, se aprecia además los leds indicadores con el encendido como indicador de activación de salidas y entradas en cada parlante.

Figura 56. Selección de salida S3 de la entrada E2



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

El usuario podrá seleccionar una salida y deshabilitarla nuevamente según su requerimiento, de forma sencilla ya que como se observa la figura 56 su interface no

genera ninguna confusión y la desactivación es automática para una activación manual y viceversa.

Figura 57. Selección de salida S3 de la entrada E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

De la misma forma de las figuras 56 y 57, la figura 58 se seleccionará las salidas o parlantes S1 y S3 para la entrada E1 y las salidas o parlantes S2 y S4 para la entrada E2, la siguiente gráfica muestra lo indicado:

Figura 58. Selección de salida S4 de la entrada E2

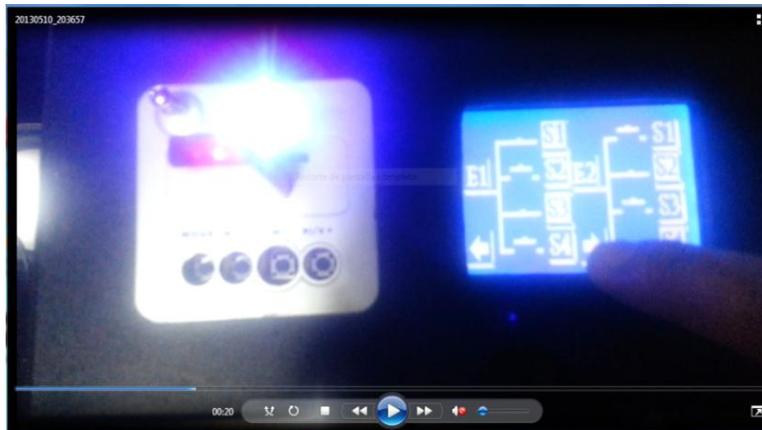


Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Una vez seleccionadas las salidas y las entradas de audio daremos un click en el botón continuar de la pantalla del touchscreen.

La figura 59 muestra el momento de la selección del botón next, inmediatamente la pantalla que se mostrará será el control de volumen del audio para la entrada E1 de la salida digital.

Figura 59. Presión botón continuar en la pantalla de selección de I/O



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

4.2.3 Pruebas de funcionamiento pantalla de volumen

La pantalla de control de volumen de la E1 mostrará los 4 niveles de volumen que tiene el SAD y podrá ser modificado mediante la pantalla del touchscreen, el volumen de la entrada E1 será la misma para las salidas que en ese momento se encuentren seleccionadas en el Sistema.

La figura 60 presenta la pantalla anteriormente descrita y tiene la opción de retornar al menú de selección de salidas en caso de querer modificar esta configuración.

Figura 60. Pantalla de selección volumen del audio de E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En los siguientes ejemplos, la figuras 61 a) y 61 b) se encuentran seleccionadas las opciones de máximo volumen o mínimo volumen (silencio), el control puede realizarse mediante la selección de determinado cajón de volumen requerido o simplemente la selección de las teclas V- o V+.

Figura 61. a) Pantalla de Control de Volumen selección V+, **b)** Pantalla de Control de Volumen selección V-



a)

b)

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Una vez ajuste el volumen requerido por el usuario, la tecla o flecha siguiente permite continuar con la pantalla control de canción.

La figura 62 muestra la manipulación de esta tecla, permitiendo avanzar con la configuración del SAD.

Figura 62. Selección botón continuar de la pantalla de selección de Control de Volumen



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La entrada E2 permite el mismo control de volumen como el control de la entrada E1.

4.2.4 Pruebas de funcionamiento pantalla control de audio

En la pantalla de Control de Canciones de la entrada E1 que se muestra en la siguiente figura 63, se encuentran las opciones: Stop o Detener la reproducción de la canción actual, Play o Reproducir la canción actual, Next o Siguiente canción en la que tenga la E1 y Previous o Anterior canción de E1.

Figura 63. Pantalla control de canción de E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

A continuación se despliega cada una de las opciones seleccionadas que permitirán controlar las canciones que se encuentran en E1.

La figura 64 detiene la reproducción de la canción de E1.

Figura 64. Presión botón stop de canción de E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 65 reproduce de la canción de E1,

Figura 65. Presión botón play de canción de E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Algo importante que recordar al usuario del SAD, es que cuando se utilice estas opciones, la reproducción o la detención de la canción de la entrada E1, tomarán todas las salidas configuradas en este momento para esta entrada.

La figura 66 muestra la selección de la tecla siguiente para avanzar a la siguiente canción del listado presente en la entrada E1.

Figura 66. Presión botón siguiente canción de E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La figura 67 retrocede la canción anterior a la pista actual reproducida.

Figura 67. Presión botón anterior de canción de E1



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

El control de canción solo se da para la entrada E1 por ser señal digital, la entrada E2 no permite este mismo control por tener señal analoga, la misma que debería ser controlada en el mismo dispositivo reproductor como por ejemplo: celular, tablet, ipad, etc.

4.2.5 Pruebas de funcionamiento pantallas retorno a Inicio

Una vez el usuario haya seleccionado las opciones requeridas podrá retroceder a las pantallas iniciales y de la misma forma podrá volver a selección nuevas opciones, las siguientes figuras contienen lo mencionado:

La figura 68 muestra la navegación o retroceso para la pantalla anterior a control del volumen, en el caso que no se requiere retornar a esta pantalla el SAD permite continuar para volver inmediatamente a la pantalla de Menú.

Figura 68. Presión botón retroceder 1 de Sistema Audio a Pantalla Inicio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La siguiente figura 69 muestra la selección de tecla retorno a la pantalla anterior, en caso que el usuario desee modificar alguna opción lo puede realizar sin que esta afecte la configuración ya preselecciona.

Figura 69. Presión botón retroceder 2 de Sistema Audio a Pantalla Inicio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

En la siguiente imagen (figura 70) retorna a la pantalla de selección de I/O en caso de ser requerida.

Figura 70. Presión botón retroceder 3 de Sistema Audio a Pantalla Inicio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Finalmente en la figura 71 se presenta la pantalla de Inicio, mientras que la reproducción del audio permanecerá según manipulación del usuario.

Figura 71. Sistema Audio en Pantalla Inicio



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

4.3 Resultados del funcionamiento del sistema de audio distribuido

Como parte de los resultados del funcionamiento del Sistema de Audio Distribuido se describirá el correcto funcionamiento de la multiplexación de las salidas de audio como lo descrito en las gráficas 51 a la 71 del mismo capítulo.

4.3.1 Multiplexación de audio

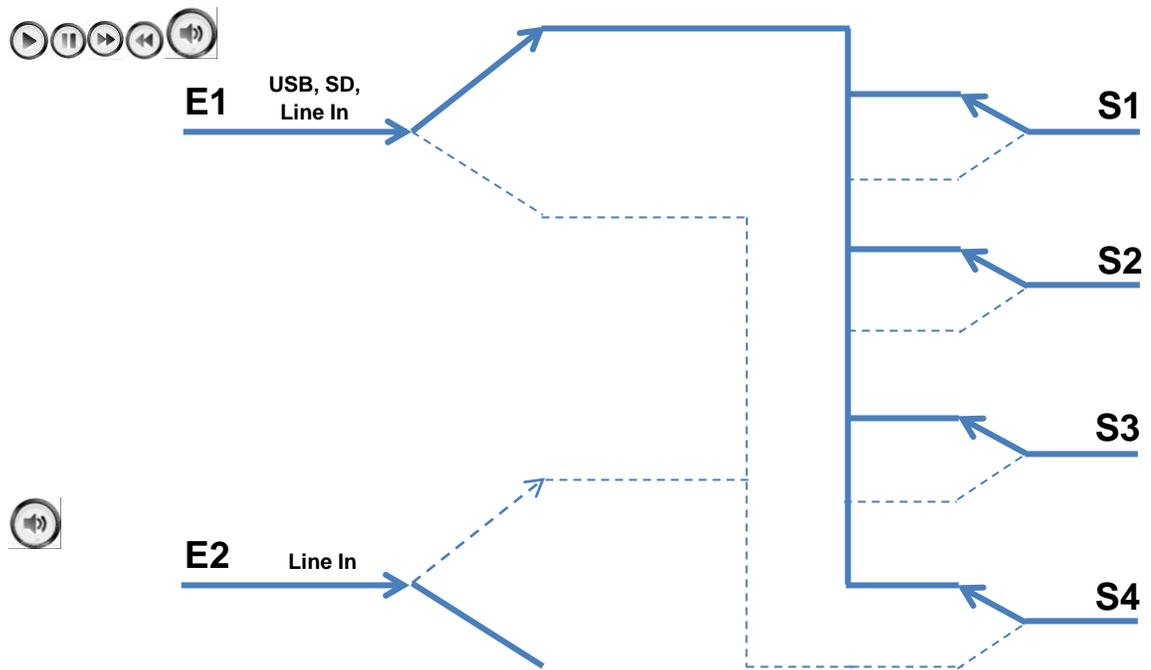
La multiplexación se refiere a la habilidad para transmitir datos que provienen de diversos pares de aparatos (transmisores y receptores) denominados canales de baja velocidad en un medio físico único (denominado canal de alta velocidad). (<http://es.kioskea.net>, 2013)

Como se mencionó en la sección 4.2.2 figura 54 o la sección 3.3.2.12 del presente capítulo y del capítulo 3 respectivamente, el SAD realiza la multiplexación de sus salidas del audio con la transmisión de dos entradas E1, E2 en cuatro diferentes salidas o parlantes S1, S2, S3, S4.

En esta sección se explicará cómo fue obtenido la multiplexación en el SAD, la siguiente figura 72 explicará lo indicado, en esta gráfica la entrada E1 una vez encendido el Sistema se activarán por default las 4 salidas o parlantes, esto quiere decir que el mismo audio o pista de la entrada E1 se escuchará en todas.

La línea continua simula la transmisión del audio de E1, esta entrada tiene los controles de volumen y de pista, en el caso que no se requiera modificar las salidas, el volumen y la reproducción serán las mismas en todos los parlantes.

Figura 72. Multiplexación de Salidas de Audio por default

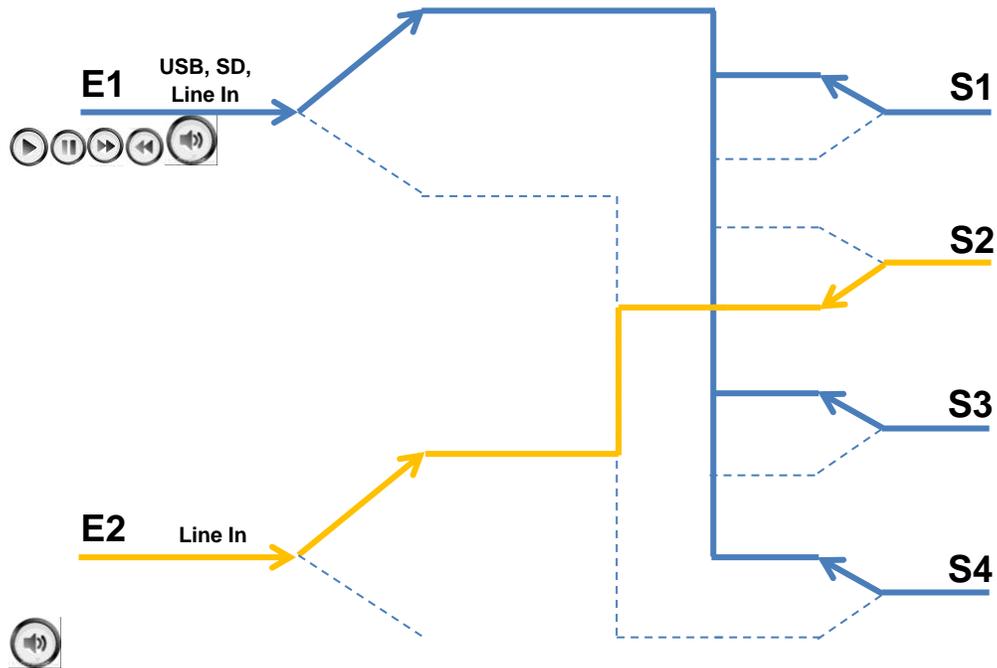


Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Para la siguiente gráfica (figura 73) hemos abierto la compuerta de la entrada E2 y la salida S2, mientras las salidas S1, S3 y S4 comparten el audio de la entrada E1, en las pruebas se colocó una canción en una memoria USB como E1 la misma que sonó en la sala 1, sala 3 y sala 4, y la canción en la entrada E1 colocada en un celular suena en la sala 2.

La multiplexación se puede presentar según sean seleccionadas las salidas, en este último ejemplo se podría activar las salidas S1 o S2 o S3 y se tendrá el audio de E2

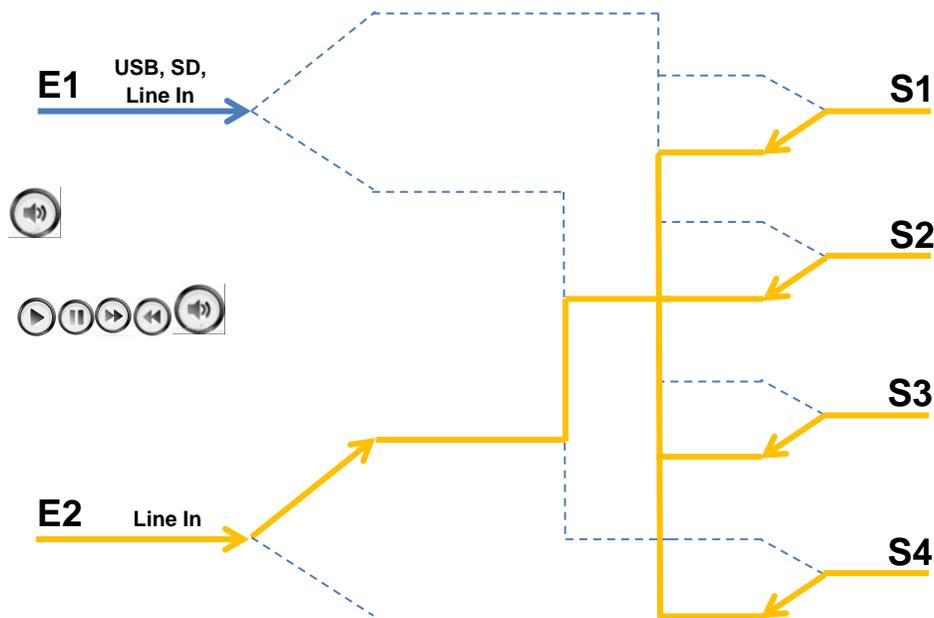
Figura 73. Multiplexación de Salidas de Audio S2 de la entrada E2



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

Así es como funciona la multiplexación en el siguiente ejemplo (figura 74) observamos que la entrada E2 habilita las 4 salidas con el mismo audio, la canción de la entrada E2 suena en la sala1, sala2, sala3 y sala4.

Figura 74. Multiplexación de Salidas de Audio de las 4 salidas en E2



Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

4.3.2 Sincronización de la membrana de la pantalla del Touchscreen

Para entender mejor la sincronización del touchscreen primero se analizará la pantalla táctil resistiva de 4 hilos que se utilizó en el presente proyecto, ésta utiliza 2 resistencias distribuidas en la parte superior y lateral de la pantalla y están colocadas en la mitad 2 capas, de esta forma cuando se pulse sobre la membrana se obtienen valores analógicos (X+ Y+ y X- Y-).

Estos valores son interpretados, censados en el puerto ADC y convertidos a valores digitales de 10 bits, obteniendo el valor de X y Y. Para obtener estos valores digitales se utiliza la fórmula $2^{10 \text{ bits}} - 1$ que es igual a 1023, valor que en hexadecimal corresponde a 3FF como valor máximo y como valor mínimo 0. Por otra parte conocemos que los valores de resistencia variable de la membrana se asocian a un voltaje a 5 V, por lo que 1023 equivale a los 5V y 0 a 0V.

Por lo tanto entre valores de resistencias obtenidas desde el touchscreen y valores decimales se realizó una regla de tres, la obtención de las coordenadas mediante pruebas y errores determinó la siguiente tabla 6:

Tabla 6. Obtención de valores de resistencias variables (decimales)

	X	Y			X	Y
	850	700			910	797
60	790	602	98		850	700
60	730	508	94		790	603
60	670	413	95		730	506
60	610	320	93		670	409
60	550	220	100		610	312
60	490	120	100		550	215
55	435		96,6666667		490	118
60	375				430	21
60	315				370	
63	252				310	
57	195				250	
60	135				190	
65	70				130	
53	17				70	
59,5					10	

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

La siguiente matriz fue obtenida con cálculos de la tabla 6 y fue dividida en 8 columnas y 4 filas, de esta forma los valores decimales serán aproximados a las coordenadas definidos de la matriz 8 x4.

Tabla 7. Obtención de valores decimales

			122	120	120	120	120	120	120		
		782	660	540	420	300	180	60			
	598										
	190										
	408										
	190										
	218										
	218										
											64.128

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

4.4 Análisis costos del SAD

En el análisis de costos del Sistema de Audio Distribuido se mencionarán los principales dispositivos que permitieron la construcción del mismo, así como alguna comparación de precios y características de alguno de ellos:

4.4.1 Lista de dispositivos

Tabla 8. Lista de dispositivos utilizados para el SAD

Item	Descripción	Unidades	Valor Unitario	Valor Total
1	microcontrolador atmega 16	1	5,50	5,50
2	ULN2823A	2	1,00	2,00
3	reguladores de voltaje	4	0,25	1,00
4	Diodos	2	0,10	0,20
5	Resistencias	20	0,10	2,00
6	resistencia integrada	2	0,25	0,50
7	capacitores electrolíticos	18	0,25	4,50
8	capacitores cerámicos	6	0,10	0,60
9	espadines machos 40 pines	4	0,25	1,00
10	espadines embras 40 pines	4	0,25	1,00
11	diodos led	8	0,20	1,60
12	relés 12 voltios	7	1,25	8,75
13	Transistores	2	0,10	0,20
14	Cristal	3	0,50	1,50
15	Potenciómetros	5	0,25	1,25
16	PCB de 150X100 mm sin antisolder	1	25,00	25,00
17	PCB DE 50X50 mm con antisolder	2	15,00	30,00
18	LCD 16X2	1	10,00	10,00
19	Xbee	2	45,00	90,00
20	microcontrolador atmega 32	2	1,50	3,00
21	amplificador audio TDA 2007 ^a	1	1,00	1,00
22	diodos led	5	0,20	1,00
23	relés 5 voltios	4	1,25	5,00
24	PCB de 100X100 mm con antisolder	1	20,00	20,00
25	reloj ds1307	1	2,00	2,00

26	pantalla grafica con touchscreen	1	75,00	75,00
27	tarjeta lectora de audio USB	1	25,00	25,00
28	Parlantes	4	25,00	100,00
29	Varios	1	20,00	20,00
Costo Total				438,60

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

4.4.2 Análisis costo de algunos dispositivos en el mercado

Algunos de los dispositivos construidos podían ser reemplazados con otros de mayor costo, pero no cumplen con los objetivos propuestos en el proyecto, tal es el caso de:

- Para la multiplexación podríamos haber utilizado consolas de audio que en el mercado fluctúan con precios a partir de USD 300,00 dólares hasta los USD 600,00 dólares de diferentes marcas, la mayoría de ellas no permite programación.
- El circuito del amplificador se podría encontrar similares más profesionales con precios a partir de USD 150,00 dólares hasta los USD 300,00 dólares de diferentes marcas.

No se utilizó estas opciones con el fin de poder aprovechar al máximo los recursos del proyecto y utilizar dispositivos más caseros que permiten adaptarse al diseño y no lo contrario que el diseño se adapte a éstos.

4.4.3 Análisis de rentabilidad del SAD

El siguiente análisis presentará dos herramientas financieras importantes para el análisis de rentabilidad del presente proyecto de inversión SAD:

4.4.3.1 Análisis del valor actual neto (VAN) del SAD

Este análisis permitirá conocer si el presente proyecto es viable y presenta ganancia, midiendo flujos de ingresos y egresos que tendría el SAD en el futuro menos la inversión inicialmente calculada.

Su fórmula es la siguiente:

$$\text{VAN} = \text{Flujo de caja anual} - \text{inversión inicial}$$

- **Inversión de producción mínima**

Total lista de dispositivos hardware	438,60
Horas hombre x 5 meses	1.550,00
Total	1.988,60
- **Tasa de descuento (TD)** **20%**
- **Flujo de caja neto**

Tabla 9. Flujo de caja del SAD para análisis VAN

	Flujo de caja neto
1er año	1.000
2do año	1.000
3er año	1.000
4to año	1.000
5to año	1.200

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

$$\text{VAN} = 1.000 / (1 + 0.20)^1 + 1.000 / (1 + 0.20)^2 + 1.000 / (1 + 0.20)^3 + 1.000 / (1 + 0.20)^4 + 1.200 / (1 + 0.20)^5 - 1.988,60$$

$$\text{VAN} = 3.070,99 - 1.988,60$$

$$\text{VAN del SAD} = 1.082,39$$

Siendo el resultado del VAN positivo podemos concluir que el proyecto de SAD es viable y presenta una mayor ganancia.

4.4.3.2 Análisis de la tasa interna de retorno (TIR) del SAD

TIR es la tasa de descuento permitiendo que el VAN del SAD tenga valor 0, con este podemos también conocer que tasa de descuento máxima podemos utilizar en el presente proyecto, aquí se conocerá la rentabilidad de la inversión inicial.

Su fórmula es la siguiente:

$$0 = \text{Flujo de caja anual} - \text{inversión inicial}$$

De esta forma y con la misma información para cálculo del VAN tenemos:

- **Inversión de producción mínima**

Total lista de dispositivos hardware	438,60
Horas hombre x 5 meses	1.550,00
Total	1.988,60

- **Flujo de caja neto**

Tabla 10. Flujo de caja del SAD para análisis TIR

	Flujo de caja neto
1er año	1.000
2do año	1.000
3er año	1.000
4to año	1.000
5to año	1.200

Elaborado por: Belén Barba y Miguel Suquitana

$$0 = 1.000 / (1 + \text{TIR})^1 + 1.000 / (1 + \text{TIR})^2 + 1.000 / (1 + \text{TIR})^3 + 1.000 / (1 + \text{TIR})^4 + 1.200 / (1 + \text{TIR})^5 - 1.988,60$$

$$\text{TIR} = 42,4379\% = \text{TD máxima}$$

Con este resultado de TIR se puede verificar que VAN = 0, concluyendo que este valor de TD en el proyecto del SAD será rentable, ya que concentraría la ganancia de la TD. Y si la TD disminuiría, el valor de ganancia será cada vez mayor y más rentable, como fue calculado en VAN del punto 4.4.3.1.

Conclusiones

Una vez concluida la construcción del módulo del SAD con acceso central a través de un touchscreen y mando a control remoto RFid se tiene las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la investigación inductiva y deductiva aplicada para la elaboración del presente proyecto y comprendido los conceptos técnicos de electrónica se logró construir e implementar el sistema de audio distribuido.
- Un sistema de audio distribuido como su nombre lo indica es la distribución de varias entradas de audio en dos o más salidas requeridas por los usuarios.
- Al necesitar varias entradas como salidas, la base principal para el funcionamiento del SAD son los microcontroladores AVR accesibles en el mercado debido a su bajo costo de adquisición.
- El AVR Atmega de 16 fue escogido para la tarjeta madre por su disponibilidad de puertos, mientras que el ATmega de 32 fue utilizado para el control del touchscreen por su capacidad de memoria.
- El touchscreen tiene una gran ventaja al utilizarse como dispositivo de selección de entradas y salidas al mismo tiempo y en una sola pantalla haciendo que su operación sea más sencilla.
- El porcentaje de error en la programación del AVR depende directamente del oscilador escogido, ofreciendo mayor velocidad de transmisión de datos del microcontrolador utilizado.
- El SAD consta de una tarjeta madre que reconoce y administra las entradas a través del mando RFid y las ubica en las salidas que son parlantes de 4Ω a 5 W.
- La programación está basada en código visual basic del BASCOM- AVR y que a su vez es amigable para el usuario.
- Los programas desarrollados para el microcontrolador del touchscreen y el microcontrolador de la tarjeta madre son diferentes, el primero permite el almacenamiento de la información de las pantallas que se le presenta al usuario; mientras que el segundo permite la comunicación interna de los microcontroladores y gestiona la activación de las salidas.

- Las pruebas de funcionamiento fueron realizadas con éxito una vez construido el módulo.
- Mediante el análisis financiero de VAN y TIR se concluye que el presente proyecto es viable y generará rentabilidad en el futuro, sus beneficios programados son mayores a su inversión.

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar una sola fuente de voltaje desde el inicio del diseño del sistema, ya que si este se cambia por otro de diferente nivel; la programación puede verse afectada porque utiliza un nivel de voltaje específico como referencia.
- Al diseñar circuitos que ocupen diferentes niveles de voltaje es bueno utilizar reguladores que paulatinamente reduzcan el nivel de voltaje hasta conseguir el voltaje requerido.
- Se recomienda utilizar cristales muy altos para construir el oscilador; este automáticamente reducirá el porcentaje de error en el procesamiento de datos del AVR.
- El programa DXP Protel es recomendado por sobre otros software de programación ya que permite el modelado de las tarjetas en tercera dimensión. Además cuenta con librerías completas para todo tipo de diseño.
- Es recomendable manipular cualquier sistema de sonido estereofónico a niveles medios de volumen, para evitar perjuicios en el sistema auditivo de los pacientes e invitados del ABEI infantil.
- En el diseño de circuitos electrónicos se recomienda utilizar diodos LED para indicar el funcionamiento de algún elemento importante dentro del circuito.
- Para una mejor comprensión del sistema al momento de manipularlo, se recomienda programar una interfaz amigable y sencilla para no confundir al usuario.
- Se recomienda imperativamente el buscar un ambiente de clima templado y sin polvo, lejos de la luz solar para la instalación del sistema, ya que de esta manera no se compromete el correcto funcionamiento del mismo.

Lista de referencias

- ABC Medicus. (2009). La música, una buena terapia para el corazón. Recuperado 01/02/2013 de: <http://www.abccmedicus.com/>
- Alejandro Nieto González. (2009). ¿Qué son el VAN y el TIR?. Recuperado 11/06/2013 de: <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia>
- Barix. (2001). IP AUDIO MODULE 102. Recuperado 3/06/2013 de: <http://www.barix.com/downloads>
- Carr J. (1991). Microcomputer Interfacing. New Jersey. Prentice-Hall, Inc
- Consejería de Educación y cultura. (2010). Audio. Recuperado 20/05/2013 de: <http://rincones.educarex.es>
- Construya su videorockola.com. (2013). CONSTRUYA UN AMPLIFICADOR DE 90W CON TDA 7294. Recuperado 1/06/2013 de: <http://construyasuvideorockola.com>
- CreceNegocios.com. (2013). El VAN y el TIR. Recuperado 11/06/2013 de: <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>
- Diarioroelectronicohoy.com. (2013). LCD's GRÁFICOS (PCD8544). Recuperado 03/06/2013 de: <http://www.diarioroelectronicohoy.com/blog/>
- Digi International Inc.. (1996). XBee® Wi-Fi RF Module. Recuperado 14/09/2012 de: <http://www.digi.com/#electricutility>
- Dinastia Soft. (1997). BASCOM-AVR. Recuperado 06/06/2013 de: <http://www.mikrocontroller.net>
- Ecojoven.com: Tu magazin web. (2010). ¿Cómo funciona?: Pantallas y ratones táctiles o "touchpad". Recuperado 30/12/2011 de: <http://www.ecojoven.com/dos/05/tactil.html>
- Electrónica completa. (2009). 17/ Amplificador de potencia de audio. Recuperado 10/01/2013 de: <http://electronicacompleta.com/lecciones>
- En cualquier parte de la casa. Recuperado 20/05/2013 de: <http://www.idg.es/pcworld>
- EngineersGarage. (2012). IC TDA2007. Recuperado 4/06/2013 de: <http://www.engineersgarage.com>

- Facultad de Ciencias - Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. (2013). Tipos de memoria.pdf. Recuperado 27/05/2013 de: <http://www.fciencias.uaslp.mx/>
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste. (2013). SEÑALES Y ESPECTROS.pdf. Recuperado 16/03/2013 de: <http://exa.unne.edu.ar>
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste. (2013). MULTIPLEXACIÓN.pdf. Recuperado 2/06/2013 de: <http://exa.unne.edu.ar>
- Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de la Plata. (2013). Proteus – Depuración de programas para microprocesadores CCFF D.P.E. MODULO DE PROYECTOS. Recuperado 20/01/2013 de: <http://www.ing.unlp.edu.ar>
- Gonzalez J, Cabeza M, Martinez E.(1994). Introducción a los MICROCONTROLADORES de 16 bits (Familia 96). España. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.
- Grob B. (1977). Basic Electronics. Tokyo. McGraw-Hill Kogakusha, LTD.
- GS1 Ecuador. (1992). EPC. Recuperado 19/05/2013 de: <http://gs1ec.org/contenido/>
- Guitarristas. (2008). Componentes electrónicos – Transistores. Recuperado 10/11/2010 de: <http://www.guitarristas.info/foros>
- Home:TECH - Javier Uribe. (15 de agosto de 2010). Audio distribuido: sistemas de 70 volts. Recuperado 20/07/2012 de: <http://hometech.com.mx>
- IDG COMMUNICATIONS SAU. (2013). Sistemas de distribución de audio
- Importhome Green Building. (2013). TL-WN723N - Mini antena receptora inalámbrica 150 Mbps. Recuperado 17/05/2013 de: <http://www.importhome.co/redes-de-datos>
- Intermec Technologies Corporation. (2013). RFID Overview. Recuperado 16/04/2013 de: <http://www.intermec.com/learning>
- Khoa Công Nghệ - Đại Học Cần Thơ. (2013). Introducing ProtelDXP Tutorial pdf. Recuperado 10/03/2013 de: <http://cet.ctu.edu.vn/>

- Krick E. (1981) Introducción a la Ingeniería y al Diseño de la Ingeniería. México. LIMUSA, S.A.
- LEDSEE electronics. (2013). Touch Screens. Recuperado 05/05/2013 de: <http://www.ledsee.com/>
- Malvino A., Bates D. (2007). Principios de Electrónica. Madrid. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.U.
- Martine Bell Croix. (2010). La Musicoterapia. Recuperado 01/02/2013 de: <http://alcione.cl/?cat=905>
- Martinez J., Barrón M. (1993). Practicas con microcontroladores de 8 bits Aplicaciones Industriales. España. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.
- MBCEStore Mexico. (2006). Monitores Touchscreens: 15", 17" & Mas. Recuperado 10/12/2012 de: <http://www.mbcestore.com.mx/cats>
- MCS Electronics. (2012). BASCOM-AVR. Recuperado 1/05/2013 de: <http://avrhelp.mcselec.com>
- Mcs electronics. (2013). AN #148 - LCD display with touchscreen and AVR. Recuperado 4/09/2011 de: <http://www.mcselec.com/>
- MercuryTelecom. (2013). Sistemas modulares de codificación y multiplexación. Recuperado 10/02/2013 de: <http://mercurytelecom.es>
- Moreno J. (2010). Montaje y Mantenimiento de Equipos. Madrid. RA-MA Editorial
- Moreno J., Serrano J. (2010). Fundamentos del Hardware. Madrid. RA-MA Editorial
- Pardue J. (2005). C Programming for Microcontrollers. Smiley Micros
- Pareja M. (2010). Diseño y Desarrollo de circuitos impresos. México. Alfaomega Grupo Editor
- Planet Analog Magazine. (May 28, 2007). Powering resistive touch screens efficiently. Recuperado 09/11/2011 de: <http://www.planetanalog.com>
- Proyecto electronico por Carlos Javier Vindas Fallas. (2013). Proyecto: Amplificadores de audio de baja potencia.. Recuperado 11/05/2012 de: <http://www.proyectoelectronico.com/index.html>

- Reptile-addict.nl. (jul 10, 2011). GLCD Touchscreen Part 2. Recuperado 23/05/2012 de: <http://www.reptile-addict.nl/>
- Rose R, Shepard L, Wulff J. (1978). PROPIEDADES ELECTRONICAS. México. LIMUSA, S.A.
- Scribd Inc. (2013). USART del AVR. Recuperado 10/06/2013 de: <http://es.scribd.com/doc>
- Sedra A, Smith K. (1987). Microelectronic circuits. New York. HRW International Edition
- Seguratec. (2012). Cableado estructurado y sistema de voceo y/o ambientación. Recuperado 20/08/2012 de: <http://www.seguratec.com.mx/2012/06>
- Sheingold D. (1977). analog-digital. Massachusetts – USA. Analog Devices, Inc.
- Smith R. (1980). Electronics Circuits and Devices. Canadá. Printed in the United States of America
- Swordfish compiler. (October 20, 2011). TouchScreen. Recuperado 22/04/2012 de: <http://www.sfcompiler.co.uk/>
- Thunder Electrical Automation International INC. (2013). ¿Qué es audio distribuido?. Recuperado 24/05/2013 de: <http://www.thunderelectrical.com/espanol>
- Tim Vear/Shure legendary performance. (2009). Guía de sistemas de audio. Recuperado 14/09/2012 de: <http://www.shure.es/>
- Universidad Técnica de Ambato. (9 de feb del 2013). BASCOM AVR Help ? Reference. Recuperado 03/05/2013 de: <http://www.unrobotica.com/manuales>
- Watkinson J. (1994). AUDIO DIGITAL. Madrid. Paraninfo S.A.
- Yamaha Commercial Audio Systems, Inc. (Agosto, 2008). Informe técnico de amplificadores de potencia de Yamaha. Recuperado 11/03/2013 de: <http://www.yamahacommercialaudiosystems.com/>
- Zetina A.(1982). Audiofrecuencia Aplicada. México. Continental

Glosario

Amplificador.-	Dispositivo que magnifica la amplitud de un fenómeno acústico.
Armónicos.-	Se comportan como fuentes de intensidad dispuestas en paralelo y a diferente frecuencia donde la suma de todas las intensidades es la corriente que alimenta la carga (múltiplos enteros de una frecuencia fundamental). La frecuencia fundamental es la única que produce una potencia activa.
Domótica.-	Es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, además de aportar seguridad, confort, y comunicación entre el usuario y el sistema.
EEPROM.-	Memorias electrónicas que pueden ser borradas o programadas electrónicamente.
Eficiencia (altavoz).-	Es la relación entre la potencia acústica emitida y la potencia eléctrica recibida. La potencia eléctrica que no se convierte en sonido lo hace en calor. Los altavoces son dispositivos bastante ineficientes y radian más calor que sonido.
Entrada SD.-	Esta entrada permite leer tarjetas digitales que llevan el mismo nombre.
Entrada USB.-	Puerto universal que permite la comunicación entre dispositivos de carácter informático.
Firmware.-	Es un bloque de instrucciones de máquina para propósitos específicos, grabado en una memoria, normalmente de lectura / escritura (ROM, EEPROM, flash, etc), que establece la lógica de más bajo nivel

que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

Ganancia.-

La ganancia de potencia G de un amplificador es la relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada. La ganancia si es menor que 1, se llama atenuación.

GLCD.-

Pantalla Gráfica de Cristal Líquida o GLCD (acrónimo del inglés Graphic Liquid Crystal Display) es una pantalla plana formada por una matriz de píxeles monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora.

GND.-

Ground – Tierra

IEEE.-

Institute of Electrical and Electronics Engineers - Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

Impedancia.-

Oposición al paso libre de la corriente eléctrica provocado por algún fenómeno.

LCD.-

Pantalla que permite visualizar información enviada a ella a través de pulsos digitales.

Lenguaje de Programación.-

Conjunto de órdenes e instrucciones que sirven para realizar una secuencia de procesos y solo pueden ser comprendidos por computadores u ordenadores.

LINE IN.-

Entrada que permite el ingreso de audio desde otros aparatos de sonido.

Memoria Flash.-

Dispositivo masivo que permite el almacenamiento rápido de la información.

Microprocesador.-

Encapsulado electrónico muy pequeño que cumple una función específica en el campo de la electrónica.

Multiplexor de Audio.-

Elemento electrónico que permite el ingreso de varias señales y administra su orden en las salidas.

Par Darlington.-

Configuración especial de transistores que incrementa la ganancia de la señal ingresada.

PCB.-	Placa de Circuito impreso (del inglés Printed Circuit Board)
RFID.-	Identificación por Radiofrecuencia (del inglés Radio Frequency IDentification) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID.
Robótica.-	Rama de la ingeniería en sistemas que estudia la automatización de procesos industriales.
SAD.-	Abreviatura de Sistema de Audio Distribuido.
Salida Estereofónica.-	Salida que permite transmitir el sonido en dos canales (izquierdo y derecho).
TIR.-	Tasa Interna de Retorno
Touchscreen.-	Dispositivo electrónico que se encuentra en varios aparatos tecnológicos y de comunicaciones que permite el ingreso y visualización de datos en el mismo.
Transistor Bipolar.-	Elemento electrónico que puede actuar como interruptor electrónico o como amplificador de una señal.
TTL.-	transistor-transistor logic. Su tensión de alimentación característica se halla comprendida entre los 4,75V y los 5,25V (como se ve, un rango muy estrecho). Normalmente TTL trabaja con 5V. Los niveles lógicos vienen definidos por el rango de tensión comprendida entre 0,0V y 0,8V para el estado L (bajo) y los 2,4V y Vcc para el estado H (alto).
USART.-	El Transmisor/Receptor Universal Síncrono y Asíncrono (USART) es un dispositivo altamente flexible para comunicación serial. Las principales características son: Operación Full Duplex (Registros

independientes de recepción y transmisión serial).
Operación Asíncrona y Síncrona. Operación síncrona
Maestro-Esclavo. Generador de alta resolución de
Baud rate. Soporte de frames con 5, 6, 7, 8 o 9 bits de
datos y 1 o 2 bits de stop

USB.-	Universal Serial Bus
VAN.-	Valor Actual Neto
VCC.-	Voltaje en corriente directa
Vin.-	Voltaje de entrada
Vout.-	Voltaje de salida

Anexos

Anexo 1 Datasheet ULN2803

http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/90/366828_DS.pdf

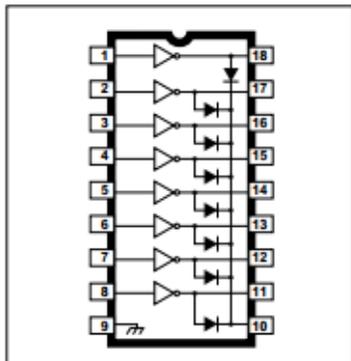


366828_DS.pdf

2803 THRU 2824

Data Sheet
29304.3E*

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-10,322A

Note that the ULx28xxA series (dual in-line package) and ULx28xxLW series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}	
(x2803x and x2804x)	50 V
(x2823x and x2824x)	95 V
Input Voltage, V_{IN}	30 V
Continuous Output Current, I_C	500 mA
Continuous Input Current, I_{IN}	25 mA
Power Dissipation, P_D	
(one Darlington pair)	1.0 W
(total package)	See Graph
Operating Temperature Range, T_A	
Prefix 'ULN'	-20°C to +85°C
Prefix 'ULQ'	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range,	
T_S	-55°C to +150°C

Featuring continuous load current ratings to 500 mA for each of the drivers, the Series ULN28xxA/LW and ULQ28xxA/LW high-voltage, high-current Darlington arrays are ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads. Typical power loads totaling over 260 W (350 mA x 8, 95 V) can be controlled at an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned on simultaneously. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULx2803A, ULx2803LW, ULx2823A, and ULN2823LW have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULx2804A, ULx2804LW, ULx2824A, and ULN2824LW have series input resistors for operation directly from 6 V to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULx2803A/LW and ULx2804A/LW are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the off state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULx2823A/LW and ULx2824A/LW will withstand 95 V in the off state.

These Darlington arrays are furnished in 18-pin dual in-line plastic packages (suffix 'A') or 18-lead small-outline plastic packages (suffix 'LW'). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. Prefix 'ULN' devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C; prefix 'ULQ' devices are rated for operation to -40°C.

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Package or Wide-Body Small-Outline Package

**The ULx2804, ULx2823, & ULx2824 are discontinued.
Shown for reference only.**

x = Character to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.



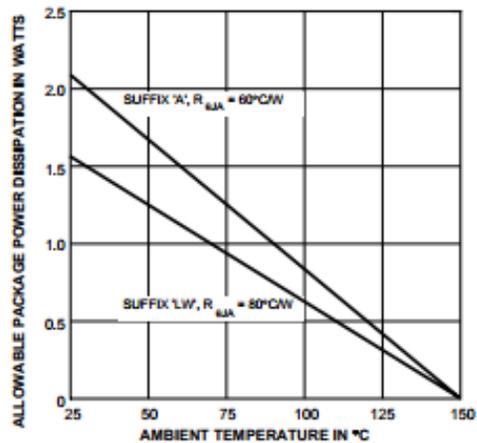
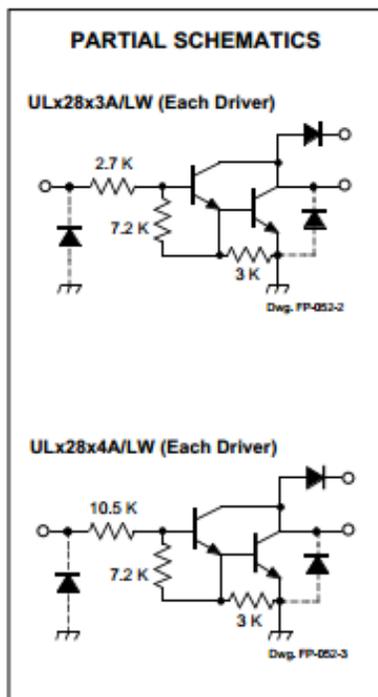
**2803 THRU 2824
HIGH-VOLTAGE,
HIGH-CURRENT
DARLINGTON ARRAYS**

DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	Part Number	
5V TTL, CMOS	ULN2803A* ULN2803LW*	ULN2823A* ULN2823LW
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2804A* ULN2804LW*	ULN2824A* ULN2824LW

* Also available for operation between -40°C and $+85^{\circ}\text{C}$. To order, change prefix from 'ULN' to 'ULQ'.

**The ULx2804, ULx2823, & ULx2824 are discontinued.
Shown for reference only.**



x = Character to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.

Anexo 2 Datasheet reloj ds1307

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/DS1307.pdf>



DS1307.pdf



DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

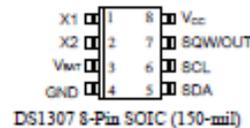
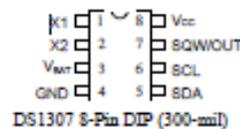
ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (300-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

V _{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 32.768kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds DIP See JPC/JEDEC Standard J-STD-020A for Surface Mount Devices

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

Range	Temperature	V _{CC}
Commercial	0°C to +70°C	4.5V to 5.5V V _{CC1}
Industrial	-40°C to +85°C	4.5V to 5.5V V _{CC1}

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V _{CC}	4.5	5.0	5.5	V	
Logic 1	V _{IH}	2.2		V _{CC} + 0.3	V	
Logic 0	V _{IL}	-0.5		+0.8	V	
V _{BAT} Battery Voltage	V _{BAT}	2.0		3.5	V	

*Unless otherwise specified.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Over the operating range*)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage (SCL)	I _{LI}			1	μA	
I/O Leakage (SDA & SQW/OUT)	I _{LO}			1	μA	
Logic 0 Output (I _{OL} = 5mA)	V _{OL}			0.4	V	
Active Supply Current	I _{CCA}			1.5	mA	7
Standby Current	I _{CCS}			200	μA	1
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I _{BAT1}		300	500	nA	2
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I _{BAT2}		480	800	nA	
Power-Fail Voltage	V _{PF}	1.216 x V _{BAT}	1.25 x V _{BAT}	1.284 x V _{BAT}	V	8

*Unless otherwise specified.

Anexo 3 Datasheet ATmega16A

<http://www.atmel.com/images/doc8154.pdf>

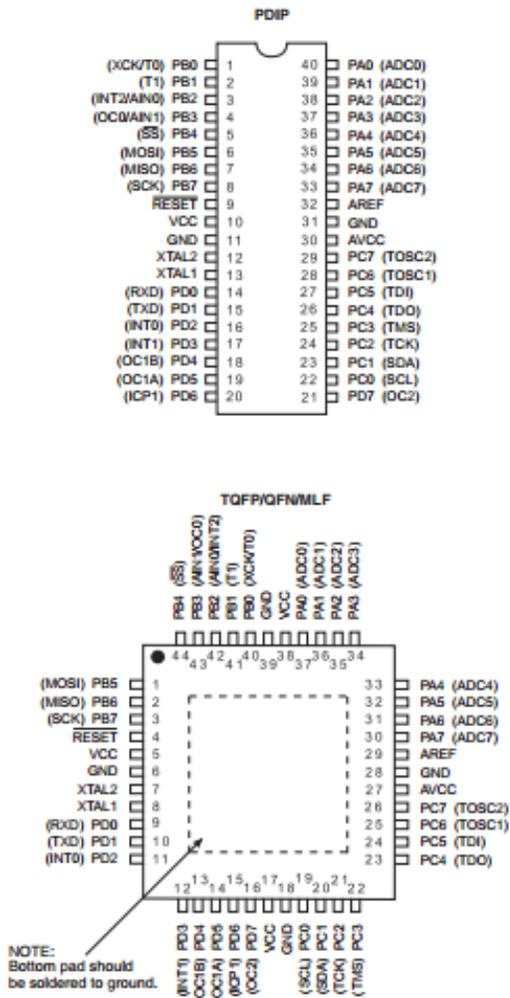


doc8154_datasheet_ATmega16A.pdf



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega16A



Anexo 4 Datasheet ATmega32

<http://www.atmel.com/Images/doc2503.pdf>

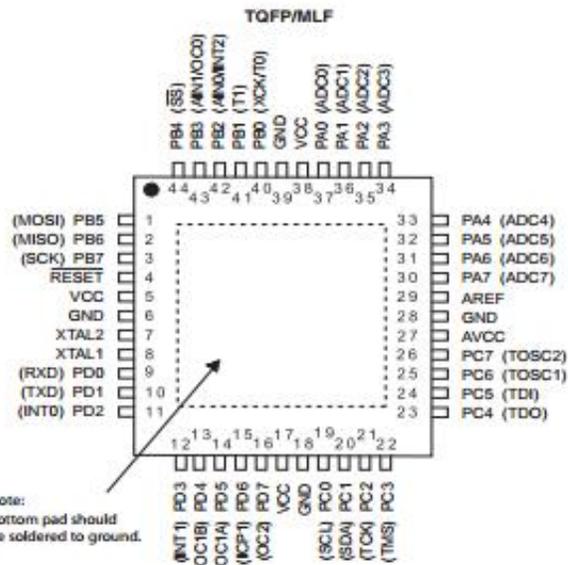
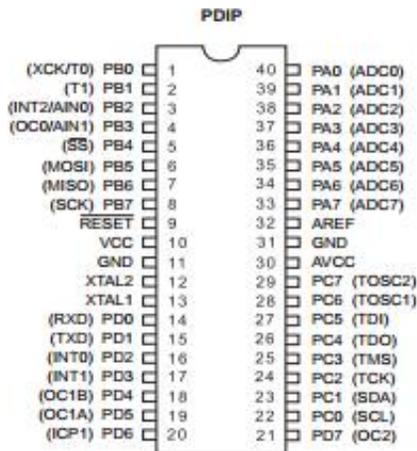


doc2503_datasheet_
ATmega32L.pdf

ATmega32(L)

Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega32



Anexo 6 Datasheet LGM12864B

http://www.svet-el.si/download/Graficni_LGM12864B.pdf



Graficni_LGM12864B.pdf

Pin connections

Pin	Symbol
1	CSA
2	CSB
3	VSS
4	VDD
5	V0
6	RST
7	RW
8	E
9-16	DB0-DB7
17	RST
18	VEE
19	A
20	K

Block diagram

Feature

- 128dots X 64dots matrix.
- Built-in controller (S6B0108)
- Interface with 8-bit ;5V power supply
- 5V; 1/64Duty cycle, 1/9Bias.
- Display Mode & Backlight Variations.
- ROHS Compliant

Mechanical thickness

LCD module	T1	T2	Unit
Without or EL	5	10.0	mm
Edge backlight	---	---	mm
Bottom backlight	10.2	15.0	mm

Mechanical data

Item	Standard	Unit
Module size	78.0X70.0	mm
View area	62.0X44.0	mm
Dot size	0.40X0.56	mm
Area size	56.28X38.36	mm

Maximum Absolute Power Ratings

Item	Symbol	Standard			Unit
		Min	Typ	Max	
Input voltage	V _{DD}	-0.3	---	5.5	V
Power supply	V _{IN}	-0.3	---	VDD	

Electronical characteristics

Item	Symbol	Condition	Standard			Unit
			Min	Typ	Max	
Operating voltage	V _{DD}	V _{DD} = 5.0V	4.5	---	5.5	V
Operating current	I _{DD}	V _{DD} = 5.0V	---	7.2	8	mA
Recommended LCD driving voltage for normal temp module	V _{LED}	T _A = +25	---	8.5	---	V
		T _A = 0	---	8.7	---	
		T _A = -20	---	9.1	---	
Backlight voltage	V _{LED}	Y-G	---	4.2	---	V
Backlight current	I _{LED}	V _{LED} = 4.2V	---	240	---	mA
Operating temperature	T _o	---	-20	---	70	
Storage temperature	T _s	---	-30	---	80	

Anexo 7 Datasheet TDA2007

http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/120/378189_DS.pdf



TDA2007.pdf



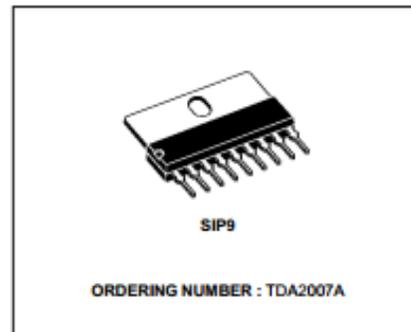
TDA2007A

6 + 6W STEREO AMPLIFIER

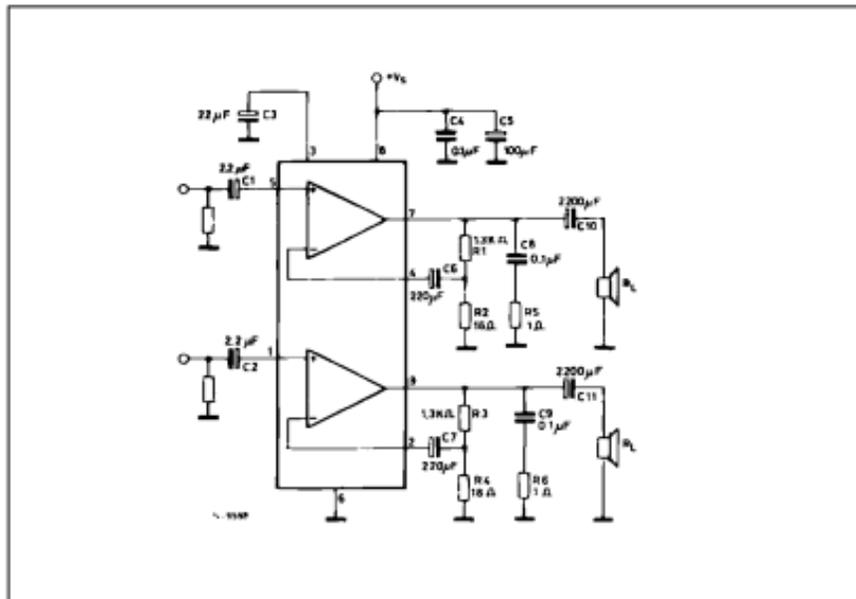
- HIGH OUTPUT POWER
- HIGH CURRENT CAPABILITY
- AC SHORT CIRCUIT PROTECTION
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION

DESCRIPTION

The TDA2007A is a class AB dual Audio power amplifier assembled in single in line 9 pins package, specially designed for stereo application in music centers TV receivers and portable radios.

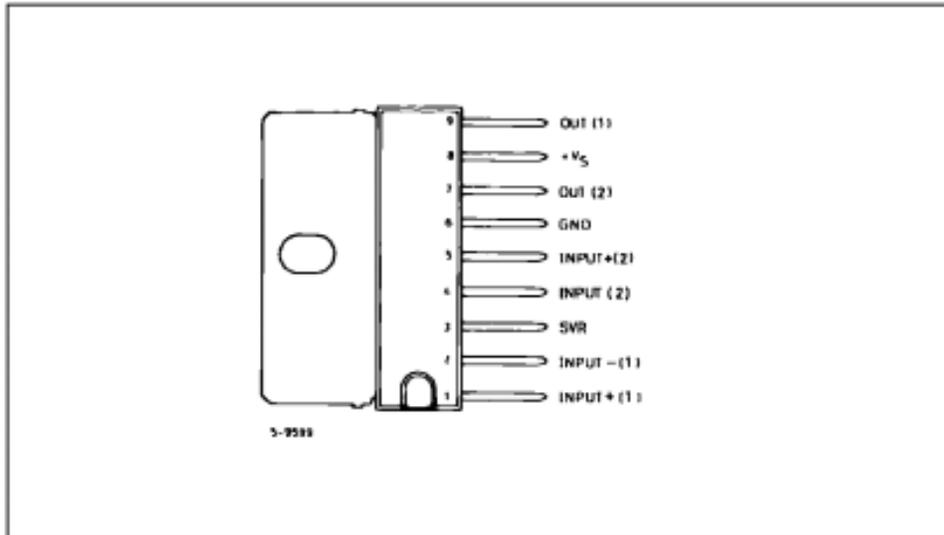


STEREO TEST CIRCUIT

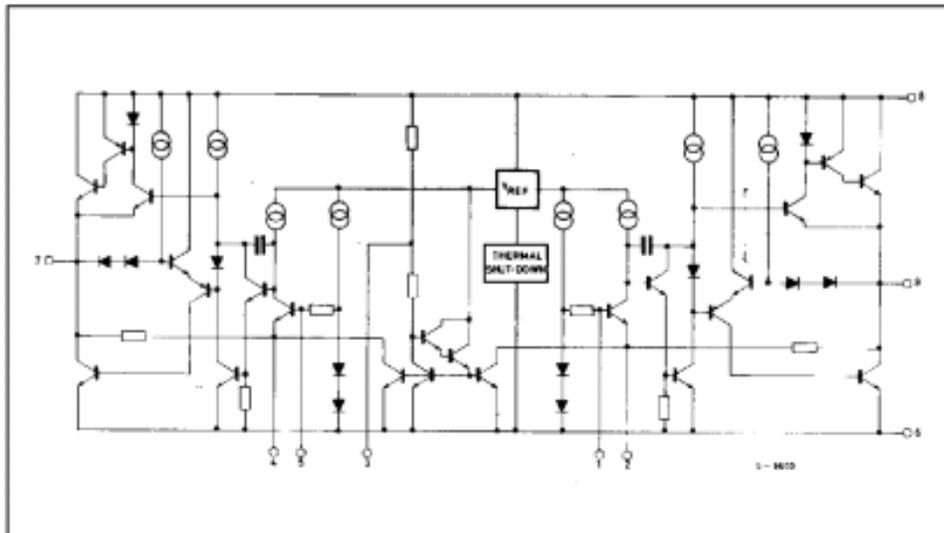


TDA2007A

PIN CONNECTION (top view)



SCHEMATIC DIAGRAM



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	Value	Unit
--------	-----------	-------	------

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Supply Voltage	28	V
I_O	Output Peak Current (repetitive $f \geq 20\text{Hz}$)	3	A
I_{O1}	Output Peak Current (non repetitive $t = 100\mu\text{s}$)	3.5	A
P_{tot}	Power Dissipation at $T_{case} = 70^\circ\text{C}$	10	W
T_{stg}, T_J	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (refer to the stereo application circuit, $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$, $V_S = 18\text{V}$, $G_V = 36\text{dB}$, unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage		8		26	V
V_O	Quiescent Output Voltage			8.5		V
I_d	Total Quiescent Drain Current			50	90	mA
P_O	Output Power (each channel)	$f = 100\text{Hz}$ to 6KHz $d = 0.5\%$ $V_S = 18\text{V}$ $R_L = 4\Omega$ $V_S = 22\text{V}$ $R_L = 8\Omega$	5.5 5.5	6 6		W W
d	Distortion (each channel)	$f = 1\text{KHz}$, $V_S = 18\text{V}$, $R_L = 4\Omega$ $P_O = 100\text{mW}$ to 3W $f = 1\text{KHz}$, $V_S = 22\text{V}$, $R_L = 8\Omega$ $P_O = 100\text{mW}$ to 3W		0.1 0.05		% %
CT	Cross Talk ($^{\circ}\text{dB}$)	$R_L = \infty$, $R_G = 10\text{K}\Omega$ $f = 1\text{KHz}$ $f = 10\text{KHz}$	50 40	60 50		dB dB
V_i	Input Saturation Voltage (rms)		300			mV
R_i	Input Resistance	$f = 1\text{KHz}$	70	200		$\text{K}\Omega$
f_L	Low Frequency Roll Off (-3dB)	$R_L = 4\Omega$, $C_{10} = C_{11} = 2200\mu\text{F}$		40		Hz
f_H	Low Frequency Roll Off (-3dB)			80		KHz
G_V	Voltage Gain (closed loop)	$f = 1\text{KHz}$	35.5	36	36.5	dB
ΔG_V	Closed Loop Gain Matching			0.5		dB
e_N	Total Input Noise Voltage	$R_G = 10\text{k}\Omega$ (*) $R_G = 10\text{k}\Omega$ (**)		1.5 2.5	8	μV μV
SVR	Supply Voltage Rejection (each channel)	$R_G = 10\text{K}\Omega$ $f_{supply} = 100\text{Hz}$, $V_{ripple} = 0.5\text{V}$		55		dB
T_J	Thermal Shut-down Junction Temperature			145		$^\circ\text{C}$

(*) Curve A. (**) 22Hz to 22KHz.

Anexo

8 XBee-Datasheet

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>



XBee-Datasheet.pdf

XBee[®] /XBee-PRO[®] RF Modules

XBee[®]/XBee-PRO[®] RF Modules
RF Module Operation
RF Module Configuration
Appendices



Product Manual v1.xEx - 802.15.4 Protocol
For RF Module Part Numbers: XB24-A...-001, XBP24-A...-001

IEEE[®] 802.15.4 RF Modules by Digi International



Digi International Inc.
11001 Bren Road East
Minnetonka, MN 55343
877 912-3444 or 952 912-3444
<http://www.digi.com>

90000982_B
2009.09.23

Pin Signals

Figure 1-03. XBee®/XBee-PRO® RF Module Pin Numbers

(top sides shown - shields on bottom)

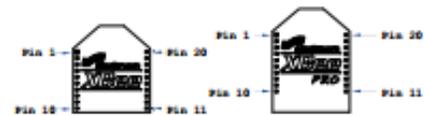


Table 1-02. Pin Assignments for the XBee and XBee-PRO Modules
(Low-asserted signals are distinguished with a horizontal line above signal name.)

Pin #	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN / CONFIG	Input	UART Data In
4	DO8*	Output	Digital Output 8
5	RESET	Input	Module Reset (reset pulse must be at least 200 ns)
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0 / RX Signal Strength Indicator
7	PWM1	Output	PWM Output 1
8	[reserved]	-	Do not connect
9	DTR / SLEEP_RQ / D18	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input 8
10	GND	-	Ground
11	AD4 / DIO4	Either	Analog Input 4 or Digital IO 4
12	CTS / DIO7	Either	Clear-to-Send Flow Control or Digital IO 7
13	ON / SLEEP	Output	Module Status Indicator
14	VREF	Input	Voltage Reference for A/D Inputs
15	Associate / AD5 / DIO5	Either	Associated Indicator, Analog Input 5 or Digital IO 5
16	RTS / AD6 / DIO6	Either	Request-to-Send Flow Control, Analog Input 6 or Digital IO 6
17	AD3 / DIO3	Either	Analog Input 3 or Digital IO 3
18	AD2 / DIO2	Either	Analog Input 2 or Digital IO 2
19	AD1 / DIO1	Either	Analog Input 1 or Digital IO 1
20	AD0 / DIO0	Either	Analog Input 0 or Digital IO 0

* Function is not supported at the time of this release

Design Notes:

- Minimum connections: VCC, GND, DOUT & DIN
- Minimum connections for updating firmware: VCC, GND, DIN, DOUT, RTS & DTR
- Signal Direction is specified with respect to the module
- Module includes a 50k Ω pull-up resistor attached to RESET
- Several of the input pull-ups can be configured using the PR command
- Unused pins should be left disconnected