

Universidad Tecnológica Nacional

Proyecto Final

Laboratorio de idiomas

Autores:

- Dotti, Darío Bernardo
- Castrogiovanni, Luis Maximiliano
- Watters, Fabricio Raúl

Director:

*Proyecto final presentado para cumplimentar los requisitos académicos
para acceder al título de Ingeniero Electrónico*

en la

Facultad Regional Paraná

Fecha septiembre 2020

Declaración de autoría:

Nosotros declaramos que el Proyecto Final “Laboratorio de idiomas” y el trabajo realizado son propio. Declaramos:

- Este trabajo fue realizado en su totalidad, o principalmente, para acceder al título de grado de Ingeniero Electrónico, en la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Paraná.
- Se establece claramente que el desarrollo realizado y el informe que lo acompaña no han sido previamente utilizados para acceder a otro título de grado o pre-grado.
- Siempre que se ha utilizado trabajo de otros autores, el mismo ha sido correctamente citado. El resto del trabajo es de autoría propia.
- Se ha indicado y agradecido correctamente a todos aquellos que han colaborado con el presente trabajo.
- Cuando el trabajo forma parte de un trabajo de mayores dimensiones donde han participado otras personas, se ha indicado claramente el alcance del trabajo realizado.

Firmas:

-
-
-

Fecha:

Agradecimientos:

Queremos agradecer a la familia de la UTN Regional Paraná que nos permitió formarnos como profesionales y como personas, a nuestras familias por darnos la oportunidad de formarnos y apoyarnos en todo momento, al instituto New Start de la ciudad de Paraná que confió en nosotros para el desarrollo e implementación de este proyecto.

Dotti, Darío Bernardo
Castrogiovanni, Luis Maximiliano
Watters, Fabricio Raúl

Universidad Tecnológica Nacional

Abstract

Facultad Regional Paraná

Ingeniero en Electrónica

Laboratorio de idiomas

Dotti, Darío Bernardo

Castrogiovanni, Luis Maximiliano

Watters, Fabricio Raúl

Abstract:

We developed a Language Laboratory that consists of a controlled audio system that is used as a tool in careers such as translation and simultaneous interpretation of a foreign language.

Analog electronics were used to manage the audio, digital electronics to control the different functions of the system, and a software that runs on Windows for the administration of the Language Laboratory.

For audio management it was decided to use a single channel (mono) since this considerably simplifies the circuitry and the loss of quality does not affect the application. Communication between the PC and the motherboard, was initially implemented with a parallel interface and in a second stage it was upgraded to a USB interface making use of a PIC integrated circuit.

One of the system requirements is the recording of the audio from the microphone of each student in each student position, for that initially an audio output port was placed to record with an external analog recorder. In a second stage, the recording was digitized making use of an internal device capable of recording on an SD memory.

The implementation consisted of a system for 6 students with the capacity to grow to 10 and a control and administration station for the teacher managed by the software. Capable of playing audio from 3 external sources and recording locally at each student station

Keywords:

Audio system, Languages, Simultaneous interpretation, translation

Resumen:

Desarrollamos un Laboratorio de Idiomas que consiste en un sistema de audio controlado que se utiliza como herramienta de estudio en carreras como traductorado e interpretación simultánea de lengua extranjera.

Se utilizó electrónica analógica para el manejo del audio, electrónica digital para el control de las diferentes funciones del sistema y un software que se ejecuta sobre Windows para la administración del Laboratorio de Idiomas.

Para manejo del audio se decidió utilizar un solo canal (mono) ya que eso simplifica considerablemente la circuitería y la pérdida de calidad no afecta a la aplicación.

Para la comunicación entre la PC y la placa madre se utilizó inicialmente una interface paralela y en una segunda etapa se actualizó a una interface USB por medio de un integrado de la familia PIC.

Uno de los requisitos del sistema es la grabación del audio del micrófono de cada alumno en cada puesto de alumno, para eso inicialmente se colocó un puerto de salida de audio para grabar con un grabador externo analógico. En una segunda etapa se digitalizó la grabación por medio de un dispositivo interno capaz de grabar en una memoria SD.

La implementación consistió en un sistema para 6 alumnos con capacidad de crecer hasta 10 y un puesto de control y administración para la profesora gestionado por medio del software. Con capacidad de reproducir audio de 3 fuentes externas de y grabar localmente en cada puesto de alumno.

Palabras Clave:

Idiomas, Interpretación simultánea Sistema de audio, traductorado

Reconocimientos:

Queremos agradecer a la familia de la UTN Regional Paraná que nos permitió formarnos como profesionales y como personas, a nuestras familias por darnos la oportunidad de formarnos y apoyarnos en todo momento, al instituto New Start de la ciudad de Paraná que confió en nosotros para el desarrollo e implementación de este proyecto.

Índice:

Declaración de autoría:	2
Agradecimientos:	4
Abstract:	7
Reconocimientos:	9
Índice:	10
Capítulo 1: Introducción	16
Capítulo 2: Desarrollo	17
2.1 composición general del sistema.....	17
2.2 Diagrama en bloques de placa madre (PM).....	18
2.2.1 Descripción de funciones de la placa madre o PM	18
2.2.2 Descripción de los principales componentes utilizados	20
2.2.3 Dirección y datos del sistema:.....	21
2.3 Placa alumno-consola (AC)	22
2.3.1 Diagrama en bloques de la placa:.....	22
2.3.2 Descripción de funciones de AC	22
2.3.3 Descripción de los principales componentes utilizados	24
2.3.4 análisis del circuito implementado	25
2.4 Diagrama en bloques de alumno-remota (AR)	28
2.4.1 Descripción de funciones de AR	28
2.4.2 Componentes utilizados:.....	30
2.4.3 funcionamiento:.....	30
2.4.4 Grabador del alumno	31
2.4.5 Firmware del shield VS1053.....	34
2.4.6 Análisis del diagrama de flujo	35
2.4.7 Codificado del archivo de grabación:	35
2.4.8 Interfaz HMI:	37
2.5 Placa profesora-consola (PC)	38
2.5.1 Diagrama en bloques de profesora-consola	38
2.5.2 Descripción de funciones de PC.....	38
2.6 Diagrama en bloques de sumador (S)	40
2.6.1 Descripción de funciones de S	40
2.7 Desarrollo del Software	42
2.7.1 Diagrama de Flujo	42
2.7.3 Desarrollo del Firmware del PIC18F255.....	49
Capitulo 2.8 Costos	51
Costos de materiales.....	51
Mano de obra	52
Bibliografía	53

Lista de Figuras

Figura N°1 : Diagrama en bloques general del proyecto	17
Figura N°2 : Diagrama en bloques de placa madre.....	18
Figura N°3: circuito de placa madre	19
Figura N°4: pines de interconexión.....	20
Figura N°5: Diagrama lógico interno	20
Figura N°7:pic 18f2550	20
Figura N°8 : Diagrama en bloques de placa alumno consola	22
Figura N°9 : circuito de placa Alumno-consola.....	23
Figura N°10 : peine de entrada a la placa	25
Figura N°11 : comparador de dirección y latch de datos	25
Figura N°12 : circuito direccionamiento de audio	26
Figura N°13: circuito direccionamiento de audio	26
Figura N°14 : circuito de sumadoras.....	27
Figura N°15 : imagen real de la placa	27
Figura N°16: diagrama en bloques de placa Alumno-Remota	28
Figura N°17: Circuito de placa Alumno-Remota.....	29
Figura N°18: camino de señal de micrófono	30
Figura N°19 camino de señales en la placa	30
Figura N°20: camino de señal “mic IN hacia consola OUT”	31
Figura N°21: camino de señal “desde palca alumno consola hacia auricular alumno”	31
Figura N°22: Grabador reproductor analógico ⁽¹⁾	31
Figura N°23: Modulo VS1053 MP3 Shield ⁽²⁾	32
Figuras N°25 y 26: imagen real del Shield	32
conectado al arduino UNO	32
Figura N°27: Conexión básica del chip VS1053 ⁽¹⁾	33
1)Fuente: VC1053 Datasheet.....	33
Figura N°28: Diagrama de flujo del firmware	34
Figuras N° 29,30 y 31: imágenes de la interfaz HMI.....	37
Figuras N° 32: Diagrama en bloques de placa Profesora-Consola	38
FiguraN°33:Circuito palca profesora -consola	39
Figura N°35: circuito de placa sumadora	41
FiguraN°36: diagrama de flujo software	42
Figura N°37:Propiedades del dispositivo detectado en la computadora	43
Figura N°38:indicación de dispositivo no encontrado	43
Figura N°39: Barra de estado para el caso de conexión exitosa	43
Figura N°40 Barra de estado para el caso de conexión fallida	44
Figura N°41: Vista de aplicación	44
Figura N°42: Iconos de los alumnos	45
Figura N°43:lista de opciones de alumno	45
Figura N°44:Icono de alumno solo	45
Figura N°45:eleccion de escuchar a alumno 1.....	46
Figura N°46:estados de micrófono.....	46
Figura N°47:ejemplo de “Push to talk”	47
Figura N°48:eleccion de escuchar a un grupo	47
Figura N°49: Elección de fuente de audio	48
Figura N°50: Diagrama de flujo de firmware	49

Lista de Tablas

Tabla N°1 direcciones de cada placa	21
Figura Nª 2: direcciones en placa alumno-consola	27
Tabla N°3: Perfiles de Archivos .OGG VORBIS	36
Tabla N°4: tasa de bits de HiFi voice	36
Tabla N°5: Costos de principales componentes	51

Lista de Abreviaciones

HMI	Human machine interface
USB	Puerto de comunicación serie universal
S	Placa sumadora
SD	Tarjeta digital estándar (Secure Digital)
AC	Placa alumno-consola
PM	Placa madre
PC	placa profesora consola
AR	Placa alumno remota
Hex	Datos en sistema hexadecimal
JFET	Transistor de efecto de campo
HiFi	Audio en alta definición

Dedicado a:

El presente proyecto está dedicado a todas aquellas personas que nos brindaron su apoyo a lo largo de toda la carrera.

Capítulo 1: Introducción

El proyecto se originó por una solicitud de un instituto de enseñanza de lengua extranjera que buscaba incorporar un Laboratorio de idiomas a sus instalaciones.

Originalmente nos solicitaron la evaluación de diferentes sistemas comerciales, todos importados, analizando ventajas y desventajas de cada uno para su posterior adquisición.

Durante la investigación pudimos corroborar que no existía ningún sistema de fabricación nacional, los importados además de tener un costo más elevado no satisfacían la necesidad del cliente, principalmente por la complejidad de su uso. Todos los sistemas requerían de cierto conocimiento de sistemas de audio como consolas mezcladoras lo que implicaba una capacitación extra para los profesores que fueran a utilizarlo.

En este contexto se ofreció al cliente el desarrollo de un sistema a medida, que pueda ser operado por los profesores por medio de una interfaz intuitiva y con un entrenamiento mínimo.

La primera versión del sistema se constaba de grabadores analógicos, grabadores de cassetes tipo piano, una interface paralela entre la PC y el sistema y un software que corría sobre Windows 98 ya que se reutilizó una PC existente por pedido del cliente.

En una segunda versión se incorporó un grabador digital de audio que graba en una memoria SD, interfaz USB con la PC y se actualizó el software para correr en Windows 10.

Capítulo 2: Desarrollo

2.1 composición general del sistema

La composición general del sistema se puede subdividir en bloques expuestos en el siguiente diagrama

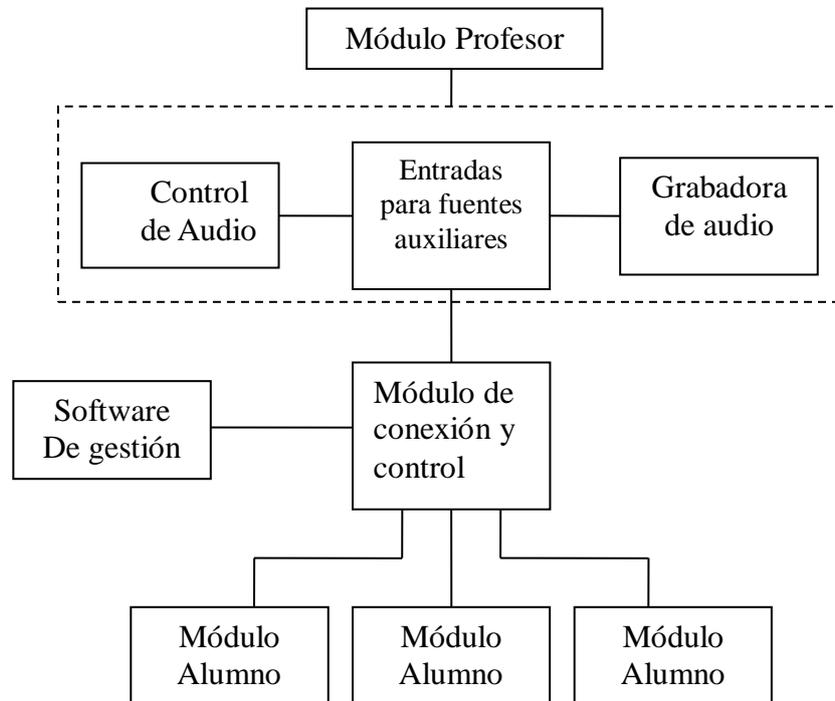


Figura N°1 : Diagrama en bloques general del proyecto

El sistema está basado en la arquitectura utilizada por las PC`s la cual consta de una **placa madre** que por medio de *slots* se le interconectan distintas placas individuales que cumplirán las funciones que el sistema necesita. Se eligió implementar este tipo de arquitectura dado a uno de los requerimientos del cliente, ya que el sistema debía tener una manera sencilla de poder reemplazar partes que presenten fallas o la posibilidad de ampliar su capacidad sin la necesidad de realizar una gran modificación. Dicho esto, comenzamos con el análisis por el bloque central, el **Modulo de conexión y control**, que será nuestra **placa madre (PM)**.

Modulo Profesor: Este es una placa individual que estará inserta en un slot de la placa madre y que está conformada por tres sub bloques **el control de audio, entrada de fuentes externas y la grabadora de audio**.

El bloque **software de gestión**, es un software de PC que tendrá como usuario **el profesor/a** y con este comandará todo el sistema, la conexión de la PC con la **placa madre** será mediante puerto USB.

Los **módulos alumno** los cuales son la interfaz HMI que serán usadas por los alumnos, Estos son módulos individuales compuestos por una placa que llamaremos **alumno-remota (AR)** que se interconectaran con la placa madre a través de otra placa individual que estará inserta en uno de los slots de la placa madre que llamaremos **placa alumno-consola (AC)**.

Además, el modulo alumno consta de otra placa individual que llamaremos “*placa grabador reproductor SD*”

2.2 Diagrama en bloques de placa madre (PM)

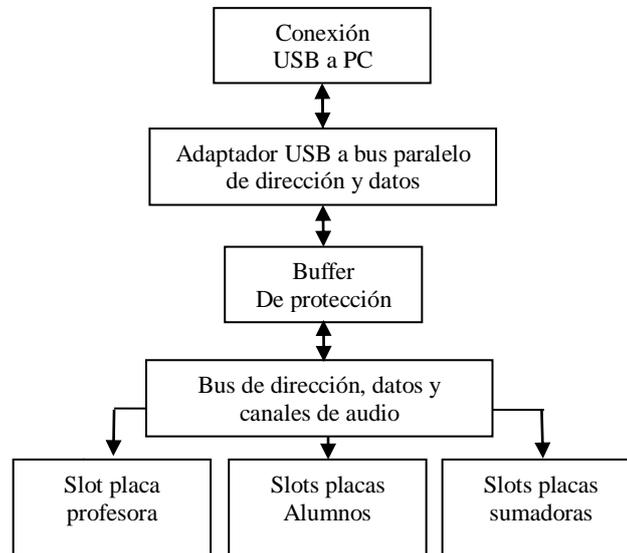


Figura N°2 : Diagrama en bloques de placa madre

2.2.1 Descripción de funciones de la placa madre o PM

La función principal de la placa madre es ser la plataforma de interconexión de todas las demás placas que conforman el proyecto, en analogía con una placa madre de PC, esta contiene slots de conexión de distintas placas y además tiene incorporado la parte de comunicación USB para la interacción con el software que gestiona todo el sistema.

Para la comunicación con la PC se utiliza un adaptador USB - paralelo, esto se debe a que el sistema originalmente tenía una conexión paralela con la PC, se opta implementarlo con un microcontrolador de la firma Microchip®, el PIC18f2550. Este contiene de un puerto USB, que se usará para adaptar los datos que provienen del software de gestión del sistema.

La salida del microcontrolador pasa por un buffer de protección, se utiliza un 74ls245 de la firma Texas instruments®, y la salida del buffer se conecta a un bus que recorre toda la placa llevando la dirección y datos de cada canal de audio que entra y sale de las demás placas conectadas a la placa madre.

Para la implementación se propone el siguiente circuito:

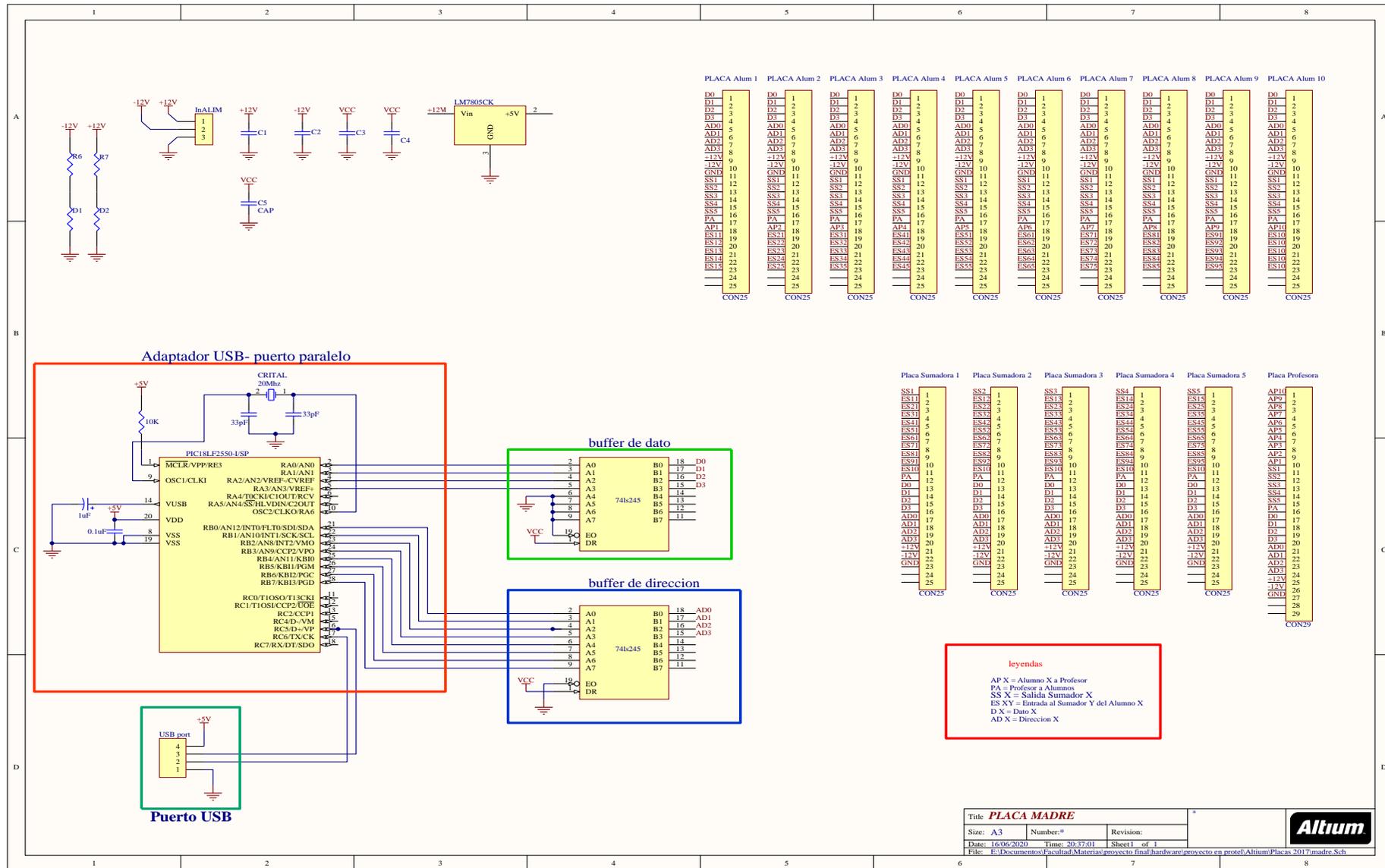


Figura N°3: circuito de placa madre

2.2.2 Descripción de los principales componentes utilizados

A) Pines macho-hembra de conexión:

Estos se usarán en las placas para la interconexión entre ellas



Figura N°4: pines de interconexión

B) Buffer SN74LS245

Este es un transceptor de bus octal que está diseñado para la comunicación bidireccional asíncrona entre datos en buses.

Este permite la transmisión de datos del bus A al bus B y viceversa, dependiendo del nivel lógico en el control de dirección (DIR) entrada.

La entrada de habilitación de salida (OE) puede desactivar el dispositivo para que los buses estén aislados.

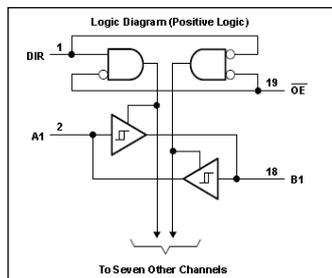


Figura N°5: Diagrama lógico interno

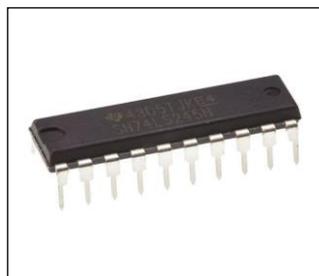


Figura N°6: sn74ls245

C) Microcontrolador PIC18F2550:

Este es un microcontrolador de la firma Microchip, el cual se programará para usar su puerto USB y adaptar los datos provenientes del software de gestión para el manejo del sistema.



Figura N°7: pic 18f2550

2.2.3 Dirección y datos del sistema:

Los “datos” y “dirección” son un conjunto de datos provenientes del software de gestión, los mismos son palabras binarias de 8 bits cada una.

La primera palabra la denominamos “datos” y es usada para hacer configuraciones dentro de algunas de las placas que conforman el sistema. Y la segunda palabra que denominamos “dirección”, y se usa para direccionar la placa a la cual vamos a hacer llegar estos datos.

En la siguiente tabla se ven las direcciones asignadas a cada placa que conforman el sistema.

Direcciones asignadas a cada placa

Placa	Dirección decimal	Dirección hex
Alumno consola 1	00	0x00
Alumno consola 2	01	0x01
Alumno consola 3	02	0x02
Alumno consola 4	03	0x03
Alumno consola 5	04	0x04
Alumno consola 6	05	0x05
Alumno consola 7	06	0x06
Alumno consola 8	07	0x07
Alumno consola 9	08	0x08
Alumno consola 10	09	0x09
Profesora consola Audio Ext	10	0x0A
Profesora consola Auricular	11	0x0B
-	12	0x0C
-	13	0x0D
-	14	0x0E
-	15	0x0F

Tabla N°1 direcciones de cada placa

2.3 Placa alumno-consola (AC)

2.3.1 Diagrama en bloques de la placa:

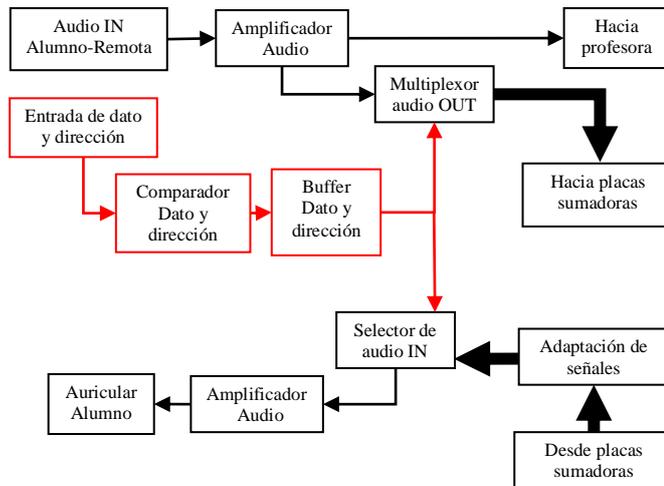


Figura N°8 : Diagrama en bloques de placa alumno consola

2.3.2 Descripción de funciones de AC

Esta placa se encarga de manejar todas las funciones inherentes al alumno, esta se encuentra conectada en la placa madre mediante uno de los slots.

Siguiendo le diagrama en bloques anterior se observa que ingresa audio proveniente de la placa alumno remota y se adecua en la etapa amplificadora, desde allí se envía hacia la placa profesora-consola y también hacia el multiplexor que se encargara de direccionarlo a las distintas placas sumadoras.

En el camino inverso esta recibe audio proveniente de las palcas sumadoras y se adapta. para luego ingresar a un selector que lo direccionara hacia el alumno pasando antes por otro amplificador que adecuara la misma.

El selector y multiplexor reciben la configuración de seteo (dirección y dato) desde el software de PC para que estos envíen el audio donde sea necesario.

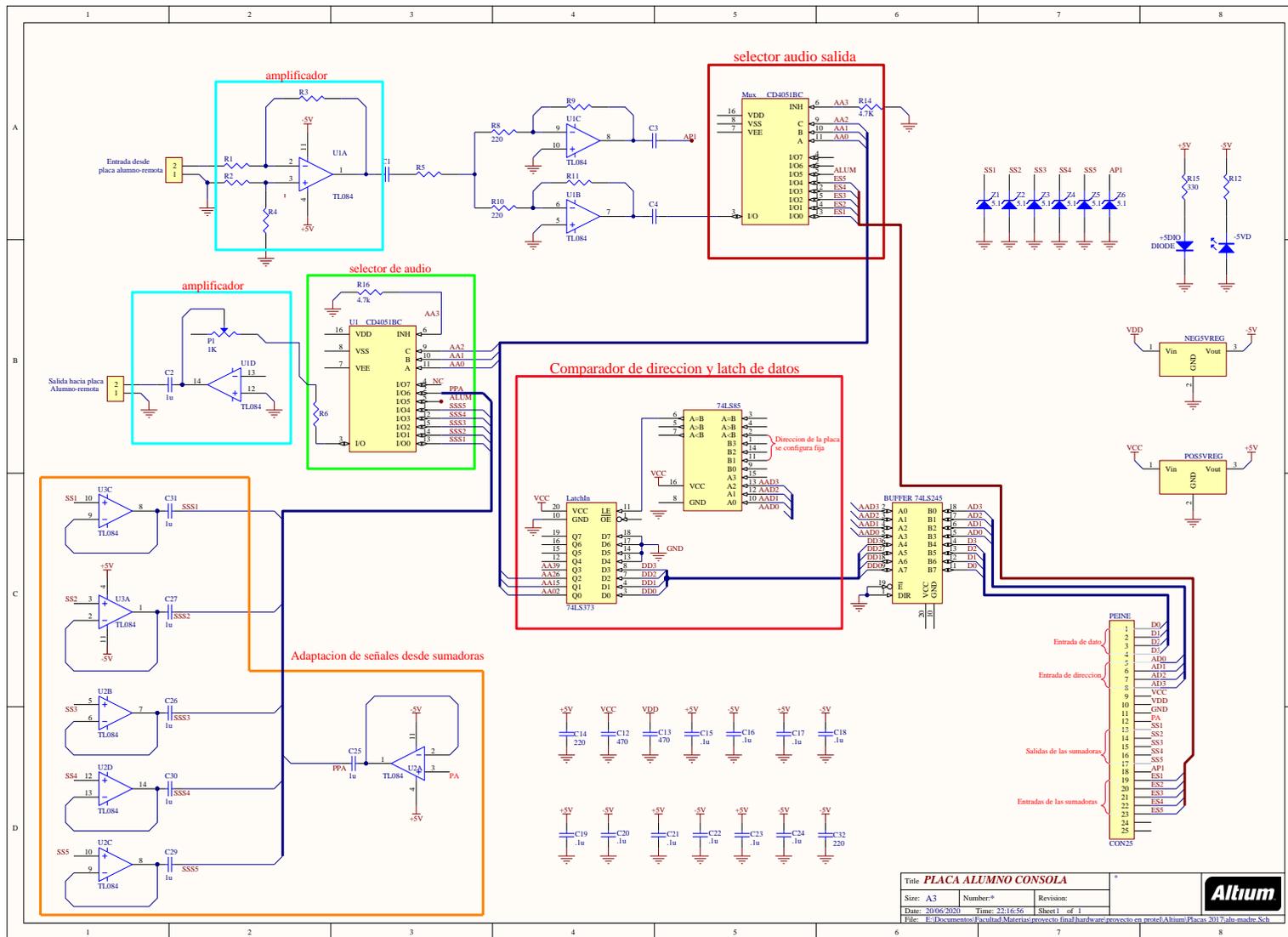


Figura N°9 : circuito de placa Alumno-consola

2.3.3 Descripción de los principales componentes utilizados

A) amplificador operacional TL084:

Este integrado pertenece a la familia de amplificadores operacionales de entrada JFET .de la firma Texas instrument. Esta conformado en cada una de sus entradas por transistores JFET y bipolares en un circuito solo integrado monolítico.

los dispositivos cuentan con altas velocidades de respuesta, baja polarización de entrada, corrientes de compensación y bajo coeficiente de temperatura de voltaje de compensación.

B) Buffer SN74LS245:

Descrito en la placa madre, este se utiliza para aislar la entrada de datos provenientes de la placa profesora-consola.

C) Comparador SN74LS85:

Este integrado se utiliza para comparar el dato de “dirección” provenientes de la placa profesora consola con una dirección seteada en cada una de las placas alumno-consola.

D) Latch SN74SL373:

Este es un latch de tres estados, el cual tiene la particularidad de “retener” el estado de sus salidas. Esto se utiliza para mantener el “dato” recibido desde la palca profesora consola para configurar los selectores de audio CD4051BC.

E) CD4051BC:

Este integrado es un multiplexor analógico bidireccional el cual cuenta con un control de tres bits (8 canales) y se utiliza para seleccionar distintas entradas y salidas de audio, respectivamente.

2.3.4 análisis del circuito implementado

Comenzando por el conector "peine", se pueden ver todas las señales de entrada salida a la placa. Se identifican las de entrada de datos y dirección, y las entradas y salidas de la de de la placa sumadora, la cual analizaremos posteriormente.

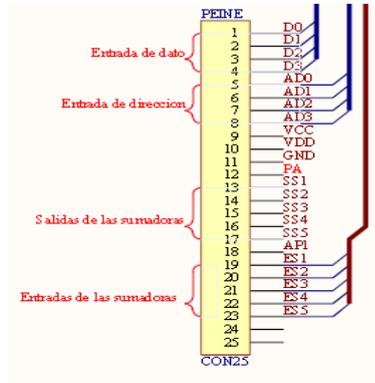


Figura N°10 : peine de entrada a la placa

Las señales de entrada de datos y dirección, previamente pasan por un buffer que cumple la función de protección, para luego dirigirse a un comparador de dirección y latch de datos”.

En el comparador, la dirección ingresada (AAD0-AAD3) es comparada con una dirección previamente fijada mediante hardware⁽¹⁾, luego si son coincidentes las direcciones, el comparador envía un pulso de habilitación al Latch para que este “retenga” el valor del dato (DD0-DD3), convirtiéndose en (AA0-AA3),este quedara retenido hasta que el comparador envíe nuevamente otro pulso de habilitación.

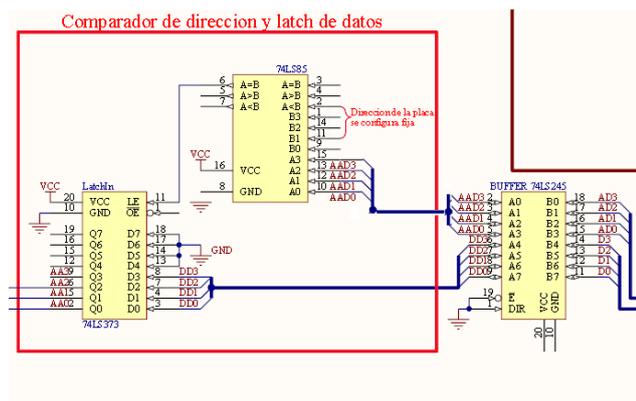


Figura N°11 : comparador de dirección y latch de datos

¹⁾Ver tabla 1 “dirección asignada a cada placa”

Luego el valor de dirección retenido se ingresa en dos multiplexores, uno denominado “selector audio salida” y el otro “selector de audio”, para que se configuren su salida y entrada respectivamente, en el caso del “selector de audio salida”, direccionara la entrada (I/O) que tiene la señal de audio proveniente de la placa alumno-remota hacia una de las entradas de las placas sumadoras (IO0- IO4)

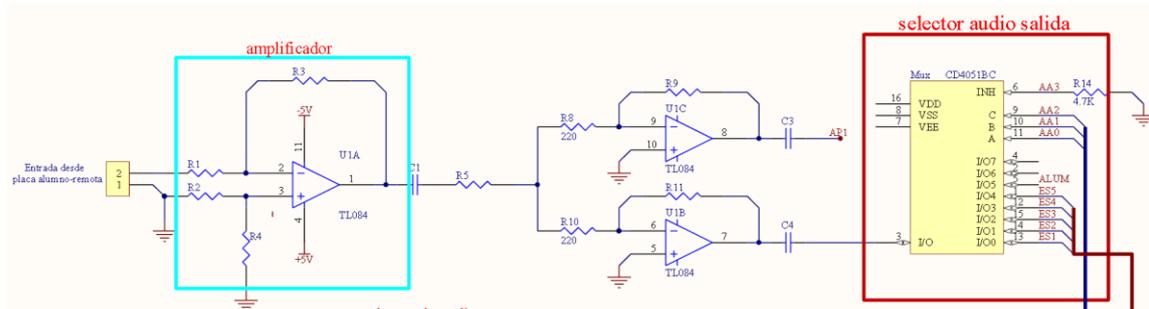


Figura N°12 : circuito direccionamiento de audio

Y en el caso del “selector de audio”, direccionara una de las entradas que contiene la señal de salida de de las placas sumadoras (IO0- IO4) hacia la salida (I/O) que se dirige hacia la placa alumno-remota.

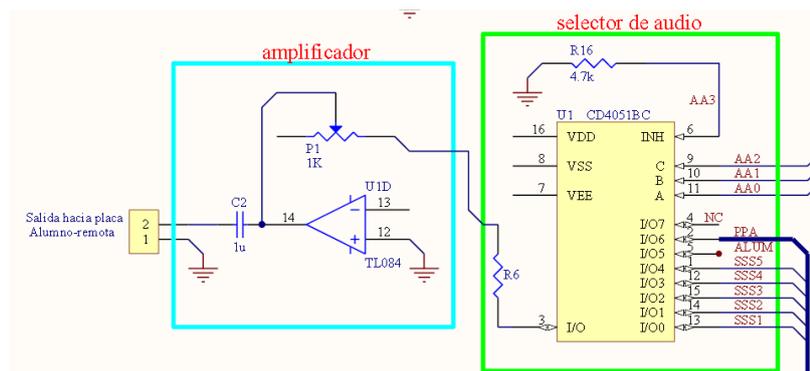


Figura N°13: circuito direccionamiento de audio

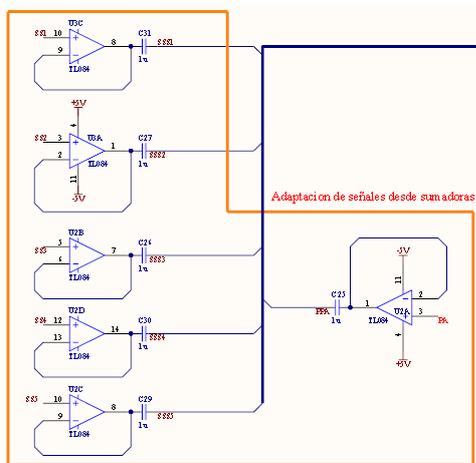


Figura N°14 : circuito de sumadoras

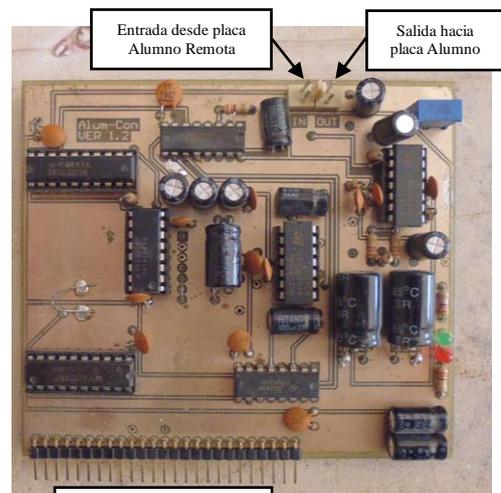


Figura N°15 : imagen real de la placa

Dato en Placa Alumno-Consola

Dato	En Hex	Dispositivo
00	0x00	Sumador 1
01	0x01	Sumador 2
02	0x02	Sumador 3
03	0x03	Sumador 4
04	0x04	Sumador 5
05	0x05	Alumno
06	0x06	Profesor a Alumno
07	0x07	-

Figura N° 2: direcciones en placa alumno-consola

2.4 Diagrama en bloques de alumno-remota (AR)

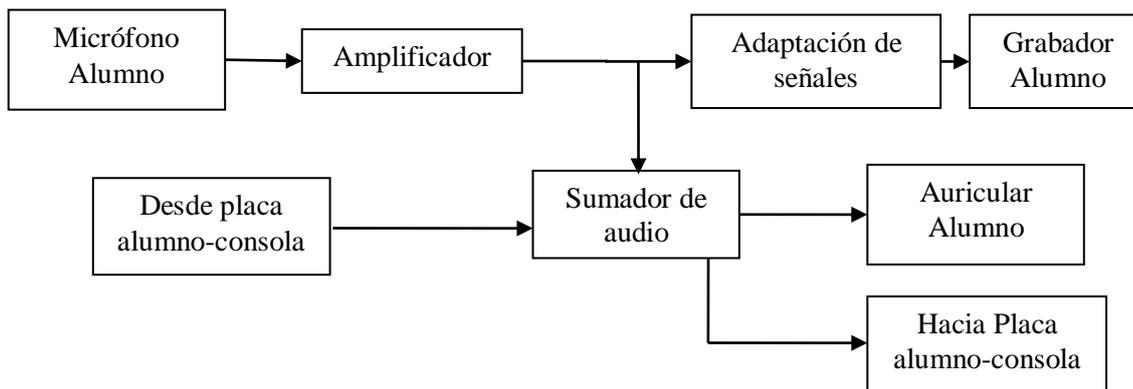


Figura N°16: diagrama en bloques de placa Alumno-Remota

2.4.1 Descripción de funciones de AR

Esta placa conforma el hardware del puesto del alumno esta contiene un auricular con micrófono para el alumno.

Sus funciones principales son:

- Grabar el audio del alumno mediante un dispositivo para tal fin
- Enviar el audio hacia la placa madre
- Recibir audio desde la placa madre, ya sean directivas de la profesora o uno para ser escuchado y analizado por el alumno.

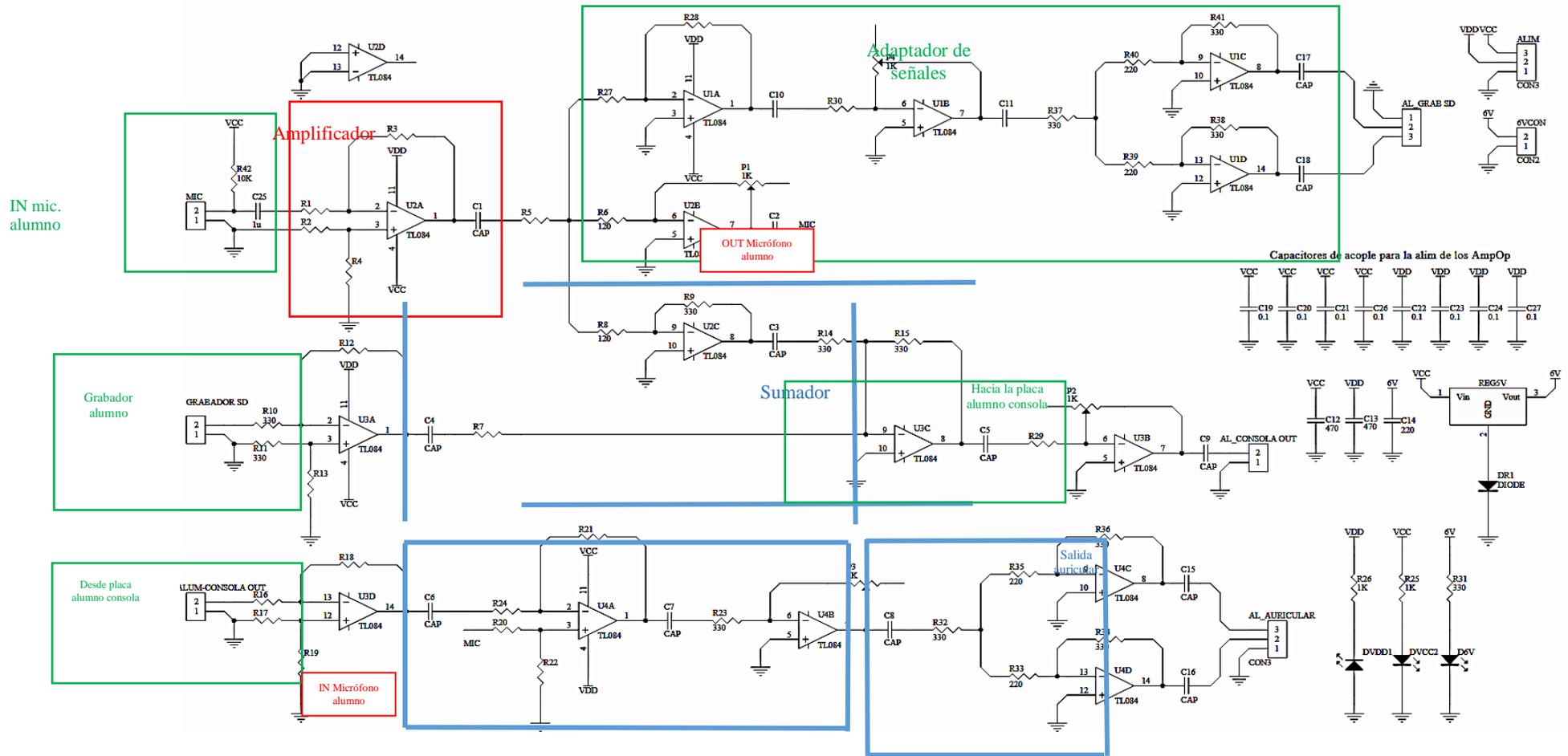


Figura N°17: Circuito de placa Alumno-Remota

2.4.2 Componentes utilizados:

A) amplificador operacional TL084:

Este integrado pertenece a la familia de amplificadores operacionales de entrada JFET .de la firma Texas instrumenst. Está conformado en cada una de sus entradas por transistores JFET y bipolares en un circuito solo integrado monolítico.

Los dispositivos cuentan con altas velocidades de respuesta, baja polarización de entrada, corrientes de compensación y bajo coeficiente de temperatura de voltaje de compensación.

2.4.3 funcionamiento:

Comenzando por la entrada de micrófono del alumno, esta señal ingresa a un amplificador el cual acondiciona su nivel para luego pasar por un distribuidor con tres salidas, Una ingresa a otro amplificador-inversor el cual ajustara el nivel de señal para luego ser adecuado por un amplificador diferencial para eliminar ruidos y señales indeseadas y asi ser enviada en el grabador de audio

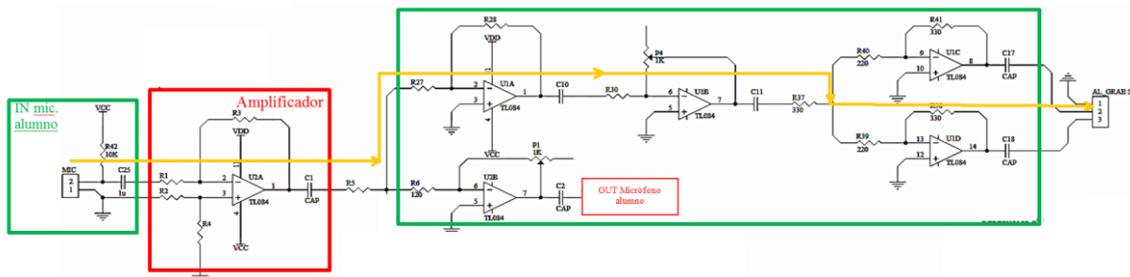


Figura N°18: camino de señal de micrófono

La segunda salida pasa por un amplificador que adecua el nivel de la señal para entrar a otro sumador, esta entrada la llamamos **OUT MICROFONO ALUMNO**

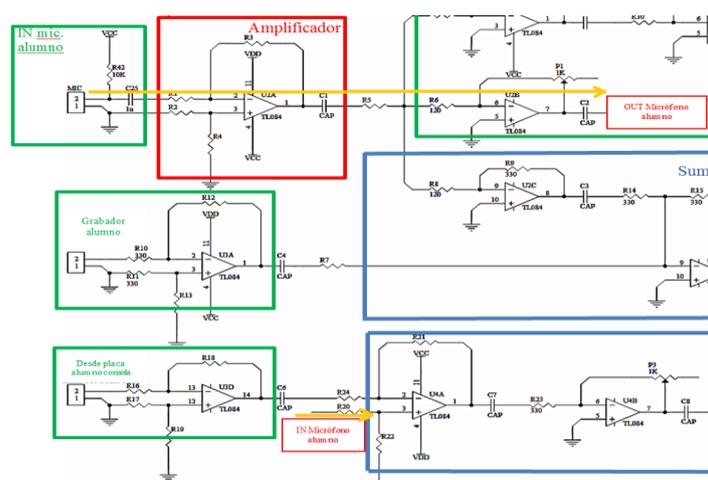


Figura N°19 camino de señales en la placa

Y la tercera señal ingresa a otro sumador el cual suma la señal proveniente del grabador alumno para dirigirla a la placa ALUMNO-CONSOLA

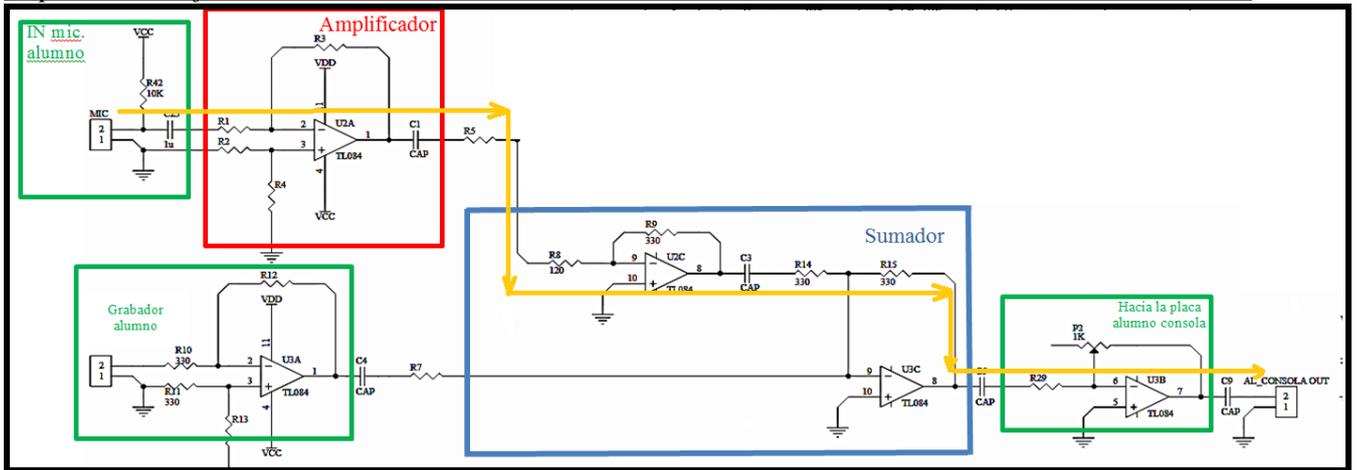


Figura N°20: camino de señal “mic IN hacia consola OUT”

Por último, la señal proveniente de la placa alumno-consola se suma con la señal del micrófono del alumno para ser enviada al auricular

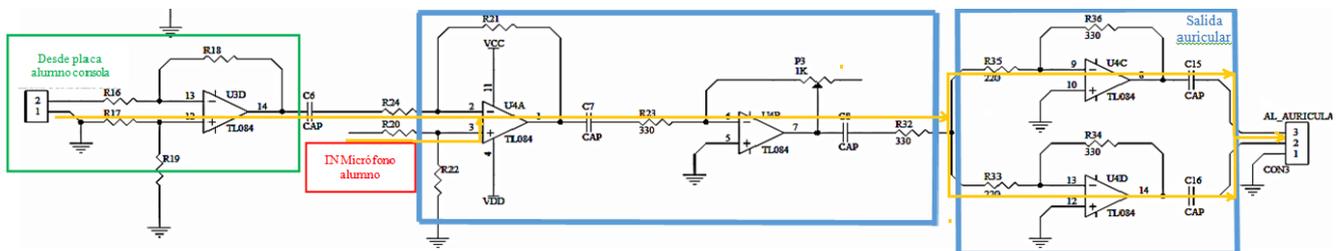


Figura N°21: camino de señal “desde palca alumno consola hacia auricular alumno”

2.4.4 Grabador del alumno

El sistema consta de una salida y una entrada de audio para la utilización de un grabador reproductor externo. ya sea analógico o digital.



Figura N°22: Grabador reproductor analógico ⁽¹⁾

En el mercado existen muchas opciones para ambos.

Para la opción digital proponemos la implementación de un Shield desarrollado en la plataforma arduino, denominado “VS1053 MP3 Shield” y se muestra a continuación:



Figura N°23: Modulo VS1053 MP3 Shield⁽²⁾



Figura N°24: Modulo arduino UNO⁽³⁾



Figuras N°25 y 26: imagen real del Shield conectado al arduino UNO

Este es un módulo programable en lenguaje C, el núcleo del Shield es el chip VS1053, de la marca VLSI solutions® que es un codificador/decodificador de formatos de audio Ogg Vorbis/MP3/AAC/WMA/FLAC y MIDI.

Este está diseñado para ser montado sobre un arduino UNO que, mediante un firmware desarrollado en el arduino UNO y un plugin del fabricante del chip se puede capturar en tiempo real audio en formato Ogg Vorbis y almacenarlos en una memoria SD.

1)fuente: <https://ar.pinterest.com/pin/850547079618532443/?d=t&mt=signup>

2)fuente: <https://www.crcibernetica.com>

3) fuente: <https://www.openimpulse.com>

La conexión básica del chip se muestra en la siguiente figura.

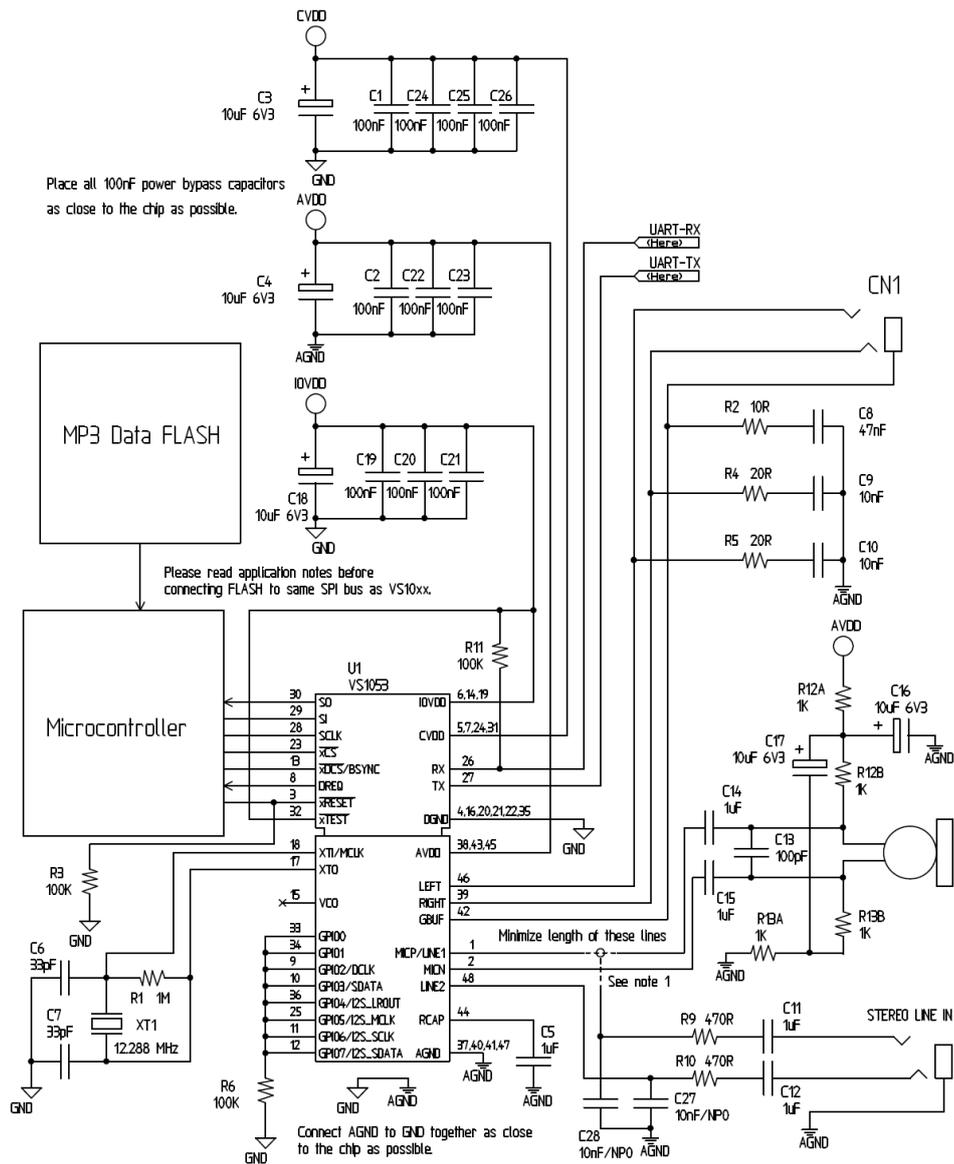


Figura N°27: Conexión básica del chip VS1053⁽¹⁾

1)Fuente: VC1053 Datasheet.

2.4.5 Firmware del shield VS1053

A continuación, se expone el diagrama de flujo del firmware en el arduino UNO que comandara el vs1053

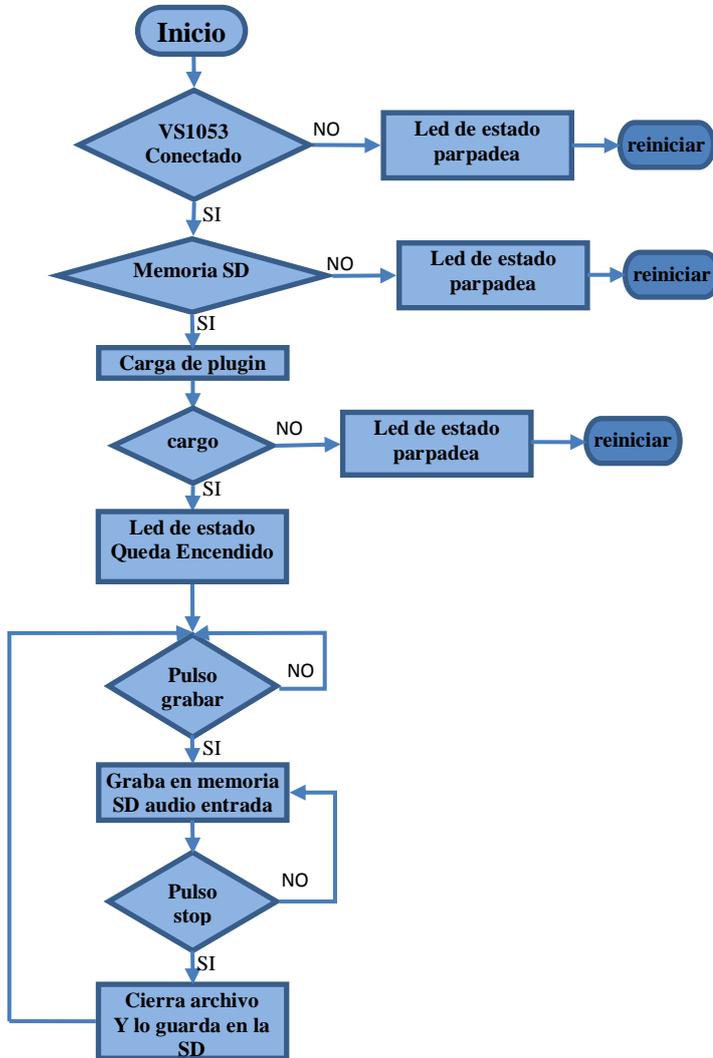


Figura N°28: Diagrama de flujo del firmware

2.4.6 Análisis del diagrama de flujo

¿VS1053 conectado?

Se interroga mediante un comando si está conectado la placa del vs1053, si lo está continua con el programa, si no, se enciende un led de estado en “parpadeo” indicando una falla.

¿Memoria SD?

Interroga si está conectada la memoria SD, si lo está continua con el programa, si no, se enciende un led de estado en “parpadeo” indicando una falla.

Carga plugin:

Para que el codificador de audio funcione, se debe cargar un archivo plugin en el chip vs1053 antes de comenzar a grabar, este archivo debe estar copiado en la memoria SD, el cual será transferido por el arduino hacia la memoria de trabajo del vs1053, si este archivo no se encuentra o no fue cargado correctamente un led de estado indicara si hubo falla o no

¿Pulso grabar ?:

EL programa se queda a la espera de que se oprima el botón de grabación, cuando este se presiona, se crea un archivo de nombre RECORDxx.OGG en la memoria SD y comienza la captura de audio, esta se va almacenando en tiempo real en la memoria hasta que se presione el botón de stop, cuando esto sucede el vs1053 cierra el archivo y vuelve a quedarse en espera hasta que se presione nuevamente el botón grabar.

El nombre del archivo se genera automáticamente con una numeración correlativa ascendente al anterior

2.4.7 Codificado del archivo de grabación:

Hay 45 perfiles diferentes de codificación para los archivos Ogg Vorbis. Están divididos en cinco grupos, dependiendo de su frecuencia de muestreo y número de canales. En la siguiente tabla se muestran los grupos

Ogg Vorbis Profiles							
Profile name	File name ¹	SRate Hz	Ch	BRat ² kbit/s	WAV ³ kbit/s	Time h/GB	Vox+ Pause ⁴
Voice	venc08k1qXX.plg	8000	1	15	128	149	Y
Wideband Voice	venc16k1qXX.plg	16000	1	28	256	79	Y
Wideband Stereo Voice	venc16k2qXX.plg	16000	2	49	512	45	N
HiFi Voice	venc44k1qXX.plg	44100	1	87	706	26	Y
Stereo Music	venc44k2qXX.plg	44100	2	135	1411	16	N

Tabla N°3: Perfiles de Archivos .OGG VORBIS

Para nuestra aplicación usamos el grupo de HiFi voice el cual nos da una muy buena calidad de audio

Con una frecuencia de muestreo de 44,1Khz que nos da un flujo de bits de 87Kbit/s, esto comparado con un archivo tipo WAV seria análogo a uno de 706Kbit/s. Además con respecto al tamaño generado, este formato nos permita grabar 26 horas/GB de memoria el cual es más que aceptable para la aplicación.

El archivo a usar como plugin es entonces el venc44k1qXX.plg. este archivo se obtiene de la página del fabricante, además de este archivo existen 5 versiones según la tasa de muestreo que use según la tabla:

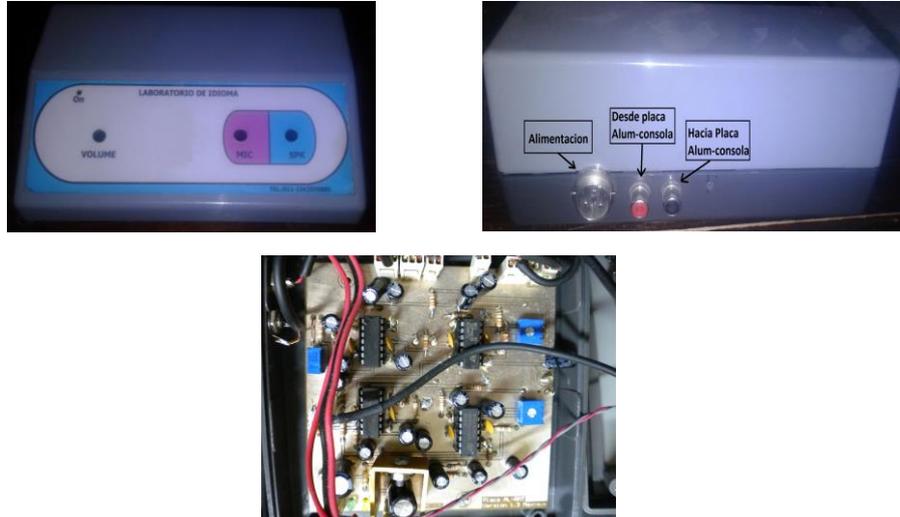
HiFi Voice						
Profile number	00	01	02	03	04	05
Typical kbit/s	36	49	59	71	79	87

Tabla N°4: tasa de bits de HiFi voice

El elegido es el numero 5 el cual da una tasa de 87Kbits/s.

2.4.8 Interfaz HMI:

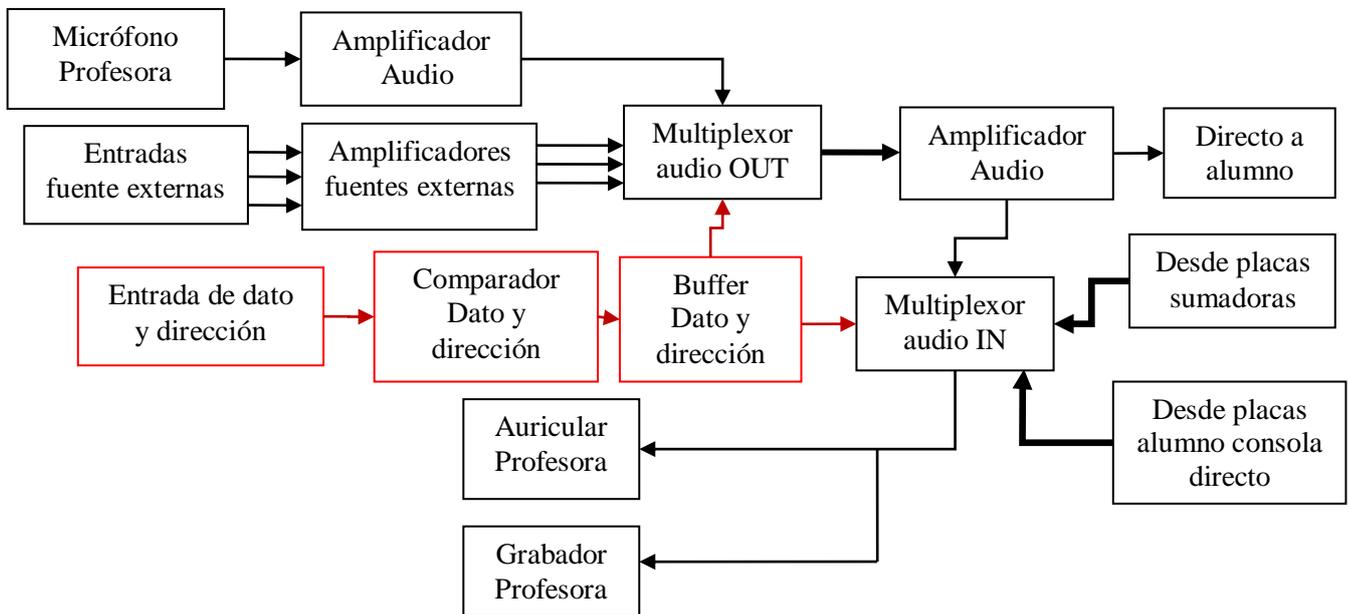
La interfaz HMI se diseñó a medida del proyecto original, la cual tiene conectores para un auricular con micrófono y un control de volumen, además de los conectores de entrada salida hacia la placa alumno-consola



Figuras N° 29,30 y 31: imágenes de la interfaz HMI

2.5 Placa profesora-consola (PC)

2.5.1 Diagrama en bloques de profesora-consola



Figuras N° 32: Diagrama en bloques de placa Profesora-Consola

2.5.2 Descripción de funciones de PC

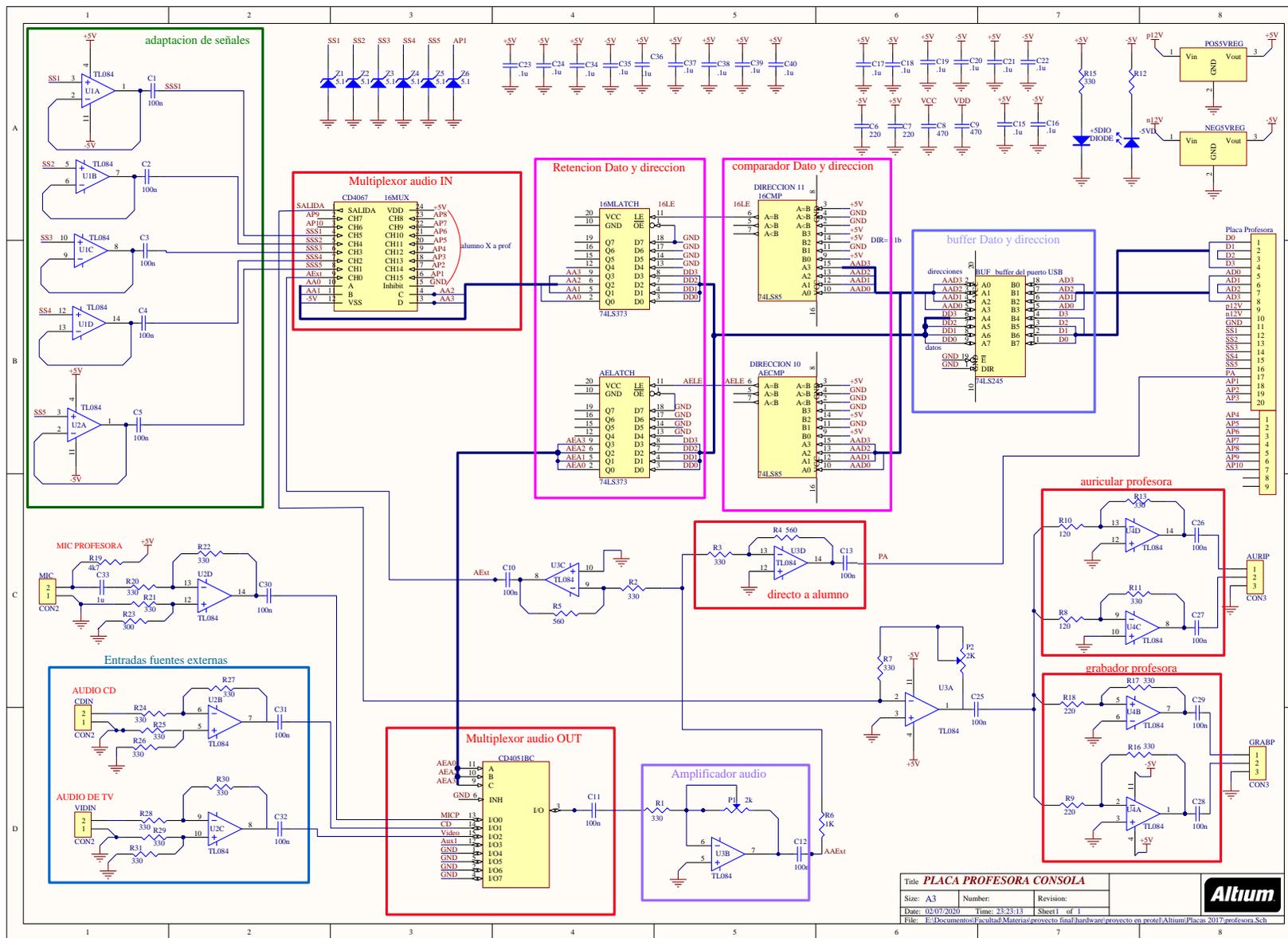
Esta placa contiene todo lo inherente al control total del sistema por parte de la profesora.

Esta le permite a la misma poder manejar mediante el software todas las señales de audio en el sistema.

Como se ve en el cuadro consta básicamente de dos multiplexores que concentran todas las señales y que permiten disponer de estos.

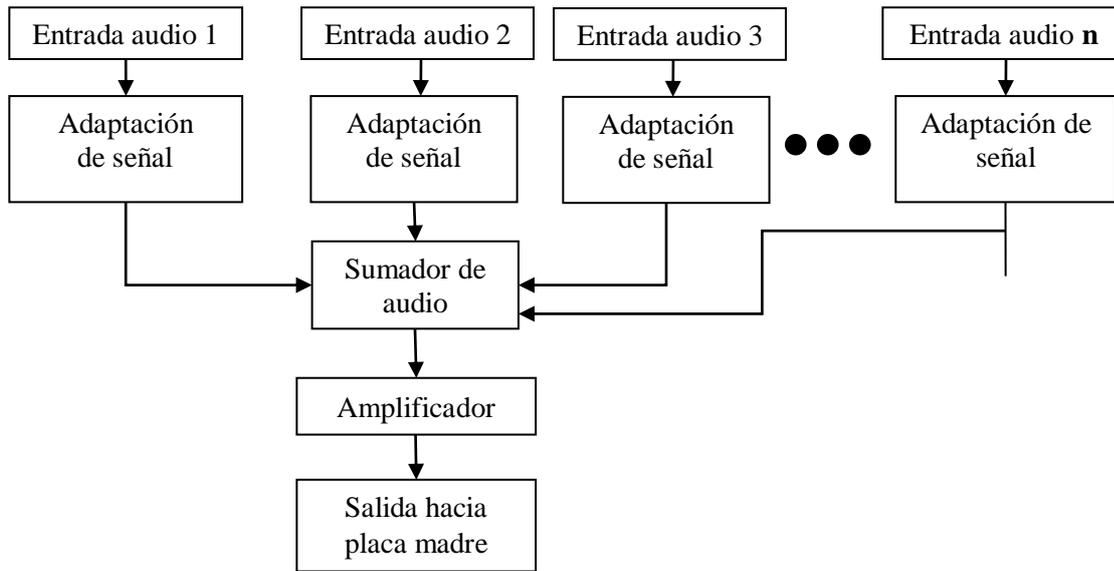
Como funciones principales tenemos:

- Enviar audio a uno o varios alumnos simultáneamente desde distintas fuentes para ser escuchado
- Hablar directamente con el o los alumnos
- Escuchar a él o grupo de alumnos sin que estos lo noten



FiguraNº33:Circuito placa profesora -consola

2.6 Diagrama en bloques de sumador (S)



FiguraN°34: diagrama en bloque de placa sumadora

2.6.1 Descripción de funciones de S

La placa sumadora recibe todas las señales por sus **n** entradas y paso previo de adaptación de estas se suman para luego ser amplificadas en conjunto y son entregadas a la placa madre para su posterior direccionamiento.

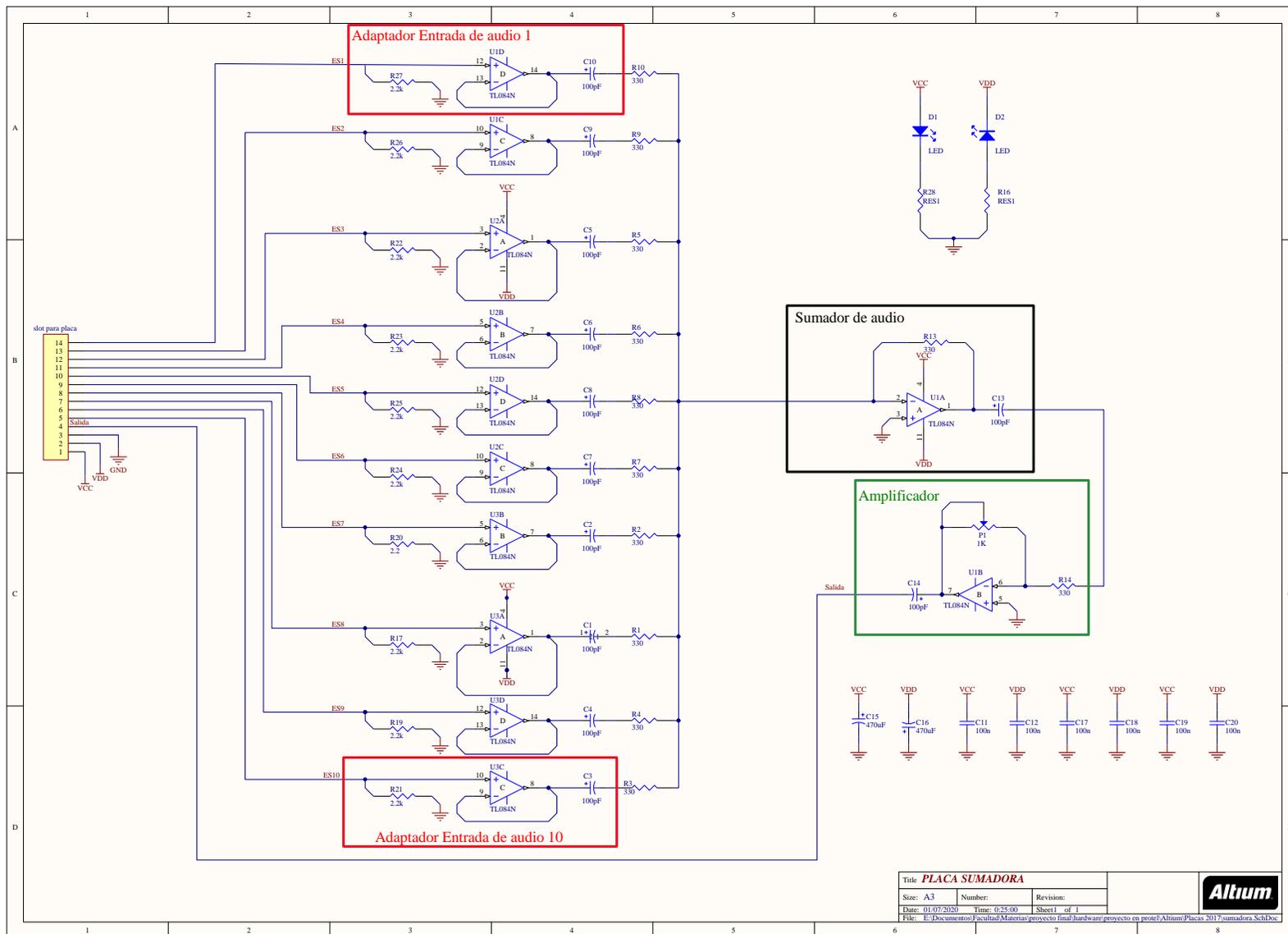
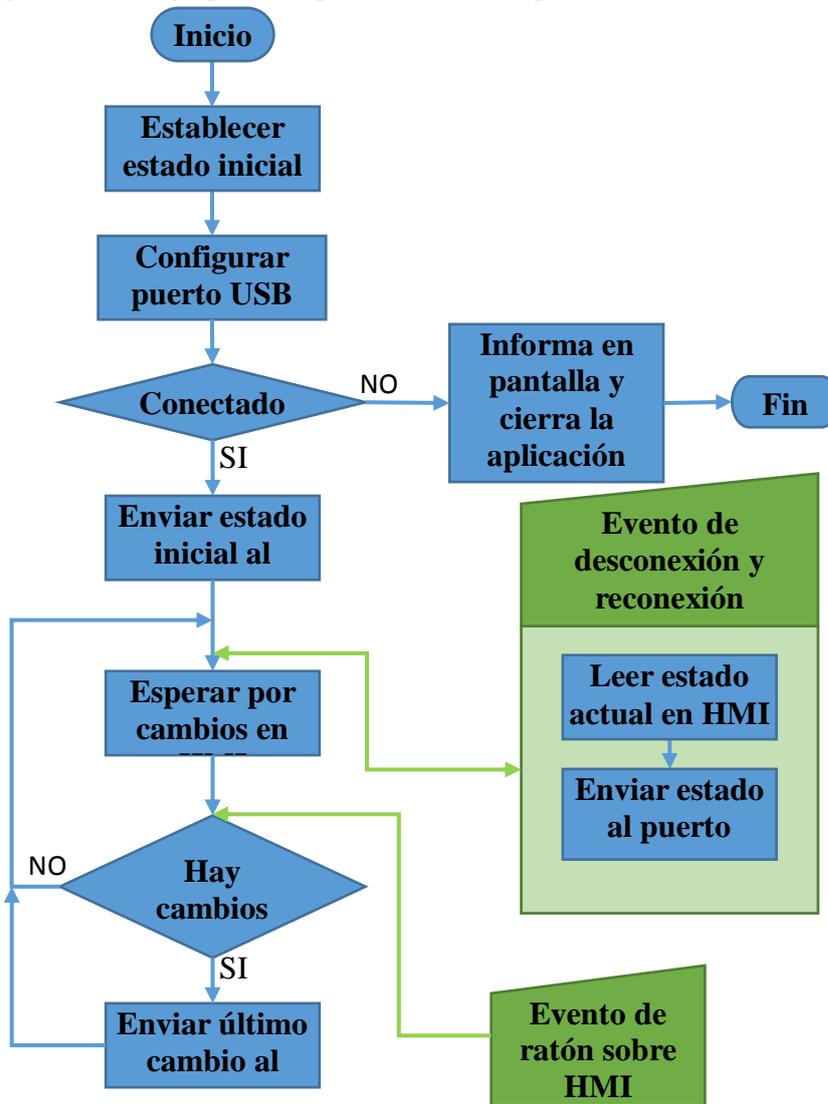


Figura N°35: circuito de placa sumadora

2.7 Desarrollo del Software

2.7.1 Diagrama de Flujo

Diagrama de Flujo para la aplicación de computadora.



FiguraN°36: diagrama de flujo software

Nota: Aquí se utiliza el acrónimo HMI (Human-Machine Interface) para nombrar la Interfaz Gráfica de Usuario, en este caso la presentación visual de la aplicación en la computadora.

Detalles de la operación

La aplicación está desarrollada en lenguaje C# el cual esta estandarizado por Microsoft para operar en su plataforma .NET y además permite su adaptación a otras plataformas como Linux.

- Al iniciar la aplicación, se cargan las variables de estado a su valor inicial. Estas almacenarán los cambios realizados en la interfaz y servirán para comunicarlos al equipo.
- En el siguiente paso se configura la conexión al puerto USB referenciando al equipo mediante el identificador de vendedor y el identificador de producto (Vendor ID y Product ID: VID&PID).

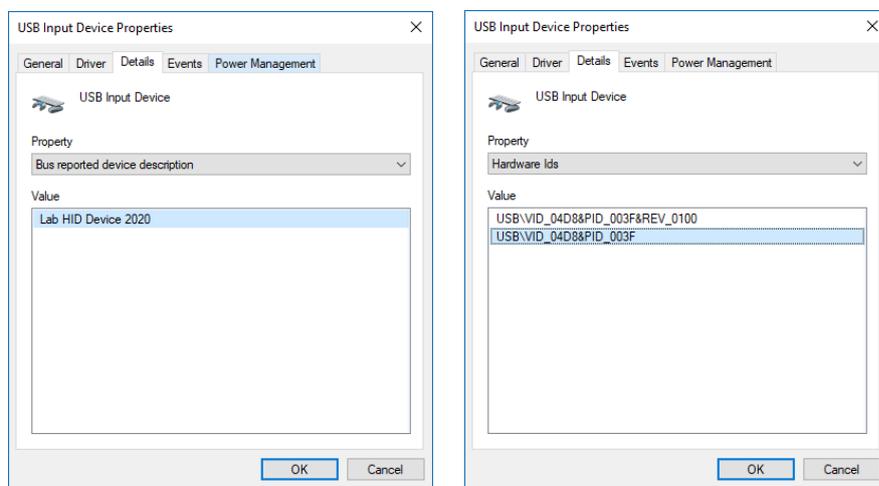


Figura N°37:Propiedades del dispositivo detectado en la computadora

- Luego se verifica que el equipo esté conectado:
 - o En el caso negativo se informa en pantalla y se cierra la aplicación. Esto solo ocurre si no hay conexión al momento de iniciar el programa.

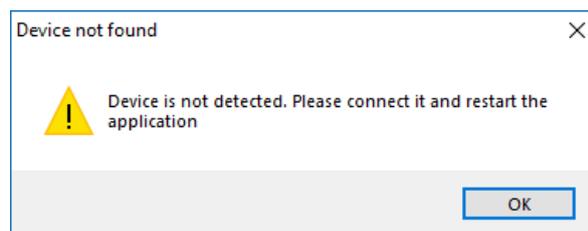


Figura N°38:indicación de dispositivo no encontrado

- o En el caso positivo, se envía el estado inicial al equipo de acuerdo con lo configurado previamente. Además, se podrá observar en la barra de estado que se encuentra en la parte inferior de la interfaz el siguiente mensaje.
- o



Figura N°39: Barra de estado para el caso de conexión exitosa

- Cuando la conexión con el equipo es interrumpida luego de haberse identificado el equipo, esto se informará en pantalla en la barra de estado.

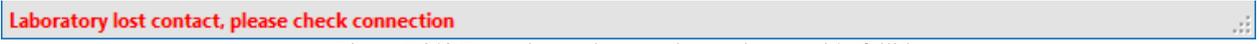


Figura N°40 Barra de estado para el caso de conexión fallida

En este estado el usuario podrá seguir realizando cambios, los cuales serán retransmitidos cuando la comunicación sea reestablecida.

- Al reestablecerse la conexión se envía al equipo el estado actual de la interfaz.
- Cuando el usuario opera con el ratón sobre alguno de los iconos esto dispara un proceso asociado en el cual se actualiza la imagen, se guarda el cambio de estado y finalmente se comunica esto al equipo, siempre previa verificación de la conexión.

2.7.2 Descripción de la Interfaz de Usuario

A continuación, se muestra la una vista de la aplicación y donde el usuario encuentra todo lo necesario para la operación del sistema.



Figura N°41: Vista de aplicación

Todas las funciones del equipo son accedidas mediante iconos representativos, lo que facilita su uso aun con poco entrenamiento.

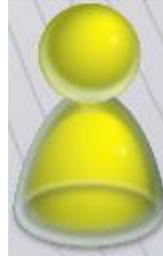
Cada alumno es representado por un icono cuyo color indica el estado actual de este.



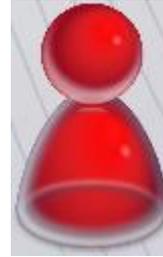
Alumno trabajando solo



Alumno en el grupo 1



Alumno en el grupo 2



Alumno en el grupo 3

Figura N°42: Iconos de los alumnos

Al hacerse click izquierdo del mouse sobre el icono de un determinado alumno, este avanza secuencialmente de estado siguiendo el orden: Alumno Solo, Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3 y nuevamente Alumno solo.

También es posible mediante el click derecho del mouse acceder a la lista de opciones y elegir la deseada.



Figura N°43: lista de opciones de alumno

Cuando se asigna un alumno a un grupo este puede hablar con el resto de los miembros de ese grupo y escuchar lo que ellos dicen.

En el caso de trabajar en el modo **Alumno solo** este puede recibir el audio proveniente de la consola principal o solo escucharse a sí mismo. Esto último se elige mediante una caja de chequeo que aparecerá disponible debajo del icono que representa a ese alumno cuando se elija al alumno solo.

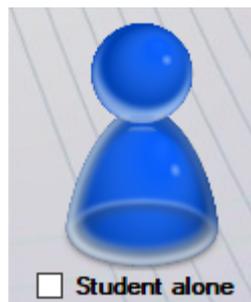


Figura N°44: Icono de alumno solo

Cada alumno individualmente o cada grupo puede ser seleccionado por el usuario para la función de escucharlos. Esto se realiza con el icono del Auricular, y tiene los siguientes tres estados:



Apagado. No se está escuchando este elemento (alumno, grupo o fuente de audio)



Iluminado. El icono cambia de color cuando el mouse se posa sobre él.



Se encuentra seleccionado este elemento.

Al seleccionarse un nuevo elemento para ser escuchado, cualquier otro elemento que haya estado en uso cambia a apagado.

Ejemplo de selección de escuchar al alumno 1.

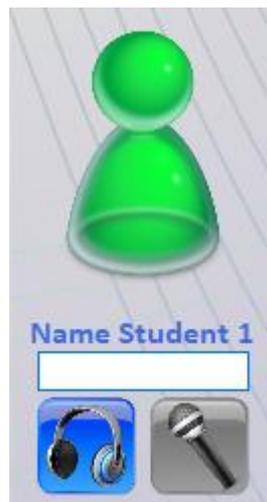


Figura N°45:eleccion de escuchar a alumno 1

Para que el usuario pueda hablar con un alumno se debe hacer click izquierdo del mouse sobre el icono del micrófono correspondiente a cada alumno. Este icono presenta tres estados al igual que el del Auricular.



Apagado,



Iluminado y



Encendido

Figura N°46:estados de micrófono

Esta función trabaja de manera **push to talk** lo que implica que el icono deberá permanecer presionado para continuar la conversación.

Ejemplo de esta función

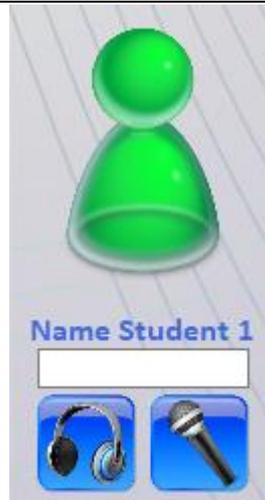


Figura N°47:ejemplo de "Push to talk"

También se puede elegir escuchar a un grupo, de la misma manera que ocurre con los alumnos mediante un icono de auricular.



Figura N°48:eleccion de escuchar a un grupo

La siguiente función es el selector de fuente de audio entre las tres entradas que tiene disponible la consola. Una de ellas se destinó al micrófono de la profesora, otra se conecta a la salida de audio de la PC y la última se puede utilizar con cualquier dispositivo de reproducción de audio.



Figura N°49: Elección de fuente de audio

Al seleccionarse la PC como fuente de audio, se hace visible un reproductor de música que permite agregar archivos de audio a una lista de reproducción para ser usados.

2.7.3 Desarrollo del Firmware del PIC18F255

El siguiente diagrama de Flujo describe el programa del PIC18F2550, en adelante “Firmware”, el cual actúa como interfaz de comunicación entre la computadora y el equipo.

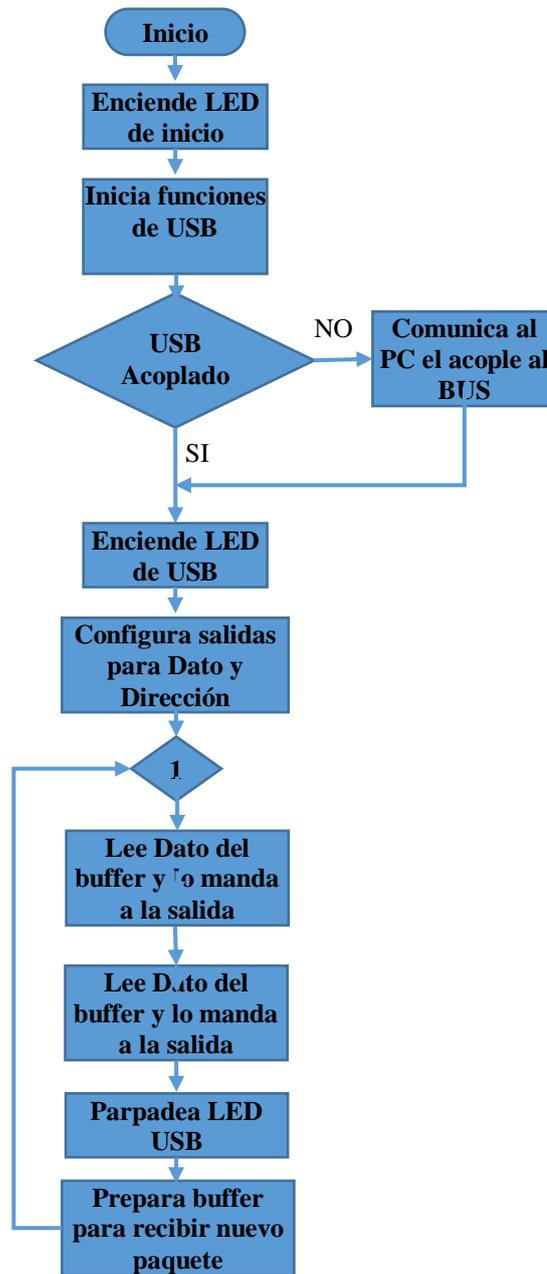


Figura N°50: Diagrama de flujo de firmware

El Firmware está basado en una plantilla para dispositivos de interfaz humana (HID) provista por Microchip en su librería para aplicaciones (MLA). Esta plantilla fue modificada para cumplir con la funcionalidad requerida y fueron eliminados segmentos innecesarios de código.

Detalles de la operación

- Al iniciarse el programa se envía un estado alto al bit 1 del puerto C (RC1) para indicar su funcionamiento. Este pin no está implementado en el equipo y solo se utiliza para el testeado de la unidad.
- Luego se ejecuta una rutina en la que se inicializa el modulo USB a un estado por defecto. En esta etapa, las variables internas, registros e interrupciones son reiniciadas.
- La siguiente rutina verifica si el puerto USB esta acoplado al bus de PC. En el caso de no ser así indica al PC que se ha unido al BUS.
- A continuación, se envía un estado alto al bit 2 del puerto C (RC2) para indicar que el USB fue activado.
- Después de esto, se configuran y ponen en estado bajo los bits menos significativos del puerto A (RA0-3) y puerto B (RB0-3) los que se utilizaran como bus de Dato y Dirección respectivamente.
- Cuando la configuración es finalizada, el microprocesador entra en un bucle de lectura del puerto USB, y en cada ciclo se leen del buffer los valores correspondientes a un nuevo Dato y una nueva Dirección.

Capítulo 2.8 Costos

Costos de materiales

Para el análisis previo a la realización de este proyecto se necesitaron un total aproximado de tres meses.

Este tiempo fue necesario para:

o Recopilar información sobre distintos sistemas de laboratorios de idiomas existentes en el mercado y en función de eso sumado a los requerimientos del cliente plantear el diseño inicial

o Compra de materiales y componentes que brinden la confiabilidad, calidad y funcionalidad adecuada al sistema y que además sean fácil y simples de reemplazar a la hora de reparar.

o Desarrollo de la lógica de programación sobre el hardware diseñado que permita ampliarlo sin demasiadas o ninguna modificación (requerimiento del cliente)

o Realizar distintas pruebas y testeos individuales y en conjunto del sistema incluyendo programación y montaje en el sitio de emplazamiento final para garantizar su correcto funcionamiento.

Como el sistema se desarrolló e implemento en el año 2004 se estimó un costo total invertido a valores actuales, Esto es para seis alumnos con la posibilidad de expandir a diez.

A continuación, se expone en la tabla los valores (en pesos argentinos) de los componentes más importantes utilizados

Componente	descripción	cantidad	Precio unitario	Sub total
Pic18f2550	microcontrolador	1	850,0	850,0
74ls245	Buffer de protección	9	200,0	1.800,0
74ls85	Comparador	8	200,0	1.600,0
74sl373	Latch de retención de dato	8	110,0	880,0
Cd4051	Multiplexor 8 canales	13	60,0	780,0
TI084	Amplificador operacional	49	65,0	3.185,0
lm78xx y lm79xx	Reguladores de tensión	21	54,0	1.134,0
Arduino UNO	Arduino	6	1.200,0	7.200,0
VS1053 Shield	Grabador de audio P/memoria SD	6	1.500,0	9.000,0
Gabinetes plásticos	Gabinetes	7	1200	8400
Placas circuito impreso	Placas varias	14	450	5400
Ficha RCA	fichas macho RCA	24	45	1080
ficha RCA	fichas hembra RCA	24	45	1080
ficha mini plug 3,5mm mono	ficha hembra	12	75	900
			TOTAL	84.418

Tabla N°5: Costos de principales componentes

A ese valor hay que agregar los demás componentes utilizados tales como, capacitores cerámicos y electrolíticos, resistencias, diodos LED, diodos Zener etc. Estos componentes se estimó un costo total de \$2000 pesos

En los costos de Placas de circuito impreso se promedió un valor de las placas finales ya que se realizaron varios prototipos de forma casera hasta lograr la deseada.

Mano de obra

Con respecto a este punto se estima que se invirtió alrededor de 8 horas diarias, 4 días a la semana, en un período de 6 meses, dando un tiempo aproximado de 768 horas. Tomando como referencia el Colegio de Ingenieros Especialistas de Entre Ríos (CIEER) en su Unidad Arancelaria, Artículo 5 de la Resolución N°1682/2020, que establece un monto de \$800 por hora de trabajo, se tendría un total de \$614.400. Considerando que el presente proyecto fue desarrollado por tres personas, el costo de diseño será de \$1.843.200 El cual será por única vez y no se volverá a tener en futuras implementaciones.

Bibliografía

Boylestad, R y Nashelsky, L (2003) Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. PEARSON Educación

L. Cuesta – A. Gill Padilla- F. Remiro (1992) Electronica Digital, Madrid McGraw-Hill

Links y paginas:

<https://grupoenertica.com/idiomas> sitio de fabricante de laboratorio de idiomas

<https://www.cienytec.com> sitio de fabricante de laboratorio de idiomas

<https://www.arduino.cc> Pagina oficial de proyecto arduino

<http://www.vlsi.fi> sitio del fabricante del vs1053

<http://www.adafruit.com> ejemplos de uso del vs1053

<https://www.cieer.org.ar> Colegio de ingenieros especialistas de Entre Ríos