

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE AUDIO EVACUACIÓN PARA EL EDIFICIO DE LA CORPORACIÓN GPF.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL

VILLEGAS MORALES CRISTINA PAOLA
crispao_vm@yahoo.com

DIRECTOR: MSc. PATRICIO BURBANO ROMERO
pburbanor@hotmail.com

CO-DIRECTOR: Dr. ANDRÉS ROSALES ACOSTA
androsaco@gmail.com

Quito, Enero 2013

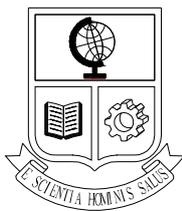
DECLARACIÓN

Yo Cristina Paola Villegas Morales, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Cristina Paola Villegas Morales

CI: 1721498986



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
"E SCIENTIA HOMINIS SALUS"

La versión digital de este proyecto está protegida por la Ley de Derechos del Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento de autor.

Al consultar este proyecto deberá acatar las disposiciones de la Ley y de las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de este proyecto.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Cristina Paola Villegas Morales, bajo nuestra supervisión.

MSc. PATRICIO BURBANO
DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. ANDRÉS ROSALES
CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Poli Morales y Alejandro Villegas, quienes con su amor y valentía me inculcaron que el estudio es la mejor herencia. A mi madre, porque fui testigo del esfuerzo que hizo día tras día, para que mis hermanos y yo salgamos adelante. A mi padre, porque indirectamente fue la persona que me dio fuerzas para acabar lo que empecé hace muchos años y me ha costado mucho esfuerzo lograrlo.

A mis hermanos Edwin y Luis, quienes fueron los que me encaminaron en la ingeniería y con quienes he compartido alegrías y tristezas desde que teníamos uso de razón.

A mi amiga y compañera de toda la vida Gabriela Rubio, con la cuál he aprendido a crecer como persona y me ha enseñado que la vida es una sola y hay que disfrutarla.

A mis amigos y compañeros de lucha, Bruno, Miguel, Iveth, Patricio, Andrés, Jairo, Oswaldo, Palakas y César, los cuáles han compartido muy cerca el desarrollo de mi proyecto de titulación, han sido parte de mis alegrías, tristezas, triunfos y fracasos.

A mi director, Master Patricio Burbano quién guío intelectualmente este trabajo, apoyó día a día su desarrollo y dio un seguimiento constante durante todo el proceso hasta culminarlo.

A mi co-director, Doctor Andrés Rosales quién desde el inicio estuvo dispuesto a ayudarme y fortaleció el trabajo con sus aportaciones.

A todos quiénes forman parte de landcecontrol S.A, quienes me dieron la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, realizando un proyecto con el cuál he llorado, he reído, he conocido personas increíbles y sobre todo he puesto en práctica mis conocimientos teóricos.

A todos quienes conforman Ingeniería Electrónica y Control, a mis profesores y amigos que han compartido conmigo la vida universitaria.

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo a mis Padres, hermanos y a mis perritas Julieta y Juliana, que los amo con toda mi alma.

Cristina Villegas

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN.	1
1.1.1 SISTEMA DE AUDIO.	2
1.1.2 SISTEMA DE CONTROL.	2
1.1.3 IMPORTANCIA.	3
1.2 SISTEMA DE MEGAFONIA.	4
1.2.1 ARQUITECTURA.	7
1.2.2 APLICACIONES.	8
1.3 DISEÑO ACÚSTICO DE ESPACIOS DE USO COMUNITARIO.	9
1.3.1 PÉRDIDA DE POTENCIA.	9
1.3.2 TRANSFORMADORES DE AUDIO.	12
1.4 SISTEMAS DE AUDIO DISTRIBUIDO.	13
1.4.1 SISTEMAS DE VOLTAJE CONSTANTE.	13
1.4.1.1 Antecedentes.	14
1.4.1.2 Funcionamiento.	15
1.4.1.3 Ventajas del Sistema de Voltaje Constante.	16
1.5 APLICACIÓN A LA CORPORACIÓN GPF.	16
CAPÍTULO 2	17
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN	17
2.1 ACTIVACIÓN DEL VOLTAJE PRIORITARIO.	19
2.1.1 VOLTAJE PRIORITARIO A LOS CONTROLADORES DE VOLUMEN.	19
2.1.2 VOLTAJE PRIORITARIO A LOS RELÉS UBICADOS EN CAMPO. ...	19
2.1.3 VOLTAJE PRIORITARIO A EDIFICACIONES EXTERIORES.	21
2.2 DISTRIBUCIÓN DE ZONAS.	21
2.2.1 BALANCE DE CARGAS POR ZONA.	25
2.3 CABLEADO.	27
2.3.1 CABLEADO HORIZONTAL.	27

2.3.2	CABLEADO VERTICAL.....	31
2.3.3	CABLEADO ADICIONAL.....	32
2.3.3.1	Cableado para recepción.....	32
2.3.3.2	Cableado para cancha.....	32
2.3.3.3	Cableado para aparatos en consola.....	32
2.3.3.4	Cableado para edificaciones y áreas exteriores.....	32
2.3.3.5	Cableado a otros sistemas de control.....	33
2.4	ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS.....	33
2.4.1	DISTRIBUCIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS EN EL RTU.....	34
2.5	GABINETE DE SONIDO Y AUDIO EVACUACIÓN.....	37
2.5.1	TABLERO DE CONTROL.....	39
2.5.1.1	Descripción del equipo utilizado.....	41
2.6	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN.....	45
2.6.1	RTU.....	45
2.6.2	PANEL TÁCTIL.....	46
2.6.3	PC.....	47
2.6.4	PROCESADOR UNIVERSAL DE AUDIO GENERACIÓN 2.....	48
2.6.5	REPRODUCTOR DE MÚSICA.....	49
2.6.6	GRABADOR DE MENSAJES.....	49
2.6.7	MICRÓFONO CON PANEL.....	50
2.6.8	MICRÓFONO CON “PUSH TO TALK”.....	50
2.6.9	PARLANTES.....	51
2.6.10	AMPLIFICADORES.....	54
2.6.11	CONTROLADORES DE VOLUMEN.....	55
2.6.12	RELÉS.....	56
2.7	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	57
2.7.1	INSTALACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.....	57
2.7.2	INSTALACIÓN DE PARLANTES.....	58
2.7.2.1	Parlantes de cielo falso.....	58
2.7.2.2	Parlantes de pared.....	59
2.7.2.3	Corneta para interiores.....	59

2.7.2.4 Parlantes para zonas de interperie.....	60
2.7.2.5 Parlantes de disparo corto.....	60
2.7.3 CONTROLADORES DE VOLUMEN.....	61
CAPÍTULO 3.....	62
DESARROLLO DEL SOFTWARE Y DE LA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN .	62
3.1 CONFIGURACIÓN DE LA RTU “REMOTE TERMINAL UNIT”.	62
3.1.1 PROGRAMACIÓN DE LA RTU MODULAR.....	62
3.1.2 CONFIGURACIÓN DE LOS PUERTOS DE COMUNICACIÓN.....	64
3.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA PROCESADOR DE AUDIO.	66
3.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS UTILIZADOS.....	68
3.2.2 CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN.....	70
3.3.3 CONTROL DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	71
3.4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL.	73
3.4.1 DISEÑO DE LA TRAMA.....	75
3.4.2 MANEJO DE PRIORIDADES.....	77
3.4.3 LÓGICA DE CONTROL PARA AUDIO EVACUACIÓN.....	78
3.4.4 PROGRAMA PRINCIPAL.	80
3.4.5 INTERFACE HUMANO MÁQUINA (HMI)	91
CAPÍTULO 4.....	95
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	95
4.1 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL	95
4.2 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN DE LA RTU.....	96
4.2.1 COMUNICACIÓN CON EL SISTEMA PROCESADOR DE AUDIO	96
4.2.1.1 Micrófono con panel.	97
4.3 PRUEBAS DE CABLEADO.....	97
4.3.1 REVISIÓN DE LOS CIRCUITOS.....	97
4.4 PRUEBAS DE SONIDO.....	99
4.5 PRUEBAS DE EVACUACIÓN.....	100
4.5.1 PRUEBAS CON LA CENTRAL DE INCENDIOS.....	100

4.5.2 PRUEBAS DE LOS MENSAJES DEL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN.	101
4.5.3 PRUEBAS DE TIEMPOS DE EVACUACIÓN.	101
<i>CAPÍTULO 5.....</i>	<i>104</i>
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>104</i>
5.1 CONCLUSIONES.....	104
5.1.1 CONCLUSIONES GENERALES.....	104
5.1.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	106
5.2 RECOMENDACIONES.....	107
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</i>	<i>108</i>

RESUMEN

La Corporación GPF (Grupo Prove Farma) se propone contar con un edificio inteligente. Para lograr la sistematización de todo el edificio se incorporan varios sistemas de ingenierías. Una parte de esto consiste en contar con un Sistema de Audio Evacuación. Esto dado que, toda infraestructura administrativa de gran escala, por sus servicios y complejidad, dentro de los requerimientos de seguridad, requiere de la implementación de un Sistema Electro Acústico que proporcione:

Mensajes claros y oportunos en caso de emergencias como incendios, terremotos, terrorismo, etc., con la finalidad de orientar el comportamiento masivo de todos los ocupantes del recinto y precautelar la integridad de las personas.

Mensajes claros y oportunos en casos normales, con la finalidad que se informe de ciertas actividades cotidianas.

Generar un programa de Música Ambiental general en cada una de las oficinas y en diferentes áreas, con la finalidad de crear un mejor ambiente de trabajo.

Utilizar controles de volumen con un diseño prioritario en cada uno de los ambientes, para que en cada sitio se controle el nivel de intensidad de la música y se pueda escuchar, de manera obligatoria, los mensajes que se consideran urgentes como en el caso de una evacuación.

En la actualidad es muy importante la integración de los sistemas de comunicación y control para crear un edificio con una infraestructura adecuada. El presente proyecto de titulación se desarrolla para proveer a los usuarios un ambiente flexible, efectivo, confortable y seguro.

PRESENTACIÓN

En este proyecto se desarrolla e implementa un Sistema de Audio Evacuación para la Corporación GPF. El sistema consta de la interacción de dos subsistemas: sistema de audio y sistema de control. El sistema de audio reproduce música ambiental en las instalaciones, las mismas que poseen controladores de volumen para dar la opción de escuchar o no la música ambiental suministrada. En tanto, el sistema de control está interconectado con la Central de Incendios para que, al momento de detectar un evento de emergencia, el sistema de control se comunique con el sistema de audio para silenciar la música ambiental, habilitar el grabador de mensajes y deshabilitar los controladores de volumen, permitiendo que todos usuarios puedan escuchar el mensaje enviado.

El primer capítulo aborda los Sistemas de Audio Evacuación, Sistemas de Megafonía, Sistemas de Audio Distribuido, Sistemas de Voltaje Constante y algunos criterios de diseño acústico que son los fundamentos teóricos necesarios para comprender el presente proyecto de titulación.

El segundo capítulo consiste en el Diseño y la Implementación del Sistema, se hace un análisis de entradas y salidas necesarias para el equipo de control, se realiza la distribución de zonas del proyecto, se explica el cableado necesario, se realiza el diseño del tablero control y se da una breve descripción de los equipos y su distribución en el Sistema de Audio Evacuación.

El tercer capítulo muestra las configuraciones necesarias de todos los equipos usados tales como: Sistema Procesador de Audio, RTU "Remote Terminal Unit" y explica el software usado por cada equipo para poder programarlo. En éste capítulo se desarrollan los algoritmos de control del Sistema de Audio Evacuación.

El cuarto capítulo corresponde a las pruebas y resultados, es aquí donde se comprueba la operatividad del sistema.

Para finalizar, en el quinto capítulo se presentan conclusiones y recomendaciones llegadas al terminar el presente proyecto.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN.

Un Sistema de Audio Evacuación es el que permite la emisión inteligible¹ de instrucciones y pautas a seguir para la protección de vidas dentro de las áreas específicas o espacios de uso comunitario. Proporciona tecnología de punta para una evacuación segura y eficaz.

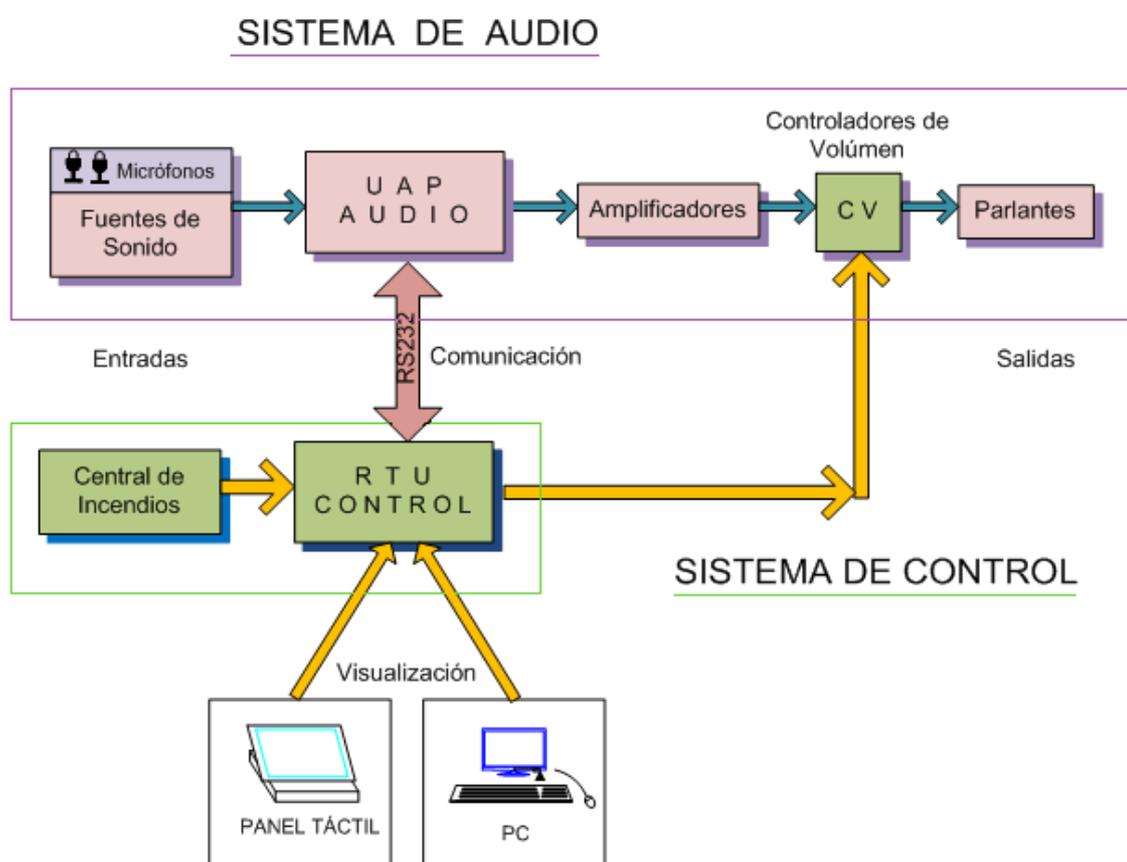


Figura 1.1 Esquema General del Sistema de Audio Evacuación.

El Sistema de Audio Evacuación se puede representar como dos subsistemas: sistema de audio y sistema de control, cada uno tiene sus funciones específicas, las mismas que interactúan entre sí para un fin común que es salvaguardar las vidas de las personas y sus bienes.

¹ Un sistema claro, accesible, legible, que puede ser comprendido.

1.1.1 SISTEMA DE AUDIO.

El sistema de audio emite música ambiental y envía anuncios en tiempo real a zonas locales o generales. Sus entradas son micrófonos y fuentes de sonido como consolas, DVD, reproductor de mensajes entre otros. El equipo principal del sistema de audio es un UAP “Universal Audio Processor”, encargado de administrar las entradas de audio a sus respectivas salidas, previamente establecidas a través de la comunicación con el sistema de control. Además, se requiere de equipos de amplificación y parlantes, para que la señal de audio pueda ser transmitida. Sus objetivos son lograr un sonido de alta calidad que sea escuchado y disfrutado por todas las personas.

1.1.2 SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control se encuentra interconectado con la Central de Incendios para que, en el caso de una emergencia, el RTU “Remote Terminal Unit” envíe un voltaje denominado prioritario a los controladores de volumen, permitiendo que la señal de audio pase directamente desde los amplificadores a los parlantes y todas las personas escuchen el anuncio.

El sistema de control realizará como mínimo las siguientes funciones:

- La prioridad del micrófono de emergencia es máxima, anulando otras entradas de audio.
- Se comunica con el sistema de audio para activar la difusión simultánea de mensajes pregrabados, cada uno dirigido a zonas previamente programadas.
- Emitir música ambiental a unas zonas y realizar avisos en otras.
- Desactivar los atenuadores o controladores de volumen ubicados en distintos ambientes, para que el mensaje pueda ser escuchado por todas las personas, incluso las que tengan el volumen en mínimo.

Además, dispone de computadoras y paneles táctiles para activar de forma remota los anuncios cotidianos o de emergencia. Permite seleccionar la fuente de música ambiental como reproductor de música, directv, ipod, mp4, etc., y enviarla a la zona requerida.

Se concluye que el sistema de control interactúa con el sistema de audio, ya que éste es el medio utilizado para emitir los avisos necesarios que orientarán a las personas a actuar o evacuar en caso de alarma, incendio, etc. Es por ello que se requiere tener conocimiento de algunas características propias de este sistema, como se explicará más adelante.

1.1.3 IMPORTANCIA.

Los eventos, en casos de emergencia, pueden causar confusión entre los ocupantes de un edificio y desorientarlos; se complican aún más cuando los ocupantes se encuentran en entornos que no les son familiares, que visitan por primera vez o simplemente están de paso.

Las alarmas por sirena pueden proporcionar una cierta “advertencia”, pero el volumen alto de estos dispositivos puede crear ansiedad y el propósito de la advertencia puede no ser percibido con la inmediatez necesaria para los ocupantes.

Estos sistemas proporcionan instrucciones específicas fidedignas, tranquilizantes y comprensibles a los ocupantes del edificio, que los guían hacia las salidas seguras durante una emergencia.

Por estas razones, tales sistemas son un requisito indispensable para edificios que reúnan a un público de 300 personas o mayor.

Cabe mencionar que para que el sistema sea completamente eficiente, se requiere de una planificación continua de simulacros de evacuación frente a situaciones adversas, para que las personas en peligro logren reducir el tiempo de respuesta, dado que con anterioridad han recibido capacitación e información clara y precisa sobre las acciones a seguir.

Al mantener al personal capacitado frente al sistema de audio evacuación se garantiza un funcionamiento óptimo del mismo aumentando su seguridad y posibilidades de sobrevivir.



Figura 1.2 Sistema de evacuación por voz. [1]

1.2 SISTEMA DE MEGAFONIA.

Se denomina megafonía a un conjunto de elementos tecnológicos que se acoplan y utilizan para aumentar el volumen del sonido en lugares de gran concurrencia de personas, para facilitarles información de interés, emitir música ambiental o activar la emergencia de evacuación en casos de peligro inminente.

Un sistema de megafonía debe ser:

- a) Audible; para ser oído, el nivel del sonido debe ser más alto que el nivel de ruido de fondo².

Para ser audible, se debe cuantificar el nivel del sonido. Éste viene normalmente expresado mediante el nivel de presión sonora SPL “Sound Pressure Level” o decibelios, se trata de una escala logarítmica basada en la respuesta del oído humano de la siguiente forma:

- 1 dB_{SPL} es el mínimo sonido perceptible por el oído humano.
- 130 dB_{SPL} es el nivel máximo de sonido soportable por el oído, provoca daños en el ser humano.

² Ruido de fondo es el que se percibe en una sala cuando en la misma no se realiza ninguna actividad. Puede ser debido al sistema de climatización, instalaciones hidráulicas, etc.

130 dB es 10^{13} veces mayor que 1 dB. Al tratarse de una escala logarítmica, *la dispersión y variación de potencia del sonido no son lineales:*

- Variación del SPL en función de la distancia: Cuando se duplica la distancia a la fuente sonora, se observa una pérdida de 6 dB.

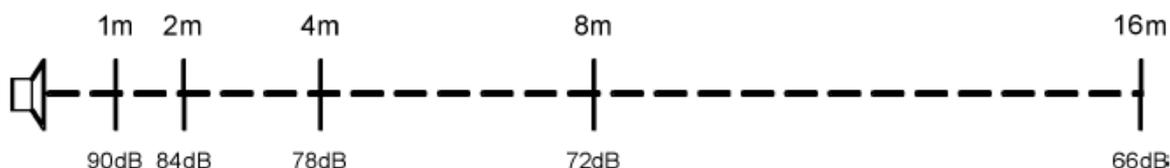


Figura 1.3 Pérdida de decibelios por la distancia a la fuente sonora.

- Aumento de la potencia de la fuente sonora: Al elevar la potencia de la fuente al doble, implica la ganancia de 3 decibelios.

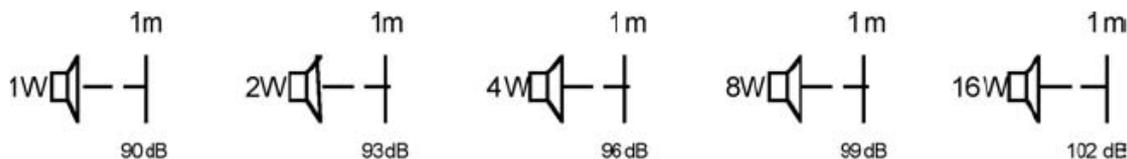


Figura 1.4 Aumento de la potencia de la fuente sonora.

- b) Inteligible; para ser comprendido, el sonido debe estar libre de distorsión. La inteligibilidad queda limitada por el medio acústico: tiempo de reverberación³ (eco), niveles de ruido de fondo, restricciones en la ubicación de los altavoces, etc.

Esta puede mejorarse en gran medida a través del tipo de altavoz (Figura 1.5), posición (Figura 1.6), orientación (Figura 1.7), ángulo de dispersión del parlante (Figura 1.8), cantidad y potencia o elección de la toma en el transformador.[2]

En ciertos casos, para obtener un mínimo aceptable de inteligibilidad, el espacio acústico debe ser alterado, por ejemplo usando materiales absorbentes, etc.

³ Tiempo que tarda un sonido en desaparecer y fundirse entre los sonidos ambientales dentro de un espacio cerrado.



Figura 1.5 Tipo de altavoz.



• H1: altura del techo, H2: altura del oído receptor, A: ángulo de dispersión (-6 dB), D: espaciado entre altavoces.

• Si H1 = 3m, H2 = 1,5m, A = 100° entonces D = 3,6m

$$D = 2 \left(\frac{H_1 - H_2}{\tan(90 - \frac{1}{2}A)} \right)$$

Figura 1.6 Posición-Espaciamiento.

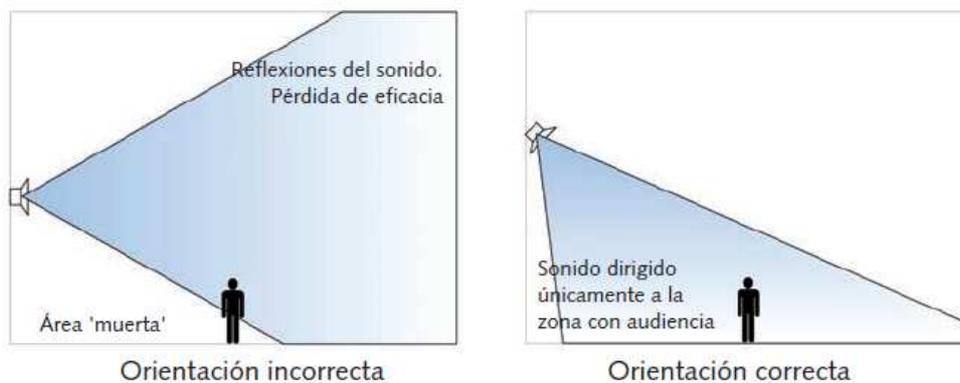


Figura 1.7 Orientación.

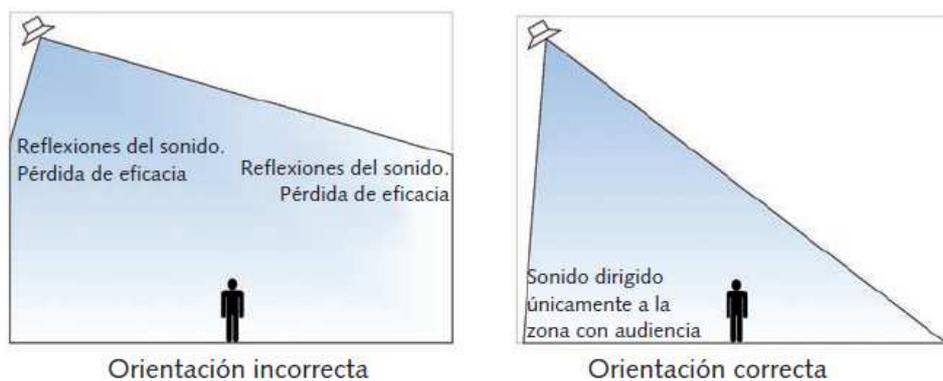


Figura 1.8 Ángulo de dispersión del parlante.

1.2.1 ARQUITECTURA.

En los sistemas de megafonía actuales se utilizan componentes de alta tecnología, acompañados de un moderno diseño. Contar con buenos elementos principales determinará, los conceptos de calidad, robustez y fiabilidad de los productos de audio.

Los elementos comunes de un sistema de megafonía son los siguientes:

- Red de micrófonos: utilizados para mensajes directos hablados (uno como mínimo en el centro de control).
- Unidad de control: es el cerebro del sistema, se encarga de controlar y supervisar las zonas de megafonía, los cableados, los micrófonos y el estado de los amplificadores para conmutar al amplificador de respaldo o secundario en caso de fallo de uno de los principales.
Es el responsable y generador de los mensajes pregrabados y de la comunicación con el sistema de detección de incendios.
- Unidad de conmutación de zona: elemento asociado a la unidad de control, encargado de gestionar el doble circuito de zona, para evitar el fallo total de la zona de altavoces.
- Los amplificadores: deben incorporar fuente de alimentación independiente, totalmente monitorizado su funcionamiento para garantizar la integridad del sistema.
Son de varias potencias y normalmente modulares.
- Los altavoces: son los encargados de difundir el sonido en todos los puntos del espacio de uso comunitario. Existe gran variedad de ellos en el mercado, dependiendo de su forma de montaje (superficie o empotrado), ángulo de dispersión, forma de propagar el sonido (bidireccional o unidireccional) o tipo de ambiente en el que irán instalados (exteriores, zonas con riesgos de explosión, etc.).

La figura 1.9 muestra los elementos de un sistema de megafonía.



Figura 1.9 Elementos de un sistema de megafonía. [3]

1.2.2 APLICACIONES.

Los sistemas de megafonía se utiliza principalmente en las siguientes aplicaciones:

- Planes de emergencia.
- Vehículos de las fuerzas de seguridad.
- Megafonía en vehículos con utilidades comerciales.
- Estadios y pabellones deportivos.
- Centros comerciales, escolares y culturales.
- Teatros y salas de conciertos.
- Salas de conferencias.
- Empresas.
- Hospitales.
- Megafonía para uso personal portátil.
- Concentraciones masivas de personas en actos públicos celebrados al aire libre.

1.3 DISEÑO ACÚSTICO DE ESPACIOS DE USO COMUNITARIO.

Espacios de uso comunitario son lugares cerrados de concurrencia pública o privada con un grado de ocupación medio o elevado. Se realizan éste tipo de diseños para garantizar el confort acústico (campo sonoro existente no genere molestias significativas a las personas presentes), asegurar una correcta inteligibilidad⁴ de la palabra y que los mensajes emitidos sean claros y lleguen a todos los puntos con un nivel suficiente y sin interferencias. Usualmente los espacios de uso comunitario son: restaurantes, comedores, bibliotecas, aeropuertos, centros comerciales, oficinas, etc.[4]

En estos espacios es importante tomar en cuenta las pérdidas de potencia causadas por el cable utilizado y el uso de transformadores de audio.

1.3.1 PÉRDIDA DE POTENCIA.

Al circular corriente por un conductor eléctrico existe pérdida de potencia debida a la resistencia que presenta el material al paso de ésta corriente. Parte de la potencia se disipa debido al efecto resistivo, lo más deseable es que toda esa potencia enviada sea transmitida a la carga, sin que exista potencia reflejada hacia la fuente.

En un diseño acústico que requiera cubrir grandes extensiones, los parlantes se ubican alejados de los amplificadores, recorriendo amplias distancias que causan la pérdida de potencia en la línea.

Todos los cables poseen resistencia, capacitancia e inductancia propia, afectando cada uno en mayor o menor medida a la disipación de energía. La impedancia del cable es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección, es decir mientras más grueso, es menor su impedancia.

La tabla 1.1 permite conocer las características eléctricas de cada calibre, que serán de gran ayuda para encontrar la pérdida de potencia en la línea. Para dicho objetivo es necesario encontrar la potencia de la carga ideal (sin impedancia de cables) y la potencia de la carga real (con impedancia de cables).

⁴ Inteligibilidad: Es el grado con el cual las personas pueden descifrar el mensaje de un orador.

Tabla 1.1 Tabla de calibres de cable AWG.

AWG N°	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	Ohm por 300 m a 20°C
10	2,59	5,34	1
11	2,3	4,16	1,2
12	2,05	3,3	1,6
13	1,83	2,64	2
14	1,63	2,09	2,5
15	1,45	1,65	3
16	1,29	1,31	4
17	1,15	1,04	5
18	1,02	0,816	6,3
19	0,912	0,666	8
20	0,813	0,504	10

El circuito de la figura 1.10 representa el amplificador conectado a una carga equivalente RL. No existe pérdida en la línea debido a los cables (ideal).

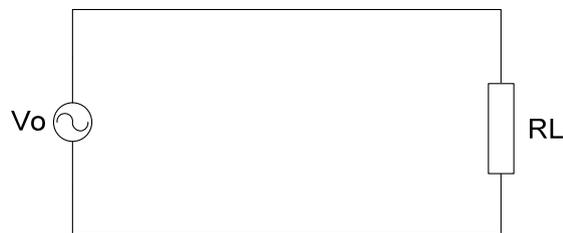


Figura 1.10 Amplificador-carga (Ideal).

La potencia disipada en la carga es:

$$P_L = P_o = \frac{V_o^2}{R_L}$$

Donde: P_L : Potencia disipada en la carga (W), (ideal)

P_o : Potencia de la fuente

V_o : Voltaje de la fuente = Voltaje de la carga (V)

R_L : Impedancia de la carga (Ω)

En la figura 1.11 se representa el amplificador conectado a una carga equivalente, en el cual sí se considera la impedancia que aporta el cable utilizado:

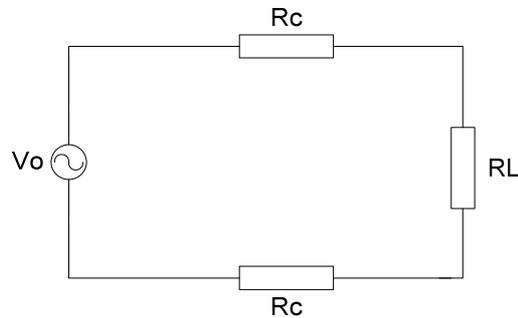


Figura 1.11 Amplificador-carga (Real).

La nueva potencia disipada en la carga es:

$$P_L' = P_o - P_{\text{cable}} = \frac{V_o^2 \times R_L}{(2R_c + R_L)^2}$$

Donde: P_L' : Potencia disipada en la carga (W), (real)

V_o : Voltaje de la fuente (V)

R_L : Impedancia de la carga (Ω)

R_c : Impedancia del cable (Ω)

La pérdida de potencia debido al cable será:

$$\text{Pérdida(dB)} = 10 \cdot \log \left[\frac{P_{L_{\text{ideal}}}}{P_{L_{\text{real}}}} \right] = 10 \log \left[\frac{P_L}{P_L'} \right]$$

$$\text{Pérdida(dB)} = 10 \log \left[\frac{\frac{V_o^2}{R_L}}{\frac{V_o^2 \times R_L}{(2R_c + R_L)^2}} \right]$$

$$\text{Pérdida(dB)} = 20 \log \left[\frac{(2R_c + R_L)}{R_L} \right]$$

En conclusión, la pérdida de potencia depende de:

- **El cable utilizado:** Si la resistencia del cable es muy pequeña, la relación entre las resistencias de la ecuación de pérdidas será aproximadamente 1, haciendo que las pérdidas disminuyan considerablemente, por esto, es común utilizar cables con la menor resistencia posible, sin embargo, la diferencia de valor comercial entre un calibre y otro es notoria cuando se usa en grandes cantidades.
- **El número de parlantes que se conectan al amplificador:** A mayor cantidad de parlantes conectados en paralelo se tendrá una mayor pérdida de potencia. Esto debido a que la impedancia de carga equivalente disminuye como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{Z_{\text{neta}}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_n}$$

La razón entre la impedancia del cable y la impedancia de la carga, aumenta al igual que la pérdida de potencia en la línea.

- **Longitud de la línea:** La resistencia del cable es directamente proporcional a su longitud. Si se tiene una gran distancia entre el amplificador y el último parlante de la línea, su resistencia será alta. Y la impedancia de carga total conectada al amplificador aumentará, por lo que entregará menor potencia.[5]

1.3.2 TRANSFORMADORES DE AUDIO.

Es muy común que se utilicen transformadores para el diseño de sistemas acústicos de gran tamaño. Los *transformadores de audio* deben trabajar en un margen de frecuencias de 20 Hz a 20 KHz o incluso hasta 200 KHz. Cosa que no sucede con los *amplificadores de alimentación* que trabajan a una frecuencia o a un pequeño margen de frecuencias.

La diferencia entre la potencia de salida y de entrada es lo que se llama Pérdida de Potencia. Esta Pérdida varía entre distintos transformadores, la cual puede ir de 0,5 dB en buenos transformadores a 3 dB en transformadores de mala calidad.

1.4 SISTEMAS DE AUDIO DISTRIBUIDO.

Es un conjunto de elementos tecnológicos que se acoplan y utilizan para aumentar el nivel de presión acústica en lugares de gran concurrencia de personas como los espacios de uso comunitario. Estos sistemas deben cubrir de forma uniforme el área del recinto, no producir molestias y ser económico.

Anteriormente el diseño de sistemas de audio distribuido resultaba muy complejo debido a la gran cantidad de parlantes que se conectaban en línea, lo que implicaba un tedioso trabajo al momento de calcular el valor de la impedancia de carga, y que ésta no adoptara un valor demasiado pequeño y dañara el amplificador de potencia. Era necesario invertir mucho dinero en un buen cable de audio para evitar la excesiva pérdida de potencia producida por las grandes distancias desde el amplificador hasta el último altavoz.

En la actualidad, por la necesidad de minimizar costos, maximizar la eficiencia y simplificar el sistema de audio distribuido se cuenta con los sistemas de voltaje constante.

1.4.1 SISTEMAS DE VOLTAJE CONSTANTE.

Los sistemas de voltaje constante eliminan los problemas de exceso de pérdida de potencia en la línea y la complejidad de cálculo que implica la impedancia de carga. Es el método más utilizado para cubrir grandes extensiones y lograr sistemas de audio distribuido eficientes.

El término constante es usado para describir la acción del sistema solo a máxima potencia. A máxima potencia el voltaje sobre el sistema es constante y no varía en función del número de parlantes que funcionan, es decir, se puede agregar o eliminar (dentro de los límites máximos de potencia) cualquier número de parlantes y el voltaje permanecerá constante. Otra razón por la que también se le denomina sistema de voltaje constante es porque el voltaje de salida del

amplificador se mantiene constante a potencia nominal y es el mismo para todas las potencias. Varios voltajes son usados pero los más comunes son de 25 V o 70.7 V en Estados Unidos y 100 V en Europa.

1.4.1.1 Antecedentes.

Los sistemas de voltaje constante se comenzaron a conocer a fines de 1920 y a comienzos de 1930. Se presentaron porque se requería cubrir el audio a diversos lugares y a largas distancias, sus primeras aplicaciones se dieron en fábricas, centros de convención y estadios, para luego incluirse oficinas, restaurantes y centros comerciales.

Usaron de base el método que utilizan las compañías de electricidad para trasladar energía entre lugares lejanos. Elevar el voltaje a través de un transformador elevador con una corriente baja a través de un alambre relativamente delgado. Luego lo disminuye otra vez para distribuir a los usuarios finales. Esto se logra disminuyendo el voltaje mediante un transformador reductor y elevando la corriente, aumentando el calibre del cable, pero solo es necesario para distancias cortas que van a cada casa.

Aplicado en audio, significa que usando un transformador que eleve el voltaje de salida del amplificador de potencia (con su correspondiente reducción de corriente), se logrará conducir la señal a través de largas líneas de cable a los parlantes (con un calibre de cable menor debido a que la corriente es más pequeña) y luego un transformador reductor en cada parlante que disminuya el voltaje. Estos transformadores forman parte del parlante en aquellos productos que están diseñados específicamente para líneas de voltaje constante. Ya que años atrás se utilizaban transformadores externos acoplados a cajas acústicas convencionales, particularmente cuando son cajas de alta potencia que carecen de versiones con transformador provisto por el fabricante. [6]

Estos transformadores reductores con frecuencia cuentan con varios bobinados que permiten seleccionar la potencia que se desea recibir de la línea; en estos casos suele disponerse de un selector de potencia de entrada que permite elegir entre diferentes valores.

1.4.1.2 Funcionamiento.

El sistema consta de amplificadores que desarrollan un voltaje constante cuando entrega toda la potencia en su salida, es decir cuando funciona a su potencia nominal. Por lo tanto el voltaje de la línea es elevado, lo que hace indispensable el uso de parlantes con transformadores acoplados en su entrada, los mismos que poseen Taps para variar el voltaje aplicado a cada parlante, ajustando el nivel de potencia sonora que cada parlante debe tener, independiente de los otros, de esta manera se determina el nivel de sonido en cada área por separado. Figura 1.12.

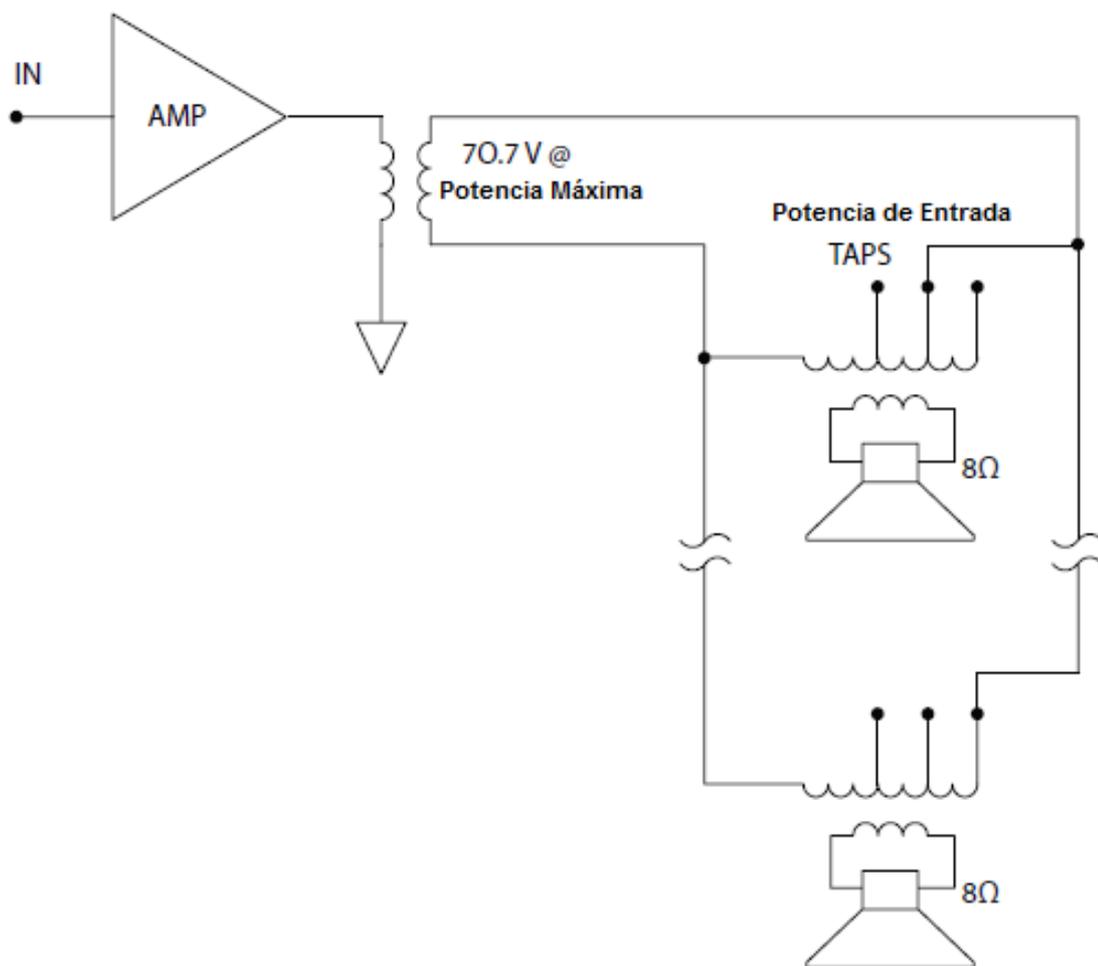


Figura 1.12 Transformador acoplado a un sistema de voltaje constante.

En la actualidad, las fábricas proveen amplificadores de potencia que han sido diseñados para trabajar a 70.7 voltios a plena potencia.

1.4.1.3 Ventajas del Sistema de Voltaje Constante.

- Se reducen las pérdidas ocasionadas por el cable utilizado en la instalación. Puesto que las pérdidas del cable son función de la corriente al cuadrado y al elevar el voltaje se reduce significativamente la intensidad de corriente que circula por la línea de parlantes.
- Permite seleccionar diferentes niveles sonoros para las zonas de forma sencilla. Se puede variar la potencia de entrada de los parlantes para dar más volumen a unas zonas y menos a otras y esos ajustes podrían cambiarse fácilmente si cambiasen las necesidades de volumen en cada zona.
- En los sistemas de voltaje constante se puede llegar a conectar varios parlantes en paralelo, tantos cuanto permita la potencia nominal del amplificador. Es decir el número de parlantes no condiciona la cantidad de voltaje en la línea.

1.5 APLICACIÓN A LA CORPORACIÓN GPF.

La corporación GPF cuyas siglas significan Grupo Prove Farma tiene como objeto social la importación, exportación y distribución de productos para farmacias, clínicas y hospitales así como para almacenes y supermercados.

Actualmente se encuentra implementando su edificio inteligente administrativo ubicado en la Avenida los Shyris Km 5 ½ vía Sangolquí-Amaguaña, sector la Victoria. El complejo arquitectónico requiere aplicar las ingenierías necesarias para el desarrollo de la obra, una de ellas es el DISEÑO Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN, en el que se desea aprovechar y utilizar el sistema de megafonía como medio para emitir los avisos necesarios que orientarán a las personas a actuar en caso de alarma, incendio, etc. Adicionalmente enviará música ambiental a sus trabajadores y emitirá anuncios de gran importancia.

CAPÍTULO 2

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE AUDIO

EVACUACIÓN

El Sistema de Audio Evacuación en funcionamiento habitual o cotidiano, reproduce música ambiental o envía anuncios por medio de los micrófonos para el personal de la Corporación GPF, en cambio, en funcionamiento de emergencia el sistema activa de forma automática el mensaje de evacuación y envía a todas las instalaciones. Las personas son guiadas a las salidas correspondientes mediante información específica, en ésta situación la música ambiental y anuncios de situaciones normales pasan a un segundo plano y los mensajes de evacuación se reproducen en primer lugar por ser prioritarios. Lo descrito se indica en la figura 2.1.

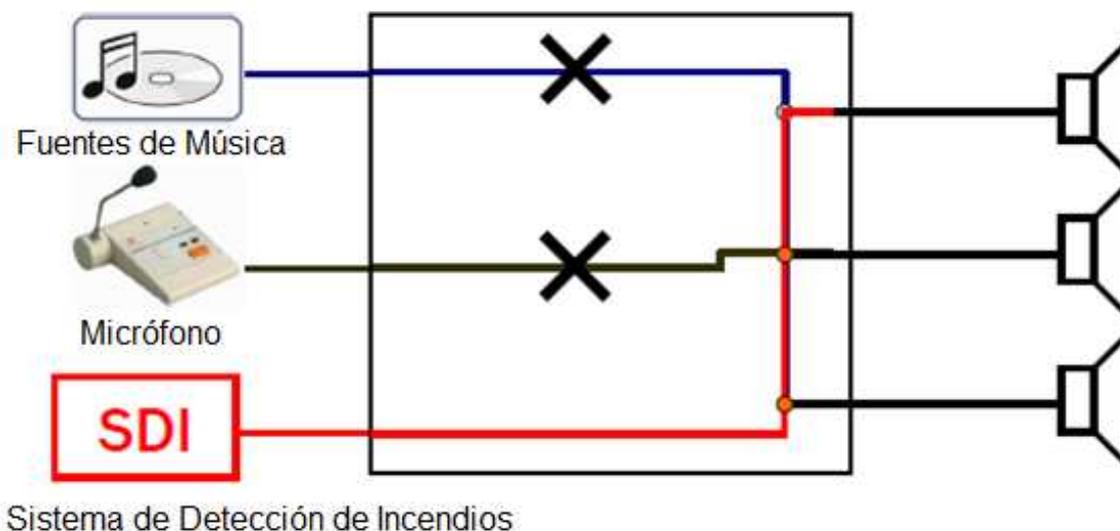


Figura 2.1 Prioridad de fuente de sonido.

Las fuentes de sonido son: micrófono con panel para cuarto de seguridad, micrófono con "Push To Talk o PTT" para recepción, grabador de mensajes, reproductor de música, audio desde recepción, audio desde consola y audio de cancha para eventos deportivos.

Los micrófonos y el grabador de mensajes son para anuncios normales y de emergencia en tanto el reproductor de música, audio de recepción, audio de consola son las fuentes de Música Ambiental. La fuente audio cancha, permite habilitar el sistema de audio local para eventos deportivos por medio de un pulsador ubicado físicamente en dicho lugar.

El Sistema de Audio Evacuación recibe señales de las Central de Incendios, pulsador de evacuación, pulsador silenciador del grabador de mensajes, contacto ubicado en cancha para habilitación de audio local, status de Sistema de Procesador de Audio, status de uso del micrófono de recepción, status de uso del micrófono de seguridad y status de reproducción del grabador de mensajes. Envía señales digitales para activación de los controles prioritarios por zonas, avisa al control eléctrico, hidrosanitario y ascensores cuando se produce una evacuación como sistema redundante de la Central de Incendios.

Además envía tramas de datos a través de comunicación serial con el Sistema Procesador de Audio, para habilitar y deshabilitar las fuentes de sonido a sus respectivas salidas. La figura 2.2 muestra lo descrito.

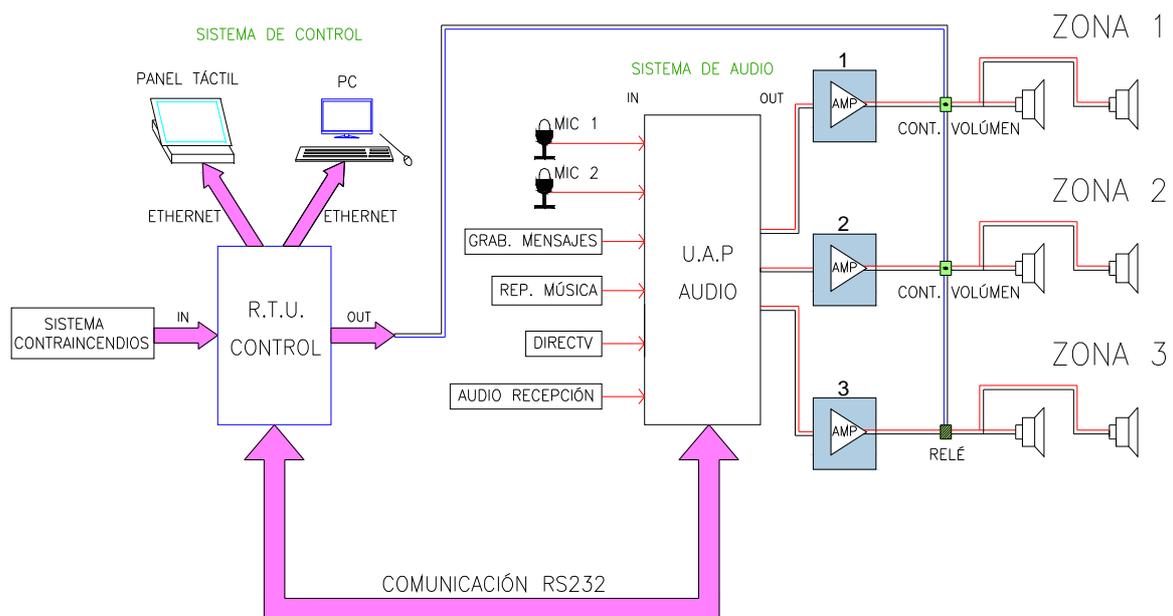


Figura 2.2 Esquema General del Sistema de Audio Evacuación.

2.1 ACTIVACIÓN DEL VOLTAJE PRIORITARIO.

Los voltajes prioritarios son enviados desde las salidas digitales de la RTU “Remote Terminal Unit” en el momento en que la Central de Incendios informa una emergencia o si se requiere dar anuncios a través de los micrófonos. La salida activa al relé prioritario respectivo ubicado en el tablero de control y éste a su vez a los controladores de volumen, relés y cajas de anuncios prioritarios de las zonas exteriores. Para diferenciar los cables que se muestran en las figuras 2.3, 2.4 y 2.5 se utiliza el siguiente código de colores:

- Rojo-negro: Señal de audio desde amplificador.
- Azul-blanco: Señal de control. (Voltaje prioritario)
- Verde-negro: Señal de audio, desde controladores de volumen a los parlantes.

2.1.1 VOLTAJE PRIORITARIO A LOS CONTROLADORES DE VOLUMEN.

Los controladores de volumen o atenuadores se encuentran principalmente en las oficinas y áreas compartidas del edificio. Permiten regular el volumen del parlante, haciendo posible que los usuarios decidan escuchar o no la música ambiental programada para ellos. Están compuestos de un auto transformador que reduce la señal por escala. Los atenuadores se conectan a la serie de 70.7 Voltios. Figura 2.3.

- Caso normal: El audio amplificado pasa por el atenuador y se dirige al parlante, los usuarios escuchan música ambiental y deciden si el volumen es adecuado o no.
- Caso de emergencia: El audio amplificado pasa directamente al parlante desviándose del atenuador debido a que se envía la señal de voltaje prioritario que hace que cambie la posición del relé interno del controlador.

2.1.2 VOLTAJE PRIORITARIO A LOS RELÉS UBICADOS EN CAMPO.

Los relés se usan para el control de los lugares que no requieran música ambiental sino solo avisos prioritarios. Se ubican principalmente en los baños. Figura 2.4.

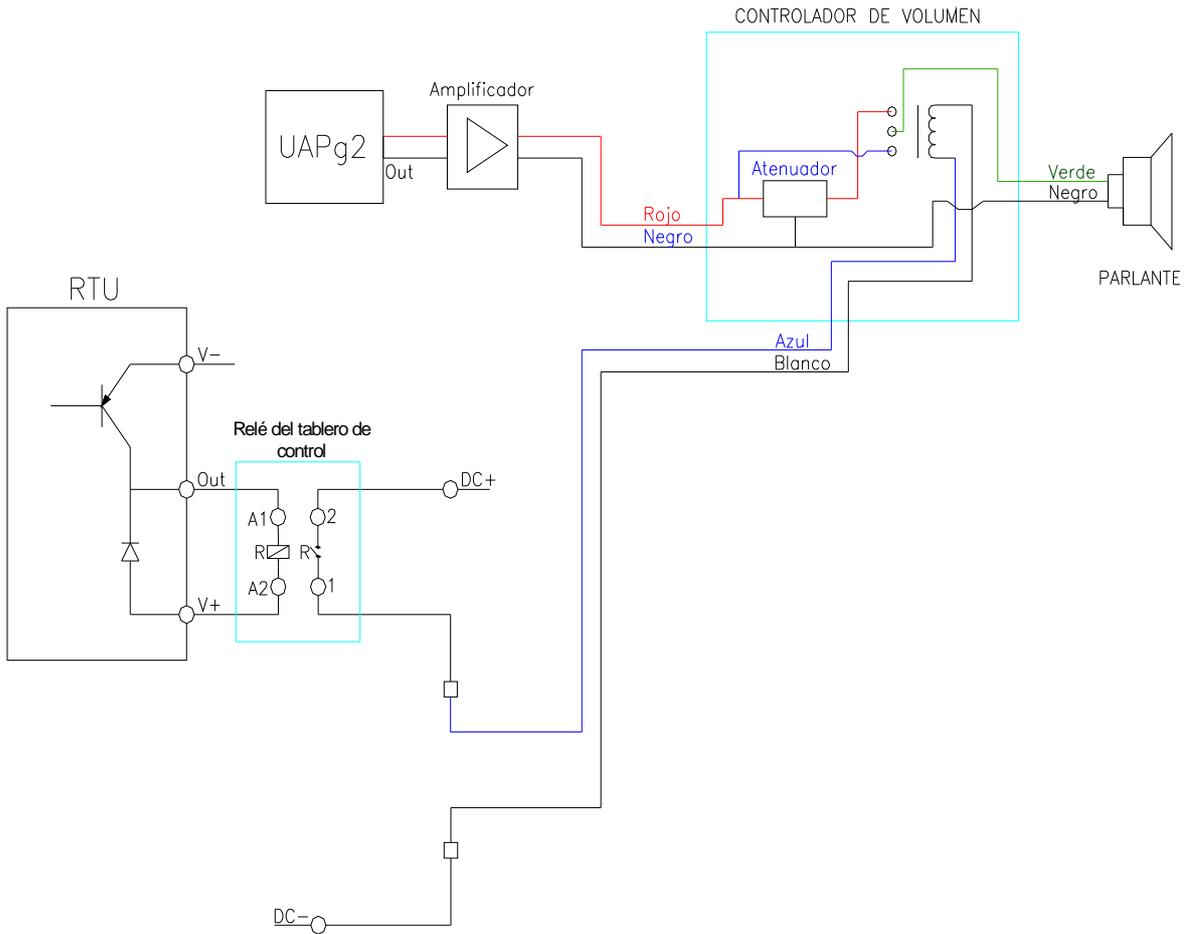


Figura 2.3 Voltaje prioritario enviado a los controladores de volumen.

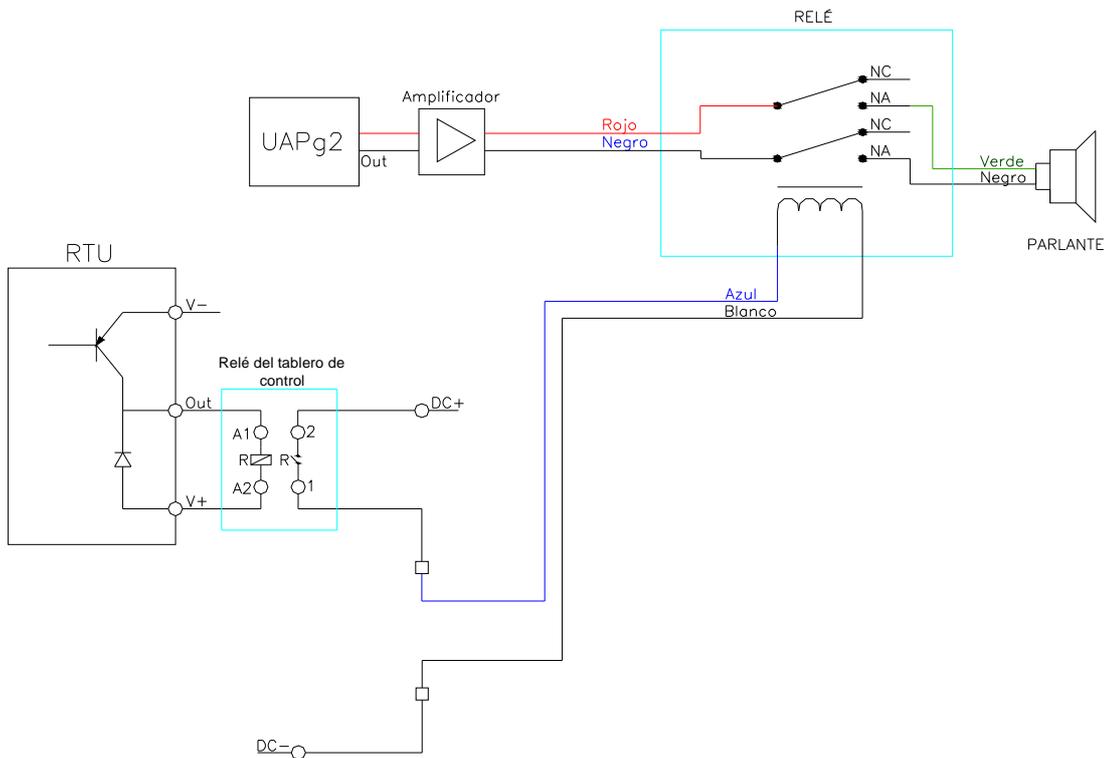


Figura 2.4 Voltaje prioritario enviado a los relés.

2.1.3 VOLTAJE PRIORITARIO A EDIFICACIONES EXTERIORES.

En las edificaciones exteriores: outlet, comedor, enfermería y gimnasio existen equipos de sonido y amplificación propios.

Caso normal: El audio proviene de los equipos locales.

Caso de emergencia: El audio proviene de un amplificador ubicado en el Gabinete de Sonido y Audio Evacuación (Consola de Seguridad).

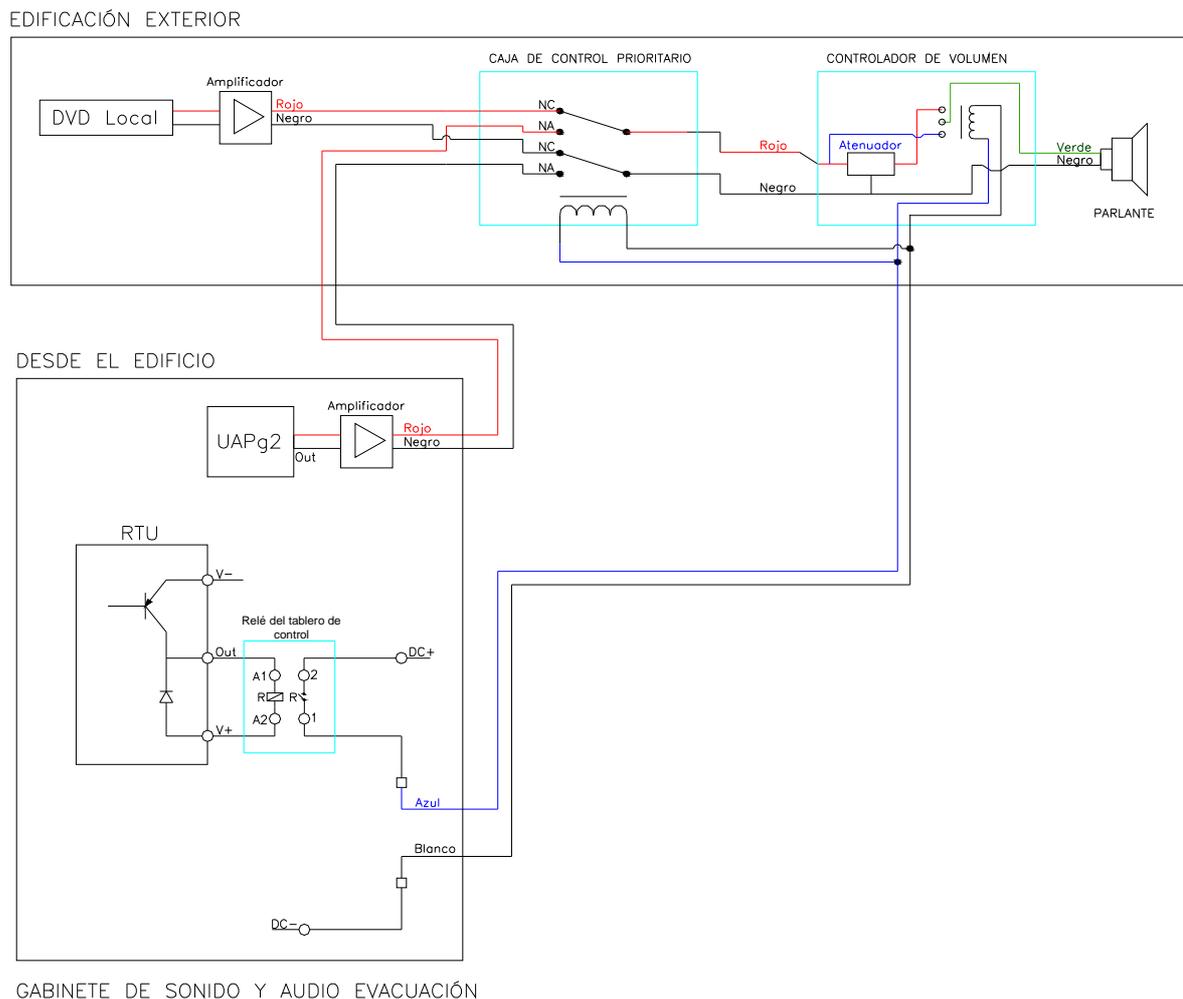


Figura 2.5 Voltaje prioritario a edificaciones exteriores.

2.2 DISTRIBUCIÓN DE ZONAS.

Es indispensable dividir a las instalaciones de la Corporación GPF en zonas para saber exactamente dónde ocurrió el percance en el caso de una emergencia o emitir música ambiental y mensajes de voz de manera sectorizada en una situación normal. Es importante garantizar la inteligibilidad en cada zona. Se ha

agrupado al proyecto en once zonas, de las cuales nueve reciben información de la central de incendios por lo que se encuentran en lugares cerrados y las restantes se utilizan para aplicaciones de megafonía. Las figuras 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10 ilustran la zonificación en el edificio de la Corporación GPF.

Tabla 2.1 Distribución de Zonas.

Zonas	Sub-zonas	Descripción	Aplicaciones de Megafonía	Central de Incendios
ZONA 1	Zona 1a	Subsuelo 2	Amplificador	Señal 1
	Zona 1b	Subsuelo 1		
	Zona 1c	Parqueaderos internos	Amplificador	
	Zona 1d	Cuarto de seguridad	Amplificador	
ZONA 2	Zona 2	Planta Baja lado A	Amplificador	Señal 2
ZONA 3	Zona 3a	Planta Baja Centro	Amplificador	Señal 3
	Zona 3b	Lobby (Recepción)	Amplificador	
ZONA 4	Zona 4	Planta Baja lado B	Amplificador	Señal 4
ZONA 5	Zona 5	Primer Piso lado A	Amplificador	Señal 5
ZONA 6	Zona 6	Primer Piso Centro	Amplificador	Señal 6
ZONA 7	Zona 7	Primer Piso lado B	Amplificador	Señal 7
ZONA 8	Zona 8a	Outlet	Amplificador	Señal 8
	Zona 8b	Comedor		
	Zona 8c	Enfermería		
ZONA 9	Zona 9a	Gimnasio	Amplificador	Señal 9
	Zona 9b	Cancha	Amplificador	Ninguna señal
ZONA 10	Zona 10	Parqueaderos	Amplificador	Ninguna señal
ZONA 11	Zona 11	Zona de Encuentro	Amplificador	Ninguna señal



Figura 2.6 Zona correspondiente a subsuelo 2.

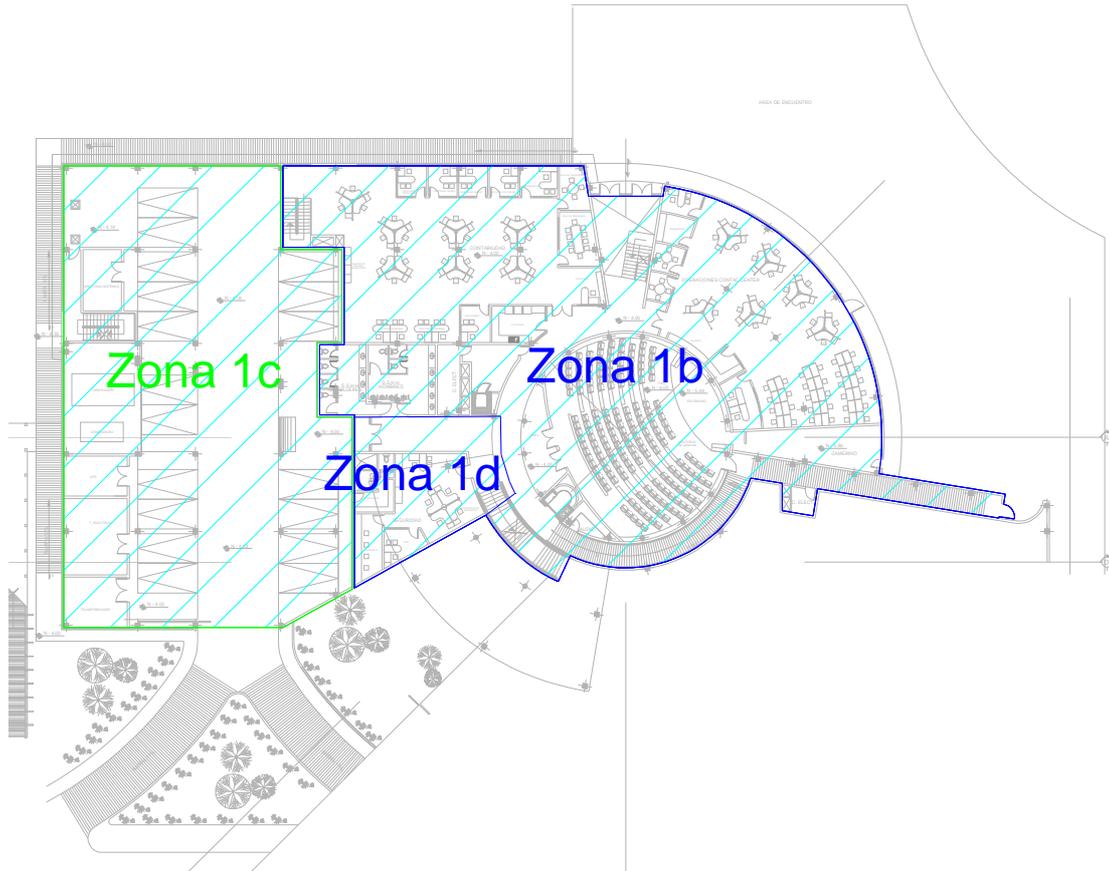


Figura 2.7 Zonas correspondientes a subsuelo 1.

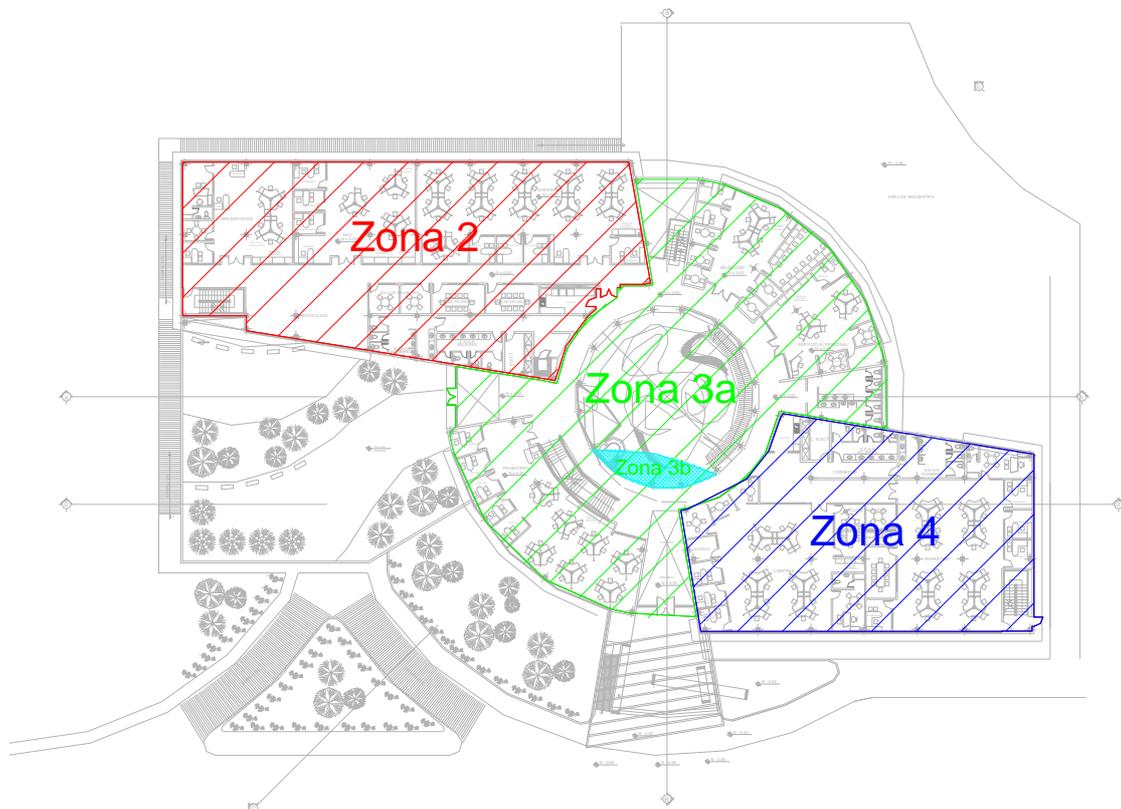


Figura 2.8 Zonas correspondientes a planta baja.

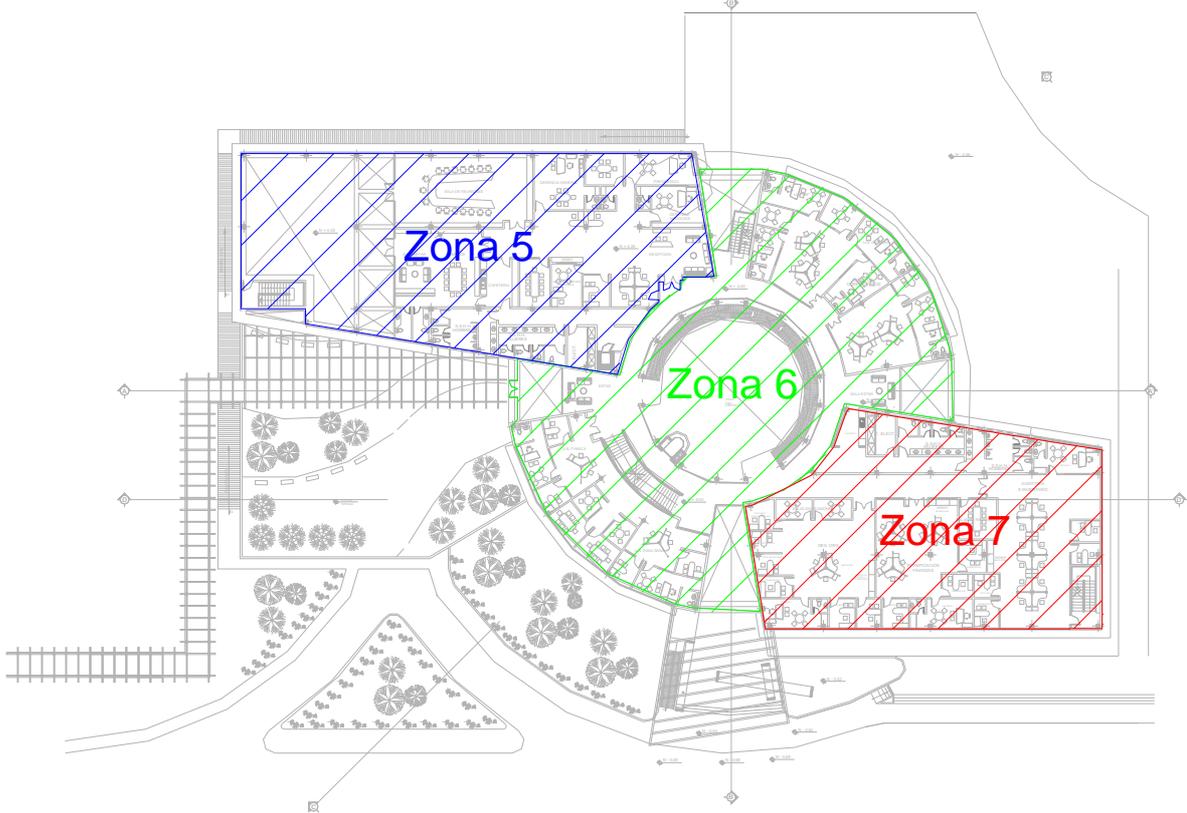


Figura 2.9 Zonas correspondientes a primer piso.

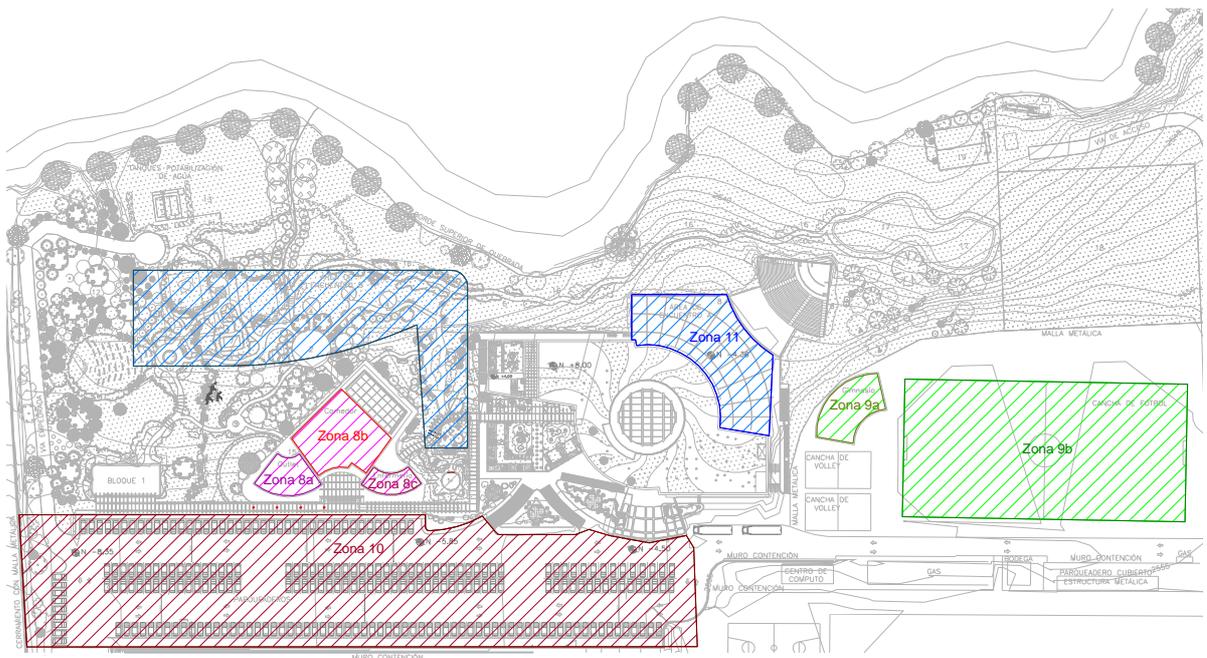


Figura 2.10 Zonas correspondientes a edificaciones exteriores.

2.2.1 BALANCE DE CARGAS POR ZONA.

Se requiere saber cuánta potencia va a consumir cada zona. Se va a elegir de acuerdo al parlante y a su ubicación.

Tabla 2.2 Potencias para alimentar a los diferentes parlantes.

Equipo	Potencia (W)
Parlante de tumbado	7,5
Parlante de pared	5
Parlante para zonas de intemperie	64
Corneta para parqueaderos internos	30
Parlantes para parqueaderos externos	200
Parlantes para cancha	300

Tabla 2.3 Potencia equivalente por zonas.

ZONAS	SUB-ZONAS	PARLANTE TUMBADO 7.5 W	PARLANTES DE PARED 5W	CORNETA 30 W	PARLANTES ZONAS EXTERIORES	POTENCIA (W)
ZONA 1	Zona 1a	6	1	1	0	50,0
	Zona 1b	57	1	0	0	432,5
	Zona 1c	0	1	10	0	305,0
	Zona 1d	0	1	0	0	30,0
ZONA 2	Zona 2	41	1	0	0	312,5
ZONA 3	Zona 3a	40	1	0	0	290,0
	Zona 3b	0	0	0	2	120,0
ZONA 4	Zona 4	32	1	0	0	245,0
ZONA 5	Zona 5	27	1	0	0	207,5
ZONA 6	Zona 6	41	1	0	0	312,5
ZONA 7	Zona 7	36	1	0	0	275,0
ZONA 8	Zona 8a	5	0	0	0	37,5
	Zona 8b	18	0	0	0	135,0
	Zona 8c	6	0	0	0	45,0
ZONA 9	Zona 9a	7	0	0	0	52,5
	Zona 9b	0	0	0	2	600,0
ZONA 10	Zona 10	0	0	0	2	400,0
ZONA 11	Zona 11	0	0	0	8	512,0
TOTAL		315	10	11	0	4362,0

Para seleccionar un amplificador apropiado, se determina la potencia total que deberá entregar. Éste debe satisfacer la demanda de energía del sistema. Se recomienda que la potencia del amplificador sea por lo menos 1,5 veces la potencia requerida. Se disponen de varios amplificadores con las siguientes potencias: 500 W, 800 W y 1000 W por canal y se debe disponer de éstos de acuerdo al requerimiento de potencia. Tabla 2.4

Tabla 2.4 Distribución de amplificadores por zonas.

ZONAS	SUBZONAS	Potencia	AMPLIFICADORES
ZONA 1	Zona 1a	50	500 (W)
	Zona 1b	433	
	Zona 1c	305	500 (W)
	Zona 1d	30	500 (W)
ZONA 2	Zona 2	312,5	500 (W)
ZONA 3	Zona 3a	290	500 (W)
	Zona 3b	120	500 (W)
ZONA 4	Zona 4	245	500 (W)
ZONA 5	Zona 5	207,5	500 (W)
ZONA 6	Zona 6	312,5	500 (W)
ZONA 7	Zona 7	275	500 (W)
ZONA 8	Zona 8a	37,5	500 (W)
	Zona 8b	135	
	Zona 8c	45	
ZONA 9	Zona 9a	52,5	500 (W)
	Zona 9b	600	1000 (W) 1000 (W)
Zona 10	Zona 10	400	800 (W)
			800 (W)
Zona 11	Zona 11	512	1000 (W)
			1000 (W)

Cada amplificador posee dos canales de entrada de audio y dos canales de salida de audio. Los canales de entrada vienen de un Procesador Universal de Audio y los canales de salida son la alimentación de los parlantes ubicados en el proyecto.

Se usan nueve amplificadores, éstos se colocan en el Gabinete de Sonido y Audio Evacuación agrupados de dos en dos, dejando una unidad de rack para ventilación. Todos los amplificadores con su respectiva ventilación ocupan 24 unidades de rack.

Los amplificadores están distribuidos como muestra la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Distribución de los amplificadores.

	AMPLIFICADORES	
	Canal 1	Canal 2
AMP 1	RESERVA	RESERVA
AMP 2	Zona 1a y 1b	Zona 1d
	VENTILACIÓN	
AMP 3	Zona 2	Zona 3a
AMP 4	Zona 3b	Zona 4
	VENTILACIÓN	
AMP 5	Zona 5	Zona 6
AMP 6	Zona 7	Zona 8
	VENTILACIÓN	
AMP 7	Zona 9a	Zona 1c
AMP 8	Zona 10a	Zona 10 b
	VENTILACIÓN	
AMP 9	Zona 9b1	Zona 9b2
AMP 10	Zona 11a	Zona 11 b

2.3 CABLEADO.

Se utiliza el sistema de audio distribuido de 70.7 V, permite enviar a los parlantes señal de audio con voltaje elevado y corriente pequeña. A mayor distancia, hay mayor pérdida de potencia debido al cable.

2.3.1 CABLEADO HORIZONTAL.

Los circuitos eléctricos por piso pertenecientes al Sistema de Audio Evacuación llegan al cuarto eléctrico más cercano y se agrupan según las zonas antes definidas. Para éste propósito se han implementado cuatro tableros de borneras de paso que contienen el cableado por zonas de cada piso y se dirigen al cuarto eléctrico de subsuelo 1, que es donde se encuentra el quinto tablero que concentra todas las zonas antes de dirigirse a su destino final: El Gabinete de Sonido y Audio Evacuación ubicado en el cuarto de seguridad en el subsuelo1. Los circuitos por piso se concentran en el tablero de borneras de paso del cuarto eléctrico más cercano, y se agrupan de acuerdo a la zona que corresponden. Las zonas están compuestas por numerosos circuitos. Un circuito es la unión de 8 a 10 controladores de volumen. Figura 2.11

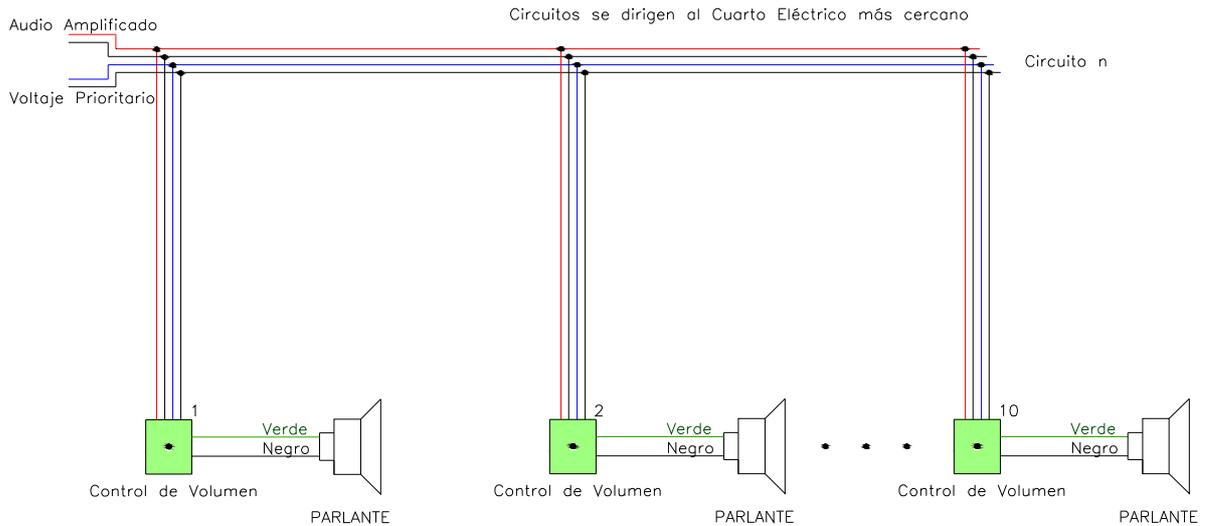


Figura 2.11 Circuito de parlantes y controladores de volumen

En las figuras 2.12, 2.13, 2.14 y 2.15 se puede observar los circuitos existentes por cada zona. Los circuitos C son los que permiten enviar la señal de audio desde el amplificador pasando por los controladores de volumen a los parlantes. Los circuitos R son los que están conectados a los relés por piso, y permiten escuchar los mensajes sólo al activarse el voltaje prioritario.

Cada circuito C está formado por dos pares de cables:

- Un par de audio de color rojo-negro: Audio amplificado
- Un par de control de color azul-blanco: Voltaje prioritario

Cada circuito R está formado por un par de cables verde-negro: señal desde los parlantes a los relés ubicados en los tableros eléctricos de cada piso.

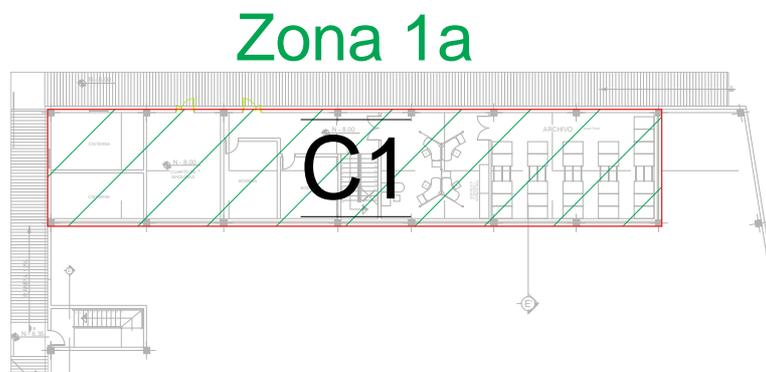


Figura 2.12 Circuito de primer piso.

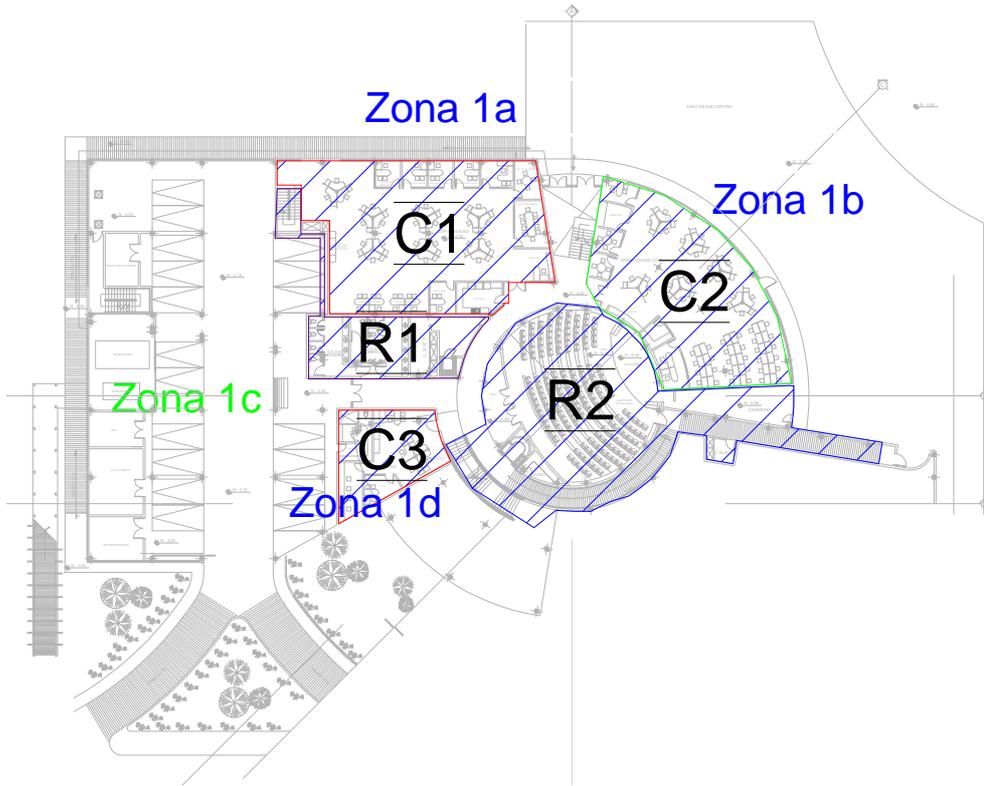


Figura 2.13 Circuitos correspondientes a subsuelo 1.

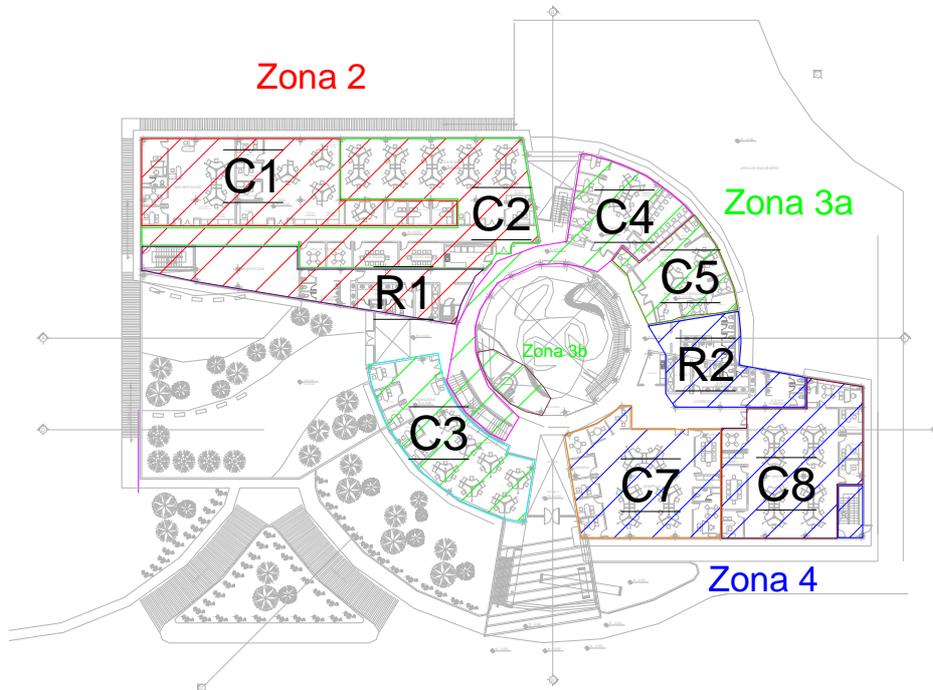


Figura 2.14 Circuitos correspondientes a planta baja.

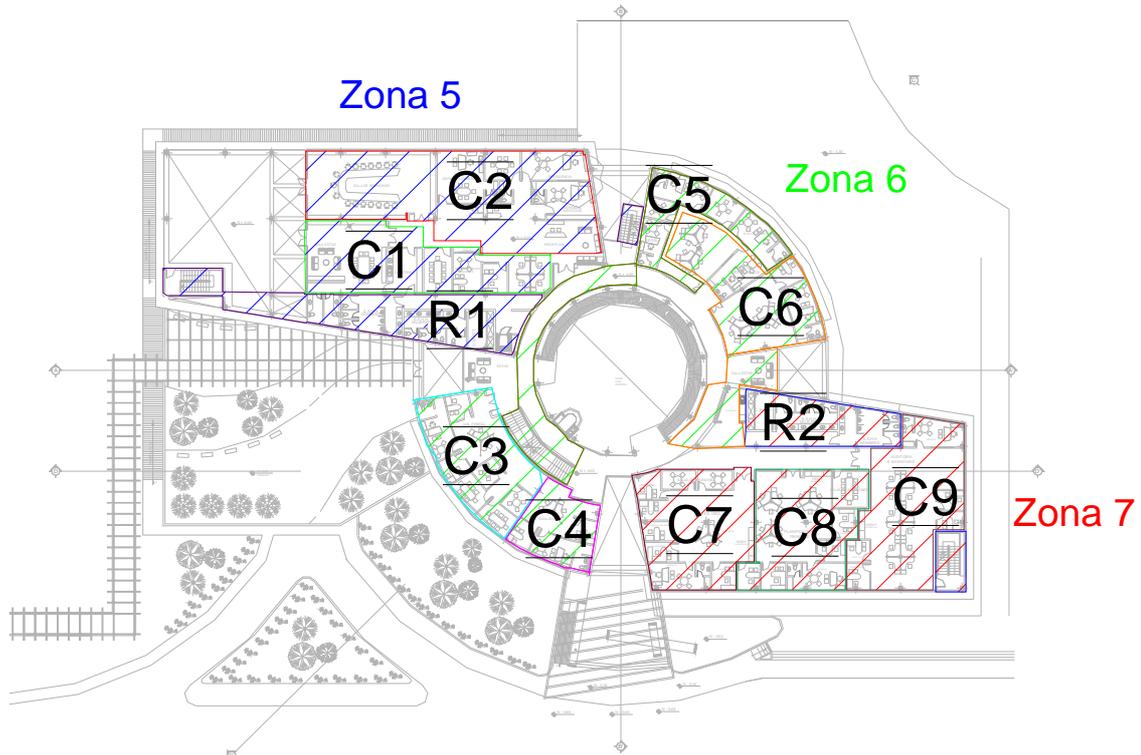


Figura 2.15 Circuitos correspondientes a primer piso.

Los tableros de borneras de paso se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.6 Tableros del cableado horizontal por piso.

	Cuarto Eléctrico A	Cuarto Eléctrico B	Ubicación
	TSA-PPA.	TSA-PPB.	Primer piso.
	TSA-PBA.	TSA-PBB.	Planta baja.
TSA-S1P (Cuarto de seguridad)	TSA-S1A.	LIBRE.	Subsuelo 1.

Donde:

- TSA-PPA: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de primer piso lado A.
- TSA-PPB: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de primer piso lado B.
- TSA-PBA: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de planta baja lado A.
- TSA-PBB: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de planta baja lado B.

- TSA-S1A: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de subsuelo1 lado A.
- TSA-S1P: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de subsuelo1 principal. Ubicación en el cuarto de Seguridad.

El anexo A muestra la ubicación de las borneras de paso en los tableros de cada cuarto eléctrico por piso.

El Anexo B muestra el diagrama esquemático de los tableros de borneras de paso de cada cuarto eléctrico.

2.3.2 CABLEADO VERTICAL.

El Edificio Principal dispone de dos ductos verticales, que sirven de medio de transporte del cableado, uno al lado sur denominado **DE_A** y uno al lado norte denominado **DE_B**. Además existe un ducto vertical **DE-S2** que interconecta Subsuelo 2 con Subsuelo 1.

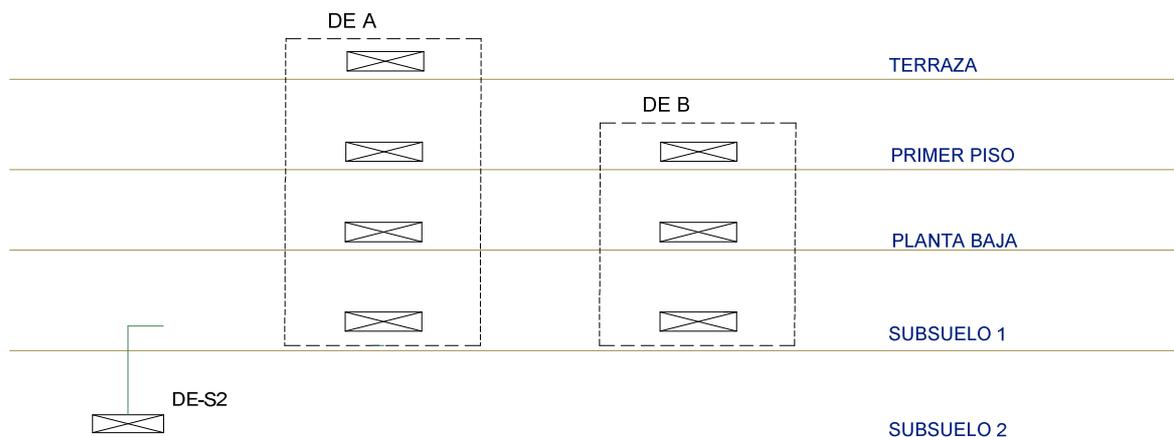


Figura 2.16 Ductos eléctricos del edificio principal.

También cuenta con un sistema de ductos exteriores que sirven de medio de transporte del cableado de los sistemas desde el edificio principal a edificaciones y áreas exteriores.

2.3.3 CABLEADO ADICIONAL

2.3.3.1 Cableado para recepción.

En recepción se ubica un panel táctil y un micrófono con "Push To Talk" (presione para hablar), se envía cableado desde el cuarto de seguridad ubicado en subsuelo 1, hasta recepción en planta baja. Se necesita lo siguiente:

- Cable belden 8451 para micrófono.
- Cable belden 8451 para enviar audio desde panel táctil, o cualquier reproductor de música ubicado en recepción
- Un par de cable AWG número 14, blanco-azul para contacto "Push To Talk".

2.3.3.2 Cableado para cancha.

En cancha se encuentra un pulsador que es el encargado de habilitar eventos realizados en dicha zona. Además se deja previsto cableado para equipos de amplificación de audio local de la siguiente manera:

- Dos pares de cable belden 8451 para señal de audio de aparatos locales.
- Un par de cable blanco-azul para pulsador.

2.3.3.3 Cableado para aparatos en consola.

En el cuarto de seguridad se encuentra un micrófono con teclado y dos pulsadores (evacuación y silencio del mensaje). Se coloca cable desde el Gabinete de Sonido y Audio Evacuación hasta la mesa de consola de seguridad ubicada en la misma habitación.

- Cable belden 8451 y cable UTP para micrófono con teclado.
- Cable belden 8451 para enviar audio desde mp3, ipod o cualquier fuente de audio ubicada en la mesa de consola de seguridad.
- Dos cables de incendio, número 14 AWG para pulsadores de emergencia.

2.3.3.4 Cableado para edificaciones y áreas exteriores.

Desde el tablero TSA-S1A ubicado en el cuarto eléctrico A de subsuelo 1, se dirige cableado para edificaciones y áreas exteriores.

Edificaciones exteriores: zona 8 y zona 9a:

- Dos pares de cable rojo-negro para señal de audio amplificado.
- Dos pares de cable azul-blanco para voltaje prioritario.

Áreas exteriores: zona 9b, zona 10 y zona 11:

- Tres pares de cable rojo-negro para señal de audio amplificado.

2.3.3.5 Cableado a otros sistemas de control.

Desde Central de Incendios al Gabinete de Audio Evacuación se requiere nueve cables de incendio. Adicional, se envía una señal digital al sistema de control eléctrico, control hidrosanitario y ascensores para aviso de emergencia.

2.4 ANÁLISIS DE ENTRADAS Y SALIDAS.

Tabla 2.7 Requerimiento de entradas digitales.

ENTRADAS	Entradas Digitales
Desde Central de Incendios status por zonas.	9
Pulsador de evacuación y silencio del mensaje.	2
Aviso desde Procesador Universal de Audio (UAP) que se presiono alguna zona en el micrófono de panel.	13
Aviso de uso del micrófono de recepción.	1
Status de reproducción del grabador de mensajes.	1
Status Sistema Procesador de Audio.	2
Contacto cancha para activación de eventos deportivos.	1
TOTAL	29

Tabla 2.8 Requerimiento de salidas digitales.

SALIDAS	Salidas Digitales
Salidas para control prioritario a relés.	9
Aviso redundante a control eléctrico, hidrosanitario y ascensores.	3
Start, Stop de grabador de mensajes.	2
TOTAL	14

Como equipo de control se utiliza un RTU modular debido a la disponibilidad de seleccionar los módulos de entradas y salidas. Se necesita dos módulos de 16 entradas digitales y uno de 16 salidas digitales. Éste equipo es un dispositivo versátil para comunicaciones y alarmas con los demás sistemas del edificio inteligente. Posee comunicación serial RS 232 y RS 485. Además permite enviar caracteres Ascii para comunicarse con equipos que dispongan de un protocolo propietario.

Tabla 2.9 Características del módulo MS-CPU 32 del RTU.

CARACTERÍSTICAS	
Procesador	32 bits, 266 MHz.
Reloj	Reloj en tiempo real, batería de respaldo de litio.
MEMORIA	
Flash	16 Mbytes.
SDRAM	64 Mbytes.
SRAM	1 Mbytes.
RS 232	
Conector	RJ 45.
Protocolo	ModBus-RTU maestro/esclavo, protocolo de texto.
RS 485	
Conector	Bloque con terminales, 2 cables y tierra.
Protocolo	ModBus-RTU "Maestro" y "Esclavo".
ETHERNET	
Cantidad	2 puertos Ethernet separados.
Conector	RJ 45.
Modelo	100 BASE-TX (4 hilos), velocidad 10/100 Mbits.
Protocolos	ModBus/TCP "Maestro" y "Esclavo", SMTP, FTP, HTTP, NTP, Ping.

2.4.1 DISTRIBUCIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS EN EL RTU.

La ubicación de los módulos del RTU en el Rack de 5 slot es:

- Módulo 0: Fuente. MS-PS230V
- Módulo 1: CPU. MS-CPU32

- Módulo 2: Entradas digitales_1. MS-16DI.
- Módulo 3: Entradas digitales_2. MS-16DI.
- Módulo 4: Salidas digitales. MS-16DO.

Tabla 2.10 Entradas digitales-módulo 2.

Entradas digitales-módulo 2 de RTU	
ENTRADAS	Correspondiente
In 1	Status Zona 1
In 2	Status Zona 2
In 3	Status Zona 3
In 4	Status Zona 4
In 5	Status Zona 5
In 6	Status Zona 6
In 7	Status Zona 7
In 8	Status Zona 8
In 9	Status Zona 9a
In 10	Pulsador de cancelación de mensajes
In 11	Pulsador cancha
In 12	Status de reproducción de grabador de mensajes
In 13	Status UAPg2_1
In 14	Status UAPg2_2
In 15	Status de pulsador de evacuación
In 16	Reserva_1

Tabla 2.11 Entradas digitales-módulo 3.

Entradas digitales-módulo 3 de RTU	
ENTRADAS	Correspondiente
In 1	Status tecla 1-zona 1
In 2	Status tecla 2-zona 2
In 3	Status tecla 3-zona 3a
In 4	Status tecla 4-zona 3b
In 5	Status tecla 5-zona 4
In 6	Status tecla 6-zona 5

In 7	Status tecla 7-zona 6
In 8	Status tecla 8-zona 7
In 9	Status tecla 9-zona 8
In 10	Status tecla 10-zona 9a
In 11	Status tecla 11-zona 9b
In 12	Status tecla 12-zona 10
In 13	Status tecla 13-zona 11
In 14	Push To Talk micrófono de recepción
In 15	Reserva_2
In 16	Reserva_3

Tabla 2.12 Salidas digitales-módulo 4.

Salidas digitales-Módulo 4 de RTU	
Salidas	Correspondiente
Out 1	Control prioritario zona 1
Out 2	Control prioritario zona 2
Out 3	Control prioritario zona 3
Out 4	Control prioritario zona 4
Out 5	Control prioritario zona 5
Out 6	Control prioritario zona 6
Out 7	Control prioritario zona 7
Out 8	Control prioritario zona 8
Out 9	Control prioritario zona 9a
Out 10	Aviso control eléctrico
Out 11	Aviso control hidrosanitario
Out 12	Aviso ascensores
Out 13	Start
Out 14	Stop
Out 15	Reserva_1
Out 16	Reserva_2

2.5 GABINETE DE SONIDO Y AUDIO EVACUACIÓN

El Gabinete metálico utilizado es de marca Beaucoup modelo JPT-843240-N color negro, con tapa frontal de acrílico y tapa posterior de aluminio. Sus dimensiones son: 2,154x0,84x1,004 m (alto x ancho x profundidad).



Figura 2.17 Gabinete metálico de marca Beaucoup.

Se compone de elementos y dispositivos de control y de audio que comparten el mismo Gabinete. La parte superior corresponde a los equipos de control y la parte inferior a equipos de audio. Figura 2.18.

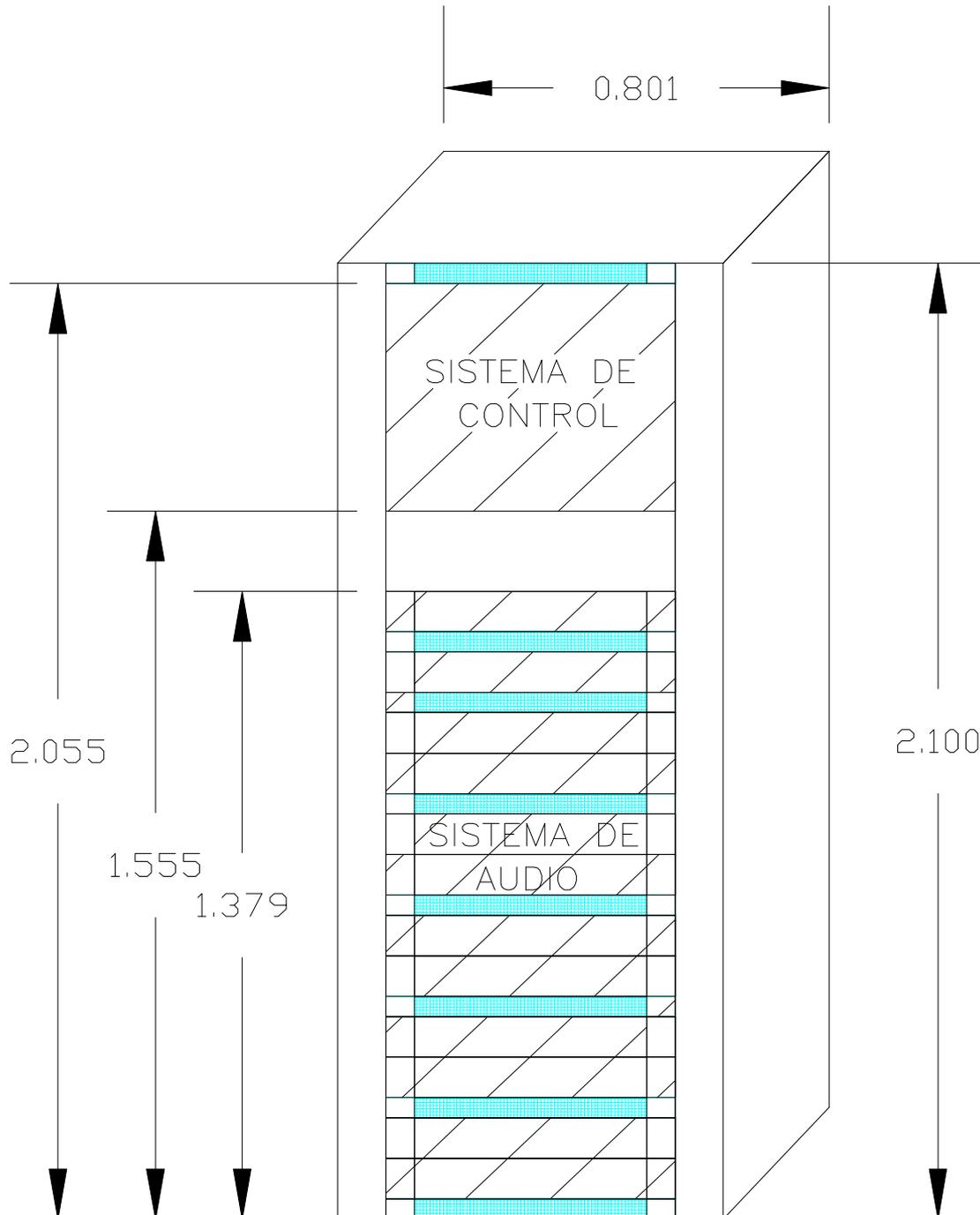


Figura 2.18 Gabinete del Sistema de Sonido y Audio Evacuación.

La alimentación de corriente alterna para el Gabinete proviene de un UPS on-line ubicado en el subsuelo 1 del Edificio de la Corporación GPF. Este UPS evita milisegundos sin energía al producirse un corte eléctrico, pues provee alimentación constante desde su batería y no de forma directa.

2.5.1 TABLERO DE CONTROL.

El tablero de control se forma principalmente de la RTU "Remote Terminal Unit" que es la encargada de monitorear todo el sistema y enviar señales de activación a los controles de volumen y relés ubicados en campo a través de los relés de éste tablero. Posee elementos tales como fusibles y un breaker para protección de los equipos internos.

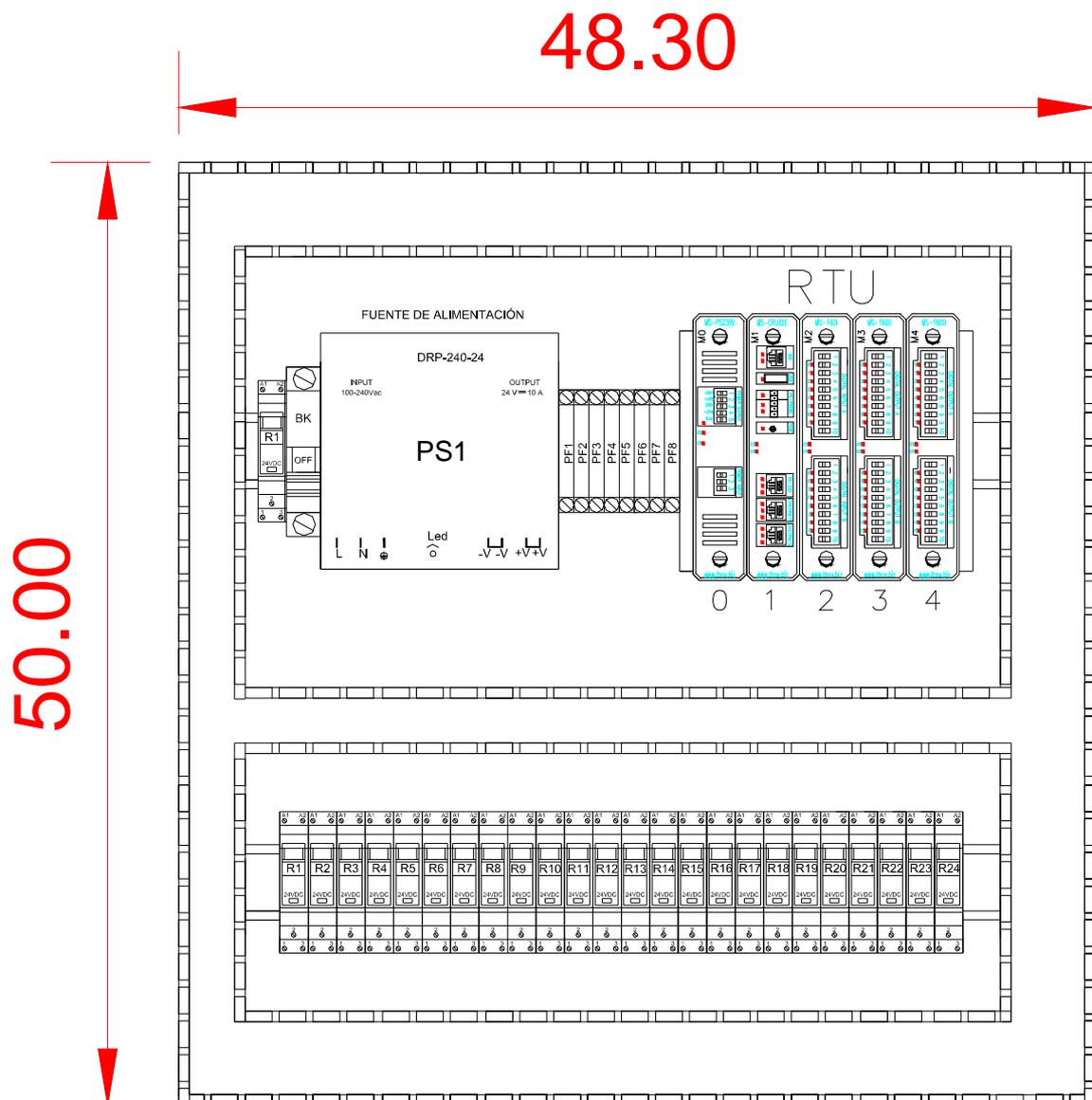


Figura 2.19 Tablero de control parte frontal.

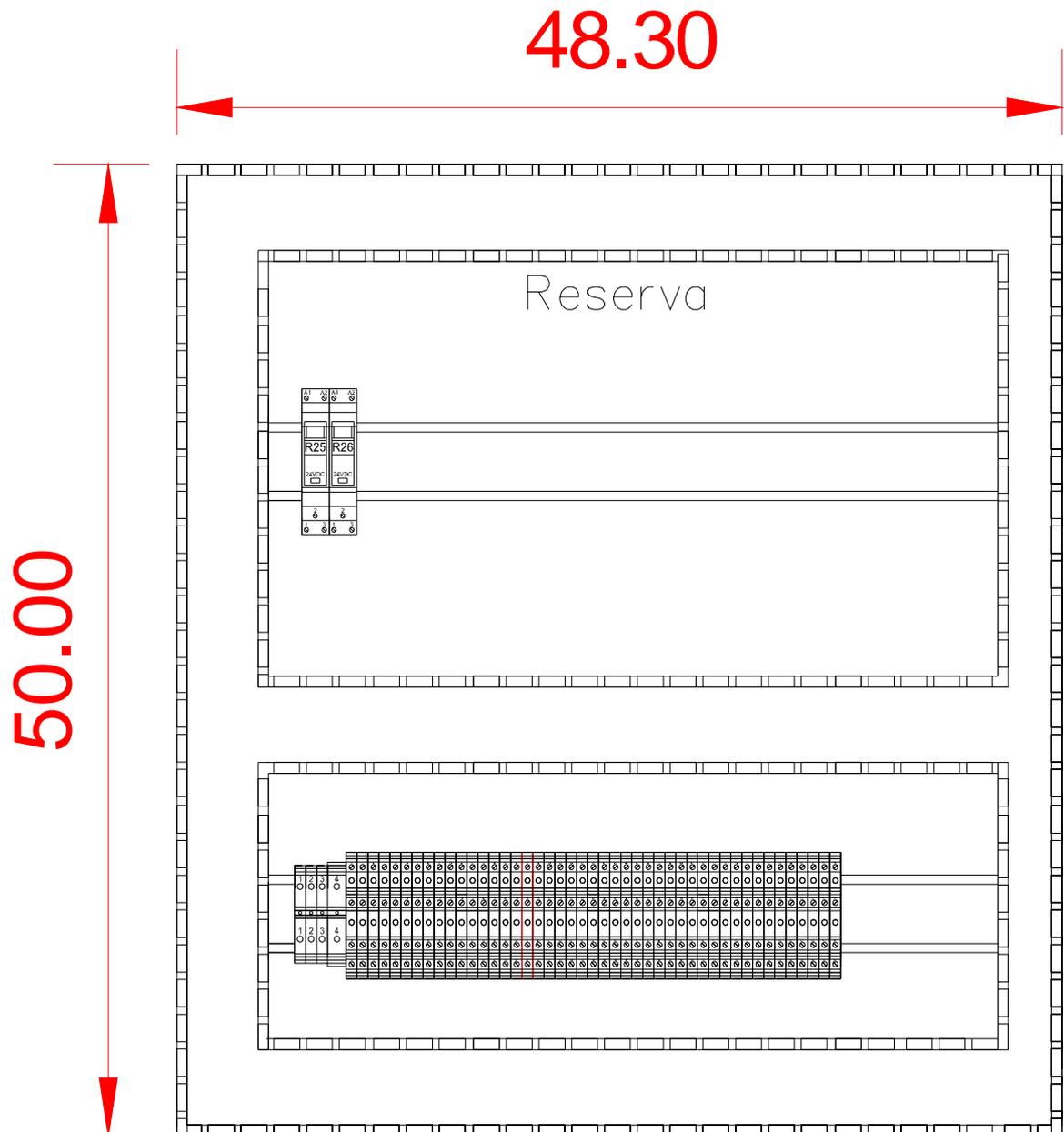


Figura 2.20 Tablero de control parte posterior.

La parte posterior tiene una riel para reserva y borneras de campo.

El anexo C muestra los diagramas esquemáticos de conexión del tablero de control.

2.5.1.1 Descripción del equipo utilizado.

Los dispositivos instalados en el tablero de control se describen a continuación:

- **RE: Relé de control de energía.**

El sistema de Audio Evacuación dispone de una toma regulada que se alimenta del cuarto de UPS del edificio. La función de éste relé es desconectar la alimentación principal de la toma regulada en caso de una falla en el UPS, para que de esta manera se realice una reconexión inmediata al suministro de energía de la empresa eléctrica.

- **BK1: Breaker principal.**

Su función es la protección eléctrica principal del tablero de control de audio evacuación.

Tabla 2.13 Características técnicas del Breaker principal

BREAKER	
	
Modelo:	5SX21-C4
Marca:	Siemens
Polos:	1
Corriente:	4 A.
Voltaje:	220/230 V

- **Fuente: PS1**

Se usa una fuente externa adicional para alimentar a los relés del Gabinete y cerrar el circuito de los relés ubicados en campo.



Figura 2.21 Fuente de alimentación DC.

Tabla 2.14 Características de la fuente de alimentación.

Fuente de alimentación DC.	
Modelo:	DRP-240-24
Marca:	Mean Well
Voltaje de entrada:	85-264 VAC
Voltaje de salida:	24 VDC
Corriente de salida:	10 A.
Potencia:	240 W

- **PF: Fusibles**

Se utiliza fusibles como elementos de protección, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.

Se ha considerado 8 fusibles ubicados en el Gabinete como se muestra en la tabla 2.15.

Tabla 2.15 Fusibles de protección del Tablero de control.

Nombre	Símbolo	Ubicación
Fusible 1	PF1	Protección Línea de UPS
Fusible 2	PF2	Protección Línea de alimentación de la empresa eléctrica
Fusible 3	PF3	Protección del módulo de alimentación del RTU (VAC)
Fusible 4	PF4	Protección de la fuente externa (input) (Voltaje AC)
Fusible 5	PF5	Protección de la fuente externa (output) (Voltaje DC)
Fusible 6	PF6	Alimentación a los módulos y entradas digitales
Fusible 7	PF7	Alimentación a los relés
Fusible 8	PF8	Protección batería externa

- **RTU**

Se utiliza un RTU como elemento central de control. Éste se comunica con el Procesador Universal de Audio (UAP) a través de comunicación serial RS 232 con ayuda de un protocolo de texto que permite enviar caracteres Ascii al equipo de audio y formar las tramas del protocolo propietario que posee el equipo. Figura 2.22.



Figura 2.22 RTU, equipo principal del tablero de control

- **MS-RACK5**

Se utiliza un rack de 5 slots como base de los módulos de la RTU. Sus dimensiones Alto x Largo x Profundidad son: 150 x 156 x 30 mm. Figura 2.23.

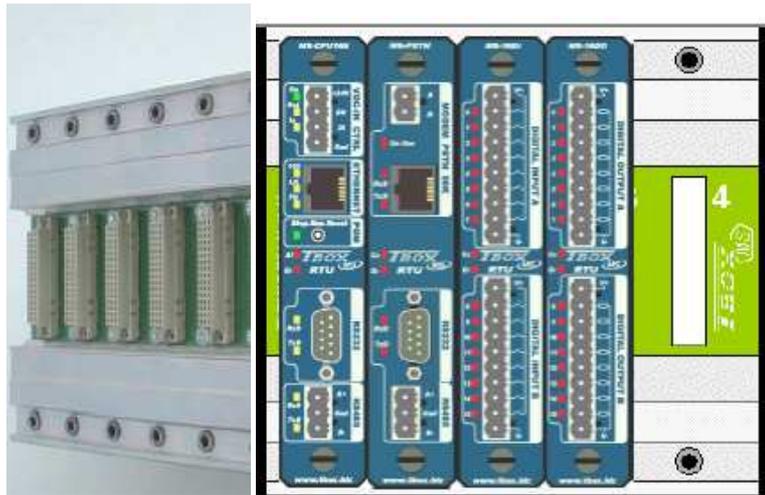


Figura 2.23 Rack de RTU.

- **BATERIA DE RESPALDO**

Se usa una batería de marca Ultracel, 12 V, 7 AH, la misma que se muestra en la figura 2.24.

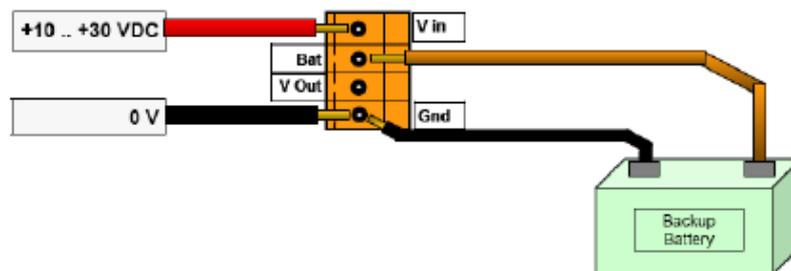


Figura 2.24 Batería de respaldo para RTU.

- **RELES:**

Se dispone de 26 relés, cada uno encargado de enviar voltaje prioritario a una zona en particular y enviar señales digitales a otros equipos. Se utiliza el relé industrial C10, con características específicas para aplicaciones de entrada/salida

de autómatas programables como el RTU. Tiene la capacidad para aplicaciones de 10 A. Posee un botón de prueba, traba de seguridad e indicación mecánica de accionamiento. La tabla 2.16 muestra las características del relé C10.

Tabla 2.16 Características principales del relé C10.

	
Modelo:	C10-A10X
Marca:	RELECO
Polos:	1
Voltaje:	24 VDC
Corriente bobina:	32 mA
Carga de contacto máxima:	10 A/30 VDC
Corriente nominal contacto:	10 A.

2.6 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO EN EL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN.

El equipo utilizado en el Sistema de Audio Evacuación se compone de elementos que forman parte del sistema de control tales como la RTU , relés, panel táctil, PC y los que forman parte del Sistema de Audio como parlantes, controladores de volumen, Procesador Universal de Audio, reproductor de música, grabador de mensajes, micrófonos y amplificadores.

2.6.1 RTU.

La RTU (analizada en el tablero de control), es un equipo modular, debido a que permite escoger los módulos de acuerdo a la necesidad de entradas y salidas, así como también puertos de comunicación. Está compuesto por cinco módulos que son: fuente de alimentación, CPU, dos módulos de entradas y un módulo de salidas. Figura 2.25.

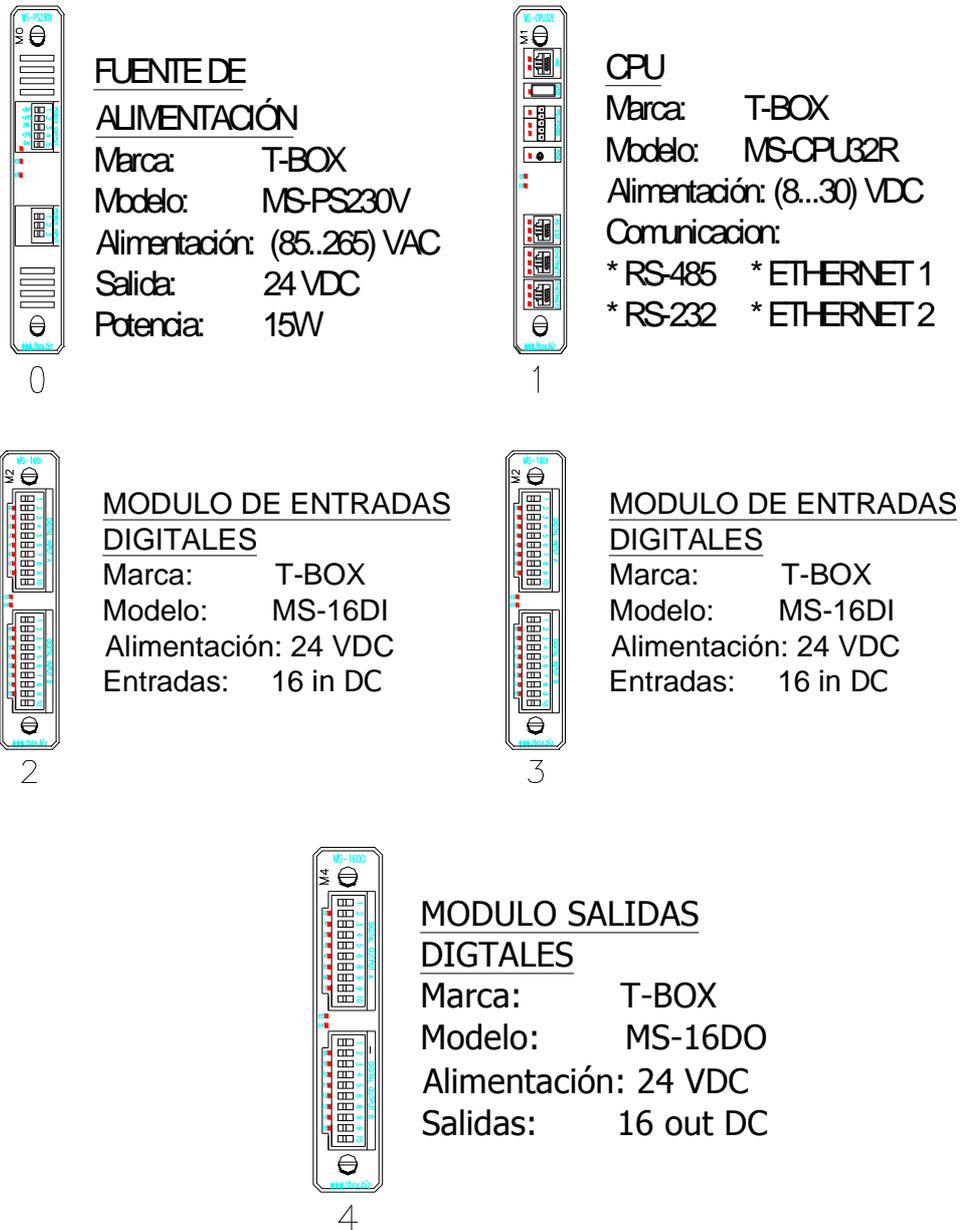


Figura 2.25 Equipo de control del Sistema de Audio Evacuación.

2.6.2 PANEL TÁCTIL.

Se usa un panel táctil que posee buenas características de memoria y procesador. Posee puertos de comunicación serial, paralelo, USB. Además dispone de salida de audio que servirá como fuente de sonido para la música ambiental. Tabla 2.17

Tabla 2.17 Características del panel táctil.

	
Modelo:	POS-5715DFS
Fuente de alimentación:	12VDC,4-pin Connector with Lock (External Adaptor: 100~240 VAC, 50/60HZ)
Potencia:	90 W
CPU:	Intel Atom D525 Dual Core (1.8GHz , 1MB Cache, 667MHz FSB)
Memoria del Sistema:	2 x 204pin DDR3 SODIMM Socket , up to 4GB
Sistema Operativo:	POS Ready 2009, POS Ready 7, XP Pro, Vista, Linux, Windows
Pantalla:	15"
Resolución:	1024 x 768 Pixeles
Puertos:	Serial, paralelo, USB, PS/2 Mouse, PS/2 teclado, lan, VGA, audio jack.
Protección:	IP 54.

2.6.3 PC

Tabla 2.18 Características del computador.

	
Modelo:	HP Compaq 6200 Pro SFF PC
Procesador:	Intel Core i5-2400 3,1 GHz.

Disco:	1 TB SATA 7200 rpm
Memoria:	4 GB
Red:	10/100/1000
Sistema:	Windows 7, 32 bits

2.6.4 PROCESADOR UNIVERSAL DE AUDIO GENERACIÓN 2.

Su función es distribuir las señales de las fuentes de audio que recibe en sus entradas y administrarlas a sus diferentes salidas. Sus características constan en la tabla 2.19.

Tabla 2.19 Características del Procesador Universal de Audio.

	
Modelo:	g2
Fuente de alimentación:	100-240 VAC
Batería:	24 VDC
Conectores:	RJ45, DB9 Hembra
Entradas de Audio:	4 Canales.
Salidas de Audio:	12 canales
Entradas:	TTL ,salidas de relé. Analógicas.
Salidas:	Digitales
Comunicaciones:	RS 232, RS 485, Ethernet
Sistema:	Se pueden enlazar hasta 12 UAPg2 para formar un sistema.

2.6.5 REPRODUCTOR DE MÚSICA.

Tabla 2.20 Características del reproductor de música.

	
Modelo:	CD-C600
Marca:	Yamaha
Alimentación:	110/120/220/230-240V, 50/60 Hz.
Temperatura de operación:	+5 °C to +35 °C (+41 °F to +95 °F)
Potencia:	16 W (en funcionamiento) / 1W (Stand by)
Control Remoto:	RS 232 / terminales in-out
Respuesta de frecuencia:	2 Hz - 20 KHz, ± 0,5 dB
Distorsión armónica + ruido (1 kHz)	0,003 % o inferior
Voltaje de salida (1 kHz, 0 dB)	2,0 ± 0,3 V

2.6.6 GRABADOR DE MENSAJES.

Tabla 2.21 Características del grabador de mensajes.

	
Marca:	Mackenzie.
Modelo:	MMD-USB
Alimentación:	12 VDC-1 A/ 15 VDC-900 m A
	115 V-50/60 Hz
Capacidad de memoria:	1 GB
Controles	Grabar y parar

2.6.7 MICRÓFONO CON PANEL.

Micrófono cuello de ganso, adjunto a sus respectivos teclados de sectorización, que servirán para la emisión de mensajes en tiempo real, con la capacidad de seleccionar por el operador anuncios sectorizados hacia las diferentes zonas de amplificación. Éste micrófono tiene prioridad sobre todas las fuentes de audio.

Tabla 2.22 Características del micrófono PPM (Programmable Paging Microphone)

	
Marca:	ATEIS
Comunicación:	RS 485 con UAPg2
Tecnología:	De bobina móvil o condensador
Impedancia nominal:	150 ohmios

2.6.8 MICRÓFONO CON “PUSH TO TALK”.

Tabla 2.23 Características del micrófono “Push To Talk”.

	
Marca:	Shure
Alimentación:	11 a 52 VCC de potencia fantasma nominal; 2,0 mA
Respuesta a frecuencias:	50 a 17.000 Hz
Impedancia de salida (1000 Hz):	Nominal:150 Ω (real: 180 Ω)
Sensibilidad en circuito abierto a 1 kHz, respecto a 1 V por pascal	-33,5 dBV (21,1 mV)
Intensidad máx. sonido.	123,0 dB

2.6.9 PARLANTES.

- **Parlantes de cielo falso para música ambiental y anuncios.**

Tabla 2.24 Características de los parlantes de cielo falso

	
Modelo:	CCS6T
Marca:	Penton
Taps del transformador a 70.7 V:	60, 30, 15, 7.5 W
Taps del transformador a 100 V:	60, 30, 15 W
Manejo de Potencia:	90 W
Respuesta de frecuencia:	60 Hz-20 KHz +/- 5 dB
Presión de sonido (SPL):	89 dB a 1w

- **Parlantes de pared para anuncios en las gradas.**

Tabla 2.25 Características de los parlantes de pared.

	
Modelo:	PBC6T72K
Marca:	Penton
Taps del transformador a 25 V:	5, 2, 1, 0.5, 0.25 W
Taps del transformador a 70.7 V:	5, 2, 1, 0.5, 0.25 W
Manejo de potencia:	10 W
Respuesta de frecuencia:	110-20,000 Hz ± 6 dB
Presión de sonido (SPL):	94 dB
Máxima pérdida insertada:	1.5dB

- **Cornetas en interiores para anuncios en áreas de trabajos ruidosas.**

Tabla 2.26 Características de las cornetas para interiores.

	
Modelo:	PH 30/T
Marca:	Penton
Potencia nominal:	30 W
Taps del transformador a 70.7 V:	7.5, 7.5, 3.74, 1.875 W
Taps del transformador a 100 V:	30, 15, 7.5, 3.75 W
Respuesta de frecuencia:	330-8000 Hz
Presión de sonido (SPL):	103

- **Cornetas de disparo corto para exteriores, anuncios en parqueaderos.**

Tabla 2.27 Características de parlantes de disparo corto.

	
Modelo:	R.5-66TZ
Marca:	Community
Taps del transformador a 70.7 V:	25, 50, 100, 200 W
Taps del transformador a 100 V:	50, 100, 200 W
Respuesta de frecuencia:	100-16 KHz
Presión de sonido (SPL):	119 dB
Sensibilidad:	96 dB
Máxima dispersión:	90 grados Hx 40 grados V
Ángulos:	3, 6, 14, 18, 20, 25, 29.5, 36, 41.5, 47, 50 grados.

- **Cornetas de disparo largo para exteriores, anuncios en cancha.**

Tabla 2.28 Características de parlantes de disparo largo.

	
Modelo:	RSH-462
Marca:	Community
Potencia máxima:	300 W
Respuesta de frecuencia:	400 Hz-8 KHz; 600 Hz-4 kHz.
Presión de sonido (SPL):	150 dB
Sensibilidad:	118 dB
Máxima dispersión:	60 grados Hx 20 grados V

- **Parlantes a prueba de intemperie para música ambiental en áreas exteriores.**

Tabla 2.29 Características de los parlantes para zonas de intemperie.

	
Modelo:	Viena 16
Marca:	Technomad
Potencia máxima:	120 W
Taps del transformador a 70.7 V:	16, 32, 64, 128 W
Respuesta de frecuencia:	60Hz- 20kHz (+/- 2 dB), 50Hz- 20kHz (+/- 10 dB)
Presión de sonido (SPL):	93 dB

2.6.10 AMPLIFICADORES.

Se utilizan seis amplificadores CDi 1000, dos amplificadores CDi 4000 y un amplificador CDi 2000. Sus características se muestran en la tabla 2.30



Figura 2.26 Amplificado CDi.

Tabla 2.30 Características de los amplificadores CDi.

CDi 1000	
Marca:	Crown
Voltaje de alimentación:	100V, 120V, 220-240V, 50/60 Hz
Corriente:	6.8 A
Potencia a 70.7 V por canal:	500 W
Ganancia de voltaje a 1 KHz:	30.5 dB
Respuesta de frecuencia:	+0/-1 dB from 20 Hz a 20 kHz a 1W, 4 ohms.
Entrada de impedancia (nominal):	20 kohms balanceada- 10 kohms no balanceada.
CDi 2000	
Marca:	Crown
Voltaje de alimentación:	100V, 120V, 220-240V, 50/60 Hz
Corriente:	8.3 A
Potencia a 70.7 V por canal:	800 W
Ganancia de voltaje a 1 KHz:	32.9 dB
Respuesta de frecuencia:	+0/-1 dB from 20 Hz a 20 kHz a 1W, 4 ohms.
Entrada de impedancia (nominal):	20 kohms balanceada- 10 kohms no balanceada
CDi 4000	
Marca:	Crown
Voltaje de alimentación:	100V, 120V, 220-240V, 50/60 Hz
Corriente:	10.5 A
Potencia a 70.7 V por canal:	1000 W
Ganancia de voltaje a 1 KHz:	34.2 dB
Respuesta de frecuencia:	+0/-1 dB from 20 Hz a 20 kHz a 1W, 4 ohms.
Entrada de impedancia	20 KΩ balanceada- 10 KΩ no balanceada

2.6.11 CONTROLADORES DE VOLUMEN.

Se usa controladores de volumen de 10 W y 100 W. Los de 10 W son usados para controlar el volumen en oficinas, en donde sólo exista uno o dos parlantes. Y los de 100 W son para áreas conjuntas, salas de reuniones, etc. Sus características constan en las tablas 2.31 y 2.32 respectivamente.

Tabla 2.31 Características de los controladores de volumen de 10 W.

	
Modelo:	PT-10
Marca:	Atlas Sound
Alimentación:	24 V
Potencia:	10 W
Color:	Plateado
Salida de amplificador	70 V

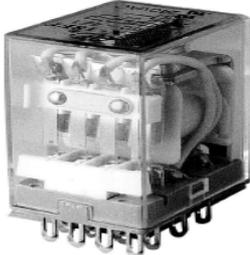
Tabla 2.32 Características de los controladores de volumen de 100 W.

	
Modelo:	PT-100
Marca:	Atlas Sound
Alimentación:	24 V
Potencia:	100 W
Color:	Plateado
Salida de amplificador	70 V

2.6.12 RELÉS.

Los relés son utilizados para ambientes que no se requiera música ambiental como en baños, cuartos eléctricos y gradas. Estos solo se activan cuando se envía un voltaje prioritario a la bobina y hace que los contactos cambien de estado. La tabla 2.33 muestra las características de éste relé y la figura 2.27 su esquema.

Tabla 2.33 Características de los relés para zonas que no requieren música ambiental.

	
Modelo:	JZX-18FF/024
Contactos:	2
Alimentación:	24 V
Corriente en la bobina:	40 mA
Potencia en la bobina:	0.9 W en DC , 1,2 VA en AC
Resistencia del contacto:	50 m ohmios
Corriente max contacto:	7 Amp.
Tiempo de operación:	25 ms

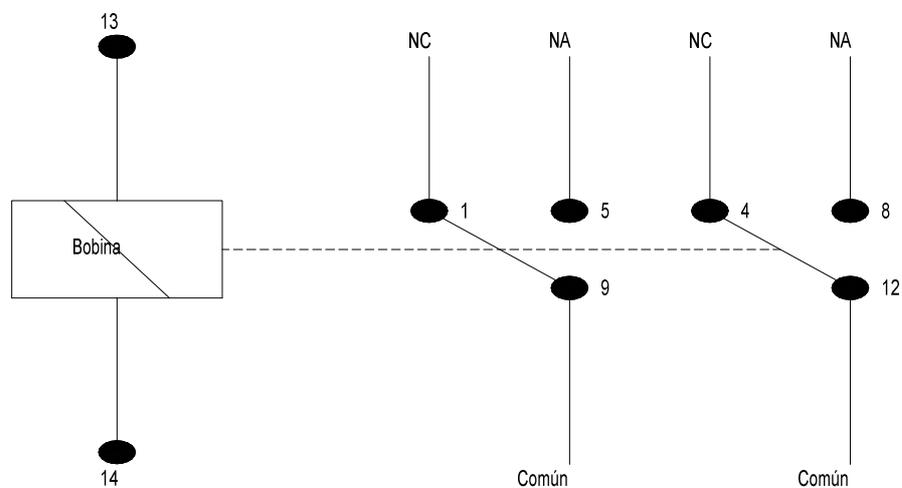


Figura 2.27 Esquema del relé JZX-18FF/024

2.7 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

Después de realizar el diseño y encontrar todos los dispositivos necesarios para armado del tablero de control se procede a la elaboración del mismo. Se utiliza dos láminas de metal de 48cm de ancho por 50 cm de largo para ser instaladas en la parte superior del Gabinete de Sonido y Audio Evacuación, tanto en la parte frontal y posterior del mismo. Se usó estas medidas puesto que el Gabinete tiene un ancho normalizado de 19 pulgadas (equivalentes a 48 cm) y 50 cm de largo para dar espacio a los equipos de audio.

2.7.1 INSTALACIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.

Las figuras 2.28 y 2.29 muestran el tablero de control con su vista frontal y posterior respectivamente.



Figura 2.28 Tablero de control parte frontal.



Figura 2.29 Tablero de control parte posterior.

La figura 2.30 muestra uno de los tablero de borneras de paso.



Figura 2.30 Instalación de los tableros de borneras de paso

2.7.2 INSTALACIÓN DE PARLANTES.

2.7.2.1 Parlantes de cielo falso.

- Quitar la rejilla de metal de la parte frontal del parlante, empujando todas las pinzas de compresión. Figura 2.31.

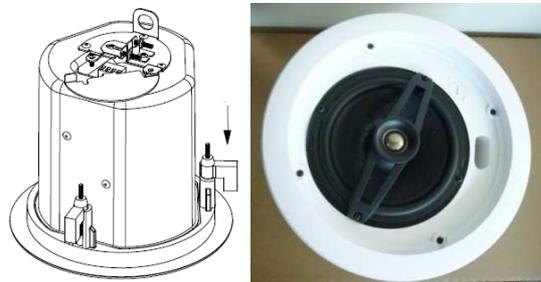


Figura 2.31 Parlantes de cielo falso.

- Seleccionar la potencia de salida del parlante en 7,5 W a 70 V utilizando el selector. Figura 2.32.

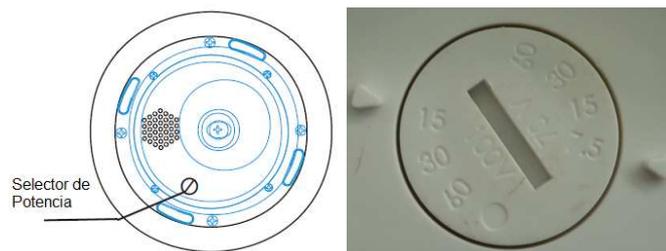


Figura 2.32 Selector de potencia.

- Una vez que la rejilla se ha retirado, conectar a la línea de 70,7 Voltios, con el cable de entrada a través del bloque de terminales. Figura 2.33.

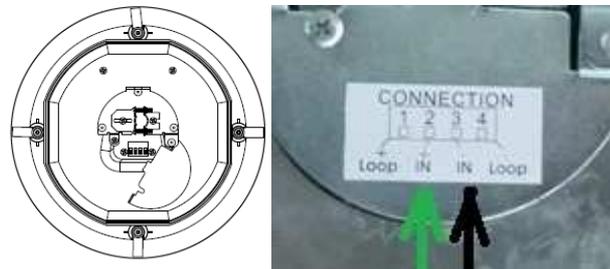


Figura 2.33 Conexión de líneas de entrada al amplificador.

2.7.2.2 Parlantes de pared.

Los parlantes de pared poseen un autotransformador que permite seleccionar la potencia de salida del parlante, se escoge 5 W que corresponde al pin número cuatro. Figura 2.34.



Figura 2.34 Parlantes de pared.

2.7.2.3 Corneta para interiores.

Conectar el cable de entrada al bloque de terminales, el mismo que está conectado al transformador de 70 V. Figura 2.35.

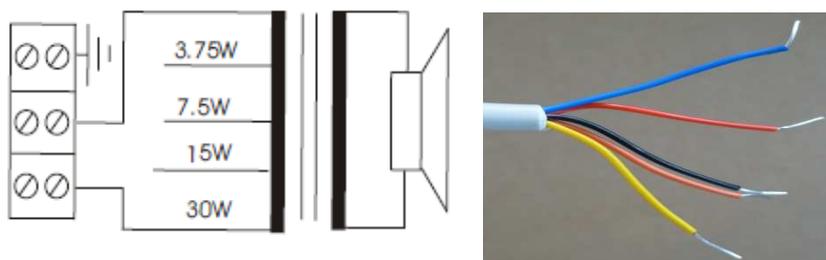


Figura 2.35 Conexión de cornetas para interiores.

Posee cuatro potencias de salida. Las cornetas van a estar ubicadas en lugares ruidosos, por eso se selecciona la potencia de 30 W. El cable rojo y negro son los que se unen a la red de 70,7 V. Figura 2.36.



Figura 2.36 Corneta ubicada en parqueaderos internos.

2.7.2.4 Parlantes para zonas de interperie.

Estos parlantes poseen una perilla para seleccionar la potencia, que se la escoge en 64 W para zonas abiertas. Figura 2.37.



Figura 2.37 Conexión de parlantes para zonas de interperie.

2.7.2.5 Parlantes de disparo corto.

Estos parlantes poseen el selector de potencia, ubicar en 200 W, en la posición número 3. Figura 2.38.



Figura 2.38 Selector de potencia de parlantes de disparo corto.

2.7.3 CONTROLADORES DE VOLUMEN.

Los controladores de volumen son instalados en cada uno de los ambientes para controlar el nivel de intensidad de la música. Figura 2.39.



Figura 2.39 Instalación de control de volumen.

La conexión se realiza acoplando los cables en las borneras que se muestran en la figura 2.40, de la siguiente manera:

- 1: SPK+, Cable verde, señal a parlante.
- 2: SPK-, cable negro, señal a parlante.
- 3: AMP+, cable rojo, señal desde amplificador.
- 4: AMP-, cable negro, señal desde amplificador.
- 5: VDC+, cable azul, señal de voltaje prioritario.
- 6: VDC-, cable blanco G, señal de voltaje prioritario.

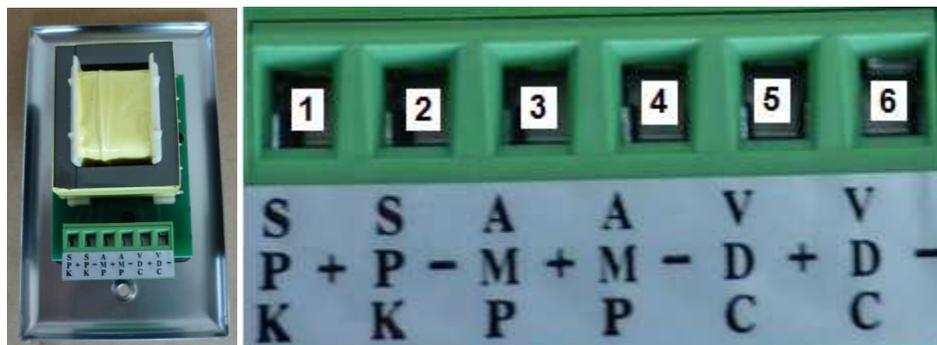


Figura 2.40 Diagrama de borneras de controladores de volumen.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DEL SOFTWARE Y DE LA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN

3.1 CONFIGURACIÓN DE LA RTU “REMOTE TERMINAL UNIT”.

La RTU utiliza como herramienta de configuración el software TWinSoft 10.09.1326 y la versión 1.23.232 de TBox MS32 que es compatible con Windows 2000, XP, Vista, Windows 7.

TWinSoft es un software industrial para el control de sistemas automatizados. Consta de herramientas de programación, un motor de ejecución en tiempo real y herramientas personalizadas para fabricantes e integradores de equipos. Contiene un conjunto de herramientas tales como editor, herramientas de depuración, generador de código, generador de documentación, administrador de bibliotecas, archivador y control en línea. Se reduce el tiempo de desarrollo utilizando directamente bibliotecas de funciones predefinidas (funciones matemáticas, booleanas y conversiones). Posee lenguajes de programación: ladder y basic.

3.1.1 PROGRAMACIÓN DE LA RTU MODULAR.

Para la programación de la RTU se debe seguir los siguientes pasos:

a) Configurar las propiedades del RTU.

Una vez abierto TWinSoft, se crea una nueva aplicación mediante la recopilación de información sobre el hardware y configuraciones básicas.

- Se selecciona MS-CPU32 (tipo de CPU).
- Nombre del RTU, la dirección de la estación (Modbus) que puede tomar valores de 1-254, sub-dirección (0-15).
- Dirección IP del puerto Ethernet.

b) Agregar los módulos usados.

Se configura en el software la dirección de los módulos ubicados en el hardware (Rack de RTU) como se muestra en la tabla 3.1 y la figura 3.1.

Tabla 3.1 Dirección de los módulos de la RTU.

Slot Hardware	Dirección Software	Módulo	Características
0	1	MS-PS230V	Fuente de alimentación 230 VAC
1	0	MS-CPU32	CPU 32
2	2	MS-16DI	Entradas digitales
3	3	MS-16DI	Entradas digitales
4	4	MS-16DO	Salidas digitales

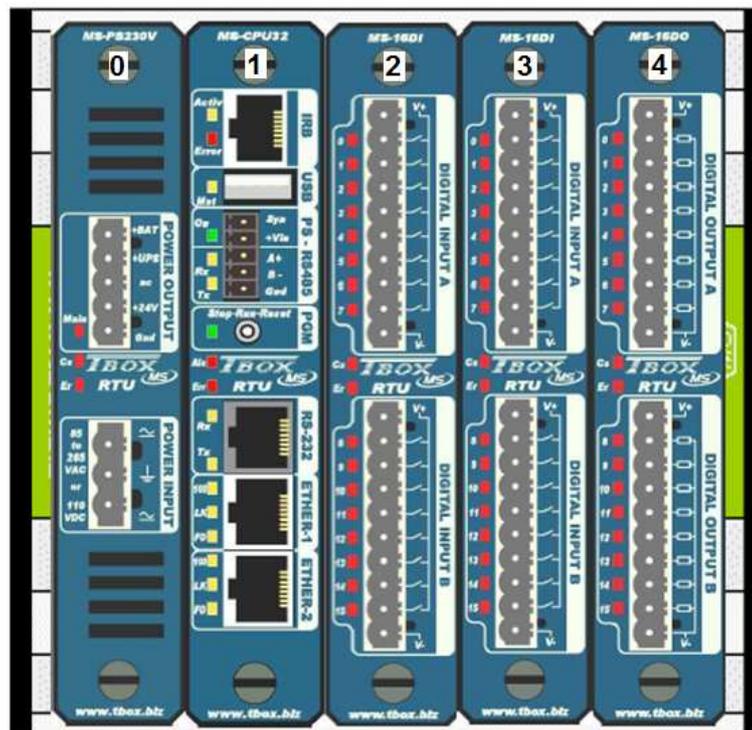


Figura 3.1 RTU modular.

c) Crear Tags.

Todas las variables deben ser declaradas como tags, cada tag tiene una dirección ModBus única, por default TWinSoft propone una dirección ModBus, la misma

que puede cambiar de acuerdo a sus requerimientos. La dirección ModBus es el vínculo con el mundo exterior

Existen diferentes tipos de variables:

- Variables Físicas I/O: Son las señales disponibles en los módulos de entradas y salidas. Se simbolizan en el programa DI “Digital input”, DO “Digital Output”, AI “Analog Input” y AO “Analog Output”.
- Variables del Sistema: Son funciones digitales y análogas predefinidas.
- Variables Internas: Se las conoce también como registros, son ubicaciones direccionables de memoria, son utilizadas como banderas, como valor temporal, para hacer cálculos, etc. Hay dos tipos de variables internas: Digitales (DIV), son registros booleanos con dos posibles valores 0 o 1 y Análogas (AIV) con varios formatos: 8bits (con o sin signo), 16 bits (con o sin signo), 32 bits (con o sin signo), float (IEEE 754) y de texto que son registros de texto asociado a caracteres string.
- Variables de Comunicación: digitales o análogas.

d) Crear el programa usando lenguaje Ladder y /o Basic.

e) Crear alarmas.

f) Compilar.

g) Enviar la aplicación

3.1.2 CONFIGURACIÓN DE LOS PUERTOS DE COMUNICACIÓN.

Se configura el puerto Ethernet y el puerto serial RS 232 para establecer comunicación con el panel táctil, la PC y enviar tramas de datos al Sistema Procesador de Audio respectivamente. Figura 3.2.

Para establecer comunicación con el Sistema Procesador de Audio se requiere instalar un driver adicional a la RTU, un módulo escrito en C que ejecuta tareas específicas cuando los equipos no soportan los protocolos estándar de TBox MS. Su nombre es TEXT_AddOn y es requerimiento actualizar el sistema operativo del CPU32 para poder usarlo. Figura 3.3.

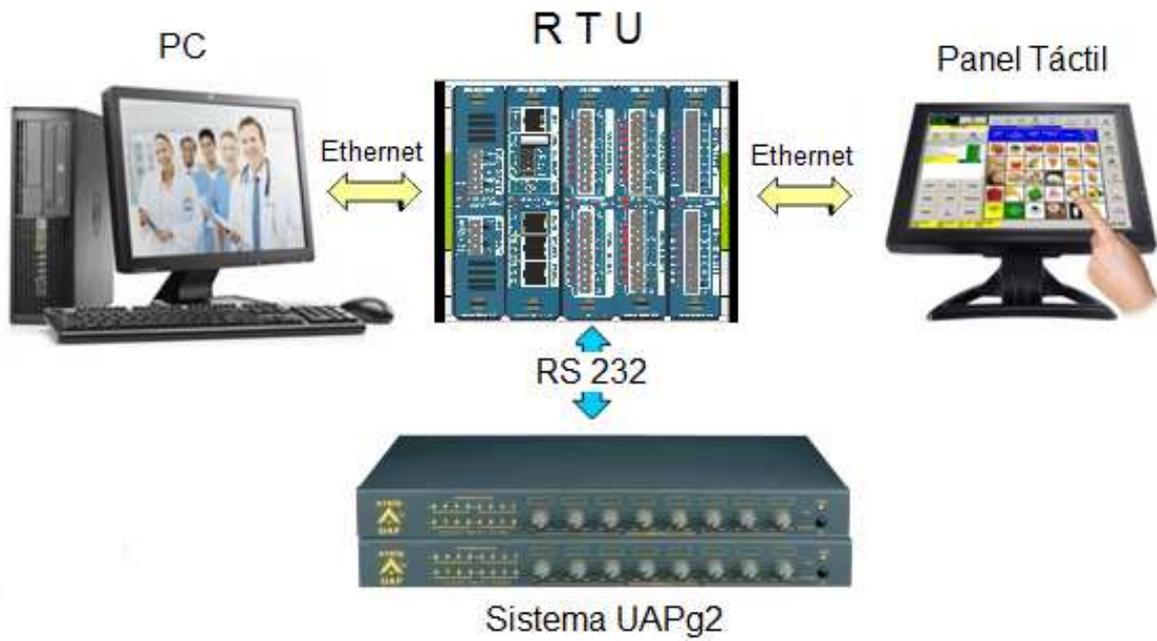


Figura 3.2 Comunicación de la RTU mediante Ethernet y RS 232.

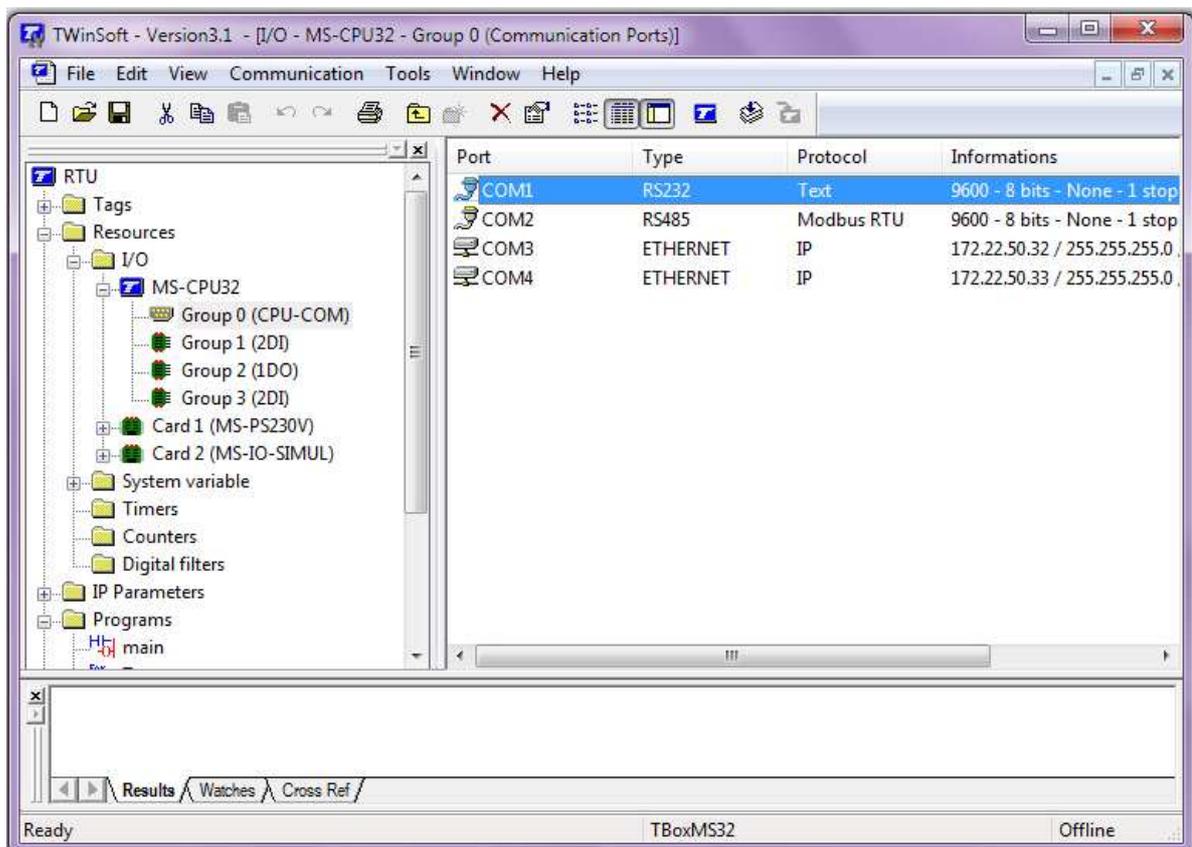


Figura 3.3 Ventana de configuración de los puertos de comunicación.

3.2 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA PROCESADOR DE AUDIO.

El Sistema Procesador de Audio está formado por dos UAPg2 “Universal Audio Processor Generation 2” enlazadas. Figura 3.4.

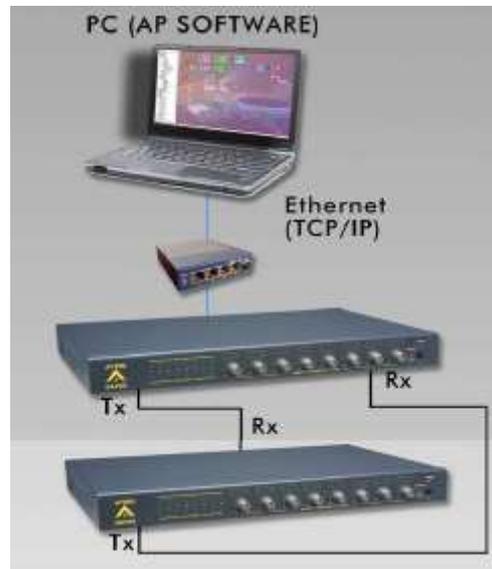


Figura 3.4 Sistema procesador de Audio.

Se instala el software UAP_G2 v1.0.4.78 para interactuar con la máquina y saber qué hacer con las señales de audio y control. Es un software gráfico y fácil de usar, se construye con elementos virtuales llamados componentes como filtros, mezcladores, retrasos, etc

Los pasos para configurar el sistema son:

- Vincular los dos equipos de audio, conectar la salida digilink a la entrada digilink del siguiente UAPg2 con cable RJ 45 y cerrar el bucle mediante la conexión de la última UAPg2 a la primera (llamada maestro).
- Con el primer UAPg2 llamado maestro, seleccionar del menú principal: “Tools/Establish Ethernet link”.
- Si la UAPg2 ya tiene una configuración interior ir al menú principal: “Tools/clear the MCU data”.
- Todos los UAPg2 deben tener la misma versión (MCU y DSP).

- El maestro debe conocer la configuración física, ir al menú principal: “Tools/Configuration machine IP” y verificar que esté con status normal y que se encuentren las dos UAPg2 enlazadas.
- Dibujar el sistema, arrastrando y soltando el ícono de la UAPg2 para el área de diseño. Configurar para cada UAPg2 los módulos de entradas y salidas de audio.
- Para enviar audio de la primera UAPg2 a la segunda se debe utilizar “Digilinks”.
- Cuando el sistema está listo, se enciende el led Ethernet en el maestro y los leds “link” están iluminados.
- Para descargar el programa al sistema UAPg2 desde la computadora, se debe configurar la dirección IP de la PC y del equipo para que se encuentren en la misma Red. Luego desde el menú principal se presiona compilar o CTRL+F4. Si la compilación es exitosa ir a “operation/store” y se envía el programa realizado al sistema UAPg2. Figura 3.5

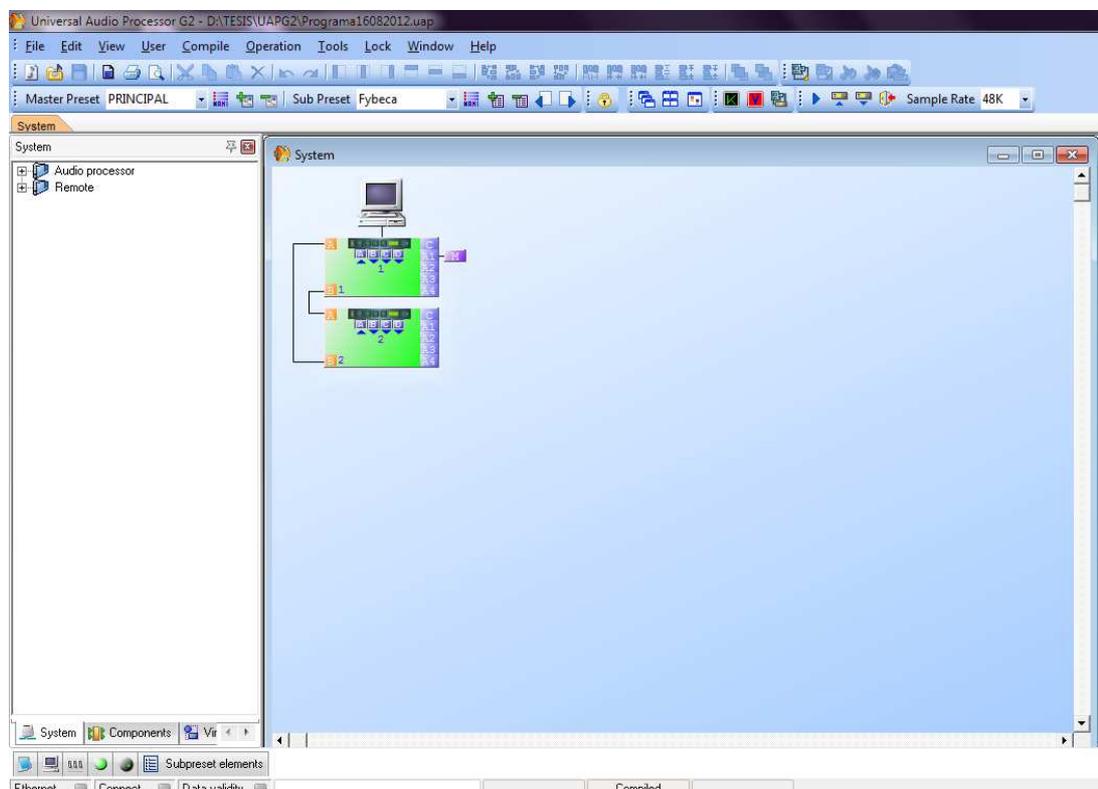


Figura 3.5 Configuración del Sistema Procesador de Audio.

3.2.1 ELEMENTOS BÁSICOS UTILIZADOS.

- a) **Page Control:** Permite direccionar las señales de entrada de audio a una o varias salidas. Existen dos tipos: S/W Page control y LPC.
- **S/W Page control:** Activa y direcciona las señales de entrada de audio a las salidas, solo una entrada puede ser direccionada a la salida, solo el canal con el GATE ON y con la más alta prioridad podrá ser direccionado. Figura 3.6.



Figura 3.6 S/W Page Control 4x16.

- **LPC:** Permite seleccionar en qué área(s) (salidas), el micrófono se escuchará al presionar una tecla. Este componente es utilizado para el micrófono con panel, PPM “Programmable Paging Microphone”. Figura 3.7.

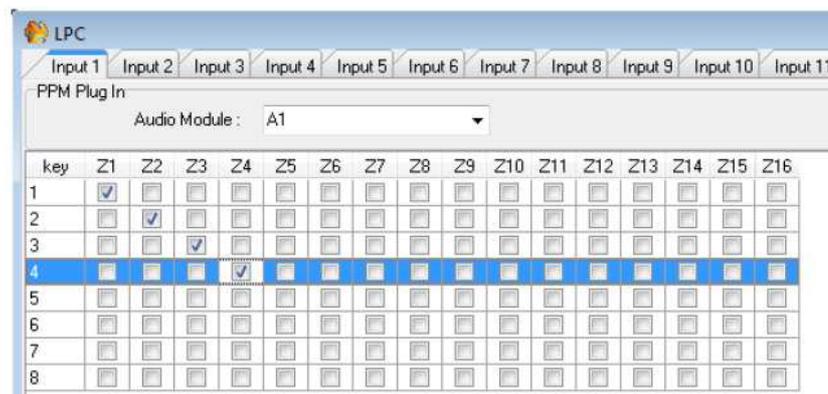


Figura 3.7 Selección de zonas en LPC.

- b) **Ducker:** Es una especie de “interruptor sofisticado” que permite atenuar o apagar automáticamente la señal que llega en la entrada A, cuando un nivel seleccionado en (dB) es percibido en la entrada S. Figura 3.8.



Figura 3.8 Ducker.

- c) Canales de entrada y salida:** Estos canales son configurados para su correcto funcionamiento, se accede haciendo doble click en el bloque respectivo. Figura 3.9.



Figura 3.9 Configuración de las entradas y salidas de audio

- d) DigiLink input y Digilink output:** Estos elementos crean un canal de audio virtual para enviar audio a través de un protocolo de enlace. Permite tener 16 canales de audio a 48 KHz de cada UAPg2 a la siguiente UAPg2 enlazada y 5 canales de audio a 96 KHz.



Figura 3.10 DigiLink output y DigiLink input.

3.2.2 CONFIGURACIÓN DE LA COMUNICACIÓN.

Para configurar la comunicación a través de Ethernet con el Sistema Procesador de Audio se debe ir al menú principal: seleccionar “Tools/options” y verificar que la tarjeta de red y la dirección IP de la PC sean correctas y se encuentren en la misma red del sistema. El puerto UDP siempre es 19760. Figura 3.11.

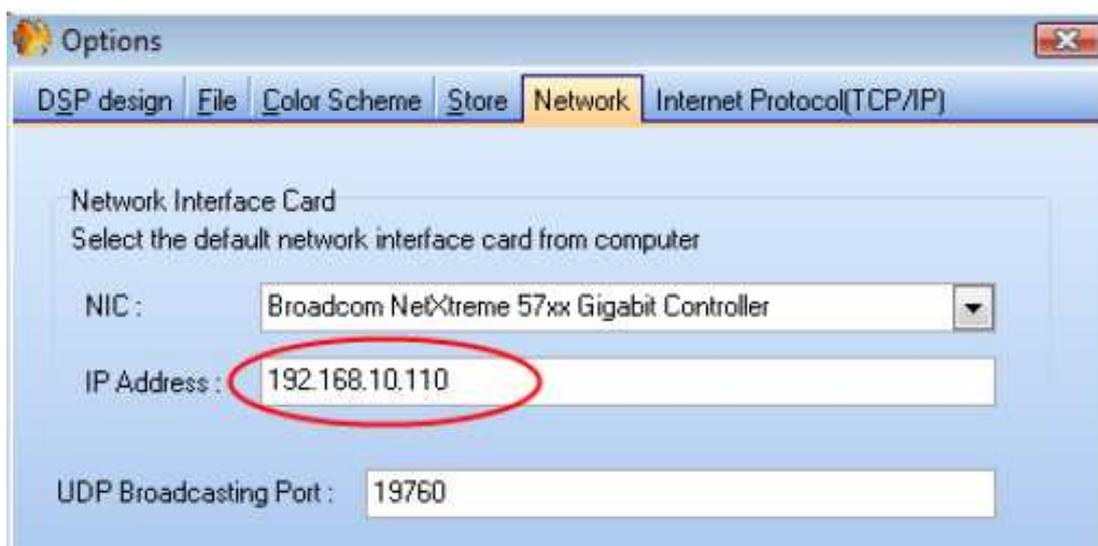


Figura 3.11 Configuración Ethernet de la PC.

En la ventana de la figura 3.12 se encuentran las opciones para cambiar los parámetros por predefinición del protocolo TCP/IP. La dirección IP que se muestra es la correspondiente al UAPg2 maestro.

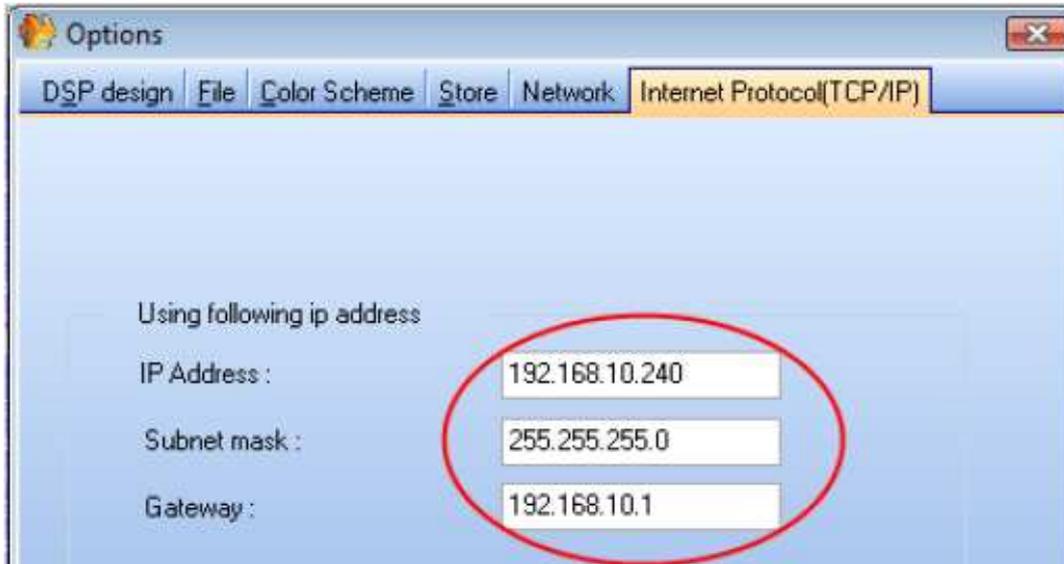


Figura 3.12 Ventana de configuración de la dirección IP del sistema UAPg2.

Para ver los parámetros RS 232, ingresar a "Tools/Machine configuration", al hacer click en "Ready" se cargan los valores del sistema. Si se quiere modificar "Baudrate", "Parity", "Stop bit", hacer click en "SET". Figura 3.13.

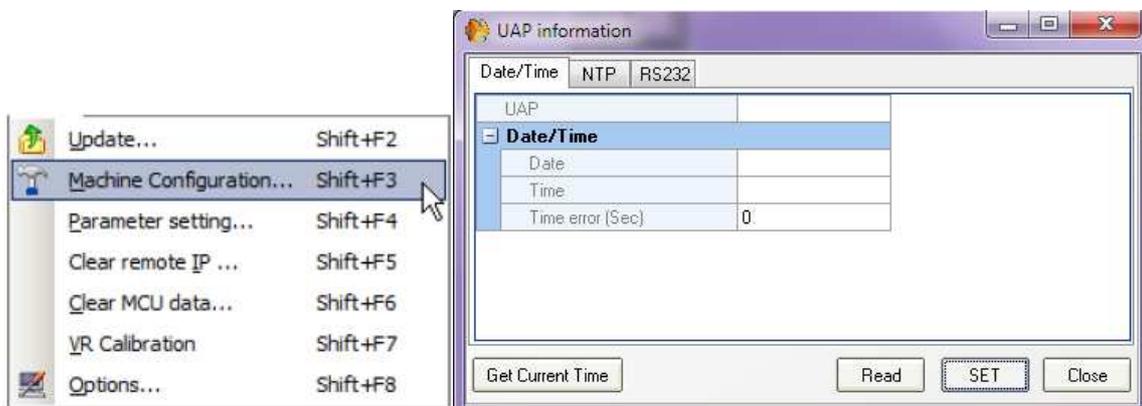


Figura 3.13 Configuración RS 232.

3.3.3 CONTROL DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.

Al hacer doble click sobre un componente se abre una ventana con todos los elementos que lo involucran, se puede acceder al control de los elementos haciendo click derecho y seleccionando el tipo de control. Figura 3.14.

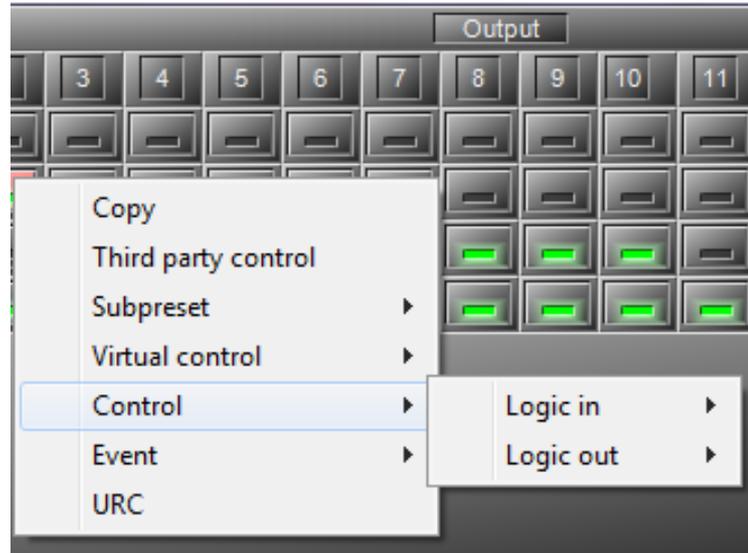


Figura 3.14 Control de los elementos.

a) Third Party Control.

Permite enviar tramas de datos a través de comunicación RS 232 y protocolo propietario de éste equipo. Los elementos seleccionados para ser controlados con "Third Party Control" se almacenan en una ventana que se accede seleccionando "View/ 3rd party control". Para saber la trama a ser enviada a la RTU y controlar los elementos del Sistema Procesador de Audio, simplemente hacer click en los tres puntos (. . .) en el campo del comando. Figura 3.15.

3rd party control								
<input type="checkbox"/> Not Check sum <input type="checkbox"/> Not Command answer								
Element Information							Command control	
Machine	Component	ID	Element	Input	Output	Band	Command ID	Command
1	Page control 4x1	1	out	2	11	N/A	C003	...
1	Page control 4x1	1	out	2	12	N/A	C004	...
1	Ducker	9	Active	1	N/A	N/A	C001	...
1	Ducker	10	Active	1	N/A	N/A	C002	...

Figura 3.15 Ventana "Third Party Control".

La trama de datos correspondiente se muestra en la figura 3.16.

Command Type	STX	Command	EXT	CS	CR	Packet
<No data to display>						
Read	0x02	RC003	0x03	296	0x0D	02 52 43 30 30 33 03 28 0D
Write	0x02	\WC0031	0x03	350	0x0D	02 57 43 30 30 33 31 03 5E 0D

Figura 3.16 Ventana de trama.

b) Logic in.

Las entradas lógicas son contactos TTL, si el contacto está abierto representa que el elemento está activado caso contrario se encuentra desactivado, si se desea cambiar la lógica, es necesario crear un evento.

c) Logic out.

Las salidas lógicas son salidas de relé o contactos secos con el común conectado a tierra. El contacto se cierra cuando la salida lógica es activada en el programa.

d) Eventos.

Este software permite crear eventos que pueden ser activados a través de entradas lógicas, salidas lógicas, "Third Party Control" o cronogramas. Existen cinco tipos de eventos los cuales son: cambiar master preset, cambiar subpreset, ajustar elementos del sistema, pilotear salidas y parar eventos.

3.4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CONTROL.

La programación principal en la RTU "Remote Terminal Unit" se hace en lenguaje ladder y los subprogramas en basic y ladder de acuerdo a la aplicación.

La RTU recibe señales digitales de:

- **Central de Incendios:** Grupo de señales que informan si alguna zona se encuentra en peligro, con éstas señales se silencia la música ambiental y se envía un mensaje de evacuación a todas las instalaciones, el mensaje

es escuchado por todas las personas, incluso las que mantienen el controlador de volumen en cero.

- **Pulsador de evacuación:** Físicamente ubicado en la consola del cuarto de seguridad, destinado a la evacuación total de las instalaciones.
- **Pulsador de cancelación:** Físicamente ubicado en la consola del cuarto de seguridad, destinado a la cancelación de los mensajes de voz que se estén reproduciendo continuamente en caso de una falsa alarma o fin de una emergencia.
- **Sistema Procesador de Audio:** El Sistema Procesador de Audio se comunica a través de comunicación serial RS 485 con el micrófono con panel ubicado en el cuarto de seguridad. Si una o varias teclas se presionan adjunto al botón “Push To Talk” el Sistema Procesador de Audio envía una señal digital por zona activada a la RTU, permitiendo el envío del mensaje y silenciando la música ambiental.
- **Grabador de mensajes:** Informa si el grabador está reproduciendo un mensaje de voz.
- **UAPg2_1 y UAPg2_2:** Informa si los equipos se encuentran energizados.
- **Pulsador Cancha:** Envía una señal de cambio de estado cuando éste es presionado, se encuentra físicamente en la cancha y activa el audio local para el uso de eventos deportivos.

La RTU envía señales digitales a:

- **Controles prioritarios por zonas:** Son señales digitales que se activan cuando un anuncio es enviado desde el micrófono de seguridad, micrófono de recepción o grabador de mensajes. Permiten el paso de audio directo desde los amplificadores a los parlantes sin pasar por el atenuador de volumen.
- **Control Eléctrico:** A través de una señal de relé o contacto seco se envía una señal digital al Sistema de control Eléctrico, indicando que se ha producido un incendio. A su vez se comunica con la RTU del mismo sistema mediante Ethernet con protocolo Modbus TCP/IP, con el fin de informar la zona exacta donde ocurre la emergencia y éste a su vez pueda enviar mensajes de texto y mails a los ejecutivos.

- **Control hidrosanitario:** Informa al sistema de control hidrosanitario que ha ocurrido un incendio y éste pueda tomar acción al respecto.
- **Ascensores:** Señal que envía a los ascensores como sistema redundante a la central de incendios. Los ascensores se dirigen a planta baja para luego ser desactivados de su funcionamiento.
- **Start del grabador de mensajes:** Permite activar el mensaje pregrabado.
- **Stop de grabador de mensajes:** Permite parar el mensaje pregrabado.

Comunicación:

- La RTU controla y monitorea al Sistema Procesador de Audio mediante entradas digitales y comunicación serial RS 232. Se diseñan subprogramas en lenguaje basic para formar y enviar la trama a través de un protocolo de texto que permite enviar caracteres Ascii debido a que el Equipo de Audio dispone de protocolo propietario.
- La PC y el panel táctil usados como HMI tanto en la consola de seguridad como en la recepción deben estar dentro de la red de la Corporación GPF.

3.4.1 DISEÑO DE LA TRAMA.

Debido a que el equipo de audio posee un protocolo propietario, es necesario formar las tramas respectivas para el envío. Los datos de cada trama son almacenados en registros internos de la RTU y éstos son llamados solo cuando se requiere dicha información.

La trama consta de los siguientes elementos:

- STX (Start of Text): Siempre de valor 0x02.
- Comando String: Guarda el dato, está formado por números y letras.
- ETX (End of Text): Siempre de valor 0x03
- CS (Check-Sum): Suma de los caracteres del comando string.
- CR (Carriage Return): Siempre de valor 0x0D

Por cada comando la respuesta puede ser:

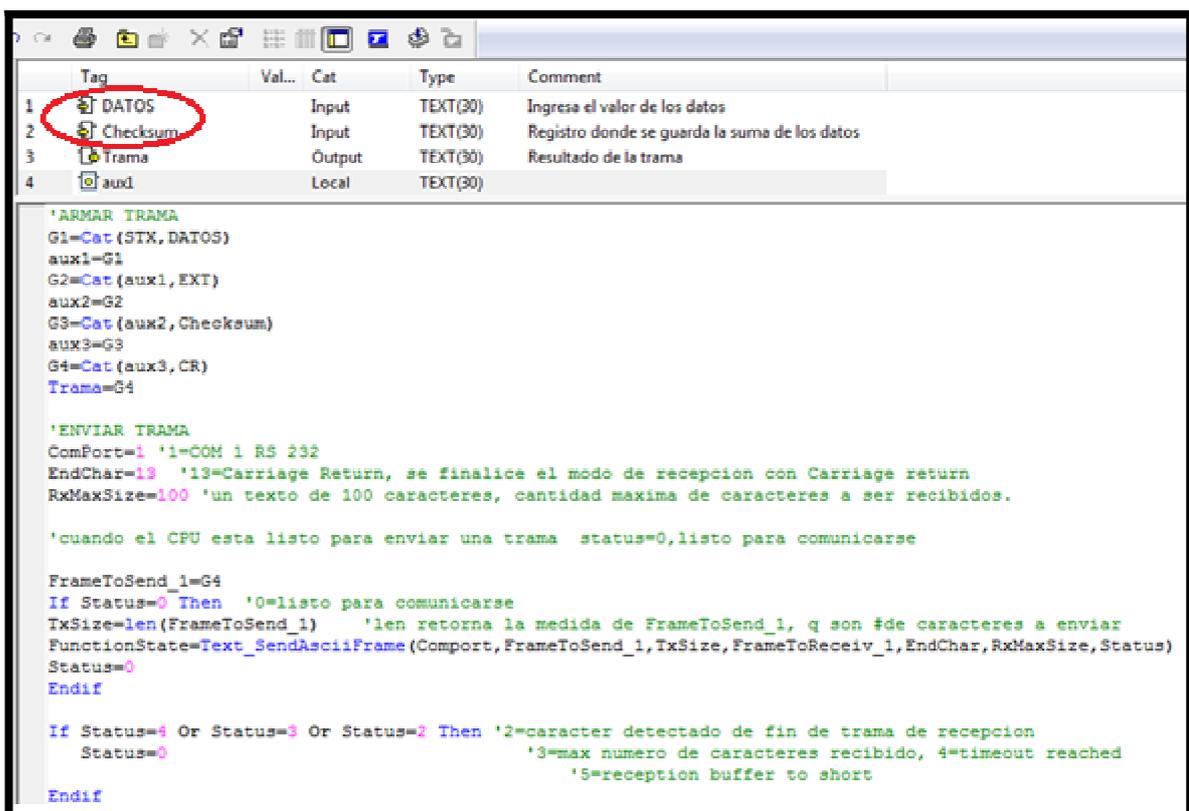
- Ejecutado (ACK : 0x06).

- No ejecutado (NACK : 0x10 - DLE : 0x10).
- Ninguno.

Encabezado	Datos		Check-sum	
STX	Comando String	ETX	CS	CR

Figura 3.17 Trama de datos.

Para generar la trama se crea un subprograma en lenguaje basic como bloque de función, las constantes son STX, ETX y CR debido a que sus valores no cambian en la formación de la trama, manteniendo valores constantes de 0x02, 0x03 y 0x0D respectivamente, la función cambia de acuerdo a los DATOS Y Checksum. En la figura 3.18 se visualiza lo descrito.



Tag	Val...	Cat	Type	Comment
1	DATOS	Input	TEXT(30)	Ingresar el valor de los datos
2	Checksum	Input	TEXT(30)	Registro donde se guarda la suma de los datos
3	Trama	Output	TEXT(30)	Resultado de la trama
4	aux1	Local	TEXT(30)	

```

'ARMAR TRAMA
G1=Cat (STX, DATOS)
aux1=G1
G2=Cat (aux1, ETX)
aux2=G2
G3=Cat (aux2, Checksum)
aux3=G3
G4=Cat (aux3, CR)
Trama=G4

'ENVIAR TRAMA
ComPort=1 '1=COM 1 RS 232
EndChar=13 '13=Carriage Return, se finalice el modo de recepcion con Carriage return
RxMaxSize=100 'un texto de 100 caracteres, cantidad maxima de caracteres a ser recibidos.

'cuando el CPU esta listo para enviar una trama status=0, listo para comunicarse

FrameToSend_1=G4
If Status=0 Then '0=listo para comunicarse
TxSize=len(FrameToSend_1) 'len retorna la medida de FrameToSend_1, q son #de caracteres a enviar
FunctionState=Text_SendAsciiFrame (ComPort, FrameToSend_1, TxSize, FrameToReceiv_1, EndChar, RxMaxSize, Status)
Status=0
Endif

If Status=4 Or Status=3 Or Status=2 Then '2=caracter detectado de fin de trama de recepcion
Status=0 '3=max numero de caracteres recibido, 4=timeout reached
'5=reception buffer to short
Endif

```

Figura 3.18 Programa en basic para armar y enviar la trama a través de RS 232.

El subprograma trama es llamado en el programa principal (lenguaje ladder).
Figura 3.19

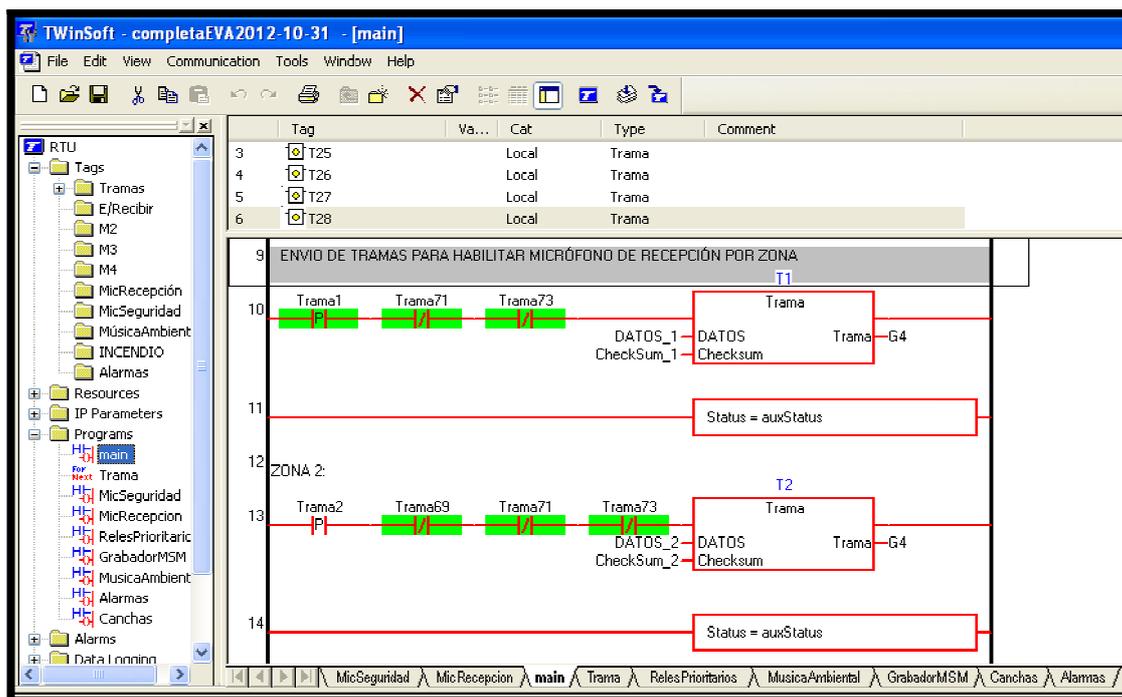


Figura 3.19 Ventana del Programa Principal (Main).

3.4.2 MANEJO DE PRIORIDADES.

El Sistema Procesador de Audio permite manejar a las entradas de audio asignando un nivel de prioridad. Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Entradas de audio.

	Entradas	Prioridad
Entrada 1	Micrófono de seguridad	1
Entrada 2	Micrófono de recepción	2
Entrada 3	Grabador de mensajes	3
Entrada 4	Reproductor de música	4
Entrada 5	Audio desde Recepción	5
Entrada 6	Audio desde Consola	6
Entrada 7	Audio eventos cancha	8
Entrada 8	Audio Reserva	7

El programa inicia con la habilitación de música ambiental para todas las zonas desde el reproductor de música como predeterminado, si se detecta que otra entrada con mayor prioridad es activada, automáticamente anula la entrada anterior y deja el paso a la que posea mayor prioridad.

El micrófono de seguridad tiene prioridad ante cualquier entrada de audio. La programación de prioridades se realiza en el Sistema Procesador de Audio y el envío de tramas que habilitan las señales de audio en la RTU.

		Salidas			
		Salida 1	Salida 2	Salida 3	Salida 4
Entradas		Zona 1 a y 1	Zona 1c	Zona 1d	Zona 2
Entrada 1	Micrófono de seguridad	1			2
Entrada 2	Micrófono de recepción	Trama 1			Trama 2
Entrada 3	Grabador de mensajes	Trama 14			Trama 15
Entrada 4	Reproductor de música	Trama 24			Trama 25
Entrada 5	Audio recepción	Trama 35			Trama 36
Entrada 6	Audio consola	Trama 46			Trama 47
Entrada 7	Audio eventos cancha	no			no
Entrada 8	Reserva	Trama 56			Trama 57

Figura 3.20 Habilitación de las salidas por medio de tramas y salidas TTL.

La Figura 3.20 muestra que para habilitar la salida 1, 2 y 3 por el uso del micrófono de recepción es necesario enviar la trama 1, para habilitar la salida 4 la trama 2 y así sucesivamente, en tanto el micrófono de seguridad informa mediante contactos TTL (salida digital 1) que se ha activado la salida 1, 2, 3, (salida digital 2) la salida 4, etc.

3.4.3 LÓGICA DE CONTROL PARA AUDIO EVACUACIÓN.

La Central de Incendios monitorea los sensores y las estaciones manuales, envía una señal digital al Sistema de Audio Evacuación en el momento en que una estación manual o dos sensores de la misma planta se activan, siendo indicativo de una evacuación total. En tanto, la RTU recibe éstas señales e informa que planta que se encuentra en peligro al sistema de control eléctrico, para que éste a su vez envíe mensajes de texto y mails a los ejecutivos informando dicha emergencia, adjunto habilita el grabador de mensajes y envía un mensaje de evacuación a todas las instalaciones.

Mensaje de evacuación: “¡Atención por favor!, ¡Atención por favor!, una emergencia ha sido reportada. Abandone el edificio inmediatamente por la salida más cercana. No use ascensor”

El mensaje de evacuación es seguido por un silencio de 5 segundos. La secuencia es repetida continuamente hasta que se silencie manualmente. El periodo de silencio puede ser más largo dependiendo de las circunstancias, pero éste no debe exceder los 30 segundos. La figura 3.21 indica el diagrama de flujo para Audio Evacuación.

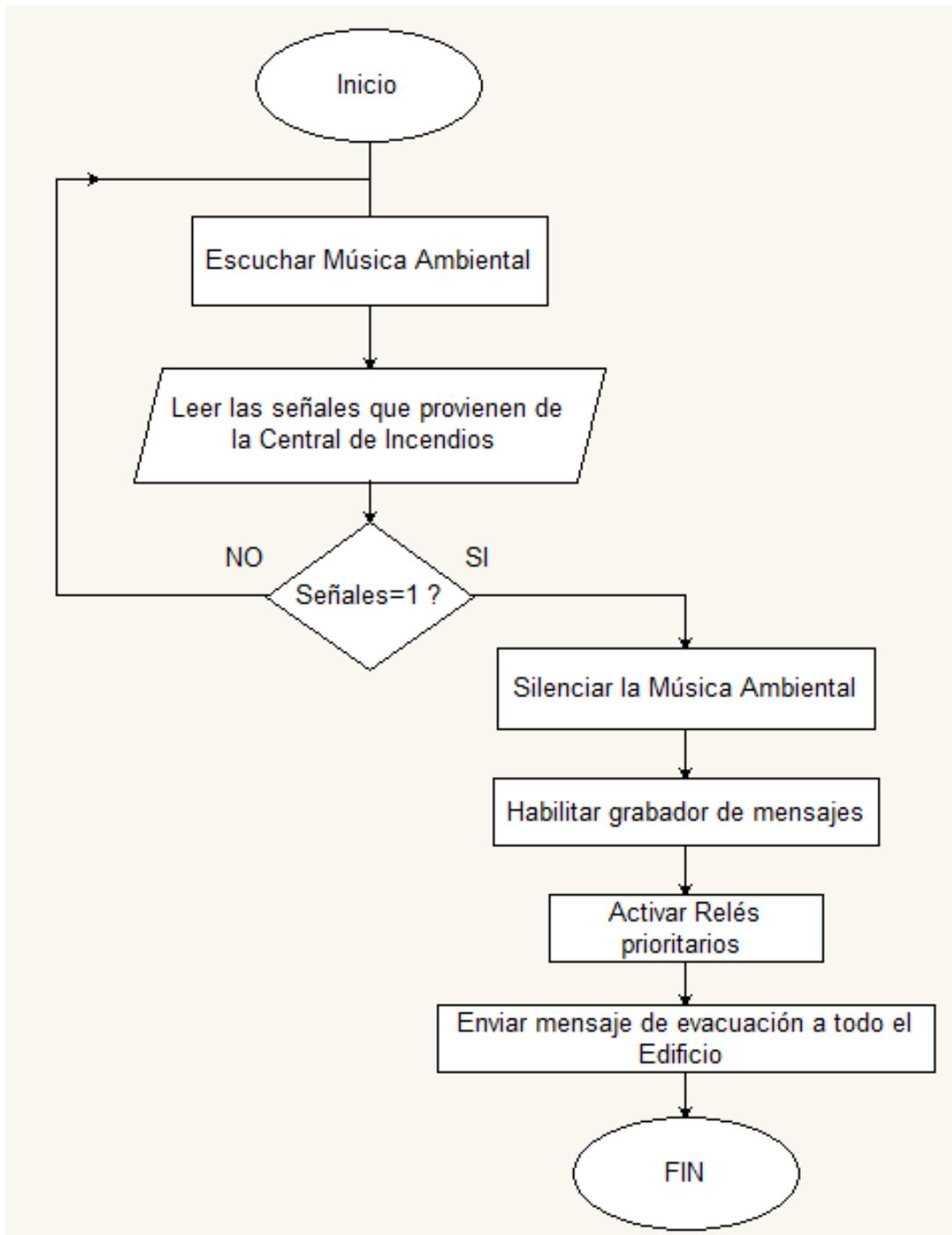


Figura 3.21 Diagrama de flujo general para Audio Evacuación.

3.4.4 PROGRAMA PRINCIPAL.

Al iniciar el programa se realizan las configuraciones de los módulos, se establece las entradas, salidas, las variables internas a usar y se habilita puertos de comunicación.

En el programa principal hay una espera de 5 segundos para activar el llamado a los subprogramas que son: alarmas, micrófono de seguridad, micrófono de recepción, grabador de mensajes, relés prioritarios, música ambiental, canchas y trama. En la figura 3.22 se muestra la ventana de programación principal.

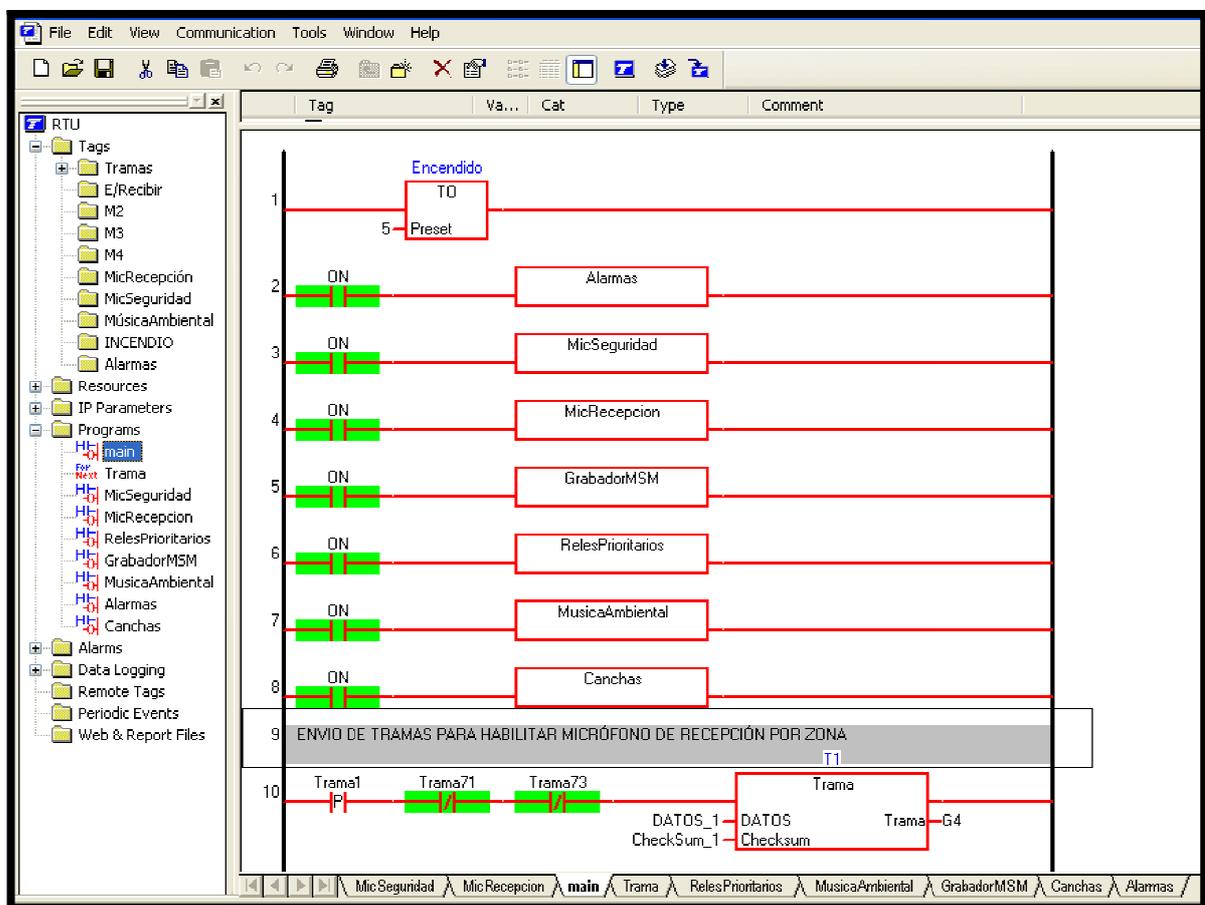


Figura 3.22 Ventana del Programa Principal (main).

En la figura 3.23 se indica el diagrama de flujo del programa principal.

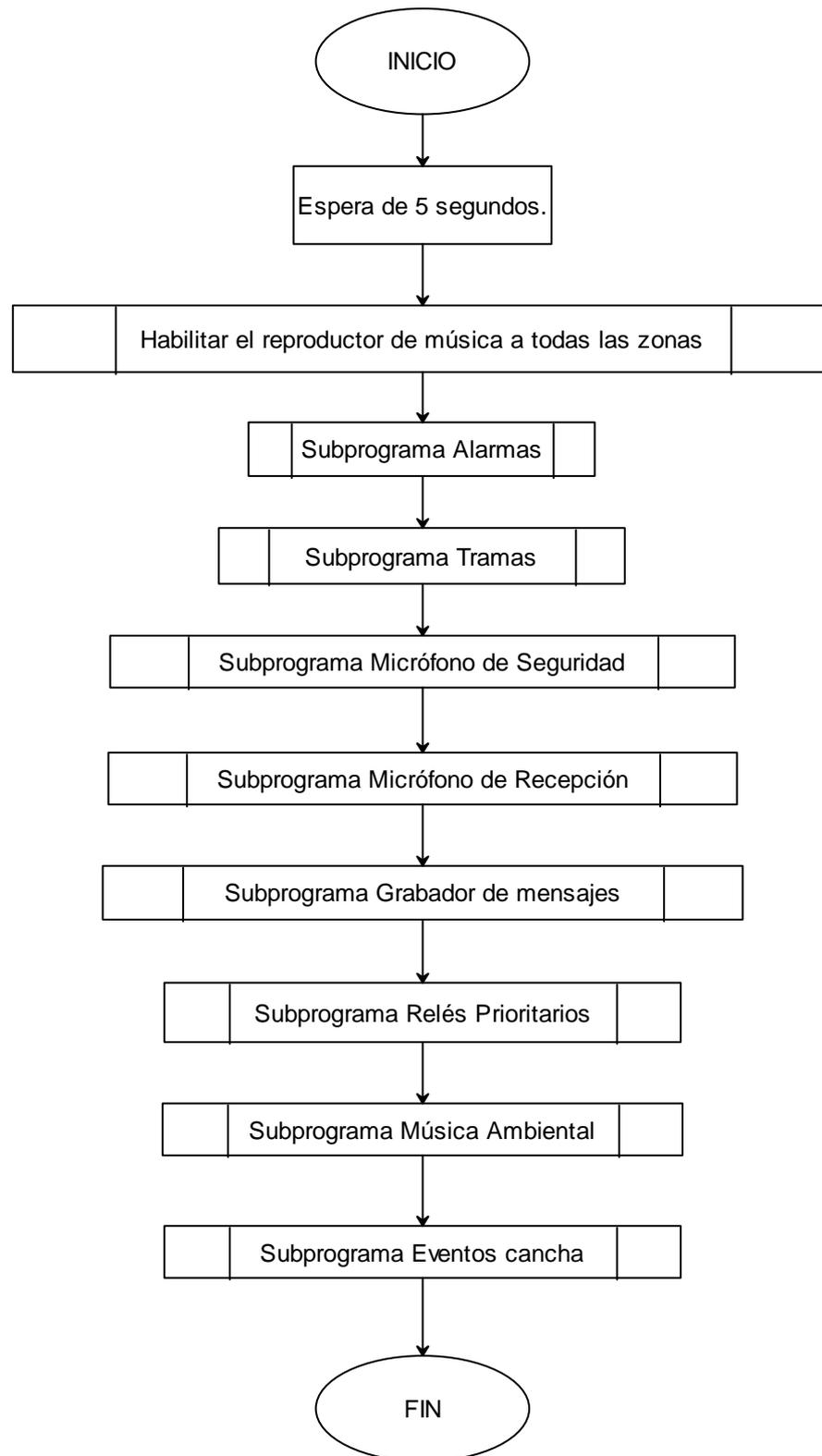


Figura 3.23 Diagrama de flujo del programa principal.

A continuación se explica cada subprograma del programa principal, las variables de entrada y salida correspondientes a cada subsistema.

- **Subprograma alarmas.**

El subprograma alarmas utiliza temporizadores internos para comparar los tiempos de comunicación y reportar si hay fallas de comunicación en el Sistema Procesador de Audio o en el sistema de control. Figura 3.24.

Variables de entrada: Variables de fallo de comunicación.

Variables de salida: Audio Comunicado, NoComunicado.

Variables que guardan los valores a ser mostrados en la PC o panel táctil.

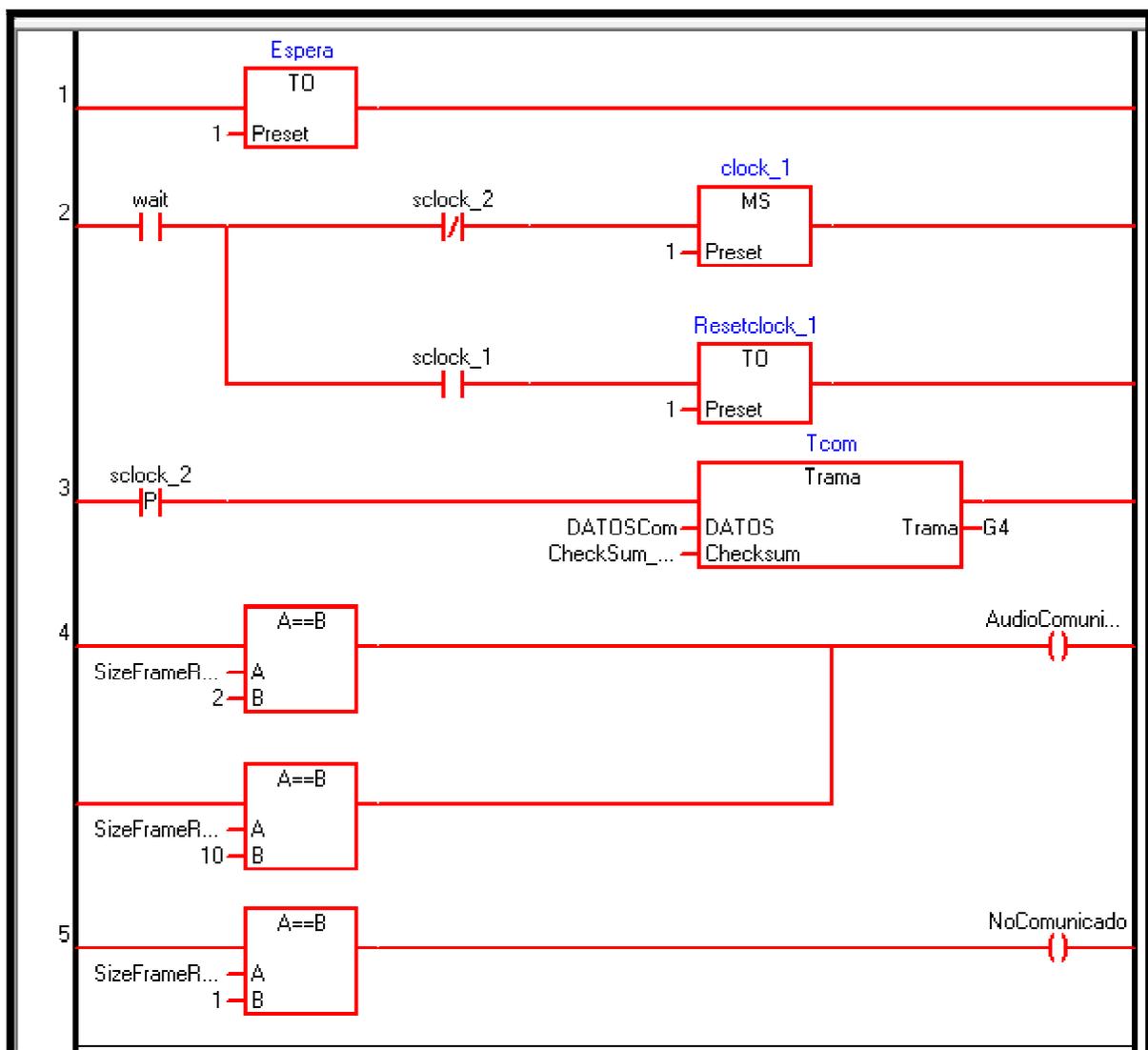


Figura 3.24 Subprograma alarmas.

- **Subprograma tramas**

Este subprograma arma la trama y la envía por comunicación RS 232 al Sistema Procesador de Audio.

Variables de entrada: DATOS_1, DATOS_2, DATOS_3, DATOS_4,..., CheckSum_1, CheckSum_2, CheckSum_3, CheckSum_4,..., etc.

Registros que guardan el dato a enviar y el checksum (suma de los datos) de cada trama.

Variables de salida: G4, FrameToSend_1, FrameToReceiv_1.

G4 y FrameToSend_1 guardan la trama a ser enviada. FrameToReceiv_1 guarda la respuesta que da el equipo de audio, con esto se puede saber si le llegó o no la trama a su destino.

- **Subprograma micrófono de seguridad.**

Éste subprograma monitorea las entradas digitales correspondientes al uso del micrófono de seguridad en una zona respectiva, silencia la música ambiental y da paso al anuncio. La figura 3.25 muestra la ventana de programación y la figura 3.26 su diagrama de flujo.

Variables de Entrada: in17 (zona 1), in18 (zona 2), in19 (zona 3a), in20 (zona 3b), in21 (zona 4), in22 (zona 5), in23 (zona 6), in24 (zona 7), in25 (zona 8), in26 (zona 9a), in27 (zona 9b), in28 (zona 10), in29 (zona 11).

Señales que corresponden a las salidas de relé o contactos secos del Sistema Procesador de Audio, que informan si se ha presionado alguna tecla del micrófono con panel (PPM), ubicado en el cuarto de seguridad.

Variables de Salida: out1_1, out2_1, out3_1, out4_1, out5_1, out6_1, out7_1, out8_1, out9_1, PB, PP, edificio, exterior, todo.

Variables auxiliares que sirven para habilitar las salidas de control prioritario si se realiza un anuncio desde el micrófono de seguridad y variables internas que son visualizadas en el HMI.

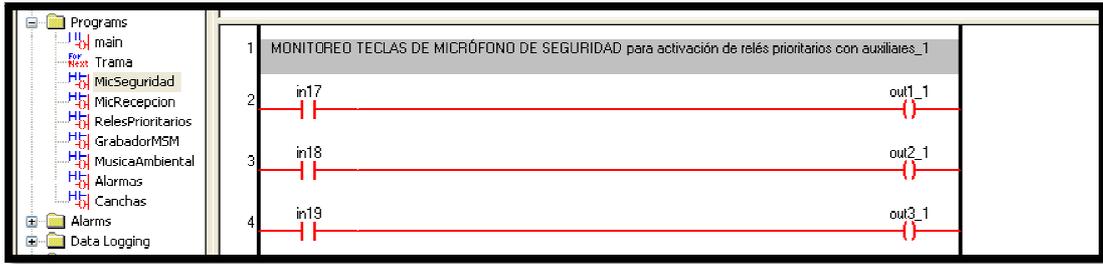


Figura 3.25 Subprograma para monitoreo del micrófono de seguridad.

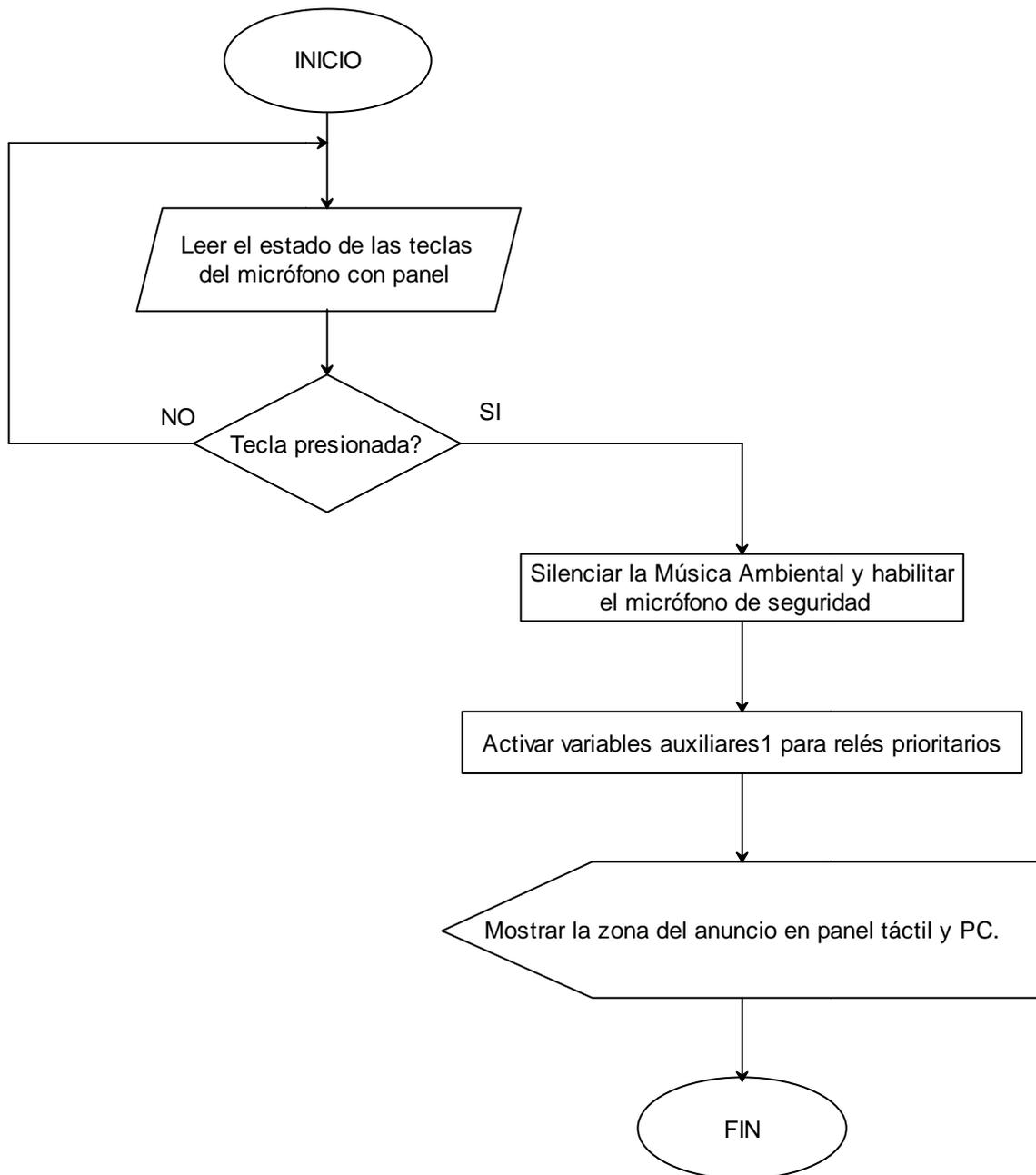


Figura 3.26 Diagrama de flujo del subprograma micrófono de seguridad.

- **Subprograma micrófono de recepción.**

Silencia la música ambiental y permite la habilitación del anuncio desde el micrófono ubicado en recepción, enviando la activación a los controles prioritarios a la zona requerida por el usuario que maneja el panel táctil o la PC durante el tiempo que se mantenga presionado el botón "Push To Talk" del micrófono. En la figura 3.27 se indica el diagrama de flujo del subprograma descrito.

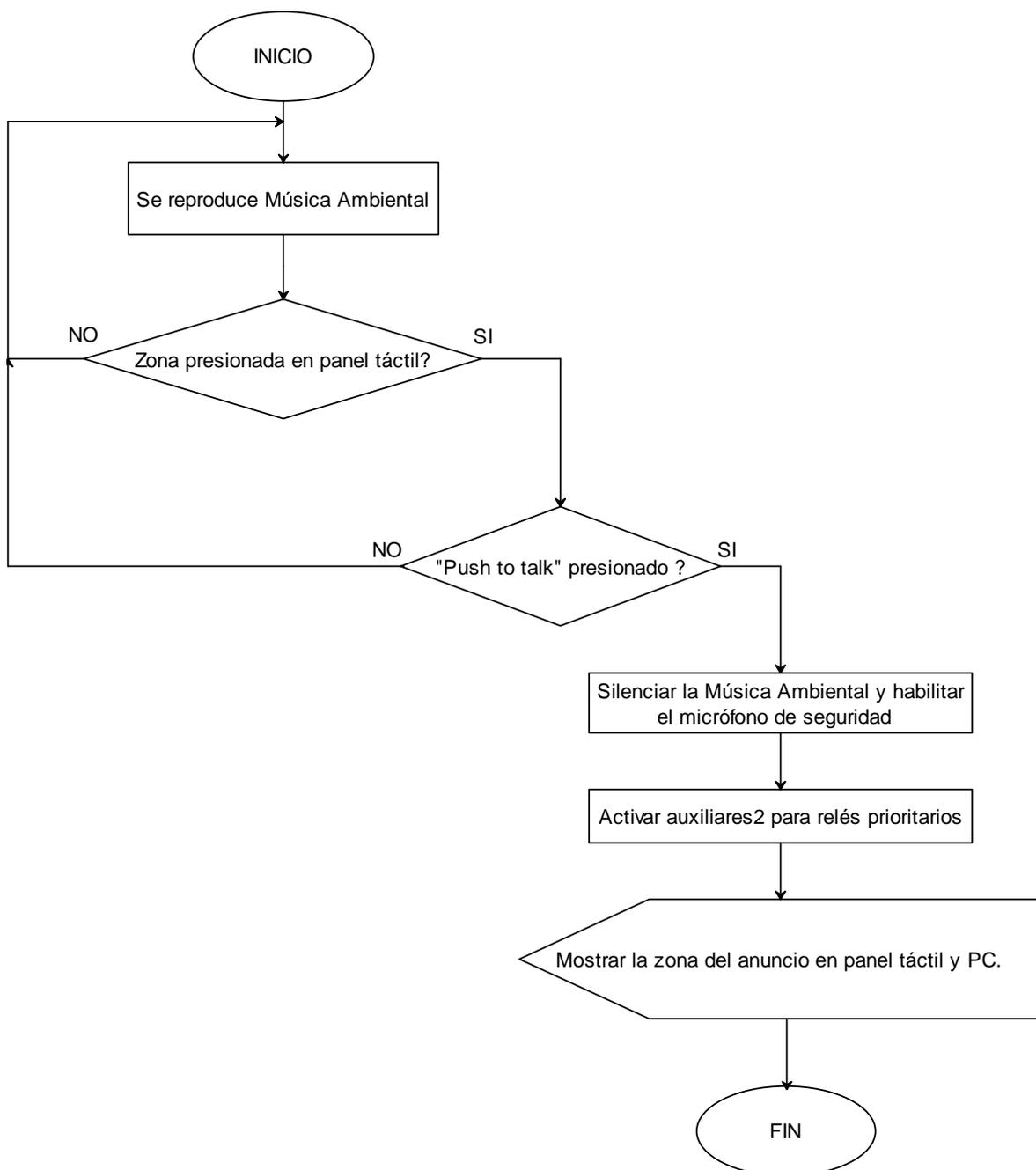


Figura 3.27 Diagrama de flujo del subprograma micrófono de recepción.

Variables de Entrada: micz1, micz2, micz3a, micz3b, micz4, micz5, micz6, micz7, micz8, micz9a, micz9b, micz10, micz11, auxT1, auxT2, auxT3, auxT4, auxT5, auxT6, auxT7, auxT8, auxT9, auxT10, auxT11, auxT12, auxT13, auxT69, auxT70, auxT71, auxT72, auxT73, e in30 (“Push To Talk”).

Variables digitales internas que guardan los valores enviados desde el HMI cuando se presiona el botón de anuncio a alguna zona y variables de habilitación de tramas y “PushToTalk” del micrófono de recepción.

Variables de Salida: out1_2, out2_2, out3_2, out4_2, out5_2, out6_2, out7_2, out8_2, out9_2, Trama1, Trama2, Trama3, Trama4, Trama5, Trama6, Trama7, Trama8, Trama9, Trama10, Trama11, Trama12, Trama13, Trama69, Trama70, Trama71, Trama72, Trama73.

Variables auxiliares para habilitar las salidas de control prioritario de la zona en la cual se realiza un anuncio desde el micrófono de recepción y variables para envío de las tramas respectivas. Figura 3.28.

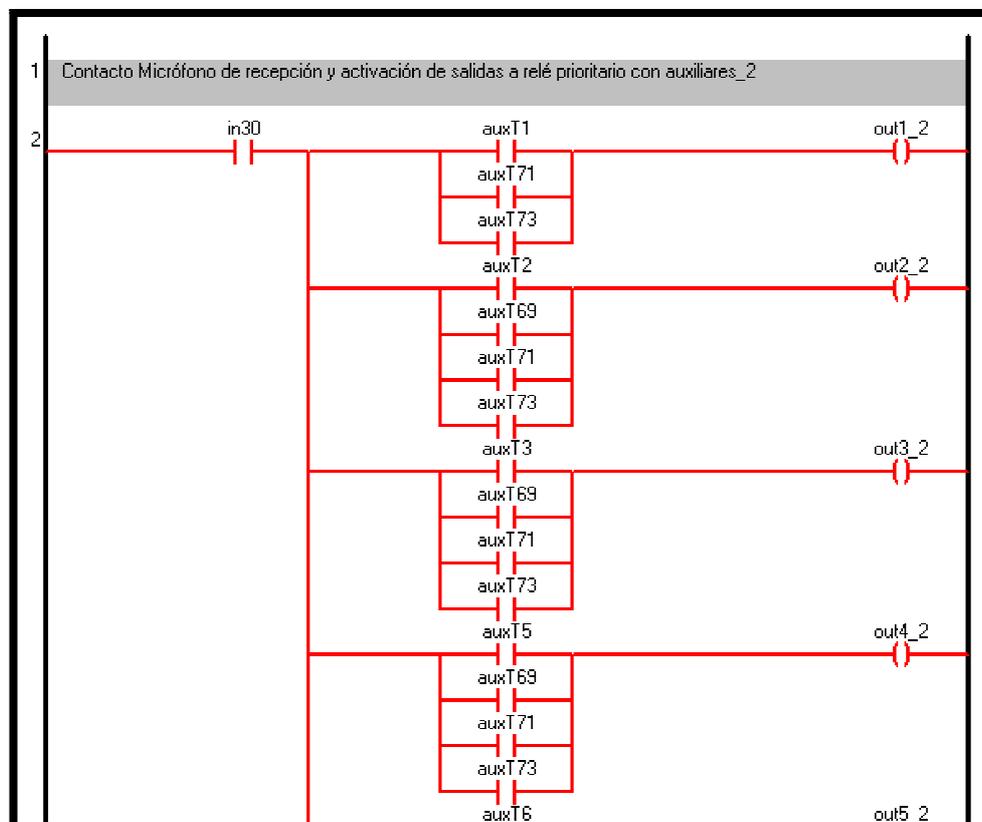


Figura 3.28 Subprograma micrófono de recepción.

- **Subprograma grabador de mensajes.**

Variables de entrada: in1 (zona 1), in2 (zona 2), in3 (zona 3a), in4 (zona 4), in5 (zona 5), in6 (zona 6), in7 (zona 7), in8 (zona 8), in9 (zona 9a).

Variables que provienen de la central de incendios, informan si se ha accionado un pulsador manual o dos sensores en alguna zona.

Variables de salida: Trama78, out13 (Start), out14 (Stop).

Variable auxiliar para habitar la formación y envío de la trama que activa el grabador de mensajes a todas las instalaciones y de ésta manera enviar a una evacuación total. La figura 3.29 muestra su diagrama de flujo.

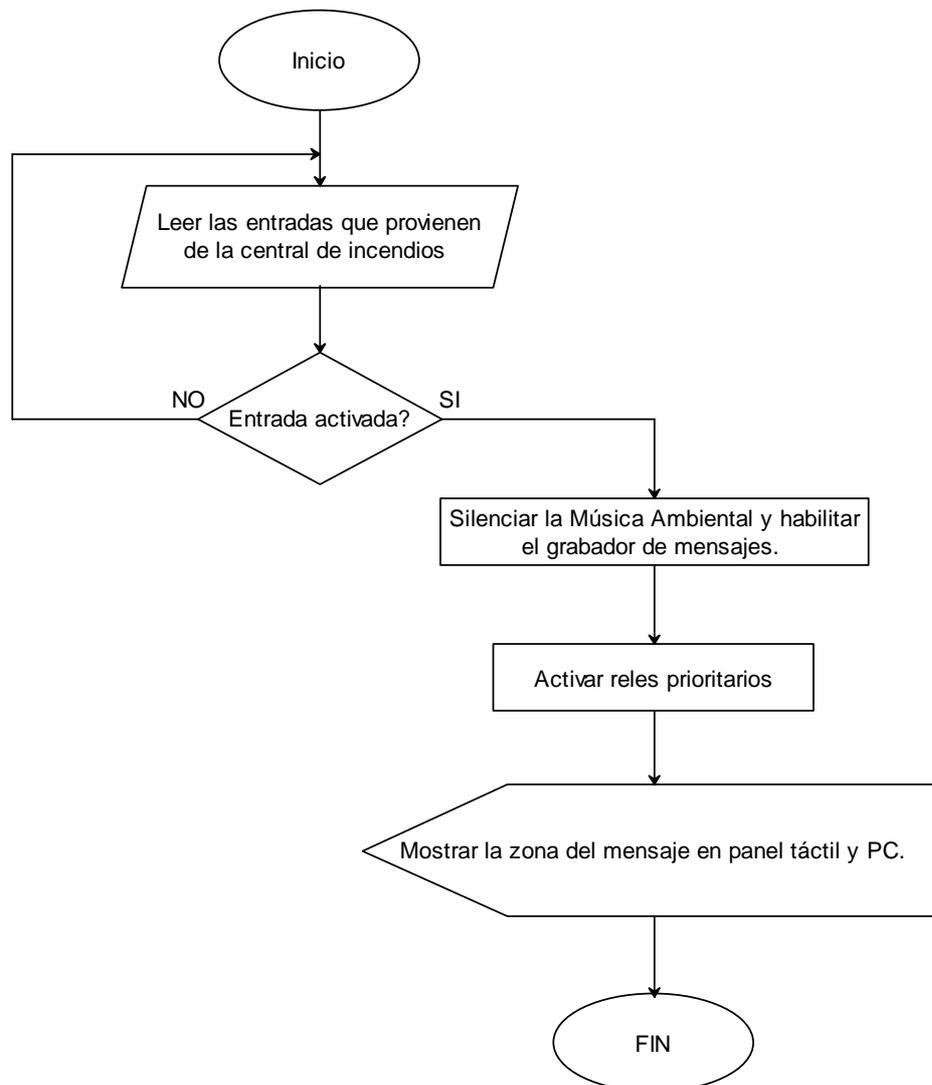


Figura 3.29 Diagrama de flujo del subprograma grabador de mensajes.

- **Subprograma relés prioritarios.**

Variables de entrada: out1_1, out2_1, out3_1, out4_1, out5_1, out6_1, out7_1, out8_1, out9_1; out1_2, out2_2, out3_2, out4_2, out5_2, out6_2, out7_2, out8_2, out9_2, Trama78, in15.

Señales auxiliares para habilitar las salidas de control prioritario si se realiza un anuncio desde el micrófono de seguridad, de recepción o si se debe evacuar debido a una emergencia. Figura 3.30.

Variables de salida: out1 (zona 1), out2 (zona 2), out3 (zona 3a), out4 (zona 4), out5 (zona 5), out6 (zona 6), out7 (zona 7), out8 (zona 8), out9 (zona 9).

Variables de activación de los relés prioritarios por zona. Figura 3.31.

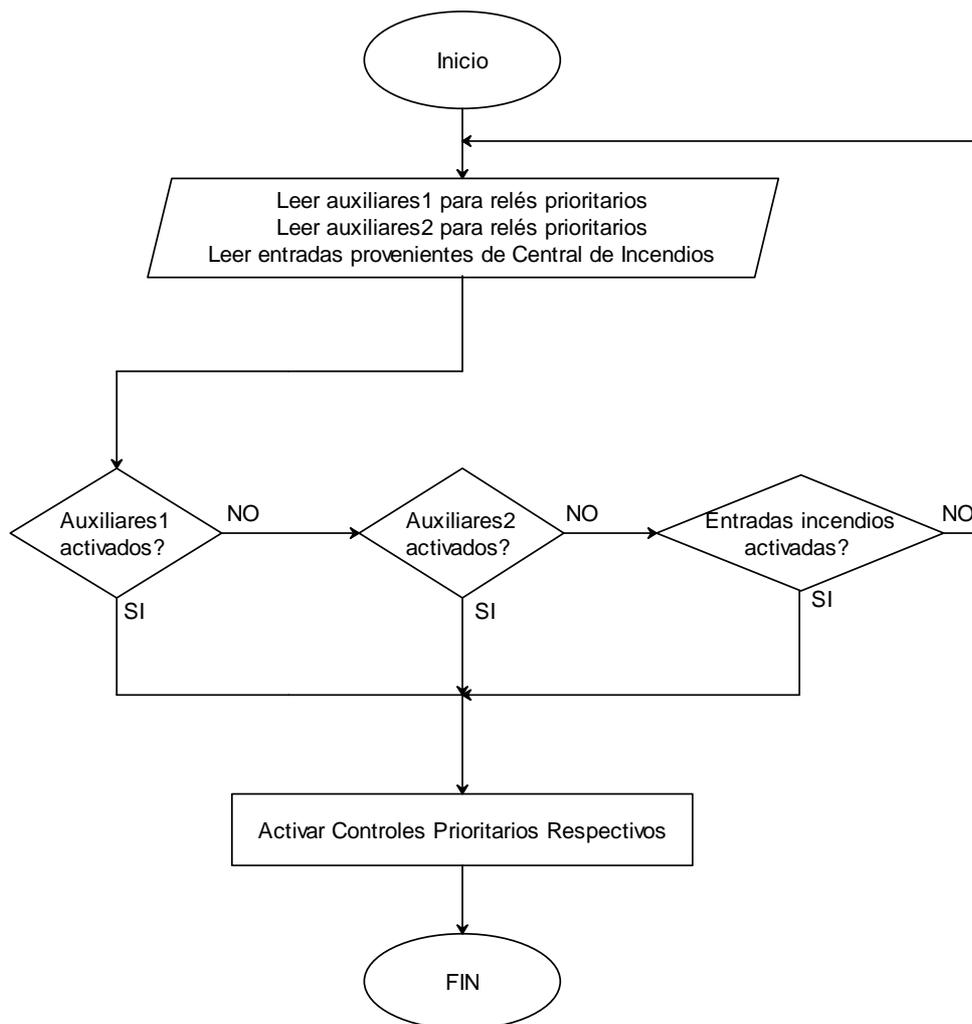


Figura 3.30 Diagrama de flujo del subprograma relés prioritarios.

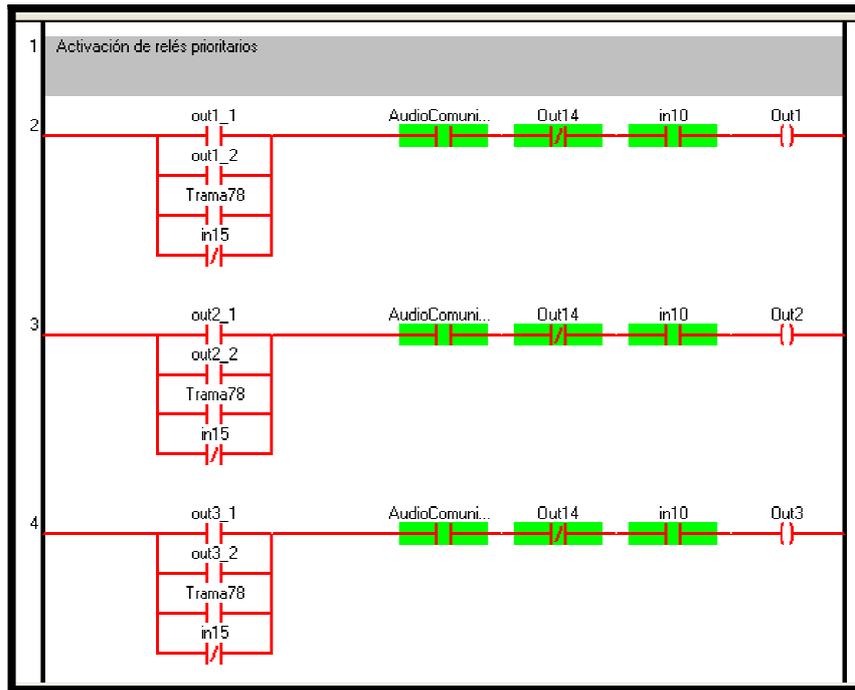


Figura 3.31 Subprograma Relés Prioritarios.

- **Subprograma Música Ambiental.**

Permite la selección de la fuente de música requerida por medio del usuario que maneja el panel táctil o la PC. Las opciones son:

- Reproductor de música Yamaha (ubicado en el Gabinete de Sonido y Audio Evacuación).
- Audio desde recepción (audio desde panel táctil, mp3, ipod, etc.)
- Audio desde consola (audio disponible en consola.)
- Reserva (Reserva para cualquier fuente de sonido)

Variables de entrada: opciones_1 (zona 1), opciones_2 (zona 2), opciones_3 (zona 3a), opciones_4 (zona 3b), opciones_5 (zona 4), opciones_6 (zona 5), opciones_7 (zona 6), opciones_8 (zona 7), opciones_9 (zona 10), opciones_10 (zona 11), opciones_11 (planta baja), opciones_12 (primer piso), opciones_13 (edificio), opciones_14 (exteriores), opciones_15 (todo).

Registro análogos que guardan los valores por zona seleccionados desde el HMI de la siguiente manera:

- 1: Reproductor de música.
- 2: Audio desde recepción.
- 3: Audio desde consola.
- 4: Audio reserva.

Variables de salida: op1_1 (Reproductor de música a Zona 1), op1_2 (Audio de recepción a Zona 1), op1_3 (Audio de consola a Zona 1), op1_4 (Audio Reserva a Zona 1), op2_1 (Reproductor de música a Zona 2), op2_2 (Audio de recepción a Zona 2), op2_3, op2_4, op3_1, op3_2, op3_3, op3_4, op4_1, op4_2, op4_3, op4_4, op5_5, etc. Trama 24, Trama 25, Trama 26, Trama 27, Trama 28, Trama 29, Trama 30, Trama 31, etc.

Variables de activación de las tramas para habilitar la entrada por zonas del reproductor de mensajes, audio desde recepción, audio desde consola o audio Reserva.

La figura 3.32 muestra la programación del subprograma música ambiental en lenguaje ladder y en la figura 3.33 su diagrama de flujo.

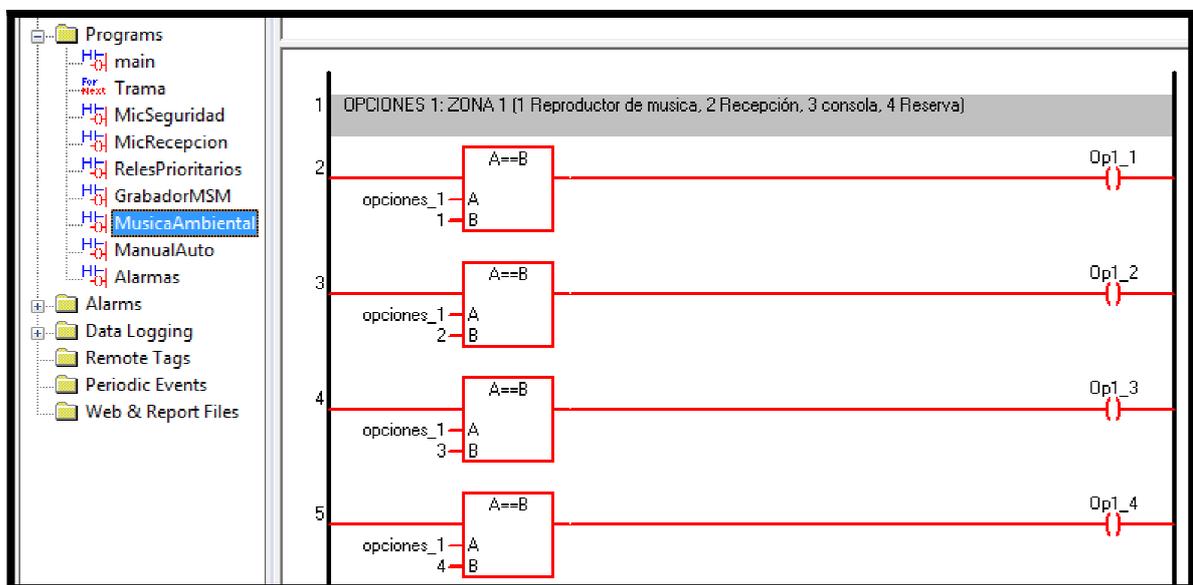


Figura 3.32 Subprograma para la activación de música ambiental.

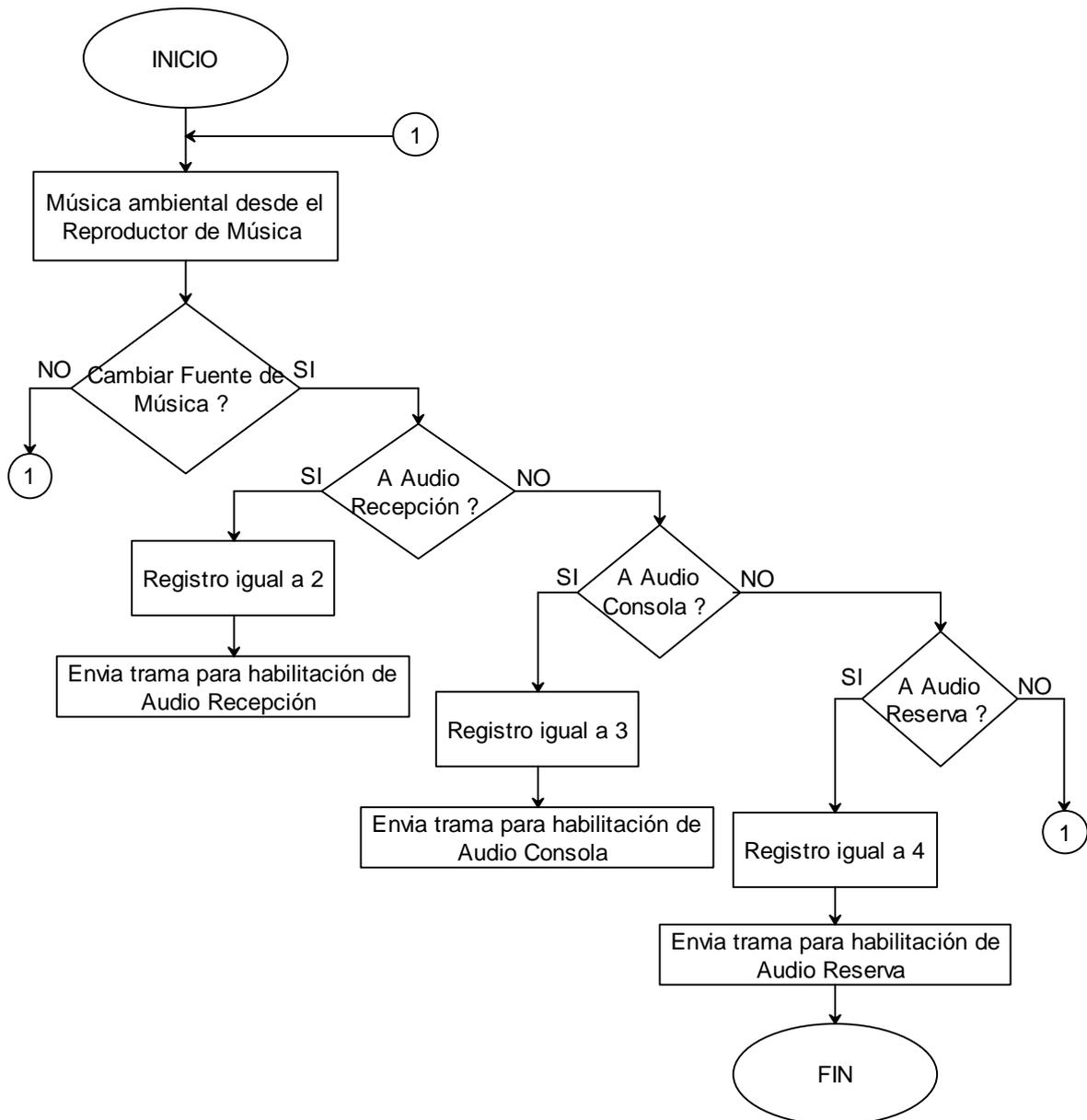


Figura 3.33 Diagrama de flujo general de subprograma música ambiental.

3.4.5 INTERFACE HUMANO MÁQUINA (HMI)

La Interfaz Humano Máquina usa como software de programación el editor de páginas HTML llamado WebForm Studio, una aplicación de TBox que se accede de la carpeta “Web & Report files” del espacio de trabajo de TWinSoft (software de programación de la RTU).

La Interfaz Humano Máquina es fácil de leer, comprender y es amigable para el operador, además posee la siguiente información:

- Indicadores de anuncio de micrófono de seguridad.
- Indicadores de música ambiental.
- Pulsadores para la selección de la fuente de música ambiental.
- Indicadores de comunicación del sistema de control y sistema de audio.
- Indicadores de alarmas.

El Sistema posee una PC y un panel táctil usados como HMI.

El panel táctil está ubicado físicamente en recepción conjuntamente con un micrófono usado para realizar anuncios de actividades diarias o de emergencia. Si desea realizar un anuncio a alguna zona del proyecto, primero debe seleccionar la zona presionando el botón respectivo, después presionar el “Push To Talk” del micrófono y el anuncio se escuchará por el transcurso de tiempo que lo mantenga presionado.

La PC está ubicada físicamente en el cuarto de seguridad en subsuelo 1, conjuntamente con el micrófono con panel que posee botones que corresponden a las zonas del proyecto. Para realizar un anuncio primero se selecciona la tecla correspondiente a la zona en el micrófono con panel y se mantiene presionado el botón “Push To Talk” del teclado que forma parte de él.

La pantalla principal se muestra en la figura 3.34. En funcionamiento normal el sistema reproduce música ambiental a las instalaciones, para observar dicha acción, la pantalla posee indicadores que se encuentran de color verde si la fuente está activa, caso contrario se visualiza de color negro.

Además posee una pantalla de alarmas que avisa si se ha producido una emergencia total o parcial o si es que se ha perdido la comunicación con el sistema de audio y de control. Figura 3.35.

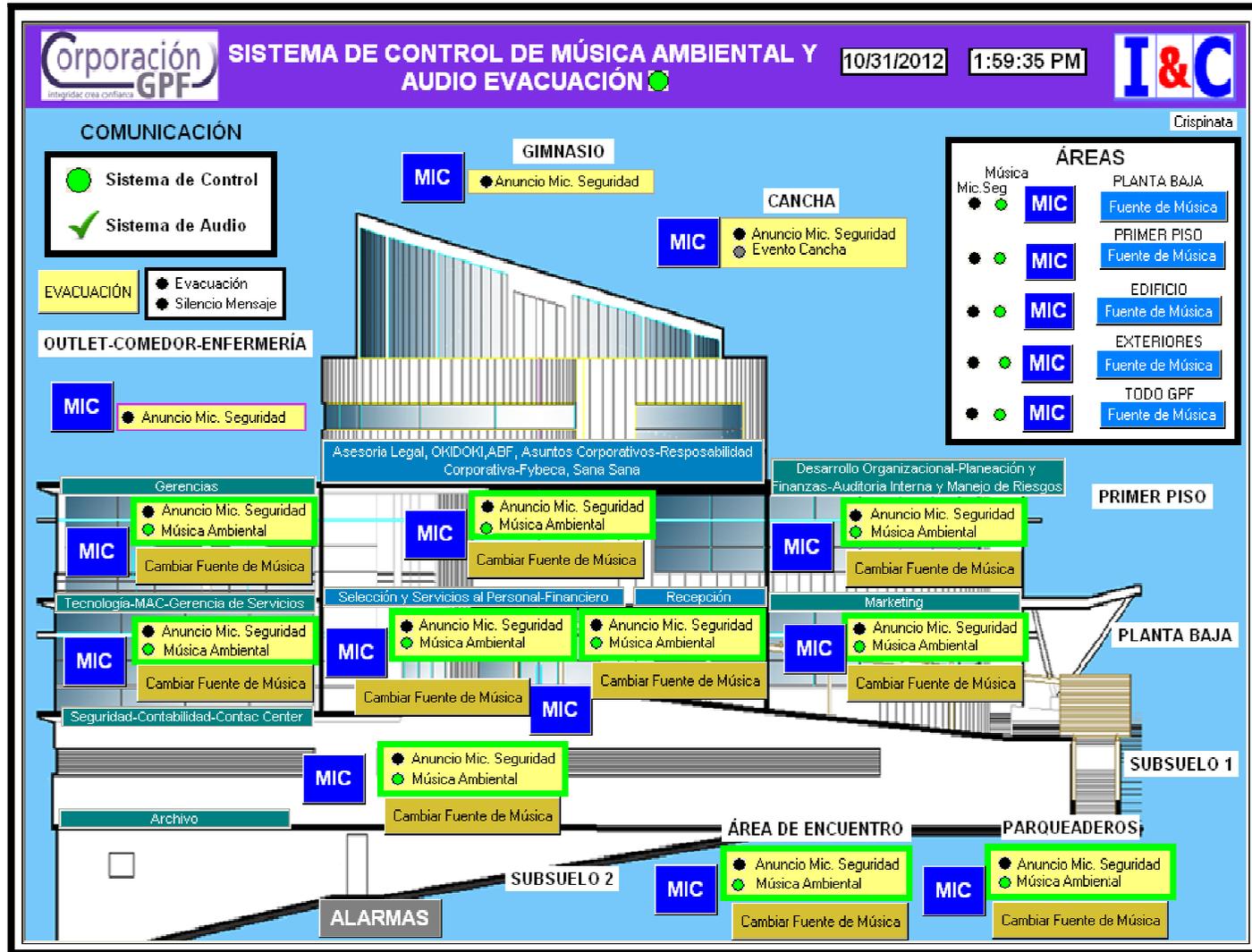


Figura 3.34 Pantalla principal.

ALARMAS DEL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN

	Start Time	End Time	Description	Id	Destination	State
🔊	31/10/2012 17:30:29	31/10/2012 17:30:32	Fin de la emergencia! Silencio del ...	8		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 17:29:20	31/10/2012 17:30:22	Fin de la emergencia! Silencio del ...	7		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 17:28:44	31/10/2012 17:30:31	Evacue todas las instalaciones! Se ...	6		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 17:07:04	31/10/2012 17:28:51	Fin de la emergencia! Silencio del ...	5		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 16:58:39	31/10/2012 16:59:34	Fin de la emergencia! Silencio del ...	4		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 16:57:19	31/10/2012 16:57:34	Fin de la emergencia! Silencio del ...	3		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 16:57:12	31/10/2012 16:57:32	Evacue todas las instalaciones! Se ...	2		Auto-Ack (Er
🔊	31/10/2012 16:56:32	-	New Program	1		Auto-Ack

INICIO

Figura 3.35 Pantalla de alarmas.

CAPÍTULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

En el desarrollo de éste proyecto se realizan algunas pruebas conjuntamente con sus avances. Éstas permiten tomar decisiones para actualizar el hardware de ser necesario y ajustar el diseño final.

4.1 PRUEBAS DEL TABLERO DE CONTROL

Estas pruebas se realizan con todos los elementos del tablero de control ya instalados, tales como: dispositivos de protección, dispositivos de control, relés y borneras de campo. Esto es para verificar que el conjunto está bien conectado y que no existan cortocircuitos antes de energizar el mismo.

Se ejecutan pruebas de continuidad del cableado que se encuentra en la parte frontal y que se dirige a las borneras de campo ubicadas en la parte posterior del Gabinete de Sonido y Audio Evacuación, ya que debido a la distancia en que éstas se encuentran pueden ocurrir errores de conexión. Figura 4.1.

Se procede a energizar el tablero y se verifican voltajes de entrada y salida de las fuentes de alimentación.

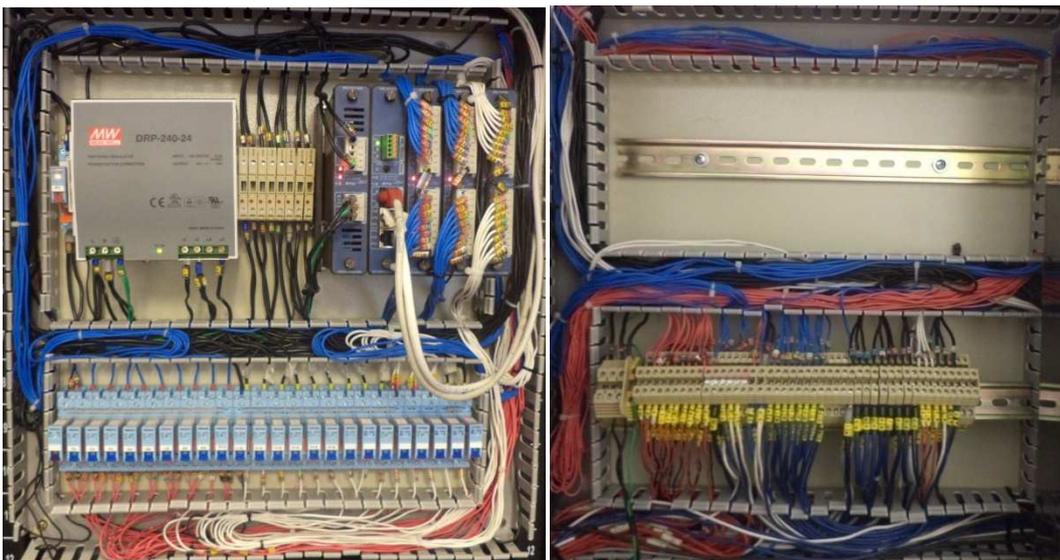
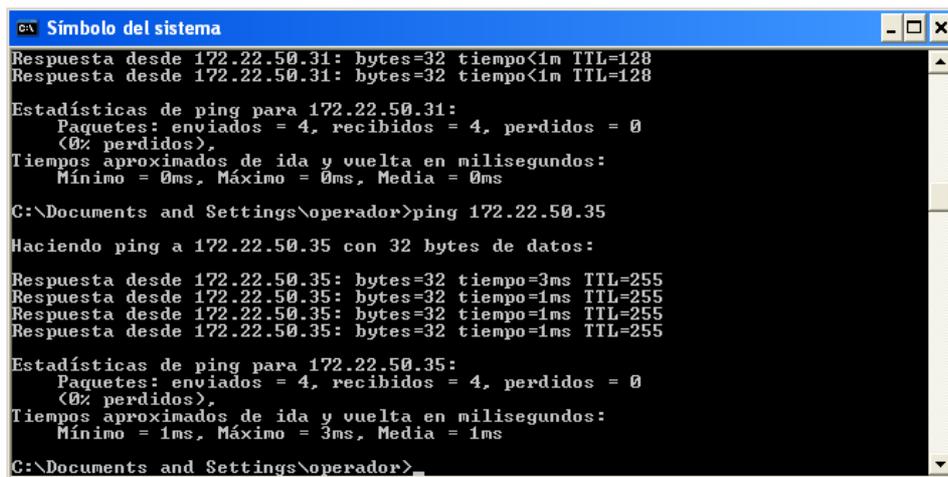


Figura 4.1 Tablero de control, parte frontal y posterior.

4.2 PRUEBAS DE COMUNICACIÓN DE LA RTU.

La RTU “Remote Terminal Unit” y el Sistema Procesador de Audio se configuran para que sus direcciones IP estén dentro de la misma red. En la RTU se establecen los puertos de comunicación a usar. Se utiliza el comando ping, que se suministra como una prestación estándar de la mayoría de los sistemas operativos. El ping permite enviar paquetes de datos a un equipo en una red y evaluar el tiempo de respuesta. Figura 4.2.



```

Símbolo del sistema
Respuesta desde 172.22.50.31: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
Respuesta desde 172.22.50.31: bytes=32 tiempo<1m TTL=128

Estadísticas de ping para 172.22.50.31:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Documents and Settings\operador>ping 172.22.50.35

Haciendo ping a 172.22.50.35 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 172.22.50.35: bytes=32 tiempo=3ms TTL=255
Respuesta desde 172.22.50.35: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.22.50.35: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255
Respuesta desde 172.22.50.35: bytes=32 tiempo=1ms TTL=255

Estadísticas de ping para 172.22.50.35:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 1ms, Máximo = 3ms, Media = 1ms

C:\Documents and Settings\operador>

```

Figura 4.2 Pruebas de comunicación.

4.2.1 COMUNICACIÓN CON EL SISTEMA PROCESADOR DE AUDIO.

El objetivo de comunicarse mediante RS 232 con el Sistema Procesador de Audio es de enviar tramas, mediante protocolo propietario, que permitan controlar al sistema, cambiar fuentes de música ambiental, habilitar zonas de amplificación, entre otras.

La RTU arma la trama de acuerdo al protocolo propietario establecido por el equipo Procesador de Audio y lo envía con la ayuda del protocolo de texto que permite enviar caracteres Ascii a través de comunicación serial RS 232. En su configuración se establece el tiempo de espera de comunicación (time out), tiempo determinado para recibir una respuesta.

Realizando las pruebas se llegó a la conclusión que el time out máximo que la RTU puede establecer para que el Sistema Procesador de Audio le responda es 100 ms. Si el time out es menor la RTU no recibe respuesta.

4.2.1.1 Micrófono con panel.

El micrófono con panel llamado PPM, se comunica mediante RS 485 al Sistema Procesador de Audio y trabaja en la zonificación dentro de la programación con un sistema exclusivo. Éste no da información directa a la RTU, los datos de anuncios por zona se reciben del Sistema Procesador de Audio mediante comunicación serial RS 232.

El equipo de audio responde a los 100 ms y como tiene que leer máximo 16 teclas, éste se demora 1,6 segundos en leer desde el primer dato hasta el 16avo. Para ésta aplicación el tiempo de respuesta es un problema ya que no se alcanzan a leer los datos con la inmediatez que se requiere.

Para solucionar éste inconveniente se tomó la decisión de enviar esa información a través de salidas digitales y no mediante comunicación serial, con lo que se logró corregir el error de lectura de las teclas del panel.

4.3 PRUEBAS DE CABLEADO.

Toda instalación eléctrica, antes de ser puesta en servicio por el usuario, debe ser inspeccionada y sometida a diversas pruebas o ensayos, a fin de verificar que ella ha sido bien realizada y cumple con los estudios y especificaciones inherentes al proyecto. Cuando se trabaja con sistemas que utilizan gran cantidad de altavoces es probable encontrar problemas, especialmente en el proceso de instalación ya que es posible realizar conexiones incorrectas.

4.3.1 REVISIÓN DE LOS CIRCUITOS.

Se realiza una inspección física de la instalación, recorriéndola desde el primer punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito, además se mide la impedancia para verificar que no existan cortos circuitos en el trayecto. Figura 4.3.

Para las pruebas de medición de impedancia, se cuenta con un instrumento llamado Medidor de impedancia modelo ZM1P de Gold Line. Éste aparato mide la impedancia de los altavoces y sistemas de altavoces distribuidos. También calcula la potencia que se producen en un sistema de altavoz instalado. Figura 4.4.

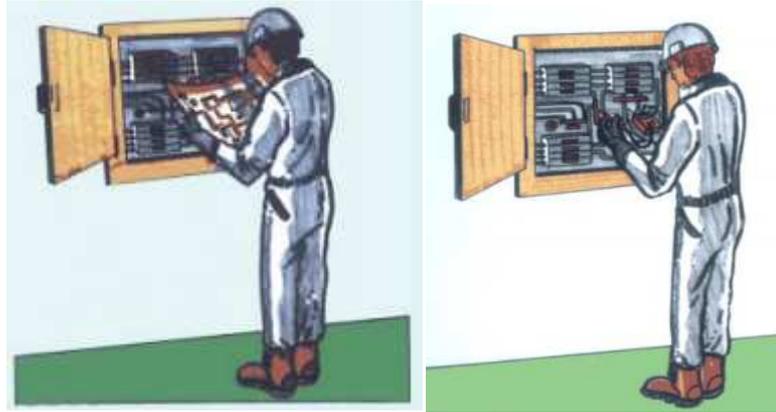


Figura 4.3 Medición de la impedancia de cada circuito. [7].



Figura 4.4 Medidor de impedancias modelo ZM1P.

Además, es necesario verificar y certificar el valor exacto de la carga que presenta el sistema, cada amplificador con línea de 70,7 V tiene una carga específica de acuerdo a la potencia que desarrolle el mismo. Si un amplificador se carga a una impedancia menor (en Ohmios) de lo especificado, el aparato estará sobrecargado, por esto es tan importante la medición de la impedancia de carga del sistema de sonido en líneas de 70,7 V. Figura 4.5, 5.6 y 4.7.



Figura 4.5 Medición de impedancia en tablero de primer piso.



Figura 4.6 Medición en terminales que se conectan a la salida del amplificador.

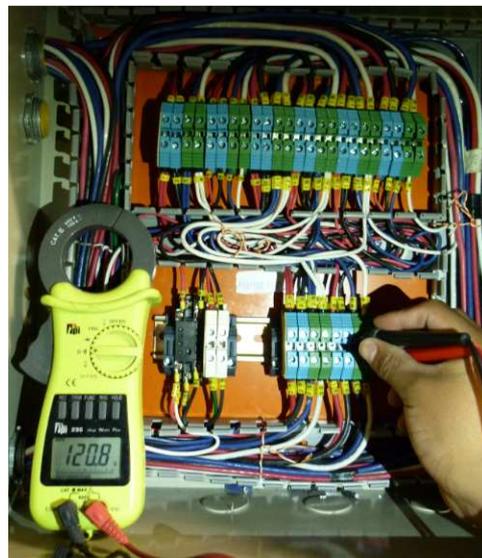


Figura 4.7 Medición de resistencia de control prioritario Zona 6

4.4 PRUEBAS DE SONIDO.

Es necesario evaluar las condiciones de las conexiones de las entradas de señal ya sea de música, grabadoras y micrófonos.

Todos los conductores que se usan deben ser cables blindados. Es siempre preferible usar las conexiones de micrófono en forma balanceada con cables de micrófono con dos conductores más blindaje.

La forma de instalar el sonido es:

- Medir la impedancia de carga en baja frecuencia (60 Hz) a tensión nominal.

- Evaluar el sistema balanceado de conexión de los altavoces.
- Evaluar el blindaje y ruido producido por el cable que lleva las señales de entrada y los cables de micrófonos.
- Realizar una prueba con los controles de volumen al máximo y sin señal para detectar la cantidad de ruidos o interferencia por radiofrecuencia.
- Verificar la conexión a tierra física.

Con estas pruebas se puede evaluar en un gran alcance las condiciones de funcionamiento de un sistema de sonido logrando con ello la máxima confiabilidad y operación duradera del sistema.

4.5 PRUEBAS DE EVACUACIÓN.

Evacuación es la acción de desocupar ordenada y planificadamente un lugar, ésta acción o desplazamiento es realizado por todos los ocupantes por razones de seguridad ante un peligro potencial o inminente.

Las personas se dirigen a las salidas más cercanas, siguiendo las señales de evacuación. El edificio cuenta con zonas pre establecidas como puntos de reunión.

4.5.1 PRUEBAS CON LA CENTRAL DE INCENDIOS.

La central de Incendios da la señal de emergencia al Sistema de Audio Evacuación. Al detectar dicha señal se activan las sirenas del sistema contra incendios, produciendo ansiedad y desconocimiento en todos los ocupantes. Inmediatamente se silencia la música ambiental, se habilita el grabador de mensajes y se envía el mensaje de evacuación a todas las instalaciones, el mensaje pregrabado logra informar lo sucedido, reduciendo el tiempo de respuesta y agilitando la evacuación.

El mensaje reproducido es:

“Atención!, Atención!, se ha producido una emergencia en las instalaciones, diríjase a la salida más cercana, no use ascensor”

4.5.2 PRUEBAS DE LOS MENSAJES DEL SISTEMA DE AUDIO EVACUACIÓN.

Estas pruebas se realizan con el personal de oficina que se encuentra trabajando en el edificio, se envían mensajes para que las personas puedan informar si el mensaje es comprensible y audible.

Los mensajes reproducidos son:

- a) “¡Su atención por favor!, ¡Su atención por favor!, el Sistema de Audio Evacuación está siendo probado, permanezca alerta en su lugar de trabajo.”.
- b) “¡Su atención por favor!, ¡Su atención por favor!, la prueba de Audio Evacuación ha finalizado. Si usted tiene alguna dificultad en escuchar el mensaje, informe en recepción, gracias por su cooperación.”.

4.5.3 PRUEBAS DE TIEMPOS DE EVACUACIÓN.

El Sistema está programado para evacuar, en el momento que se reciba la señal de alarma de la central de incendios. Se estima un tiempo aproximado de tres minutos para la evacuación total del edificio.

El tiempo de evacuación empieza en el lugar donde se ubica el dibujo de la persona y termina al salir del edificio. Se realizaron pruebas del tiempo que se demora una persona en salir del edificio caminando normal desde los puntos más críticos en cada planta. Las siguientes figuras muestran los resultados.

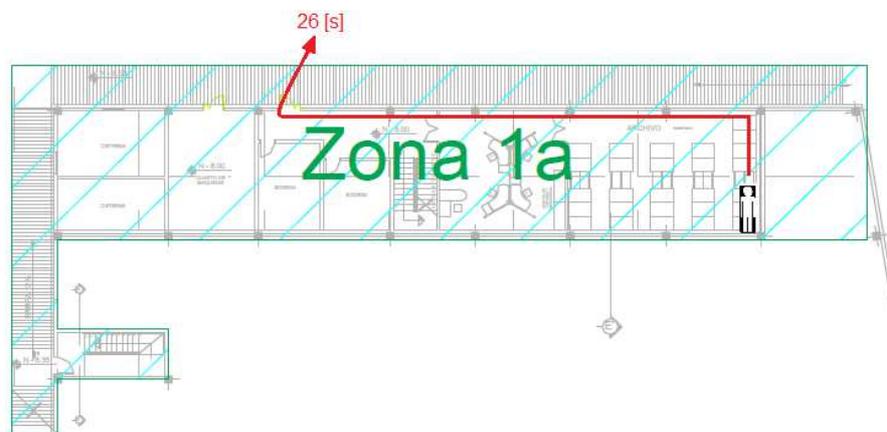


Figura 4.8 Tiempo de evacuación en subsuelo 2.

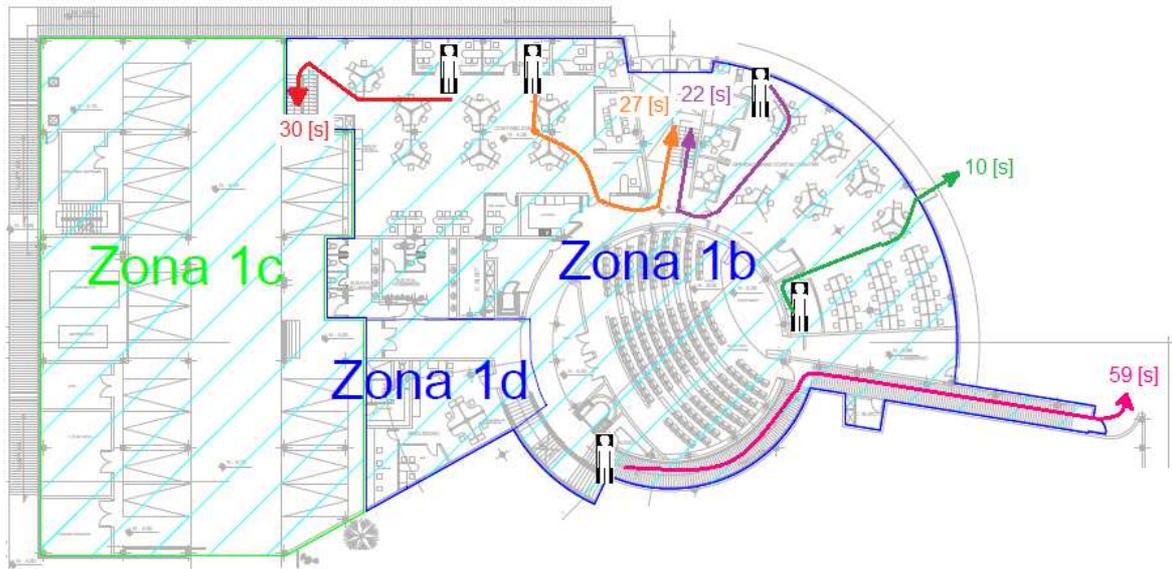


Figura 4.9 Tiempos de evacuación en subsuelo 1.

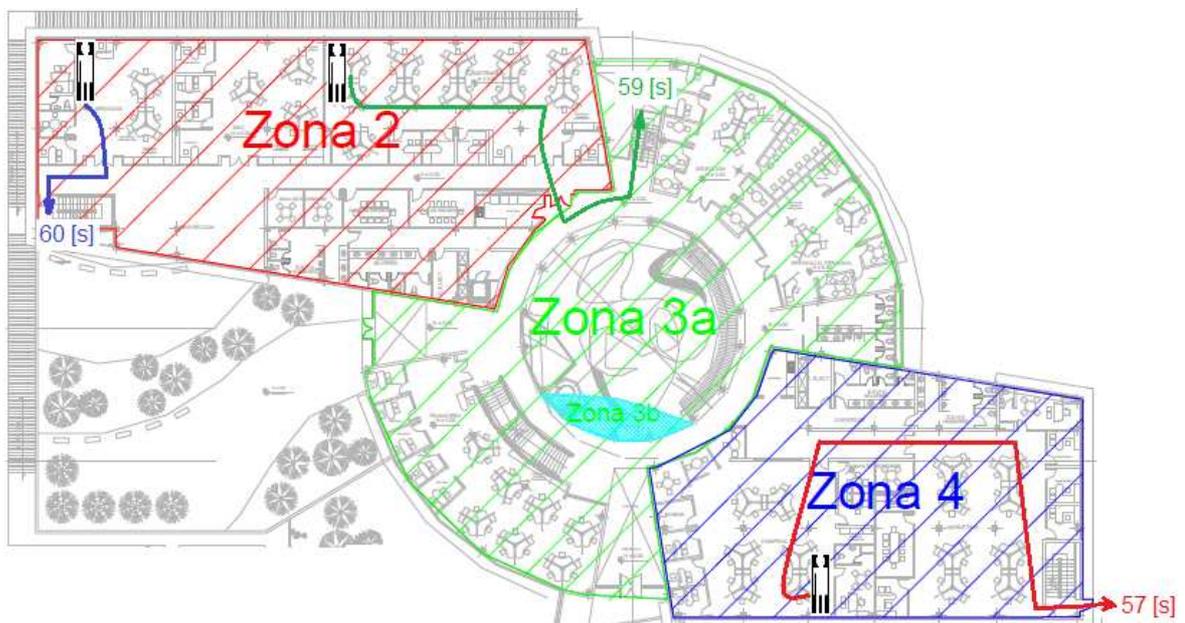


Figura 4.10 Tiempos de evacuación en planta baja.

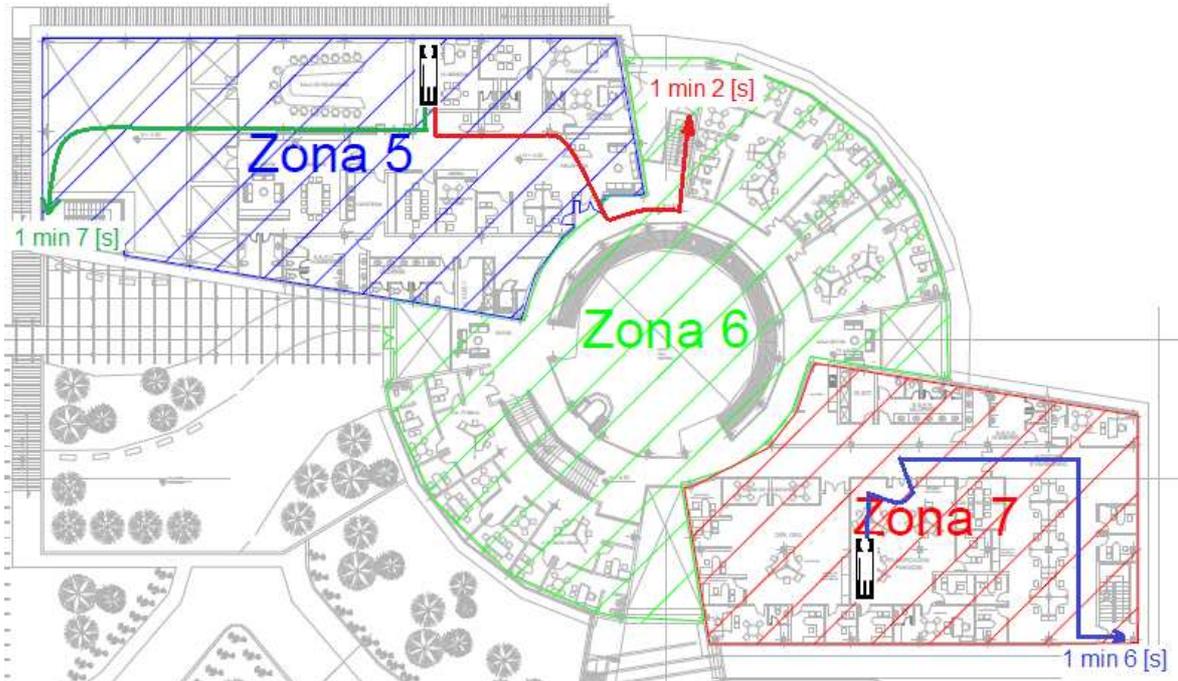


Figura 4.11 Tiempos de evacuación en primer piso.

De las pruebas se concluye que los individuos en subsuelo 2 y subsuelo 1 se demoran entre 10 a 30 segundos en salir del edificio por las salidas más cercanas y 59 segundos rodeando la mayor parte de subsuelo 1.

En planta baja los tiempos se aproximan a un minuto y en primer piso lo sobrepasan. El punto más crítico es en la terraza, ya que para bajar por la rampa y salir del edificio se demora 2 minutos con 40 segundos. Es por eso que la rampa no debe ser utilizada como una vía de evacuación.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

Las conclusiones se han dividido en conclusiones generales y específicas, siendo generales las que se han logrado obtener al finalizar el proyecto aquí mostrado, en tanto las conclusiones específicas son el resultado obtenido en el transcurso del mismo.

5.1.1 CONCLUSIONES GENERALES.

- El proyecto realizado cumple con los objetivos propuestos inicialmente que son el Diseño y la Implementación del Sistema de Control de Audio Evacuación para el Edificio de la Corporación GPF. Adjunto al trabajo se ha diseñado y armado la parte de control en el Gabinete de Sonido, se ha programado la RTU e implementado una Interfaz Hombre Maquina para supervisar el sistema.
- El sistema implementado en el presente proyecto ha sido diseñado y construido para aprovechar el audio proveniente de un sistema de megafonía y realizar la evacuación. De esto se puede concluir que en una emergencia, se tendrá una respuesta rápida para salvar las vidas de las personas ocupantes del edificio y minimizar la pérdida de bienes materiales.
- El Sistema de Audio Evacuación realizado en éste proyecto de titulación logra informar a los ocupantes de lo que deben hacer en una evacuación. Con esto lo ocupantes actúan con rapidez, eficacia y compromiso, evitando la confusión y el caos.
- El panel táctil y la PC se utilizan como interfaz Humano-Maquina, usan Web Form Studio como software de programación. Estas pantallas han hecho posible conseguir los resultados deseados en cuanto a la lógica de

programación para que se ajuste al sistema con un desempeño elevado. Además facilita al usuario el seguimiento de una manera comprensible, que permite que éste pueda controlar las fuentes de música ambiental, realizar un anuncio a través de los micrófonos o incluso forzar a una evacuación total. Posee indicadores de comunicación y alarma que hacen que el sistema funcione de una manera amigable e interactiva.

- La RTU usa el software de programación TWinSof, éste permite el uso de lenguajes ladder y basic para diseñar los algoritmos de control, posee un programa principal y la posibilidad de agregar subprogramas para ser llamados dentro del mismo, además dispone de un driver adicional para utilizar un protocolo de texto que permita enviar caracteres Ascii cuando los equipos poseen un protocolo propietario y éste es indispensable para formar y enviar las tramas de datos.
- El Sistema de Audio Evacuación implementado permite una información rápida y simultánea a todos los ocupantes del edificio con el fin de que sigan instrucciones en el caso de una evacuación. Además permite la emisión de anuncios cotidianos a través de los micrófonos ubicados en recepción y en el Cuarto de Seguridad. Como adicional al Sistema, emite Música Ambiental a todas sus instalaciones.
- El uso de amplificadores cuya potencia de salida sea mayor a la carga de consumo permite en un futuro añadir parlantes en cualquier punto de la línea, en la medida que se consigan recursos y la potencia del amplificador así lo permita. De ésta manera se obtiene un cubrimiento más uniforme en todas las áreas.

5.1.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.

- El tablero de control debe ser etiquetado en su totalidad para que los técnicos de la empresa que se quede a cargo, puedan ubicar los dispositivos instalados y que éstos sean encontrados rápidamente en los planos.
- En todos los diseños de la lógica de control es necesario dejar reserva tanto en direcciones de software y el espacio en el hardware. Esto es debido a que en el desarrollo del proyecto el cliente suele realizar cambios inesperados y estos cambios no deben afectar el desarrollo del Sistema.
- Cuando la implementación física y el cableado ha estado a cargo de otra empresa, es indispensable comprobar detalladamente todas las conexiones hechas para tener la certeza que el sistema responda de acuerdo a lo esperado.
- Es importante resaltar cómo se estructura el programa de control y cuál es el orden de ejecución. Además resulta indispensable colocar comentarios en todas las variables creadas tanto en el software utilizado para la RTU, la PC y el panel táctil ya que después de un periodo de tiempo uno se puede olvidar lo realizado y ocupará mayor tiempo en recordarlo si es que no realiza esta práctica de programación.
- El tablero posee fusibles y breakers que permiten la protección de los equipos instalados. Los mismos que deben ser dimensionados con una cierta reserva que de la posibilidad de extender al sistema y que satisfaga las necesidades y exigencias del cliente.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Para mayor seguridad se recomienda instalar dos amplificadores por cada zona y ubicar los parlantes de manera alternada sobre estos amplificadores, debido a que no se tiene monitoreado a los amplificadores ni parlantes ubicado en el edificio. Es por eso que si un amplificador falla, la otra mitad de los parlantes queda disponible y viceversa.
- El Departamento de Seguridad Industrial y Ocupacional del la Corporación GPF debe realizar simulacros constantes con la máxima ocupación del edificio durante su actividad normal sin que el personal sea previamente alertado el día y la hora del ejercicio. Éste debe ejecutarse sin contar con la colaboración de Cruz Roja y Bomberos, ya que se trata de un ejercicio interno sin causa real de emergencia. Por otro lado, una evacuación por motivos reales también suele iniciarse sin auxilios exteriores, contando únicamente con los medios propios.
- Es indispensable que se establezca un Plan de Evacuación para el Edificio y que éste sea dado a conocer a todo el personal de la Corporación GPF, ya que de ésta manera se puede contar con una adecuada planificación frente a situaciones de emergencia, estableciendo las medidas de prevención adecuadas que deben ser conocidas y asumidas por todo el personal.
- El personal encargado de la seguridad industrial debe identificar las rutas de evacuación y establecer procedimientos especiales para personas con discapacidades. Además, para una evacuación segura se debe tener en cuenta el buen estado de las escaleras y puertas de emergencias, señalización de rutas de escape, bloqueo de rutas peligrosas, señalización de rutas alternas y determinación de zonas de seguridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] INELI, "Proteger vidas con alarmas de voz," *Sistemas de evacuación por voz*, pp. 32-33.
- [2] Juan J NOGALES G, "Los Sistemas de Megafonía para Aplicaciones de Evacuación y Emergencia," no. 37, 2008.
- [3] Javier Romero. (2012, Julio) Montalumen-Telecomunicaciones. [Online]. <http://montalumen.com/megafonia-e-interfonia.html>
- [4] Antoni Carrión Isbert, *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*, Universitat Politècnica de Catalunya ed. Barcelona: Talleres Gráficos Hostench, SA, 1998, vol. Número 1.
- [5] John Eargle, "System Architecture and Layout," in *Sound System Design Reference Manual*. USA: JBL, 1999, ch. 7, pp. 7-5, 7-6, 7-7.
- [6] Dennis Bohn, "Constant-Voltage Audio Distribution Systems:25, 70.7 & 100 Volts," Rane Corporation, Washington, 136, 1997.
- [7] PROCOBRE, "Conductores Eléctricos," pp. 16, 17, 18, Agosto 2012. [Online]. http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf
- [8] Julio César PERÉZ GUZMÁN. Monografías. [Online]. <http://www.monografias.com/trabajos15/edific-inteligentes/edific-inteligentes.shtml>
- [9] Informe, "Audio aplicado a la seguridad," *Megafonía, elementos y aplicaciones*, pp. 116,120,124.
- [10] Infocoma, a la vanguardia de la Tecnología. [Online]. http://www.infocoma.es/php/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=120&lang=es

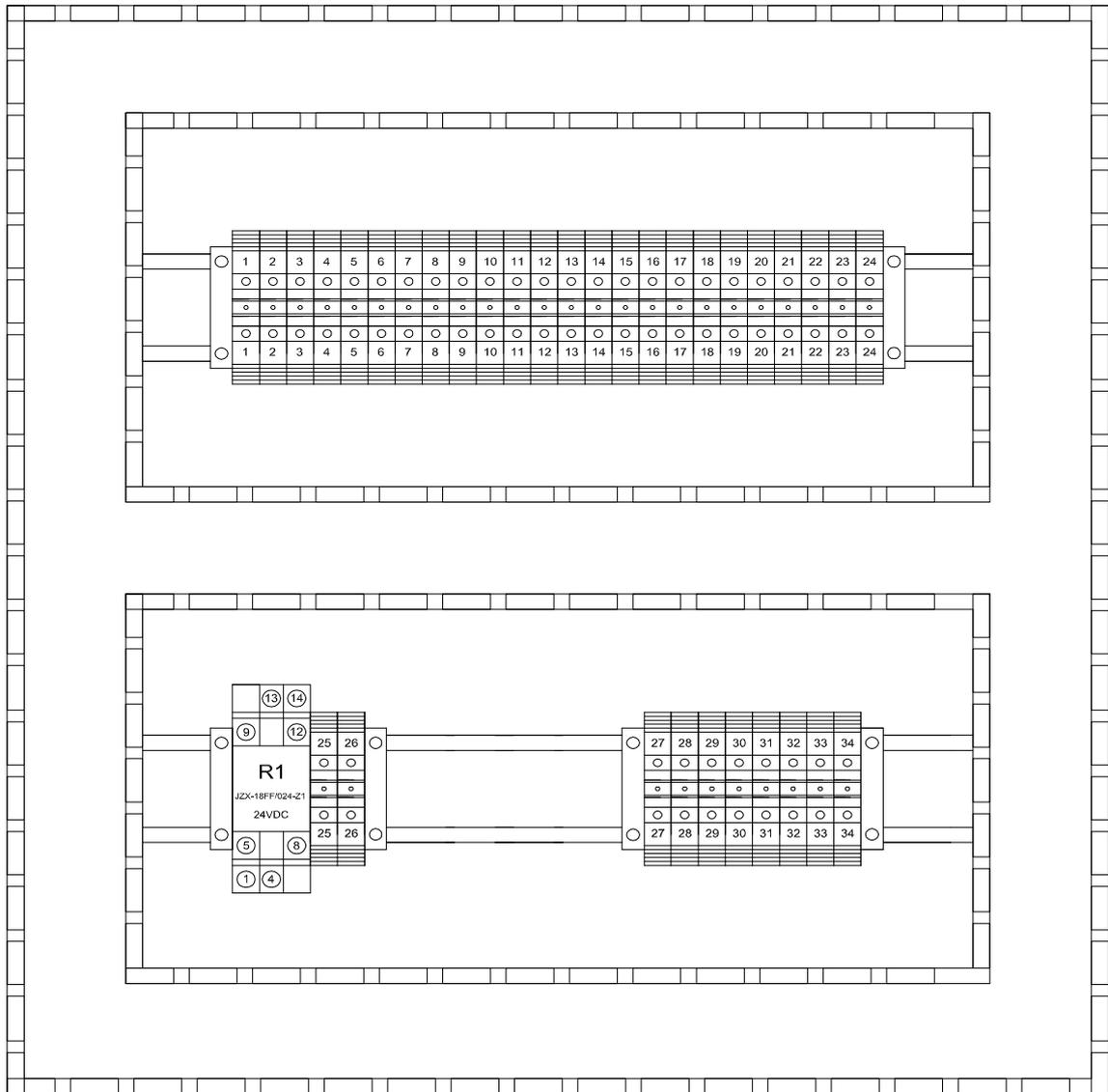
- [11] Honeywell, "Sistemas de Evacuación por Voz en casos de Emergencia," 2006.
- [12] Julio César ALVAREZ, "Sistemas de Evacuación por Voz," *Siemens*, 2009.
- [13] ITEC-Audio, "Sistemas de Evacuación por Voz para Aplicaciones de Evacuación".
- [14] (2012, Mayo) Enciclopedia libre. [Online].
http://es.wikipedia.org/wiki/Procesador_digital_de_se%C3%B1al
- [15] Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0. Wikipedia. [Online]. http://es.wikipedia.org/wiki/Procesador_digital_de_se%C3%B1al
- [16] "Optimus, Sonido y Comunicación," 2010.
- [17] Francisco José Toledo Rodríguez, *Sistemas de audio distribuido de voltaje constante*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, 2005.
- [18] Juan J NOGALES G, "Los Sistemas de Megafonía para Aplicaciones de Evacuación y Emergencia," no. 37, 2008.

ANEXOS

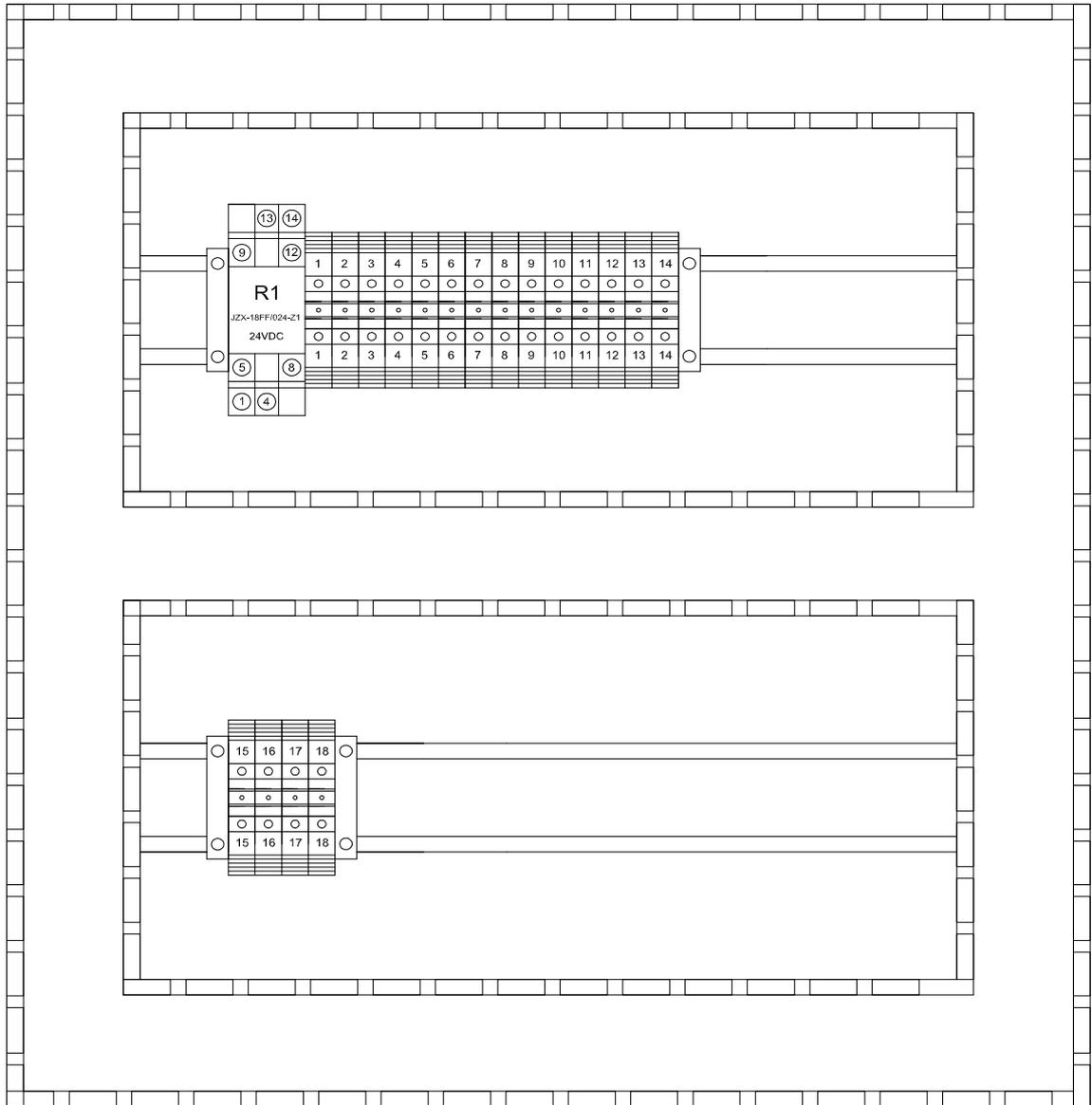
ANEXO A

TABLEROS ELÉCTRICOS DE
BORNERAS DE PASO

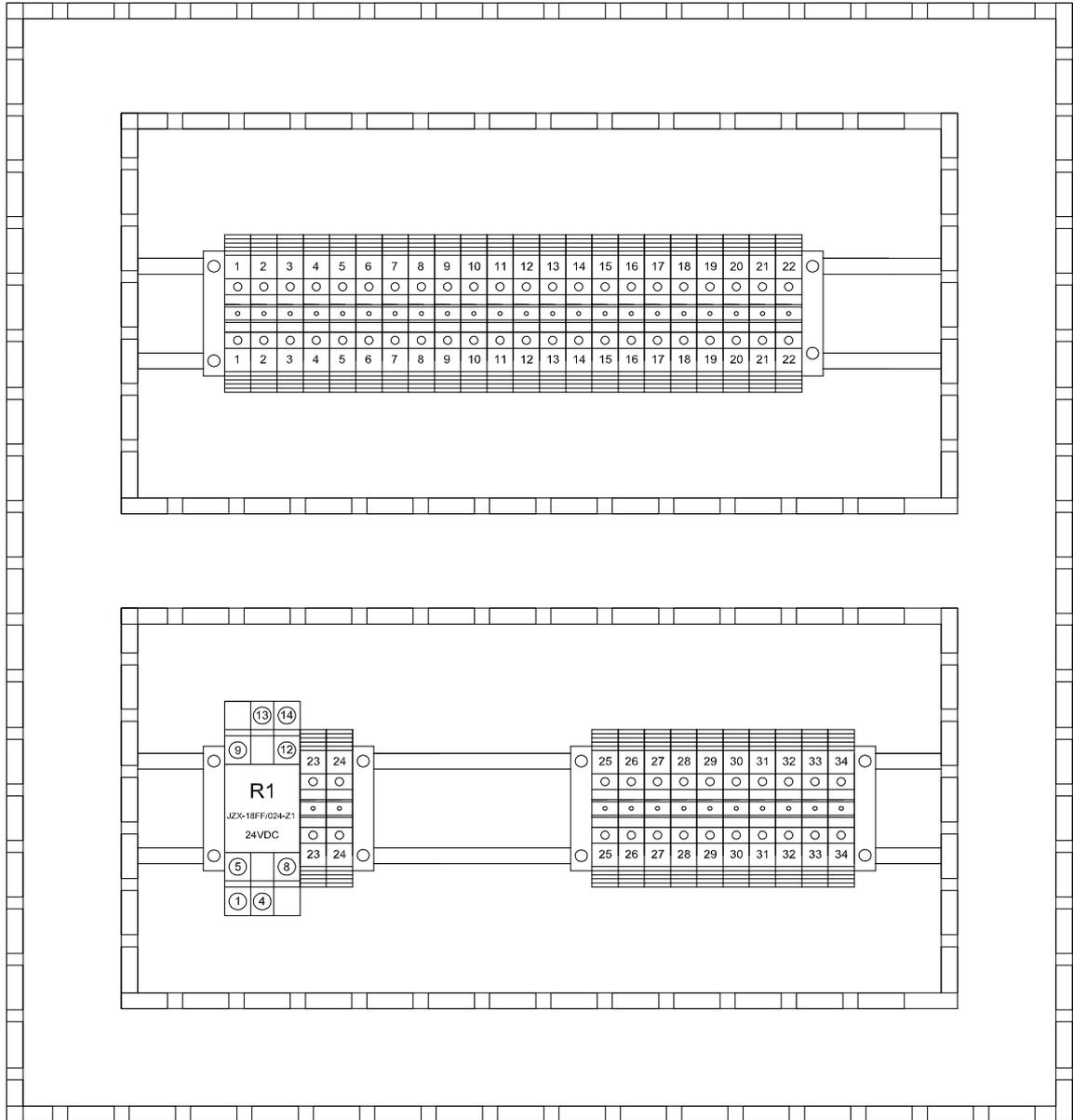
TSA-PPA: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de primer piso lado A.



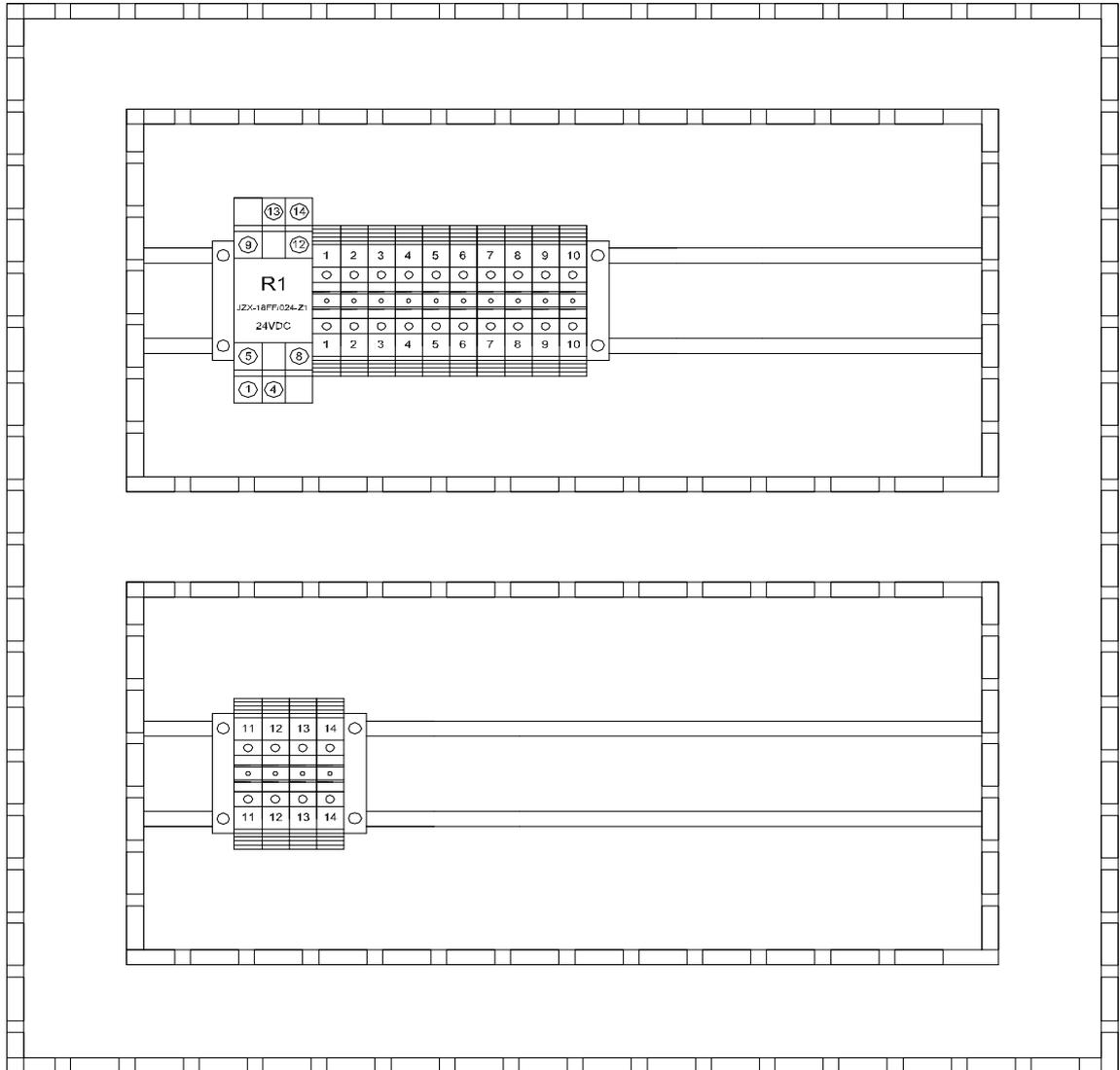
TSA-PPB: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de primer piso lado B.



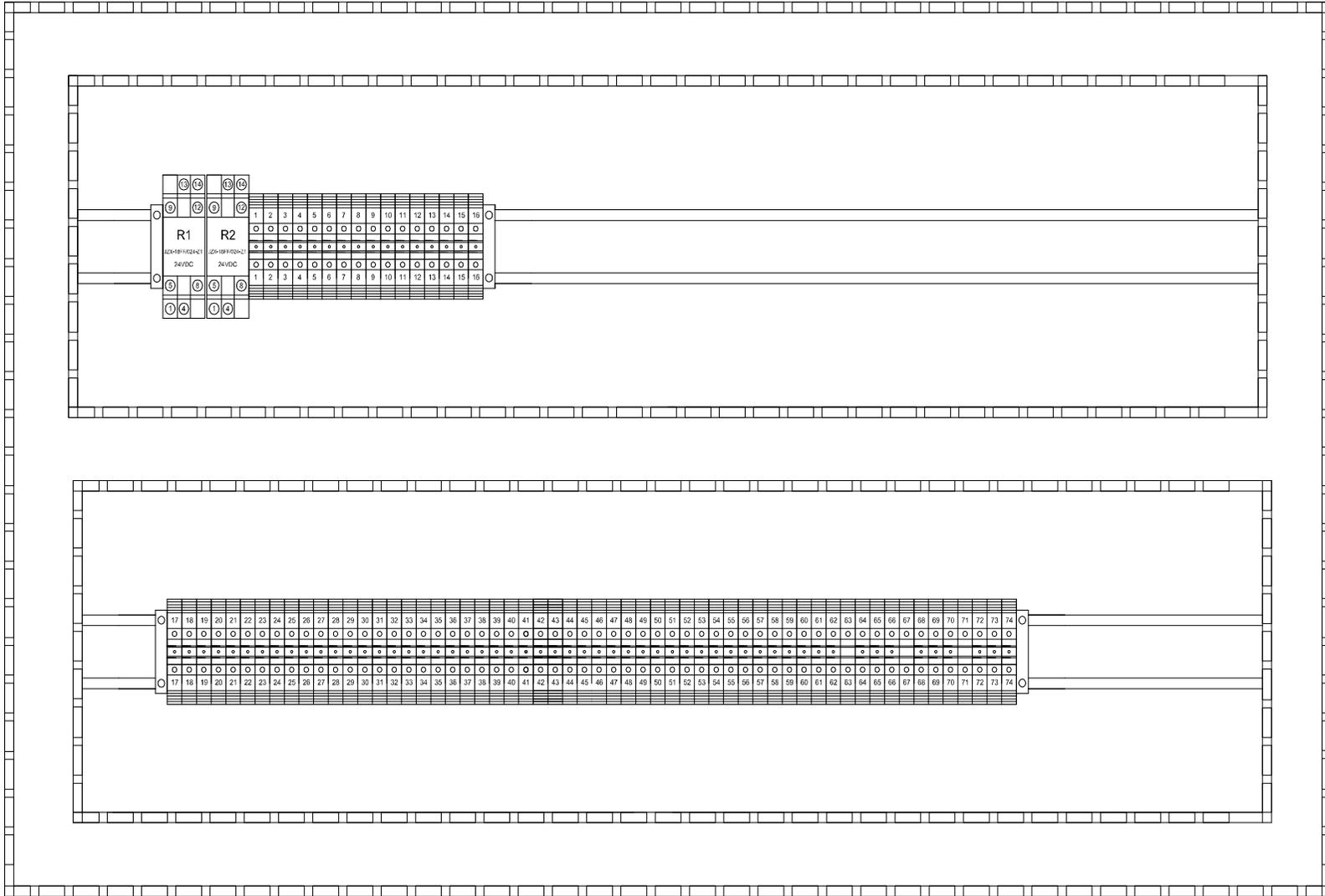
TSA-PBA: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de planta baja lado A.



TSA-PBB: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de planta baja lado B.



TSA-S1A: Tablero de Sonido y Audio Evacuación de subsuelo 1 lado A.



ANEXO B

DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE LOS
TABLEROS ELÉCTRICOS DE
BORNERAS DE PASO

Diagrama esquemático de conexión del tablero TSA-PPA.

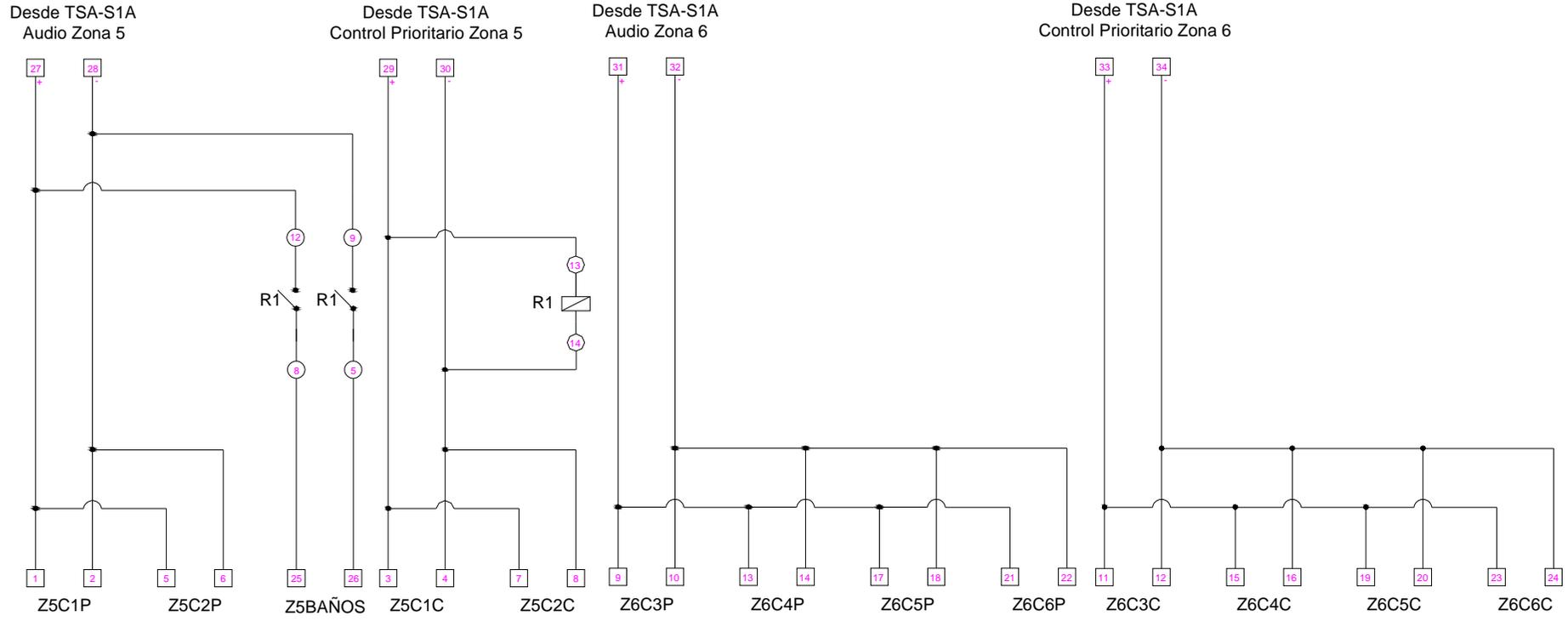
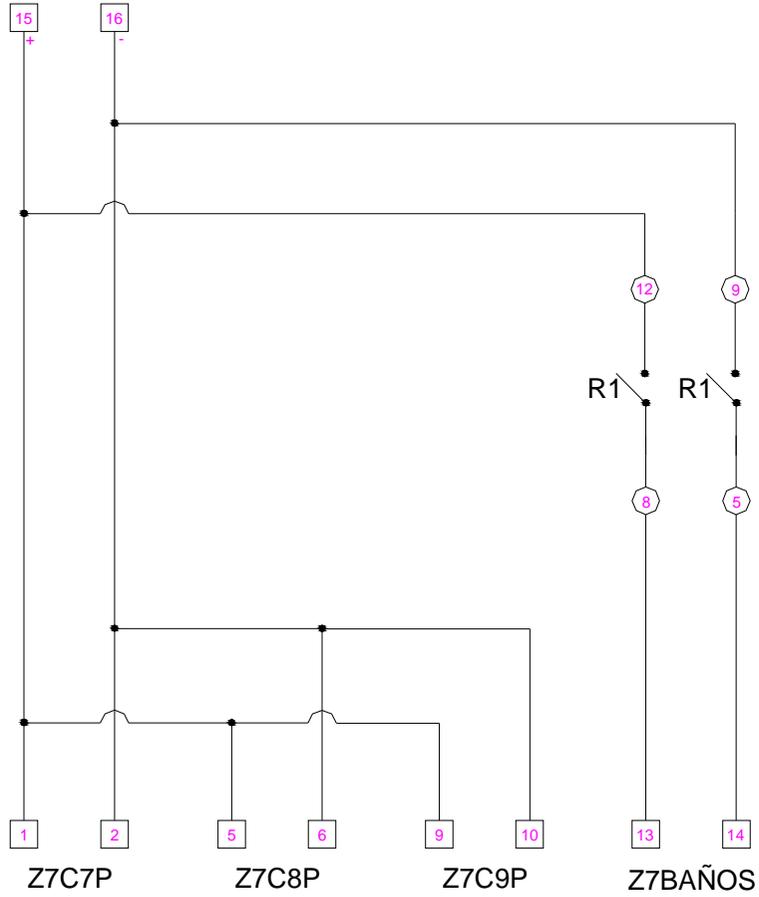


Diagrama esquemático de conexión del tablero TS-PPB.

Desde TSA-S1A
Audio Zona 7



Desde TSA-S1A
Control Prioritario Zona 7

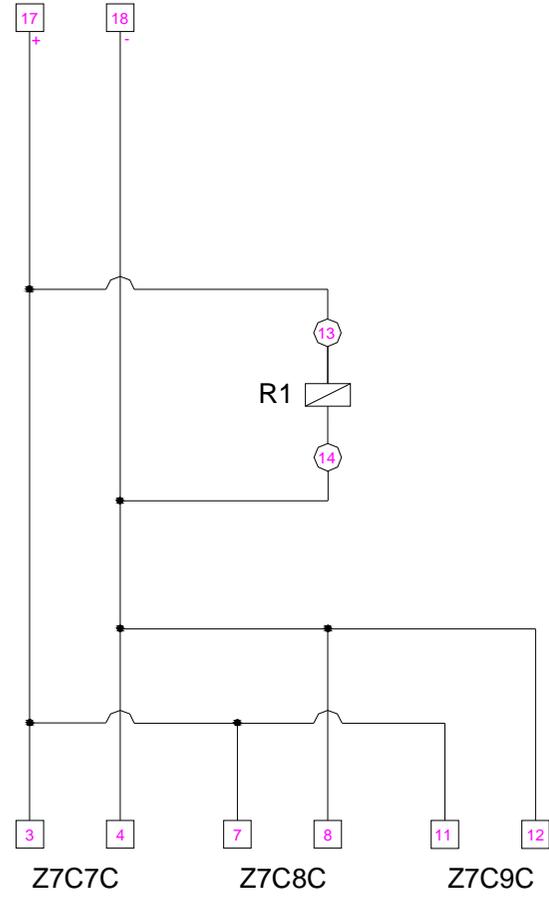


Diagrama esquemático de conexión del tablero TSA-PBA.

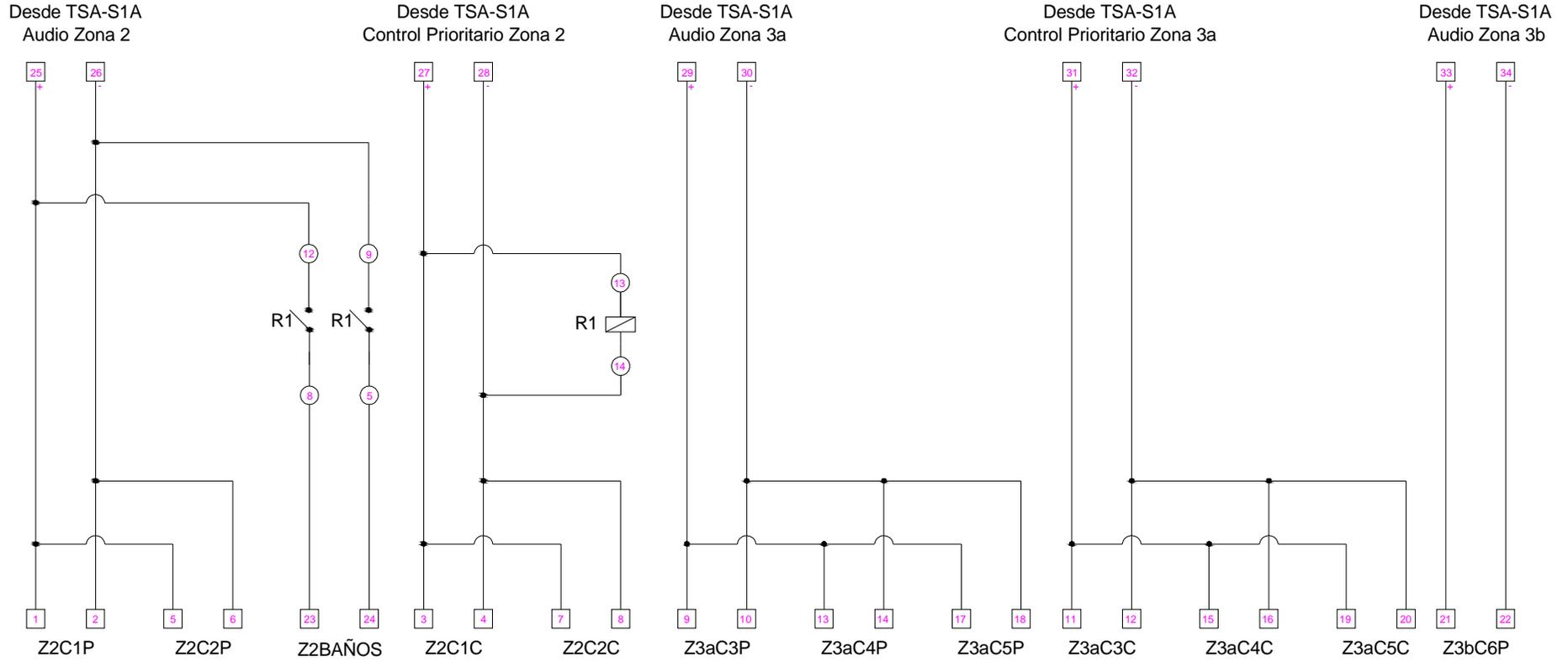
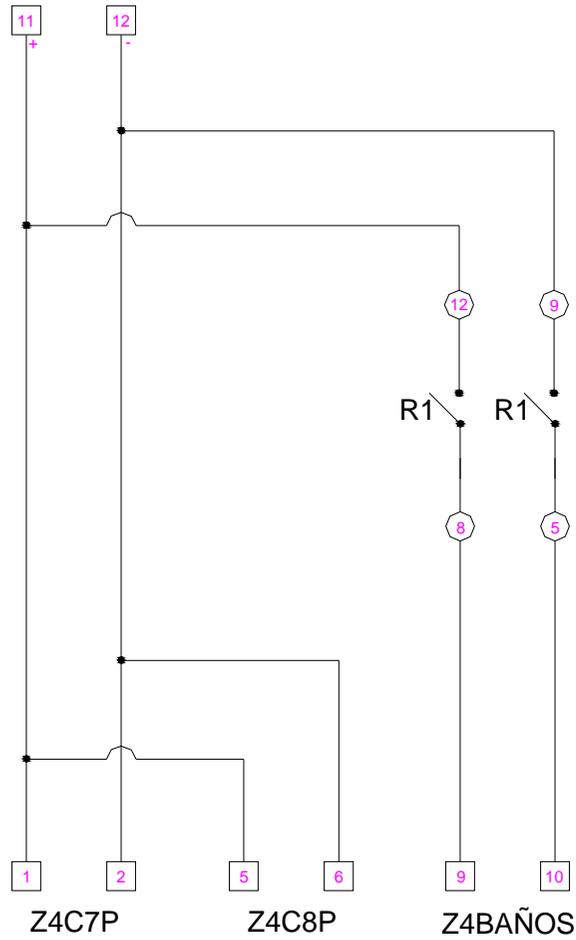


Diagrama esquemático de conexión del tablero PSA-PBB.

Desde TSA-S1A
Audio Zona 4



Desde TSA-S1A
Control Prioritario Zona 4

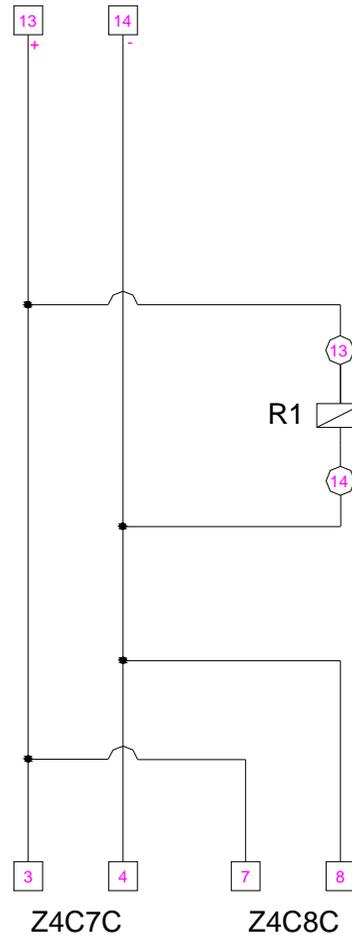
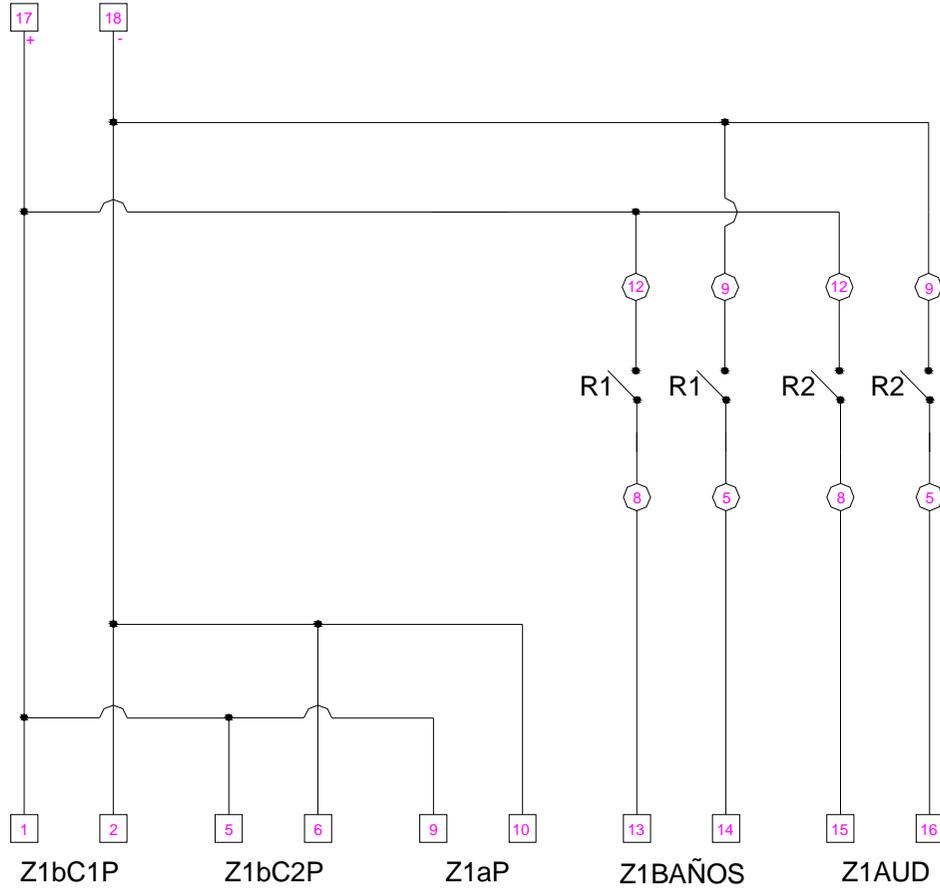


Diagrama esquemático de conexión del tablero TSA-S1A, cableado del piso.

Desde TSA-S1P
Audio Zona 1



Desde TSA-S1P
Control Prioritario Zona 1

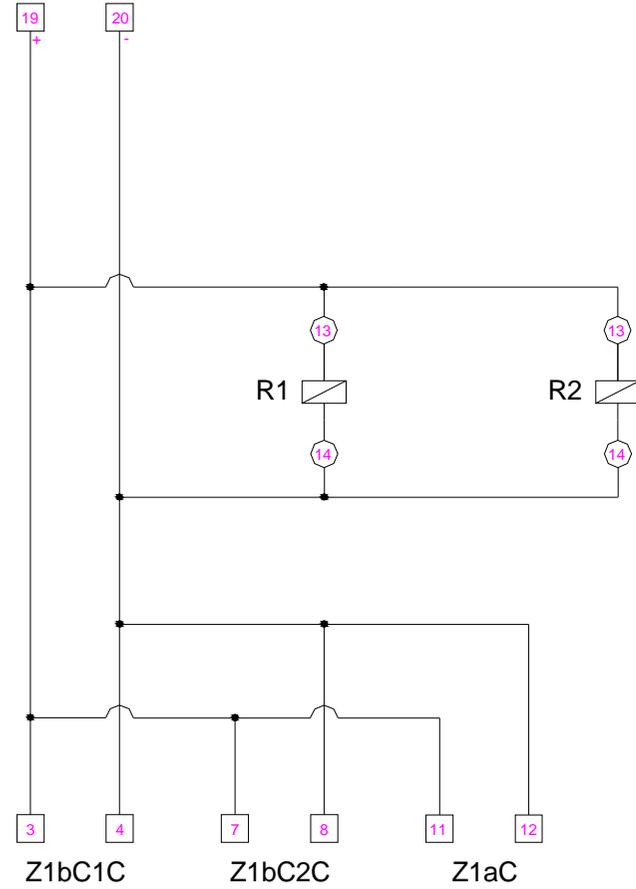


Diagrama de conexión de tablero de conexión TSA-S1A. Llega cableado de todo el edificio.



ANEXO C

DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS DE
TABLEROS PARA EDIFICACIONES
EXTERIORES

Diagrama Esquemático de conexión del tablero ubicado en outlet.

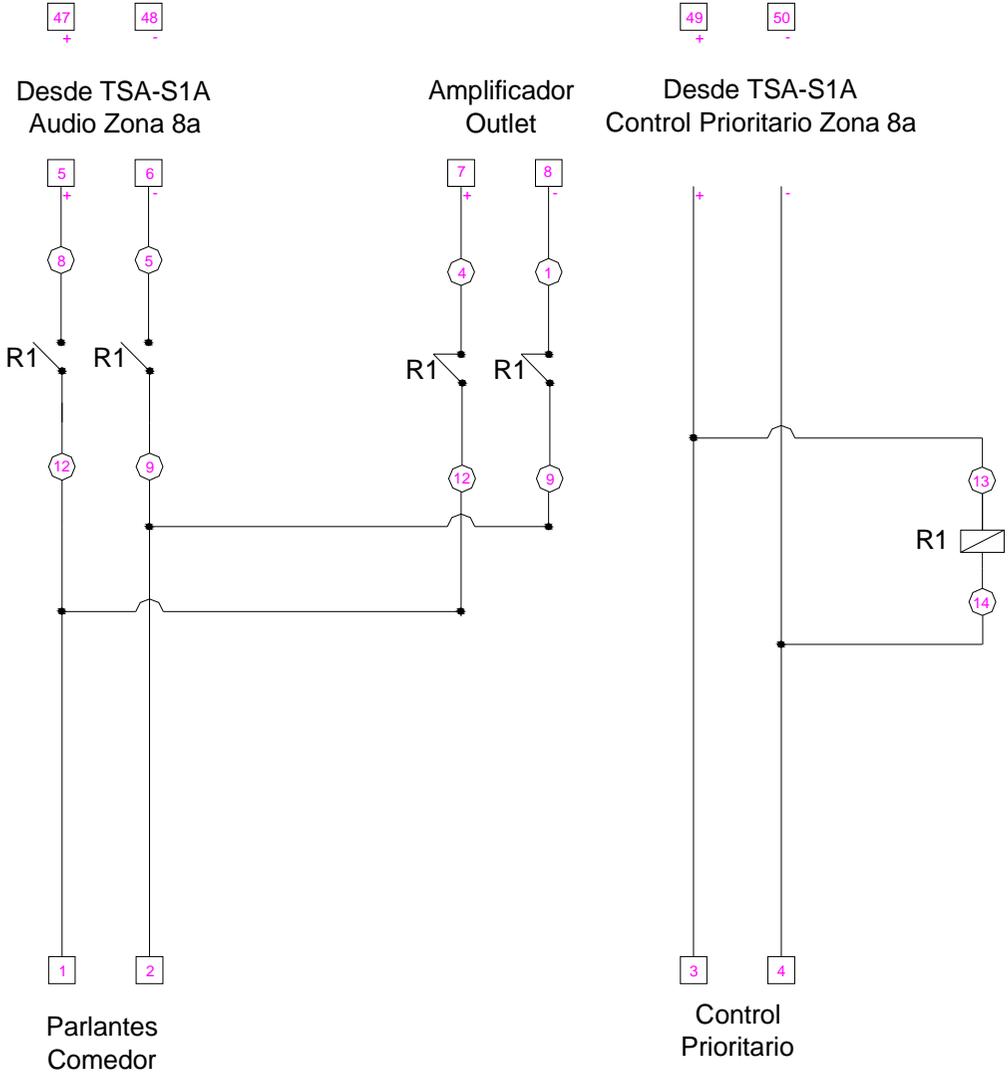


Diagrama esquemático de conexión del tablero ubicado en comedor.

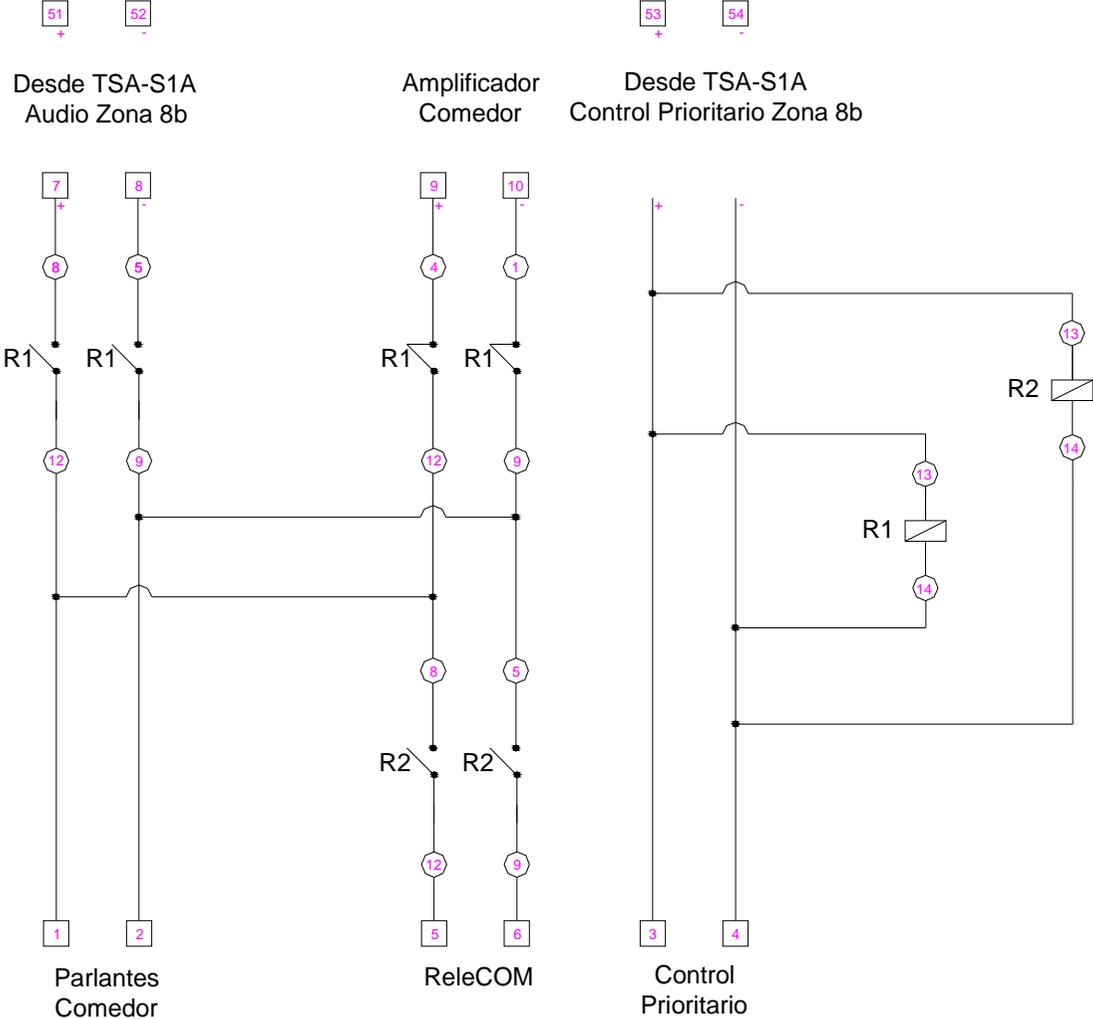


Diagrama esquemático de conexión del tablero ubicado en enfermería.

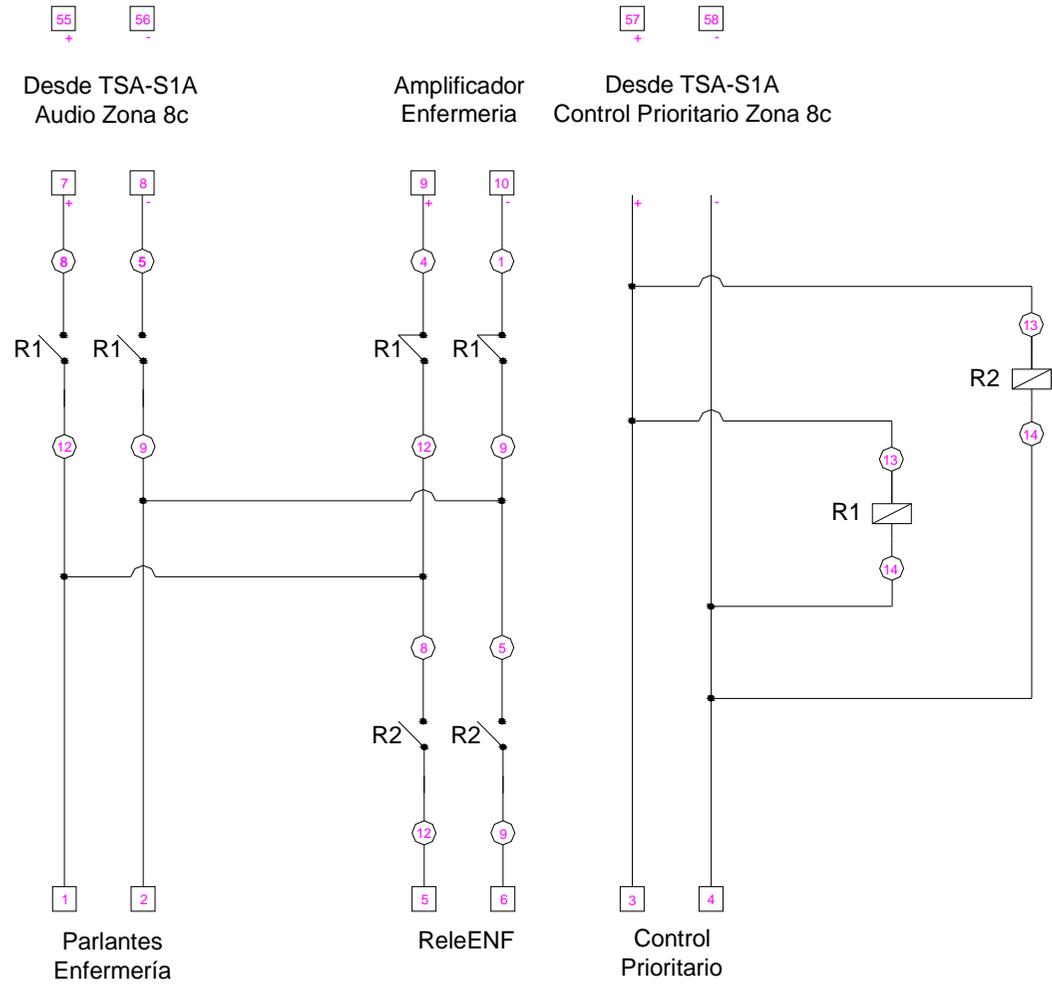
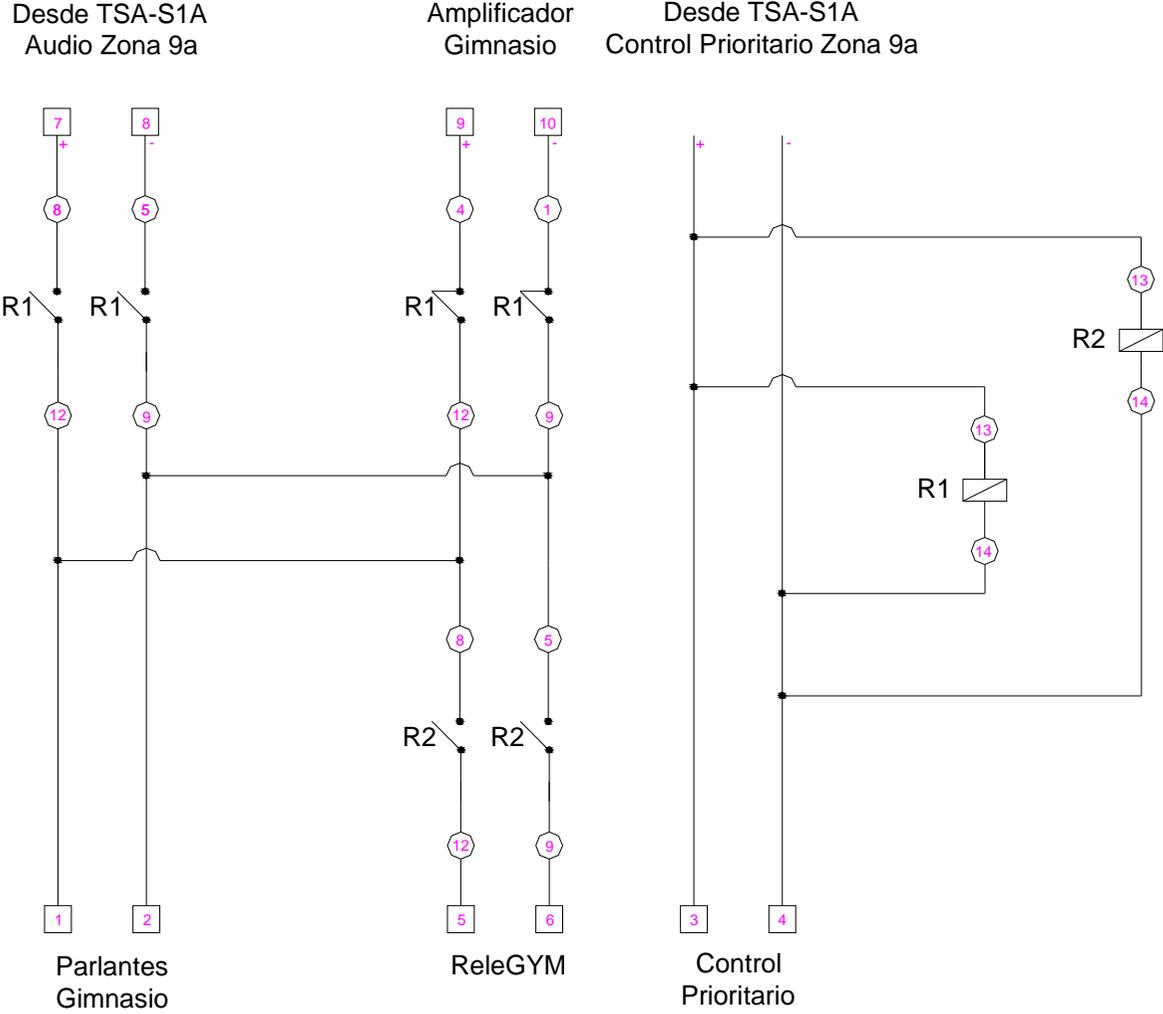


Diagrama esquemático de conexión de tablero ubicado en gimnasio.



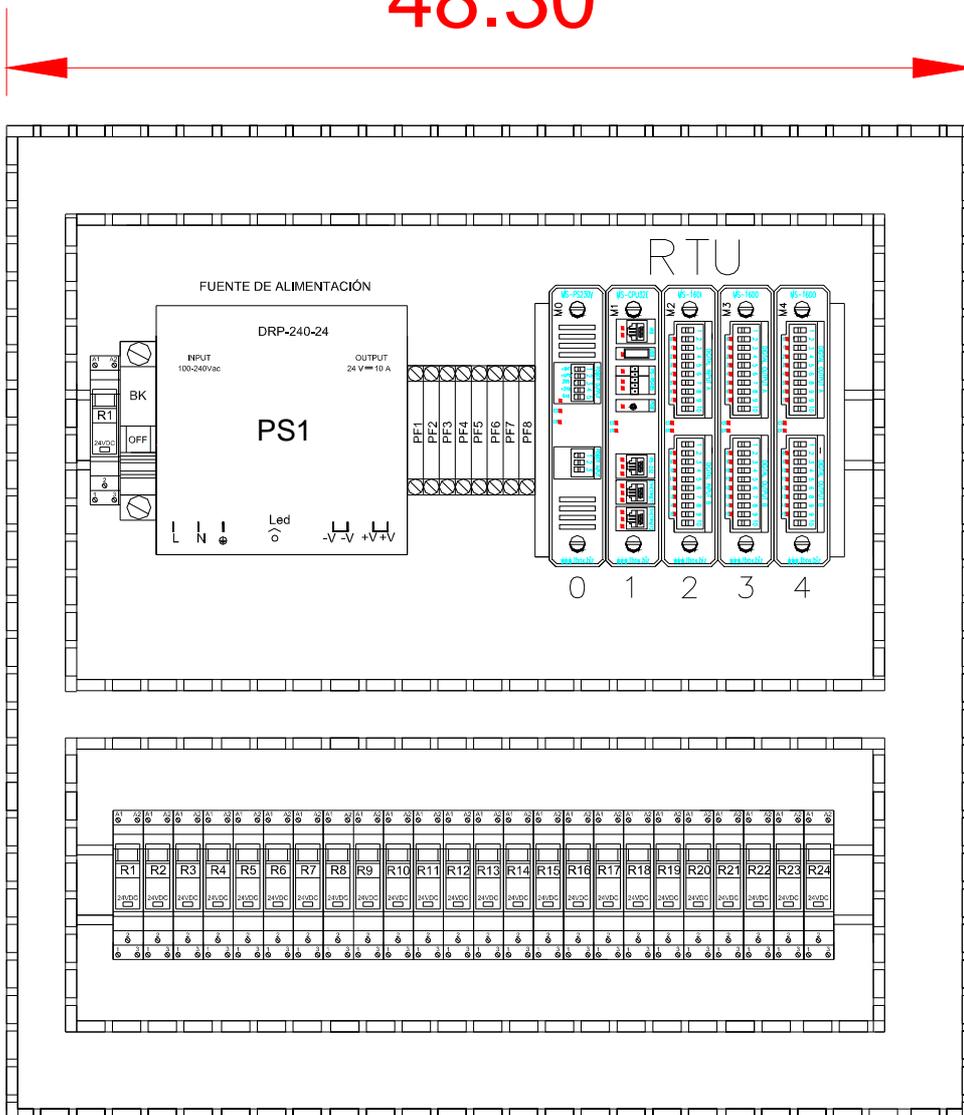
ANEXO D

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL TABLERO DE CONTROL

PARTE FRONTAL

48.30

50.00



PARTE POSTERIOR

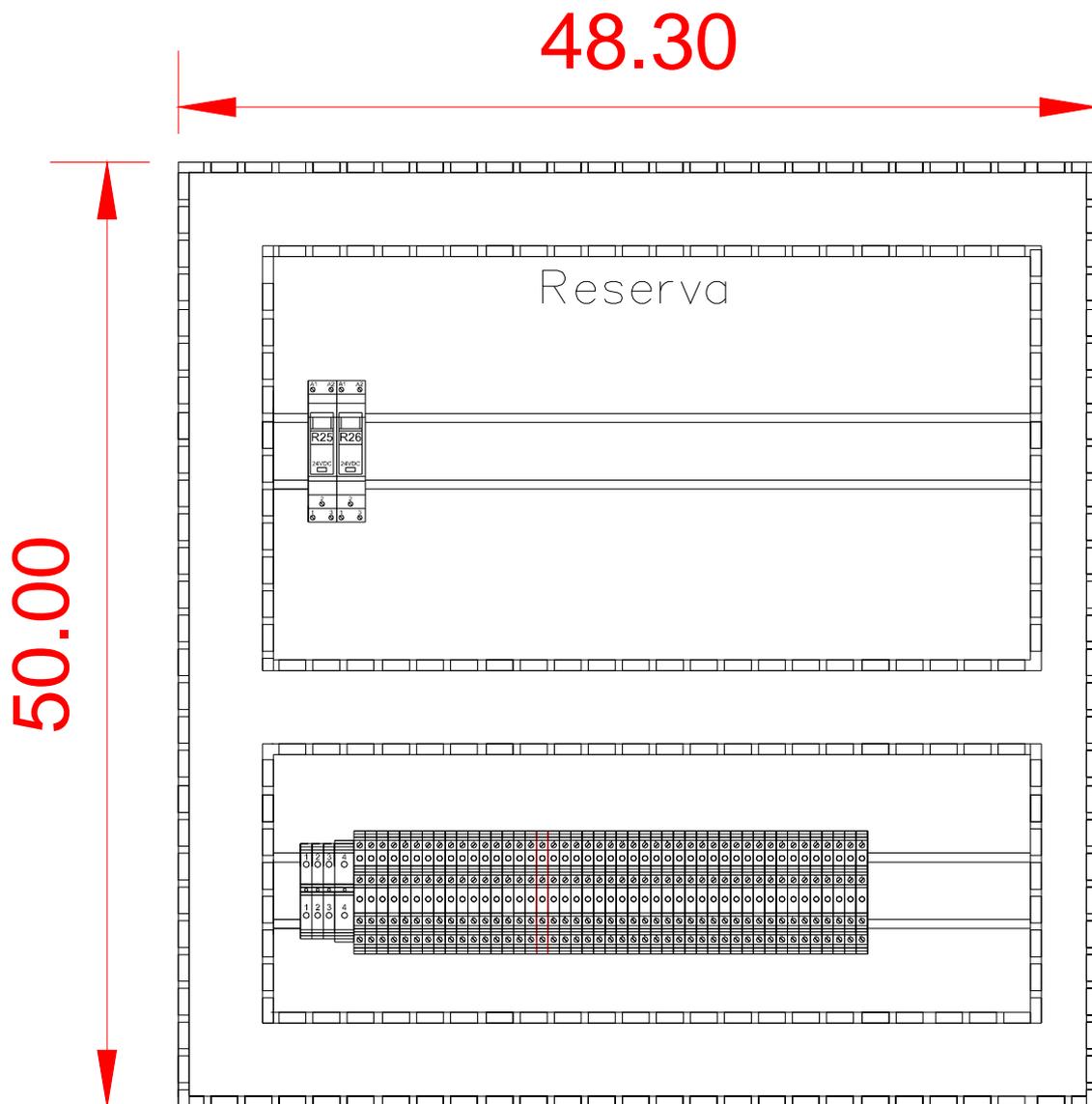


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CONEXIÓN-ALIMENTACIÓN AC

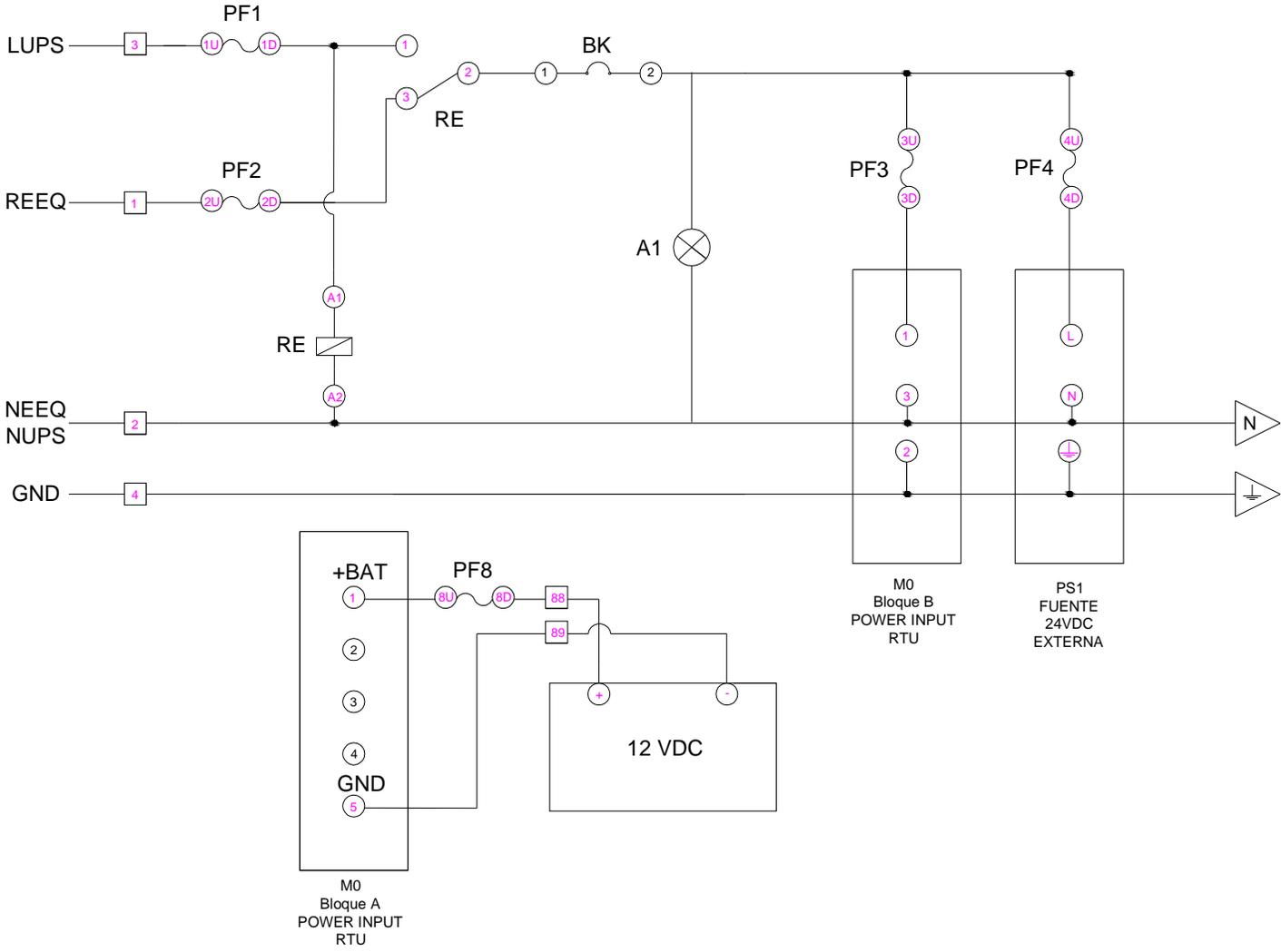


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CONEXIÓN-ALIMENTACIÓN DC

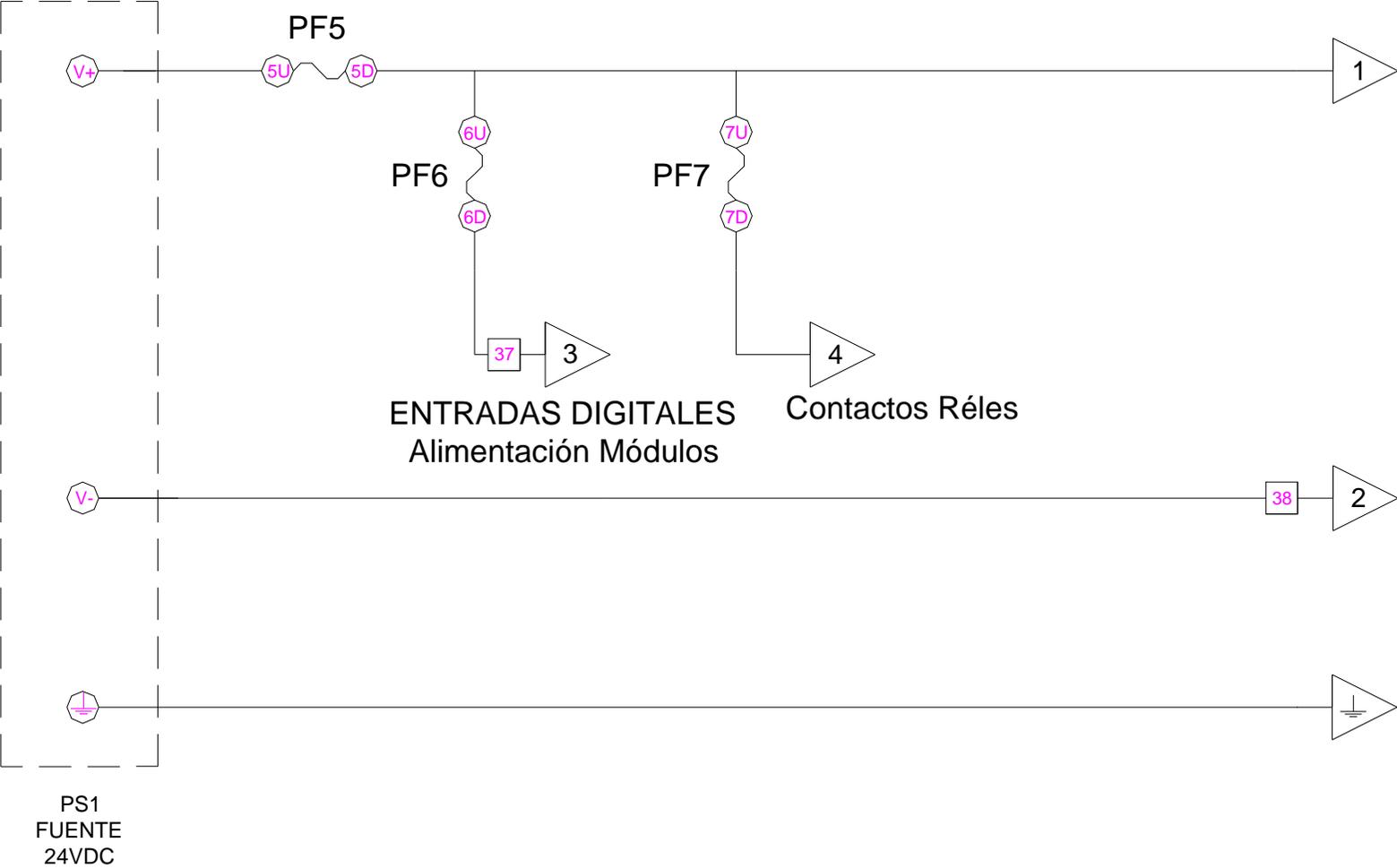


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CONEXIÓN-ENTRADAS DIGITALES 1

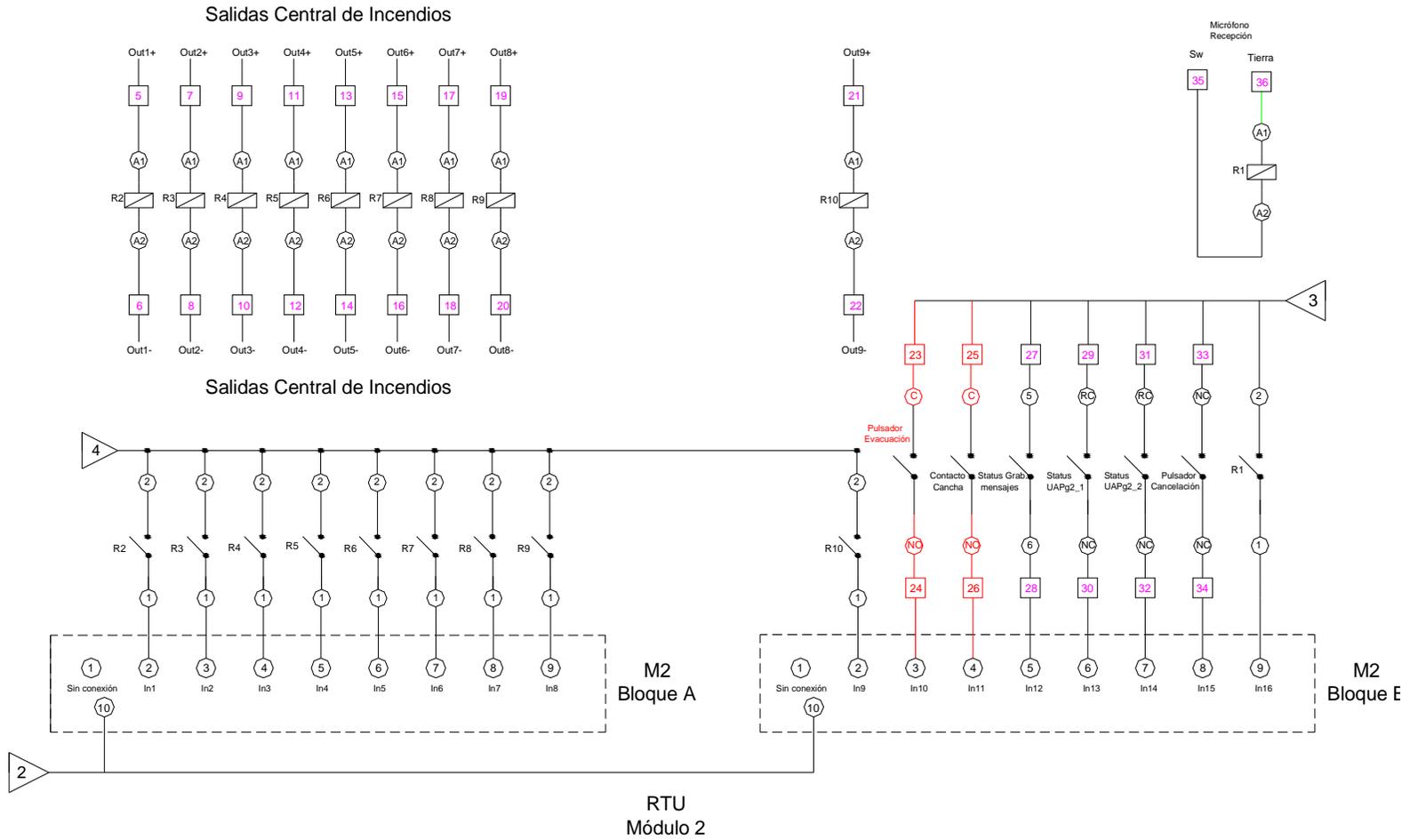


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CONEXIÓN-ENTRADAS DIGITALES 2

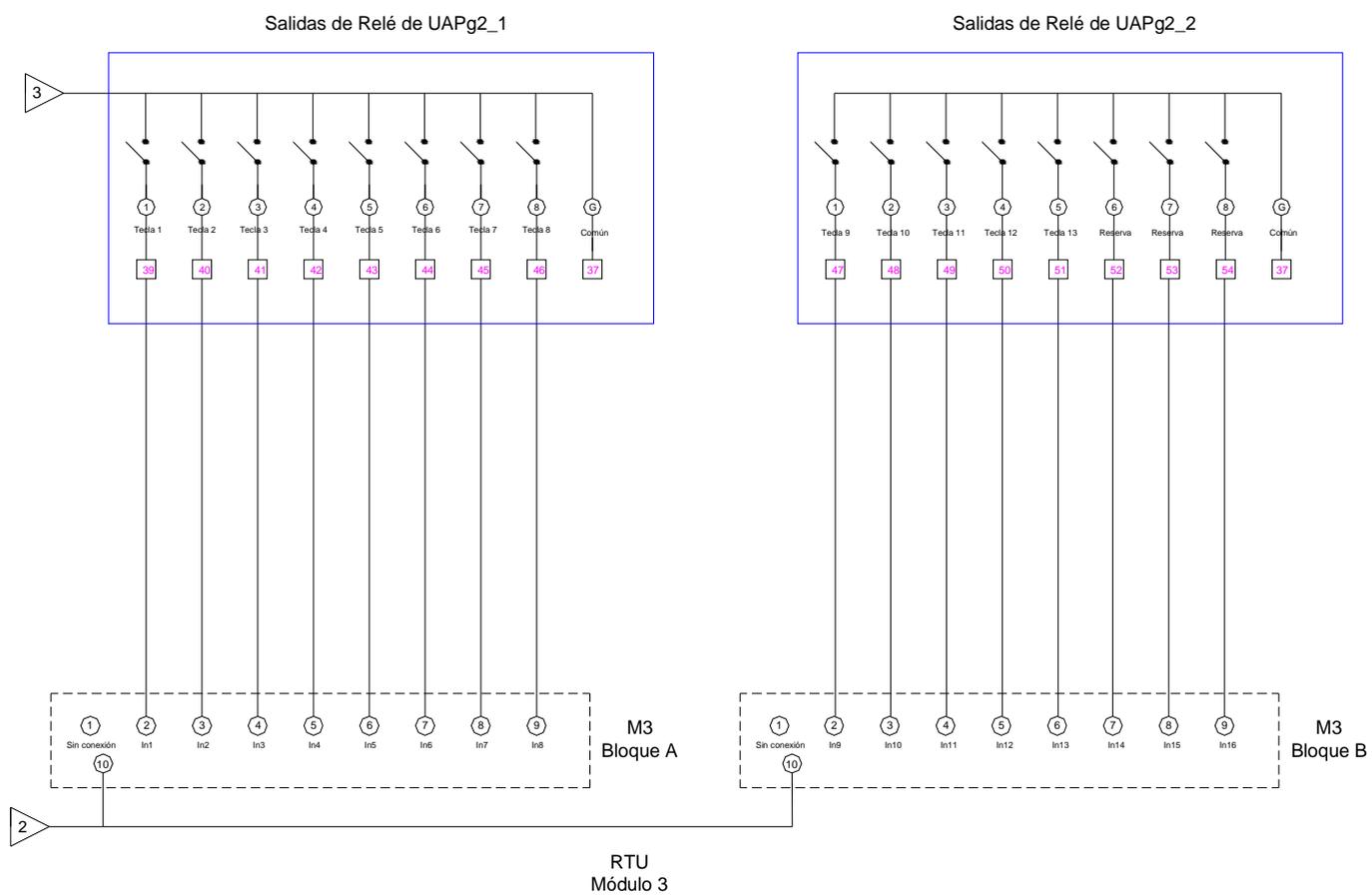
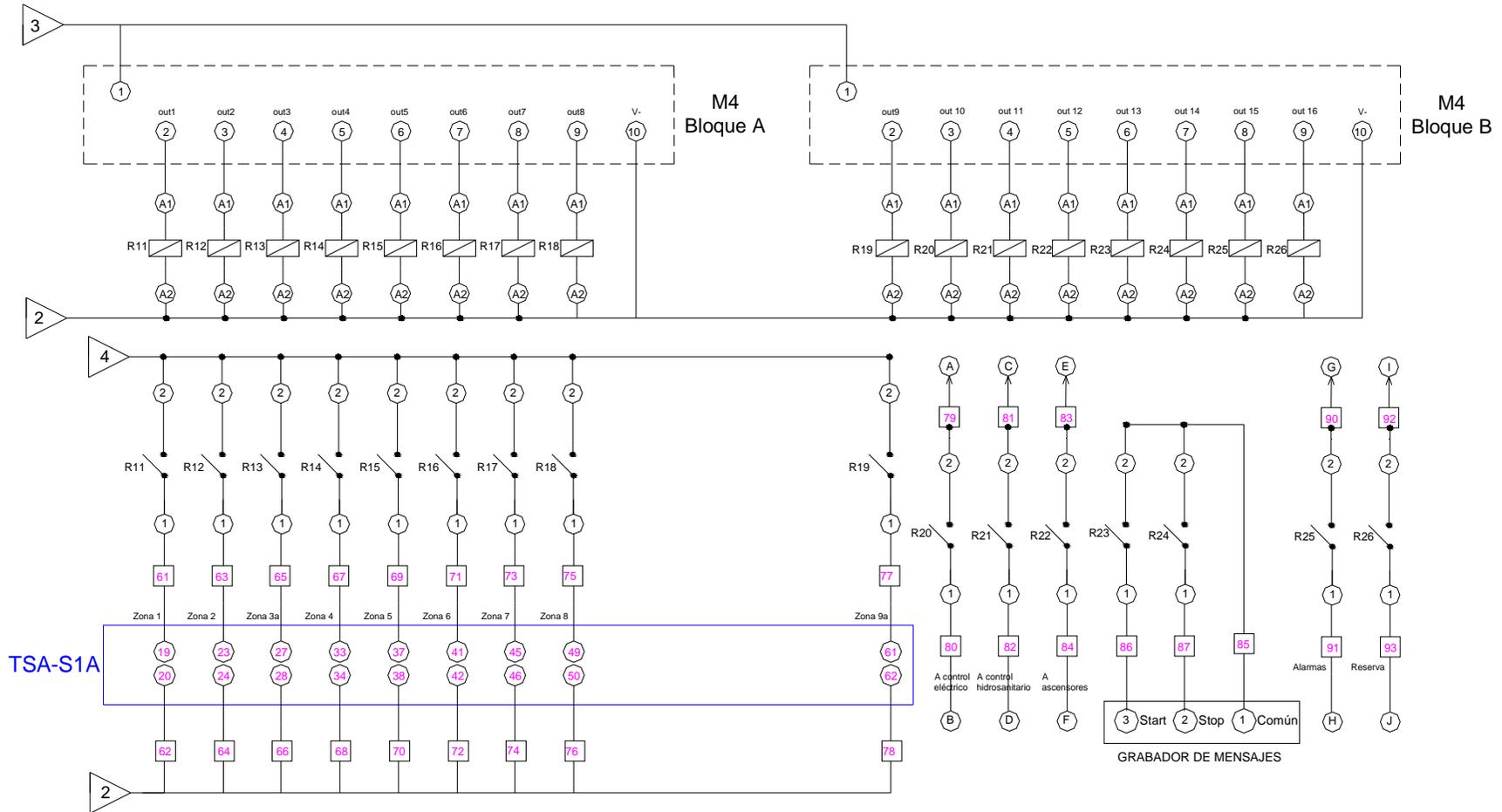


DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE CONEXIÓN-SALIDAS DIGITALES



ANEXO E

MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA DE CONTROL DE AUDIO EVACUACIÓN Y MÚSICA AMBIENTAL

1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad todos los edificios de gran tamaño requieren de un Sistema de Audio Evacuación, el cual se encuentre interconectado a la Central de Incendios y en caso de una emergencia, éste proporcione instrucciones específicas, tranquilizantes y comprensibles a los ocupantes del edificio, que los guíen hacia las salidas seguras durante una emergencia.

El sistema en funcionamiento cotidiano reproduce música ambiental y anuncios para el personal del edificio, en cambio en funcionamiento de emergencia el sistema silencia la música ambiental y activa de forma automática un mensaje que es enviado a todas las instalaciones.

2. PANTALLA DE VISUALIZACIÓN Y CONTROL.

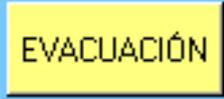
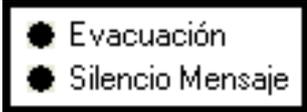
El control realizado permite el monitoreo constante del sistema. Se puede visualizar a través de las dos pantallas que funcionan como Interfaz Humano Máquina, las mismas que están ubicadas en el cuarto de seguridad y recepción respectivamente.

Deben poseer la siguiente información:

- Indicadores de anuncio de micrófono de seguridad.
- Indicadores de música ambiental.
- Pulsadores para la selección de la fuente de música ambiental.
- Pulsadores para emitir anuncios desde el micrófono de recepción
- Indicador de comunicación con el Sistema de control
- Indicador de comunicación con el Sistema de Audio.
- Pulsador de evacuación total.
- Indicador de silencio del mensaje de evacuación.
- Indicador de pulsador de evacuación.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LOS ELEMENTOS.

Las pantallas de visualización y control del sistema poseen los siguientes elementos:

Elemento	Descripción
	Pulsador para enviar un anuncio por medio del Micrófono de Recepción.
	Indicadores de anuncio de Cuarto de Seguridad y Música Ambiental.
	Permite seleccionar la Fuente de Música Ambiental suministrada a las instalaciones.
	Indicadores de Comunicación del Sistema.
	Pulsador de Evacuación Total.
	Indicadores del pulsador de evacuación y silencio del mensaje.

4. PANTALLA PRINCIPAL

En la pantalla principal se visualiza los pulsadores e indicadores del sistema. Como default se escucha música ambiental en todas las instalaciones.

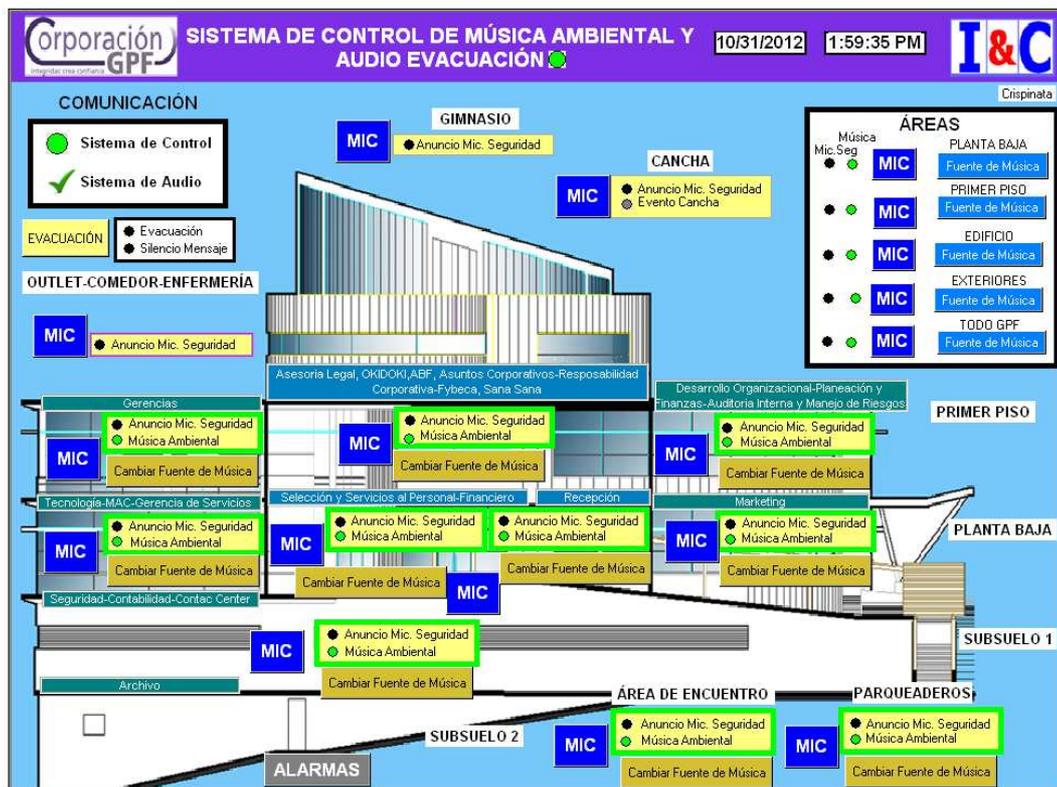


Ilustración 1

- Anuncio micrófono de Seguridad

Para realizar un anuncio primero se selecciona la tecla correspondiente a la zona en el micrófono con panel y se mantiene presionado el botón “Push To Talk” del teclado que forma parte de él. Se visualiza lo siguiente mientras se lleva a cabo el anuncio: Ilustración 2.

- Anuncio micrófono de Recepción.

Para realizar un anuncio a alguna zona del Proyecto primero seleccionar la zona en el panel táctil presionando el botón respectivo de la zona, después presionar el “Push To Talk” del micrófono. El anuncio se escuchará por el transcurso de tiempo que mantenga presionado el botón “Push To Talk”. Ilustración 3.

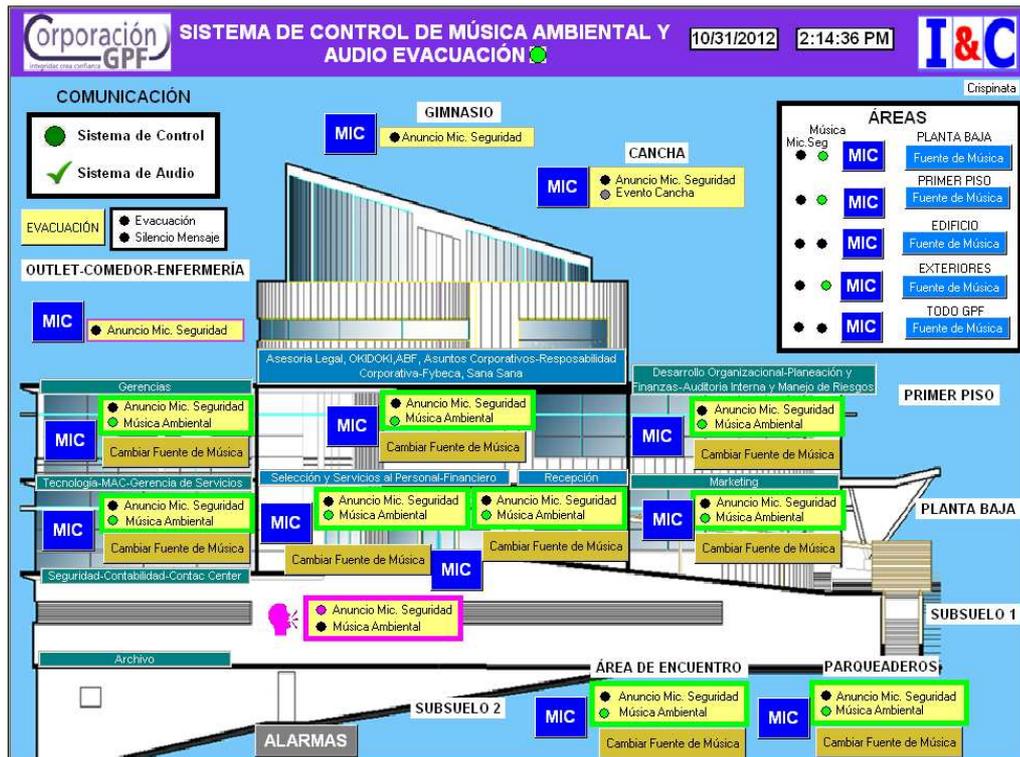


Ilustración 2

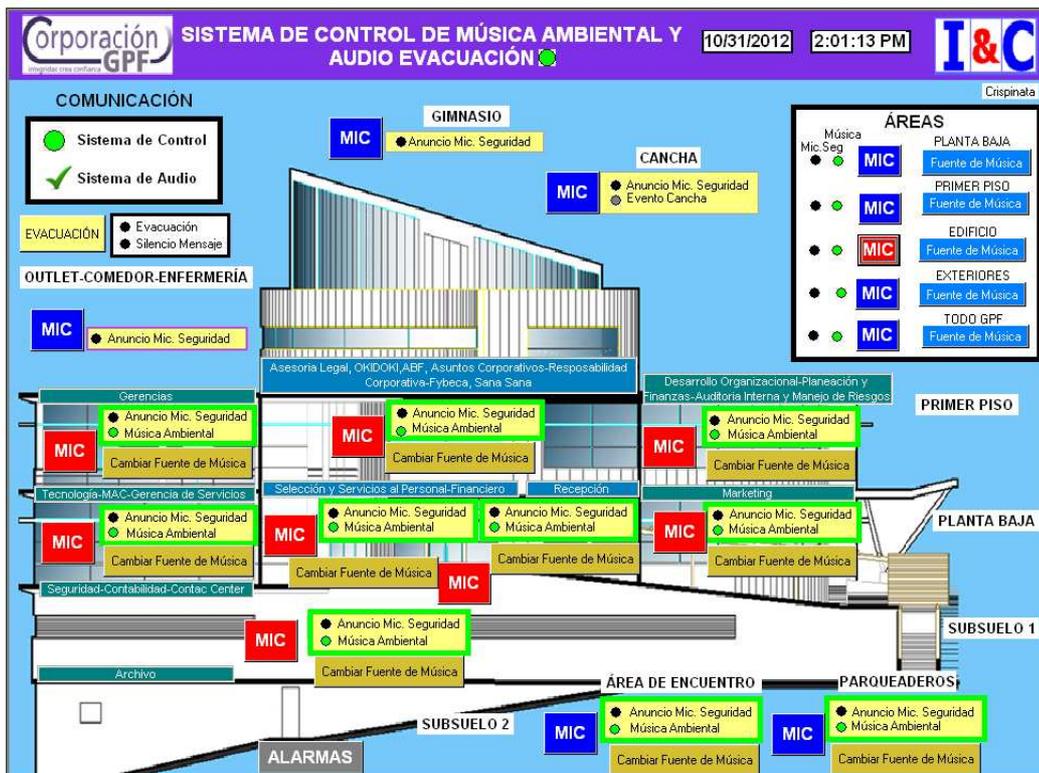


Ilustración 3

- Emergencia

Si se presiona el pulsador de evacuación o se ha detectado una alarma de incendio se visualizará lo siguiente:

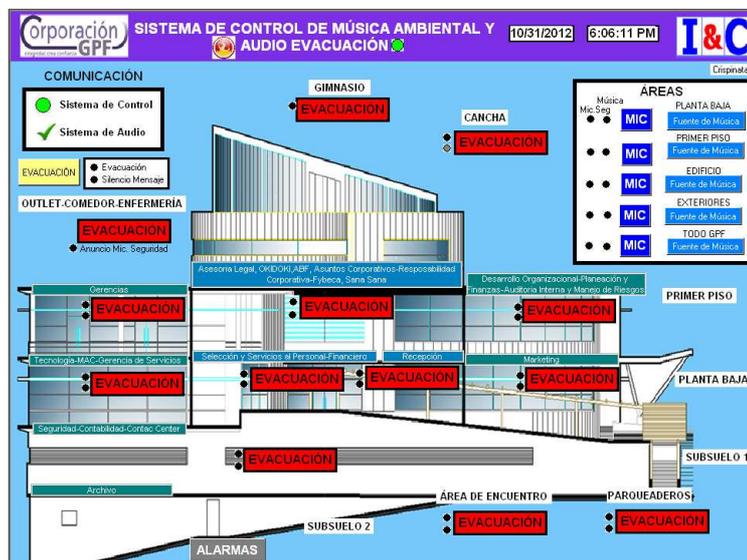


Ilustración 4

5. PANTALLA DE ALARMAS.

Para acceder a la pantalla de alarmas, hacer click sobre el pulsador alarmas y aparece la siguiente ventana:



Ilustración 5