

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

**Diseño de un Sistema Paging para la mejora en el acceso a
la comunicación en una empresa del sector minero**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Sistemas

Autor:

Ángel Gabriel Haro Atalaya

Asesor:

Fernando Manuel Asin Gómez

Lima, abril de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

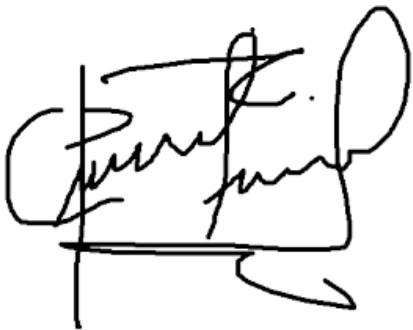
Fernando Manuel Asin Gomez, de la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**DISEÑO DE UN SISTEMA PAGING PARA LA MEJORA EN EL ACCESO A LA COMUNICACIÓN EN UNA EMPRESA DEL SECTOR MINERO**” constituye la memoria que presenta el Bachiller Ángel Gabriel Haro Atalaya para obtener el título de Profesional de Ingeniero de Sistemas, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 31 días del mes de Marzo del año 2022.



Fernando Manuel Asin Gomez

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 25 días día(s) del mes de Junio del año 2021 siendo las 08:30 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: Dra. Erika Inés Acuña Salinas, el secretario: Mg. Daniel Lévano Rodríguez ... y los demás miembros: Mg. Geraldine Verónica Alvizuri Llerena y el Mg. Benjamín David Reyna Barreto y el y el asesor Mg. Fernando Manuel Asín Gomez, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Diseño de un Sistema Paging para la mejora en el acceso a la comunicación en una empresa del sector minero"

.....de el(los)/la(las) bachilleres: a).....ANGEL GABRIEL HARO ATALAYA.....

.....b).....

.....conducente a la obtención del título profesional de

.....INGENIERO DE SISTEMAS
(Nombre del Título Profesional).....

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando ...a los ... candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del Jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por ... los ... candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del Jurado.

Posteriormente, el Jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): ANGEL GABRIEL HARO ATALAYA

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó ... a los ... candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Dra. Erika Inés
Acuña Salinas



Secretario
Mg. Daniel
Lévano
Rodríguez

Asesor
Mg. Fernando
Manuel Asín
Gomez

Miembro
Mg. Geraldine
Verónica Alvizuri
Llerena

Miembro
Mg. Benjamín
David Reyna
Barreto

Candidato/a (a)
Angel Gabriel Haro
Atalaya

Candidato/a (b)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	4
1.0 Resumen.....	5
2.0 Introducción.....	6
3.0 Métodos.....	7
4.0 Resultados.....	7
4.1. Descripción del sistema.....	7
4.2. Sistema de perifoneo.....	8
5.0 Configuración del sistema.....	09
5.1. IP Flush Master Station.....	09
5.2. Network horn loudspeaker (ELSII 10h), TFIE-6 y TKIE-2.....	11
5.3. Amplificador ENA2200 y Amplificador ENA2100.....	13
5.4. Servidor ICX500.....	14
5.5. Vingtor stentofon operato.....	14
6.0 Pruebas FAT de los componentes del sistema.....	16
7.0. Discusión.....	17
8.0. Conclusiones.....	19
9.0. Referencias.....	20
10.0. Información de los autores.....	20

1.0 Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo diseñar un sistema paging para la mejora en el acceso a la comunicación en una empresa minera, proponiéndose un sistema de intercomunicadores de emergencia para las zonas de planta y taller camiones, correa Overland, entre otros; basado en los equipos, servidores y software de la marca Vingtor-Stentofon. Los equipos del sistema de megafonía, como las estaciones de intercomunicación y los altavoces, se conectarán a conmutadores Ethernet estándar. El sistema paging utilizará los datos del proyecto y fue configurado de manera que cualquier pérdida de un solo dispositivo no afecte negativamente al sistema en su conjunto. Tendrá la capacidad de enviar alertas por SMS y transmitir mensajes a través del enlace de radio Sistema y el Sistema de Telefonía IP. El sistema podrá proporcionar una comunicación integrada, centralizada y altamente fiable, y garantizar la seguridad en la mina.

Palabras clave

Conmutadores, intercomunicadores, megafonía, paging, servidores y software.

Abstract

The present study had the objective of designing a paging system to improve the access to communication in a mining company, proposing an emergency intercom system for the plant and truck workshop areas, Overland belt, among others; based on the equipment, servers and software of the Vingtor-Stentofon brand. The public address system equipment, such as intercom stations and loudspeakers, will be connected to standard Ethernet switches. The paging system will use project data and was configured so that any loss of a single device will not adversely affect the system as a whole. It will have the ability to send SMS alerts and transmit messages through the System radio link and the IP Telephony System. The system will be able to provide an integrated, centralized and highly reliable communication, and guarantee the safety in the mine.

Key words:

Switches, intercoms, public address system, paging, servers and software.

2.0 Introducción

La tecnología de las telecomunicaciones en el sector minero ha venido evolucionando desde mediados del siglo pasado, comenzando con la utilización de teléfonos estándares en minas cubiertas, empleando conexión entre cables centrales y anexos, pasando luego a teléfonos antiexplosión; luego surgieron equipos de comunicaciones para para logística y emergencia, posteriormente se implementó la comunicación radial con el sistema “Leaky feeder” [1].

En la actualidad, diversos investigadores coinciden en que la comunicación inalámbrica, han presentado un problema de baja eficiencia de comunicación. Otros inconvenientes presentados se derivan de la corta distancia para obtener una comunicación efectiva y la gran demora [2].

Uno de los principales problemas tecnológicos que presenta la actividad minera, es la transmitir de información o comunicación por la interferencia radial que hay principalmente por las condiciones geológicas, es conocido que las rocas en su densidad hacen un efecto rebote en la señal [3]. La mayoría de los sistemas actuales tienen dificultades para coordinar el intercambio de información y la transmisión de datos después de la aparición de alertas tempranas, alarmas y accidentes. Esto puede resultar en el retraso de la respuesta de emergencia [4].

Estos sistemas a su vez han ido mejorando y haciéndose más ágiles, como es el caso del Sistema Paging, el cual está conformado por tres componentes principales, los dispositivos de entrada, donde se introduce el mensaje que se va a transmitir, dentro de este dispositivo se encuentra la computadora, teléfonos industriales, altavoces, estación de trabajo de operaciones, entre otros; los cuales brindan servicios de comunicación, Alarmas y Mensajes para alertar, mediante un tono, al usuario [5].

La importancia de este proceso radica, en que la comunicación en la minería es sumamente relevante, porque en primera instancia mejora la producción, y en cualquier vicisitud ayuda a salvar vidas, es decir, cuidar el recurso humano, tomando en cuenta, que la minería es una de las industrias donde hay mayor nivel de riesgo para los colaboradores.

Es por ello que, este artículo tiene como objetivo general diseñar un sistema paging para la mejora en el acceso a la comunicación en una empresa del sector minero. Se propone un sistema de intercomunicadores de emergencia para las zonas de planta y taller camiones, correa Overland, entre otros; basado en los equipos, servidores y software de la marca Vingtor-Stentofon.

3.0 Métodos

Se realizó la descripción de los equipos necesarios para el sistema de intercomunicación en las diferentes áreas de la empresa, lo cual fue llevado a cabo mediante la realización de recorridos por las instalaciones de la empresa y entrevistas a responsables de procesos, jefes de área, jefes de equipo, entre otros. Para la identificación de los espacios para la instalación de los diferentes equipos del sistema de intercomunicación y perifoneo, se procedió a establecer en primer paso el desarrollo de la configuración de todos los sistemas involucrados: conexión y configuración de equipos activos, configuración del sistema de perifoneo, configuración en la estación de ingeniería del software de configuración de los equipos, de los despliegues de monitoreo de todo el sistema de perifoneo, y documentación de toda la configuración y entrega en medios electrónicos de las aplicaciones configuradas en el sistema.

Se aplicaron los procedimientos de protocolo de pruebas de aceptación de fábrica para la instalación del sistema paging en una empresa del sector minero, abarcando cada una de las demostraciones, inspecciones físicas, mediciones, y análisis de datos que permitirán validar y verificar el correcto funcionamiento de los equipos bajo prueba.

4.0 Resultados

4.1 Descripción del sistema

Los equipos del sistema de perifoneo, como las estaciones de intercomunicación y los altavoces, se conectarán a conmutadores Ethernet estándar (suministrados por otros) utilizando un cable CAT 6A S/FTP estándar o un cable de fibra óptica en una

configuración en estrella. El sistema paging utilizará los datos del proyecto y será configurado de manera que cualquier pérdida de un solo dispositivo no afecte negativamente al sistema en su conjunto. La arquitectura del sistema Paging se muestra en la figura 1.

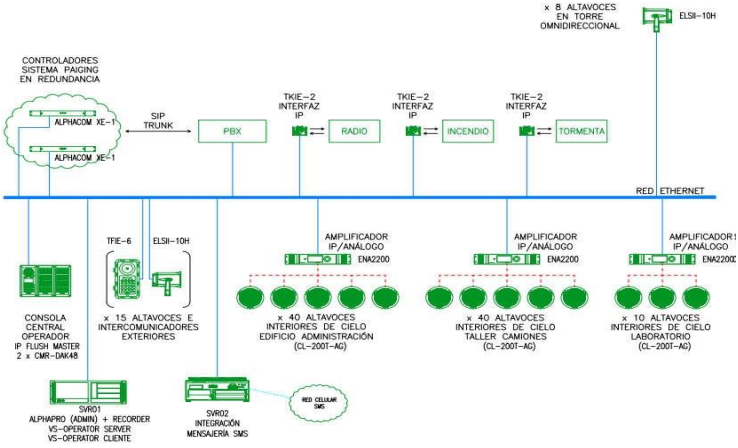


Figura 1. Diagrama de red del sistema paging
Fuente: elaboración propia.

4.2 Sistemas de perifoneo

Para el sistema de perifoneo se presenta los equipos empleados, arranque y verificación de los equipos; también se presenta la configuración de los mismo, lo cual permitirá realizar la puesta en marcha del sistema de megafonía y perifoneo en las diversas áreas de la mina, a saber: Planta de molibdeno/planta de NaSH, Planta de reactivos, Remolienda/planta de cal, molienda, correa Overland, floración colectiva, estación combustible/vehículos menores, edificios administrativos, talleres de camiones y laboratorios. En la tabla 1 se presentan algunos equipos empleados para el de sistema de megafonía y perifoneo.

Tabla 1. Equipos empleados para el sistema Paging

Ítems	Cant.	Código	Descripción
5	1	1008132020	TKIE-2 Turbine Extended IP Kit
6	1	1008031000	IP Flush Master Station
12	15	1008122060	TFIE-6 IP and SIP Intercom
13	24	1023301310	ELSII-10H, Network Horn Loudspeaker, 10W
15	2	1023102200	ENA2200 Exigo Network Amplifier 2 x 200W
17	3	1002600500	ILS-AMP Exigo amplifier channel license
18	1	1023102100	Exigo Network Amplifier 2 x 100W
23	2	1191101010	Vingtor-Stentofon Operator Client, Enhanced license

5.0 Configuración del sistema

5.1 IP Flush Master Station

La estación IP es compatible con Power over Ethernet (PoE, IEEE 802.3 af) donde se puede obtener energía de la línea de repuesto o de la línea de señal. Asimismo, si la alimentación PoE no está disponible, la estación maestra se puede conectar a una fuente de alimentación local de 24 VDC (Pin 5 y 6 del conector P3). Para la conexión a la red se dispone de dos puertos RJ45 en las estaciones IP, a saber: Puerto LAN que permite la conexión a la red y al servidor de audio AlphaCom XE y Puerto AUX que permite la conexión a los equipos auxiliares, como una PC o una cámara IP.

La estación puede operar en tres modos diferentes, dependiendo a qué tipo de servidor se debe registrar la estación. El Sistema de perifoneo cuenta con un servidor de Audio y la configuración se realizará mediante el Modo AlphaCom. Para la configuración de la estación modo AlphaCom la IP Station cuenta con un servidor web incorporado, que permite a los usuarios iniciar sesión a través de un navegador web estándar. En la puesta en servicio, la estación IP debe configurarse para que pueda suscribirse a un servidor / intercambio AlphaCom. Para hacer esto, el PC y la estación IP deben conectarse entre sí mediante un conmutador PoE mediante cables de red: (1) conecte la PC al switch PoE. (2) Conecte el puerto LAN de la estación IP

al conmutador PoE.

La dirección IP predeterminada de fábrica de la estación es 169.254.1.100. Para que el PC se comuniquen con la estación, es necesario cambiar las Propiedades de Protocolo de Internet para usar una dirección IP que se encuentre en el mismo rango que 169.254.1.100, por ejemplo, 169.254.1.1 con máscara de subred 255.255.255.0. Una vez que se hayan cambiado las propiedades de IP, se podrá acceder a la Estación IP iniciando sesión en la interfaz web utilizando un navegador web estándar. En la barra de direcciones del navegador, escriba la dirección IP predeterminada 169.254.1.100 y presione la tecla entrar.

Una vez iniciada la sesión en la estación, con el acceso de administrador, la información de estaciones de la página mostrará la configuración IP de la estación. Se debe usar la barra de menú en la parte superior de cada página para navegar por las diferentes páginas.

Para realizar los ajustes principales, se debe ingresar a Estación principal -> Configuración principal para acceder a la página para configurar el modo de estación y los parámetros IP.

Una vez ubicado en el modo de estación se debe seleccionar el botón de opción usar AlphaCom.

La configuración de registro se realiza de la siguiente manera: (1) Dirección IP AlphaCom: ingresar la dirección IP del servidor AlphaCom en el que se registra la estación IP. (2) Número de directorio: ingresar el número de directorio de la estación. Esto debe coincidir con el número de directorio definido en el servidor AlphaCom.

Si no se ingresa un número de directorio, la estación se registrará con la dirección MAC. La dirección MAC se encuentra en la página información de la estación y se debe ingresar en el servidor AlphaCom usando la herramienta para PC AlphaPro.

Para culminar con la configuración se realiza la detección de actividad de voz (o detección de sonido) muestra el nivel de audio del micrófono ubicado en la estación IP. Si el nivel de audio cumple con los criterios definidos, se puede activar una acción en AlphaCom.

5.2 Network horn loudspeaker (ELSII 10h), TFIE-6 y TKIE-2

El sistema de perifoneo será controlado por un servidor de audio ICX500, por lo que la configuración que se detalla será referente al Modo AlphaCom (ver figura 2). Para la puesta operativa del altavoz, panel para llamada y Kit Turbine Extended IP de la estación turbine cuentan con una interfaz web incorporada, que permite a los usuarios iniciar sesión mediante un navegador web estándar. Para iniciar la estación, la PC y la estación IP deben conectarse entre sí mediante un conmutador PoE a través de cables de red: conectar la PC a un puerto en el conmutador de red y conectar la estación a un puerto PoE en el conmutador de red.



Figura 2. Configuración de la turbina modo AlphaCom

Fuente: elaboración propia.

Cuando la estación turbine está conectada a la red, la dirección IP de la estación se obtienen una de las siguientes formas de manera automática: (1) Una dirección IP se obtiene de un servidor DHCP si hay uno. (2) Si no hay un servidor DHCP, se asignará una dirección IP aleatoria en el rango 169.254.xx.

El altavoz puede funcionar en tres modos diferentes, dependiendo del tipo de servidor al que deba registrarse. Se selecciona uno de los modos de acuerdo a la necesidad de configuración, a saber: Modo AlphaCom, Modo SIP y Modo de pulso. Seguidamente, se describe la configuración requerida para que una estación turbine funcione con un servidor ICX500. La estación turbine se configuran mediante la interfaz web. El servidor ICX500 se configura utilizando la herramienta para PC AlphaPro.

Para hacer que una estación de turbina funcione, hay esencialmente cuatro parámetros para configurar en la interfaz web de la estación. Se debe iniciar sesión en la estación, luego se debe ir a Estación principal > Configuración principal, una vez acá se realizan los siguientes pasos: (1) Establecer el modo de estación = "Usar AlphaCom", (2) configurar los ajustes de IP (dirección IP) de la estación, (3) ingresar la dirección IP de AlphaCom y (4) Ingresar el número de directorio de la estación.

La configuración de registro se debe realizar de la siguiente forma: (1) Dirección IP AlphaCom: ingresar la dirección IP del servidor AlphaCom en el que se registrará la estación IP, (2) Número de directorio: ingresar el número de directorio de la estación. Esto debe coincidir con el número de directorio definido en el servidor AlphaCom y (3) Si no se ingresa un número de directorio, la estación se registrará con su dirección MAC. La dirección MAC se encuentra en la página Información de la estación y se debe ingresar en el servidor AlphaCom usando la herramienta para PC AlphaPro.

Mientras que las configuraciones de IP se deben efectuar de la siguiente manera:

- DHCP: seleccionar esta opción si la estación IP recibirá la configuración de IP de un servidor DHCP.
- IP estática: seleccionar esta opción si la estación de IP utilizará una dirección IP estática. Introducir valores para:
 - Dirección IP
 - Máscara de subred
 - Puerta de enlace
 - Servidor DNS 1 (opción para administración de red).
 - Servidor DNS 2 (opción para administración de red).
 - Nombre de host (opción para administración de red).
- Leer dirección IP: marcar la casilla, Leer dirección IP para permitir que una estación no registrada pronuncie la dirección IP cuando se presiona el botón de llamada. "Leer dirección IP" está habilitada por defecto.
- Habilitar RSTP (para estaciones Industriales y Ex): marcar la casilla Habilitar RSTP para habilitar RSTP. RSTP solo es necesario cuando se utiliza una red redundante.

- Velocidad de Ethernet a 10 Mbits/s: la velocidad de Ethernet predeterminada es de 100 Mbit / s a menos que el conmutador esté configurado a 10 Mbit /s.

5.3 Amplificador ENA2200 y Amplificador ENA2100

Para el caso de ambos amplificadores, la información de estaciones se muestra, en esta se puede observar la configuración y el estado del amplificador.

Para las configuraciones de registro de los amplificadores se debe realizar los siguientes pasos:

- Dirección IP de AlphaCom : ingrese la dirección IP del servidor AlphaCom en el que se va a registrar el amplificador.
- Al amplificador se le pueden asignar hasta tres números de directorio separados: Altavoz del canal 1, Altavoz del canal 2 y Entrada de audio. Los números de directorio también deben definirse en el servidor AlphaCom.
- Número de directorio de salida CH1 : el primer canal registrado. Este canal solo admite salida de audio al amplificador CH1.
- Número de directorio de salida CH2 : el segundo canal registrado. Este canal emitirá audio al amplificador CH2.
 - La opción deshabilitada deshabilitará el registro de este canal
 - El audio Mirror CH1 reproducirá la transmisión de audio CH1 en CH2, y CH2 no requerirá un número de directorio y no utilizará ninguna licencia
 - Cuando se refleja el canal, la supervisión del canal y los controles de volumen (en la web y la GUI) aún están separados
- Audio In Directory Number : el tercer canal registrado. Este canal se utiliza para enviar micrófono o línea en audio al AlphaCom
 - La opción deshabilitada deshabilitará el registro de este canal

La configuración de estado de los amplificadores, permite conocer las fallas activas que estos pueden presentar, el sistema tiene la función de actualización automática en un lapso de 10 segundos (también se puede actualizar manualmente). Cabe mencionar, por un lado, que el sistema solo mostrará las fallas que están activas

para las opciones de monitoreo habilitada. Por el otro, si se reporta vacío es indicativo que no se presentan reportes de fallas para las opciones monitoreadas.

5.4 Servidor ICX500

Se debe tomar en cuenta para realizar la configuración del servidor ICX500 la existencia dos interfaces Ethernet en la puerta de enlace ICX-500, a saber: Eth0 y Eth1. La dirección IP se establece mediante la notación CIDR . Agrega un carácter de barra diagonal ("/") a la dirección y un número decimal que especifica el número de bits (del total de 32 bits de una dirección IP) en que consiste el prefijo de red. Las configuraciones predeterminadas de fábrica son: (1) Eth0: 169.254.1.5/16 y (2) Eth1: 0.0.0.0/32 (obtenga la dirección IP automáticamente - DHCP)

Se debe ingresar la dirección IP y validar para luego guardar los cambios y aplicarlos. Por otra parte, la tabla de enrutamiento debe configurarse si es necesario comunicarse con dispositivos fuera de la subred propia. Se pueden definir tres tipos de ruta diferentes: (1) Ruta predeterminada (= puerta de enlace predeterminada), (2) Ruta neta: una ruta a una red IP particular y (3) Ruta de host: una ruta a un host particular.

Ahora bien, el firewall integrado de la puerta de enlace ICX-500 está configurado de manera predeterminada para servicios de administración (AlphaPro, Interfaz Web) en el puerto Ethernet 0 y servicios de VoIP (por ejemplo, estaciones IP y SIP, AlphaNet) en el puerto Ethernet 1.

5.5 Vingtor stentofon operator

El funcionamiento del operador Vingtor-Stentofon dependerá en gran medida de la configuración del sistema. Por lo tanto, este capítulo solo puede proporcionar información general sobre el funcionamiento del sistema. Se supone que el operador no tiene derechos de administrador, y que después del inicio de sesión, el operador Vingtor-Stentofon se iniciará inmediatamente en modo operativo, ya que el modo de configuración solo está disponible para usuarios con derechos de administrador.

En este sentido, para el iniciar sesión / cerrar sesión cada operador deberá tener sus

propias credenciales de inicio de sesión. Al iniciar Vingtor-Stentofon Operator, la pantalla de inicio de sesión aparecerá automáticamente.

Después de iniciar sesión correctamente, el nombre de usuario y el perfil de usuario se muestran en la parte inferior de la pantalla. Al hacer clic en esta área, aparecerá un menú desplegable.

Ahora bien, la lista de solicitudes de llamadas muestra todas las solicitudes de llamadas pendientes para este operador. La lista se ordena según la prioridad de la solicitud de llamada y el momento en que se realizó la solicitud de llamada.

Cada entrada muestra información relevante, entre la que se pueden nombrar:

- Número de directorio del intercomunicador
- Nombre del intercomunicador
- Prioridad de la solicitud de llamada
- Hora en que se realizó la solicitud de llamada
- Nombre de una cámara asociada con el intercomunicador (si es una sola cámara definida), o la indicación Múltiples cámaras si hay más de 1 cámara asociada con la estación
- Una imagen iconizada de ese mapa con un círculo rojo que indica dónde se encuentra la estación en ese mapa

Por otro lado, la lista de dispositivos muestra todos los dispositivos definidos en el sistema, incluidos Kind y Caption. La apariencia del icono depende del estado del dispositivo.

Es posible encontrar fácilmente un dispositivo filtrando el tipo de dispositivo o escribiendo parte del nombre del dispositivo.

Al hacer clic derecho en la entrada del dispositivo se mostrará una lista desplegable con comandos. Para seleccionar un comando se debe hacer clic en él.

Al hacer doble clic en la entrada del dispositivo se ejecutará la acción definida para doble clic. Se muestra la lista de comandos y la acción ejecutada al hacer doble clic dependen del estado del dispositivo.

En un dispositivo de intercomunicación, las siguientes acciones suelen definirse al hacer doble clic:

- Llamada: en estado del dispositivo inactivo o solicitud de llamada.
- Cancelar: en estado del dispositivo en conversación.

El sistema también presenta diferentes modalidades de vistas, a saber: mosaico, cuadrícula y de mapa. Para la vista de mosaico se pueden configurar una o más vistas de mosaico dependiendo de cómo el administrador del sistema haya configurado esta función; una vista de cuadrícula es una colección de 0-16 vistas de mosaico en diferentes diseños de cuadrícula; una vista de mapa muestra mapas y los iconos de objetos definidos en esos mapas. Los iconos de objeto pueden ser objetos de enlace de mapa o iconos de dispositivo. Los objetos de enlace de mapa son áreas en mapas que, cuando se hace clic, mostrarán el siguiente mapa en la jerarquía. Los objetos de enlace de mapa pueden cambiar la apariencia dependiendo de si un dispositivo definido en un mapa subyacente está activo (estado $\neq 0$) o inactivo (estado = 0).

6.0 Pruebas FAT de los componentes del sistema.

Con el propósito de verificar el funcionamiento adecuado del sistema se aplicó las pruebas de aceptación de fábrica (FAT), los resultados de aprobación se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Pruebas de los componentes del sistema

Equipos	Modelos	Prueba FAT		
		Aprueba		
		Si	No	N.A
Servidor	Servidor ICX 500	2	0	1
Teléfono de sobremesa	IP Flush Master	9	0	1
Teléfono IP	TFIE-6	5	0	
Altavoz IP	ELSSI-10H	4	0	
Amplificador	ENA-2200	6	0	
	ENA-2100	6	0	

La prueba del servidor verificó principalmente que el servidor es compatible con el software de PC, las solicitudes de cada terminal se pueden coordinar y permite completar las operaciones correspondientes. La prueba del teléfono de sobremesa comprobó la recepción y emisión de llamadas, el ajuste del volumen, así como la emisión de llamada a megafonía y altavoces. Las pruebas realizadas a los Teléfonos IP y Altavoces IP verificaron el establecimiento de la comunicación, además de la posibilidad de marcar a otro anexo y establecimiento de comunicación con otro anexo. Las pruebas para los amplificadores corroboraron la conexión de alimentación, el registro anexo. La conexión de bocinas en amplificador, la activación del ring y la comunicación cuando se recibe una llamada y la emisión de mensaje por altavoces conectados al amplificador.

7.0 Discusión

El sistema paging diseñado permite la implementación de un sistema de intercomunicadores de emergencia para las zonas de planta papujune y taller camiones, correa overland; basado en los equipos, servidores y software de la marca vingtor-stentofon. La solución consiste en establecer la conexión de equipos con los Servidores y que cumplen con la administración y operación del sistema junto con la gestión de licencias y su funcionamiento en forma redundante (hotstandby). Se

cuenta con un Servidor Advantech ACP-2320MB (SRV01) con Windows 10 Server que permitirán realizar la configuración y grabación del audio de las estaciones. Este también se utilizará para que el operador pueda gestionar el sistema. Para la integración con SMS messages y desarrollo de aplicaciones se cuenta con un Servidor Advantech ARK-3510L(SRV02) con Windows 10 Server. Se dispone con un total de 15 intercomunicadores TFIE-6 con su respectivo altavoces IP ELSII-10H. Los cuáles se interconectará mediante FO a la red de supervisión y energizará el intercomunicador y el altavoz mediante PoE.

Este sistema se diseñó para no verse afectado negativamente por la falla de algunos de sus componentes, es un diseño similar al de Liu y Chen [2], los cuales realizaron un diseño donde todos los dispositivos están interconectados, y múltiples estaciones forman un enlace de alta fiabilidad, y cuando una de las estaciones falla, el sistema puede volver a interconectarse y configurarse.

Para el monitoreo y configuración del Sistema en garita de control se considera un KVM Extender MATROX, el cual extenderá el Teclado y mouse del servidor de configuración (SRV01), con un monitor de 27" y una consola de operador de sobremesa IP Flus. Esta consola entrega todas las prestaciones para ser usado en centros de control y centros de operación. Por lo tanto, permitirá comunicarse con cualquier intercomunicador, emitir mensajes de emergencia a todos los intercomunicadores, por zonas o como se defina. Estos serán conectados a la red y se considera que serán alimentados por tecnología POE. Similar a los intercomunicadores se considera un gabinete de comunicaciones adicional.

Para el Sistema de Perifoneo en el Edificio de Administración, Taller y Laboratorios se propone una alternativa mixta que involucran Amplificador IP/Analógicos y altavoces análogos, en la que se requieren de Amplificadores y dispositivos IP/SIP con una licencia IP para integración con la central Alphacom. Dichos altavoces IP puede ser alimentados por PoE funcionalmente. Este altavoz Vingtor-Stentofon IP cuenta con un amplificador de clase D - 10W, utilizando toda la potencia que puede entregarse vía PoE. Esto significa que, dependiendo de la entrada, el altavoz es capaz de entregar más de 116dB. Al compararlo con lo obtenido por Huang y Hou

[4], donde menciona que el accionamiento del amplificador de potencia de audio utiliza el LM386 integrado circuito para impulsar el altavoz, y el efecto puede cumplir con los requisitos del sistema, se observa similitudes en ambos resultados.

El Sistema considera las diversas aplicaciones, tales como el Servidor de audio, AlphaCom el cual será encargado de administrar las comunicaciones y funciones entre los distintos componentes del sistema de intercomunicadores IP. Este tiene la capaz de manejar hasta 552 diferentes equipos (Teléfonos IP, Intercomunicadores IP (Turbine), Altavoces IP o dispositivos IP tales como Gateway). Es posible además la interconexión entre servidores locales o remotamente situados a través de redes Ethernet estándar (VoIP), manteniéndose la misma calidad de audio de las comunicaciones internas (ancho de banda 7 kHz), también para las comunicaciones entre diferentes servidores. Este servidor genera resultados similares a los obtenido por Liu y Chen [2], lo cuales mencionan que Cobertura total de voz inalámbrica permite realizar la comunicación a larga distancia entre los trabajadores, y puede seguir proporcionando la voz clara y la salida de altos decibelios en el ambiente ruidoso del fondo del pozo.

8.0 Conclusiones

Teniendo en cuenta las condiciones especiales de trabajo del frente de la minería, a partir de la mejora de la eficiencia del trabajo y el factor de seguridad de la producción, se presenta un diseño de sistema paging que integra múltiples servicios para la seguridad de las minas, y también realiza una terminal de vigilancia que integra servicios de llamada, mensaje de voz señales de alerta y datos. El sistema integró de manera orgánica estos servicios conectados en red y garantizando el funcionamiento del sistema si algunos de sus componentes presentasen alguna falla. Mediante este método, el sistema podrá proporcionar una comunicación integrada, centralizada y altamente fiable, y una supervisión para garantizar la seguridad de la producción minera.

9.0 Referencias

- [1] T. Antezano, "Sistema de comunicación digital en minería subterránea," In Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Lima, 2011, pp. 1-95.
- [2] G. Liu and P. Chen, "Design of Wireless Communication System in Mine" in International Conference on Electrical Automation and Mechanical Engineering. Beijing, 2020, pp. 1-5.
- [3] A. León, "Comunicaciones en la industria de la minería," Itconnect Andean Chapter, Santiago de Chile, 2017.
- [4] X. Huang and W. Hou, "Research and Design of an Integrated Multi-service Monitoring Platform for Mine Safety," In 2019 International Conference on Virtual Reality and Intelligent Systems (ICVRIS). Jishou, 2019 pp. 95-108.
- [5] M. d. T. d. I. i. y. I. comunicaciones, Diseño de la Red Nacional de Telecomunicaciones de Emergencias y Establecimiento de un Marco Normativo para el Fortalecimiento del Sistema Nacional de Telecomunicaciones de Emergencias, Colombia: Publicación Ministerio de Colombia, 2013.

10.0 Información de los autores.

Primer Autor: Bachiller en ingeniería de sistemas Angel Gabriel Haro Atalaya – Universidad Peruana Unión – Perú.

Ingeniero de Infraestructura – Microtel – Perú – gabozizou.10@gmail.com