

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**Dimensionamiento e implementación de un canal de video
educativo en la Universidad Privada San Juan Bautista para Ica**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico.

Elaborado por

César Alfredo Ortiz Castillo

 [0009-0003-6781-6848](https://orcid.org/0009-0003-6781-6848)

Asesor

Dr. Ricardo Humberto Nuñez Carrillo

 [0000-0003-4777-7282](https://orcid.org/0000-0003-4777-7282)

LIMA – PERÚ

2024

Citar/How to cite	Ortiz Castillo [1]
Referencia/Reference	[1] C. Ortiz Castillo, " <i>Dimensionamiento e implementación de un canal de video educativo en la Universidad Privada San Juan Bautista para Ica</i> " [Trabajo de Suficiencia Profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2024.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

Citar/How to cite	(Ortiz, 2024)
Referencia/Reference	Ortiz, C. (2024). <i>Dimensionamiento e implementación de un canal de video educativo en la Universidad Privada San Juan Bautista para Ica</i> . [Trabajo de suficiencia profesional, UNI]. Universidad Nacional de Ingeniería. Repositorio Institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la vida y toda esperanza, a mis familiares, mi esposa, hijos y padres por el apoyo y cariño continuo, por darme el impulso y consejos para cumplir con el objetivo de titularme.

Resumen

Los diversos sistemas de televisión de señal abierta en Ica desarrollaban programas y noticieros informales donde mantenían un sistema de señal de video y audio empírico. Con la implementación de un nuevo canal de televisión de señal abierta (ICATV Canal 35 UHF) e integrando equipamiento electrónico de adquisición, producción, monitoreo, distribución y entrega ayudaría a mejorar la calidad en producción de nuevos programas televisivos informativos y educativos para beneficio del poblador de la provincia de Ica. La Universidad Privada San Juan Bautista toma la iniciativa de abrir un canal de señal abierta, a inicios del 2003, con todos los permisos pertinentes presentados al MTC, complementando el desarrollo profesional inicial de los alumnos de la Escuela de Comunicaciones, para, posteriormente, anexar todos sus 15 programas académicos. La presente investigación, se ha realizado durante el primer semestre del año 2003, en forma analógica, se fue actualizando con equipamiento digital nuevo hasta el año 2016 y se detalla las principales actividades que se realizaron para poner operativa la transmisión de señal de audio y video, donde se instalaron equipos mezcladores de video, monitores, consolas de audio, enlaces microondas y un transmisor de TV, los cuales se ubican en el departamento de Ica, provincia de Ica e irradia los 13 distritos de dicha ciudad. Se concluye que logramos implementar el canal de televisión para la población con fines informativos y educativos.

Palabras clave — Sistemas de televisión, audio, video, investigación, propagación, streaming

Abstract

The various free-to-air television systems in Ica developed informal programs and newscasts where they maintained an empirical audio and video signal system. With the implementation of a new free-to-air television channel (ICATV Channel 35 UHF) and integrating electronic equipment for acquisition, production, monitoring, distribution and delivery, it would help to improve the quality in the production of new informative and educational television programs for the benefit of the inhabitants of the province of Ica. At the beginning of 2003, the Private University San Juan Bautista took the initiative to open a channel with all the pertinent permits presented to the MTC, complementing the initial professional, and later annexing all its 15 academic programs. The present work was carried out during the first semester of 2003, in analog form, it was updated with new digital equipment until 2016 and details the main activities that were carried out to make the transmission of audio and video signal operational, where video mixing equipment, monitors, audio consoles, etc. were installed. microwave links and a TV transmitter are located in the department of Ica, province of Ica and radiate the 13 districts of that city. It is concluded that it was possible to implement the television channel for the population for informative and educational purposes.

Palabras clave — Systems of television, audio, video, research, broadcast and streaming.

Índice de contenido

	Pág.
Dedicatoria.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract	v
Índice de tablas	viii
Índice de Figuras.....	ix
Introducción	xiii
Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Descripción del problema de investigación.....	1
1.2.1 Situación problemática.....	1
1.2.2 Problema a resolver.....	4
1.3 Objetivos del estudio	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.3.3 Indicadores de logro de los objetivos	6
1.4 Antecedentes investigativos	6
Capítulo II. Marco teórico y conceptual	11
2.1 Marco teórico	11
2.1.1 Canal de televisión de señal abierta	11
2.1.2 Funcionamiento de un canal de televisión de señal abierta	11
2.2 Marco conceptual	37
2.2.1 Control maestro	38
2.2.2 Switcher.....	39
2.2.3 Mezclador de audio.....	41
2.2.4 Software Vmix.....	44
2.2.5 Tarjeta capturadora de video	48
2.2.6 Tarjeta o placa de video.....	49
2.2.7 Compresor de audio	53
2.2.8 Estudio de televisión	56
2.2.9 Cámaras de video.....	57
2.2.10 Micrófonos	61
2.2.11 Luces de estudio	63
2.2.12 Sets de televisión	65
2.2.13 Monitoreo de televisión	65

2.2.14 Grabación	66
2.2.15 Transmisor de TV	69
2.2.16 Streaming on line	72
2.3. Normas de dimensionamiento	75
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación	76
3.1. Descripción del proyecto	76
3.1.1 Antecedentes.....	76
3.1.2 Descripción del trabajo de suficiencia	76
3.1.3 Ubicación del proyecto.....	77
3.1.4 Características generales del proyecto	79
Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados.....	148
4.1. Verificación de la potencia directa del transmisor	148
4.2. Verificación de la potencia Reflejada del transmisor.....	149
4.3. Verificación del cálculo del ROE.....	150
4.4. Comprobación de detección de portadora de audio y video en el analizador de espectro	151
4.5. Verificación del alcance de la señal de televisión	151
Conclusiones.....	153
Recomendaciones.....	154
Referencias bibliográficas.....	155
Anexos	158

Índice de Tablas

Tabla 1.	Relación de distritos de la provincia de Ica.....	2
Tabla 2.	Bandas de frecuencia en VHF.....	3
Tabla 3.	Bandas de Frecuencia en UHF	4
Tabla 4.	Indicadores de logros de objetivos	6
Tabla 5.	Relación de canales con autorización del MTC en Ica	10
Tabla 6.	Tabla de sufijos de dB y los correspondientes niveles de referencia	18
Tabla 7.	Requisitos mínimos y recomendados por Vmix	45
Tabla 8.	Hardware de captura de video compatibles por Vmix	46
Tabla 9.	Avance de la tecnología GDDR.....	51
Tabla 10.	Formato de resolución de videos más usuales.....	69
Tabla 11.	Coordenadas de ubicación de los equipos de producción.....	78
Tabla 12.	Coordenadas de ubicación de los equipos de Distribución.....	79
Tabla 13.	Requerimiento del subsistema de adquisición y producción.....	80
Tabla 14.	Requerimiento del subsistema de grabación y monitoreo.....	97
Tabla 15.	Requerimiento del subsistema de distribución y entrega.....	104
Tabla 16.	Características generales de antena tipo panel PD-2000 UHF.....	133
Tabla 17.	SWR de un transmisor de 4 Vatios de potencia transmitida.....	142
Tabla 18.	Tabla comparativa de medidas de potencias del transmisor.....	151

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Espectro de ondas electromagnéticas.....	12
Figura 2. Niveles de la señal de video.....	14
Figura 3. Representación de una señal digital.....	16
Figura 4. Proceso de captación de señal de voz.	17
Figura 5. Esquema de un radioenlace.....	19
Figura 6. Esquema de un radioenlace para la zona de Fresnel.....	21
Figura 7. Esquema de un radioenlace.....	23
Figura 8. Clases de un amplificador de potencia en función del punto de operación.	24
Figura 9. Polarización clase A.....	25
Figura 10. Polarización clase B.....	26
Figura 11. Polarización clase AB.....	27
Figura 12. Polarización Clase C.....	28
Figura 13. Esquema de un LDMOS.....	32
Figura 14. Ancho de haz de 3dB.....	35
Figura 15. Camino seguido por las ondas electromagnéticas.....	35
Figura 16. Partes de un mezclador de video.....	40
Figura 17. Partes de un mezclador de audio.....	44
Figura 18. Características de producción del software Vmix.....	45
Figura 19. Tipos de capturadores de video.....	49
Figura 20. Tipos de conectores en salida de tarjetas de video.....	53
Figura 21. Relación de nivel de entrada y salida en un compresor de audio.....	54
Figura 22. Cámara ENG.....	58
Figura 23. Cámara EFP.....	59
Figura 24. Partes de una cámara de video.....	60
Figura 25. Tipos de micrófonos.....	61
Figura 26. Patrón polar según su directividad.....	62
Figura 27. Tipos de iluminación en un set de televisión.....	64
Figura 28. Instrumentos de medición de una señal de video.....	65
Figura 29. Medios de grabación magnéticos.....	67
Figura 30. Medios de grabación ópticos.....	68
Figura 31. Medios de grabación sólidos.....	69
Figura 32. Esquema de la arquitectura básica de un transmisor.....	71
Figura 33. Esquema de un transmisor con amplificación común.....	71
Figura 34. Esquema de flujo de trabajo Live Streaming.....	74

Figura 35.	Diagrama de bloques del sistema a implementar	77
Figura 36.	Ubicación del subsistema de adquisición y producción, monitoreo y grabación	78
Figura 37.	Ubicación del proyecto.	79
Figura 38.	Topología del subsistema de adquisición y producción.	82
Figura 39.	Diagramación del sistema de adquisición y producción.....	83
Figura 40.	Imagen de la cuña del noticiero.....	85
Figura 41.	Imagen de programas Cara a cara y En el ojo de la Tormenta.....	86
Figura 42.	Imagen de programas de las escuelas profesionales.	86
Figura 43.	Imagen de programa infantil “Payasito TV”.....	86
Figura 44.	Imagen de programa de magazine.	87
Figura 45.	Imagen de programa informativo de la UPSJB.....	87
Figura 46.	Imagen de programa juvenil Somos música.	87
Figura 47.	Imagen de programa folclórico (estampas latinas).	88
Figura 48.	Imagen de programa de investigación (Informe semanal).	88
Figura 49.	Señal de CAM5 a transportar al switcher Digital.....	89
Figura 50.	Llegada al switcher digital de la señal de la CAM5.	89
Figura 51.	Conexión de la CAM2 alimentado por la salida del mixer1.	90
Figura 52.	Configuración de cámaras por SDI y HDMI a través del software del ATEM TV.	90
Figura 53.	Configuración de capturadora de señal de video por HDMI a través del Vmix.	91
Figura 54.	Vista previa de la captura de video a través del software Vmix en CPU_1.	92
Figura 55.	Descripción de cada vista previa a través del Vmix en el CPU_1.....	92
Figura 56.	Descripción de cada entrada DVI-D en el switcher DATAVIDEO SE-600... ..	93
Figura 57.	Descripción de la parte posterior del switcher DATAVIDEO SE-600.	93
Figura 58.	Descripción del conversor S-Direct plus audio desbalanceado (Plug mono) a balanceado (XLR-3)	94
Figura 59.	Descripción de la conexión final de audio de la PC_1 y PC_2.....	95
Figura 60.	Descripción de la conexión final de llegada de audio y video hacia el Link microwave.	95
Figura 61.	Topología del subsistema de grabación y monitoreo.....	98
Figura 62.	Diagramación del subsistema de grabación y monitoreo.....	99
Figura 63.	Grabador óptico de DVD LG (720x480).....	100
Figura 64.	Grabación en HDD (1920x1080).	101
Figura 65.	Monitoreo multiview de cámaras en switcher ATEM TV.	101
Figura 66.	Monitoreo multiview de switcher DATAVIDEO SE-600.....	102

Figura 67.	Monitor AOC de PC_2.....	103
Figura 68.	Monitor Samsung de PC_1	103
Figura 69.	Topología del subsistema de distribución y entrega	105
Figura 70.	Diagramación del subsistema de distribución y entrega	106
Figura 71.	Relación de enlaces auxiliares de radiodifusión a nivel nacional	108
Figura 72.	Medidas de longitud consideradas para los parámetros del enlace de Microondas.....	110
Figura 73	Inicio del software Radio Mobile	111
Figura 74.	Selección de nuevas redes en software Radio Mobile.....	111
Figura 75.	Inicialización de una nueva red en software Radio Mobile.....	112
Figura 76.	Propiedades de mapa en software Radio Mobile.....	112
Figura 77.	Ingreso de latitud y longitud en el software Radio Mobile.	113
Figura 78.	Selección de coordenadas en Google Earth -Planta Transmisora.....	113
Figura 79.	Selección de coordenadas en el Google Earth-Estudio de TV.....	114
Figura 80.	Introducción de datos del Google Earth al software del Radio Mobile.	114
Figura 81.	Ingresamos a Propiedades de las unidades en software Radio Mobile.....	115
Figura 82.	Se copiará los datos del Google Earth	115
Figura 83.	Pegamos los datos desde el Google Earth al radio Mobile.....	116
Figura 84.	Imagen mostrada en Radio Mobile en propiedades de las unidades.....	116
Figura 85	Imagen mostrada de Radio Mobile en el proyecto.....	117
Figura 86.	Imagen del icono de propiedades de redes en Radio Mobile.....	117
Figura 87..	Screenshoot de propiedades de redes-sistemas en Radio Mobile.	118
Figura 88.	Imagen de propiedades de redes-parámetros en Radio Mobile.....	118
Figura 89.	Imagen de propiedades de redes-Miembros-Link TX en Radio Mobile.....	119
Figura 90.	Imagen de propiedades de redes-Miembros-Link RX en Radio Mobile.	119
Figura 91.	Enlace de dos puntos en Radio Mobile.	120
Figura 92..	Ampliación del enlace de radio de dos puntos en Radio Mobile.	120
Figura 93.	Línea de vista de enlace de dos puntos en Radio Mobile.	121
Figura 94.	Línea de vista en el Google Earth de dos puntos en Radio Mobile.....	121
Figura 95.	Ubicación en el Google Earth de dos puntos en Radio Mobile	122
Figura 96.	Cálculos de simulación de parámetros para zona de Fresnel en software Radio Mobile	123
Figura 97.	Cálculo de pérdidas en el espacio con Radio Mobile.....	124
Figura 98..	Presentación de resultados en Radio Mobile.....	125
Figura 99.	Transmisor de TV marca Eletronika.	126
Figura 100.	Distancia de la torre del transmisor hacia el distrito más lejano de Ica (Ocucaje).....	127

Figura 101. Conexión entre el Excitador y el Amplificador, marca Eletronika.	128
Figura 102. Diagrama de bloques del procesamiento de la señal.	129
Figura 103. Modulador / excitador VEGA TV SYSTEM.	129
Figura 104. Esquema de conexión entre modulador/amplificador y filtro del TX TV. ...	130
Figura 105. Amplificador DAT Elettronika.	130
Figura 106. Esquema de conexión entre modulador/amplificador y filtro del TX TV. ...	131
Figura 107. Espectro de la señal de ICATV Canal 35 UHF.	131
Figura 108. Antena tipo panel PD-2000 UHF.	132
Figura 109. Diagrama de radiación de antena tipo panel PD-2000.	133
Figura 110. Antenas de panel ubicado en la torre de Cerro Prieto.	133
Figura 111. Distribución de las antenas tipo panel en la torre de Cerro Prieto.	134
Figura 112. Divisor de potencia para distribución de 8 antenas de panel.	135
Figura 113. Distribución y direccionamiento de las 8 antenas tipo panel.	136
Figura 114. Patrón de radiación de una antena de panel UHF.	137
Figura 115. Esquema de patrón de radiación de distribución de antenas.	138
Figura 116. Esquema de procesamiento de la señal hasta las antenas.	138
Figura 117. Datos del modulador / excitador Elettronika.	139
Figura 118. Datos en el amplificador Elettronika.	140
Figura 119. VSWR Conversión Nomograph.	141
Figura 120. Esquema para el desarrollo de un streaming.	143
Figura 121. Esquema para el desarrollo de un streaming via facebook	144
Figura 122. Página principal de transmisión por Facebook.	145
Figura 123. Pasos para la configuración de transmisión por Youtube.	145
Figura 124. Página principal de transmisión por Youtube.	146
Figura 125. Diagrama principal general del proyecto.	147
Figura 126. Diagrama de conexión de un vatímetro para medir la potencia directa.	148
Figura 127. Diagrama de conexión de un vatímetro para medir potencia reflejada.	150
Figura 128. Visualización en el analizador de espectro de la frecuencia CH35.	151
Figura 129. Monitoreo de señal de canal 35 UHF en el distrito de Ocucaje.	152

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo comprende las diversas acciones y actividades que se realizaron para la puesta en operatividad de la señal de televisión abierta ICATV CANAL 35 UHF desde la adquisición y producción, sistema de monitoreo hasta la distribución y entrega de la señal, así como los requerimientos técnicos que cumplan con las normatividades vigentes en el Perú y en la ciudad de Ica. Los procedimientos de pruebas de instalación y operación para demostrar que las nuevas instalaciones no generen problemas que impacten negativamente en la transmisión del Sistema radioeléctrico de Ica y la mejora de señal para los usuarios de la ciudad de Ica.

En ese sentido, el presente trabajo muestra el proceso y los análisis correspondientes a la instalación, configuración, operación, pruebas de rendimiento para la señal a ser enviada al usuario final.

El desarrollo de esta investigación se divide en IV capítulos.

En el capítulo I, Parte introductoria del trabajo, se describe la situación sobre la problemática y el problema a brindar solución, así como los objetivos a alcanzar.

En el capítulo II, Marcos teórico y conceptual, se desarrollan los conceptos teóricos y conceptuales de un canal de televisión.

En el capítulo III, Desarrollo del trabajo de suficiencia, se describen los pasos para implementar un canal de televisión de señal abierta.

En el capítulo IV, se encuentra descrito el Análisis y la discusión de resultados, aquí se comparan resultados y se discute sobre ellos.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

1.1 Generalidades

La importancia de realizar este trabajo consiste en dar a conocer las diversas actividades para la puesta en operación de una instalación nueva de un canal de televisión educativa de la Universidad Privada San Juan Bautista desde la adquisición y producción, pasando por el monitoreo y grabación, hasta la distribución y entrega de la señal. Para brindar una mejor cobertura con buena calidad de señal en audio y video en la ciudad de Ica.

La instalación de un nuevo canal de televisión que cumple con los procedimientos técnicos de operaciones tomando como referencia los establecidos por el MTC en aplicación al Espectro Radioeléctrico y al PNAF, además de respetar la normatividad técnica de los servicios de radiodifusión, entre ellas la Potencia efectiva radiada (e.r.p). Además, la Universidad Privada San Juan Bautista S.A.C., que solicitó la frecuencia de operación para la ciudad de Ica, está obligada a transmitir en la frecuencia, potencia, ubicación y con equipos debidamente homologados según el MTC.

1.2 Descripción del problema de investigación

1.2.1 Situación problemática

La Universidad Privada San Juan Bautista tiene su sede principal en Chorrillos, Lima, y busca expandirse hacia el sur. Inicialmente, ingresó a través de un canal de televisión para aquellos alumnos de la carrera profesional de Ciencias de la Comunicación realicen sus prácticas preprofesionales y así, posteriormente, adquirió un local propio en el distrito de Subtanjalla, provincia de Ica, donde desarrollaría su nueva filial y que, actualmente, brinda 15 carreras profesionales para toda la a población.

Para el desarrollo del sistema de televisión en conjunto, se tuvo que analizar los equipos con que inicialmente contaba la escuela profesional y evaluar su funcionamiento con cada equipo de adquisición, grabación, monitoreo, distribución y entrega de la señal,

así como elegir el lugar adecuado de ubicación de la torre con las antenas para la mejor irradiación de la señal a los 13 distritos de la ciudad de Ica.

Tabla 1.

Relación de distritos de la provincia de Ica

N.º	Departamento	Provincia	Distrito
1	Ica	Ica	Ica
2	Ica	Ica	La Tinguiña
3	Ica	Ica	Los Aquijes
4	Ica	Ica	Ocucaje
5	Ica	Ica	Pachacútec
6	Ica	Ica	Parcona
7	Ica	Ica	Pueblo Nuevo
8	Ica	Ica	Salas
9	Ica	Ica	San José de los Molinos
10	Ica	Ica	San Juan Bautista
11	Ica	Ica	Santiago
12	Ica	Ica	Subtanjalla
13	Ica	Ica	Tate
14	Ica	Ica	Yauca del Rosario

Se describen todas las empresas televisivas disponibles con autorización del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en la provincia de Ica.

Ante la salida de un nuevo servicio de radiodifusión en la frecuencia UHF (596MHz-602MHz) canal 35, en la provincia de Ica, se tendría que competir con un buen nivel de producción (mejoramiento de equipos) y buena señal (tratando de trabajarlo en sistema de video digital para posteriormente realizar la conversión, cumpliendo con la normativa técnica del MTC para servicios de radiodifusión terrestre.

A continuación, se presenta la relación de las bandas en UHF y VHF para señal abierta de TV distribuidos para la región Ica con información tomada del MTC, que son las siguientes:

Tabla 2.*Bandas de frecuencia en VHF*

Tipo de banda	Número de canal	Banda de frecuencias (MHz)
VHF	2	54-60
VHF	3	60-66
VHF	4	66-72
VHF	5	76-82
VHF	6	82-88
VHF	7	174-180
VHF	8	180-186
VHF	9	186-192
VHF	10	192-198
VHF	11	198-204
VHF	12	204-210
VHF	13	210-216

Tabla 3.*Bandas de Frecuencia en UHF*

Tipo de banda	Número de canal	Banda de frecuencias (MHz)	Tipo de banda	Número de canal	Banda de frecuencias (MHz)	Tipo de banda	Número de canal	Banda de frecuencias (MHz)
UHF	14	470-476	UHF	33	584-590	UHF	52	698-704
UHF	15	476-482	UHF	34	590-596	UHF	53	704-710
UHF	16	482-488	UHF	35	596-602	UHF	54	710-716
UHF	17	488-494	UHF	36	602-608	UHF	55	716-722
UHF	18	494-500	UHF	37	608-614	UHF	56	722-728
UHF	19	500-506	UHF	38	614-620	UHF	57	728-734
UHF	20	506-512	UHF	39	620-626	UHF	58	734-740
UHF	21	512-518	UHF	40	626-632	UHF	59	740-746
UHF	22	518-524	UHF	41	632-638	UHF	60	746-752
UHF	23	524-530	UHF	42	638-644	UHF	61	752-758
UHF	24	530-536	UHF	43	644-650	UHF	62	758-764
UHF	25	536-542	UHF	44	650-656	UHF	63	764-770
UHF	26	542-548	UHF	45	656-662	UHF	64	770-776
UHF	27	548-554	UHF	46	662-668	UHF	65	776-782
UHF	28	554-560	UHF	47	668-674	UHF	66	782-798
UHF	29	560-566	UHF	48	674-680	UHF	67	798-794
UHF	30	566-572	UHF	49	680-686	UHF	68	794-800
UHF	31	572-578	UHF	50	686-692	UHF	69	800-806
UHF	32	578-584	UHF	51	692-698			

1.2.2 Problema a resolver

La ausencia de servicios que brinden cobertura de señales de televisión en áreas alejadas a la capital de nuestra nación impide el progreso de sus habitantes, especialmente en una era de notables avances tecnológicos. Además, la carencia de estos servicios afecta la educación, ya que los residentes de diversas regiones no están al día o enfrentan

restricciones para acceder a información sobre eventos tanto locales, nacionales como internacionales.

En nuestro país, que sigue en proceso de desarrollo, numerosas provincias de los departamentos del Perú con menos densidad poblacional, aún no disponen de canales de televisión, principalmente, debido a la falta de interés comercial por parte de las empresas televisivas. Esta circunstancia complica el acceso de la población provincial a una educación adecuada, así como a la información y actualización sobre los acontecimientos en el país.

La implementación de un canal de TV de la USJB en la provincia de Ica, posibilita el acceso a información sobre los eventos tanto locales, nacionales como internacionales. Además, contribuye al fomento de diversas actividades educativas, comerciales, sociales y gubernamentales.

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 *Objetivo general*

Realizar el dimensionamiento e implementación de un canal de video educativo en la Universidad, para capacitación de aquellos alumnos de carrera profesional de Ciencias de la Comunicación; además, servir como un medio de comunicación con fines informativos y educativos el cual contribuya en el desarrollo de la región.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Implementar e instaurar un sistema de producción, adquisición, monitoreo y grabación, distribución y entrega para el canal educativo de señal abierta.
- Implementar los dispositivos de transmisión de la señal de Ica TV que permitirá distribuir la señal del canal 35 UHF particularmente a la provincia de Ica, que garanticen la generación y transmisión de imágenes y sonido con buena calidad.
- Elegir la mejor ubicación para una mejor radiación de la señal televisiva en la ciudad de Ica.

- Extender la transmisión de la señal de Ica TV a todos los distritos de Ica para tener una óptima radiación de la señal, ofreciendo programas con enfoque social, educativo y cultural, inspirados en las tradiciones y costumbres de los pobladores.

1.3.3 Indicadores de logro de los objetivos

Tabla 4.

Indicadores de logros de objetivos

Objetivo Especifico	Indicador de logro	Métrica
Implementar los subsistemas a Implementar	Evaluación del sistema Inicial	Porcentaje de operatividad y satisfacción
Implementar equipos de transmisión	Implementación del nuevo sistema	Porcentaje de cumplimiento
Elegir la mejor ubicación de los equipos de TX	Localización óptima para radiación	Por Ubicación
Extender el alcance de la señal	Cobertura	Por observación

1.4 Antecedentes investigativos

En Perú, la televisión experimental debutó el 21 de septiembre del año 1939; con la película en transmisión, el 11 de abril de 1955, se realizó una prueba adicional desde el Gran Hotel Bolívar, dirigida por Antonio Pereyra y transmitida por el Canal 6. América televisión, ha sido la primera estación televisiva comercial del país. Inició sus transmisiones el 15 de diciembre de 1958, gracias a la colaboración de Nicanor González y José Antonio Umbert, en un acuerdo con las compañías estadounidenses NBC y RCA. Durante el período comprendido entre noviembre y diciembre de 1959, los establecimientos comerciales de Lima experimentaron una expansión sin precedentes, lo que resultó en la compra de 50 mil receptores de televisión. Durante este período, los diarios y revistas estaban repletos de anuncios de televisores, marcando el comienzo de la era de la televisión en el país. Para abril de 1960, la cantidad de televisores en funcionamiento en la capital peruana había alcanzado la cifra de 107 000, lo que evidenciaba un crecimiento

exponencial, considerando que a finales de 1958 apenas existían 23 mil televisores en circulación.

La proliferación de estaciones comerciales fue notable, con el surgimiento de canales como el 13, el 2, el 9, el 11 (Bego Televisión S. A.), entre otros. Aunque ciertas estaciones mencionadas pronto expandieron su alcance más allá de Lima Metropolitana, factores financieros y políticos llevaron a que los canales 2, 9, 11 y 13 de Lima años después dejen de transmitir. A mediados de los años 1970, en la capital peruana solo permanecían en funcionamiento los canales 4, 5 y 7.

El canal 7 estatal probó los tres sistemas existentes PAL, NTSC y SECAM en 1974 para transmitir contenido propio en color. El objetivo era definir el estándar a utilizar, que aún no había sido establecido oficialmente. Esto resultó en la prohibición de importar receptores de televisión a color. Algunos técnicos del gobierno sugirieron el sistema PAL en 1975, pero no se tomó ninguna decisión. Sin embargo, la televisora estatal continuó llevando a cabo pruebas utilizando exclusivamente el sistema NTSC en 1976 y 1977.

El gobierno peruano finalmente aprobó el estándar estadounidense NTSC en enero de 1978. Esto llevó al Canal 7 a dar inicio de forma oficial sus transmisiones a color en 1978, iniciando un proceso de transición, el cual continuó el resto de las emisoras. En el año de 1983, se crearon 2 nuevas cadenas de televisión a nivel nacional: Frecuencia 2 (ahora conocida como Latina Televisión) se estrena el 23 de enero y ATV se establece el 18 de abril del mismo año.

El 1 de julio de 1986, se estableció Stereo 33, conocido en la actualidad como Global Televisión. Posteriormente, el 22 de diciembre del mismo año, se llevó a cabo el relanzamiento de RBC Televisión, canal 11.

Después de varios años de esfuerzo, en septiembre de 1989, la familia Delgado Parker, liderada por Genaro Delgado Parker, obtuvo el permiso para ofrecer servicios de televisivos por medio de cable a través de una suscripción. Esta iniciativa se materializó con la creación de Telecable S. A. con el fin de proporcionar este servicio. El 3 de

septiembre de 1990, Telecable se estableció formalmente ante la Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores (CONASEV).

A partir de ese momento, comenzó una competencia entre los canales de televisión privados en el Perú. América Televisión lideró la lista a mediados de los años 90, seguido de cerca por Panamericana Televisión, Frecuencia Latina y ATV. Durante esta época, se experimentó un auge en la producción nacional, alcanzando un total de 83 horas semanales de programación local.

El 6 de septiembre de 1993 marcó la creación de Cableoperadora, una empresa que fue lanzada por Cable Mágico, en la actualidad es Movistar TV, bajo la batuta de la entonces Compañía Peruana de Teléfonos.

Se lanzaron dos nuevos canales de televisión en Perú en 1994. Mientras que la señal noticiosa de cable Monitor hizo su debut en Lima, Uranio 15 se lanzó dentro del canal 15 de la banda UHF. Sin embargo, el monitor no duró mucho.

En 1996, tras retrasos constantes, RBC Televisión fue sustituida por el Canal Familiar, que ofrecía una programación enfocada en la religión. Una iglesia evangélica apoyó este canal. En el mes de julio de ese mismo año, Radio Televisión Peruana (RTP) experimentó un cambio de nombre y se convirtió en Televisión Nacional del Perú (TNP). En ese mismo año, también se presentó Cable Mágico Noticias, un canal dedicado exclusivamente a las noticias.

Los canales para adultos y pay-per-view se introdujeron en 1997. Además, se lanzaron tres nuevos canales con temas exclusivos: Magic Cable Deportes, Magic Cable Toros y Magic Cable Cultural. Al final del mismo año, Global Televisión adoptó el nombre de Red Global y Genaro Delgado Parker compró las acciones de la empresa..

En 1998, debido al fracaso de Canal Familiar, surgió Austral Televisión, esta nueva entidad, formada por Red Bicolor de Comunicaciones y Compañía Radiodifusora Arequipa Sociedad Anónima (CRASA), tomó el control del Canal 11. Después de un período de prueba, Toros de Cable Mágico reemplazó al Canal 10, mientras que el nuevo canal de noticias Cable Canal de Noticias (CCN) del Diario Expreso ocupó su posición.

En febrero de 2001, Antena Informativa fue el nuevo nombre de Cable Mágico Noticias. Ese mismo año en el mes de abril, Cable Mágico Deportes entra en reemplazo de Cable Canal de Noticias manteniendo la frecuencia 10, evidenciando con el pasar del tiempo una mejor posición. En julio del mismo año, se trasladó a la frecuencia 3, donde en la actualidad aún se encuentra, mientras que TV Guide fue movido a la frecuencia 22. Por otro lado, Canal A, que operaba en el canal 11 en Lima, volvió a ser conocido como Austral Televisión y se trasladó al canal 23 de la banda UHF. Posteriormente, la señal se mudó a Arequipa, presentándose así la cadena descentralizada Perú TV.

En 2001, la empresa fue arruinada debido a una pelea entre los dos principales propietarios de Canal A, quienes no pagaron el alquiler de la señal a Ricardo Belmont. El 19 de diciembre de 2001, Ricardo Belmont Cassinelli recuperó el control del canal después de un arbitraje extrajudicial.

El 6 de Enero del año 2003, el canal 11 de Lima fue relanzado como OK TV después de una remodelación de su sede y la adquisición de nuevos equipos de estudio. Este canal, administrado por Ricardo Belmont Vallarino, se enfocaba exclusivamente en la transmisión de videos musicales variados. Sin embargo, en el mismo año, en el mes de Mayo; Cable Mágico Cultural fue cancelado debido a la falta de audiencia.

Tabla 5.*Relación de canales con autorización del MTC en Ica*

Nº	Canal	Freq.	Razón Social	Indicativo	Estado
1	2	VHF	Empresa Radiodifusora 1160 S.A.	OBY-5M	Autorizado
2	4	VHF	Andina de Radiodifusión S.A.C	OBY-5T	Autorizado
3	5	VHF	Compañía Peruana de Radiodifusión S.A.	OAY-5B	Autorizado
4	7	VHF	Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú – IRTP	OBY-5D	Autorizado
5	9	VHF			
6	11	VHF	Panamericana Televisión S.A.	OAY-5S	Autorizado
7	13	VHF	Compañía Latinoamericana de Radiodifusión S.A.	OAY-5Z	Autorizado
8	15	UHF	Centro de Comunicación para el Desarrollo Educativo	OAV-5J	Autorizado
9	19	UHF	Televisión Nacional Peruana S.A.C.	OAV-5S	Autorizado
10	25	UHF			
11	29	UHF	Radio Televisión TG S.R.L.	OAP-5B	Autorizado
12	31	UHF	Empresa de Comunicaciones S.A.	OCV-5K	Autorizado
13	33	UHF	Caracol Comunicaciones S.A.C.	OCV-5R	Autorizado
14	35	UHF	Asociación Universidad Privada San Juan Bautista	OCV-5S	Autorizado
15	39	UHF	Muñoz Gómez Enrique	OAS-5E	Autorizado
16	41	UHF	Instituto Superior Tecnológico Catalina Buendía de Pecho	OAS-5F	Autorizado
17	43	UHF	Radio Difusión Sabrosa STAR S.A.C	OAP-5A	Autorizado
18	45	UHF	Alliance S.A.C.	OCS-5Y	Autorizado
19	47	UHF	Andina de Radiodifusión S.A.C.	OAP-5C	Autorizado
20	49	UHF	Asociación Cultural Bethel	OCS-5X	Autorizado

Capítulo II. Marco teórico y conceptual

2.1 Marco teórico

Se encuentra compuesto por lo siguiente:

2.1.1 Canal de televisión de señal abierta

La televisión es un sistema que utiliza un mecanismo de difusión para transmitir y recibir un conjunto de imágenes y sonidos a distancia, simulando movimiento. Es posible transmitir esta información a través de las ondas de radio, redes televisivas por satélite o IPTV, y cableadas, así como a través de modalidades de señal abierta y televisión por suscripción. El televisor, también conocido como "televisión", es el dispositivo que recibe estas señales. TV es la abreviatura común de la palabra televisión. El método tradicional de transmisión de televisión utiliza ondas electromagnéticas para mostrar imágenes y sonidos. Este sistema se ha utilizado desde el comienzo de la televisión. Hasta que se planifique el cese definitivo de estas emisiones, la transmisión analógica continuará. Desde ese momento, la transmisión se realizará únicamente en formato digital. En la actualidad, estamos en un momento de transición en el que tanto las emisiones analógicas como las digitales están presentes.

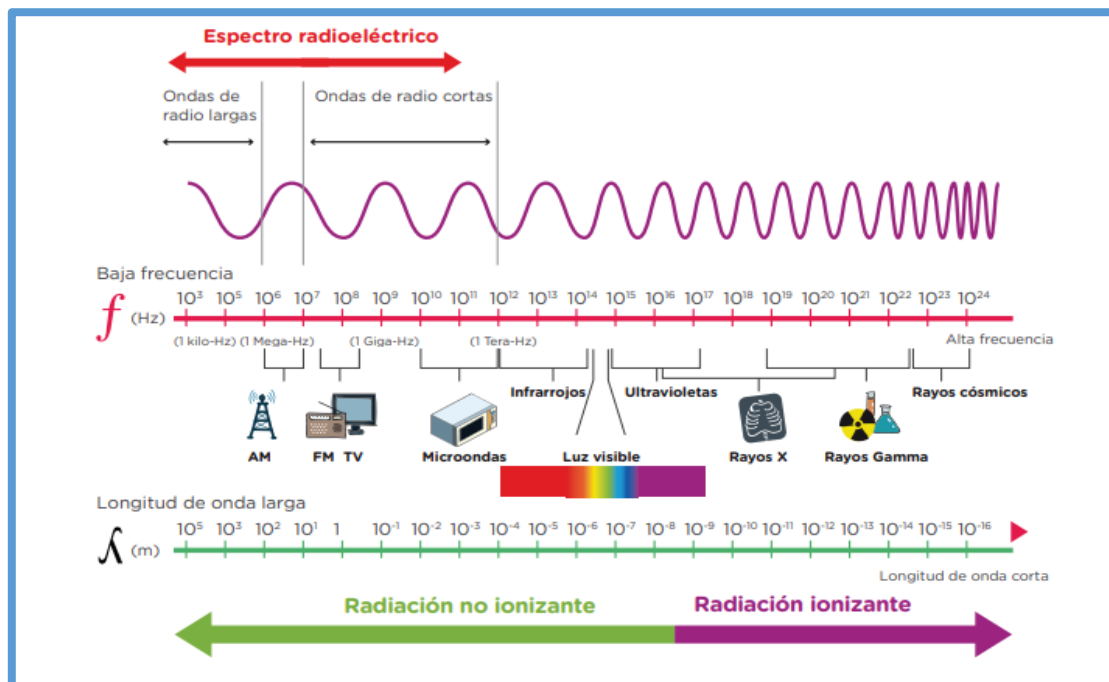
2.1.2 Funcionamiento de un canal de televisión de señal abierta

El funcionamiento de un canal de televisión se fundamenta en el principio de las ondas electromagnéticas y sus propiedades esenciales: longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación. La frecuencia (f) se refiere al número de oscilaciones completas de la onda electromagnética por segundo, expresada en Hertz (Hz), donde 1 Hz equivale a 1 ciclo por segundo. La longitud de onda (λ) representa el recorrido de 1 ciclo completo de la onda electromagnética y se mide en metros (m). La velocidad de propagación (c) de estas ondas varía según el medio en el que se desplazan, siendo de aproximadamente 300,000 km/s en el vacío.

Un aspecto crucial a tener en cuenta para la transmisión de mensajes por radio es que las ondas acústicas generadas al hablar tienen frecuencias relativamente bajas. Nuestro sistema auditivo es sensible a las ondas acústicas con frecuencias que oscilan entre 20 y 20,000 Hz. Estas frecuencias son considerablemente más bajas en comparación con la frecuencia de la luz visible, que se sitúa entre 10^{14} y 10^{15} Hz.

Figura 1.

Espectro de ondas electromagnéticas.



Nota: tomado de Espectro de ondas electromagnéticas. Fuente <https://bit.ly/3ziJupi>

El principio en el que se fundamenta la transmisión de imágenes a distancia implica que una estación emisora transforma la imagen en una serie de señales eléctricas. Estas señales luego modulan las oscilaciones generadas por un generador de alta frecuencia. La onda electromagnética resultante, ya modulada, transporta la información a largas distancias. En el receptor, se realiza el proceso inverso: las oscilaciones moduladas de alta frecuencia se detectan y la señal obtenida se transforma en una imagen visible.

El proceso de transmitir el movimiento se basa en el principio del cinematógrafo, donde se capturan imágenes del objeto en movimiento en una secuencia de fotogramas. Estos fotogramas, que muestran pequeñas variaciones entre sí, se transmiten

repetidamente decenas de veces por segundo, lo que crea una ilusión de movimiento fluido y continuo cuando se reproducen rápidamente.

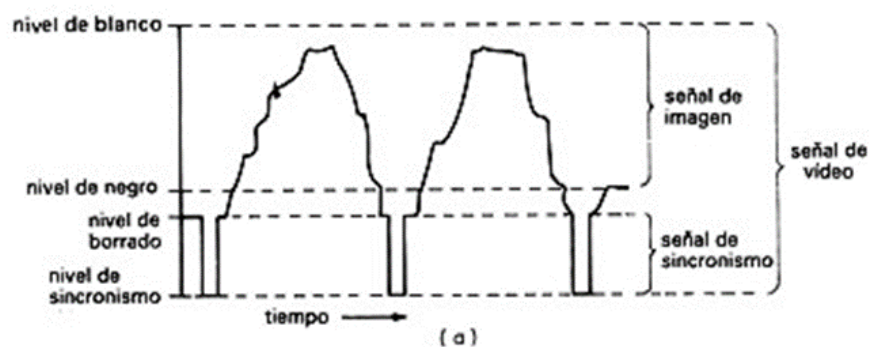
Haciendo uso de un tipo específico de tubo de rayos catódicos conocido como tubo de imagen, se tiene como resultado la representación visual de una imagen capturada dentro de un fotograma en una secuencia continua de señales eléctricas. Dentro de este iconoscopio, hay una pantalla de mosaico en el cual se proyectó un objeto por medio de una imagen. Cada célula individual del mosaico se carga de acuerdo con la energía luminosa que incide sobre ella. Esta carga varía cuando el haz electrónico generado por el cañón de electrones incide sobre la célula, explorando paso a paso todos los elementos del mosaico.

La variación en la carga de la célula produce una variación en la corriente eléctrica a través de una resistencia. Por lo tanto, la tensión en esta resistencia varía proporcionalmente a la variación en la iluminación a lo largo de las líneas de cuadro. La señal eléctrica se obtiene en los receptores de tv, después de la detección y se utiliza para reconstruir la imagen a visualizar en la pantalla del televisor. Esta es la señal de imagen o videoseñal, la cual se transforma en una imagen visible en la pantalla del tubo catódico receptor o cinescopio. El cañón electrónico de este tubo cuenta con un electrodo que regula la cantidad de electrones transportados por el haz, y por ende, la iluminación de la pantalla en el punto de incidencia del mismo. Un sistema de bobinas de desviación horizontal y vertical guía al haz electrónico para explorar o barrer toda la pantalla de manera precisa, de la misma manera en que el haz electrónico explora la pantalla de mosaico en el iconoscopio. El movimiento sincrónico de los haces de los tubos transmisor y receptor se logra emitiendo señales sincronizadoras especiales. Las señales de televisivas solo se pueden transmitir en la gama de ondas ultracortas (métricas). Estas ondas solo se propagan dentro de los límites de visibilidad geométrica de la antena. Por eso, para que la radiación visual abarque un gran territorio, es necesario ubicar los transmisores de televisión poco espaciados y elevar sus antenas lo más alto posible.

- **La señal de video.** La señal utilizada para la adquisición y producción son tomados desde una fuente inicial hacia un equipo terminal final para el uso y manejo correspondientes de dicha señal.
- **Video analógico:** la señal de video de forma analógica, como se muestra en la figura 2, es una señal eléctrica variable y continua en el tiempo que se obtiene muestreando, de manera periódica, la información proveniente de una cámara. Esta señal puede adquirir cualquier valor entre -0,3V y 0,7V de amplitud, dependiendo de la función que cumpla con el proceso de transmisión.

Figura 2.

Niveles de la señal de video.



Nota: adaptado de Señal de video. Fuente <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21673/P-2212.pdf>

- **Video digital.** En esencia, la señal de video digital se caracteriza por llevar los mismos datos que la señal analógica, pero en forma de números binarios: unos y ceros. Este tipo de señal se basa en acción sobre la diversidad de señal de video. Cada muestra captura el valor de la señal analógica en un momento específico, convirtiendo este valor en una representación digital utilizando números binarios. Esto permite una transmisión más eficiente y una reproducción más precisa de la información de vídeo.

La frecuencia de muestreo que se utiliza para desarrollar una transmisión vía televisiva es de 13 5000.000 m/s; es decir, una muestra cada 74 nanosegundos (ns), es decir, cada milmillonésima de segundo. Siendo una línea de tv, se divide en 720 muestras.

Esto significa que cada línea de la imagen de televisión digital se divide en 720 puntos discretos que representan valores numéricos que conforman la señal digital.

Entendido, estamos tomando una parte de la señal de una línea específica de un campo de un fotograma. En este caso, estamos tomando 7 muestras de esa línea. Cada una de estas muestras representa un valor numérico en hertzios (muestras por segundo). La figura 3 debe proporcionar una representación visual de estos valores numéricos asignados a cada muestra. Si hay algún detalle específico en la figura 3 que quieras discutir o explicar, por favor avísame para que pueda proporcionar una orientación más detallada.

Entendido. Para digitalizar la señal, necesitamos cuantificar los valores numéricos en el sistema binario, utilizando solo los dígitos 1 y 0. Podemos hacer esto mediante la conversión de cada valor numérico en su equivalente binario. Aquí está la representación binaria de cada valor:

A = 135 = 10000111

B = 150 = 10010110

C = 160 = 10100000

D = 165 = 10100101

E = 160 = 10100000

F = 145 = 10010001

G = 130 = 10000010

Estos valores están representados en su forma binaria, lo que permite digitalizar la señal y poder usar con ella en un formato digital.

Dentro del sistema binario, cada dígito tiene solo dos opciones: 0 que significa "apagado" y 1 que significa "encendido". Por ejemplo, si quisiéramos representar los dígitos 22, en forma binaria, se mostraría como 00010110, cuya notación, se explica a continuación:

Posición del BIT:	7	6	5	4	3	2	1	0
Valor Binario:	0	0	0	1	0	1	1	0
Valor Decimal:	128	64	32	16	8	4	2	1
Valores a Sumar:	0	0	0	16	0	4	2	0
Valor Resultante:	16 + 4 + 2=22							

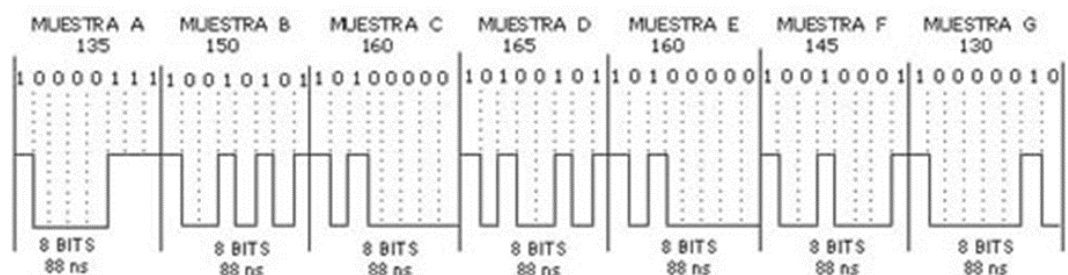
La representación de cero se da mediante 0 0 0 0 0 0 0 0, y la de 255 se expresa como 1 1 1 1 1 1 1 1. Por consiguiente, en el sistema binario, cada punto de datos en el gráfico anterior queda representado de la siguiente manera:

- 135 =10000111
- 150 =10010101
- 160 =10100000
- 165= 10100101
- 160= 10100000
- 145= 10010001
- 130= 10000010

La señal digital que representa a estas cifras es:

Figura 3.

Representación de una señal digital



Nota: adaptado del libro La frontera digital del cine Renaud, Alain, octubre de 2000. Fuente <https://mpison.webs.upv.es/2222/tecnica/senal1.htm>

En televisión o vídeo digital, cada muestra está definida por un byte, que es un bloque de 8 bits. Un byte es la cantidad mínima de información que se puede manipular

de manera individual en la mayoría de los sistemas informáticos y digitales. Cada uno de estos bytes representa un valor numérico que ha sido digitalizado a partir de la señal de vídeo analógica, y esta representación digital se utiliza para la transmisión, procesamiento y reproducción de vídeo en formato digital.

- **La señal de audio.** Es aquella señal analógica eléctrica, que es igual a la señal sonora. Se limita, por lo general, al espectro de frecuencias audibles por el oído humano, comprendido entre 20 y 20.000 Hz.

El proceso inverso se efectúa por medio de un altavoz, el cual es conocido también como bocina, adoptando la traducción directa del término inglés *loudspeaker*.

Un único micrófono tiene la capacidad de captar de manera adecuada todo el espectro audible de frecuencias. Sin embargo, para lograr una reproducción fiel de este mismo rango de frecuencias, generalmente se necesitan dos o más altavoces, cada uno especializado en reproducir diferentes rangos de frecuencias, como los altavoces de agudos y graves.

Figura 4.

Proceso de captación de señal de voz.



Nota: tomado de Radioenlaces terrestres-enlaces microondas. Fuente https://www.redtauros.com/Clases/Telecomunicaciones/I/17_Radioenlaces_Terrestres_Microondas_.pdf

De forma resumida, una señal de audio puede ser caracterizada por diversos aspectos como su valor por su relación señal-ruido, rango dinámico, valor de pico y

potencia. Asimismo, su composición espectral es relevante, incluyendo diversos elementos.

La señal que representa el habla humana, comúnmente conocida con el nombre de señal vocal, generalmente no posee información significativa más allá de los 10 kHz. Específicamente, en los sistemas telefónicos de línea fija, la comunicación está limitada exclusivamente a los primeros 3.8 kHz. Aunque con tan solo 2 kHz la voz pueda ser entendible, esta limitación no es suficiente para reconocer al hablante con precisión.

Continuando con lo establecido, se muestran algunos ejemplos que ilustran las diferentes abreviaturas comúnmente utilizadas para indicar el nivel de referencia aplicado:

Tabla 6.

Tabla de sufijos de dB y los correspondientes niveles de referencia

Abreviatura	Referencia
dBV	1 voltio
dBu	0,775 voltios (Europa)
dBv	0,775 voltios (EE. UU.)
dBW	1 vatio
dBm	1 milivatio

dBV, dBu y dBv son unidades de medida que expresan niveles de tensión, mientras que dBW y dBm se utilizan para cuantificar niveles de potencia.

El valor de 0.775 voltios deriva de la tensión necesaria para producir un milivatio de potencia, una resistencia de 600 ohmios, la misma que se caracteriza por ser ampliamente usada en sistemas de comunicaciones.

En base a lo mencionado se tiene lo siguiente:

- dBu = dBm sobre una resistencia de 600 Ohmios
- 0 dBu = 0,775 Voltios

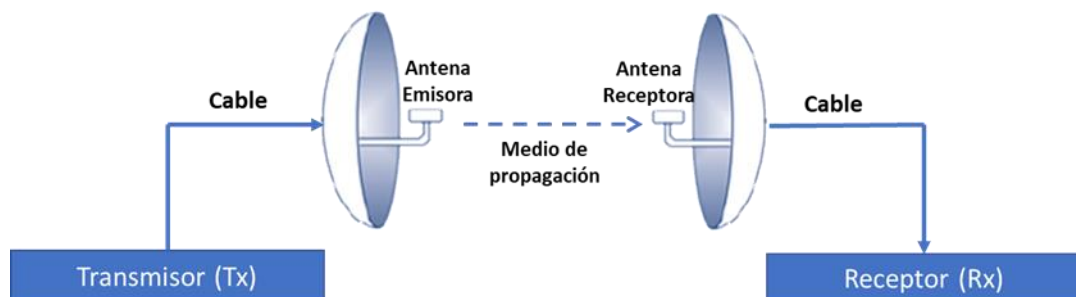
- Nivel de Micrófono (mic level): Describe señales que van desde el nivel más bajo hasta -20 dBu (77.5 mV). Estas señales provienen de diversos dispositivos como tocadiscos, pastillas de guitarra, micrófonos, cintas magnéticas, etc.
- Nivel de Línea (line level): Las señales se encuentran en un rango entre -20 y 30 dBu. Son comunes en dispositivos como procesadores de señal, mesas de mezclas, teclados electrónicos y la mayoría de los equipos de estudio de grabación.
- Nivel de Altavoz (speaker level) o niveles que sobrepasan los 30 dBu.

Zona de Fresnel en un radioenlace. Es aquel sistema electrónico de comunicación inalámbrica, la cual emplea ondas de radio para transferir datos entre los puntos, como se ilustra en la figura 5.

Los radioenlaces tienen varios tipos y funciones, incluida la radio comercial, que es una forma ampliamente reconocida de conexión de radio multipunto. Además, existen enlaces de satélite a larga distancia y conexiones digitales por tierra, ambos ejemplos de conexiones de radio punto a punto.

Figura 5.

Esquema de un radioenlace.



El sistema más básico consta de:

- 1 transmisor (Tx)
- 1 receptor (Rx)
- 2 líneas de transmisión
- 2 antenas

El proceso comienza con el transmisor generando la señal de microondas con una potencia y frecuencia determinadas, la cual está modulada de forma particular. Esta señal se introduce en la línea de transmisión, usualmente por medio de un cable coaxial. Luego, la señal viaja a través de este cable hasta llegar a la antena, que se encarga de irradiar la señal al área libre.

La antena del receptor, alineada con la del emisor, captura la energía de la señal y la transfiere a la línea de transmisión conectada al receptor. Luego, el receptor modula la señal y es procesada para la interpretación de los datos que se contienen en ella.

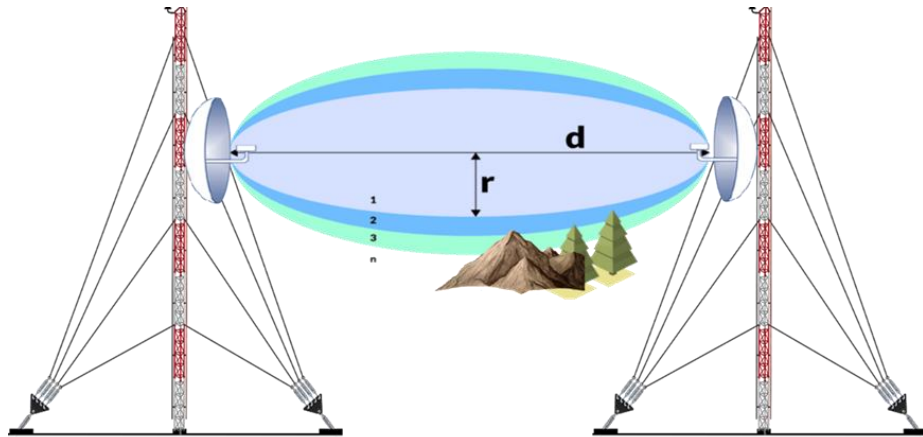
Una de las características distintivas de un radioenlace es su privacidad, ya que las transmisiones se realizan fuera de las bandas comerciales de televisión. Estas transmisiones pueden encontrarse en las siguientes bandas de frecuencia:

- **Enlaces fuera de banda.** Estas conexiones se transmiten en el rango de frecuencia justo por sobre la banda V de UHF, que va desde 870 MHz hasta 1 GHz. Utilizan modulación de frecuencia y pueden llegar a utilizar antenas Yagi con antenas helicoidales o polarización lineal, si la transmisión se realiza en polarización circular. En las dos situaciones, la energía se suministra por medio del cable coaxial.
- **Enlaces de microondas.** Estos tipos de enlaces, están llegando a evolucionar al punto de lograr frecuencias más altas, lo cual es una tendencia cada vez más común. En este contexto, el rango de operación de los sistemas se expande gradualmente desde un aproximado de 2.4 GHz hasta frecuencias cada vez más comunes entre 10.3 y 10.7 GHz, ligeramente inferior de la banda Ku que es utilizada en las comunicaciones que se dan a través de satélites. Especialmente para las transmisiones hacia los satélites, se consideran incluso frecuencias mucho más altas, que oscilan entre los 14 GHz. Las señales producidas en estas frecuencias se emiten por medio de antenas parabólicas y son trasladadas mediante guías de onda.

Zona de Fresnel. Este concepto lleva el nombre de Fresnel y se centra principalmente en determinar el espacio óptimo entre el transmisor y el receptor para evitar la cancelación de fase. Las zonas de Fresnel pueden ser visualizadas como múltiples elipsoides en el espacio tridimensional. Cada uno de estos elipsoides mantiene una distancia constante entre antenas (identificada como "d" en la figura), mientras que el radio que se extiende hacia el centro (designado como "r" en la figura) aumenta gradualmente, como se observa en la siguiente figura.

Figura 6.

Esquema de un radioenlace para la zona de Fresnel.



La región 1 tiene el impacto más significativo en la fuerza de la señal. El impacto de la región 2 es ligeramente menor que el de la región 1. El impacto de la región 3 es menor que el de la región 2. Continuando así de forma sucesiva.

Se hacen presentes una cantidad infinita de regiones (n), pero generalmente los cálculos se limitan a la tercera región, ya que más allá de esta, el efecto de cancelado lo convierte en insignificante.

Las zonas son calculadas según la ecuación 1.

$$F_n = \sqrt{\frac{n \lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (1)$$

Donde

- n: El número de la zona, que puede ser 1, 2, 3, etc.
- λ : La longitud de onda de la señal emitida.

- d1: La distancia desde el punto donde se calcula el valor de la zona hasta la antena emisora.
- d2: La distancia desde el punto donde se calcula el valor de la zona hasta la antena receptora.

Este parámetro puede ser calculado en el centro del enlace de radio. Entonces, la distancia d1 es igual a la distancia d2, lo que resulta en la siguiente ecuación:

$$F_1 = 8.656 \sqrt{\frac{D_{(km)}}{f_{(GHz)}}} \quad (2)$$

Donde

D: distancia en km entre antenas.

f: frecuencia en GHz de la señal transmitida.

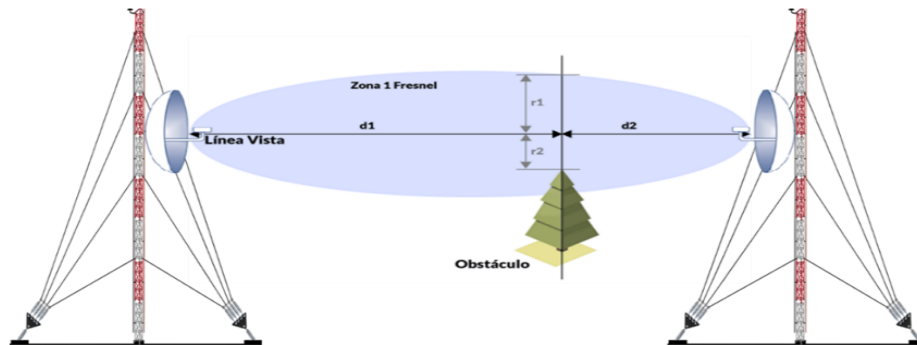
Diseño de radioenlaces y obstáculos. Las zonas de Fresnel se consideran herramientas de utilidad en el diseño y construcción de radioenlaces, ya que nos permiten calcular si los obstáculos existentes, los cuales causarían problema de pérdida de señal.

En general, el estándar para considerar aceptables los diseños de radioenlaces son los siguientes:

La primera zona de Fresnel debe mantenerse despejada en un 60% de su extensión total. Si existe un obstáculo, como el árbol mostrado en la figura 7, entre nuestras antenas, la distancia desde lo más alto hasta la línea de visión debe estar por encima del 60% del valor de la primera zona de Fresnel se calcula en este punto específico:

Figura 7.

Esquema de un radioenlace con obstáculo.



Es decir

$$r_2 \geq 0.6 r_1 \quad (3)$$

r1: Es el resultado de calcular la primera zona de Fresnel a la distancia del obstáculo.

r2: Es la distancia desde el punto más alto del obstáculo hasta la línea de visión entre las dos antenas.

- **Amplificadores de potencia.** Los amplificadores no son todos iguales; existe una clara distinción en la configuración y funcionamiento de sus etapas de salida. Aunque la potencia de salida, la ganancia de señal, eficiencia y linealidad son características clave de un amplificador ideal.

Una forma de diferenciar las características eléctricas de distintos amplificadores es clasificarlos por su clase. Esta clasificación se fundamenta en la configuración del circuito y el modo de funcionamiento del amplificador. De tal modo, las clases de amplificadores son funcionales como un marco para distinguir entre la diversidad de amplificadores.

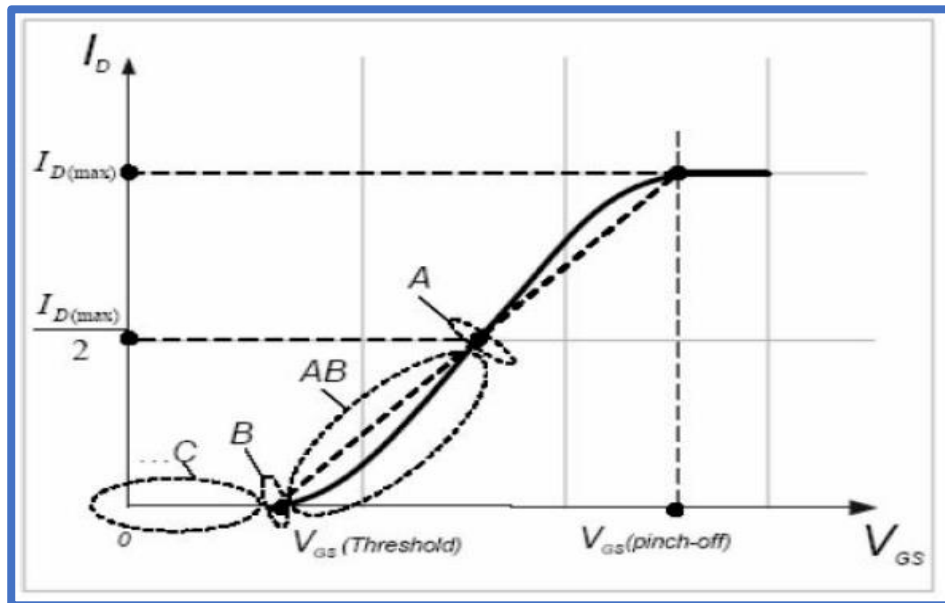
Estas categorías de amplificadores parten de operaciones lineales en su totalidad, utilizadas para amplificar las señales con baja eficiencia, hasta incluso operaciones totalmente no lineales, donde la reproducción precisa de la señal no es tan crítica, pero se logra una eficiencia más alta. También existen clases intermedias que representan un compromiso entre linealidad y eficiencia.

Las clases de operación del amplificador de potencia se dividen en dos grupos. El primer grupo (Clases A, B, AB) consiste en amplificadores de potencia altamente lineales, comúnmente utilizados en aplicaciones de microondas y comunicaciones móviles.

Mientras tanto, el segundo grupo (Clases D, E, F) incluye amplificadores de alta eficiencia que se emplean en aplicaciones de comunicaciones por satélite.

Figura 8.

Clases de un amplificador de potencia en función del punto de operación



Nota: tomado de Depósito de investigación de la Universidad de Sevilla. Fuente <https://idus.us.es/handle/11441/102273>

Para garantizar que el amplificador se ejecute de manera adecuada dentro de una categoría específica, es fundamental el ajuste de los voltajes de corriente continua aplicados a la compuerta y al drenador del transistor para que estos se encuentren estrechamente alineados con el punto de operación. La Figura 8 pone en evidencia las categorías de funcionamiento más comunes determinadas por el punto de operación:

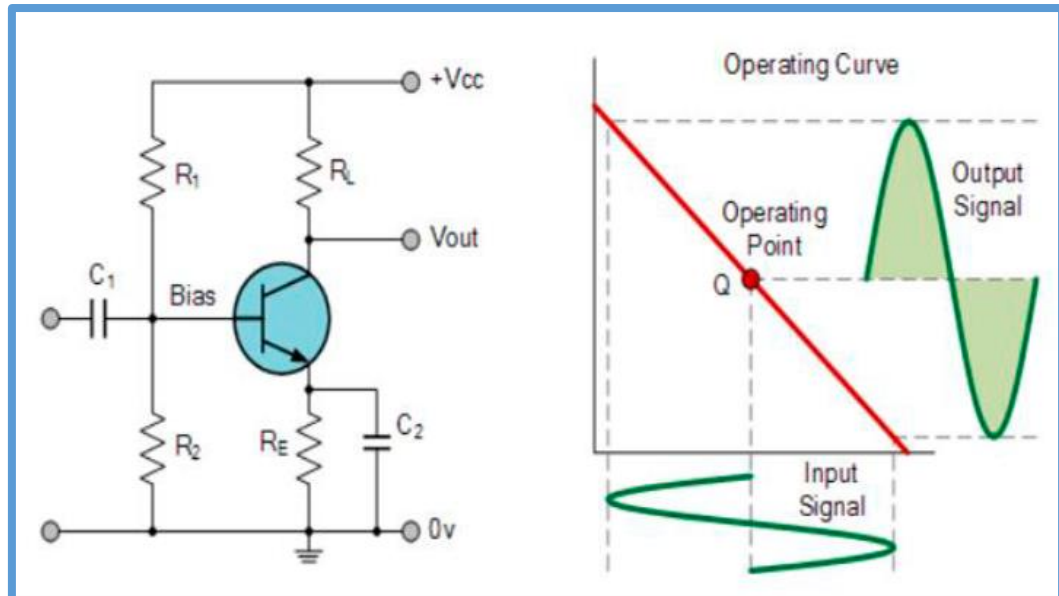
- **Amplificador de potencia clase A.** operan dentro del segmento lineal de sus curvas características, lo que significa que cada dispositivo de salida conduce a lo largo de todo el ciclo de onda de 360 grados, como se muestra en la Figura 9. Por lo tanto, el amplificador Clase A puede llegar a ser comparado con una fuente de corriente.

Los amplificadores de clase A, llegan a lograr un nivel alto de linealidad al polarizar el transistor en el punto medio de la línea de carga, lo que posibilita que tanto la corriente como el voltaje lleguen a niveles máximos sin saturación. Pese a todo ello, el dispositivo

de salida se mantiene activo de manera prolongada, lo que resulta en una conducción de corriente continua y en la consiguiente pérdida de potencia continua en el amplificador.

Figura 9.

Polarización clase A.



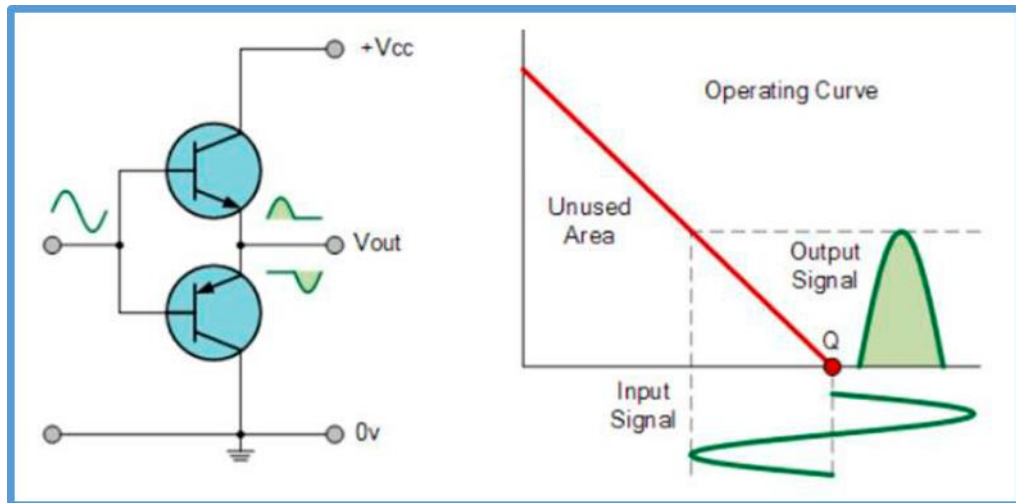
Nota: Depósito de investigación de la universidad de Sevilla. Fuente <https://idus.us.es/handle/11441/102273>

La pérdida continua de potencia en los amplificadores de clase A genera una cifra significativa de calor, lo que se le adiciona la baja eficiencia, que generalmente está en torno al 25%.

- **Amplificador de potencia clase B.** En la configuración mostrada en la Figura 10, el punto de polarización se encuentra en corte. En este caso, el transistor conduce solo durante semiciclos positivos de la señal de entrada y se encuentra cortado durante semiciclos negativos. Esta implementación es típica en amplificadores de clase B, cuando el transistor polarizado positivamente se conduce mientras que el transistor polarizado negativamente está *apagado*.

Figura 10.

Polarización clase B.



Nota: Depósito de investigación de la universidad de Sevilla, fuente <https://idus.us.es/handle/11441/102273>

En la configuración de clase B, la polarización se ajusta a la tensión de umbral, permitiendo que la corriente fluya solo cuando la señal de entrada supera dicha tensión. Este comportamiento reduce la disipación de potencia en comparación con la clase A. La salida del amplificador clase B actúa como un rectificador de media onda, generando armónicos que pueden ser eliminados con un filtro para recuperar la forma de onda original.

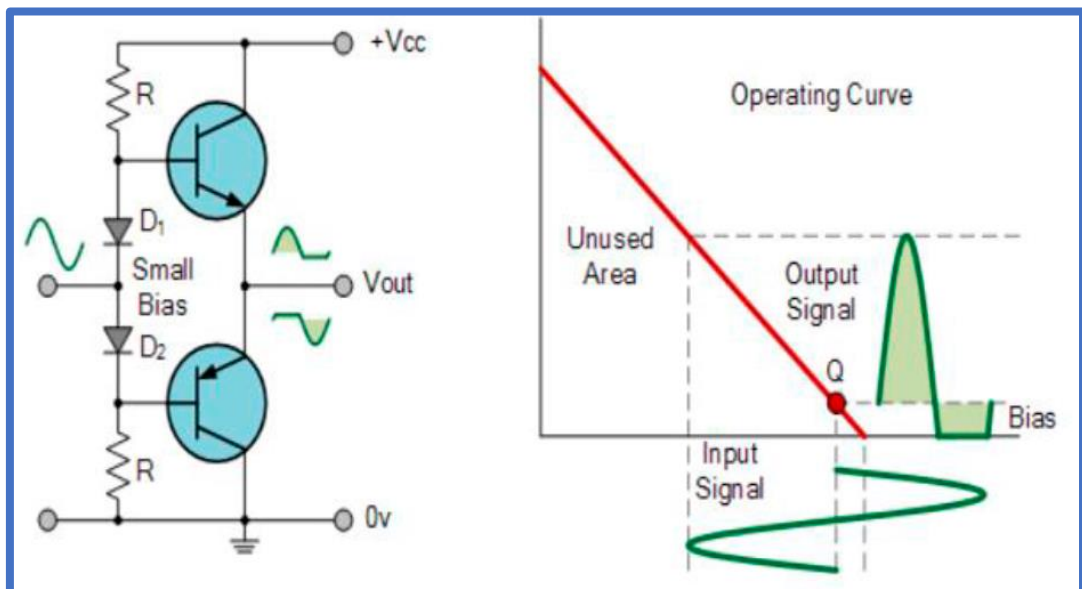
La operación en clase B, sin potencia de polarización de CC en ausencia de señal de entrada, puede alcanzar una eficiencia máxima del 78.5%. Esta mejora en eficiencia conlleva una mayor distorsión en la señal de salida, conocida como distorsión de cruce, debido a la no linealidad en la transición entre los ciclos positivo y negativo del transistor, lo que se conoce como distorsión de cruce. Para mitigar esta distorsión de cruce, es denominada como *Crossover Distorsión*.

- **Amplificador de potencia clase AB.** La presencia de un voltaje de polarización leve, proporcionado a través de diodos o resistencias en serie como se observa más adelante, tiene la ventaja de mitigar la típica distorsión de cruce de los amplificadores de Clase B, sin los inconvenientes inherentes al diseño de amplificadores de Clase A.

Por lo tanto, el amplificador de Clase AB representa un equilibrio apropiado entre las Clases A y B según eficiencia y linealidad, con tasas de conversión de eficiencia que oscilan entre el 25% y el 78.5%.

Figura 11.

Polarización clase AB.



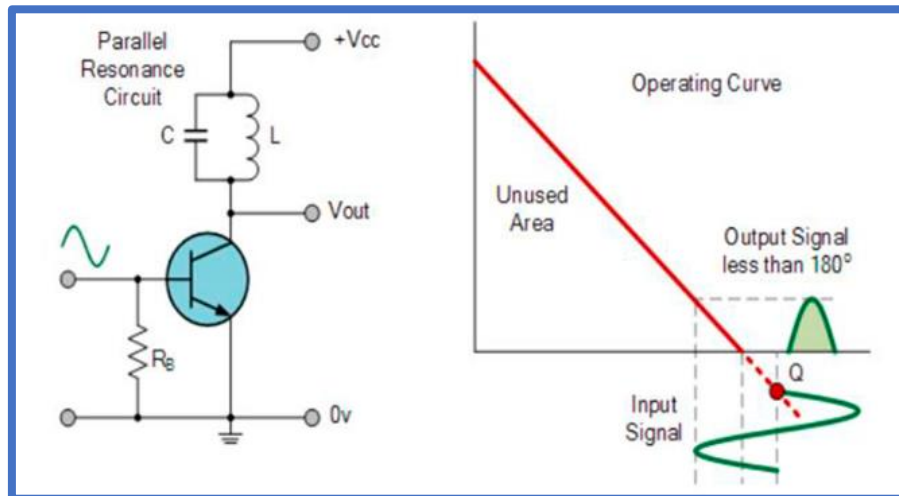
Nota: Depósito de investigación de la universidad de Sevilla (p.16) (<https://idus.us.es/handle/11441/102273>)

Absolutamente, los amplificadores de clase AB logran ser una excelente opción para el diseño de amplificadores de potencia porque tienen la capacidad de lograr un equilibrio perfecto entre linealidad y eficiencia.

- **Amplificador de potencia clase C.** En la figura 12 se muestran los amplificadores de potencia de clase C. Estos suelen ser usados en la fabricación de osciladores de alta frecuencia que producen ondas sinusoidales y en ciertos tipos de amplificadores de radiofrecuencia.

Figura 12.

Polarización Clase C.



Nota: adaptado del Depósito de investigación de la universidad de Sevilla (p.17). Fuente <https://idus.us.es/handle/11441/102273>

En un amplificador de clase C, la salida se configura para operar dentro de un rango de menos de 180 grados del ciclo de la señal y solo se activa a través de un circuito sintonizado para garantizar que se complete toda la operación que forma parte de la frecuencia sintonizada. Esto significa que su ángulo de conducción es menor que 180 grados. Como resultado, la corriente de salida permanecía ausente por medio de la mitad de ciclo de la señal de entrada, lo que conduce a una alta eficiencia, aunque compromete la linealidad del amplificador.

Los amplificadores de potencia de clase C se emplean comúnmente en sistemas de modulación de envolvente constante, ya que dichas aplicaciones no requieren linealidad. En este tipo de sistemas, la señal de salida se modula manteniendo constante la envolvente de la señal, lo que permite una operación eficiente con amplificadores de clase C, que tienen una eficiencia alta, pero comprometen la linealidad.

La arquitectura de amplificación común se utiliza en transmisores tanto analógicos como digitales. En esta configuración, las señales analógicas de video y audio se amplifican de forma simultánea por los mismos amplificadores de potencia. En comparación con la amplificación separada de audio y vídeo, donde se utilizan dos

transmisores distintos, la arquitectura de amplificación común reduce el número de componentes necesarios.

No obstante, en equipos de radiodifusión analógica, una desventaja de esta configuración es la posible interferencia entre las señales de video y audio, ya sea que estén dentro o fuera del rango de frecuencia designado. Esto se debe a que, cuando estas señales se amplifican simultáneamente en las etapas de potencia, están sujetas a las inconsistencias inherentes en esas etapas. Aunque los niveles de interferencia práctica dentro del rango de frecuencia pueden reducirse a menos de -57 dB, estos sistemas demandan con mayor precisión en comparación con los sistemas de amplificación independientes.

Por otra parte, El sistema de amplificación compartida hace posible la presencia de varias ventajas, tanto para la transmisión analógica como también para la digital. Especialmente en la transmisión analógica, mejora el filtrado de la banda lateral residual mediante el uso de filtros de onda acústica superficial (SAW), en contraposición a las configuraciones de amplificación separadas. Además, requiere ajustes más simples. En tanto en la configuración analógica como digital, es más fácil realizar los ajustes necesarios en la frecuencia intermedia para contrarrestar las no linealidades de los amplificadores de potencia.

La estructura base del transmisor digital comparte características similares con la del transmisor analógico con amplificación compartida, siendo la principal diferencia que en el caso digital no es necesario el manejo de dos señales de entrada que necesiten ser multiplexadas, sino una única señal digital. Esta señal digital está compuesta por un flujo continuo de bits en el que se contiene datos de vídeo, audio y otros datos, todos ellos codificados adecuadamente. Aparte de todo ello, esta señal puede llegar a almacenar los datos de uno varios programas multiplexados en el tiempo. Además, hay diferencias en los requisitos del rango dinámico de los amplificadores de potencia. En los sistemas digitales, la relación entre la potencia efectiva, y de pico es mayor (aproximadamente 10 dB) que en

los sistemas analógicos (aproximadamente 2 dB), lo que impone restricciones de forma relativa más severas en el caso de la transmisión digital.

Sin embargo, más allá de estas diferencias, es importante destacar que las principales discrepancias entre los sistemas analógicos y digitales están en la etapa de procesamiento de señales, no en el transmisor propiamente dicho. En los sistemas analógicos, la degradación de la señal se hace presente en forma de ruido, alteraciones en la respuesta en frecuencia, aplazamiento en el grupo, irregularidades en la luminancia, cambios en ganancia y fase, modulación no intencional de la fase de la portadora, reintroducción de la banda lateral inferior y distorsión causada por la intermodulación.

Además, en sistemas digitales, se manifiestan como ruido, modificaciones en la respuesta en frecuencia y retardo de grupo. Las distorsiones no lineales incluyen conversiones AM-AM y AM-PM (Modulación de Amplitud-Modulación de Fase). Entonces, la finalidad es reducir las distorsiones a niveles tan bajos como sea posible, de manera que el canal se comporte de manera lineal.

- **Transistor de alta potencia para RF LDMOS.** Los LDMOS, también conocidos como Semiconductores de Óxido de Metal de Difusión Lateral, son dispositivos MOSFET con características de doble difusión utilizados en una variedad de tipos de amplificadores, incluidos los diseñados para aplicaciones de microondas, RF y audio. Estos componentes suelen fabricarse dentro de capas epitaxiales de silicio designadas como p/p+.

El proceso de fabricación de dispositivos LDMOS abarca de manera principal distintas rondas de implantación de iones seguidas de manera continua de tratamientos térmicos. Por ejemplo, el área de deriva de este MOSFET de potencia se forma a través de hasta tres secuencias de implantación de iones para lograr el perfil de dopaje requerido para resistir campos eléctricos intensos.

El silicio basado en RF LDMOS (Radio Frecuencia - LDMOS) es el amplificador de potencia de RF más utilizado en las redes móviles, lo que permite la comunicación de voz celular y el tráfico de datos para la mayoría de la población mundial. Los dispositivos

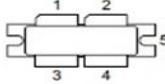
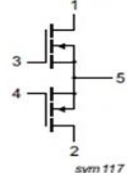
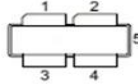
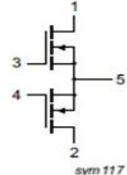
LDMOS son ampliamente empleados en amplificadores de potencia de RF para estaciones base, debido a que requieren una alta potencia de salida con un voltaje drenador-fuente correspondiente al voltaje de ruptura de la fuente, generalmente por encima de los 60 voltios. En comparación con otros dispositivos como los FET de GaAs, los LDMOS muestran una frecuencia de ganancia de potencia máxima más baja.

Los transistores de Si LDMOS son ampliamente utilizados en amplificadores de alta potencia operando por debajo de los 3 GHz, y pueden ser la tecnología dominante en aplicaciones inalámbricas. Los Si LDMOS mejoran la estructura de los MOSFET, lo que los hace especialmente adecuados para aplicaciones de alta potencia. Las principales razones de su popularidad son la maduración de la estructura de un Si LDMOS, que ayuda a incrementar la tensión de ruptura y reducir la inductancia de la fuente.

Sin embargo, la resistencia de conducción es alta, lo que puede aumentar las pérdidas y degradar el rendimiento de RF. Por lo tanto, siempre existe un compromiso entre la potencia de salida de RF y la resistencia de conducción. Además, otra ventaja de su estructura es el aumento de la frecuencia de funcionamiento, siendo especialmente útiles desde UHF hasta por debajo de los 3 GHz. Esto se debe a que la conexión directa a masa de su fuente elimina la inductancia de los hilos de conexión, lo que reduce la ganancia a altas frecuencias.

Figura 13.

Esquema de un LDMOS.

Pin	Description	Simplified outline	Graphic symbol
BLF188XR (SOT539A)			
1	drain1		 <i>sym 117</i>
2	drain2		
3	gate1		
4	gate2		
5	source		
BLF188XRS (SOT539B)			
1	drain1		 <i>sym 117</i>
2	drain2		
3	gate1		
4	gate2		
5	source		

Nota: tomado de Linealización de amplificadores de potencia, fuente https://oa.upm.es/65023/1/DAVID_TENA_RAMOS.pdf.

- **Antenas.** El campo electromagnético se refiere a la región del espacio y se difundan las ondas electromagnéticas, que consisten en la combinación de campos magnéticos y eléctricos, los cuales oscilan de forma perpendicular entre sí y en dirección de propagación.

El campo electromagnético tiene condiciones magnéticas y eléctricas. Las ondas electromagnéticas se originan a partir del movimiento de electrones por medio de un metal conductor. Estas ondas se difunden por medio del espacio a la velocidad de la luz, que es aproximadamente 300,000 km/s. Este principio es fundamental en el funcionamiento de una antena, que aprovecha la propagación de estas ondas para transmitir o recibir señales electromagnéticas.

Las características del campo electromagnético abarcan la longitud de onda, la polarización, la intensidad, frecuencia y la modulación. La intensidad del campo eléctrico (E) y la intensidad del campo magnético (H) son vectores que están sujetos a cambios en base a la posición y el tiempo. Normalmente se expresan en voltios por metro (V/m) y amperios por metro (A/m), o su equivalente en teslas (T). La medición de estos campos

requiere el uso de sensores adecuados para reflejar su intensidad en la escala del dispositivo de medición, y posiblemente se correlacionen con la densidad de potencia en el punto por medio de una fórmula matemática.

Es importante destacar que no necesariamente toda potencia entregada es convertido en calor y de la misma forma logra disiparse.

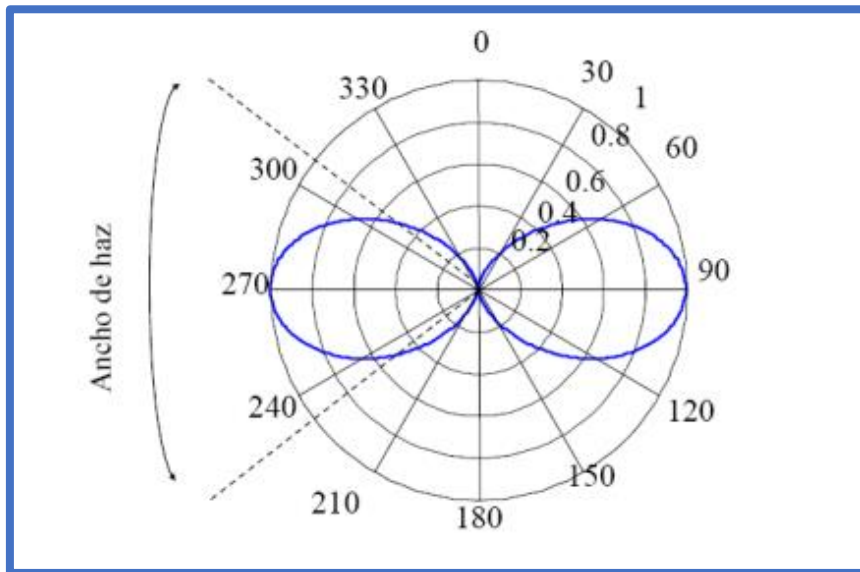
Existen dos tipos principales de antenas: transmisores y receptores. Las antenas transmisoras convierten señales eléctricas en ondas electromagnéticas para poder ser enviadas, mientras que las antenas receptoras se desempeñan de manera contraria, convirtiendo las ondas electromagnéticas en señales eléctricas. Estas ondas incluyen señales de radio y televisión, propagándose a la velocidad de la luz.

- **Parámetros de una antena.** Las antenas cumplen las mismas funciones como en la recepción de señales y se caracterizan por contener una serie de atributos, como respuesta de longitud, área efectiva, polarización, peso, tamaño, ganancia, resistencia al viento, tipos de conectores, entre otros. A continuación, se mencionan los parámetros de mayor importancia desde el punto de vista electrónico.
- **Ancho de banda.** Se refiere a la situación en la que los parámetros de una antena mantienen características específicas dentro de un cierto rango de frecuencias. Este rango puede incluir impedancia, polarización, ganancia u otras características relevantes de la antena.
- **Directividad.** La directividad de una antena es la proporción y la potencia total radiada se divide por el área de una esfera que tiene el radio de la distancia de interés. Pudiéndose calcular directamente desde el diagrama de radiación. La relación forward/backward es la diferencia entre la potencia radiada hacia adelante y la potencia radiada hacia atrás. Por último, el azimut y el ángulo de elevación son los ángulos que definen la dirección principal del haz de radiación en horizontal y vertical respectivamente.

- **Ganancia.** La eficiencia se define como la relación entre la ganancia y la directividad, equivalente a la relación entre la potencia total radiada y la potencia entregada a la antena.
- **Rendimiento en la antena.** El rendimiento de la antena en mención se calcula como la relación entre la potencia total aplicada a la antena y la potencia de radiación, considerando tanto la potencia de radiación como las pérdidas de potencia.
- **Impedancia.** Al conectar una antena a un transmisor (o receptor), es esencial que la antena irradie (o reciba) la máxima potencia posible con el mínimo de pérdidas. Para lograrlo, se hace presente la necesidad de adaptar la impedancia del transmisor o receptor a la de la antena, lo que generalmente se realiza mediante una línea de transmisión. Esta línea también tendrá influencia en la adaptación, debiendo ser considerada, su impedancia característica y atenuación. La impedancia característica (Z_0) está determinada por elementos básicos, como la relación entre la longitud y el diámetro del conductor y la frecuencia de operación.
- **Anchura de haz.** es una característica del patrón de radiación de una antena que se puede describir de dos maneras. En primer lugar, es la anchura del haz en -3 dB, lo que indica el ángulo donde la densidad de potencia radiada alcanza la mitad de su máximo, como se muestra en la Figura 14. En segundo lugar, es la anchura del haz entre nulos, lo que señala el ángulo del lóbulo principal en el patrón de radiación, situado entre los dos nulos adyacentes y el máximo.

Figura 14.

Ancho de haz de 3dB.



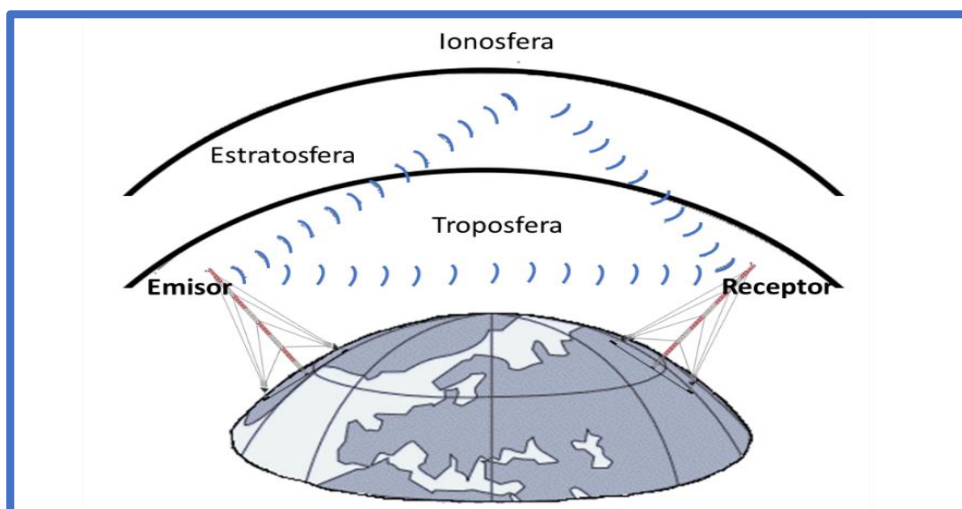
Nota: Tomado de introducción a los sistemas radioenlaces fijos, fuente <https://bit.ly/3KU8d5Q>

La transmisión de estas ondas desde la antenna emisora hasta la antenna receptora puede efectuarse por 2 rutas (ver figura 15).

- a. Directamente desde la antenna emisora hasta la antenna receptora.
- b. De la antenna emisora hacia la ionosfera, que refleja esas ondas a la tierra donde es recibida por la antenna receptora.

Figura 15.

Camino seguido por las ondas electromagnéticas.



Nota: Adaptado de Unidad educativa fiscomisional Don Bosco, fuente <https://slideplayer.es/slide/5650991/>

Durante su trayectoria, las ondas experimentan varios fenómenos de refracción y cambios de dirección que resultan en su rebote sobre la superficie terrestre a distancias significativas desde el punto de origen. Aquellas ondas que se propagan en la superficie terrestre tienen un rango limitado debido a la curvatura del terreno. Por consiguiente, el alcance de una antena emisora se define por un alcance óptico: hasta donde la línea de visión alcanza, subrayando la importancia de ubicar las antenas, tanto emisoras como receptoras, en lugares elevados.

La siguiente expresión matemática nos proporciona la capacidad de determinar la distancia entre dos antenas basada en sus alturas relativas como vemos en la ecuación 4.

$$D = 3.6 (\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2}) \quad (4)$$

D = distancia máxima de emisión en kilómetros entre dos antenas.

a1 = altura de la antena emisora en metros.

a2 = altura de la antena receptora en metros.

- **Relación de onda estacionaria (SWR).** La Relación de Onda Estacionaria (ROE) explica la relación geométrica entre las amplitudes máxima y mínima de voltaje en una situación de onda eléctrica estacionaria, tal como se evidencia en el resto de una línea de transmisión. Este fenómeno se ejecuta a través de los conceptos de onda incidente y onda reflejada. La ROE es una magnitud positiva y adimensional, siempre mayor o igual a uno. Cuando la onda reflejada es nula, la amplitud es constante y la ROE es igual a 1. Si existe una onda reflejada, se presentarán voltajes máximos y mínimos, y la ROE será mayor que 1. En el extremo, si toda la onda directa se refleja, pueden existir puntos de voltaje mínimo cero, y la ROE será infinita.

El cálculo de la relación de onda estacionaria está dado por la ecuación 5.

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}} \quad (5)$$

Donde

Pr: Potencia reflejada (Power reflected)

Pd: Potencia directa (Power Forward)

2.2 Marco conceptual

El trabajo de suficiencia comprende el desarrollo del proceso de implementación y puesta en servicio de un canal de televisión de señal abierta ICATV canal 35 UHF (596-602 MHz) en la ciudad de Ica, desde la adquisición, grabación y monitoreo, distribución y entrega final al usuario, realizando las pruebas pertinentes para asegurar su confiabilidad y adecuado funcionamiento para el televidente en la ciudad de Ica, cumpliendo con las normas técnicas de servicio de radiodifusión del MTC.

Las instalaciones del canal de transmisión de TV (ICATV CANAL35 UHF) se encuentra ubicada en la periferia aproximadamente a 10 km de la plaza de armas de Ica, exactamente en Cerro Prieto específicamente ubicada en provincia y departamento de Ica, distrito de Salas Guadalupe, en la región Ica, a una altitud menor de 480 m s. n. m.

Para la implementación del canal de televisión lo dividiremos en 03 subsistemas: Adquisición y producción, Grabación y monitoreo, Distribución y entrega; donde cada subsistema se implementará con equipos que al final se conectarán para formar el flujo de trabajo en un canal de TV.

Los elementos en el desarrollo del informe son lo que se indican a continuación:

- Cámaras de video
- Mezcladores de audio
- Mezclador de video analógico y digital
- Micrófonos

- Computadoras personales con software Vmix
- Compresor / limitador de audio
- Monitores y televisores
- Audífonos y parlantes
- Enlace vía microonda
- Transmisor de TV de audio y video
- Distribuidores de potencia
- Antenas de panel y parabólicas.
- Tipos de cables para video y audio (RG6, Heliax, RG58)

Para el proceso de pruebas y desarrollo de todas estos equipos, los trabajaremos como piezas que debemos armar y poner en funcionamiento, desarrollando los parámetros óptimos de pruebas de los equipos vistos en fabrica y campo, el estudio de operatividad, el procedimiento de operación, análisis de fallas y soluciones inmediatas, la transformación de señal de video digital a analógica, ganancia de las antenas, la determinación de la potencia efectiva, potencia reflejada en el transmisor de TV de ICATV Canal35UHF.

2.2.1 Control maestro

Master control en inglés. Se trata del núcleo técnico de una operación de transmisión típica compartida por la mayoría de las estaciones de televisión terrestre y redes de televisión. Cada segmento de programación que se visualiza en un televisor debe haber sido previamente gestionado por el centro de control principal de la estación que lo transmite.

La tarea del control maestro es supervisar y gestionar todo el contenido que conforma los programas. Recibe entradas de programas provenientes de diversas fuentes y las transmite según un horario predefinido. Una de las principales responsabilidades del control maestro es garantizar que el contenido recibido coincida con lo programado, como

los comerciales y los mensajes comunitarios a través del *scroll*, y transmitirlos en el momento adecuado. Además, el control maestro se encarga de mantener la calidad técnica de los programas, asegurándose de que todo el material cumpla con los estándares técnicos establecidos. Funciona como un filtro final para limpiar tanto el audio como el video de todos los materiales antes de su transmisión o distribución a otros medios (TV, cable o streaming). En el control maestro, una computadora ejecuta todas las operaciones automatizadas (mediante una lista de reproducción en PC), mientras que un operador supervisa técnicamente estas operaciones y, si es necesario, asume el control manual de las mismas.

2.2.2 Switcher

Las consolas de mezcla de video son dispositivos electrónicos que permiten seleccionar, combinar y manipular imágenes de múltiples fuentes de video. Similar a una consola de audio, incluyen un procesador y un panel de control con botones giratorios, controles deslizantes y una interfaz táctil. Conocidas también como mezcladores de video, conmutadores de video o mezcladores de imágenes (ver figura 16).

Estas consolas son fundamentales en producciones audiovisuales televisivas, facilitando la retransmisión en vivo y la grabación de programas. Normalmente ubicadas en áreas de control acústicamente diseñadas, son operadas por equipos técnicos especializados que manejan cámaras, iluminación y sonido.

En un entorno de control de realización, el mezclador de video desempeña un papel crucial bajo la dirección del realizador, permitiendo la selección y conmutación de las imágenes capturadas por las cámaras.

Figura 16.

Partes de un mezclador de video.



Nota: adaptado de *switcher*, fuente https://www.solarisnetwork.com/ConcertBrands_Video%20Switcher

Además, un mezclador de video ofrece capacidades avanzadas para crear diversos efectos visuales como imagen dentro de imagen, espejo, multipantalla y pantalla verde, entre otros. También permite ajustar el color, añadir textos, aplicar transiciones y efectos de audio, entre otras funciones esenciales para la cohesión y el diseño del programa o evento transmitido o grabado.

En resumen, el mezclador de video facilita la manipulación de imágenes capturadas en el plató y su emisión o grabación.

Actualmente, los mezcladores son herramientas valiosas para quienes trabajan desde casa y desean transmitir video en streaming, gracias a su capacidad para integrar efectos de sonido, música y gestionar automáticamente imágenes de múltiples videocámaras.

A continuación, se mostraremos los principales trabajos realizados en una mesa de mezclas de video.

- La realización de programas televisivos desde una cabina de realización.
- Retransmisión de eventos en vivo desde una unidad móvil de producción.
- Programas de espectáculos en vivo (proyección de imágenes en una gran pantalla que se ubica en un escenario para generar un espectáculo de vídeo, el cual se sincroniza con un concierto de música).

- Presentaciones, eventos corporativos (incorporando diapositivas o cualquier otro material audiovisual).
- Compartir tutoriales o clases en línea a través de internet.
- Difundir videos en las plataformas streaming: YouTube, Facebook, Twitch, Instagram.
- Realización de video podcast y un largo entre otros.

2.2.3 Mezclador de audio

Las mesas de mezcla de audio, también conocidas como mezcladoras de sonido, son dispositivos electrónicos a los cuales se conectan diversos componentes emisores de audio, sintetizadores, entradas de línea, giradiscos de vinilo, reproductores de CD, reproductores de cintas, salidas de audio de la PC, entre otros. Una vez que las señales de sonido ingresan a la mesa, se pueden tratar y procesar de diversas maneras para producir una mezcla de audio en salida, ya sea mono, multicanal o estéreo.

Las funciones estándar de procesamiento en mesas de mezcla incluyen ajuste del nivel de sonido de cada entrada, efectos de inserción y envío, ecualización, panorámica (para canales mono) y balance (para canales estéreo). Algunas mesas permiten agrupar varios canales para procesamiento conjunto (llamados grupos), grabación en disco duro, y mezcla de canales mediante crossfader, entre otras capacidades.

Estas mesas de mezcla se utilizan en diversos entornos como estudios de grabación musical, estaciones de radio, estudios de televisión y edición cinematográfica, donde son cruciales para la producción y transmisión de audio. Además, son fundamentales para los DJ y otros músicos en vivo durante sus actuaciones.

Las mesas de mezclas analógicas, casi la totalidad han sido reemplazadas por las digitales, procesan señales de audio analógicas y se caracterizan por manipular de forma directa las señales que ingresan o salen de la mesa. Las diversas señales de audio son dirigidas físicamente a través de los dispositivos de control o monitoreo, los cuales son manipulados por el técnico de audio.

En general, las mesas de mezclas analógicas consisten en un único equipo, la consola, que maneja todas las señales de entrada y salida con las que se va a trabajar. Este equipo integra diversos componentes como amplificadores, filtros, ecualizadores, enrutadores, entre otros, que se necesitan para el procesamiento requerido. Los controles operan de forma directa en el audio, es decir, la señal de audio atraviesa físicamente los faders y otros controles de la consola.

Partes de una consola (ver figura 17). Estas son las siguientes:

- **Entradas:** las consolas se caracterizan por tener entradas diferentes por medio de conectores. Generalmente se ubican en la parte superior o en un posterior panel.
 - Entradas para micrófonos: tanto con conectores XLR-Canon como Jack-Plug, son del tipo hembra. Se aconseja conectar los micrófonos utilizando las entradas XLR. Estas entradas están marcadas con la palabra "MIC". Cuentan con un preamplificador que amplifica la señal débil que proviene del micrófono. Si el micrófono se conecta a otra entrada, como la de línea, la señal que llega a la consola será muy baja. La mayoría de las consolas cuentan con un interruptor para activar la alimentación Phantom. Esta alimentación Phantom, típicamente de +48 voltios, siendo necesario para que funcione el micrófono de condensador.
 - Entrada de línea: Aquí se conectan todos los equipos externos como reproductores de casetes, reproductores de CD, computadoras, instrumentos musicales, etc. Los conectores utilizados son Jack-Plug o RCA. Estas conexiones se identifican como LINE.
 - Entrada *phono*: se utiliza para tornamesas o tocadiscos, que al igual que los micrófonos, generan una señal de baja amplitud. Por esta razón, esta entrada está equipada con un preamplificador. Conectar un reproductor de CD u otro dispositivo sin necesidad de preamplificación a una entrada phono puede resultar en saturación de la señal de audio debido al exceso de nivel.

- Entradas digitales: las modernas consolas, a pesar de ser analógicas, tienen conexiones digitales para llevar una comunicación con tarjetas de audio, con el beneficio de reducir pérdida de la calidad que con las conexiones análogas. Las más comunes son *FireWire*, *S-PDIF* y *USB*.
- **Salidas:** Los controles de salida en una mesa de mezclas analógica suelen dividirse en grupos y masters. Tanto los grupos como los masters tienen una apariencia similar a los canales de entrada, perciben las señales de los buses de la mesa. Se puede tener también alguna entrada externa y puntos de inserción. Estos controles pueden manejar varias señales de entrada simultáneamente. Los masters, en particular, son los controles de salida para la señal principal del programa.
 - Master o *Main*: también conocida como salida de programa o PGM, está dirigida hacia el transmisor. En las consolas de producción, es la señal que permite grabar, mientras que, en las consolas de DJ o conciertos, es la salida que amplificamos para que todos la escuchen. Estas salidas son estéreo con dos canales, izquierdo (L) y derecho (R), y utilizan conectores Jack o XLR.

En el escenario que has descrito, donde estás grabando un disco por pistas, la salida master no sería útil ya que no deseas una señal sumada en este momento. En lugar de enviar la señal directamente al master, asignas cada canal de entrada a un subgrupo específico, como el subgrupo 1 para la guitarra. Posteriormente, se conecta la salida del subgrupo 1 mediante una tarjeta de audio multicanal a uno de los canales virtuales de la computadora, siguiendo este procedimiento para cada instrumento. De este modo, cada instrumento cuenta con una ruta directa e independiente hacia la grabación, utilizando conectores Plug o XLR para iniciar y finalizar estos trayectos.

- REC, *tape* o grabación: Hay consolas de producción que no cuentan con salidas de subgrupo, en su reemplazo tienen un envío con la opción de grabar la mezcla emitida por la consola en casetes o computadoras.

Figura 17.

Partes de un mezclador de audio.



Nota: tomado de Consola Mackie Onyx 1220i, fuente <http://www.mackie.com/>

Controles de salida de una consola

- **Perillas:** Los potenciómetros circulares son componentes utilizados en los paneles de control de canales para ajustar la ganancia y la ecualización.
- **Pulsadores o switches:** son pequeños botones cuya función es activar o desactivar ciertas funciones.
- **Faders:** son potenciómetros lineales, también son nombrados *atenuadores deslizantes*. Tiene como función incrementar o reducir el nivel de la señal.

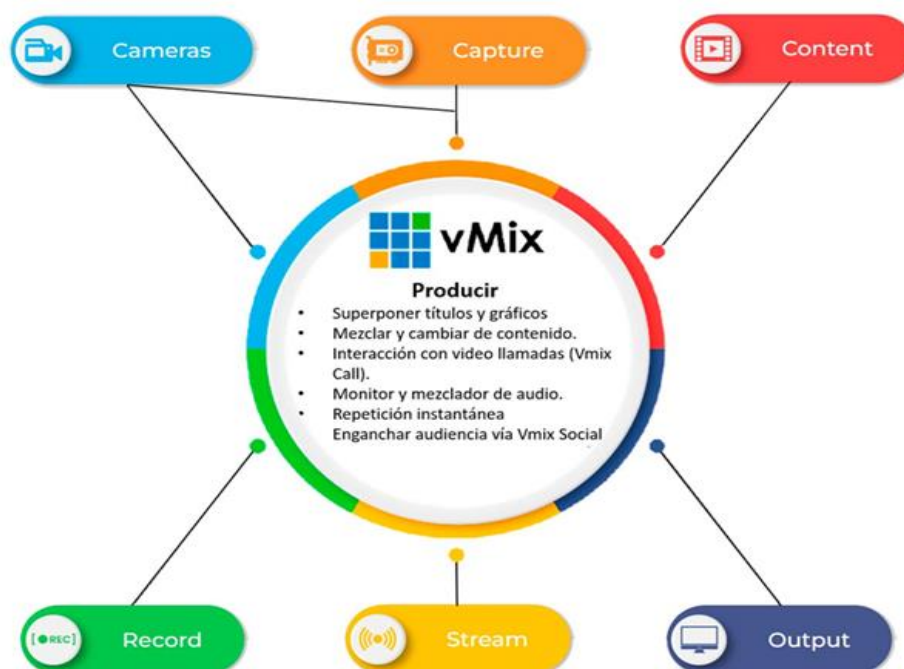
2.2.4 Software Vmix

VMix es un software de mezcla de video que utiliza tecnología avanzada para manejar resoluciones de hasta 4K. Proporciona una solución completa con diversas funciones, incluyendo mezcla en vivo, conmutación fluida y transmisión de contenido de

múltiples fuentes de video en alta resolución. Estas fuentes pueden incluir cámaras en directo, archivos de vídeo, DVDs, imágenes y otros tipos de medios.

Figura 18.

Características de producción del software Vmix.



Nota: tomado de vMix, fuente <https://www.vmix.com/software>

VMix se ejecuta en Windows 7, Windows 8, Windows 10 y Windows 11 y admitiendo todas las tarjetas gráficas compatibles con DirectX 10. La tarjeta gráfica define por la velocidad cuántas cámaras de alta definición, entradas, grabación en vivo, streaming y demás recursos son posibles utilizar.

Tabla 7.

Requisitos mínimos y recomendados por Vmix

	Mínimo	Recomendado
Sistema Operativo	Windows 7 o superior	Windows 10
Procesador	Doble núcleo de 2 GHz	Intel Core i7 3Ghz
Memoria	1GB DDR2	8GB DDR3
Unidad de disco duro	Disco duro de 7200 RPM (para las grabaciones)	Disco de estado sólido
Tarjeta gráfica	Compatible con DirectX 10	Tarjeta nVidia con 1GB de memoria dedicado.
Resolución de la pantalla	1280×720	1920×1080

Nota: adaptado de vMix, fuente <https://vmix.es/sample-page>

Tabla 8.*Hardware de captura de video compatibles por Vmix*

Entradas		Requisitos
AJA		
KONA 4 4K	4x HD-SDI IN or Out	PCI Express Slot (x8)
KONA 3G / QUAD	HD-SDI IN/OUT, HDMI OUT	PCI Express Slot (x4)
KONA LHi	Analog IN, HD-SDI and HDMI IN/OUT	PCI Express Slot (x4)
AVerMedia		
Live Gamer HD (C985)	HDMI or DVI	PCI Express Slot (x1)
DarkCrystal HD Capture SDK II (C729)	HDMI and Analog Capture	PCI Express Slot (x1)
Blackmagic Design		
DeckLink 4K Extreme	SDI o HDMI	Ranura PCI Express (x4)
DeckLink Series	Up to 4x HD-SDI (DeckLink Quad)	PCI Express Slot (x1, x4)
Intensity Extreme	HDMI or Analog	Puerto Thunderbolt
Intensity Pro	Single HDMI or Analog	PCI Express Slot (x1)
Intensity Shuttle Thunderbolt	HDMI or Analog	Puerto Thunderbolt
UltraStudio Mini Recorder	HD-SDI or HDMI	Puerto Thunderbolt
UltraStudio Series		Puerto Thunderbolt
Bluefish444		
Epoch 4K Supernova	4x HD-SDI Inputs	PCI Express Slot (x8)
Epoch 4K Supernova S	4x HD-SDI Inputs	PCI Express Slot (x8)
Epoch 4K Neutron	2x HD-SDI Inputs	PCI Express Slot (x8)
Epoch Neutron	2x HD-SDI Inputs	PCI Express Slot (x8)
Datapath		
Vision Series (VisionAV, VisionHD4)	HD-SDI/HDMI/DVI/RGB/Component/Composite	PCI Express Slot (x4 or x8)
Epiphan Systems		

DVI2USB 3.0	HDMI, DVI, VGA	USB 3.0
SDI2USB 3.0	HD-SDI	USB 3.0
DVI2PCle	HDMI, DVI, VGA	PCI Express Slot (x1)
DVI2PCle Duo	1x HD-SDI + 1x HDMI, DVI, VGA	PCI Express Slot (x4)
Magewell		
XI100DE-4K 4K	HDMI o DVI	PCI Express Slot (x4)
XI100DUSB	HD-SDI or HDMI	USB 3.0
XI006AUSB	6x Analog	USB 3.0
XI204XE	2x HDMI/Component, 4x Analog	PCI Express Slot (x4)
XI400DE	4x HD-SDI o HDMI	Ranura PCI Express (x4)
Matrox		
VS4 NUEVO	4x HD-SDI	PCI-E (x8)
MXO2 Series (Mini, LE, MAX, etc.)	1x HDMI/HD-SDI/Analog	Slot de tarjetas PCI-E o Express
Mojito MAX	1x HDMI/HD-SDI/Analog	PCI Express Slot (x1)
Osprey by Variosystems		
Osprey 845e	4x HD-SDI	PCI Express Slot (x4)
Osprey 825e	2x HD-SDI	PCI Express Slot (x4)
Osprey 815e	1x HD-SDI	PCI Express Slot (x1)
Osprey 820e	2x HDMI, DVI, VGA, Analog	PCI Express Slot (x4)
Osprey 100e, 210e, 260e, 460e	Up to 4x Analog	PCI Express Slot (x1)
ViewCast		
Osprey 845e	4x HD-SDI	PCI Express Slot (x4)
Osprey 825e	2x HD-SDI	PCI Express Slot (x4)
YUAN High-Tech		
SC510 N4 Series	4x HD-SDI or 4x HDMI	PCI Express Slot (x4)
SC510 N2 Series	2x HD-SDI or 2x HDMI	PCI Express Slot (x4)
SC510 N1	1x HD-SDI/HDMI/DVI/Component	PCI Express Slot (x4)
SC580 N1	1x HD-SDI/HDMI/DVI/Component	PCI Express Slot (x1)
UB530	1x HD-SDI/HDMI/DVI/Analog	USB 3.0
SC512N1 MC SDI	1x HD-SDI	MiniPCle
SC512N1 MC HDV	1x HDMI	MiniPCle
ThunderboltEnclosures		
Sonnet EchoExpress Series	Capture Card Required	Tarjetas ViewCast o Blackmagic
		Puerto Thunderbolt
Magma ExpressBox Series	Capture Card Required	Tarjetas ViewCast o Blackmagic
		Puerto Thunderbolt

VMix es compatible con una amplia gama de hardware de captura, incluso si no se menciona específicamente. Siempre que el hardware tenga controladores compatibles con DirectShow, como dispositivos PCI, PCI Express, USB 2.0 o basados en Thunderbolt, será compatible con VMix.

2.2.5 Tarjeta capturadora de video

Las capturadoras de vídeo, representadas en la figura 19, están concebidos para captar datos provenientes de fuentes externas a una computadora personal o portátil, para luego convertirlos en señales digitales antes de su retransmisión o almacenamiento en el dispositivo receptor. Desde una óptica técnica, se clasifican como periféricos de entrada y poseen la capacidad de recibir tanto señales analógicas como digitales, siendo esta capacidad variable según el modelo específico de la capturadora.

Las capturadoras de vídeo pueden ser dispositivos internos instalados dentro de la PC (Conexión PCIe) o dispositivos externos conectados por USB. Las tarjetas capturadoras de vídeo internas suelen ser más baratas que las externas y ofrecen más funciones y flexibilidad.

En general en las tarjetas capturadoras podemos distinguir cuatro funciones.

- Capturar: Tanto el audio como el vídeo pueden ser extraídos utilizando conexiones como S-Video, RF, ya sea mediante cables analógicos o a través de señales de vídeo digital como HDMI o HD-SDI.
- Grabar: Registramos la actividad en un formato digital que es compatible con cualquier computadora.
- Transmitir/*streaming*: realizamos actividad en directo con una audiencia gracias a una plataforma específica.
- Codificar: Consiste en tomar nuestra grabación y convertirlo a un formato diferente, como el códec de vídeo de alta compresión H.264.

Figura 19.

Tipos de capturadores de video



Nota: adaptado de blackmagic, fuente <https://www.blackmagicdesign.com/es/products/decklink/techspecs/W-DLK-39>

2.2.6 Tarjeta o placa de video

Se considera parte de expansión que se conecta a la tarjeta madre o placa base de una computadora. Su función principal es procesar los datos provenientes del procesador central y convertirlos en información visual comprensible y representable en dispositivos de salida como monitores, televisores o proyectores. Estas tarjetas están equipadas con una unidad de procesamiento gráfico (GPU), que a menudo es incorrectamente utilizada para referirse a la tarjeta gráfica en sí. Además, también es conocido con otros nombres como adaptador de pantalla, adaptador de vídeo, placa de vídeo y tarjeta aceleradora de gráficos.

Una tarjeta de video permite al usuario en términos generales jugar videojuegos, usar aplicaciones de edición de fotografía (Photoshop, Illustrator, etc), aplicaciones de edición de vídeo (Premiere, Media composer, etc) y aplicaciones de dibujo asistido por computador (AutoCAD, ArchiCAD, etc).

Los componentes de la tarjeta de video son los siguientes:

- GPU: La Unidad de Procesamiento Gráfico es un procesador parecido al CPU, enfocado principalmente al proceso de diferentes tipos de gráficos; la función principal de una tarjeta gráfica es aliviar la carga de trabajo del procesador central,

por lo que está diseñada para optimizar el cálculo en coma flotante, que es predominante en las operaciones relacionadas con gráficos 3D. La mayor parte de los datos proporcionados en las especificaciones de una tarjeta gráfica se centra en las características de la unidad de procesamiento gráfico (GPU), ya que esta constituye la parte más crucial de la tarjeta y es el factor determinante principal del rendimiento. La Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU) posee tres características principales: la velocidad del reloj del núcleo, el mismo que varía desde 825 MHz en las tarjetas de nivel de entrada hasta 1600 MHz o más en las tarjetas de gama alta; la cantidad de sombreadores y la cantidad de tuberías (vértices o fragmentos). Estas últimas son responsables de convertir una imagen tridimensional compuesta por líneas en una imagen bidimensional y vértices, compuesta por píxeles.

- GDDR, *Graphics Double Data Rate*, también referido como GDDR1 se creó una variante de memoria RAM específicamente para tarjetas gráficas, conocida como memoria GDDR (Graphics Double Data Rate). Al igual que la memoria RAM de los ordenadores, sigue el estándar DDR, transmitiendo dos bits por ciclo de reloj. Sin embargo, los módulos de memoria GDDR están diseñados para alcanzar altas frecuencias de reloj reduciendo los tiempos de acceso de las celdas de memoria en comparación con la memoria DDR estándar. Esta optimización es crucial debido a la enorme cantidad de información que deben procesar las tarjetas gráficas
- RAM: La memoria gráfica de acceso aleatorio (GRAM) son dispositivos de almacenamiento que transfieren datos entre sí. Aunque no son cruciales para lograr el rendimiento óptimo de una tarjeta gráfica, unas determinaciones inferiores pueden restringir la capacidad de procesamiento de la unidad de procesamiento gráfico (GPU).

Tabla 9.*Avance de la tecnología GDDR*

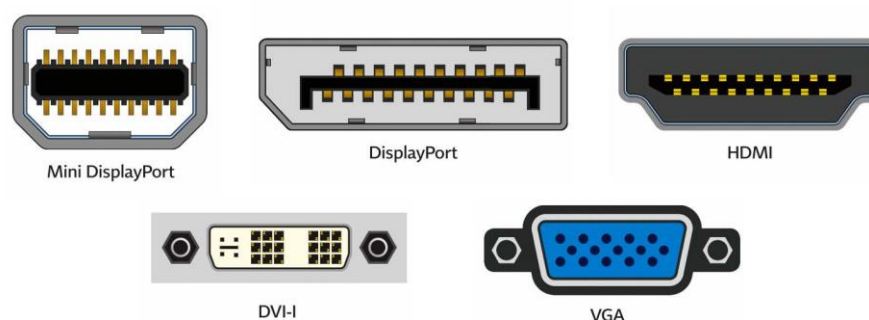
Tecnología de GDDR	Frecuencia efectiva (MHz)	Ancho de banda (GB/s)
GDDR	166 - 950	1,2 - 30,4
GDDR2	533 - 1000	8,5 - 16
GDDR3	700 - 1700	5,6 - 54,4
GDDR4	1600 - 1800	64 - 86,4
GDDR5	3200 - 7000	24 - 448
GDDR6	12000 - 14000	48 - 846

- RAMDAC: también conocido como Convertidor Digital-Analógico de Memoria de Acceso Aleatorio, es un dispositivo que convierte las señales digitales generadas por la RAM de una computadora en señales analógicas comprensibles por el monitor. Esta función permite que el monitor pueda mostrar eficazmente contenido digital. Dependiendo de la capacidad del RAMDAC para manejar bits simultáneos y su velocidad de procesamiento, puede adaptarse a diversas frecuencias de actualización del monitor. Se recomienda establecer estas frecuencias de actualización en al menos 75 Hz, pero nunca por debajo de 60 Hz. A pesar de la creciente popularidad de los monitores de señal digital, muchos de ellos todavía incluyen conexiones VGA por razones de compatibilidad, lo que sigue siendo crucial para el uso del RAMDAC en ciertos casos.
- Los tipos de salidas de las tarjetas de video (ver figura 20) son los siguientes:
- VGA: el *video graphics array* (VGA) o *super video graphics array* (SVGA) estuvo como estándar analógico de los años 1990. Elaborado para su utilización en dispositivos con tubo de rayos catódicos (CRT), enfrenta desafíos relacionados con interferencias eléctricas y distorsiones ocasionadas por la conversión de señales digitales a analógicas, así como errores de muestreo al evaluar los píxeles destinados a la pantalla. Su conexión se realiza a través de un conector D-sub de 15 pines, conocido como DE-15.

- DVI: *digital visual interface* (DVI) o interfaz digital que sustituyó a la anterior, pero en digital. Esta tecnología fue concebida con el propósito de lograr la óptima calidad de visualización en pantallas digitales o proyectores. La conexión se establece mediante pines. Se destaca por su capacidad para evitar distorsiones y ruidos al asignar directamente un píxel a representar con uno en la resolución nativa del monitor. Aunque su adopción está en constante crecimiento, compite con el estándar HDMI debido a su limitación de no poder transmitir audio.
- HDMI: interfaz multimedia de alta definición o *high-definition multimedia interface* (HDMI) Este sistema es una tecnología patentada que permite la transmisión simultánea de audio y vídeo digital de alta definición sin comprimir a través de un solo cable. La conexión se realiza mediante contactos o patillas. Originalmente concebido para su uso en televisores, no fue diseñado para monitores, lo que significa que no apaga automáticamente la pantalla cuando no recibe señal y debe ser apagado manualmente en el caso de monitores.
- *DisplayPort*: puerto para tarjetas gráficas creado por VESA y rival del HDMI, este estándar transfiere tanto vídeo de alta resolución como audio. Una de sus principales ventajas radica en su carácter libre de patentes, lo que significa que no implica el pago de regalías para su inclusión en dispositivos. Además, cuenta con pestañas de bloqueo que aseguran el conector, evitando desconexiones accidentales del cable. Aunque cada vez más tarjetas gráficas lo están adoptando, su uso todavía es minoritario en comparación con otros estándares. Existe una versión más compacta conocida como Mini DisplayPort, muy popular en tarjetas gráficas que requieren múltiples salidas simultáneas.

Figura 20.

Tipos de conectores en salida de tarjetas de video



Nota: tomado de Dispositivos multimedia. Informática aplicada, fuente <https://www.s-vi.com/post/tipos-de-conectores-vga-dvi-hdmi-displayport-o-usb-c>

2.2.7 Compresor de audio

Un compresor es un dispositivo electrónico de procesamiento de audio diseñado para disminuir el rango dinámico de una señal sonora de manera que su presencia sea apenas perceptible. Su función principal consiste en reducir la ganancia del sistema cuando la señal sobrepasa un umbral predefinido.

Históricamente, los compresores se han presentado como dispositivos electrónicos montados en uno o dos racks, conocidos como unidades de rack. Sin embargo, en los últimos años han surgido versiones de software que replican estas funcionalidades de manera virtual.

El compresor actúa disminuyendo la amplitud de una señal eléctrica en una cantidad definida, típicamente medida en decibelios, desde un nivel de entrada establecido. Su función es garantizar que la amplitud dinámica resultante sea menor que la original, lo que puede proteger equipos contra picos de señal o, en casos de saturación sonora, mitigar el efecto perceptible del error.

Las razones para comprimir una señal son las siguientes:

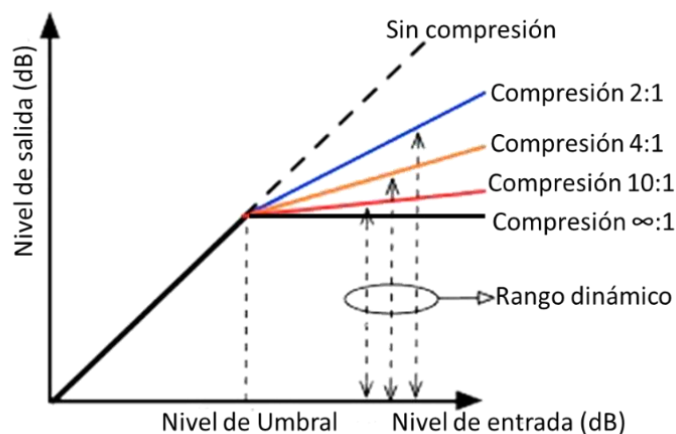
- Controlar la energía de la señal: Dado que el oído humano es altamente sensible, es crucial que la compresión sea delicada y sutil para evitar su detección. Este tipo de compresión se emplea cuando la señal experimenta variaciones en su

intensidad, con el objetivo de obtener una señal más uniforme dentro de los rangos de valores establecidos.

- Controlar el nivel de pico de la señal: frecuentemente, los equipos se encuentran sujetos a limitaciones, lo que puede llevar a que los amplificadores saturen y, en consecuencia, se dañen. En esta situación, la compresión se emplea para gestionar la señal y, de esta manera, proteger el equipo de posibles daños.
- Reducir el margen dinámico de la señal: al reducir los picos de una señal mediante la compresión, disminuimos su rango dinámico. Esto resulta beneficioso en muchos equipos que están limitados por la presencia de picos, ya que permite aumentar el nivel de la señal promedio (RMS).

Figura 21.

Relación de nivel de entrada y salida en un compresor de audio.



Nota: adaptado de Producción musical, fuente <https://serproductordemusica.com/que-es-un-compresor-de-audio-una-manera-efectiva-de-comprenderlo/>

Los parámetros de compresión (ver figura 21) son los siguientes:

- Umbral (*threshold*): El compresor opera según un umbral predefinido. Cuando la señal supera este umbral, se activa la compresión. Un umbral más bajo implica que se procesará una parte mayor de la señal. Es importante considerar que establecer un umbral por encima del nivel de clip del sistema resulta inútil, equivalente a

desactivar el compresor. El rango efectivo de control abarca desde -40 dBu hasta +20 dBu.

- Proporción (ratio): La reducción de ganancia bajo las condiciones descritas se representa mediante la ratio de compresión.
- Tiempo de ataque (*attack time*): El tiempo que tarda una señal en ser comprimida después de sobrepasar el nivel del umbral se denomina tiempo de ataque. En un compresor de calidad con ajuste de tiempo de ataque, la gama de ajuste puede oscilar entre 500 microsegundos (μ s) y 100 milisegundos (ms). Si el tiempo de ataque es muy rápido, la ganancia de la señal se reducirá rápidamente, lo que puede percibirse como una caída abrupta en la señal. Por otro lado, si el tiempo de ataque es muy lento, la señal puede distorsionarse porque el compresor no tiene suficiente tiempo para reducir la ganancia gradualmente.
- Tiempo de decaimiento (*release time*): El tiempo que tarda el compresor en recuperar el control una vez que la señal ha pasado el umbral se llama tiempo de liberación. Si el tiempo de liberación es corto, la ganancia volverá rápidamente a su estado original, lo que puede crear desequilibrios en los niveles de la señal. Por otro lado, si el tiempo de liberación es largo, el compresor continuará actuando incluso después de que la señal haya regresado a niveles normales, lo que puede afectar negativamente la dinámica de la señal siguiente. Un tiempo de liberación corto, típicamente entre 100 y 500 milisegundos (ms), es adecuado para la voz hablada, mientras que tiempos más largos suelen ser más apropiados para la música instrumental. El rango de ajuste del tiempo de liberación varía típicamente entre 100 ms y 3 segundos.
- Rótula (*knee*): En ciertos compresores, se ofrece la opción entre un tipo de compresión suave (soft knee) o más agresivo (hard knee). La opción de soft knee se utiliza para manejar cambios abruptos en la señal, produciendo un control más uniforme del nivel. Esto se logra al incrementar gradualmente la relación de compresión al valor establecido, en lugar de aplicarla de manera repentina. Por otro

lado, el hard knee se emplea para obtener un mayor control sobre sonidos percusivos o instrumentos con ataques rápidos.

- Control de ganancia (*gain control*): Este control se utiliza para ajustar o compensar el nivel de salida de la señal de audio después de ser comprimida. Normalmente, este control abarca un rango que va desde -15 hasta +20 dB. Es crucial tener en cuenta que al aumentar el nivel de salida con el control de ganancia se incrementa también el nivel de ruido de fondo. Por esta razón, en la mayoría de los casos no es recomendable excederse al aumentar el nivel de salida de la señal de audio.

2.2.8 Estudio de televisión

Este espacio es utilizado para la producción de programas de televisión, como noticieros, programas en vivo, entrevistas, entre otros. Además, puede ser empleado para llevar a cabo pruebas de video, como la calibración de cámaras, así como pruebas de audio.

Normalmente, este lugar se presenta como un espacio rectangular con un piso firme y una correcta instalación eléctrica, además de contar con aire acondicionado y techos altos. La estructura principal, y la más común, es la configuración de multicámara.

En un sistema de televisión multicámara, un conjunto de señales de video y audio se transmiten desde sus diversos puntos de origen hasta su destino final, el control maestro. Las señales más importantes provienen de las cámaras y los micrófonos, pero también se incluyen otras señales de video, audio, gráficos y títulos, provenientes de diversas fuentes como computadoras, generadores de caracteres o tituladoras, ubicados en la sala de control. Estas señales pueden consistir en material pregrabado, como reportajes, entrevistas, gráficos, subtítulos, música y otros efectos de sonido. Todas estas señales, provenientes de diferentes fuentes, se monitorean y dirigen a su dispositivo correspondiente (altavoces y monitores de video y computadora), y luego se envían al switcher de video o la consola de audio. Finalmente, se selecciona la señal de video y

audio que se enviará al monitor de programa, es decir, la salida final del programa que se está produciendo en ese momento en vivo.

2.2.9 Cámaras de video

Son dispositivos que capturan imágenes y las transforman en señales eléctricas, generalmente en formato de señal de video. Su función principal es la de actuar como un transductor óptico, convirtiendo la luz reflejada por los objetos en señales eléctricas que pueden ser grabadas o transmitidas. El término "cámara filmadora" a menudo se refiere específicamente a cámaras de video portátiles que pueden ser fácilmente transportadas y utilizadas para la grabación de videos en diversos entornos.

Tipos de cámaras. Se distinguen dos categorías fundamentales de cámaras de televisión: las portátiles, conocidas como ENG (Electronic News Gathering), y las de estudio o televisión, designadas como EFP (Electronic Field Production). Las cámaras de estudio (EFP) están típicamente integradas en el sistema de producción correspondiente, formando parte de la infraestructura de video del estudio o unidad móvil. En contraste, las cámaras ENG operan de manera autónoma sin depender de instalaciones específicas, frecuentemente vinculadas a sistemas de grabación de señales de televisión, como grabadores portátiles o asociados directamente a la cámara. Es importante destacar que, aunque las cámaras portátiles generalmente no formen parte de las instalaciones permanentes de un estudio, pueden ser utilizadas en dicho entorno cuando sea necesario.

Cámaras ENG: Cámaras ENG, conocidas como Electronic News Gathering o cámaras de campo, son dispositivos portátiles que no dependen de una Unidad de Control de Cámaras (CCU) para su operación. El operador maneja todos los controles esenciales, incluyendo encuadre, enfoque, temperatura de color, ajuste de blancos y negros, filtros, sonido y grabación, asumiendo la responsabilidad completa por la calidad de la imagen y el sonido capturados.

El término 'ENG', acrónimo de Electronic News Gathering en inglés, se refiere a la Recopilación Electrónica de Noticias. Estas cámaras son comúnmente utilizadas en situaciones que demandan alta movilidad y transmisiones rápidas, como segmentos de noticias en televisión, como se ilustra en la figura 22.

Figura 22.

Cámara ENG.



Nota: tomado de Videocámara profesional Panasonic, fuente <https://bit.ly/4by0xBf>

- **Cámaras EFP:** Efectivamente, el término "EFP" proviene del inglés "Electronic Field Production" o "Producción Electrónica en Campo". Estas cámaras requieren de una CCU conectada mediante cable, generalmente utilizando cables Triax, aunque también se puede utilizar Multicore o fibra óptica. El cableado transmite la corriente eléctrica, intercomunicación y todos los parámetros de la cámara de forma remota. Los operadores de cámaras EFP normalmente solo se encargan del enfoque y el encuadre. Todos los demás ajustes, como el color, las luces y los menús, son controlados de forma remota por el operador de la CCU o unidad de control de cámaras. Este tipo de cámaras se utilizan comúnmente en grabaciones de deportes, espectáculos u otros eventos donde se necesitan múltiples cámaras y producción en vivo. Las cámaras suelen estar ubicadas en lugares fijos debido a la necesidad de conexión por cable, lo que puede ser un desafío para movimientos

de larga distancia. En la figura 23 se muestra un ejemplo de este tipo de configuración.

Figura 23.

Cámara EFP.



Nota: tomado de cámara de estudio Panasonic, fuente <https://sistemasdigitalesav.com.mx/wp-content/uploads/2020/12/AK-UC3000-2-1.png>

Funcionamiento de las cámaras. El sistema óptico de la cámara está configurado para que la imagen se reconstruya claramente en cada captador. Esta sincronización se logra mediante señales genlock, que provienen del sistema de sincronización de la cámara.

Después de ser leída por los CCD y su sistema de muestreo, la imagen se dirige a los circuitos preamplificadores. En estos preamplificadores, se puede insertar una señal de prueba llamada pulso de calibración, comúnmente conocida como "cal".

Las señales son encauzadas hacia unidades de procesamiento donde se efectúan modificaciones paramétricas, incluyendo correcciones gamma, realce de detalles, enmascaramiento, ajuste de pedestal y amplificación, entre otras operaciones. Una vez que las señales están listas.

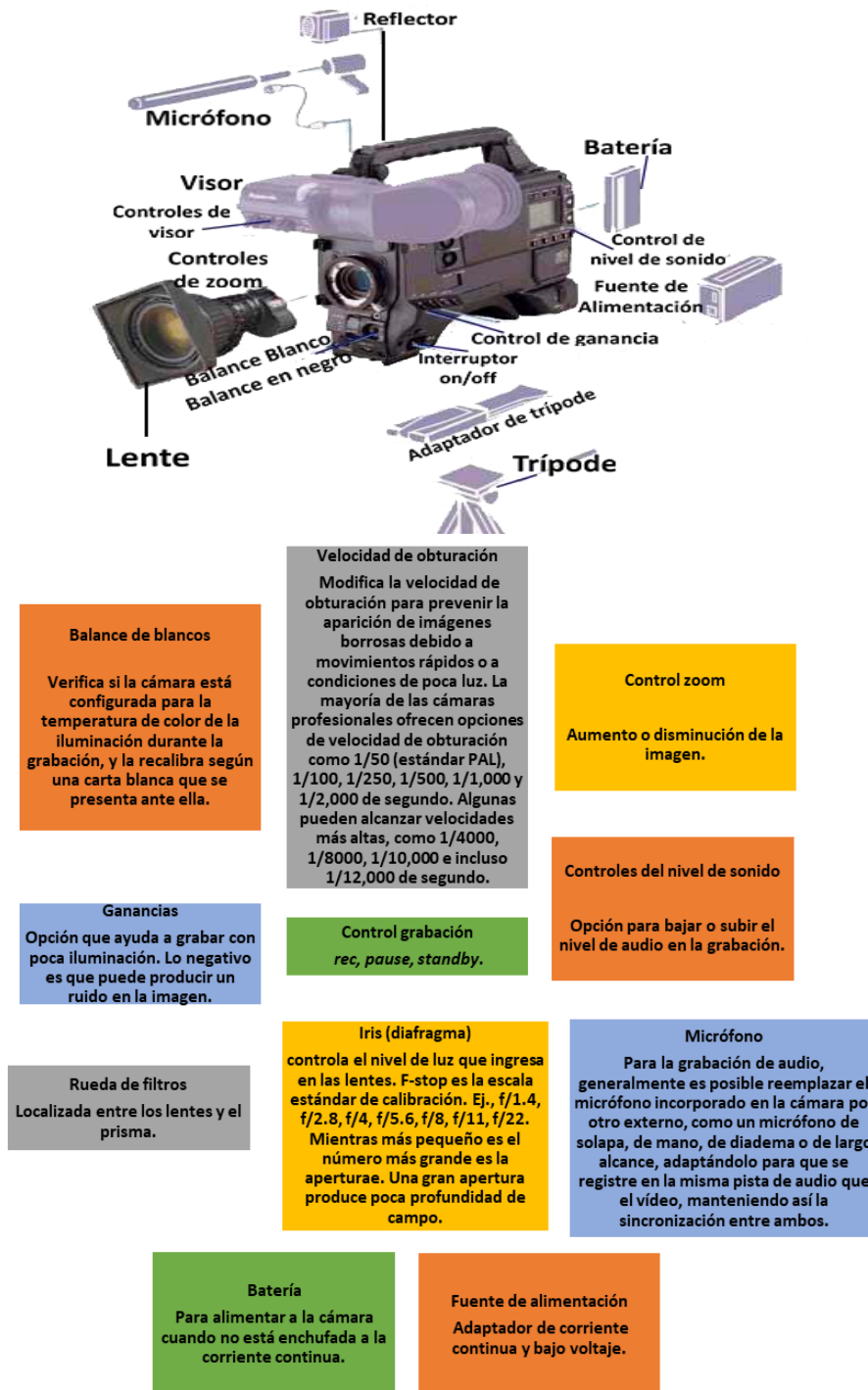
La salida principal, el video compuesto VBS, sigue siendo del sistema de TV analógico seleccionado (PAL, NTSC o SECAM), por lo que todas las cámaras incluyen un codificador. Además, pueden tener codificadores para señales digitales IEEE1394, FireWire, SDI o HDSDI. Estas señales se envían a la estación base a través de adaptadores triaxiales, fibra óptica o multicore para enrutarlas en el sistema de producción.

El procesador de la cámara controla todas las funciones y se comunica con los paneles de control, tanto de ingeniería como de operación, para realizar ajustes automáticos o manuales.

Las partes de una cámara (ver figura 24) son las siguientes:

Figura 24.

Partes de una cámara de video.



Nota: tomado de sistema y equipos de captura y tratamiento de imágenes, fuente <https://manuelprofesordeproyectos.files.wordpress.com/2017/02/tema-19-equipos-de-imagen-y-sonido.pdf>

2.2.10 Micrófonos

Los micrófonos son transductores que convierten las ondas sonoras en señales eléctricas, permitiendo la grabación y reproducción del sonido. Se basa en un diafragma que responde a las vibraciones del sonido y que, al moverse, modifica la corriente eléctrica transmitida a través de un circuito. Funcionan como transductores o sensores electroacústicos, convirtiendo las ondas sonoras en señales eléctricas para su amplificación, transmisión y registro. Los micrófonos tienen una amplia gama de aplicaciones en diversos campos. La figura 25 muestra algunos ejemplos de tipos de micrófonos.

Figura 25.

Tipos de micrófonos.



Nota: tomado de Senheizer, fuente <https://www.sennheiser.com/es-mx/catalog/products/microfono/e-835/e-835-004513>

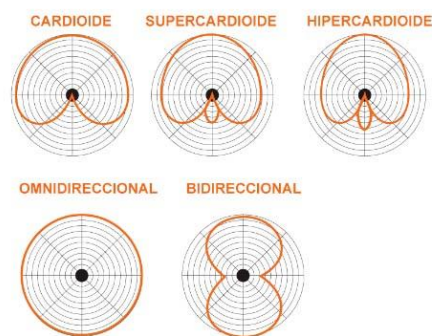
Tipos de micrófonos (ver figura 26)

- Micrófonos omnidireccionales: tienen la misma capacidad para captar sonidos en cualquier lugar donde te encuentres. Su diagrama polar es una circunferencia lo que significa que tienen la misma sensibilidad en todas las direcciones.
- Micrófonos direccionales: se caracterizan por tener diferente sensibilidad según su dirección.

- Micrófonos bidireccionales: Estos dispositivos pueden capturar audio desde dos direcciones y su forma es de número "8".
- Micrófonos cardioide o unidireccionales: Poseen forma de corazón. Su máxima sensibilidad se encuentra en los 0 grados, con dos puntos mínimos adicionales, por ejemplo, en los 120 grados. Estos son muy flexibles y tienen muchos usos, pero debemos tener en cuenta que el ambiente debe estar controlado para que no puede colarse sonido ambiente.
- Micrófonos supercardioides: Su patrón de captura de sonido se caracteriza por ser similar al de los micrófonos cardioides, pero más estrecho y concentrado. Sin embargo, poseen una eficiencia más baja en la captura de sonidos laterales.
- Micrófonos hipercardioides: La diferencia entre los micrófonos supercardioides e hipercardioides no es tan significativa, y esta diferencia aumenta gradualmente. Estos micrófonos tienen una mayor dirección y son especialmente propicios cuando el sujeto se ubica lejos de la fuente de sonido, ya que su alcance es más estrecho. Estos micrófonos son muy funcionales y necesarios en eventos deportivos y transmisiones en vivo, donde se necesita capturar el sonido de forma precisa en un sentido direccional, al mismo tiempo que pueden capturar el ruido de fondo del entorno.

Figura 26.

Patrón polar según su directividad.



Nota: tomado de Phonak Insight, fuente https://www.centroauditivo-valencia.es/app/download/9962933094/Phonak_Insight_StereoZoom_210x280_ES_V1.00.pdf?t=1436258879

2.2.11 Luces de estudio

En los sistemas de televisión, la iluminación se refiere al control de la luz y la sombra. La presencia de luces y sombras es fundamental para resaltar las formas y texturas de los objetos o sujetos frente a la cámara. En el contexto televisivo, la iluminación desempeña un papel crucial no solo en resaltar estas características, sino también en sugerir ambientes y evocar emociones específicas, como se puede observar en la figura 27.

Los tipos de luces son los siguientes:

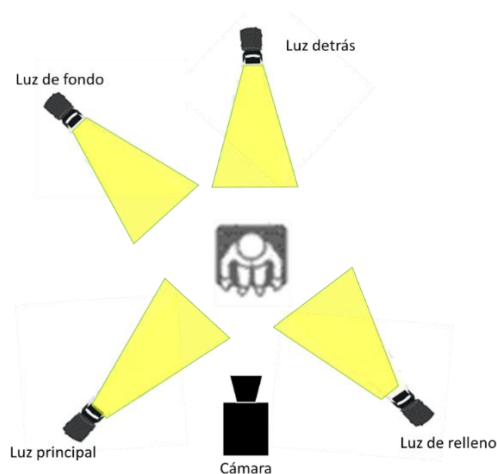
- Luz principal (*key light*): principal fuente de iluminación. La función principal de esta luz es resaltar las formas básicas del sujeto, lo cual implica la generación de sombras para definir la profundidad y los contornos. Normalmente, se emplean lámparas de Fresnel o reflectores tipo cazuela para esta tarea.
- Luz trasera o contraluz (*back light*): Ubicada detrás del sujeto, la luz de contra sirve para separarlo del fondo del escenario y contribuye a definir su figura, además de realzar la sensación de profundidad en la escena. Se suelen emplear uno o dos proyectores de luz puntual para iluminar al sujeto desde atrás, con un ángulo de aproximadamente 45° respecto al plano horizontal. Sin embargo, si el cabello o la vestimenta del sujeto son muy oscuros, puede ser necesario aumentar la intensidad de la luz de contra para asegurar una adecuada separación del fondo. En momentos de gran dramatismo, es posible que se utilice una luz de contra muy potente para resaltar la escena de manera más impactante.
- Luz de relleno (*fill light*): Situada en el lado opuesto de la cámara respecto a la luz principal, suaviza las sombras generadas por esta última. Su carácter difuso o rebotado proporciona un relleno suave y uniforme en la escena.
- Triángulo básico de iluminación: implica organizar la luz principal, la luz de fondo y la luz de relleno en una configuración triangular para lograr una iluminación ideal para el sujeto ubicado en el centro del triángulo. Colocar la luz de fondo en una posición opuesta a la cámara efectivamente crea separación entre el sujeto y el

fondo. La luz principal, que se encuentra ubicada a 45° de la cámara, llegará a iluminar la textura básica del sujeto, mientras que la luz de relleno, ubicada a 45° del otro lado de la cámara, eliminará las sombras si se dispone correctamente. Este arreglo triangular garantiza una distribución uniforme de la luz y un equilibrio entre luces y sombras para resaltar al sujeto de manera efectiva.

- Luz de fondo (*background light*): Se le puede incorporar difusores de colores para crear la ambientación necesaria para los programas. Esta luz está destinada a iluminar el decorado o el ciclorama. Introducir luz de fondo en una escena puede aportar textura, color y profundidad adicionales a la figura. En ausencia de iluminación de fondo, el actor se verá recortado sobre un fondo infinito, lo que puede afectar la percepción visual de la escena.
- Iluminación general alta (*high key*): para el escenario.
- Iluminación general baja (*low key*): con fondo oscuro e iluminación de los ambientes determinados.
- Iluminación de silueta: se usa para objetos sin iluminar frente a un fondo de alta iluminación.

Figura 27.

Tipos de iluminación en un set de televisión.



2.2.12 Sets de televisión

Un set de televisión, también denominado plató, es un espacio cerrado donde se instalan equipos audiovisuales como cámaras de televisión, sistemas de iluminación y equipos de sonido, destinados a la grabación o transmisión de programas de televisión.

Tenemos diferentes tipos de sets dependiendo del programa, como pueden ser para noticiero o informativos, para entrevistas, educativos, culturales, magazine entre otros.

2.2.13 Monitoreo de televisión

El sistema de monitoreo es lo que se va a observar y detectar las posibles fallas de señal de cada equipamiento tanto para el equipo de adquisición, producción, grabación y entrega desde su inicio hasta el usuario final.

Para la medición de niveles de una señal de video se utilizaban dos instrumentos básicos llamados WFM (Monitor de forma de onda) y el Vectorscopio tal como se muestra en la figura 28. El primero se utiliza básicamente para medir los niveles de intensidad de luminancia y el segundo el nivel de la croma.

Figura

28.

Instrumentos de medición de una señal de video.



Nota: Tomado de la plataforma de vMix

En nuestro caso de estudio se trató de ajustar al máximo nivel de video visualmente, por la carencia de equipos de medición; sin embargo, el software VMIX tiene unas mediciones en audio y video que nos ayudan a manejar mejor los niveles de RGB.

Además, la otra forma práctica de detectar señal de video es a través de los monitores y televisores que actualmente nos ayudan a visualizar entradas de señal en forma analógica (RCA) o digital (HDMI).

2.2.14 Grabación

La grabación de vídeo es el proceso electrónico de registrar imágenes en movimiento, generalmente acompañadas de audio, con el fin de conservarlas para su uso futuro. Este término se aplica específicamente a las transmisiones de televisión.

La grabación de video tuvo sus inicios como la captura de señales analógicas en cinta, principalmente con el objetivo de pregrabar programas de televisión y transmitirlos en diferido. Esta necesidad fue especialmente relevante para las emisoras estadounidenses, que repetían las noticias varias veces para atender a las diferentes zonas horarias del país.

El aspecto de la grabación es fundamental en el ámbito de la televisión, ya que mediante técnicas de grabación y edición se logra producir programas de alta calidad visual y sonora. Esto permite su conservación para usos futuros, ya sea para su transmisión, archivo, intercambio o venta.

Aunque en las últimas décadas ha habido un rápido avance en las técnicas de grabación, estas se reducen principalmente a tres tipos, dependiendo del medio utilizado para registrar o grabar la señal y de la técnica empleada para ello. Estos sistemas de grabación pueden ser magnéticos (como S-VHS, Betacam, HDD), ópticos (como CD, DVD, BLU-RAY) y sólidos (como memorias SD, SDXC, SSD o disco duro sólido). En la actualidad, la mayoría de las personas estamos familiarizadas al menos con los dos últimos tipos de grabación, ya sea como usuarios o consumidores.

- **Sistema de grabación magnéticos** (ver figura 29). Magnetizan la cinta en movimiento sin modificar la señal de entrada. La transmisión a la televisión se realiza mediante impulsos magnéticos. En este contexto se encuentran sistemas como S-VHS y BETACAM, donde inicialmente se grababa información de video y audio, pero que han sido gradualmente sustituidos por tecnologías ópticas y de estado sólido debido a su obsolescencia.

Figura 29.

Medios de grabación magnéticos.



Consisten en uno o varios discos rígidos conectados por un eje común y girando a altas velocidades dentro de un recinto metálico. En cada disco y en cada una de sus superficies, un cabezal de lectura/escritura accede y graba la información en los discos. Los discos duros hacen uso del magnetismo para almacenar datos y archivos y están compuestos por partes mecánicas, por lo cual se les llama discos duros mecánicos. Esto significa que la información no se elimina cuando se apaga la unidad, a diferencia de la RAM.

- **Sistema de grabación ópticos.** (ver figura 30). En informática, una unidad de disco óptico es un dispositivo que emplea un rayo láser. Este rayo láser interpreta las refracciones causadas por su propia emisión para acceder a la información almacenada en los discos.

Figura 30.

Medios de grabación ópticos.



Los discos compactos (CD), los discos versátiles digitales (DVD) y los discos Blu-ray (BD) son los tipos de medios ópticos más comunes que pueden ser leídos y grabados por estas unidades. Es una forma de almacenamiento informático que surgió a finales del siglo XX. Su historia se remonta a las décadas de 1970 y 1980, cuando comenzaron a desarrollarse dispositivos capaces de guardar datos mediante un rayo láser en su superficie plástica, utilizando ranuras microscópicas o marcas quemadas. La información queda grabada físicamente en la superficie del disco, lo que lo hace inmune a los campos magnéticos y a la humedad. Sin embargo, el calor y las ralladuras pueden provocar la pérdida de datos al deformar la superficie del disco.

- **Sistema de grabación sólidos.** (Ver figura 31). Representan una alternativa a los discos duros tradicionales. La principal diferencia radica en que, mientras los discos son usados como elementos mecánicos en movimiento, las SSD reciben archivos en microchips. Es por ello que se pueden considerar una evolución de las USB.

Figura 31.

Medios de grabación sólidos.



Las tarjetas *Secure Digital*, más conocidas como tarjetas SD, son el medio de almacenamiento portátil más popular y ampliamente utilizado en dispositivos móviles como teléfonos móviles, cámaras digitales, grabadoras de voz y mucho más.

Tabla 10.

Formato de resolución de videos más usuales.

Nombre de resolución	Píxeles Horizontales x Verticales	Otras denominaciones	Observaciones
8k	7680 x 4320		Televisores
Cinema 4K	4096 x 2160	4K	Proyectores
UHD	3840 x 2160	4K, Ultra HD	Televisores
2K	2048 x 1080		Proyectores
WUXGA	1920 x 1200	Widescreen Graphics Array	Monitores y proyectores
1080p	1920 x 1080	Full HD, Alta Definición	Televisores y monitores
720p	1280 x 720	HD Ready, Alta Definición	Televisores y Monitores
PAL	720x570	Estándar europeo	TV antiguos europeos
NTSC	720x480	Estándar americano	TV Antiguos Americanos y japoneses

2.2.15 Transmisor de TV

El transmisor desempeña la función de codificación de señales eléctricas u ópticas, para ser emitidas y amplificadas, como ondas electromagnéticas por medio de una antena.

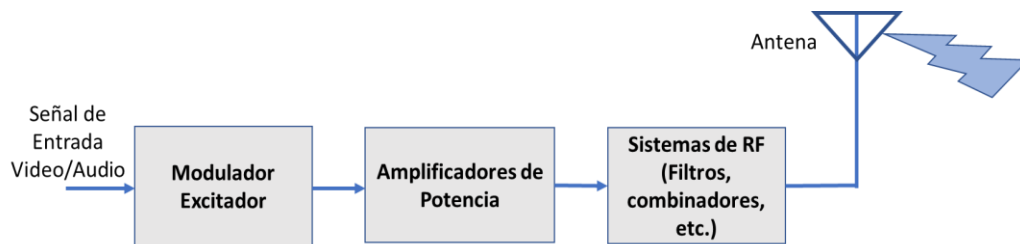
El proceso de codificación seleccionado se conoce como modulación. Algunos ejemplos de modulación incluyen la amplitud modulada (AM) utilizada para la transmisión de video y la frecuencia modulada (FM) empleada para la transmisión de audio.

Clasificación de los sistemas de TV terrestre. Separadamente tratándose de señales digitales o analógicas, los sistemas de transmisión de televisión terrestre se pueden clasificar según:

- **Potencia:** La clasificación de los sistemas de transmisión se realiza en función de la potencia de salida del transmisor: baja potencia (inferior a 500 W), media potencia (entre 500 W y 10 kW) y alta potencia (superior a 10 kW).
- **Tipo de señal:** Las señales de entrada al transmisor pueden ser analógica o digital, en banda base o en un canal de RF. En estos casos, pudiendo clasificarse como:
 - Transmisor: Este equipo es responsable de recibir señales, tanto analógicas como digitales, en su forma de banda base. Luego, estas señales se convierten y trasladan a un canal de radiofrecuencia. Posteriormente, se amplifican y se transmiten al medio ambiente.
 - Retransmisor o reemisor: El proceso implica la recepción de la señal en un canal de radiofrecuencia (RF) y, sin demodularla, se la transfiere a otro canal de RF, típicamente distinto al canal de entrada. Luego, se amplifica y se vuelve a transmitir al aire. Esta operación se realiza para evitar la realimentación de la señal radiada por la antena transmisora a través de la antena receptora en la misma frecuencia, razón por la cual los canales de entrada y salida en un reemisor son diferentes.
- **Amplificación común o separada:** Esta clasificación se aplica exclusivamente a los transmisores analógicos, donde las señales de audio y video son moduladas utilizando esquemas distintos, combinándose o multiplexan en frecuencia, y luego se transmiten.

Figura 32.

Esquema de la arquitectura básica de un transmisor.



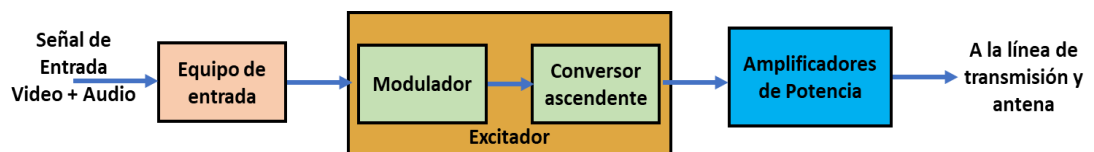
Nota: tomado de introducción a los sistemas de transmisores de televisión, fuente <https://bit.ly/3VY7VjB>

En la figura 32, el componente excitador engloba principalmente al modulador, el cual produce una señal modulada a la frecuencia de la portadora o a una frecuencia intermedia.

La disposición fundamental de un transmisor de televisión con amplificación común se presenta en la figura 33.

Figura 33.

Esquema de un transmisor con amplificación común.



Nota: tomado de introducción a los sistemas de transmisores de televisión, fuente <https://bit.ly/3VY7VjB>

- **Equipo de entrada.** La señal de ingreso, que puede ser un flujo binario singular en el contexto digital o bien dos señales separadas, una de audio y la otra de video en el ámbito analógico, generalmente requiere de un procesamiento preliminar. En el caso del vídeo analógico, este procesamiento se basa en la restauración del nivel adecuado de corriente continua (cc), la correcta configuración de los pulsos de sincronización y la subportadora de color, así como la corrección de la amplitud de la señal para alcanzar 1 voltio pico a pico (0.7 V para vídeo y 0.3 V para sincronización) en la salida hacia el modulador. Además, suele incorporarse un precorrector cuya finalidad es compensar las no linealidades que se introducen. Respecto a la señal de audio, usualmente se somete a un proceso de limitación

para evitar que las señales de nivel elevado. Los dispositivos de entrada no son parte integral del transmisor en sí mismo y, en ocasiones, pueden ser prescindibles.

- **Conversor ascendente.** En el ámbito de la modulación de frecuencia intermedia (IF), utilizando un conversor ascendente. Posteriormente, la salida de este convertidor se somete a filtrado para aislar la banda de paso de RF deseada y eliminar cualquier componente no deseado fuera de este rango. Después de esto, la señal se amplifica para alcanzar niveles de potencia típicamente en el rango de varios vatios. Este conjunto de componentes, que incluye el modulador, el conversor ascendente y los amplificadores de baja potencia, se conoce comúnmente como el excitador.
- **Modulador.** La tarea primordial del modulador se basa en el desplazamiento de la señal de banda base a una frecuencia más alta. Esta técnica es ejecutada en la gran parte de los transmisores modernos, ya que hace posible controlar ciertos parámetros. La potencia de salida del modulador se reduce significativamente, siendo del orden de fracciones de un vatio.
- **Amplificadores de potencia.** La salida del excitador se conecta a uno o varios amplificadores de potencia, En la actualidad, los amplificadores de potencia emplean tecnología de estado sólido.

2.2.16 Streaming on line

La transmisión en continuo o streaming implica la difusión digital de contenido multimedia por medio de una red informática, permitiendo al usuario consumir el producto mientras se está descargando. Este método utiliza un buffer de información que almacena el flujo de descarga en la estación del usuario. A diferencia de la descarga de archivos, donde el usuario necesita completar la descarga antes de acceder al contenido, el streaming ofrece una experiencia más fluida y sin interrupciones.

Por ejemplo, cuando el teléfono o computador reciben los datos iniciales de una película, pueden iniciar la reproducción de inmediato. A medida que la película continúa

reproduciéndose, los datos restantes se transmiten al dispositivo. Siempre y cuando haya una conexión a Internet estable, el dispositivo podrá reproducir la película completa sin problemas ni interrupciones.

Componentes de un *streaming*. Para poder entender y facilitar un acceso viable, continuo, en la figura 34 muestra que el *streaming* se apoya en las tecnologías, Códecs, secuencia de bits.

- **Códecs:** un *códec* Estas funciones algorítmicas son esenciales para comprimir archivos, lo que se conoce como codificación. El proceso opuesto se llama decodificación. Los archivos resultantes son componentes en la computadora que permiten a los programas interpretar o decodificar el contenido multimedia específico. Los formatos están para este propósito. como MP3, Vorbis o AAC para el audio, y H.264 o VP8.
- **Secuencia de bits:** las continuas emisiones de audio y vídeo en códecs se agrupan en FLV, WebM, ASF, AVI o ISMA.
- **Transporte:** Los datos son distribuidos desde un servidor de *streaming* a un cliente empleando un protocolo de transporte, como MMS o RTP.
- **Control:** Se le permite al cliente de *streaming* poder interactuar con el servidor de *streaming* empleando un protocolo de control puede ser RTSP o MMS.

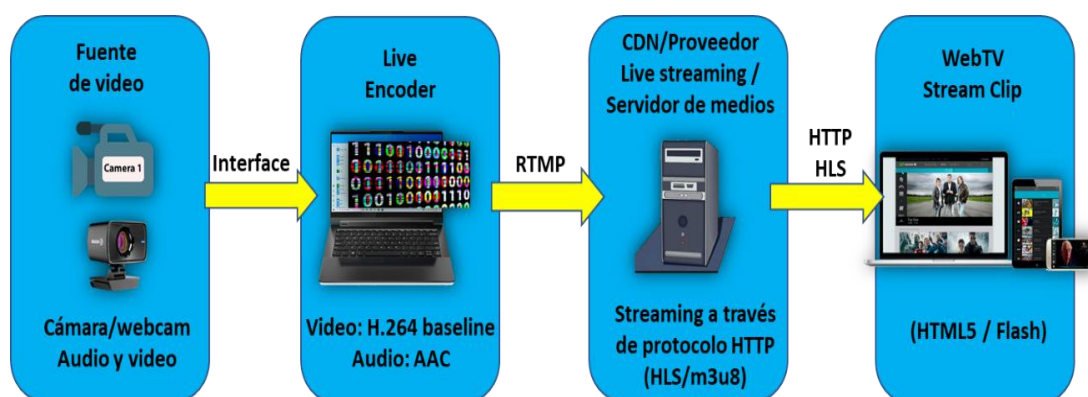
Protocolos ligeros. UDP y RTSP, los protocolos utilizados en ciertas tecnologías de streaming, permiten la entrega de paquetes de información desde el servidor al reproductor con una velocidad mucho mayor que la obtenida mediante TCP y HTTP, se logra mediante un método que beneficia al flujo continuo de paquetes de información. En contraste con TCP y HTTP, que intentan retransmitir los paquetes perdidos hasta recibir una confirmación que los datos han sido recibidos en su totalidad, UDP sigue enviando datos sin detenerse ante interrupciones. Esto se debe a que, en aplicaciones multimedia, las pérdidas de datos son generalmente poco perceptibles, aunque no incluya un control de transmisión, su aplicación usa un protocolo en streaming, que se encargara de gestionar esta tarea y tomar decisiones sobre cómo manejar la posible pérdida de información.

Precarga. La entrega de información desde el servidor al espectador puede experimentar demoras, conocidas como retardo, que ocurren cuando hay escasez de datos debido a sobrecarga del ancho de banda, interrupciones en la conexión o configuraciones de tasa de bits durante la codificación de la señal. Para mitigar este efecto, los reproductores multimedia utilizan un proceso de precarga o almacenamiento en búfer, donde se guarda una reserva de datos recibidos para evitar interrupciones en la reproducción. Este enfoque es análogo al funcionamiento de un reproductor de CD portátil, el cual evite silencios o saltos bruscos causados por vibraciones o movimientos, almacenando datos antes de que el usuario los acceda.

Red de acceso de contenido. Cuando un contenido determinado atrae a más usuarios de los que su capacidad de ancho de banda puede manejar, es probable que estos usuarios experimenten cortes o retrasos en la transmisión. Eventualmente, esto puede deteriorar significativamente la calidad del streaming. Para abordar este problema, han surgido organizaciones y empresas dedicadas a la especialización en proporcionar ancho de banda que sea exclusivo para el streaming y en apoyar el desarrollo de estos servicios. Estas entidades se dedican a optimizar la infraestructura y los recursos para garantizar una experiencia de streaming fluida y de alta calidad, incluso en situaciones de alta demanda de usuarios.

Figura 34.

Esquema de flujo de trabajo Live Streaming.



Nota: Tomado de transmisiones en directo, fuente <https://bit.ly/3RFitmd>

2.3. Normas de dimensionamiento

Para los diseños de las instalaciones se ha tomado en cuenta las recomendaciones de las siguientes normas y reglamentos:

- Normas técnicas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) / RM N°358-2003-MTC/03 con modificación RM N° 296-2005-MTC/03 y Normas Técnicas del Servicio de Radiodifusión RM N° 04-2010-MTC/03

Complementariamente, donde se requiera, se utilizarán otras normas de reconocido alcance internacional, como son los siguientes:

- FCC: *Federal Comision Communications*
- IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
- NTSC: *National Television System Comite*
- UIT: *Unión Internacional de Comunicaciones*

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1. Descripción del proyecto

3.1.1 Antecedentes

La universidad, en sus inicios de su funcionamiento crea la escuela profesional de Ciencias de la Comunicación, adquiriendo equipos complementarios para un estudio de TV donde los alumnos realizaban sus prácticas preprofesionales. Posteriormente se realiza los trámites ante el MTC para obtener una licencia en la frecuencia 35 UHF en Ica.

En el año 2003 el MTC otorga la frecuencia 35 UHF (596-602 MHz) para operar en la ciudad de Ica, creando un nuevo canal de Televisión: ICA TV Canal 35 UHF, trasladando algunos equipos de producción de la ciudad de Lima, donde se encontraba la escuela de comunicaciones, hasta la ciudad de Ica, y así se implementaría este nuevo canal.

El proyecto del canal de televisión marcó una pauta de profesionalismo y aplicación de instrucción en las aulas de la Universidad, porque los medios televisivos existentes realizaban noticieros en donde solo usaban una cámara casera y un micrófono de mano y donde por casi tres horas se dedicaban a comentar sobre la noticia del día sin tener un informe o investigación previa; es así que la implementación de ICATV canal 35 lideró en información, tecnología y equipamiento.

3.1.2 Descripción del trabajo de suficiencia

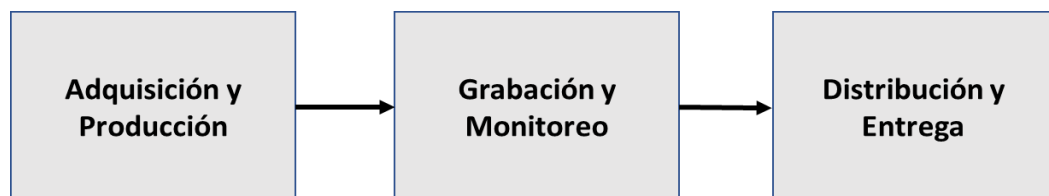
Debido al crecimiento de la Universidad, y proyectar una filial en Ica, se antecedió por la instalación de un canal de televisión donde los alumnos de la Escuela Profesional de Comunicaciones se desarrollarán en forma práctica, la elaboración de programas y estructuras televisivos, con adquisición de nuevos equipos se procedió con la implementación de un nuevo canal televisivo en la ciudad de Ica.

El trabajo de suficiencia comprende la instalación desde cero de un canal de televisión de la USJB y su puesta en marcha en la ciudad de Ica, topología, Instalación y configuración, dividido en tres subsistemas: Adquisición y producción, Grabación y

monitoreo, Distribución y entrega, para garantizar la continuidad y confiabilidad de la señal y así segmentar para tener un mejor control de fallas en cada subsistema y dar la oportuna y rápida solución, ver la Figura 35.

Figura 35.

Diagrama de bloques del sistema a implementar



3.1.3 Ubicación del proyecto

Las instalaciones del estudio principal donde se encuentran el control maestro y los estudios de TV de la Universidad Privada San Juan Bautista (Subsistema de Adquisición, producción, monitoreo y grabación) se encuentra ubicada en la periferia del cercado aproximadamente a 3 kilómetros de la ciudad de Ica, cerca de la planta de distribución eléctrica Electrodunas, específicamente ubicada en la provincia y departamento de Ica, Distrito de Subtanjalla en la región Ica.

En la figura 36, se puede visualizar la ubicación local de los equipos del subsistema de adquisición y producción y subsistema de monitoreo y grabación; y en la figura 37 se visualiza la ubicación departamental del proyecto.

Figura 36.

Ubicación del subsistema de adquisición y producción, monitoreo y grabación



Nota: adaptado de Google Earth. Fuente <https://earth.google.com/web/@37.13584459,-12.44796106,-40770.21416647a,63210772.96617508d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>

Las coordenadas que delimitan a la zona del proyecto donde se encuentran los estudios de Tv y control maestro según el sistema de coordenadas de Google earth, son las siguientes:

Tabla 11.

Coordenadas de ubicación de los equipos de producción.

Latitud	14° 2.711'S
Longitud	75° 45.026'O
Altitud sobre el nivel del mar	413 m

Nota: datos extraídos del Google Earth

Las instalaciones de la planta transmisora del canal se encuentran ubicado en la parte superior del Cerro Prieto, perteneciente al distrito de Salas Guadalupe, distrito de Ica, provincia de Ica, en la región Ica.

Las coordenadas en donde se encuentra la planta de distribución y entrega según el sistema de coordenadas del Google Earth es la siguiente:

Tabla 12.

Coordenadas de ubicación de los equipos de Distribución

Latitud	13° 59.938'S
Longitud	75° 47.260'O
Altitud sobre el nivel del mar	690 m

Nota: Datos extraídos del Google Earth

Figura 37.

Ubicación del proyecto.



Nota: Adaptado de mapa del Perú, fuente <https://diadelaindependenciadelperu.com/mapa-del-peru/>

3.1.4 Características generales del proyecto

Para desarrollar en forma óptima y práctica la implementación del proyecto lo dividiremos en 03 subsistemas.

- Subsistema de adquisición y producción
- Subsistema de grabación y monitoreo
- Subsistema de distribución y entrega

Cada subsistema contará con su requerimiento, topología e instalación y configuración que finalmente se unirán los 03 subsistemas formando el sistema integral que finalmente será un canal de televisión.

Subsistema de adquisición y producción. El trabajo de suficiencia comprende el desarrollo del proceso de la puesta en servicio del subsistema de adquisición y producción, donde se encuentra el control maestro, el estudio de Tv y accesorios complementarios, donde se realizaron pruebas y sincronización de la señal de audio y video desde el punto de partida inicial pasando por todos los procesos para comprobar el correcto funcionamiento

- **Requerimiento del subsistema de adquisición y producción.** A continuación, paso a detallar la relación de equipos usados en este subsistema.

Tabla 13.

Requerimiento del subsistema de adquisición y producción.

Item	Equipo y/o Accesorio	Marca	Modelo	Ubicación
1	Mixer de video Análogo	Datavideo	SE-600	control Maestro
2	Mixer de Video Digital	Blackmagic	ATEM TV	
3	PC Capturador: PC_1	Compatible		
	· Placa Madre	Gigabyte	X79-UP4	
	· Procesador Core i7	Intel	3820 3.60GHz	
	· Memoria RAM 8GB			
	· Tarjeta Gráfica (2GB)	AMD	Radeon HD 7800	
	· Tarjeta Capturadora	Blackmagic	Intensity Pro	
	· Software VMIX	Studiocoast	V.23	
	· Teclado	Genius		
	· Mouse	Genius		
4	Laptop	HP	Pavilion	
5	PC Playlist: PC_2			
	· Placa Madre Intel	Intel	DP55WB	
	· Procesador Quad	Intel core i5		
	· Memoria RAM 8GB			
	· Tarjeta Gráfica (1GB)	Geforce	9500GT	
	· Software VMIX	Studiocoast	V.23	

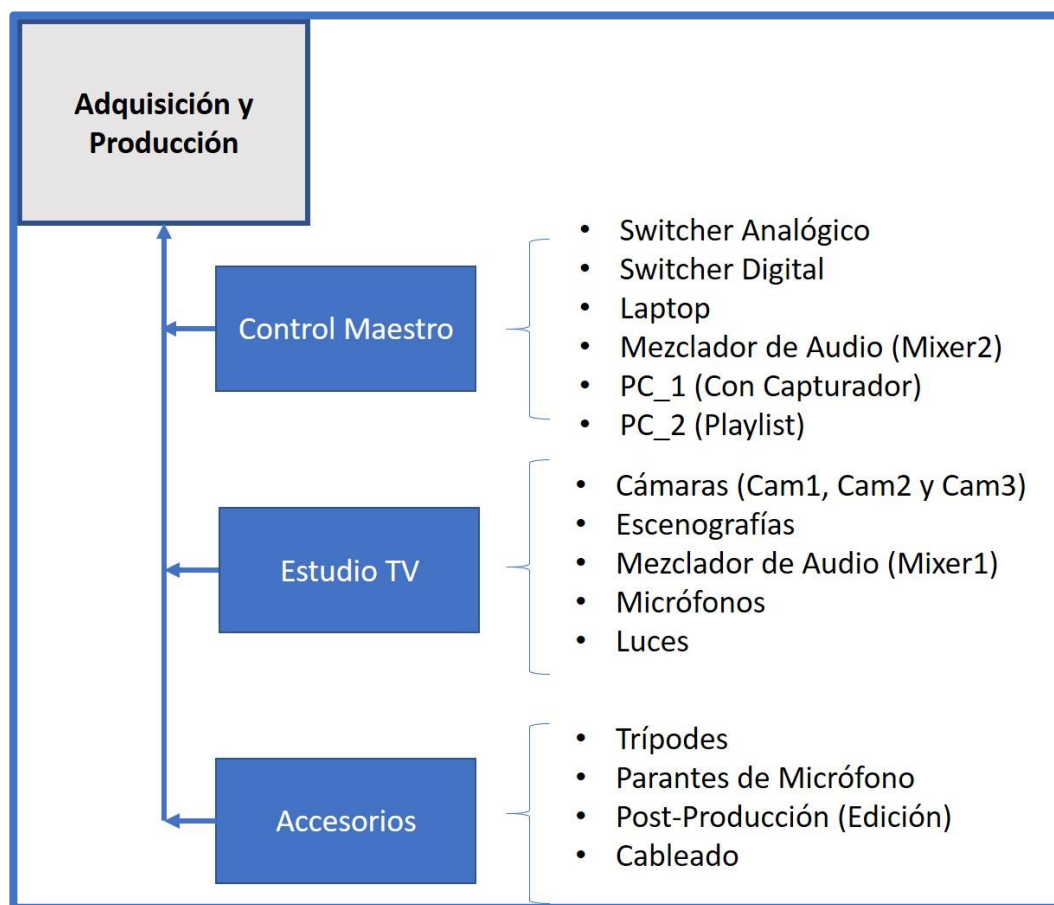
	· Teclado			
	· Mouse			
6	Mixer de audio (Mixer_2)	Mackie	ProFX16 V2	
7	Cámara	Panasonic	AG-UX180	
10	Escenografías:			
	· Programas Informativos			
	· Para Chroma			
	· Programas Educativos			
11	Micrófonos de mano	Sennheiser	E 835	Estudio TV
12	Micrófonos solaperos inalámbricos	Sennheiser	EW-G4	
13	Mixer de Audio (Mixer_1)	Behringer	Eurodesk SX2442FX	
14	Luces led 50W	Halux		
15	Tripode de cámara	Manfrotto		
16	Parantes de Micrófono			
18	Post Producción: 02 PCs Editoras			Post producción
	· Placa Madre Intel			
	· Procesador Core i7			
	· Memoria RAM 32GB			
	· Tarjeta Grafica			
	· Software Edición	Adobe Premiere		
	· Fuente 600W			
	· Teclado			
	· Mouse	Samsung		
	· Monitor 24 “			
19	Cableado y Accesorios:			
	· Conectores BNC			
	· Cable RG6			
	· Cable HDMI			
	· Cable UTP cat 5e			
	· Conectores RJ45			
	· Supresores de Pico			
	· Estabilizadores de Voltaje			
	· Switch de red e Internet			
	· Cable de Audio			
	Conectores plug mono hembra y macho			
	Conectores canon XLR-3 hembra y macho			

La energía eléctrica asumiremos trabaja a 220V y que se encuentra totalmente instalada para que los equipos funcionen adecuadamente.

- **Topología del subsistema de adquisición y producción.** En este subsistema de adquisición y producción dividiremos en tres bloques para una mejor explicación y desarrollo tal como se muestra en la figura 38: Control maestro, estudio de tv y accesorios o equipos complementarios para las conexiones entre sí.

Figura 38.

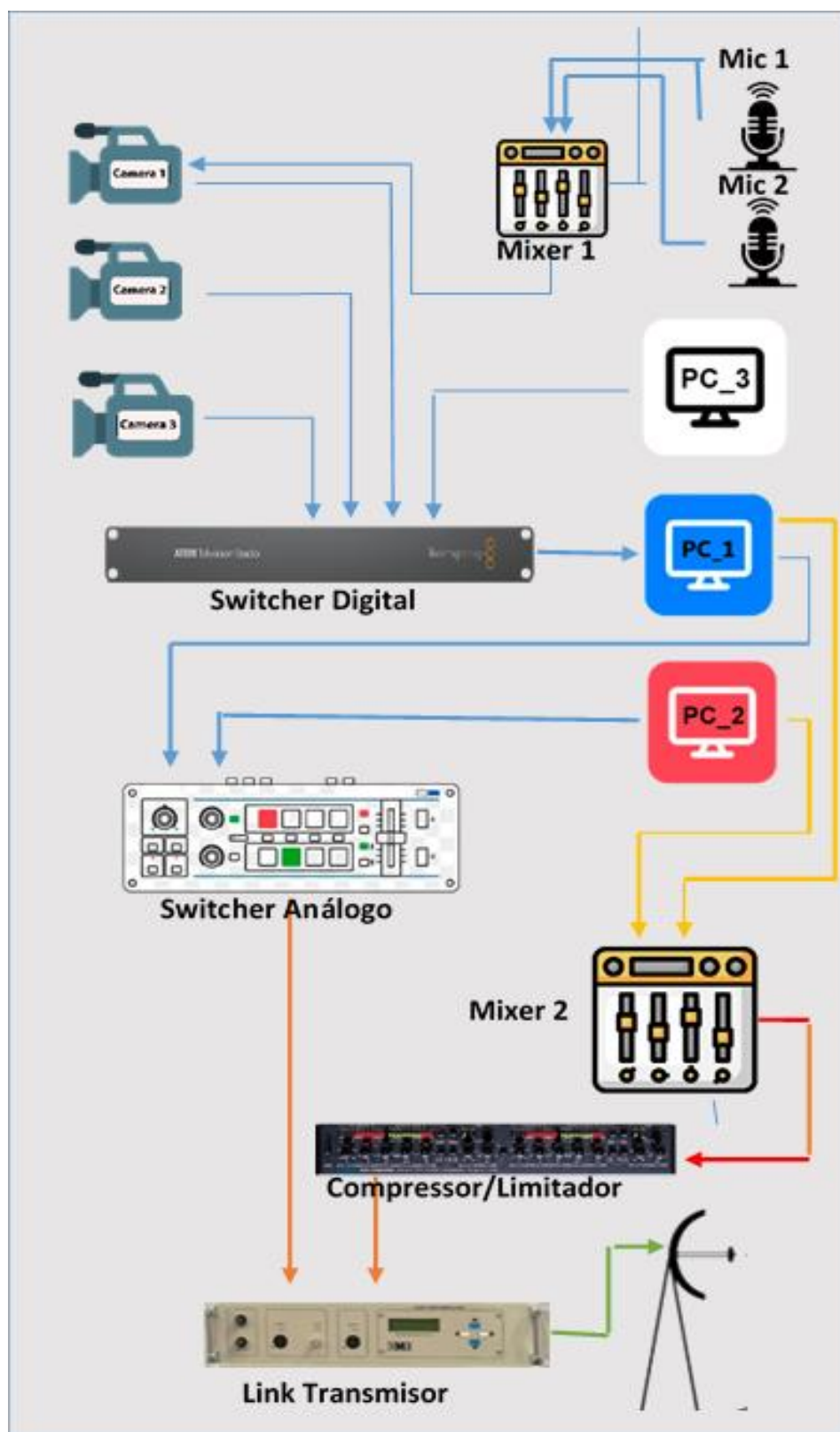
Topología del subsistema de adquisición y producción.



- **Instalación y configuración del subsistema de adquisición y producción.** El trabajo de suficiencia inicial de este subsistema, describiré la instalación de los equipos en el control maestro y su indexación con el estudio de televisión posterior para tener todo el bloque de adquisición y producción preparado para su monitoreo y grabación.

Figura 39.

Diagramación del sistema de adquisición y producción.



- **Control maestro.** Como mencionamos en el marco teórico, el control maestro es el cerebro de todo canal de televisión donde se concentran todas las señales antes de ser emitidas; por ello comenzaré describiendo paso a paso la instalación de cada equipo y/o accesorio.
 - El mixer de video *Datavideo* tiene 8 entradas de señal para video, 06 analógicos (Conectores BNC) y 02 digitales (conector DVI-D), para lo cual aproveché estas dos entradas digitales para conectar dos PCs (PC_1 y PC_2) y poder tener mejor señal provenientes de las PCs, como reproducción de videos en diferentes formatos, presentaciones en *power point*, páginas web, entre otros.
 - PC_1, con sistema operativo Windows 10, que tiene instalado una tarjeta de video (AMD Radeon HD 7800) y con el software Vmix nos permite tener una interface entre la PC y el *switcher* para enviar señal a la entrada DVI-D (INPUT 7 del *switcher Datavideo*)
 - Igualmente, la PC_2 con sistema operativo Windows 10, que tiene instalado una tarjeta de video (*Geforce 9500GT*) y con el software Vmix nos permite conectar la salida de la tarjeta de video con conector DVI al *switcher* (INPUT 8 del *switcher Datavideo*).
 - El audio de salida de las PC_1 y PC_2 (conector de salida *miniplug stereo*) se conectan a la entrada de la mezcladora de video (Mixer 1) en las entradas 1y2 (señal L y R para el CPU_1), 3y4 (señal L y R para el CPU_2) para controlar la salida de cada una de ellas y seleccionar la PC que deseamos.
 - En esta primera instancia el CPU_1 y CPU_2 funcionarán ambas a través del Vmix como *playlist* de programación (Listas de videos programados para la programación diaria) sirviendo el CPU_2 además de *backup* cuando suceda una falla en el CPU_1.
 - La señal de salida de video del *switcher datavideo* (salida análoga) irá a la entrada de video del enlace microondas y la señal de salida del mezclador

de video Mixer 1 a la entrada del compresor de audio Alessis y la señal de salida de audio del *compressor* va hacia la entrada de audio del enlace de microondas.

➤ Hasta aquí ya podemos salir al aire con las listas de programación que se realicen en el CPU_1 y CPU_2 a través del Vmix pero sin programas en vivo; por lo cual pasaremos a explicar la implementación del estudio de TV.

- **Estudio de televisión.** Con la implementación de sets de televisión, podremos realizar grabación de programas y eventos en vivo, por lo que se pasa a desarrollar su instalación.

Lo primero que se tiene que buscar o elegir es el espacio adecuado para la colocación de escenografías o sets de televisión y escoger que tipos de programas se desea realizar, en nuestro caso particular, la Universidad Privada San Juan Bautista con su canal de televisión ICATV canal 35 UHF, eligió los siguientes programas:

- Programas de noticias (ICATV Noticias)

Figura 40.

Imagen de la cuña del noticiero.



- Programas de Entrevista y opinión (Cara a Cara y En el ojo de la Tormenta)

Figura 41.

Imagen de programas Cara a cara y En el ojo de la Tormenta.



- Programas de proyección social de las escuelas profesionales de la UPSJB.

Figura 42.

Imagen de programas de las escuelas profesionales.



- Programas de entretenimiento (Payasito TV)

Figura 43.

Imagen de programa infantil "Payasito TV".



- Programas magazine (Entre tú y yo)

Figura 44.

Imagen de programa de magazine.



- Programa informativo de la Universidad (Preparando el Camino).

Figura 45.

Imagen de programa informativo de la UPSJB.



- Programa juvenil musical (Somos Música)

Figura 46.

Imagen de programa juvenil Somos música.



- Programa folclórico (Estampas latinas)

Figura 47.

Imagen de programa folclórico (estampas latinas).



- Programa de investigación (Informe semanal)

Figura 48.

Imagen de programa de investigación (Informe semanal).



Una vez acondicionado las escenografías se procede a realizar la iluminación conjuntamente con el tiro de cámaras deseado.

La señal captada de las cámaras de video (CAM1, CAM2 y CAM3) son distribuidas con cable RG6 de aproximadamente 20 metros desde su conector BNC con salida SDI o HDMI y viajan hasta el switcher digital *Blackmagic ATEM TV*, en las entradas 1, 2 y 3 respectivamente que son en HDMI o SDI.

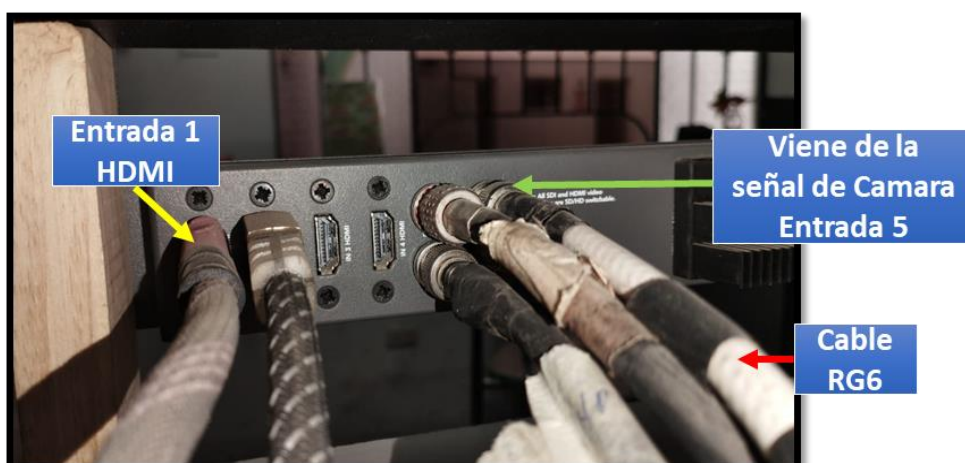
Figura 49.

Señal de CAM5 a transportar al switcher Digital.



Figura 50.

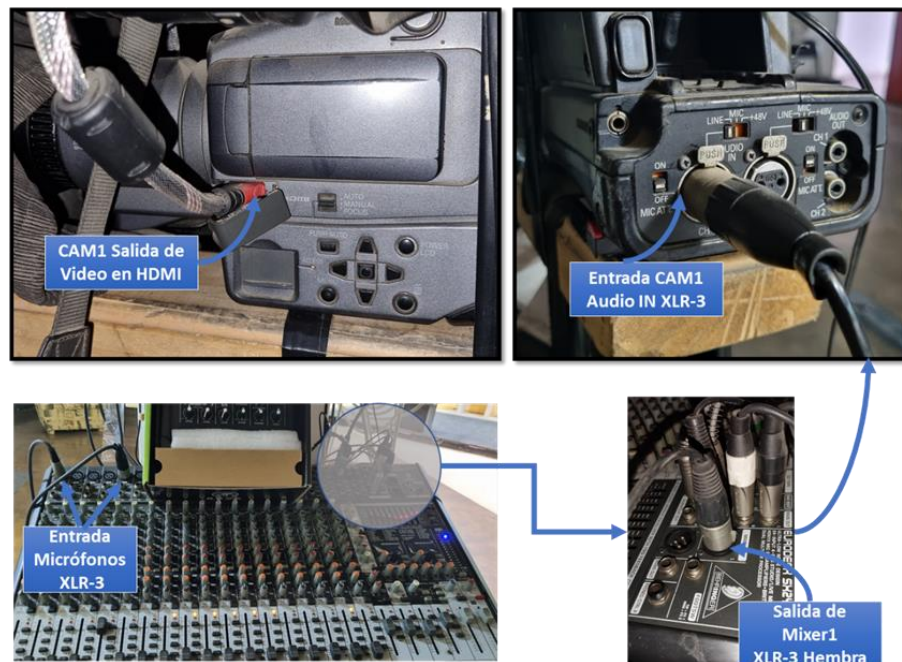
Llegada al switcher digital de la señal de la CAM5.



La señal de entrada de los micrófonos se conecta a través de cable de 3hilos con conectores XLR-3 y queda listo para ser seleccionado de acuerdo al set de Tv donde se realice el programa, en nuestro caso el micrófono se encuentra conectado a la entrada #5 del Mixer2 donde se realiza diariamente el noticiero del canal, la salida general se va hacia la entrada de la cámara 1, para ser empaquetado el audio y video hacia la salida HDMI, que posteriormente llegará a la entrada 1 HDMI del *switcher* ATEM TV.

Figura 51.

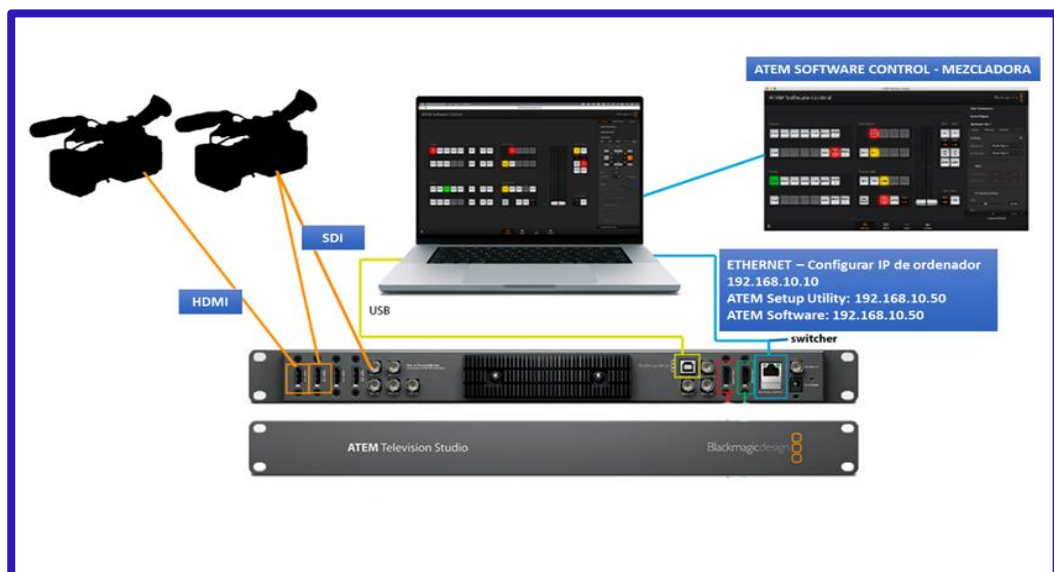
Conexión de la CAM2 alimentado por la salida del mixer1.



La laptop Hp con sistema operativo Windows 10, tiene instalado el software ATEM Software Control de interface *Blackmagic Switcher* para operar el equipo ATEM, desde aquí se configura y selecciona el audio y video a elegir al *switcher digital*, con la selección respectiva de la cámara a elegir.

Figura 52.

Configuración de cámaras por SDI y HDMI a través del software del ATEM TV.



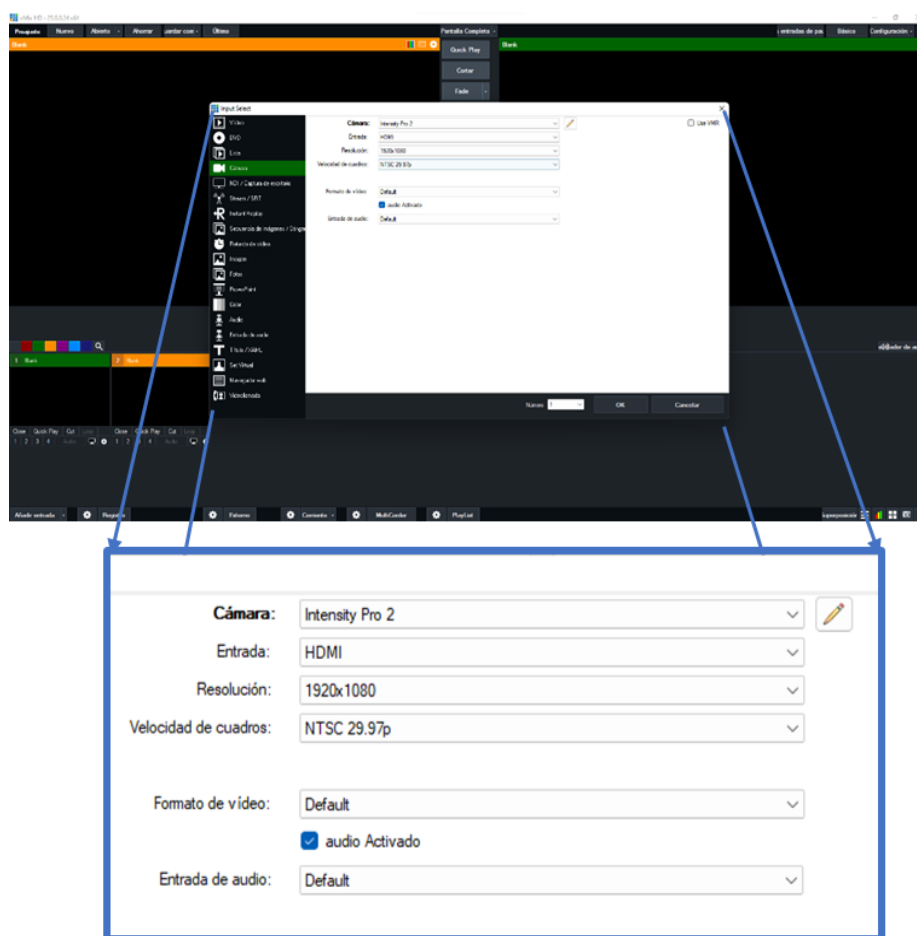
Nota: adaptado de ATEM Televisión- Guía para conexiones y emisión en directo

La señal de salida del ATEM TV, que es en HDMI, lo conectamos a la entrada de la tarjeta capturadora Intensity Pro en HDMI, instalada en el CPU_1.

En el CPU_1 al abrir el Vmix, presionamos añadir entrada (ver fig.) y nos ubicamos donde dice cámara y buscamos la tarjeta capturadora blackmagic intensity pro HDMI instalada con los siguientes parámetros:

Figura 53.

Configuración de capturadora de señal de video por HDMI a través del Vmix.



Nota: tomado de la plataforma vMix

Una vez configurado aparecerá en una vista previa en ventanas rectangulares la señal de video, proveniente de la cámara que se encuentra en el set de televisión; que ha pasado por el *switcher* digital *Blackmagic* ATEM y la salida de este (en HDMI) se conecta a la entrada HDMI de la Capturadora, teniendo así preparado el proyecto para iniciar un programa en vivo.

Figura 54.

Vista previa de la captura de video a través del software Vmix en CPU_1.



Una vez que el video es capturado y configurado en la lista de previos del Vmix, queda preparado para realizar las selecciones correspondientes para la salida al aire en vivo y/o grabación.

Figura 55.

Descripción de cada vista previa a través del Vmix en el CPU_1

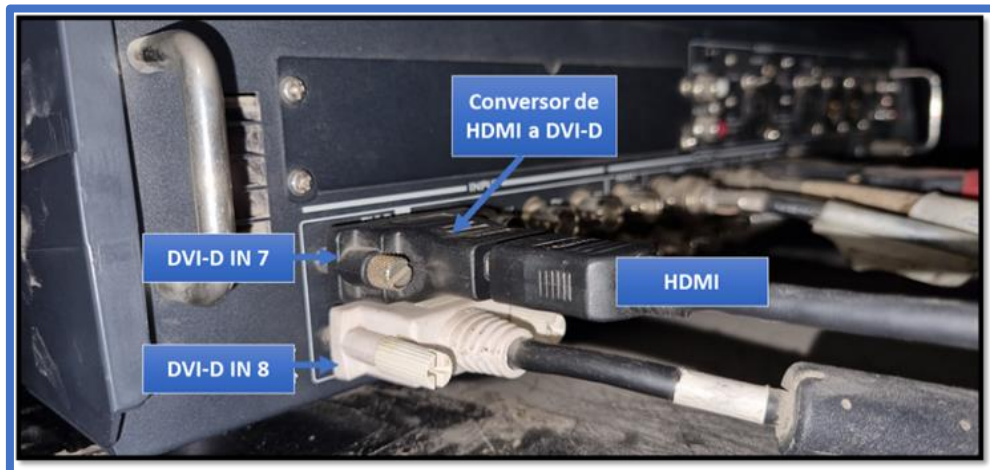


La salida de la señal de video la PC_1 (Tiene una Tarjeta de video externa con dos salidas: una en HDMI y la otra en DVI-D) se conecta a la entrada 7 DVI-D del switcher

DATAVIDEO en forma digital a través de un cable DVI-DVI, e igualmente la salida de video de la PC_2 en DVI- se conecta a la entrada 8 DVI-D, la cual realiza el procesamiento digital-análogo.

Figura 56.

Descripción de cada entrada DVI-D en el switcher DATAVIDEO SE-600.



Una vez que el switcher DATAVIDEO SE-600 recibe estas señales la procesa en forma digital y la envía en forma análoga a su salida.

Figura 57.

Descripción de la parte posterior del switcher DATAVIDEO SE-600.

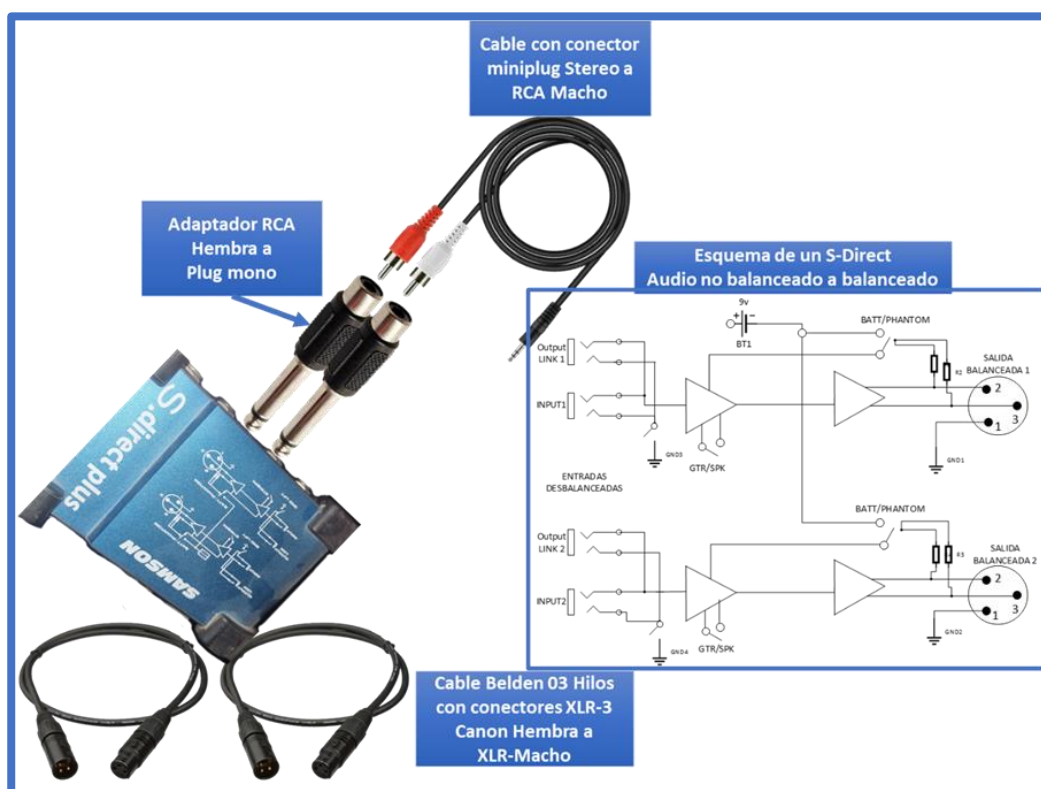


La salida de video análogo del switcher Datavideo se envía hacia el enlace microonda Marca OMB de 10.645GHz.

La salida de audio de la PC_1 (Cable *Miniplug Stereo* a RCA) se conecta a la entrada L y R respectivamente del conversor de audio desbalanceado a balanceado.

Figura 58.

Descripción del conversor S-Direct plus audio desbalanceado (Plug mono) a balanceado (XLR-3)

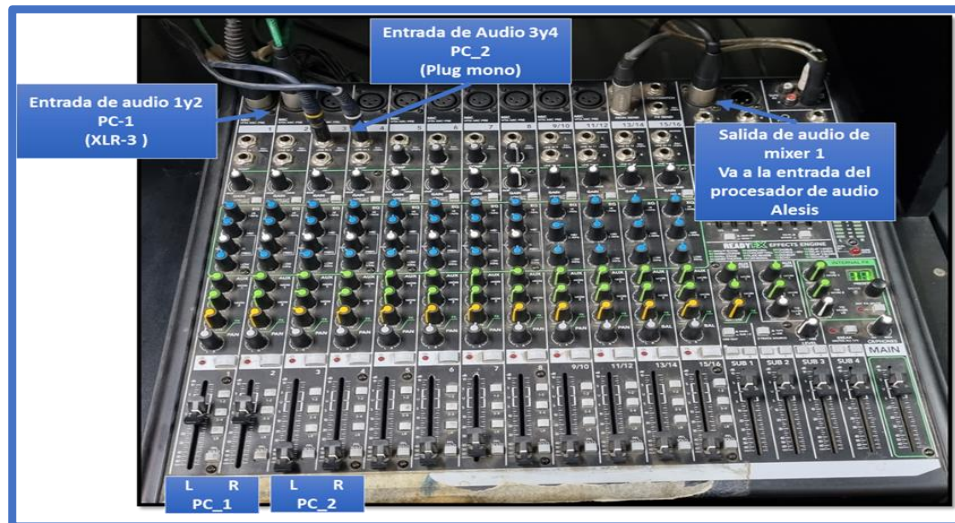


Nota: tomado de Samson S-direct plus stereo DI box, fuente <https://www.manualpdf.es/samson/s-direct-plus/especificaciones>

La salida 1 y 2 Balanceadas provenientes del *DirectBox* (de la PC_1) se conecta a la entrada de la consola de audio 1 y 2 y la salida de audio de la PC_2 (cable de *Miniplug Stereo* a RCA Macho) se conecta a la entrada 3 y 4 de la consola de audio principal del control Maestro MACKIE (Mixer2).

Figura 59.

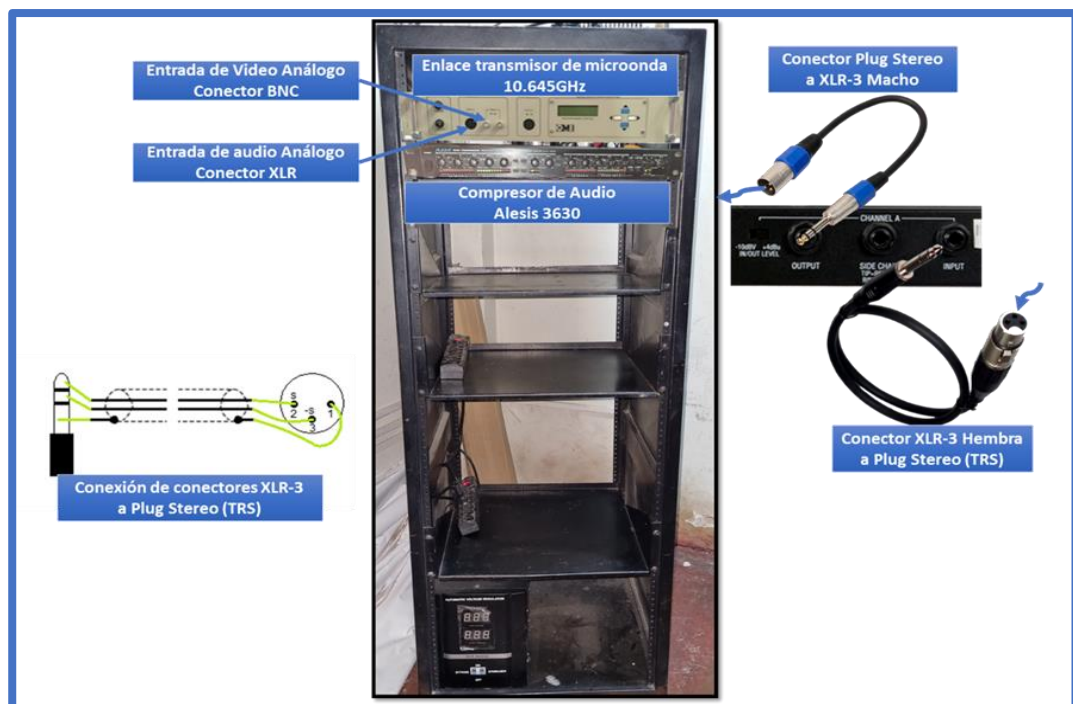
Descripción de la conexión final de audio de la PC_1 y PC_2.



La salida de la mezcladora de audio Mackie (XLR-3 Hembra) es conectada a la entrada de audio del compresor Alesis y la salida de este equipo se une a la entrada de audio del enlace microonda de 10,645GHz.

Figura 60.

Descripción de la conexión final de llegada de audio y video hacia el Link microwave.



- **Accesorios.** Los accesorios complementarios usados, para realizar las conexiones entre los diferentes equipos se realizó de la siguiente manera:

Para las conexiones de video. Las diversas conexiones de cámara con *switcher*, *switcher* con monitores, *switcher* con Link Tx de enlace microonda y enlace microonda con transmisor de tv se usó el cable RG-6 conformado por un conductor central recubierto por una malla de hilos de cobre, y es capaz de llevar hasta 300m de distancia con conectores BNC.

Para conexiones de audio. Se realizó las conexiones entre micrófono y mixer_1, Mixer_1 y entrada de línea de Cámara, salida de audio Mixer_1 hacia amplificador, salida de mixer_2 hacia el *compressor*, salida del compresor hacia el Link Tx de enlace microonda se usó el cable XLR-3 marca Belden serie 8451 que trae un par trenzado de calibre 22 AWG y apantallamiento blindado con conectores XLR-3 y *plug Stereo*.

Para la iluminación. En la iluminación de los sets de televisión se usó los reflectores led de luz cálida y luz blanca de 100W/220V esto nos permitía tener una tonalidad tenue y suave perfecto para iluminar una zona en forma moderada y además un ahorro de energía considerable.

Para RF. La señal de RF que transporta señal modulada de audio/video, para los televisores se usó el conector RF con cable coaxial RG58, para la salida del transmisor del enlace microondas se usó cable heliax rígido de 5 1/8" por ser una frecuencia alta (10.645 GHz), del Modulador al amplificador se usó cable heliax rígido de 1/2", del Amplificador al divisor de potencia (Donde están cerca las antenas de panel UHF) se usó cable heliax de 5 1/8" rígido de aproximadamente 60 mt. con conectores EIA y de los divisores de potencia se usaron cables heliax de 3mt de 1/2" según recomendación de fabricante.

Subsistema de grabación y monitoreo. En esta sección se desarrollará el proceso de monitoreo y grabación de la señal tratada que viene del subsistema de adquisición y producción, para realizar la visualización y almacenamiento final.

- **Requerimiento del subsistema de grabación y monitoreo.** Para iniciar el proceso de implementación del subsistema de monitoreo y grabación se realizó el siguiente requerimiento:

Tabla 14.

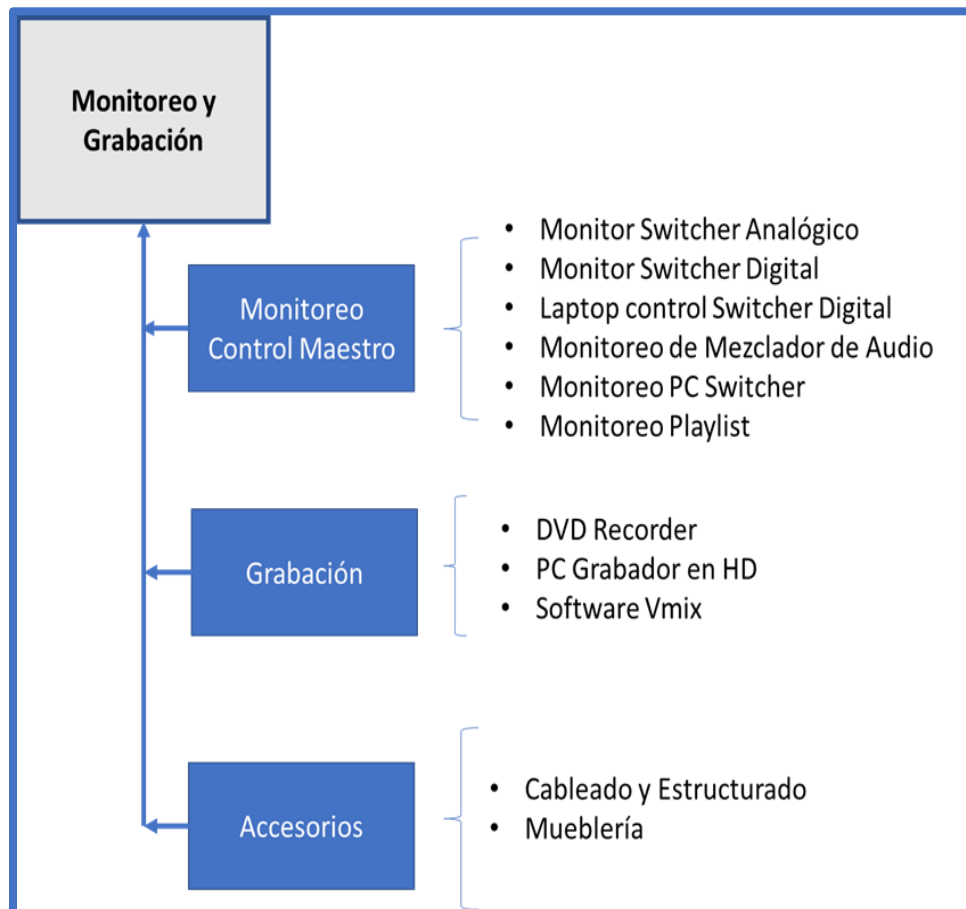
Requerimiento del subsistema de grabación y monitoreo

Item	Equipo y/o Accesorio	Marca	Modelo	Ubicación
1	Monitor de switcher de video Análogo	LG		Monitoreo de control Maestro
2	Monitor de switcher Video Digital	AOC		
4	Laptop	HP	Pavilion	
6	Audífonos de monitoreo de mezclador de audio Mixer2	SONY		
7	DVD-Recorder	Panasonic		Grabación
8	Monitoreo de PC Capturador: PC_1	Compatible		
	Software Vmix			
9	Monitoreo PC Playlist: PC_2	AOC		
10	Audífonos de Monitoreo de mezclador de audio Mixer 1			Monitoreo en Estudio TV
11	Parlante de monitoreo de estudio			
11	Cableado y Accesorios:			
	· Conectores BNC			
	· Cable RG6			
	· Cables HDMI			

- **Topología del subsistema de grabación y monitoreo.** Por medio de una topología subdividiremos el proceso de implementación del subsistema de monitoreo y grabación.

Figura 61.

Topología del subsistema de grabación y monitoreo



- **Instalación y configuración del subsistema de grabación y monitoreo.** Para iniciar el proceso de implementación del subsistema de monitoreo y grabación se realizó la siguiente diagramación:

Figura 62.

Diagramación del subsistema de grabación y monitoreo.



A continuación, se desarrollarán los procedimientos para los sistemas de grabación y monitoreo.

- **Sistema de grabación.** En esta sección se describirá el proceso de grabación final de la señal de video, en un formato de disco (grabador Óptico DVD donde se digitaliza la señal análoga) y también en formato digital en un disco duro de PC (Formato mp4).

➤ **Grabación en DVD.** La señal de salida de video (análoga) proveniente del switcher DATAVIDEO se conecta a la entrada (INPUT 1) del grabador de DVD LG y la señal de audio de salida del mixer 2 se conecta a la entrada del DVD RECORDER, quedando listo para realizar la grabación en tiempo real tal como se muestra en la figura 63.

El medio en que se graba aquí es en un Disco DVD. Un DVD se recopila video y audio en el formato MPEG-2. Para reproducir se necesita un reproductor de DV, o una computadora que contenga la unidad de DVD para reproducir.

Figura 63.

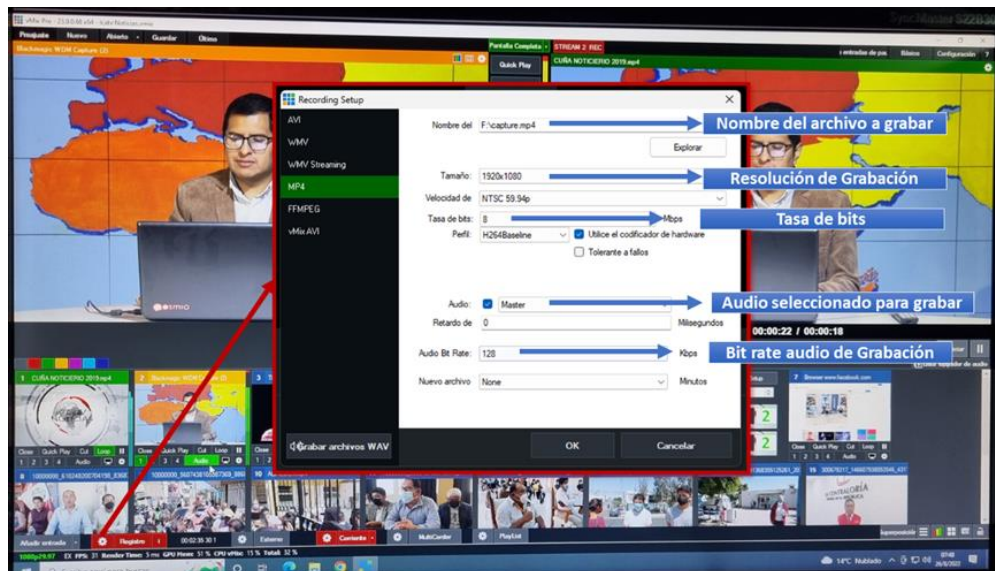
Grabador óptico de DVD LG (720x480).



- **Grabación en HDD.** La grabación de la señal de mezcla de las cámaras y videos se procesa para ser grabada a través del software Vmix, y elegimos el formato mp4, por ser un codificador de alta calidad y con poco peso o tamaño de archivo.

Figura 64.

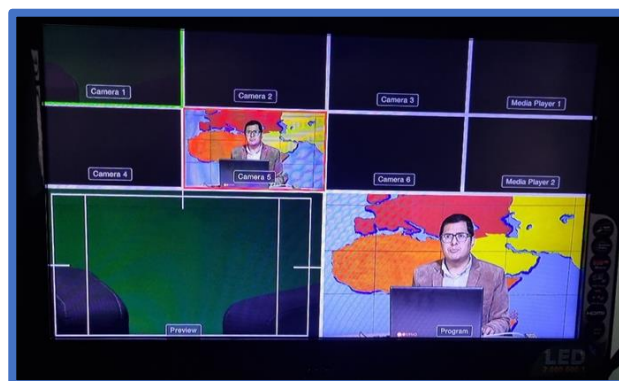
Grabación en HDD (1920x1080).



- **Sistema de monitoreo.** Aquí mencionaremos todos aquellos equipos que necesita ser monitoreados en audio y video.
 - Señal de las cámaras de video (Señal digital que llega al switcher digital) se monitorea por el previo del switcher digital.

Figura 65.

Monitoreo multiview de cámaras en switcher ATEM TV.



- Señal de los micrófonos de mano o pecheros usados para las entrevistas en un programa del set de TV (estas señales se captan en el *mixer 1*) de allí son monitoreadas a través de audífonos y parlantes.
- Videos editados, grabados, títulos, gráficos, sets virtuales son monitoreados por el software VMix.

Figura 66.

Monitoreo multiview de switcher DATAVIDEO SE-600.



- La señal final de salida de la PC_1 y PC_ 2 (Señales entrantes IN7 y IN8 en el *switcher DATAVIDEO SE-600*) se monitorea en un TV de 49" a través de su entrada HDMI1, tal como se mencionó en el subsistema de adquisición.
- Cabe mencionar que cada PC tiene su propio Monitor de referencia donde se opera el sistema operativo y el software Vmix.

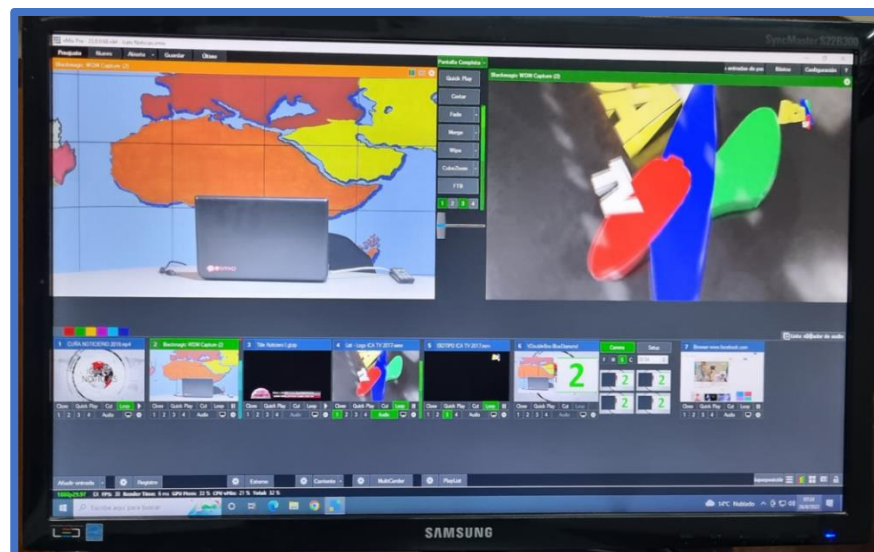
Figura 67.

Monitor AOC de PC_2



Figura 68.

Monitor Samsung de PC_1



Subsistema de distribución y entrega. En esta última sección desarrollaremos el proceso de distribución de la señal terminal proveniente del subsistema de adquisición y producción, saliendo desde el enlace microonda para llevarlo hasta el transmisor de TV y posterior arreglo de antenas para una mejor cobertura y alcance.

- **Requerimiento del subsistema de distribución y entrega.** Para el proceso de implementación del subsistema de distribución y entrega tuvo el siguiente requerimiento:

Tabla 15.

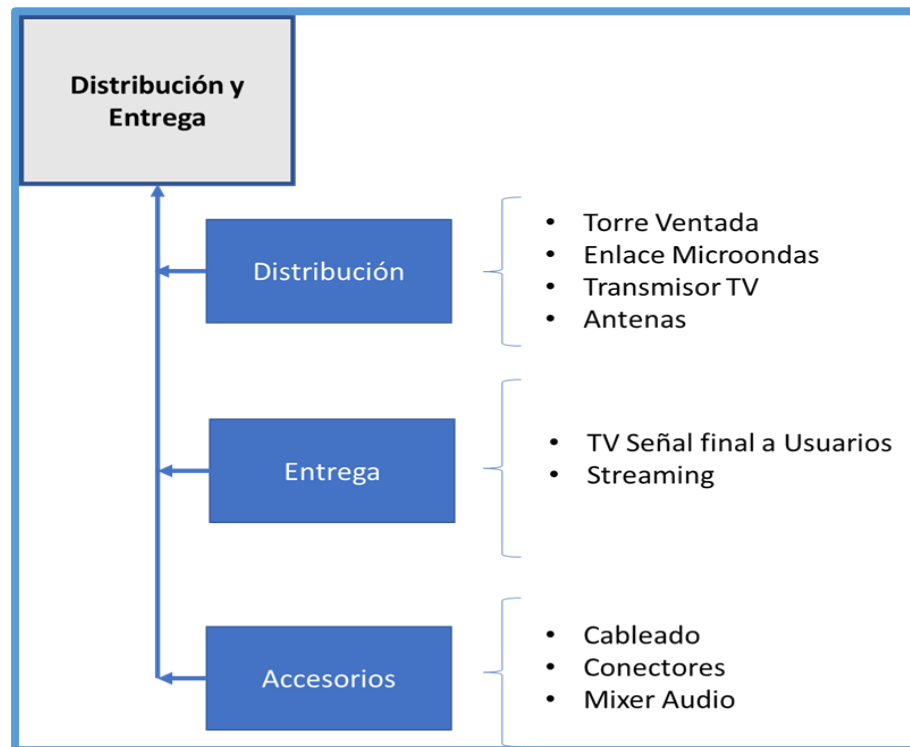
Requerimiento del subsistema de distribución y entrega.

Item	Equipo y/o accesorio	Marca	Modelo	Ubicación
1	Radio Enlace vía microondas 1vatio	OMB		Cerro Prieto
2	Antenas parabólicas de 1,20m diámetro	OMB		
4	02 torres ventadas de 18m y 36m			
6	01 transmisor de TV	ELETRONIKA		
7	08 antenas de Panel	OMB		Cerro Prieto
8	01 Antitransiente	OMB		
	PC con Software Vmix para enlazar con redes sociales	Studiocoast		
9	Botonera de audio/video			
10	01 DVD			
	01 tv de monitoreo 15"	Panasonic		
11	Cableado y Accesorios:			
	· Aire acondicionado			
	· Distribuidor de Antenas			
	· Cable coaxial Heliax 1 5/8"			
	· Conectores EIA 7/8"			
	· Tablero Eléctrico			
	· Rack o gabinete			
	· Pozo a tierra			
	· Supresores de Pico			

- **Topología del subsistema de distribución y entrega.** Por medio de una topología subdividiremos la fase de implementación del subsistema de monitoreo y grabación.

Figura 69.

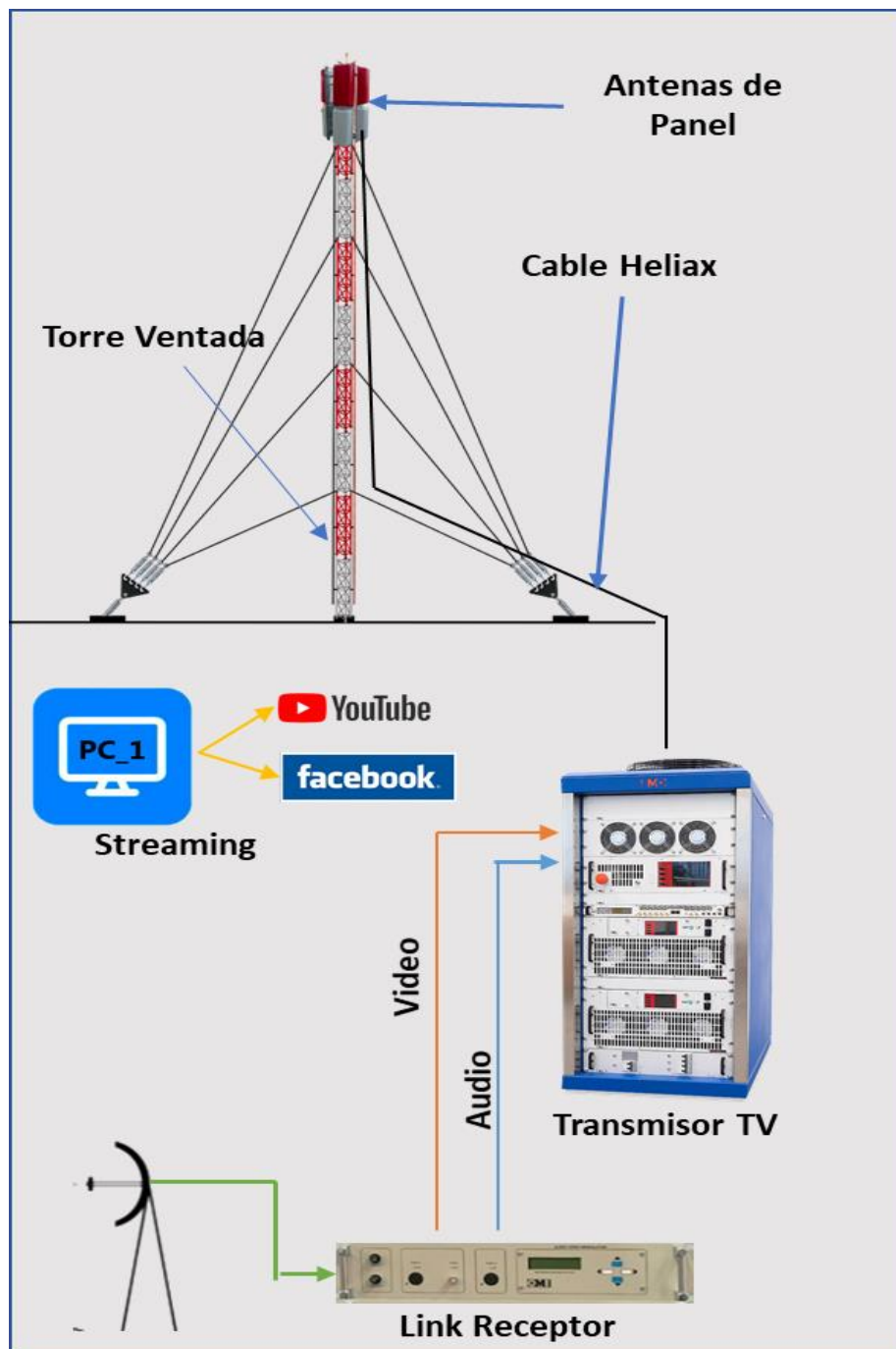
Topología del subsistema de distribución y entrega



- **Instalación y configuración del subsistema de distribución y entrega.** En este capítulo describiré en 04 partes: la instalación y configuración del enlace microondas, el transmisor, las antenas y finalmente la transmisión vía *streaming* (ver figura 70).

Figura 70.

Diagramación del subsistema de distribución y entrega



A continuación, se desarrollan los procedimientos para los sistemas de distribución y entrega.

- **Enlace microondas.** La Universidad Privada San Juan Bautista, adquirió un enlace microondas para su canal de televisión ICATV Canal 35 UHF y así enlazar la señal de audio y video desde los estudios de grabación ubicados en el distrito

de Subtanjalla hasta Cerro Prieto (cerro de piedra más alto de Ica) ubicado en el distrito Salas Guadalupe. En primera instancia, se solicitó al MTC la asignación de una frecuencia para tener los permisos pertinentes y asignó la frecuencia 10.645 GHz (tal como se muestra en la figura 71). Posteriormente, se realizó el requerimiento a la empresa española OMB, quien fue la que realizó el diseño y la fabricación del enlace microondas con todas las pruebas de laboratorio necesarias para su correcto funcionamiento.

Figura 71.*Relación de enlaces auxiliares de radiodifusión a nivel nacional*

Frec. TX	Frec. RX	Indicativo	Servicio	Razón Social	Región	Provincia
10635		OABRZ-8	Móvil Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Asociación Cultural Bethel	Lima	Lima
10635		OAC-26	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Televisión Red de Comunicación Andina Grami	Puno	San Román
10645		OAC-26	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Televisión Red de Comunicación Andina Grami	Puno	San Román
10655		OCBT-22	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Empresa Radiodifusora Concesionaria	Puno	San Román
10655		OCCI-50	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Cadena Radial Sur Peruana S.A.	Tacna	Tacna
10655		OCEM-87	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Radio Líder S.R.L.	Arequipa	Arequipa
10655		OCZ-9	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Radio FM Stereo Denny's E.I.R.L.	Piura	Talara
10665		OAB-32	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Asociación cultural entidades latinoamericanas	Lima	Lima
10675		OAC-90	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Compañía Nor de Andina de Telecomunicaciones	Cajamarca	Cajamarca
10645		OCBF-68	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Asociación Universidad Privada San Juan Bautista	Ica	Ica
10685		OAJ-64	Móvil Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Castillo Palacios Rafael Felix	Ancash	Huaraz
10685		OCBH-33	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Gringo Bills E.I.R.L.	Arequipa	Arequipa
10685		OCCU-80	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Compañía de Televisión Cusqueña S.A.C.	Cusco	Cusco
10685		OCEN-32	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Misión Pax TV	Lima	Lima
10695		OCBL-39	Fijo Terrestre (Enlace Auxiliar a la Radiodifusión)	Ruiz Yap Patricia Esther	Lambayeque	Chiclayo
10755		OAC-70	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Misión Pax TV	Lima	Lima
10755		OAC-71	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Misión Pax TV	Lima	Lima
10755		OAD-81	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto

10755	OAD-82	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10755	OAD-85	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10755	OAD-86	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10835	OAJ-52	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Corporación Peruana de Aeropuertos y	Ayacucho	Huamanga
10835	OAJ-53	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Corporación Peruana de Aeropuertos y	Ayacucho	Huamanga
10875	OAE-41	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10875	OAE-42	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10915	OAB-88	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Panamericana Television S.A.	Lima	Lima
10915	OAB-89	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Panamericana Television S.A.	Lima	Lima
10915	OAD-83	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10915	OAD-84	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10915	OAE-41	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10915	OAE-42	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Anglo American Quellaveco S.A.	Moquegua	Mariscal Nieto
10995	OAV-98	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Corporación Peruana de Aeropuertos y	San Martin	San Martin
10995	OAW-76	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Corporación Peruana de Aeropuertos y	San Martin	San Martin
10995	OCEO-70	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Compañía Peruana de Radiodifusión	Lima	Lima
10995	OCEO-71	Enlace Fijo por Microondas (Digital)	Compañía Peruana de Radiodifusión	Lima	Lima

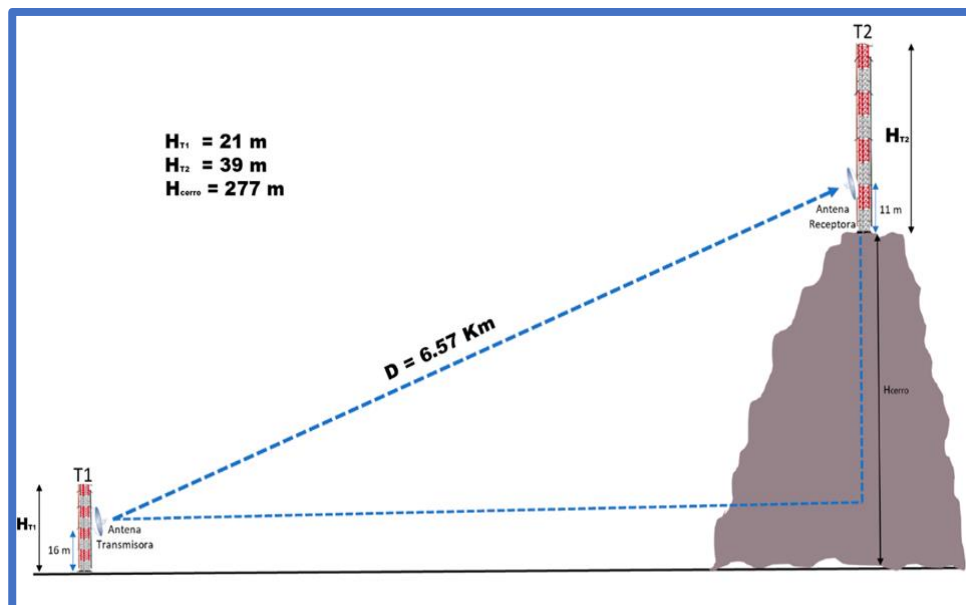
Después de ser fabricado se realizó el envío desde España hacia Lima, exactamente al local de la sede de la USJB ubicado en el distrito de Chorrillos para posteriormente llegar a la filial de Ica.

Ahora se inició el trabajo de la instalación y configuración (alineamiento y enganche) de dicha microonda, teniendo que considerar el valle y la zona de Fresnel para evitar cualquier tipo de interferencia y así tener la señal óptima.

Consideraremos que en el local principal, donde se encuentran los estudios de TV, hay una torre tipo ventada (T1) de 21 m. Donde se colocó la antena parabólica transmisora de 1.20 m de diámetro a una altura de 16 m; mientras que en lado, donde se colocó la antena parabólica receptora, hay una torre ventada (T2) de 39 m, donde ubicamos la antena receptora a 11 m medidos desde su base.

Figura 72.

Medidas de longitud consideradas para los parámetros del enlace de Microondas

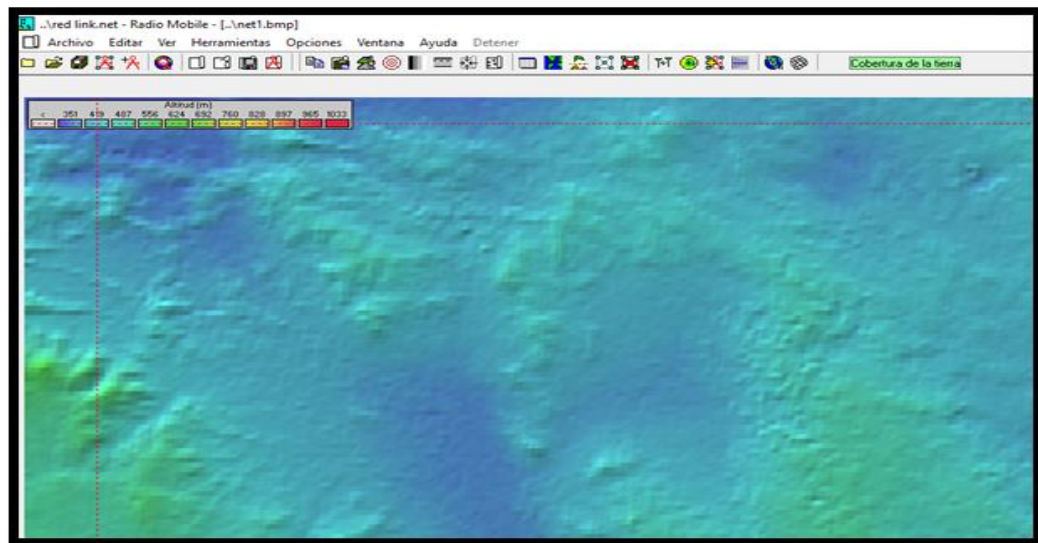


Cálculo de la zona de Fresnel con Radio Mobile. Nos ayudaremos con el software de desarrollo libre Radio Mobile para realizar el posible calculo óptimo de enlace entre la antena transmisora y receptora. Sus pasos son los siguientes:

Abrimos el software Radio Mobile.

Figura 73

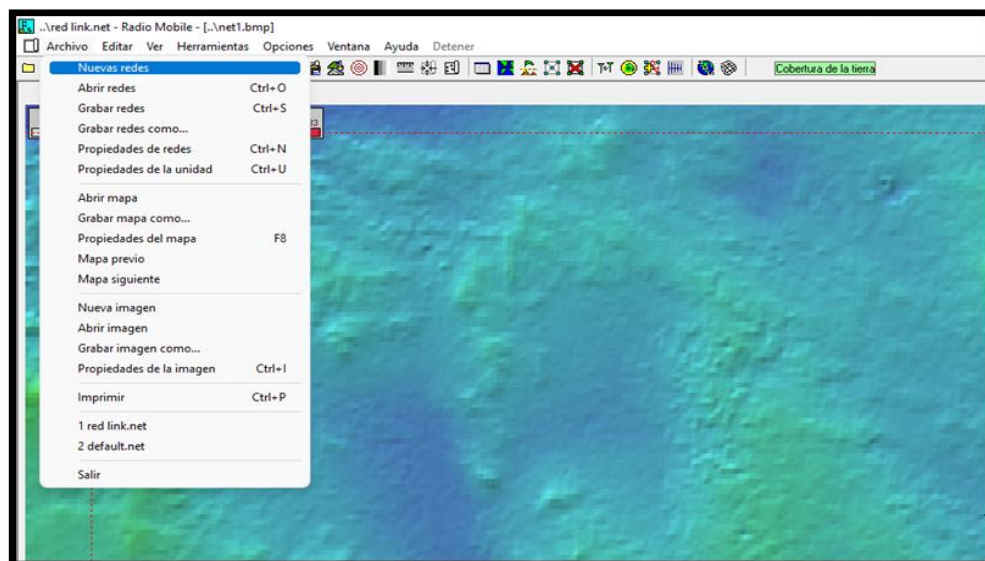
Inicio del software Radio Mobile



- Seleccionamos Nuevas redes así como se ha visualizado en la figura.

Figura 74.

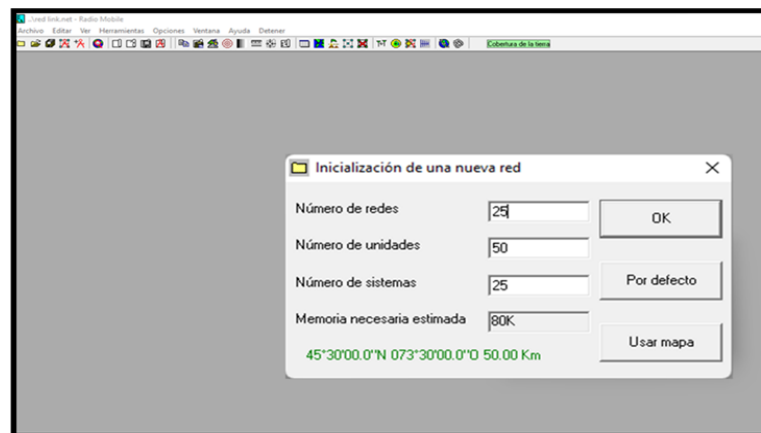
Selección de nuevas redes en software Radio Mobile



- Nos saldrá la siguiente ventana: Inicialización de una nueva red, lo dejamos por defecto (número de redes que vamos a trabajar será 01, número de unidades 02, número de sistemas 01).

Figura 75.

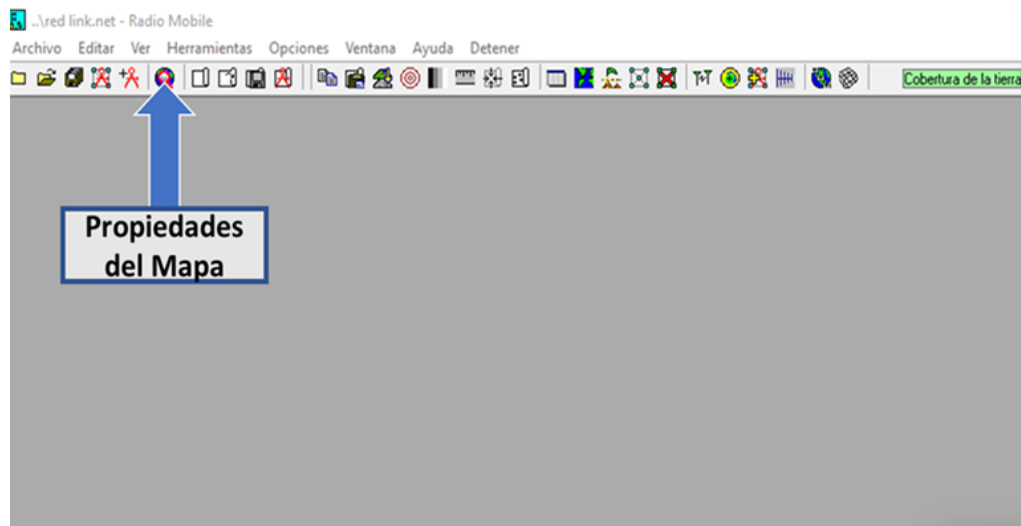
Inicialización de una nueva red en software Radio Mobile.



- Ahora nos enfocamos en los puntos de localización de nuestra antena transmisora y receptora de nuestro enlace microonda en nuestro mapa; y presionamos Propiedades del Mapa.

Figura 76.

Propiedades de mapa en software Radio Mobile.

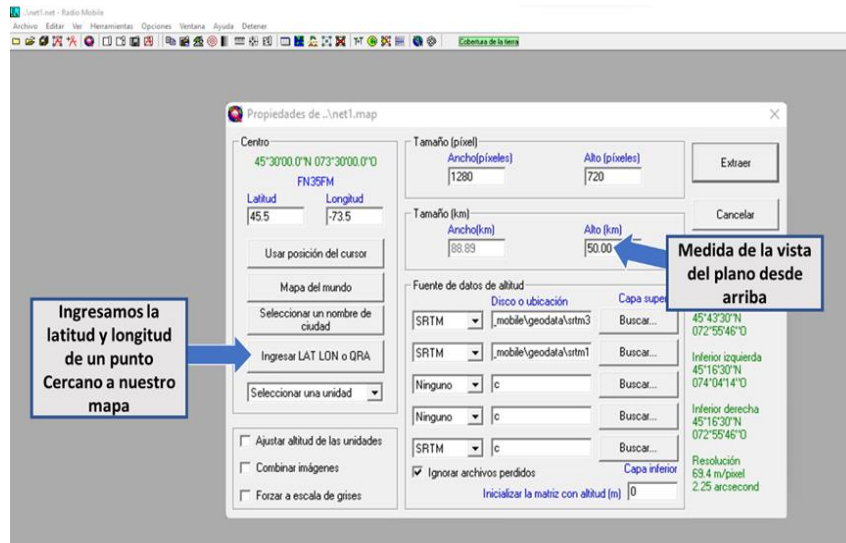


Nota: tomado del software Radio Mobile

- Ingresamos la latitud y longitud de un punto cercano a nuestro lugar de ubicación de nuestro mapa.

Figura 77.

Ingreso de latitud y longitud en el software Radio Mobile.



- Tenemos los siguientes puntos localizados según el Google Earth:

Lugar

Coordenadas según Google Earth

Estudio de TV (Icatv canal 35)

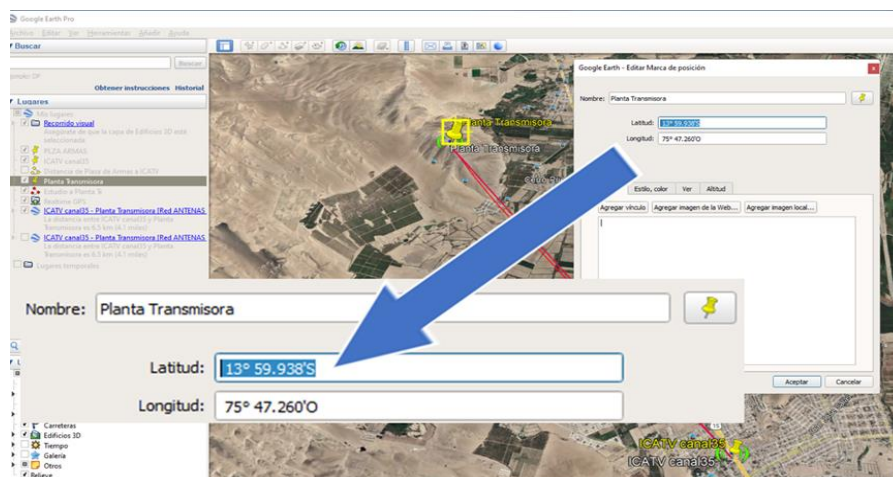
Latitud: 14° 2,711'S
Longitud: 75° 45,026'O

Planta transmisora

Latitud: 13° 59,938'S
Longitud: 75° 47,260'O

Figura 78.

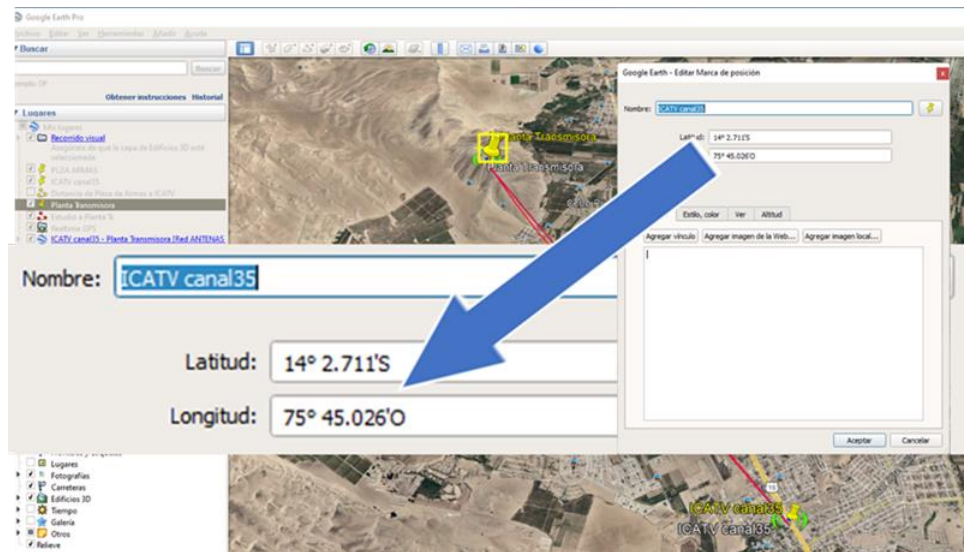
Selección de coordenadas en Google Earth -Planta Transmisora



Nota: adaptado de Google Earth. Fuente <https://bit.ly/3xmGDer>

Figura 79.

Selección de coordenadas en el Google Earth-Estudio de TV

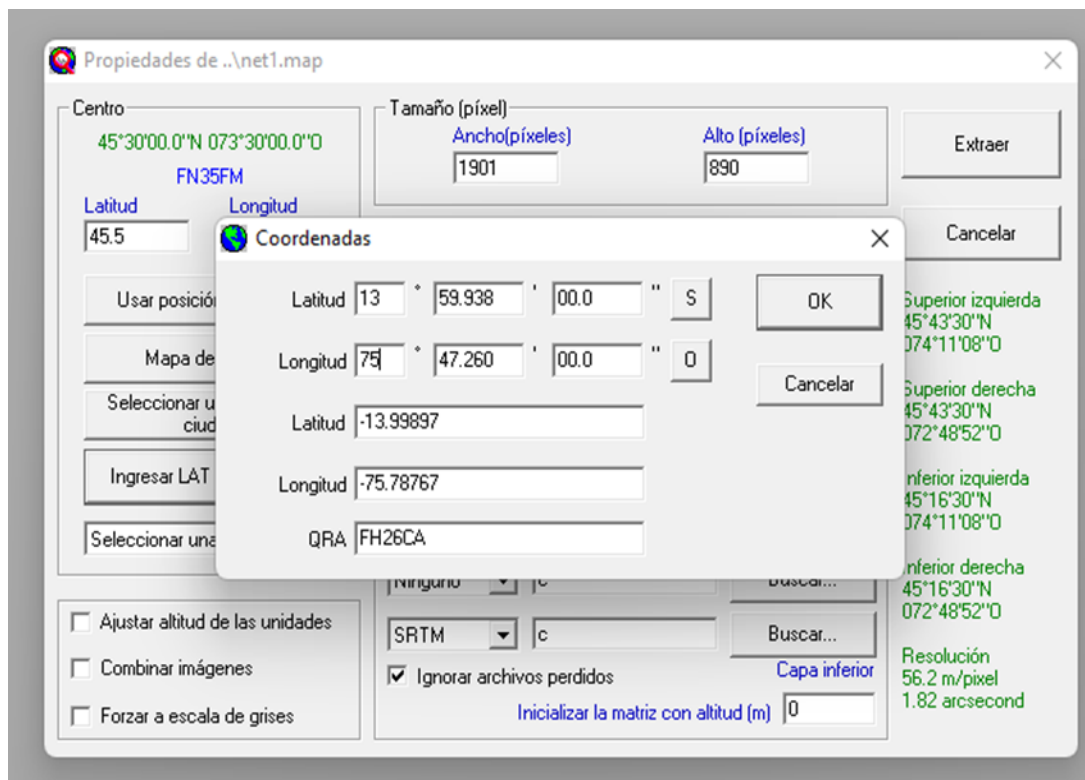


Nota: Adaptado del Google Earth, fuente Google Earth

- Procedemos a Ingresar las coordenadas de la planta transmisora ubicada en Cerro Prieto.

Figura 80.

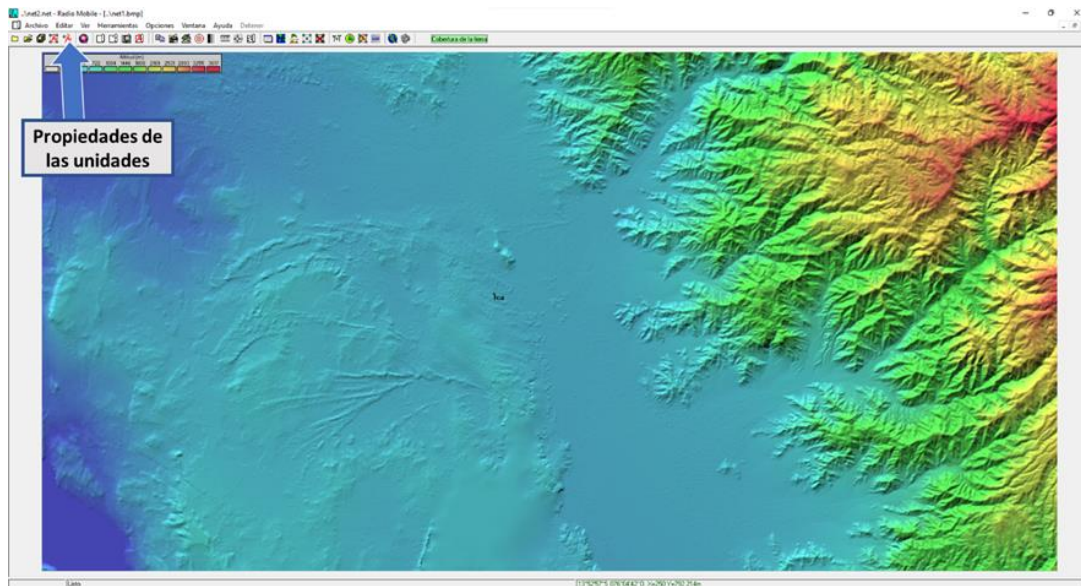
Introducción de datos del Google Earth al software del Radio Mobile.



- Presionamos ok en extraer.

Figura 81.

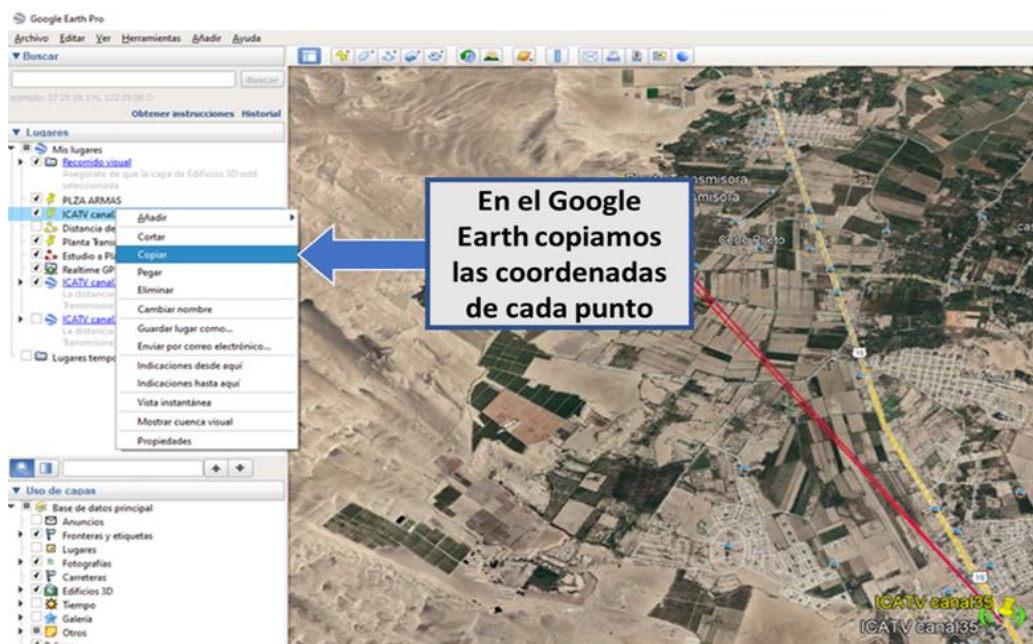
Ingresamos a Propiedades de las unidades en software Radio Mobile.



- Ahora ubicamos los dos puntos que deseamos enlazarnos que son los puntos localizados según el Google Earth: propiedades de las unidades.

Figura 82.

Se copiará los datos del Google Earth

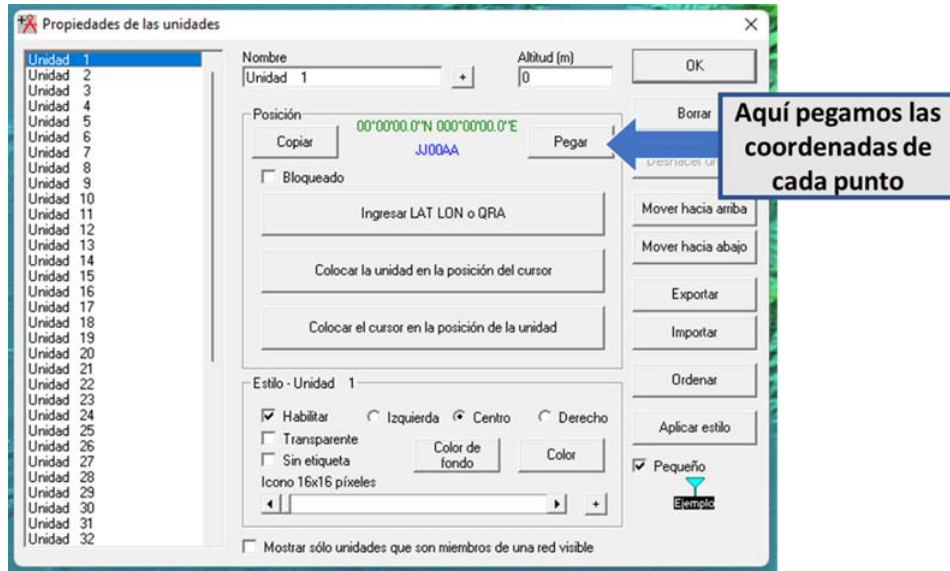


Nota: Adaptado del Google Earth, fuente Google Earth

- Y pegamos las coordenadas de cada punto

Figura 83.

Pegamos los datos desde el Google Earth al radio Mobile.



- Nos quedaría de la siguiente manera:

Figura 84.

Imagen mostrada en Radio Mobile en propiedades de las unidades.

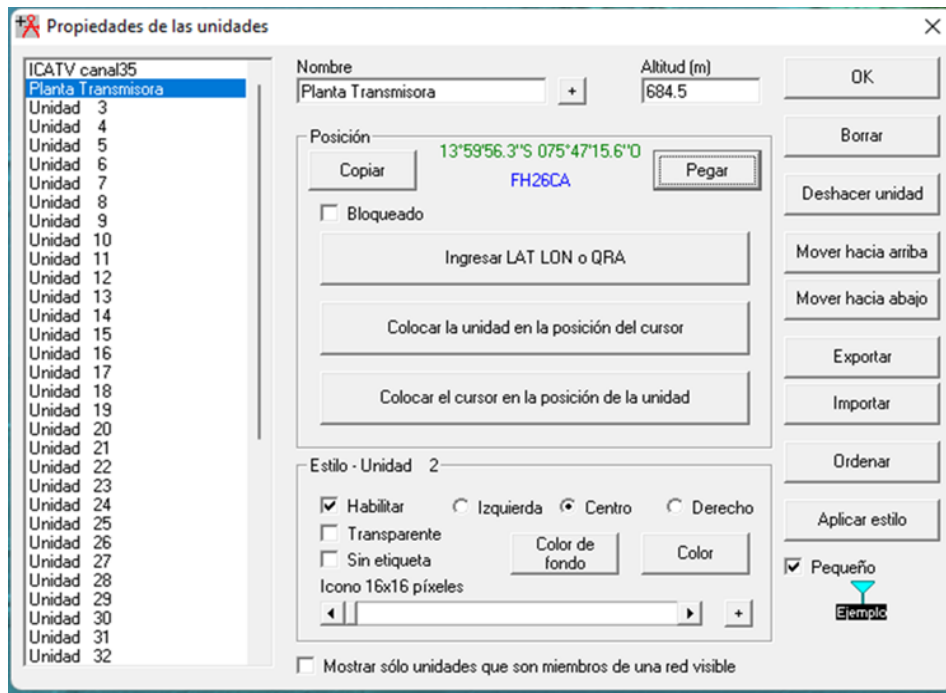
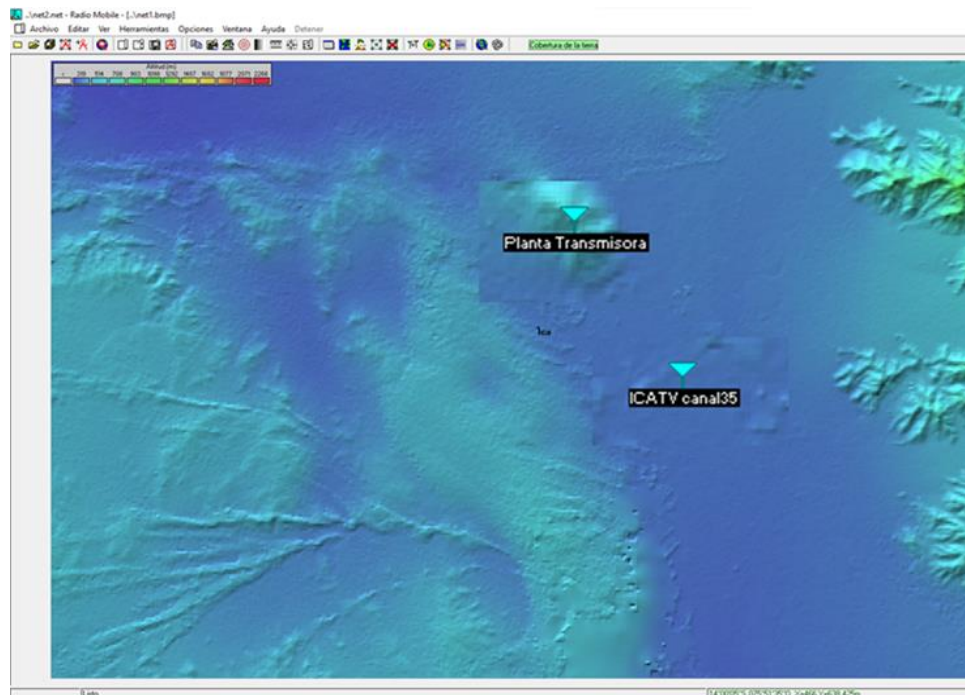


Figura 85.

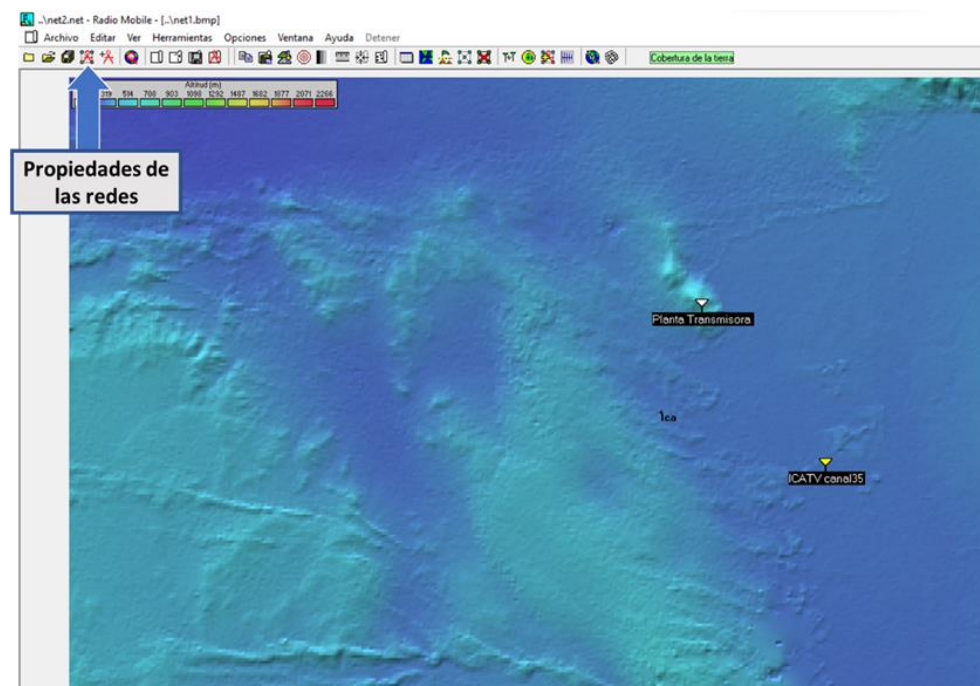
Imagen mostrada de Radio Mobile en el proyecto.



- Ahora vamos a enlazar estos dos puntos y llenar algunos datos que nos solicita. Nos vamos a propiedades de las redes.

Figura 86.

Imagen del icono de propiedades de redes en Radio Mobile.



Nota: adaptado del Radio Mobile

Figura 87.

Screenshoot de propiedades de redes-sistemas en Radio Mobile.

Propiedades de las redes

Lista de todos los sistemas:

- EstudioTV - Planta Transmisora
- Sistema 2
- Sistema 3
- Sistema 4
- Sistema 5
- Sistema 6
- Sistema 7
- Sistema 8
- Sistema 9
- Sistema 10
- Sistema 11
- Sistema 12
- Sistema 13
- Sistema 14
- Sistema 15
- Sistema 16
- Sistema 17
- Sistema 18
- Sistema 19
- Sistema 20
- Sistema 21
- Sistema 22
- Sistema 23
- Sistema 24
- Sistema 25

Botones: Parámetros por defecto, Copiar Red, Pegar Red, Cancelar, OK

Sistemas

00 Seleccionar desde VHF ... UHF ...

Nombre del sistema: EstudioTV - Planta Transmisora

Potencia del Transmisor (Watt): 1 (dBm): 30

Umbral del receptor (µV): 1 (dBm): -107

Pérdida de la línea (dB): 0.5 (Cable+cavidades+conectores)

Tipo de antena: corner.ant Ver

Ganancia de antena (dBi): 30 (dBd): 27.85

Altura de antena (m): 2 (Sobre el suelo)

Pérdida adicional cable (dB/m): 0 (Si la altura de la antena difiere)

Botones: Agregar a Radiosys.dat, Remover del Radiosys.dat

Figura 88.

Imagen de propiedades de redes-parámetros en Radio Mobile.

Propiedades de las redes

Lista de todas las redes:

- ENLACE 1
- Red 2
- Red 3
- Red 4
- Red 5
- Red 6
- Red 7
- Red 8
- Red 9
- Red 10
- Red 11
- Red 12
- Red 13
- Red 14
- Red 15
- Red 16
- Red 17
- Red 18
- Red 19
- Red 20
- Red 21
- Red 22
- Red 23
- Red 24
- Red 25

Botones: Parámetros por defecto, Copiar Red, Pegar Red, Cancelar, OK

Parámetros

Nombre de la red: ENLACE 1

Refractividad de la superficie (Unidades-N): 301

Conductividad del suelo (S/m): 0.005

Permitividad relativa al suelo: 15

Frecuencia mínima (MHz): 10300

Frecuencia máxima (MHz): 10700

Polarización:

- ☒ Vertical
- ☐ Horizontal

Modo estadístico:

- ☒ Intento % de tiempo: 50
- ☐ Accidental % de ubicaciones: 50
- ☐ Móvil % de situaciones: 70
- ☐ Difusión

Clima:

- ☐ Ecuatorial
- ☐ Continental sub-tropical
- ☐ Marítimo sub-tropical
- ☐ Desierto
- ☒ Continental templado
- ☐ Marítimo templado sobre la tierra
- ☐ Marítimo templado sobre el mar

Nota: adaptado del Radio Mobile

Figura 89.

Imagen de propiedades de redes-Miembros-Link TX en Radio Mobile

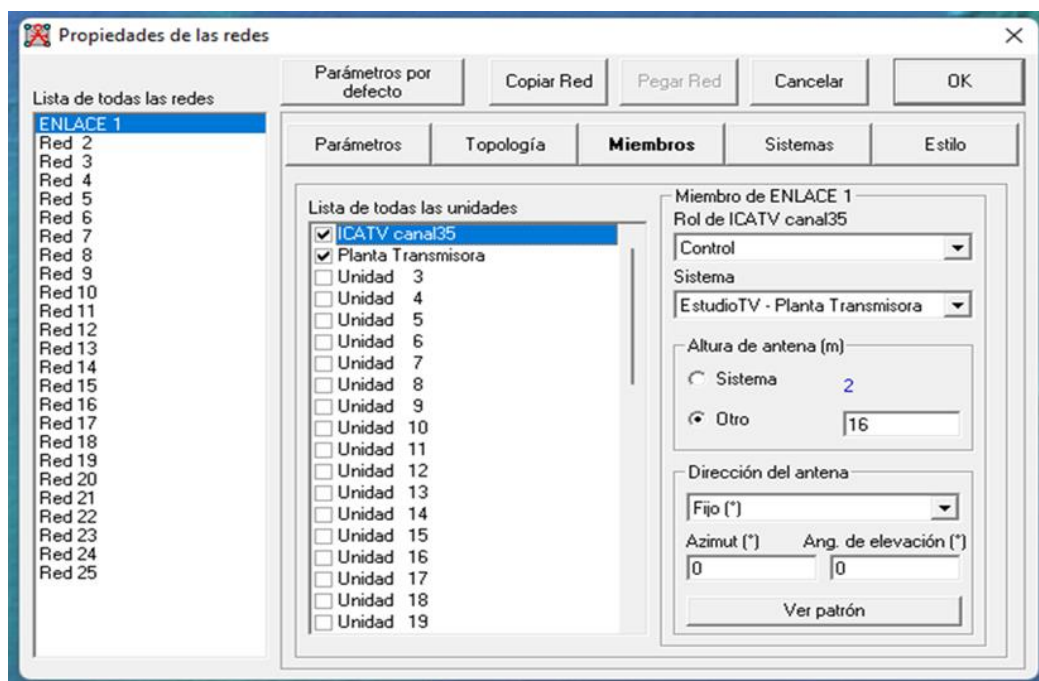
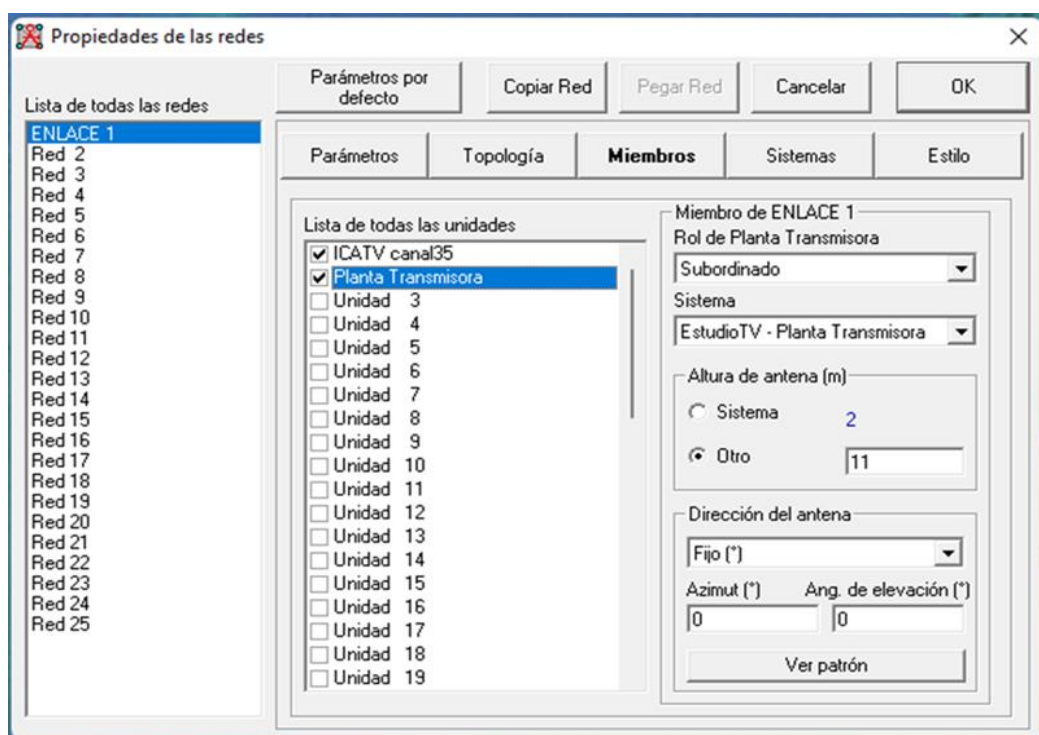


Figura 90.

Imagen de propiedades de redes-Miembros-Link RX en Radio Mobile.



- Ahora se enlaza los dos puntos

Figura 91.

Enlace de dos puntos en Radio Mobile.



Figura 92

Ampliación del enlace de radio de dos puntos en Radio Mobile.

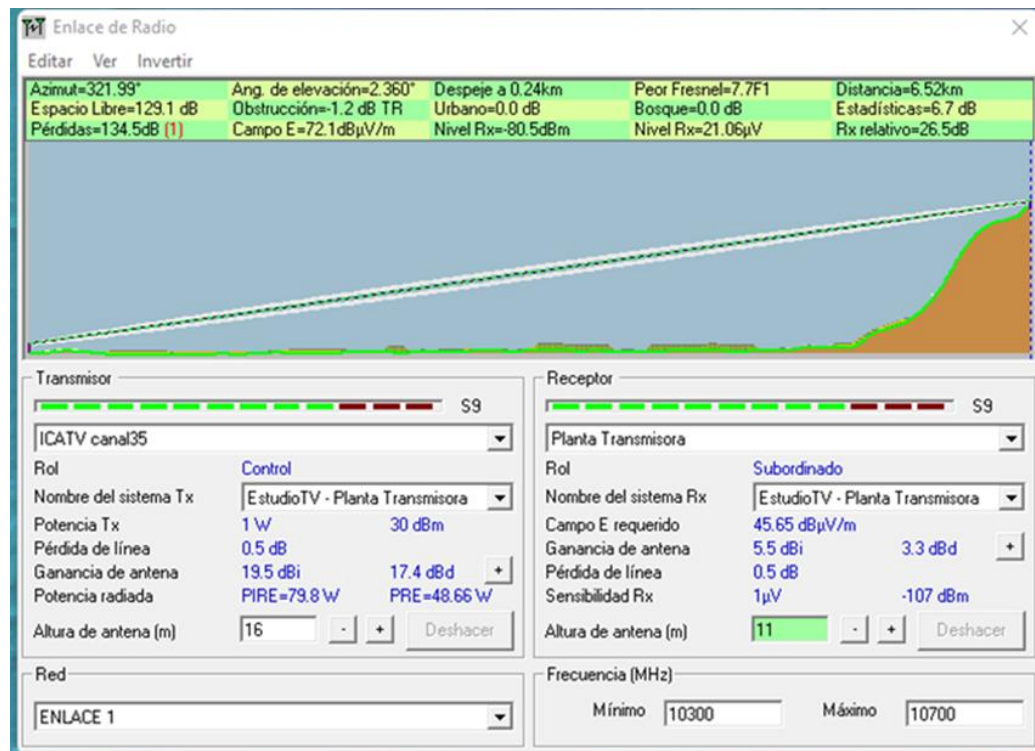


Figura 93.

Línea de vista de enlace de dos puntos en Radio Mobile.



Figura 94.

Línea de vista en el Google Earth de dos puntos en Radio Mobile.



Figura 95.

Ubicación en el Google Earth de dos puntos en Radio Mobile



Nota: adaptado del Google Earth, fuente <https://bit.ly/3xmGDer>

Realizamos los cálculos matemáticos

- Sabemos que la distancia máxima de emisión entre dos antenas (D) en kilómetros está dada por la ecuación

$$D = 3.6 (\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2}) \quad (4)$$

a_1 : Altura donde está ubicado la antena emisora en metros

a_2 : Altura donde está ubicado la antena receptora en metros.

- En nuestro caso

$$a_1 = 16\text{m}$$

$$a_2 = H_{\text{Cerro}} + h_{t2} = 277\text{m} + 11\text{m} = 288\text{m}$$

$$D = 3,6 (\sqrt{16} + \sqrt{288}) = 3,6 (4 + 16,97) = 75.49\text{km}$$

$$D = 75,49 \text{ km}$$

Esto demuestra que la máxima emisión en distancia que se puede dar entre estas dos antenas; y como ya sabemos que solo vamos a enlazarnos a una distancia de 6,57km, teniendo línea de vista.

- La zona de Fresnel, como en nuestro caso tenemos casi despejado y con línea de vista tendríamos de la ecuación 2 anteriormente mencionada.

$$F_{1(m)} = 8.656 \sqrt{\frac{D_{(km)}}{f_{(GHz)}}} \quad (2)$$

En nuestro caso

D = 6,57Km

f = 10,645GHz

- La primera zona de Fresnel quedaría de la siguiente manera:

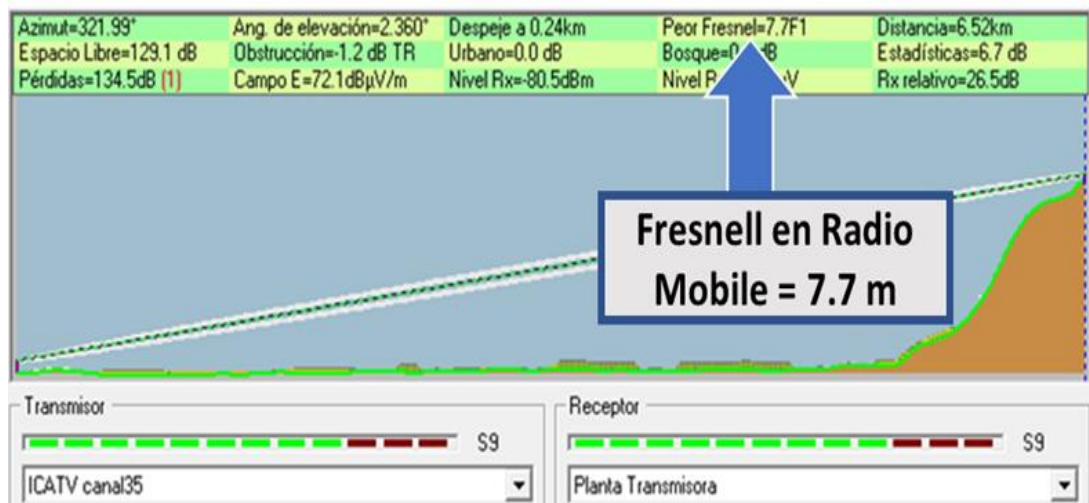
$$F_{1(m)} = 8.656 \sqrt{\frac{6.56_{(km)}}{10.645_{(GHz)}}} \quad (6)$$

F1 = 7.00 m

Nuestro cálculo matemático casi coincide con el cálculo en el software Radio Mobile

Figura 96.

Cálculos de simulación de parámetros para zona de Fresnel en software Radio Mobile



- Calculando la atenuación o pérdidas en el espacio libre dada por la ecuación 7.

$$Lbf_{(dB)} = 92.44 + 20Log (D_{(km)}) + 20Log (f_{(GHz)}) \quad (7)$$

En nuestro caso:

D = 6,57 km

f = 10,645 GHz

$$Lbf_{(dB)} = 92.44 + 20Log (6.57_{(km)}) + 20Log (10.645_{(GHz)})$$

$$Lbf_{(dB)} = 129.33 \text{ dB}$$

Figura 97.

Cálculo de pérdidas en el espacio con Radio Mobile.



- Para una eficiencia de una antena parabólica, el cálculo de la ganancia de la antena está dada por la ecuación 8.

$$G_{(dbi)} = 17.8 + 20Log (d_{(m)} \times f_{(GHz)}) \quad (8)$$

Donde:

d = Diámetro de la antena (metros)

f = Frecuencia del alimentador (GHz)

En nuestro caso

$$d = 1.2\text{m}$$

$$f = 10.645\text{ GHz}$$

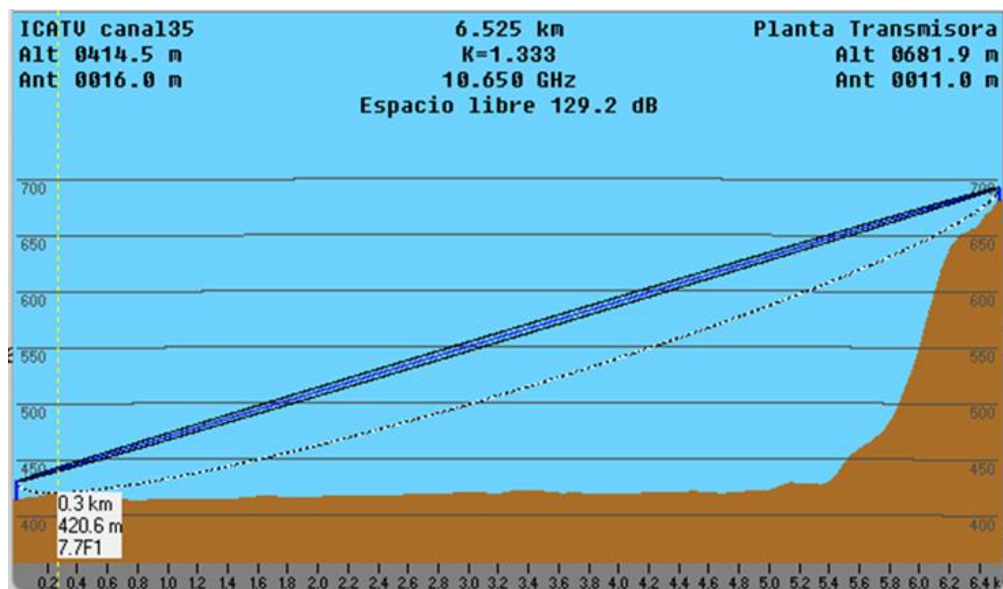
$$G(\text{dBi}) = 17,8 + 20\text{Log} (1,2 \times 10,645) \text{ dB} = 39,92$$

$$G_{\text{ANT}} = 39,92 \text{ dBi}$$

Esto es la ganancia de la antena para una eficiencia del 55%; que está dentro de los cálculos permitidos ($50\% < E_{\text{ANT}} < 60\%$).

Figura 98.

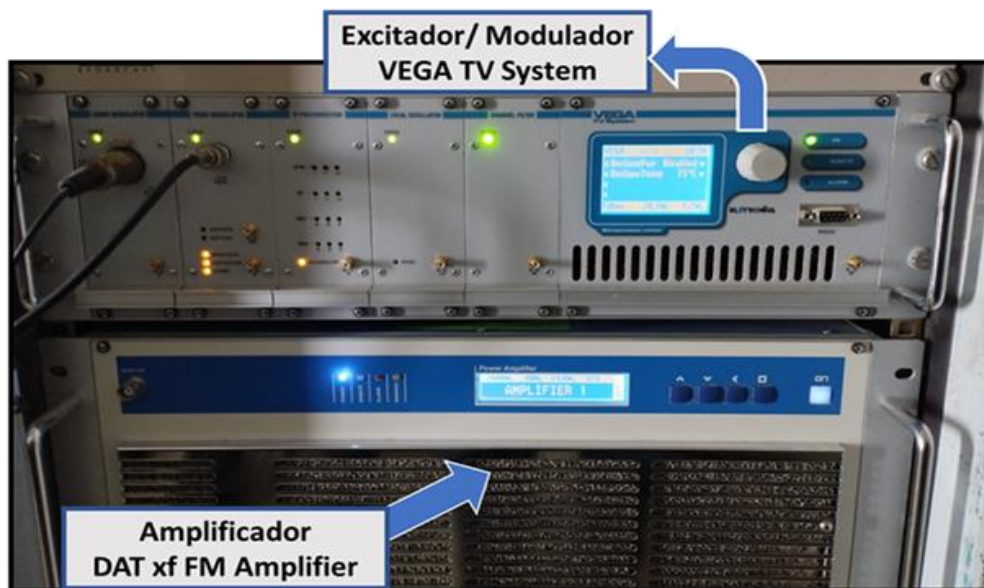
Presentación de resultados en Radio Mobile.



- **Transmisor de TV.** El transmisor de TV, inicialmente adquirido por la Universidad Privada San Juan Bautista, consta de 02 partes: 01 modulador (MOT 10) y 01 amplificador (S-1500TV) marca OMB para radiodifusión de TV en la banda V (584MHz-746MHz) canales del 33-59, número de canales asignados por el MTC 35 UHF (596-602MHz) para la ciudad de Ica. Posteriormente, se realizó un cambio de transmisor debidamente homologado por el MTC, marca Elettronika con las siguientes partes (que se muestran en la figura 98):

Figura 99.

Transmisor de TV marca Eletronika.



Nota: (a) Excitador/Modulador modelo: Vega TV transmitter System, (b) Amplificador Modelo DATxf Fm Amplifiers.

Haciendo un cálculo con el distrito más alejado de Ica, que es el distrito de Ocucaje, a través del Google Earth, calculamos que tiene una distancia de 42 km hacia el sur como se visualiza.

Calculamos la máxima distancia de emisión entre 02 antenas; tal como mencionamos en la ecuación 4 anterior:

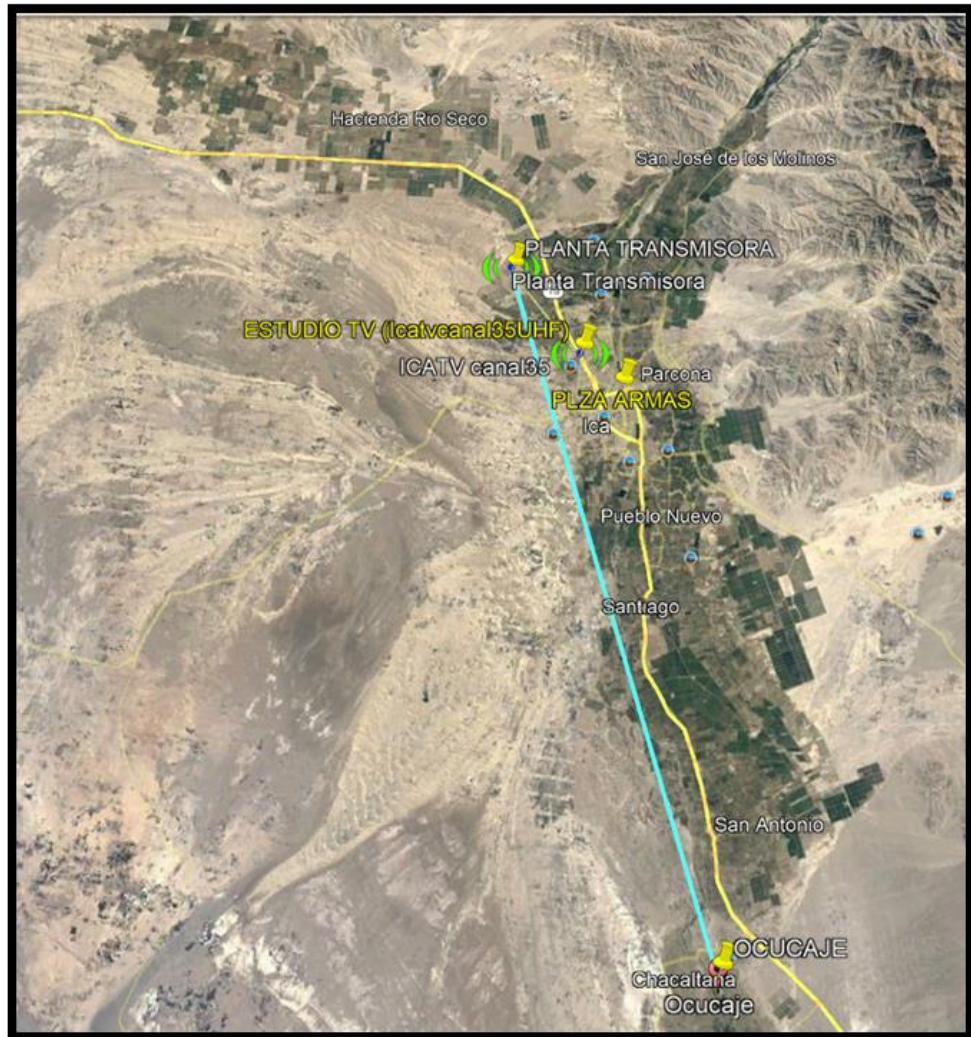
$$D = 3.6 (\sqrt{a_1} + \sqrt{a_2}) \quad (4)$$

a1= altura de la antena emisora = 316 m (Altura del cerro + Altura de la torre)

a2= altura de la antena receptora = 1,5m (La antena de los televisores se encuentra a 1.5m del suelo).

Figura 100.

Distancia de la torre del transmisor hacia el distrito más lejano de Ica (Ocucaje).



Nota: adaptado del Google Earth, fuente <https://bit.ly/3xmGDer>

$$\text{Reemplazando: } D = 3.6 \left(\sqrt{316} + \sqrt{1.5} \right)$$

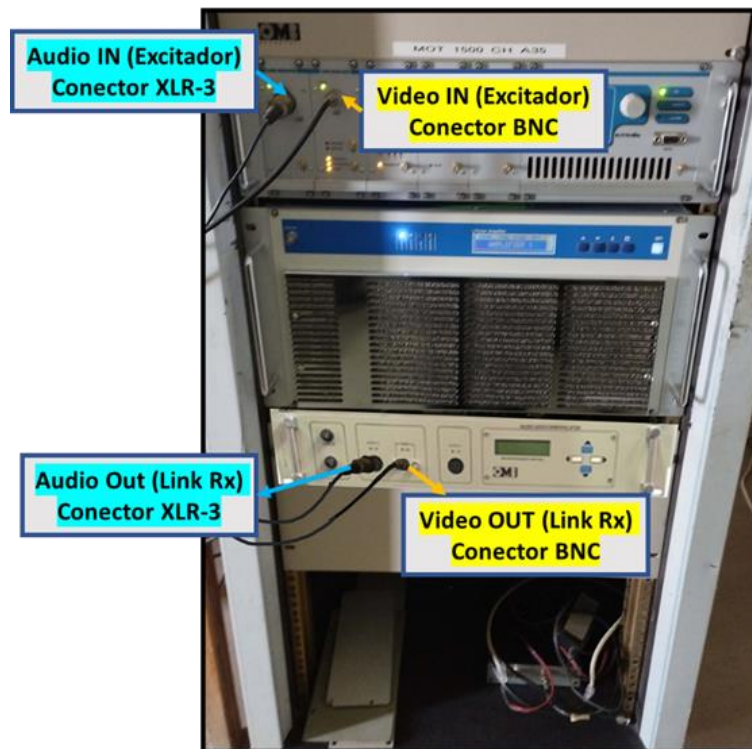
$$D = 3.6 \left(17.7 + 1.22 \right)$$

$$D = 68.11 \text{ km}$$

Con esto podemos garantizar que con la altura de nuestra torre más alta ubicada en Cerro Prieto llegaremos hasta el distrito más alejado de la ciudad de Ica y del punto de transmisión.

Figura 101.

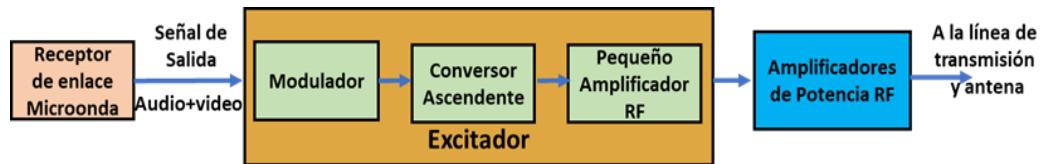
Conexión entre el Excitador y el Amplificador, marca Eletronika.



Como se ilustra en el diagrama, la señal de salida del receptor del enlace de microondas (audio y video) se conecta a las entradas de video y audio respectivas del modulador excitador VEGA TV System. La técnica en mención es la preferida en la mayoría de los transmisores modernos, ya que permite un control más sencillo y económico de ciertos parámetros de la señal a esa frecuencia intermedia, en comparación con potencias mayores.

Figura 102.

Diagrama de bloques del procesamiento de la señal.



Nota: adaptado de introducción a los sistemas de transmisores de televisión, fuente <https://bit.ly/3VY7VjB>

Cuando se utiliza la modulación en FI, la señal que se modula, se debe trasladar al espectro sobre la frecuencia del canal de RF, es filtrada por medio de la banda de paso de RF, con el fin de reducir los componentes espurios fuera de banda, además de amplificar hasta niveles de varios watts (10-50W); y es que se aplica un amplificador de potencia para que su salida final entregue una línea de transmisión para el conducto hasta la antena la cual conectamos a través de un cable heliax de 7/8" con conectores EIA.

Figura 103.

Modulador / excitador VEGA TV SYSTEM.

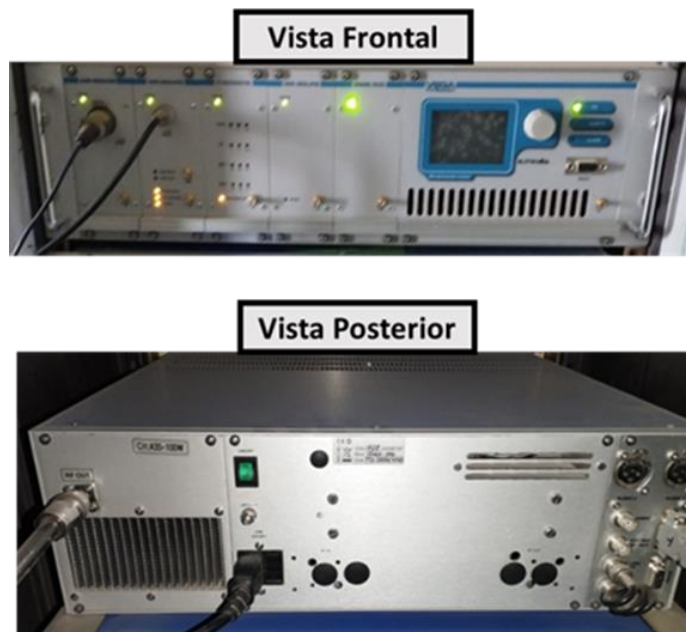
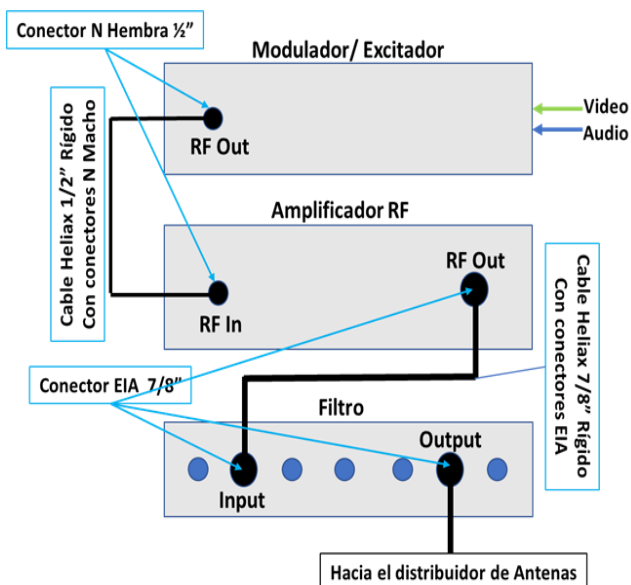


Figura 104.

Esquema de conexión entre modulador/amplificador y filtro del TX TV.



La señal amplificada del modulador ingresa al amplificador (RF In) así como se visualiza en la figura, para procesarla y amplificarla a la potencia nominal del equipo, de acuerdo al ajuste del excitador, pero antes de pasar a la distribución a las antenas se usa un filtro *Notch* y pasa banda, que elimina las frecuencias no deseadas y los productos de intermodulación (se genera por efecto de 02 frecuencias cercanas: la portadora y la aural) para tener una señal limpia.

Figura 105.

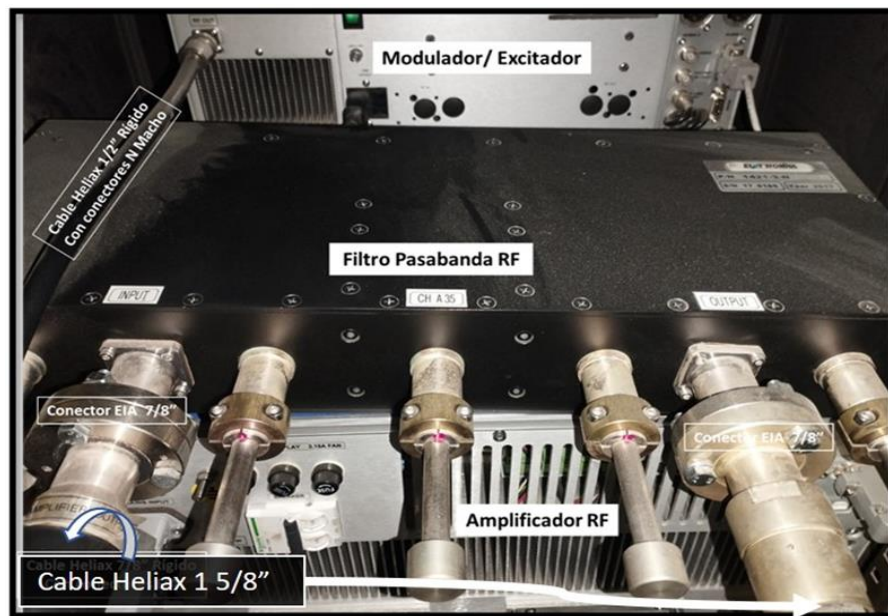
Amplificador DAT Elettronika.



El filtro *Notch* elimina las frecuencias no deseadas como el producto de intermodulación y el filtro pasabanda elimina los armónicos o espurias que están fuera del rango de sintonía.

Figura 106.

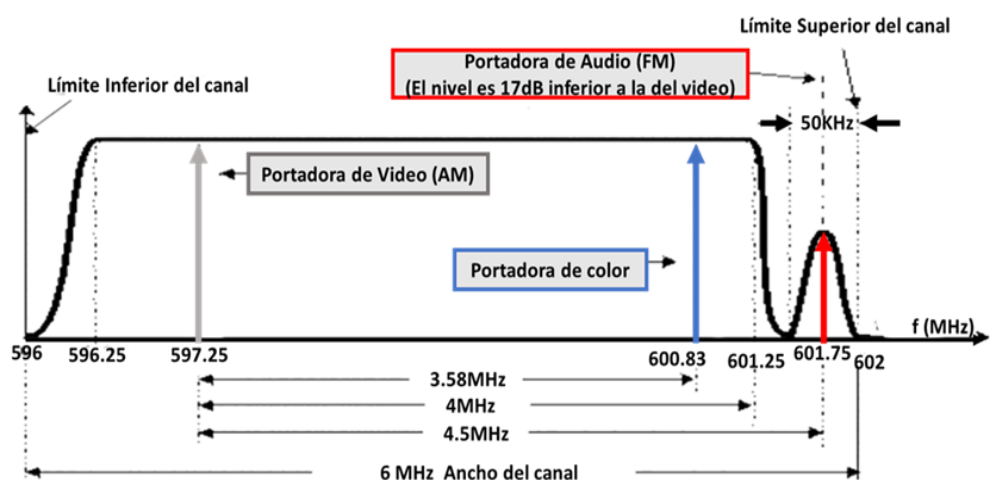
Esquema de conexión entre modulador/amplificador y filtro del TX TV.



En la figura 106, vemos el espectro de la señal de audio y video para nuestro caso es (596-602MHz).

Figura 107.

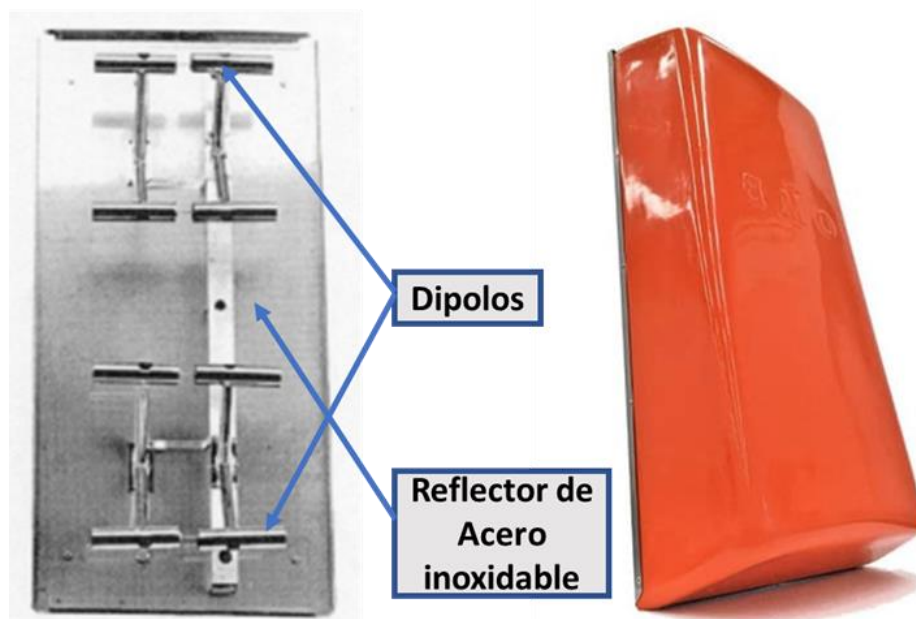
Espectro de la señal de ICATV Canal 35 UHF.



- **Antenas de transmisión.** Las antenas de transmisión usadas en acoplamiento con el transmisor son las antenas de Panel PD-2000 OMB: La antena de panel PD 2000. Cada panel soporta 2KW, los cuales se obtienen de sistemas radiantes de mayor potencia con diversos componentes y un divisor que sea repartido por igual a la potencia en las unidades que se instalen. El panel PD 2000 fabricado por OMB este compuesto por dos dipolos dobles y un reflector de acero inoxidable protegidos por un radomo de poliéster y fibra de vidrio, por lo cual se necesita poco mantenimiento además de la facilidad de instalación. Se considera también protección a tierra en contra de las descargas eléctricas.

Figura 108.

Antena tipo panel PD-2000 UHF.



Nota: tomado de Antenas de panel, fuente <https://omb.com/es/sistemas-electronicos/antenas/panel-tv/>

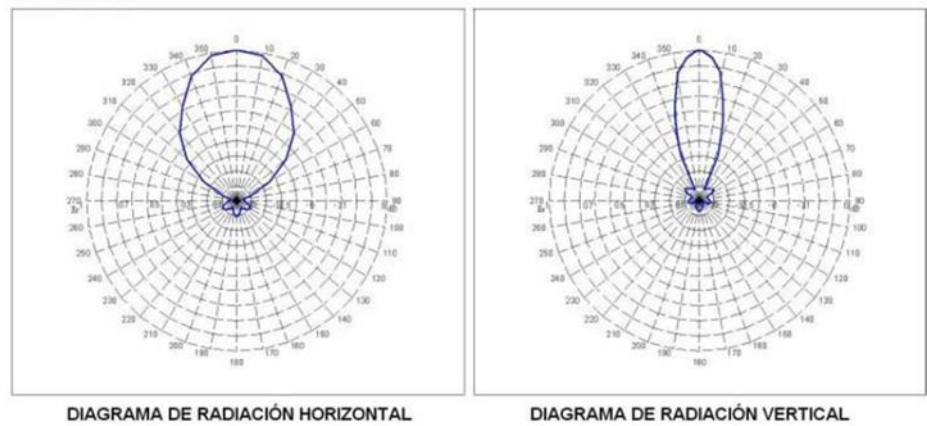
Tabla 16.

Características generales de antena tipo panel PD-2000 UHF.

Rango de frecuencia	470-890MHz
Ganancia	13dBi
3dB BEAM WIDTH	Plano E: 62°, Plano H: 28°
Polarización	Horizontal
Impedancia	50 ohm
VSWR	≤1.10:1 (<26dB return loss)
Máxima potencia HANDLING PEAK SYNC	2KW
Máxima potencia HANDLING RMS	1.5KWrms
Conector	7/16" DIN (Hembra)
Dimensiones	96,52cmx48,26cmx20,32cm
Rango de temperatura	-30 a 70°C
Humedad	100%

Figura 109

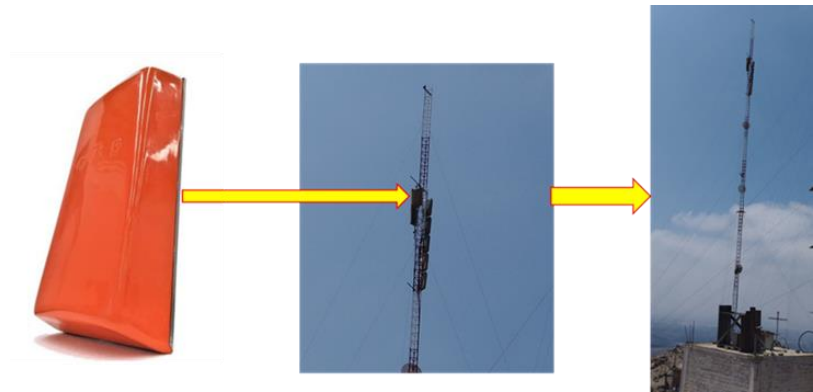
Diagrama de radiación de antena tipo panel PD-2000.



Nota: tomado de diagramas de radiación, fuente <https://omb.com/es/wp-content/uploads/sites/3/2017/01/PANEL-TV-VHF-1.pdf>

Figura 110.

Antenas de panel ubicado en la torre de Cerro Prieto.

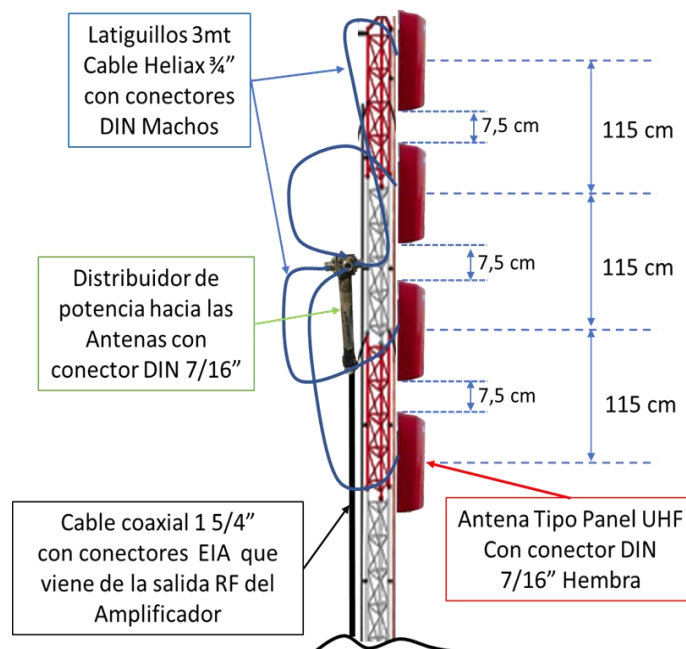


Ahora pasaremos a realizar el acoplamiento del transmisor (modulador/excitador y el Amplificador) con las antenas de Panel PD-2000 OMB, para ello realizaremos los siguientes pasos:

- Inicialmente para configurar las antenas con un mejor arreglo con una buena radiación y acople consideramos la geografía de la ciudad de Ica con sus respectivos distritos, se realizó el arreglo de antenas.

Figura 111.

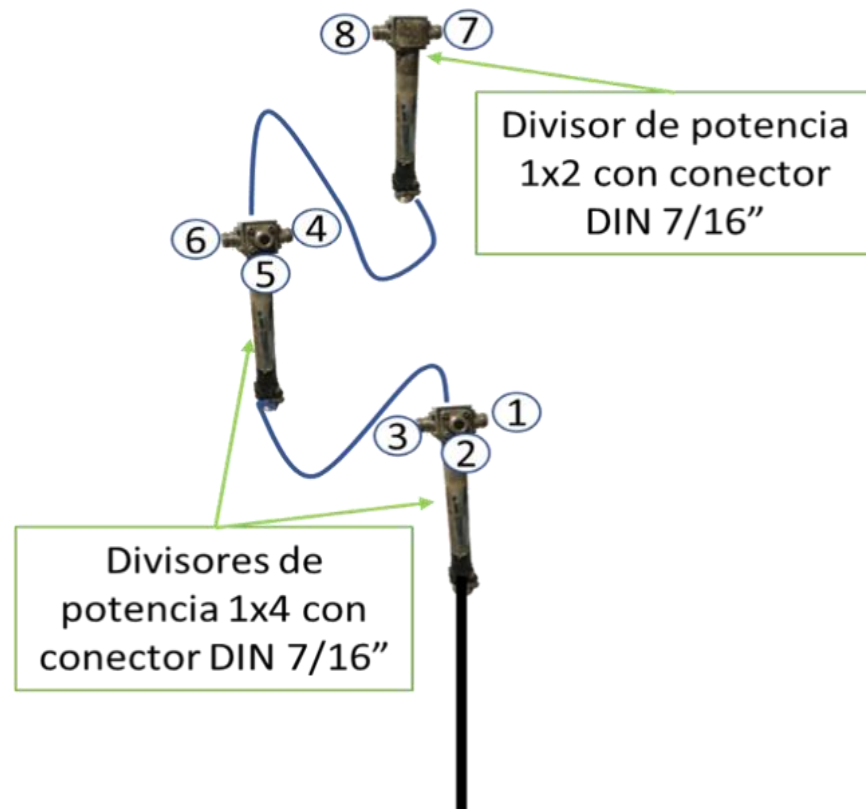
Distribución de las antenas tipo panel en la torre de Cerro Prieto.



- Un divisor o distribuidor de potencia tiene 1 señal única de entrada y 2 a más señales de salida. Las señales en las salidas, las más comunes se encuentran en la fase. En nuestro caso usaremos 2 divisores de (1x4) y 1 divisor de (1x2), teniendo así las 8 antenas adaptadas y distribuida la potencia.

Figura 112.

Divisor de potencia para distribución de 8 antenas de panel.



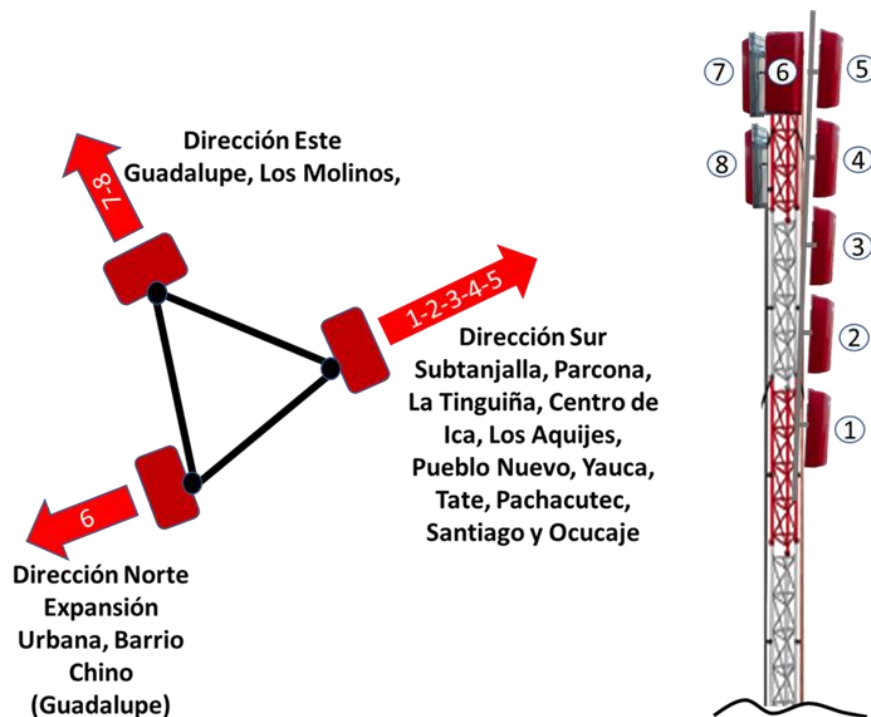
- Una vez conectado el distribuidor de potencia con conectores DIN hembra (1 entrada x 4 salidas) cada salida se conecta a las antenas de panel con latiguillos de la misma medida (30cm) que son cables con conectores DIN 7/16" macho en ambos extremos, así dividiendo de una forma proporcionada la potencia a cada antena.
- Para un arreglo más adecuado y con mejor suma de señal o ganancia, se tienen que considerar los parámetros que nos indica el fabricante (OMB), la distancia de vacío entre antenas apiladas en forma vertical es 7,5cm y entre antenas es de 115cm, tal como se observa en la figura 111.
- El principio del distribuidor de potencia es mantener una impedancia de 50 ohmios para que pueda adaptarse a los 50 ohmios de salida del amplificador de radiofrecuencia (RF). Por lo tanto, cada dipolo individualmente, ajustándose para lograr una relación de ondas estacionarias de 1:1 en una línea de 50 ohmios.

Esto garantiza una transferencia óptima de potencia y una mínima reflexión de la señal en el sistema, lo que mejora la eficiencia y la calidad de la transmisión, y de esta forma la impedancia es 50 ohms resistivos ($50 + j0$). Deberán ser colocados de forma paralela, pero en caso sea con una línea de 50 ohm, y al unirse se obtendría 25 ohms.

- En caso de aprovecharse las propiedades de las líneas de transmisión de actuar como transformadores de impedancia en determinadas condiciones, la situación se puede resolver de manera bastante sencilla. Esto implica utilizar las características de las líneas de transmisión para adaptar automáticamente la impedancia del distribuidor de potencia a los 50 ohmios de salida del amplificador RF, sin necesidad de ajustes individuales en cada dipolo. Esto simplifica el diseño y la configuración del sistema, mejorando la eficiencia y la facilidad de uso.

Figura 113.

Distribución y direccionamiento de las 8 antenas tipo panel.



- Para adaptar dos impedancias resistivas puras, simplemente se requiere utilizar una línea de transmisión de 1/4 de onda. Este enfoque permite lograr una transferencia de potencia óptima entre las impedancias involucradas, facilitando la adecuación del sistema y mejorando su eficiencia.

$$Z_1 = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2} \quad (9)$$

- Entonces, Z_1 y Z_2 los valores que se deban adaptar. En el caso de ello, netamente sean resistivas la ecuación se convierte en:

$$Z_1 = \sqrt{R_1 \cdot R_2} \quad (10)$$

- Es importante destacar que si encontramos un método que transforme la impedancia (específicamente la resistencia) de los dipolos entre 50 a 100 ohmios, pudiendo conectarse de forma paralela, lo que nos permitiría nuevamente obtener los 50 ohmios que se necesitan para la conexión con el conjunto a nuestro transmisor. Este enfoque simplificaría la adaptación de impedancias en el sistema y facilitaría la conexión del transmisor, lo que podría mejorar la eficiencia y el rendimiento global del sistema de transmisión.

Figura 114.

Patrón de radiación de una antena de panel UHF.

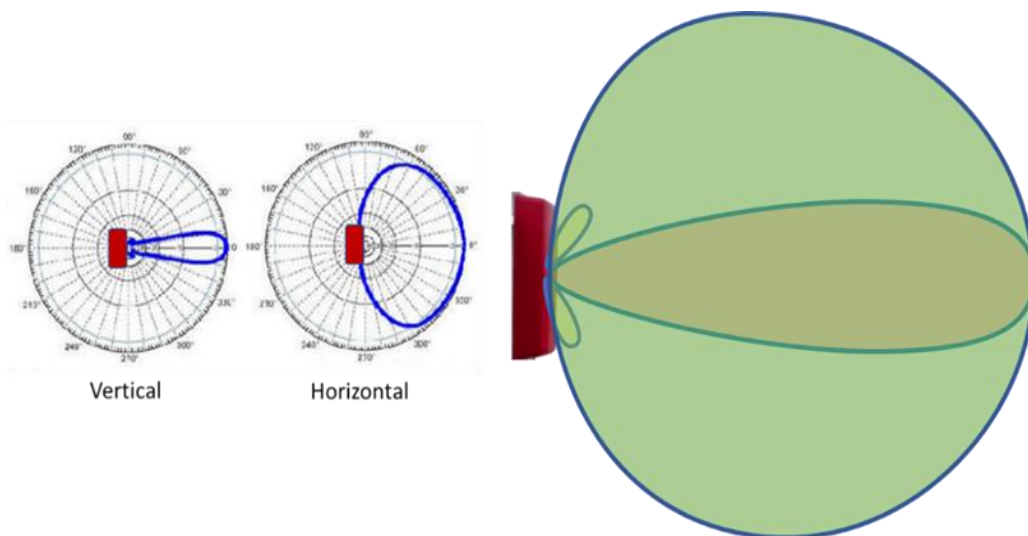


Figura 115.

Esquema de patrón de radiación de distribución de antenas.

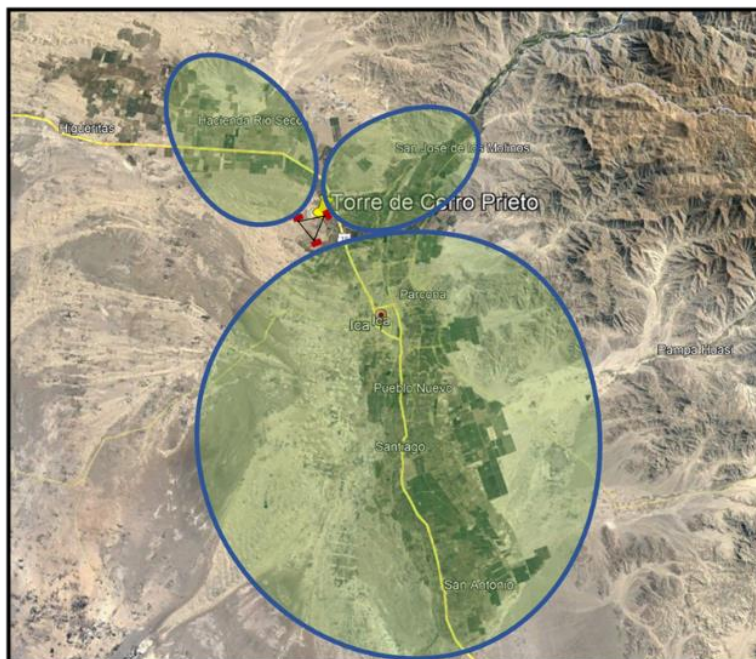
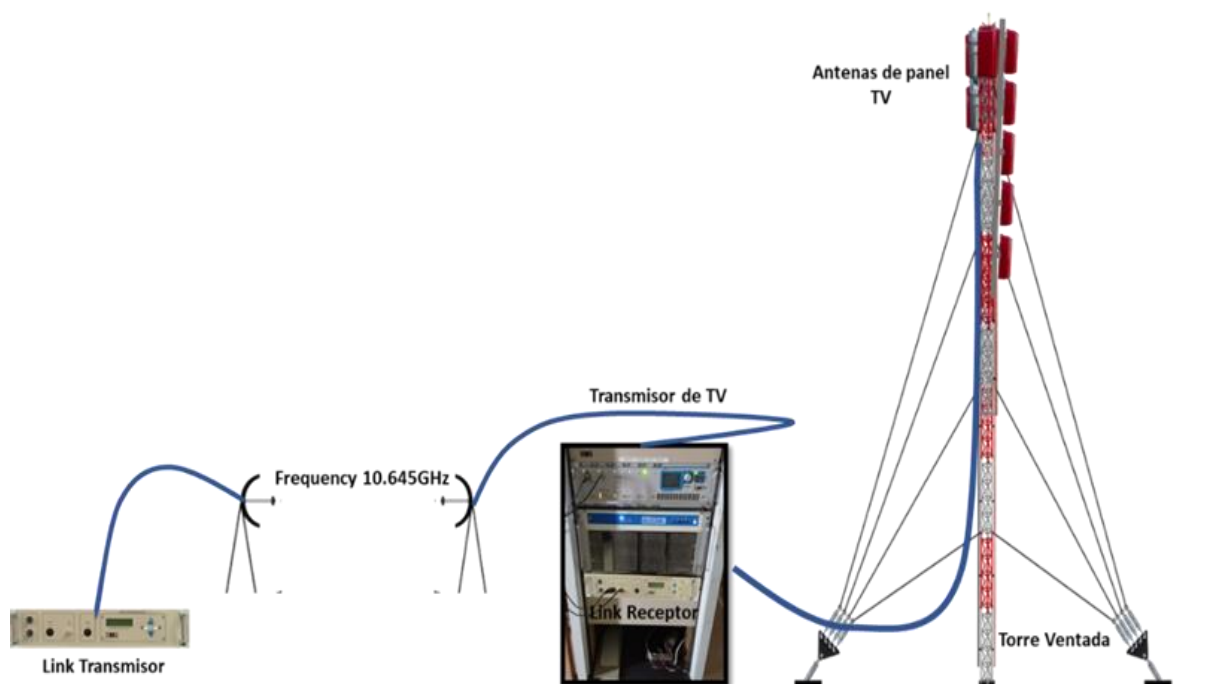


Figura 116.

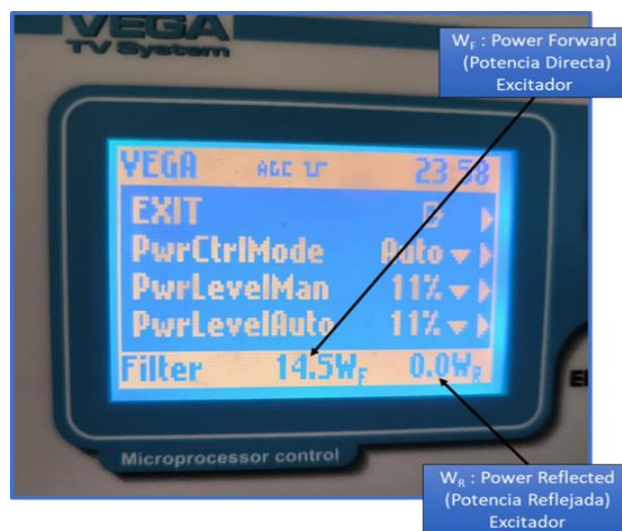
Esquema de procesamiento de la señal hasta las antenas.



- **Potencia directa y potencia reflejada.** Una vez que se hace el acoplamiento entre al amplificador y el arreglo de antenas se va ajustando el nivel de potencia en el excitador VEGA TV System paso a paso en porcentaje, hasta llegar a la potencia máxima a regular a la entrada del amplificador para una mejor radiación o propagación de la señal y también cuidando

Figura 117.

Datos del modulador / excitador Elettronika.

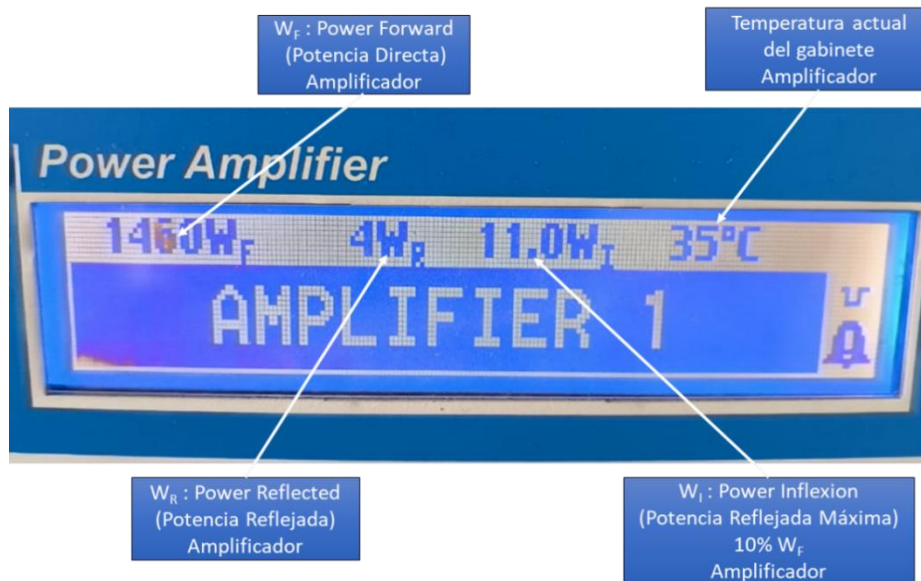


Como se puede visualizar en la Figura 116, para realizar el ajuste de la potencia del excitador ingresamos a PwrLevelMan y hacemos el ajuste desde 0% hasta 11% en nuestro caso, brindándonos una potencia directa de 14,5W con una reflejada de 0W.

Esta potencia directa del excitador (14,5W) al aplicarlo al ingreso del *Power Amplifier*, se obtiene una potencia directa de salida de 1 460W y una potencia reflejada de 4W, la cual está dentro del rango permitido y mostrado en el panel de amplificador (Potencia máxima reflejada es 11.0W a una potencia de 1 460W).

Figura 118.

Datos en el amplificador Elettronika.



Entonces podemos calcular el ROE con la siguiente fórmula:

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}} \quad (5)$$

Donde

P_r : potencia reflejada (*power reflected*)

P_d : potencia directa (*power forward*).

En nuestro caso

$$P_r = 4W$$

$$P_F = 1460W$$

Reemplazando

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{4}{1460}}}{1 - \sqrt{\frac{4}{1460}}}$$

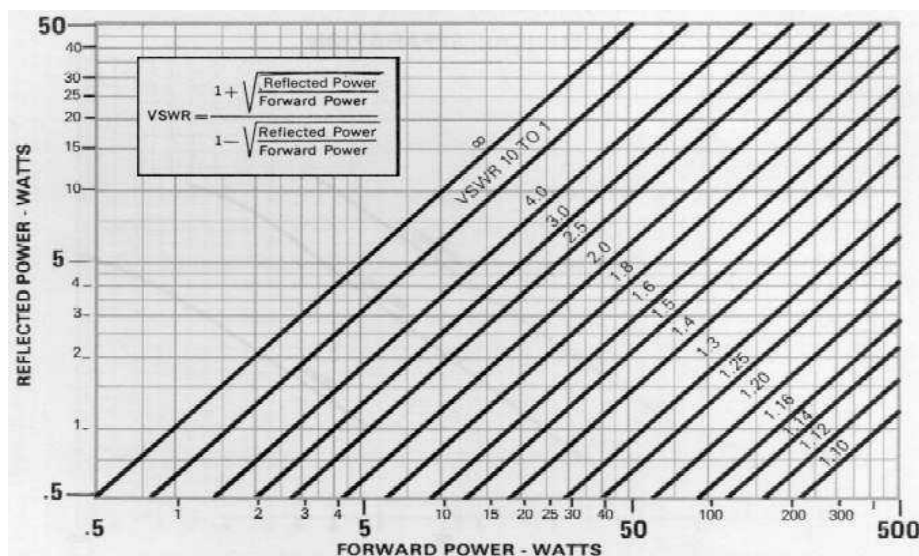
$$ROE = \frac{1.05234}{0.9476}$$

ROE: relación de onda estacionaria (SWR) = 1.11

La relación que entre la cantidad de energía que se refleja por el cable coaxial y la cantidad de energía que emite el equipo, el montaje, la antena y el plano a tierra y los divisores se conoce como el coeficiente de onda estacionaria (VSWR). Se considera de gran importancia en los sistemas de radiofrecuencia que indica la eficiencia de la transferencia de energía entre el transmisor y la antena. Un VSWR bajo indica una buena adaptación de impedancia y una pérdida mínima de energía debido a las reflexiones, mientras que un VSWR alto indica una mala adaptación y una mayor cantidad de energía reflejada.

Figura 119.

VSWR Conversión Nomograph.



Nota: tomado de manual de operación BIRD, fuente <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbirdrf.com%2F~%2Fmedia%2FBird%2FFiles%2FFPDF%2FManuals%2F920-4308.ashx&psig=AOvVaw0fRAZq6YBDy3O5M2EJaBY&ust=1709250701743000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBUQ3YkBahcKEwiY65eZnc-EAxUAAAAAHQAAAAAQpw>

Considerar

- Un SWR de 1: 1,0 a veces, simplemente referida como 1.0 indica que toda la potencia del transmisor está siendo absorbida por la antena (ideal).
- Un SWR de 1.5 indica que está casi en el límite para la potencia directa con la reflejada no recomendando a trabajar a ese parámetro.

- Un SWR de 2.0 está empezando a ponerse demasiado alta. Si está usando alta potencia (100W y más) en este SWR, es hora de reparar y ajustar su sistema de antena para obtener el SWR a 1.5 o menos.
- Un SWR de 2.5 o más es demasiado alta y algunos transmisores se dañarán en este nivel. Es aconsejable no usar un transmisor a este nivel de ROE.

Tabla 17.

SWR de un transmisor de 4 Vatios de potencia transmitida.

SWR (ROE)	% de Pérdida	ERP*	Potencia WATTS (Disponible)
1.0:1	0.00%	100.00%	4
1.1:1	0.20%	99.80%	3.99
1.2:1	0.80%	99.20%	3.97
1.3:1	1.70%	98.30%	3.93
1.4:1	2.80%	97.20%	3.89
1.5:1	4.00%	96.00%	3.84
1.6:1	5.30%	94.70%	3.79
1.7:1	6.70%	93.30%	3.73
1.8:1	8.20%	91.80%	3.67
1.9:1	9.60%	90.40%	3.61
2.0:1	11.10%	88.90%	3.56
2.1:1	112.60%	87.40%	3.5
2.2:1	14.10%	85.90%	3.44
2.3:1	15.50%	84.50%	3.38
2.4:1	17.00%	83.00%	3.32
2.5:1	18.40%	81.60%	3.27
2.6:1	19.80%	80.20%	3.21
2.7:1	21.10%	78.90%	3.16
2.8:1	22.40%	77.60%	3.1
2.9:1	23.70%	76.30%	3.05
3.0:1	25.00%	75.00%	3
4.0:1	36.00%	64.00%	2.56
5.0:1	44.40%	55.60%	2.22
6.0:1	51.00%	49.00%	1.96
7.0:1	56.30%	43.80%	1.75
8.0:1	60.50%	39.50%	1.58
9.0:1	64.00%	36.00%	1.44
10.0:1	66.90%	33.10%	1.32

Nota: tomado de Compliments of Firestik Antenna Company Technical Support Team.

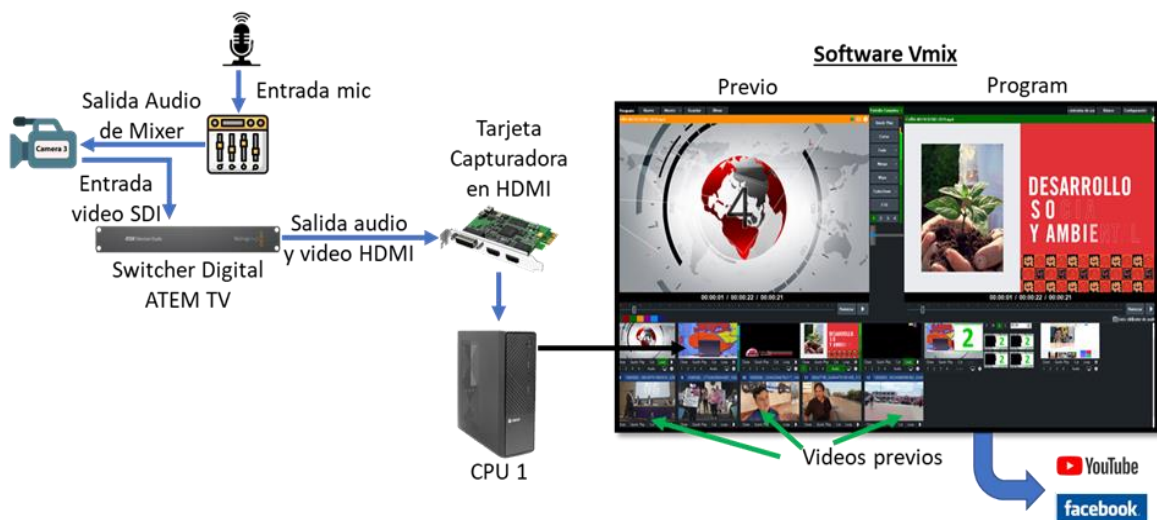
ERP: Effective Radiated Power (potencia efectiva radiada)

SWR: Standing Wave Ratio (relación de onda estacionaria).

- **Streaming.** En esta sección configuraremos la señal de audio y video para que se transmita sobre las plataformas vía *stream* en facebook y youtube respectivamente de la señal de Icatv canal 35.

Figura 120

Esquema para el desarrollo de un streaming.



Transmisión en vivo por Facebook. Como se vio en la sección de adquisición y producción, la señal final mezclada del *switcher digital* (ATEM TV) y los videos seleccionados que se cargan en la entrada y quedan listos para seleccionar o reproducir en el Vmix (salida mezclada de acuerdo con la selección 1, 2, 3 o 4) y que el producto final también saldrá hacia el Facebook y/o Youtube de acuerdo a la siguiente configuración:

Figura 121.

Esquema para el desarrollo de un streaming via facebook.

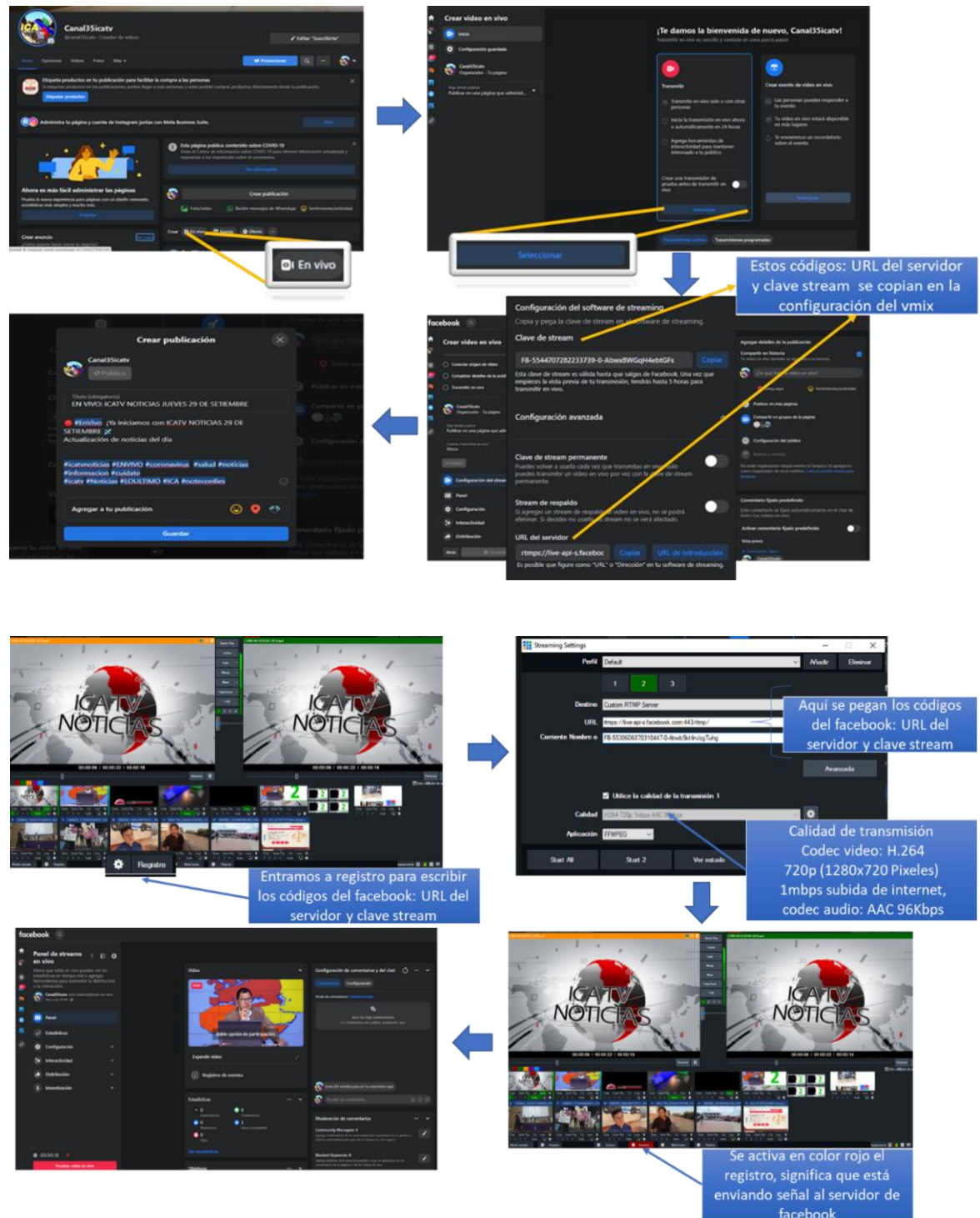
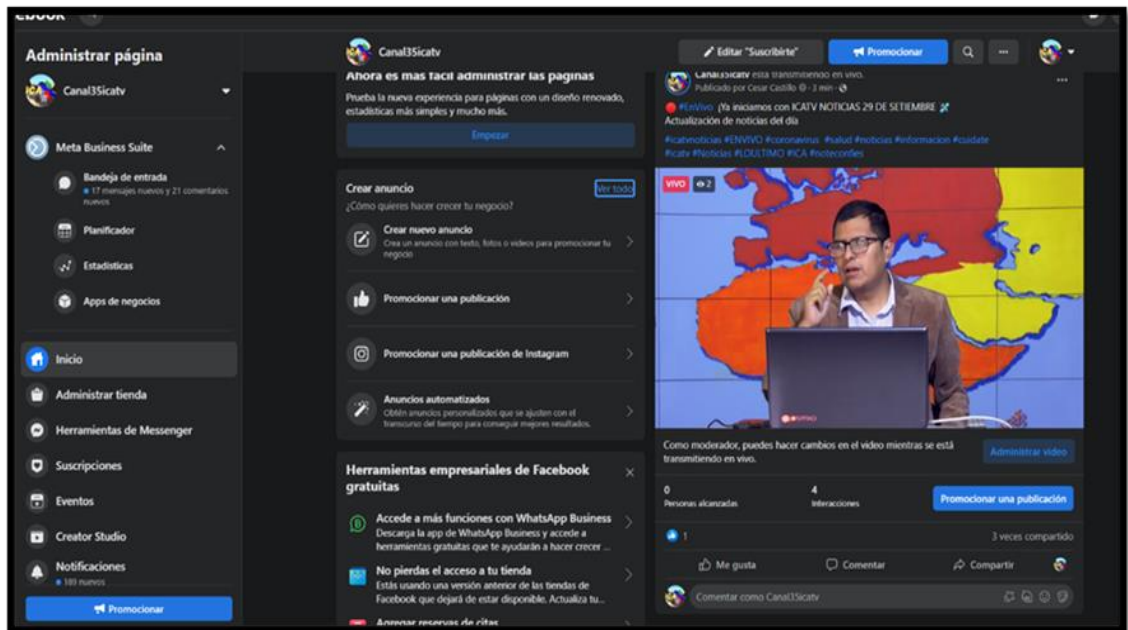


Figura 122.

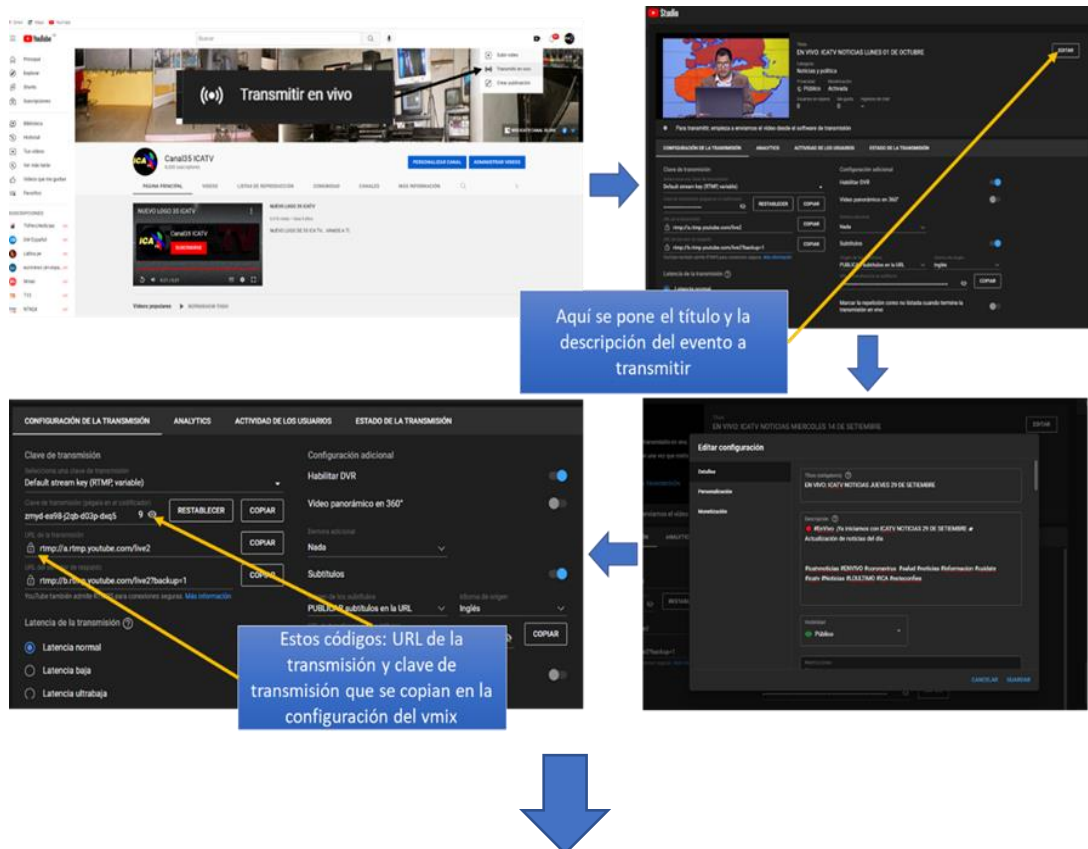
Página principal de transmisión por Facebook.



Transmisión en vivo por Youtube

Figura 123.

Pasos para la configuración de transmisión por Youtube.



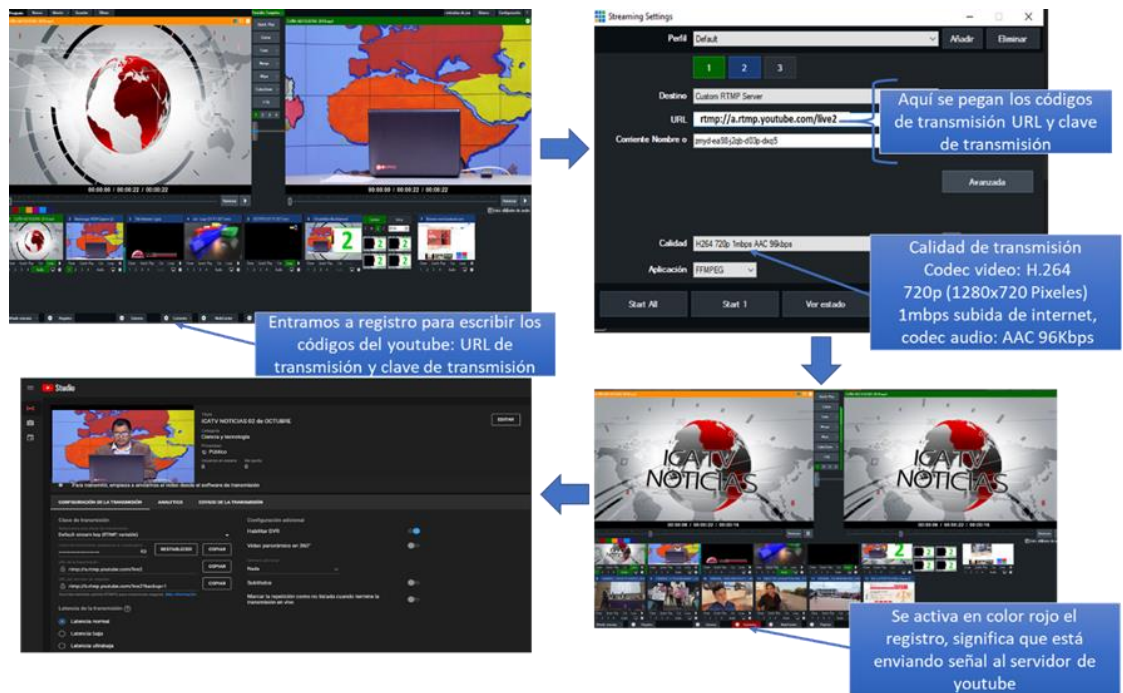
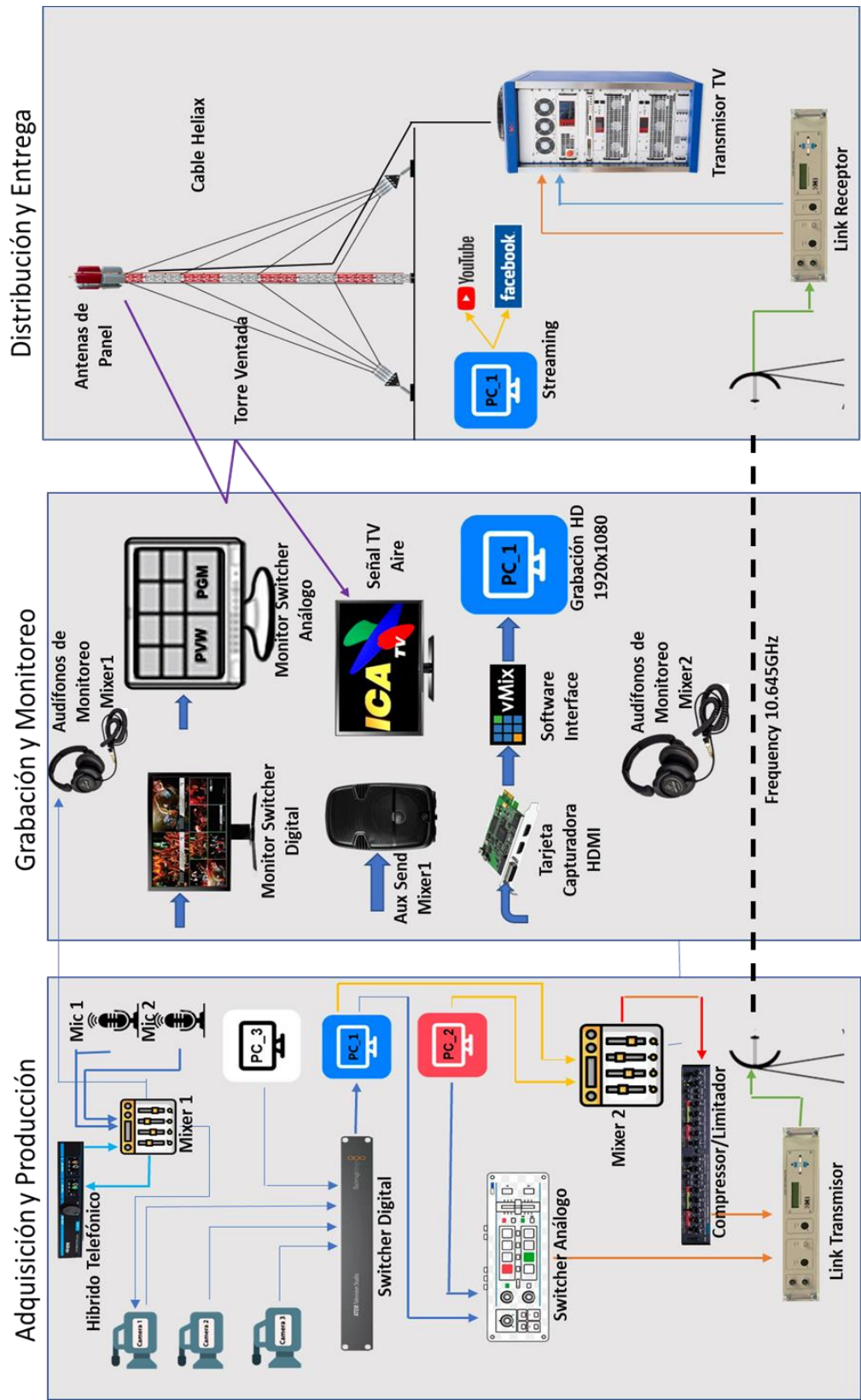


Figura 124.

Página principal de transmisión por Youtube.



Figura 125.
Diagrama principal general del proyecto.



Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

4.1. Verificación de la potencia directa del transmisor

Para el cálculo de la medida de potencia directa del transmisor, se procedió a realizar el siguiente procedimiento:

- Conexión del vatímetro
- Introducimos la pastilla de RF, de acuerdo a la frecuencia y a la potencia. En nuestro caso mediremos la potencia de 1500W, por lo que usaremos una pastilla de 2500W
- Seleccionamos el rango de acuerdo a la potencia a medir.
- En la pastilla, con la flecha hacia la derecha o a la antena, viene a ser la potencia directa por unos breves minutos (no se puede tener mucho tiempo conectado el instrumento porque recalienta y se puede deteriorar)
- Se realiza la medición de la potencia activa en la lectura de la pantalla del vatímetro, que representa la potencia real que arroja el dispositivo o transmisor.

Figura 126.

Diagrama de conexión de un vatímetro para medir la potencia directa.



- Por simple cálculo de regla de tres simple

- 100 W (rango máximo) ----- 2500 W (Rango según la pastilla a medir)
- 58 W (lectura medida) ----- potencia directa en vatímetro
- Por simple cálculo obtenemos:
 - Potencia directa (medida en el vatímetro) = 1450 W

4.2. Verificación de la potencia Reflejada del transmisor.

En el cálculo de la potencia reflejada, se procedió de la siguiente manera:

- Conexión del vatímetro
- La pastilla RF de 2500W permanecerá introducido en la base del Vatímetro para realizar la medida.
- Giramos la pastilla RF 180° tal que se vea la flecha a la izquierda.
- Tomamos la medida de la potencia en su proporcionalidad obteniendo el siguiente resultado:

100 W (rango máximo) ----- 2500 W (rango según la pastilla a medir)

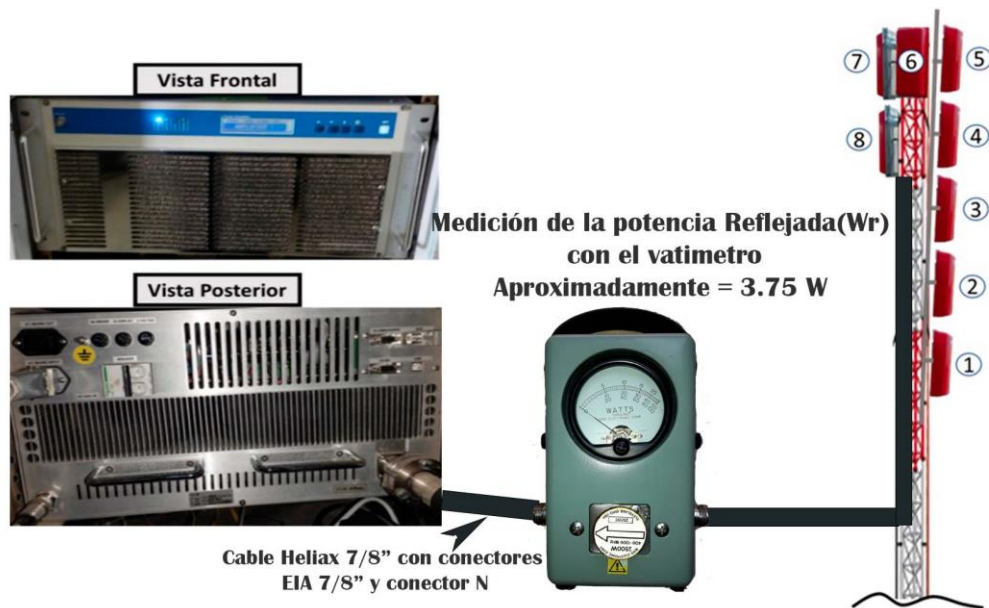
0.15 W (lectura medida) ----- Potencia reflejada en Vatímetro

Por simple cálculo obtenemos

Potencia reflejada (medida en el vatímetro) = 3.75 W

Figura 127.

Diagrama de conexión de un vatímetro para medir potencia reflejada.



4.3. Verificación del cálculo del ROE

En el cálculo del ROE, tal como se desarrolló en el presente trabajo, lo volveremos a recordar.

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}} \quad (5)$$

En nuestro caso la lectura del vatímetro nos dio

$P_d = 1450 \text{ W}$ (Potencia Directa)

$P_r = 3,75 \text{ W}$ (Potencia reflejada)

Realizamos el reemplazo y operamos

$$ROE = \frac{1 + \sqrt{\frac{3.75}{1450}}}{1 - \sqrt{\frac{3.75}{1450}}} = \frac{1 + 0,05085}{1 - 0,05085} = \frac{1,05085}{0,94915} = 1,1071$$

Realizamos un cuadro comparativo entre las medidas que nos dá el amplificador con los valores con la medición de un Vatímetro.

Tabla 18.

Tabla comparativa de medidas de potencias del transmisor.

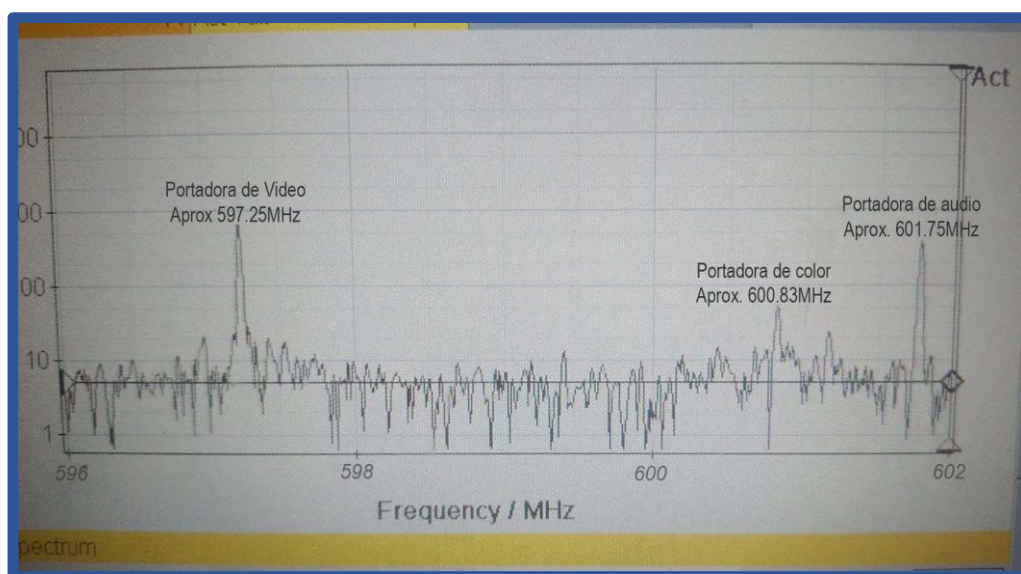
	Lectura en el transmisor (W)	Lectura con el Vatímetro (W)	Diferencia	% Error
Potencia directa	1460	1450	10	99%
Potencia reflejada	4	3.75	0,25	94%
Calcular el ROE	1,11	1,1071	0,003	99%

4.4. Comprobación de detección de portadora de audio y video en el analizador de espectro

Para la comprobación de la portadora de audio y video nos fue oportuno valermme de un equipo especial llamado analizador de espectro, que detecta todas las frecuencias portadoras que se ubican en nuestro rango de frecuencia asignada (596-602 MHz).

Figura 128.

Visualización en el analizador de espectro de la frecuencia CH35.



4.5. Verificación del alcance de la señal de televisión

Tal como nuestra tabla de objetivos lo mencionamos, para la verificación del alcance de nuestra señal realizamos el monitoreo casa en casa con una antena tipo V en los catorce distritos en Ica, llegando a la conclusión de tener una buena señal hasta el

distrito más alejado al sur que es Ocucaje y al norte Guadalupe, siendo la única señal que llegaba a todos los distritos.

Figura 129.

Monitoreo de señal de canal 35 UHF en el distrito de Ocucaje.



Conclusiones

- Se logró implementar un canal de televisión que sirva como medio de información para la Universidad, con programas de noticias y educativos.
- La implementación de un sistema de televisión. Además de servir como medio para transmitir programas informativos y educativos, también se usa como medio de marketing y publicidad de la Universidad, para sus 15 carreras profesionales.
- Una de las principales ventajas de las antenas de panel es que no necesitan ser ajustados en la instalación.
- Las antenas de panel no requieran de gran mantenimiento a causa de la compleja fabricación con reflector de acero y dipolos dobles.
- La ROE 1.11 calculada nos indica que estamos en los parámetros de intervalo permitido para un acople de antenas con cable.

Recomendaciones

- Continuar realizando los mantenimientos programados de los equipos ubicados en los subsistemas desarrollados: Adquisición y producción, Monitoreo y grabación, Distribución y entrega en cada unidad, y garantizar el cuidado de la señal de video y de los equipos.
- Adquirir o alquilar el instrumento llamado vatímetro para monitorear o medir la potencia directa y la reflejada para mantener un buen cuidado sobre el transmisor de TV.
- La empresa concesionaria encargada de la instalación de las torres ventadas ubicadas en los estudios de TV (centro de la ciudad de Ica-Subtanjalla) y la planta transmisora (ubicada en las alturas de Cerro Prieto-Salas Guadalupe) deberá realizar el mantenimiento mínimo cada 02 años, que es donde se encuentran las antenas del enlace microondas y las antenas de transmisión.
- Realizar el cableado a través de fibra óptica desde los estudios de TV hasta donde se encuentra la planta transmisora, que alcanza una distancia aproximada de 16 km, con lo cual se tendría un soporte de backup ante cualquier desperfecto del enlace microondas o el mantenimiento respectivo.
- Para pasar todo a la señal digital, se recomienda cambiar el enlace microonda y el transmisor.
- Cambiar el cableado alámbrico de las cámaras por equipos que envían señal inalámbrica hasta 100 metros libres. Así se dejaría de tener un set lleno de cables y más organizado y ordenado.

Referencias bibliográficas

- Anguera, J. y Pérez, A. (2008). *Teoría de Antenas. Guía de estudio*. Universidad Ramón Llull. <https://users.salle.url.edu/~jaume.anguera/Teoria-Antenas-by-Jaume%20Anguera.pdf>
- Blair Benson, K. (1986). *Television Engineering Handbook*. McGraw-Hill Book.
- Cuadrado, F. y Domínguez, J. (2021). *Teoría y técnica del sonido*. Síntesis S.A.
- Díaz, F. (2020). *¿Qué es un compresor de Audio? (Una Manera efectiva de Comprenderlo)*. Ser productor de música. <https://serproductordemusica.com/que-es-un-compresor-de-audio-una-manera-efectiva-de-comprenderlo/>
- García P. (2006). *Manual de uso del software Radio Mobile*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6989/anexos/Ane xo%2016.pdf>
- Gómez, J. (2020). *Utilización de herramientas de diseño asistido por ordenador para la simulación de arquitecturas amplificadoras basadas en la técnica envelope tracking*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. <https://idus.us.es/handle/11441/102273>
- James, A. (2021). *Señal Abierta: una mirada a la televisión peruana del siglo XXI*. Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://www.google.com.pe/books/edition/Se%C3%B1al_abierta_Una_mirada_a_la_televisi/4CldEAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&pg=PT4&printsec=frontcover
- Martín Marcos, A. (1996). *Sistemas de Televisión*. Editorial Ciencia 3.
- Félix Molero, E. (2006). *Sistemas de Radio y televisión. Grado Superior*. McGraw-Hill. <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448148010.pdf>.
- McGraw-Hill. (2015). *Equipos Electrónicos de Consumo - El sonido*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

- Minedu (2019). *Descubrimos cómo se transmiten las señales de radio, Tv y teléfono*. Perú Educa. <https://bit.ly/3ziJupi>
- Pérez, C. (2005). *Introducción a los sistemas transmisores de TV*. Universidad de Cantabria España. <https://www.studocu.com/ec/document/escuela-politecnica-nacional/desarrollo-de-sistemas-de-informacion/introduccion-a-los-sistemas-transmisores-de-tv/4698659>
- Prado, J. (2011). *El laboratorio de Televisión como espacio didáctico*. Universidad de Guadalajara. https://cuci.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/manual_de_television.pdf
- Pretell, J. (2007). *Visión histórica de la televisión en el Perú*. Osimandia – Universidad de California.
- Ramón, M. (2013). *La señal de video analógico/La señal de video digital*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Savitz, E. (2012). *Why Pay TV Services Have the Edge in TV Everywhere?* Forbes. <https://www.forbes.com/sites/ciocentral/2012/06/20/why-pay-tv-services-have-the-edge-in-tv-everywhere/?sh=22d939f02c32>
- StudioCoast. (2020). *Manual de guía para el usuario del software vMix*. Vmix. <https://www.vmix.com/help26/vMixUserGuide.pdf>
- Tena, D. (2020). *Linealización de amplificadores de potencia de alto rendimiento sobre tecnología GAN mediante técnicas EER/ET*. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Archivo Digital UPM. https://oa.upm.es/65023/1/DAVID_TENA_RAMOS.pdf
- Tvyvideo. (2009). *La importancia del monitoreo analógico*. TVyVideo. <https://www.tvyvideo.com/200902183569/articulos/tecnologia/la-importancia-del-monitoreo-analo.html>
- Ujaldón, M. (2005). *Procesadores gráficos para PC*. Editorial Ciencia-3. <https://books.google.com.uy/books?id=bYRivlsvQ6MC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Walraven, D. (2006). *Understanding SWR by Example*. ARRL- The National Association
for Amateur Radio.

<https://www.arrl.org/files/file/Technology/tis/info/pdf/q1106037.pdf>

White, G. (1973). *Video Grabación, Sistemas de grabación y reproducción*. Marcombo.

Zettl, H. (2009). *Manual de producción de televisión 10ª*. Universidad de San Francisco.

https://clasev.com/pluginfile.php/20061/mod_resource/content/1/el-Manual-de-Producci%C3%B3n-para-v%C3%ADdeo-y-televisi%C3%B3n.pdf

Anexos

Anexo 1: Figuras con datos complementarios de los equipos de transmisión	1
--	---

Anexo 1

Figuras con datos complementarios de los equipos de transmisión.

Parámetros y características del excitador modulador.

► TRANSMITTER VERSION	
VIDEO PARAMETERS	
Input impedance	75 Ω
Input level	1Vpp $\pm$ 6dB
White/Sync level limiter	95%
2T K factor	< 1.5%
Amplitude / frequency response	$\pm$ 0.5dB (throughout the vision band)
Differential gain	< 5%
Differential phase	< 3°
Group delay	$\pm$ 35ns (throughout the vision band)
Sync pulse compression	< 3%
S/N Ratio (weighted)	> 60dB
ICPM	< 3°
Luminance non linearity	< 4%
Field time bar tilt	< 2%
Line time bar tilt	< 2%
AUDIO PARAMETERS	
Input impedance	600 Ω or 10k Ω , selectable
Input level	0dBm $\pm$ 8dB, 0.5dB step
Frequency response (30Hz to 15kHz)	$\pm$ 0.5dB ($\pm$ 0.2 typ.)
T.H.D. (30Hz to 15kHz)	< 0.4% (better than 0.2% typ.)
S/N Ratio (unweighted)	> 60dB
Pre-emphasis	50 μ s (75 μ s) or flat
Stereo/Dual sound operation	Selectable with AUDIO STEREO option
Stereo Crosstalk	> 37dB (better then 40dB typ.)
GENERAL	
Output power	0 up to 150W pep (depend of the model)
Available standards	B, D, G, H, I, K, M, N
Cooling	Forced Air
Operating temperature	-10°C to +45°C
Maximum relative humidity	90%, non condensing
Mains power supply	90 to 260Vac
External reference frequency input	5MHz or 10MHz
Output impedance	50 Ω
Output connector	N Female
Dimensions	3U 19" Rackmount
Weight	15kg
Frequency stability	1ppm (0.05ppm with HIGH STABILITY option)
I.M.D. at rated output power	Better than -60dBc (-63dBc typ.)
Harmonics	-60dB or better
Sporious emissions	-60dB or better
External interfaces	Logic and analog signal outputs, enable input, RS485, Rs232

Parámetros del Amplificador.

MODEL	DAT-2U	DAT-3U
Frequency Range	UHF	UHF
Analog Output Power	650W ($\pm 0.5\text{dB}$)	1000W ($\pm 0.5\text{dB}$)
Digital Output Power (DVB-T / ATSC)	250W / 350W ($\pm 0.5\text{dB}$)	370W / 520W ($\pm 0.5\text{dB}$)
Amplification Class	AB	AB
Gain	18dB ± 1	18dB ± 1
Remote Control	USB / RS485	USB / RS485
Input Connector	N Female	N Female
Output Connector	7/16" Female	EIA 7/8"
Power Supply Voltage (Amplifier) ¹	90 - 260V	220V $\pm 15\%$
Power Supply Frequency	47-63Hz	47-63Hz
Power Factor	> 0.98	> 0.98
Analog Power Consumption (Black) ²	1.9kVA	2.7kVA
Digital Power Consumption (DVB-T) ²	1.7kVA	2.3kVA
Housing (Amplifier / Rack)	4U / 20U	4U / 20U
Weight (Amplifier / Rack plus amplifier)	28kg / 110kg	35kg / 130kg
AirFlow (Amplifier / Rack)	270m ³ /h / 270m ³ /h	600m ³ /h / 800m ³ /h
Temperature	-5°C to +45°C	-5°C to +45°C

Parámetros de funcionamiento del DownConverter-Test final de microonda.



SISTEMAS ELECTRONICOS, S.A.
COMERCIAL Y FÁBRICA DE TV:
Avda. San Antonio, 41 • Teléfs.: 976.50.46.96 (6 líneas)
Fax 976.46.31.70
50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)

FÁBRICA EMISORES RADIO Y ANTENAS:
Camino de los Albarrés, 14, bajos • Teléfs.: 976.50.35.80 (6 líneas)
Fax 976.50.38.55 • 50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)
Internet: <http://www.omb.es> • e-mail: europa@omb.com
VideoConferencia(RDSI) 976 46 32 00
N.I.F.A - 50118330 • N.I.F. Export. ESA - 50118330



TEST FINAL ENLACES MW. (DOWN-CONVERTER)

MODELO DOWN CONVERTER N° SERIE #05103#

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO

RANGO DE FRECUENCIA 10.3 - 10.7 GHz
FRECUENCIA DE RECEPCION 10645 MHz
NIVEL MIN. RECEPCION -70 dBm
GANANCIA 35 dB
FI INERNO 3 GHz
FI DE SALIDA 40 MHz
ALIMENTACION 15 VCC
CONSUMO 250 mA

Cuarte de Huerva, 14 de OCTUBRE de 2008.

Fdo.- Carlos Jiménez.-

OMB
Sistemas Electrónicos S.A.
Departamento Técnico TV

Parámetros de funcionamiento del UpConverter-Test final de microonda.



COMERCIAL Y FÁBRICA DE TV:

Avda. San Antonio, 41
Teléfs.: 976.50.46.96 (6 líneas)
Fax 976.46.31.70
50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)
C.I.F.A - 50118330

FÁBRICA EMISORES RADIO Y ANTENAS:

Camino de los Albaros, 14, bajos
Teléfs.: 976.50.35.80 (6 líneas)
Fax 976.50.38.55
50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)
Internet: <http://www.omb.es>
e-mail: europa@omb.com
VideoConferencia(RDSI) 976 46 32 00

TEST FINAL ENLACES MW. (UP-CONVERTER)

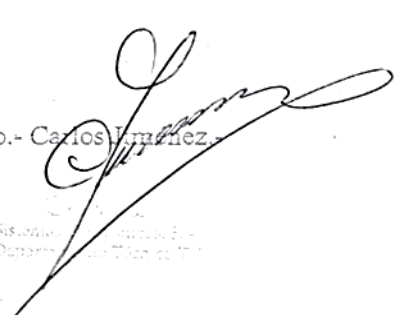
MODELO UP CONVERTER

Nº SERIE # 05/02 #

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO

RANGO DE FRECUENCIA..... 10.3 - 10.7 GHz
FRECUENCIA DE SALIDA..... 10.645 GHz
POTENCIA..... + 30 dBm (1W)
GANANCIA..... 35 dB
FI DE ENTRADA..... 40 MHz
FI INTERNA..... 3 GHz
ALIMENTACION..... 15 VCC
CONSUMO..... 750 mA

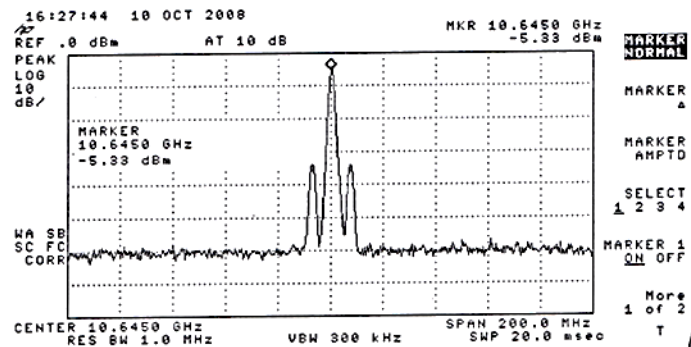
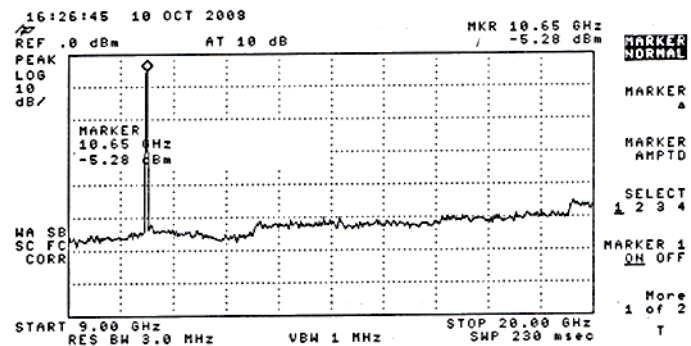
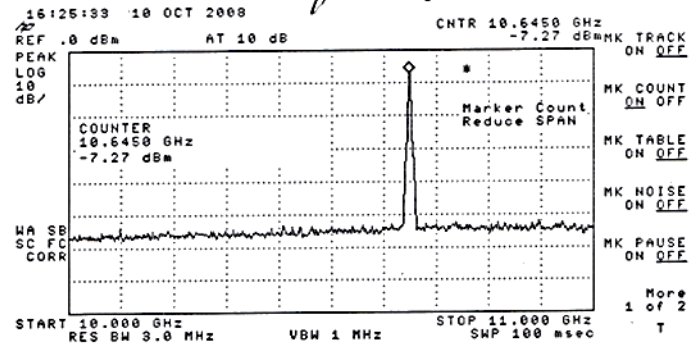
Cuarte de Huerva, 14 de OCTUBRE de 200 P.

Fdo.- Carlos  Jiménez

Sistema de control de
Operación de Test de TV

Pruebas de laboratorio Link TX 10.645GHz.

Asos. Universidad. San Juan Bautista.



TX 10645 MHz. 1W.

[Signature]

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS



50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)

NLE A: 60118330 • NLE Exp:

O M B
Sistemas Eletrônicos, S.A.
Departamento Técnico TV

Parámetros de funcionamiento del Demodulador DEM70.



SISTEMAS ELECTRONICOS, S.A.

COMERCIAL Y FÁBRICA DE TV.

Avda. San Antonio, 41 • Telef.: 976 50. 46.96 (6 líneas)

Fax 976 46.31.70

50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)

FÁBRICA EMISORES RADIO Y ANTENAS:

Camino de los Albares, 14, bajos • Telef.: 976 50. 35. 80 (6 líneas)

Fax 976 50. 38. 55 • 50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)

Internet: <http://www.omb.es> • e-mail: europa@omb.com

VideoConferencia(RDSI) 976 46 32 00

N.I.F.A - 50118330 • N.I.F. Export. ESA - 50118330

TEST FINAL ENLACES MW. (DEMODULADORES)

MODELO... DEM 70...

Nº SERIE... # 05104 #

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO

ENTRADA DE FI... 70 MHz
NIVEL MINIMO DE ENTRADA... -30 dbm
PORTADORAS DE AUDIO... Dos
FRECUENCIA PORTADORAS AUDIO... 7.02 - 7.5 MHz
SALIDA DE VIDEO... VTP
SALIDA DE AUDIO BF... 0 dbm 600 Ω
SALIDA DE FI (70 MHz)... 0 dbm + 15 VCC
ALIMENTACION... 220 VAC
CONSUMO... 60W

Cuarte de Huerva, 14 de OCTUBRE de 2002.

Fdo.- Carlos Jiménez.-

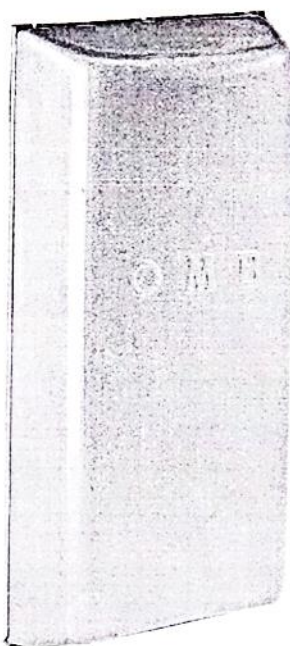
OMB
Sistemas Electrónicos, S.A.
Departamento Técnico TV

Antena de Panel para Televisión en UHF.

O.M.B. Sistemas Electrónicos, S.A.

PANEL PARA TELEVISION EN UHF

PD-2000



MANUAL TECNICO Y DE INSTALACION



Comercial y Fábrica de TV.:
Avda. San Antonio, 41
Teléfono: 976.50.46.96 (6 líneas)
Fax 976.46.31.70
50410 CUARTE DE HUERVA
(Zaragoza)

crish-on End

Fábrica Emisores Radio y Antenas:
Camino de los Albueros, 14, bajos
Teléfono: 976.50.35.80 (6 líneas)
Fax 976.50.38.55
50410 CUARTE DE HUERVA • (Zaragoza)
Internet: <http://www.omb.es>
e-mail: ombcom@infonegocio.com
Videoconferencia: 1 305 5940991



3100 NW 72 nd. Avenue Unit 112
MIAMI, Florida 33122
Ph.: 305 477-0973 - 305 477-0974 (6 líneas)
Fax: 305 477-0611
Internet: <http://www.omb.com>
e-mail: ombusa@bellsouth.net
Videoconferencia: 1 305 5940991

PANEL TV-UHF BANDA ANCHA OMB PD-2000

CARACTERISTICAS TECNICAS

Banda de frecuencia Operating Bandwidth	470-862 Mhz (Canales 21-69) Channels 14-83 USA
Impedancia entrada Input Impedance	50 Ω
Potencia máxima Power Rating	1.2 Kw conector 7/16" 2 Kw conector EIA 7/8"
Polarización Polarization	Horizontal (Vertical por inclinación mecánica del panel 90°)
Ganancia máxima Peak Gain	13 dBi
Dimensiones Dimensions	975 x 477 x 195 mm. 3.19 x 1.565 x 0.639 ft
Dimensión eléctrica Electrical Dimension	2 longitudes de onda a 615 Mhz 2 wavelengths at 615 Mhz
Peso Weight	14.5 Kg 31.96 lb (510 oz)
Velocidad máxima del viento Wind Speed	200 Km/h 124 M/h
Protección contra descargas atmosféricas Atmosferical protection	Mediante puesta a tierra Grounded
Montaje Mount	Para tubos de 25 a 70 mm. de ϕ
Protección agentes atmosféricos Atmosferical protection	Radomo de alta montaña High mountain radome
Elemento radiador	Dipolos de latón niquelados con adaptaciones en baño de plata de 3 micras.
R.O.E. VSWR	<1,15:1 (Return loss < -23dB / 7% maximo coeficiente de reflexión)
Carga aerodinámica Aerodinamical Load	Frontal: 740 Nw Lateral: 370 Nw
Conector de entrada Input connector	Tipo 7/16" - Codo , con tubo protector anti-humedad. (7/8" bajo pedido)
Color Colour	Rojo (Otro bajo pedido) Red (other by order)
Características mecánicas	Doble pestaña con cierre hermético del radomo. Tornillería, anclajes, remaches y reflector de acero inoxidable. Radomo de poliéster reforzado con <i>Fiberglass</i> . Aislamientos de teflón de alta duración.