

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REDUNDANCIA
CON ENERGÍA COMERCIAL ENTRE FUENTES DE LA RED FIJA HFC
CLARO EN DOS ZONAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE
LURIGANCHO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CRUZ FUENTES, ARNOLD ALFREDO

ASESOR

CASTRO PULCHA, BERNARDO ELÍAS

Villa El Salvador

2021

DEDICATORIA

Dedicado a mi amado padre Nicacio Cruz Nuñez Q.E.P.D., mi querida madre Silveria Fuentes Guillén, mis cariñosos hermanos y mi amor Liz Gutiérrez Arango.

Además, se lo dedicó a todas las personas que compartí gratos momentos en vida estudiantil, laboral, universitaria y profesional.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento para mi familia Cruz Fuentes, cuñados(as), sobrinos(as) y mi novia Liz Gutiérrez Arango, a todos ellos muchas gracias por su amor incondicional, comprensión, cariño, compañía en toda mi vida y en esta instancia profesional. Además de mi asesor el Ing. Castro Pulcha, Bernardo Elías por su valiosa orientación con sus conocimientos en las telecomunicaciones.

ÍNDICE

RESUMEN.....	vii
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES.....	3
1.1. Contexto	3
1.2. Delimitación Temporal y Espacial del Trabajo	4
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
CAPITULO II. MARCO TEORICO.....	6
2.1. Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	8
2.2. Bases Teóricas.....	9
2.2.1. Red HFC.....	10
2.2.2. Nodo Óptico	11
2.2.3. Respaldos de Energía para un Nodo Óptico.....	12
2.2.4. Plataforma de Monitoreo	16
2.3. Definición de Términos Básicos	17
CAPITULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	21
3.1. Determinación y análisis del problema	21
3.2. Modelo de solución propuesto	24
3.2.1. Descripción del proyecto	24
3.2.2. Diagrama de Operación	25
3.2.3. Dispositivos y Equipos.....	26
3.2.4. Ubicación de la Zona de Redundancia de las Fuentes	31
3.2.5. Diseño e Implementación del Sistema de Redundancia.....	32
3.3. Resultados.....	48
3.3.1. Resultados Técnicos.....	48
3.3.2. Resultados de calidad del servicio.....	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	60

Anexo 1. Constancia de participación en el Diseño e Implementación del Sistema de Redundancia con Energía Comercial entre fuentes de la red HFC Claro.....	60
Anexo 2. Especificaciones Técnicas del SPSM - Inc. Smart Tech.....	61
Anexo 3. Especificaciones Eléctricas de las Fuentes de Energía – Total Power Solutions.....	62
Anexo 4. Especificaciones Físicas de las Fuentes de Energía – Total Power Solutions	62
Anexo 5. Especificaciones y Modelos de Transponder – Total Power Solutions	63
Anexo 6. Descripción externa de la Fuente de Energía – Total Power Solutions	63
Anexo 7. Descripción Externa del Módulo Inversor – Total Power Solutions	64
Anexo 8. Información del exterior de la Fuente de Poder – Total Power Solutions	64
Anexo 9. Descripción Interna del Módulo Transformador – Total Power Solutions	65
Anexo 10. Aprovechamiento del Transponder – Total Power Solutions.....	65
Anexo 11. Características físicas del dispositivo SPSM – Inc. Smart Tech.....	66
Anexo 12. Puertos de conexión del dispositivo SPSM – Inc. Smart Tech	66
Anexo 13. Preparativos de seguridad en la Planta Externa para la instalación.....	67
Anexo 14. Implementación del Sistema de Redundancia en la Planta Externa	67
Anexo 15. Mediciones de ingreso de voltaje en el dispositivo SPSM	68
Anexo 16. Bajando el Breaker de la fuente para impedir el ingreso de energía	68

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Evolución de abonados en servicio Fijo a Nivel Nacional.....</i>	<i>vii</i>
<i>Figura 2. Evolución de reclamos Por Operadora a nivel Nacional</i>	<i>1</i>
<i>Figura 3. Ranking de Calidad de Atención 2020-II Por Operadora a nivel Nacional.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4. Red de Telecomunicaciones</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5. Topología Red HFC</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6. Topología de la red HFC con usuarios finales.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 7. Banco de baterías.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8. UPS</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9. Plataforma de Monitoreo</i>	<i>16</i>
<i>Figura 10. Top Tipo de falla que causan averías en el servicio fijo HFC Lima.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 11. Top Distritos con mayores averías en el servicio fijo HFC</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12. Dispositivo SPSM</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13. Flujo del Microcontrolador.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 14. Dispositivo SPC</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. Fuente de Energía AlphaCell modelo Xm2.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 16. Vista interna del Nodo Óptico</i>	<i>29</i>
<i>Figura 17. Componentes internos del Nodo Óptico</i>	<i>30</i>
<i>Figura 18. Ubicación de la zona de redundancia de fuentes.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 19. Configuración en Posición de almacenamiento SPSM.....</i>	<i>32</i>

<i>Figura 20. Configuración en Posición de Derivación SPSM</i>	33
<i>Figura 21. Combinador de Potencia Estandar SPC</i>	34
<i>Figura 22. Flujo de Energía en el Combinador de Potencia Dual SPC</i>	34
<i>Figura 23. Vista anverso y reverso de la conexión de dispositivos SPSM y SPC</i>	35
<i>Figura 24. Disposición de conexión en los SPSM y SPC</i>	36
<i>Figura 25. Flujo de energía en los SPSM y SPC de las fuentes redundantes</i>	36
<i>Figura 26. Enganche y gestión de la fuente LMJL023</i>	37
<i>Figura 27. Enganche y gestión de la fuente LMJL024</i>	38
<i>Figura 28. Configuración de la fuente LMJL023</i>	39
<i>Figura 29. Configuración de la fuente LMJL024</i>	39
<i>Figura 30. Fuentes LMJL023 y LMJL024 alimentadas con energía comercial</i>	40
<i>Figura 31. Estado físico de la Fuente LMJL023</i>	41
<i>Figura 32. Instalación del sistema Multiswitch en la Pext</i>	41
<i>Figura 33. Información de la Fuente LMJL023</i>	42
<i>Figura 34. Información de la Fuente LMJL023</i>	43
<i>Figura 35. Estado físico de la Fuente LMJL024</i>	44
<i>Figura 36. Instalación del sistema Multiswitch en la Pext</i>	44
<i>Figura 37. Información de la Fuente LMJL024</i>	45
<i>Figura 38. Información de la Fuente LMJL024</i>	46
<i>Figura 39. Cantidad de abonados conectados a la red LMJL023 y LMJL024</i>	47
<i>Figura 40. Redundancia de Energía cuando la Fuente LMJL023 está en OFF</i>	48
<i>Figura 41. Sin Gestión técnica en la Fuente LMJL024</i>	49
<i>Figura 42. Información técnica de la Fuente LMJL024</i>	50
<i>Figura 43. Redundancia de Energía cuando la Fuente LMJL024 está en OFF</i>	51
<i>Figura 44. Sin Gestión técnica en la Fuente LMJL024</i>	52
<i>Figura 45. Información técnica de la Fuente LMJL023</i>	53
<i>Figura 46. Espectro de la Portadora en el plano LMJL023</i>	54
<i>Figura 47. Espectro de la Portadora en el plano LMJL024</i>	55
<i>Figura 48. Fuentes en Averías por Corte de Energía en San Juan de Lurigancho</i>	56
<i>Figura 49. Muestreo de Corte de Energía en 5 fuentes de San Juan de Lurigancho</i>	56

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1: Información técnica de la Gestión de la fuente LMJL023</i>	42
<i>Tabla 2: Información técnica de la Gestión de la fuente LMJL024</i>	45
<i>Tabla 3: Información técnica del Sistema de Redundancia de la fuente LMJL024</i>	50
<i>Tabla 4: Información técnica del Sistema de Redundancia de la fuente LMJL023</i>	53

RESUMEN

En la actualidad la necesidad de comunicarnos e informarnos de una manera rápida y sencilla a través de dispositivos electrónicos en cualquier punto y momento de nuestro día es muy necesario, ya sea para intereses informativos, académicos, laborales o recreacionales; es por ello que las telecomunicaciones ha desarrollado diferentes redes para satisfacer tal fin, como por ejemplo la red fija HFC.

Según OSIPTEL la cantidad de abonados en el servicio fijo a nivel nacional en lo que va el presente año es de 2'270.000, como muestra la *figura 1*.

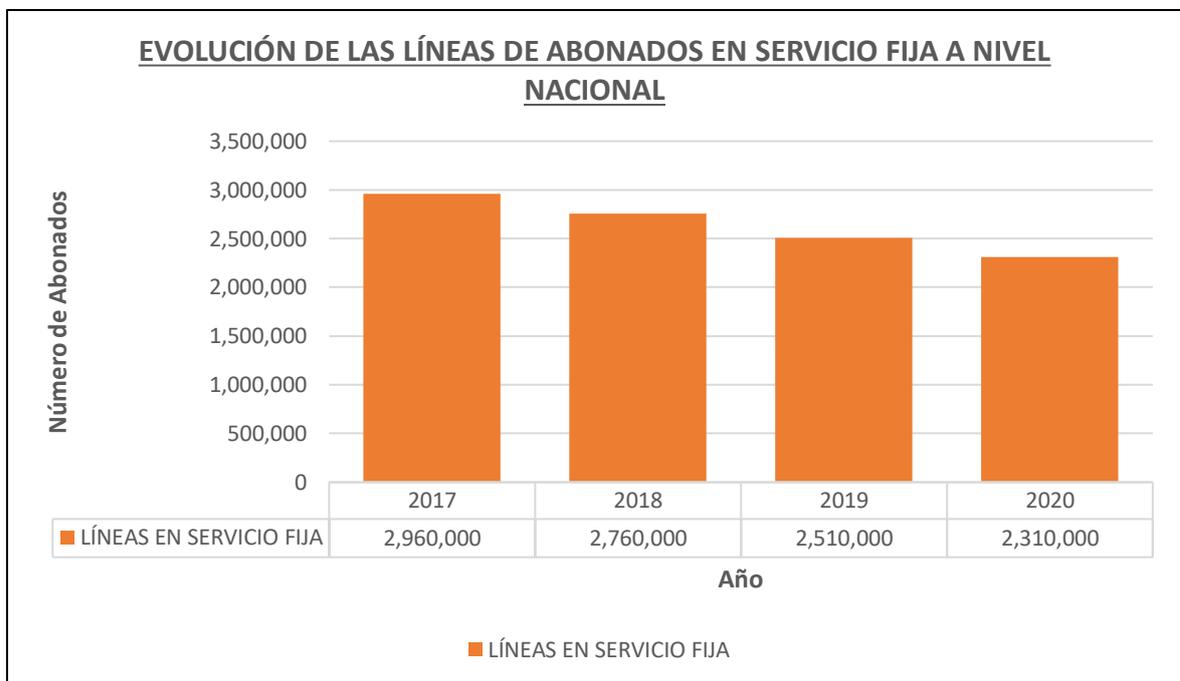


Figura 1. Evolución de abonados en servicio Fijo a Nivel Nacional
Fuente: Elaboración propia de la información de OSIPTEL (2021)

La red fija HFC se extiende geográficamente en nuestro territorio a través de fibra óptica y coaxial, conectando en su recorrido muchos dispositivos tanto pasivos como activos a nivel de planta externa, destacando el Nodo Óptico y la Fuente de Energía que en conjunto son denominados “planos”, los cuales a través de ellos las operadoras brindan sus servicios de voz, datos y video hasta 500 abonados, dependiendo de la factibilidad y diseño de cada operadora.

Los abonados de la red fija HFC podrán conectarse a la red y disfrutar de los servicios fijos solo si, entre sus requisitos, el plano se encuentre energizado por la energía comercial o respaldada por baterías como contingencia ante un corte de energía en la zona. Sin embargo, suelen suscitar inoperancia del servicio de la red fija HFC, ya sea por motivos propios de la red o externos a ella; lo que implica la caída del servicio en la red en los miles de abonados conectados, esto conlleva a quejas y reclamos por parte de los usuarios hacia su operadora.

Con lo anteriormente mencionado la operadora Claro, perteneciente a la empresa en telecomunicaciones AMÉRICA MÓVIL S.A.C., institución donde se realizó la experiencia profesional, identificó como una causa a la caída del servicio en la red fija HFC la falta de respaldo de energía ante el corte de energía comercial suscitado en ciertas zonas geográficas de Lima Metropolitana, debido al robo de las baterías de respaldo que se encuentran en el interior de las fuentes de backup instaladas en los postes de la planta externa.

Es por ello, se diseñó e implementó en el distrito de San Juan de Lurigancho un proyecto piloto que consiste en un sistema de redundancia entre dos fuentes con energía comercial, fundado en un dispositivo Multiswitch de encendido inteligente instalado en cada una de las fuentes que se ubican en los postes a nivel de planta externa (Pext), para que ante un corte de energía comercial en una zona la fuente redunde con la energía comercial de otra fuente ubicada en otra zona.

Con la implementación exitosa de esta propuesta se obtuvo que las fuentes de energía de dos planos que no cuentan con baterías de respaldo, debido a sus constantes robos, no cayera el servicio de los abonados conectados en la red HFC al bajar el breaker en una de las fuentes para impedir el ingreso de la energía comercial simulando un corte de energía en la zona; ya que, gracias al *switcheo* que permitió de forma inmediata y automática la conmutación de la energía comercial hacia la fuente de la otra zona y funcionando también de forma viceversa.

Con estos resultados favorables se espera desplegar este proyecto piloto en toda la red HFC Claro, en los planos donde sus fuentes no cuenten con baterías de respaldo por robos en la zona, lo que disminuiría el número de averías por “caída de servicio” con la casuística “corte de energía”; además, conllevaría a la reducción de reclamos presentados a la operadora Claro por parte sus usuario

INTRODUCCION

Según OSIPTEL el porcentaje de reclamos hacia todas las operadoras que existen en el mercado a nivel nacional ha tenido altibajos en los últimos años, como se detalla en la *figura 2*.

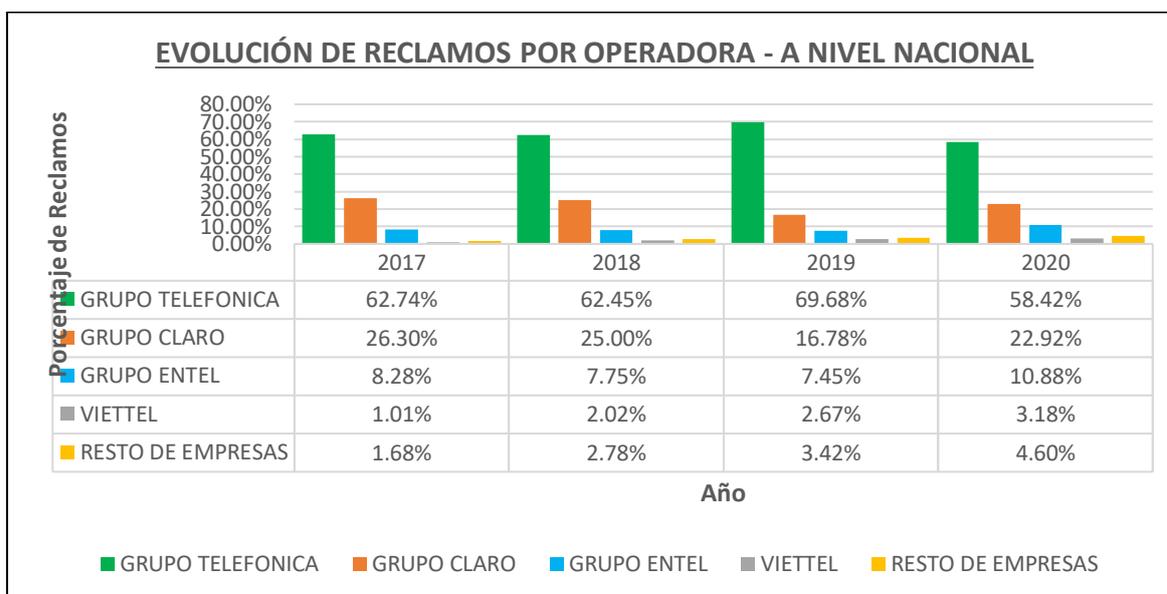


Figura 2. Evolución de reclamos Por Operadora a nivel Nacional
Fuente: Elaboración propia de la información de OSIPTEL (2021)

La operadora Claro ante la estadística del año pasado 2020 que existen usuarios disconformes en el servicio con un porcentaje del 22,92% de reclamos del total de operadoras que existen en el mercado a nivel nacional, decide con mi participación disminuir las averías en los servicios fijos de la red HFC causadas por corte de energía.

Es así como este trabajo de Suficiencia Profesional tiene como propósito diseñar e implementar una solución al problema de respaldo de energía, en las fuentes de los planos que carecen de baterías debido a los constantes robos en zonas de Lima Metropolitana, así como también los cortes de energía comercial en la zona cuentan con los servicios de Voz, Dato y Video de la red fija HFC de la operadora Claro.

Actualmente la red fija HFC Claro es energizada por las empresas eléctricas Luz del Sur S.A.A. y Edelnor S.A., siendo respalda por fuentes de baterías que evitan la caída de los servicios; sin embargo, existen ciertos distritos que luego de ser instaladas dichas baterías son constantemente robadas imposibilitando su propósito.

Para estos casos se diseñó e implementó como piloto en dos zonas del distrito de San Juan de Lurigancho, una ubicada en Jr. Las Lajas 500 y otra en Jr. Quarzos 1798, un sistema de redundancia de energía comercial entre dos fuentes basado en un dispositivo Multiswitch de encendido inteligente debidamente dispuestos en cada una de las fuentes que se encuentran instaladas en los postes de la planta externa de la red fija HFC, quedando así operativo el nuevo sistema de redundancia por energía comercial. De esta forma ante un corte de energía en la zona donde está la fuente "A", el respaldo ya no sean por baterías sino por la energía comercial de una zona cercana, como lo es la fuente "B"; y viceversa.

Con esto se mejorará la operatividad del servicio de la red fija HFC Claro siendo menos atractivo el robo de baterías; así como también, el respaldo constante de energía comercial para mantener la continuidad de los servicios de Voz, Dato y Video en beneplácito y satisfacción de nuestros clientes.

CAPITULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

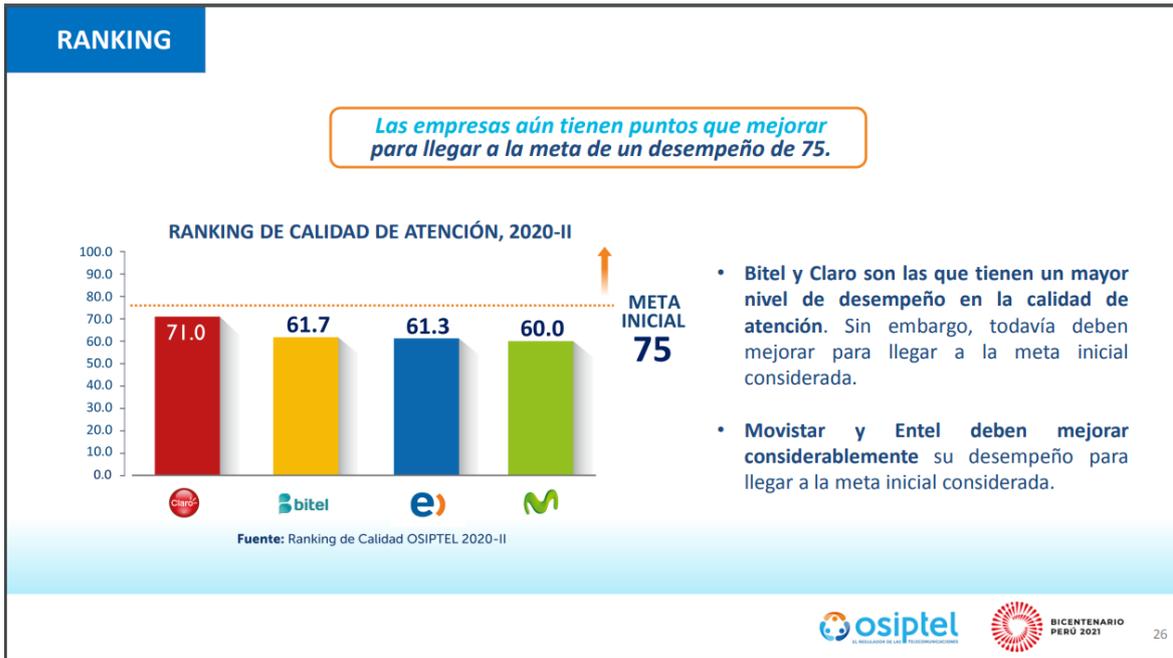
La empresa AMERICA MOVIL S.A.C. es una empresa internacional y líder en el rubro de las telecomunicaciones en Latinoamérica, siendo su fundador el Sr. Carlos Slim Helú en el año 2000; además, es filial del conglomerado Grupo Carso, teniendo su sede principal en la Ciudad de México, México.

Llega al Perú en el año 2005, comprando la marca TIM del Grupo “Telecom Italia Mobile” que estaba asociado solo con los servicios de telefonía móvil, con esta base un 10 de Agosto de ese mismo año lanza su propia operadora, CLARO (Perú), que es conocida comercialmente. Actualmente brinda un servicio integral a más de 185 mil peruanos en las 291 localidades de las 9 provincias de la región, ofreciendo a sus usuarios los servicios de telecomunicaciones en CATV (Vídeo), Telefonía (Voz) e Internet (Datos).

Estoy laborando para la operadora Claro (Perú) con el cargo de *Analista de Infraestructura Red Servicios Fijos*, perteneciendo a la *Gerencia de Construcción Operaciones & Mantenimiento Red Servicios Fijos*; permitiendo desarrollarme profesionalmente en el mundo de las telecomunicaciones.

Es mi propósito con mi trabajo de suficiencia profesional contribuir al crecimiento ingenieril de las telecomunicaciones en el Perú, proponiendo a través del proyecto piloto una reestructuración al respaldo de energía en las fuentes de los planos ubicados en los postes de la planta externa de la red HFC Claro.

La operadora Claro (Perú) ocupó el primer lugar en la Calidad de Atención al Usuario 2020-II según el Ranking de Calidad de Atención elaborado por OSIPTEL en dicho año, como se detalla en la siguiente *figura 3*; tiene como meta ser la empresa líder de las telecomunicaciones en el Perú, por ello está en constante innovación en todas sus áreas de manera integral para generar el mayor bienestar a sus usuarios.



*Figura 3. Ranking de Calidad de Atención 2020-II Por Operadora a nivel Nacional
Fuente: Plataforma de OSIPTEL (2020)*

1.2. Delimitación Temporal y Espacial del Trabajo

Se participó del diseño e implementación de un sistema de redundancia entre fuentes de energía comercial en la red Fija HFC Claro en el distrito de San Juan de Lurigancho, este proyecto piloto se ejecutó en el mes de Mayo del 2021 a cargo del área Operaciones y Mantenimiento Red Servicios Fijos; con la finalidad de mantener un servicio constante en la red sin la dependencia de baterías.

Decidimos llevar a la práctica este proyecto piloto en el distrito de San Juan de Lurigancho en Lima – Perú, en las direcciones: Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798, debido a la falta de respaldo de energía en las fuentes porque sus baterías son constantemente robadas al ser instaladas. Ocasionando en dichas zonas caídas de servicios en la red Fija HFC de la operadora de telecomunicaciones Claro (Perú).

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema de redundancia con energía comercial entre fuentes de la red fija HFC Claro en dos zonas del distrito de San Juan de Lurigancho que no cuentan con baterías de respaldo en la planta externa.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Garantizar la operatividad de la redundancia con energía comercial entre fuentes de la red fija HFC Claro en las zonas con direcciones Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho.
- Sostener una energización regular en la red HFC Claro en las zonas con direcciones Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho.
- Monitorear la totalidad de abonados en las zonas con direcciones Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho se encuentren conectados a la red HFC Claro cuando esté en funcionamiento el sistema de redundancia entre las fuentes de energía.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

En este capítulo revisaremos rápida y puntualmente algunos de los proyectos y/o trabajos de tesis elaborados a nivel nacional e internacional que tengan como tema “la redundancia de fuentes de energía”; así como bases y definiciones teóricas, con la finalidad que contribuyan a la comprensión de este Trabajo de Suficiencia Profesional.

2.1. Antecedentes

Se han considerado algunos proyectos y/o trabajos de tesis a nivel nacional e internacional que han contribuido académicamente sobre el respaldo de energía en diferentes contextos que sirvan como referencia en el desarrollo de este proyecto.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Luis Barria Oyarzo, Waldo Quinteros Cáceres (2008) “SISTEMA DE RESPALDO REDUNDANTE PARA ALIMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO”, la presente investigación se expuso en la Universidad de Magallanes, Chile. Nos habla desde el complejo productor de metanol *Methanex Chile Limited*, empresa que se dedica a la producción de metanol, cuya forma de resguardar la operatividad de sus sistemas de control y monitoreo es mediante el respaldo de UPS, sistema que le funcionó en su primera planta, Planta I; pero con la construcción de su segunda planta, Planta II, y la configuración topológica en paralelo de la segunda UPS ha originado cargas críticas en ambas plantas a través del interruptor estático de transferencia que comparten ambas plantas. Es por ello que los autores proponen un sistema redundante utilizando UPS para que den respaldo de forma segura a los sistemas de control y monitoreo en ambas plantas. (L. Barria & W. Quiteros, 2008). Iniciativa ingenieril que guarda afinidad con nuestro proyecto.

- Christian Alexander Luna Taltique (2006) “TRANSFERENCIA Y SINCRONIZACIÓN AUTOMÁTICA DE GENERADORES DE EMERGENCIA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES”, la presente investigación se expuso en la Universidad de San Carlos, Guatemala. Toma como escenario las fábricas industriales que sufren cortes de energía inesperados por parte de la eléctrica, cambiando manualmente a sus generadores de energía; lo que conlleva tiempos dilatados y reducción en la cuota de manufactura. En tal sentido el autor propone un sistema de transferencia con sincronización de generadores automática basado en un controlador lógico programable que a través de sus relés de medición y actuadores conmuten inmediatamente a sus generadores de energía; e interruptores de potencia o seccionadores que alimentan la carga. Con la finalidad que el respaldo sea inmediato e independiente sin la intervención de un operario. (C. Luna, 2006). Propuesta que guarda relación con nuestro trabajo.

- Peter Liston Vernaza Cheberre (2017) “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA FUENTE DE CORRIENTE CONSTANTE CON SALIDA MULTIPLE (DC)” la presente investigación se expuso en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Se sabe que en toda universidad ingenieril las prácticas en laboratorios son fundamentales para el formación académica de sus alumnos; sin embargo, por palabras del autor esto no ocurre en los laboratorios de su facultad de Ingeniería Industrial, donde carecen de fuentes de energía con salida constante entre 1.5v a 35v para realizar sus talleres electrónicos, lo que conlleva acudir a fuentes externas no confiables sin el debido mantenimiento respectivo, obteniendo resultados erróneos y dañando los proyectos. Con lo anterior expuesto el autor diseñó y construyó una fuente de energía que pasa por las etapas de Transformación, Rectificación, Filtrado y Regulación; cuyo respaldo de energía es de salida múltiple constante (DC) oscilando entre los 2v a 30v, con la finalidad que operen varios alumnos en simultáneo energizando sus

distintos proyectos con la protección debida a sus componentes electrónicos. (P. Vernaza, 2017).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- Julio César Aranguren Santa Cruz (2019) “DISEÑO DE RED ELECTRICA ESTABILIZADA COMO PROTECCION DE LAS CARGAS CRÍTICAS DEL BANCO PICHINCHA SAN JUAN DE MIRAFLORES-LIMA” el presente trabajo de suficiencia profesional se expuso en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Perú. Nos sitúa en el contexto del banco Pichincha de San Juan de Miraflores, donde la creciente demanda por los servicios de esta entidad privada, han adquirido más equipos tecnológicos de alto rendimiento; sin embargo, no sucede lo mismo con el suministro eléctrico que conlleva a cortes de energía imprevistas, sobretensiones eléctricas, caídas de tensión; reduciendo la vida útil de las cargas eléctricas, y desde luego un pésimo servicio a sus clientes. Con todo lo señalado anteriormente por el autor diseña un sistema de atención interrumpida (SAI) mediante una redundancia estabilizada de UPS y banco de baterías para que proporcionen, capacidad, confiabilidad y eficiencia. (J. Aranguren, 2019). Es importante destacar el aporte de la UNTELS en trabajos especializados en energía, como el presente trabajo; que me ha permitido conocer la necesidad y solución ingenieril para abordar el desafío técnico.

2.2. Bases Teóricas

❖ Las Telecomunicaciones

“Es innegable que las telecomunicaciones en la historia del desarrollo universal, siempre han merecido elogios y acortado distancias en los avances de los oficios que el hombre desempeña en la tierra y en el espacio. De manera sencilla, las telecomunicaciones son una forma de comunicación electrónica a distancia, que satisface las necesidades de enlace rápido que requiere el mundo para la solución de sus infinitos problemas y la entrega oportuna del conocimiento de la ciencia y sus novedades. Las redes inalámbricas, el fax y el internet, son en la actualidad los medios de telecomunicación de mayor eficacia en el desarrollo del siglo XXI” (Agudelo, 2001, pág. 13).

La evolución de la tecnología y como ha calado favorablemente en el crecimiento de las telecomunicaciones en las últimas décadas es algo que vivimos y compartimos en el día a día, englobando a más personas con la finalidad que se tele-comuniquen de una manera ágil y eficiente. Como se detalla en la siguiente *figura 4*.

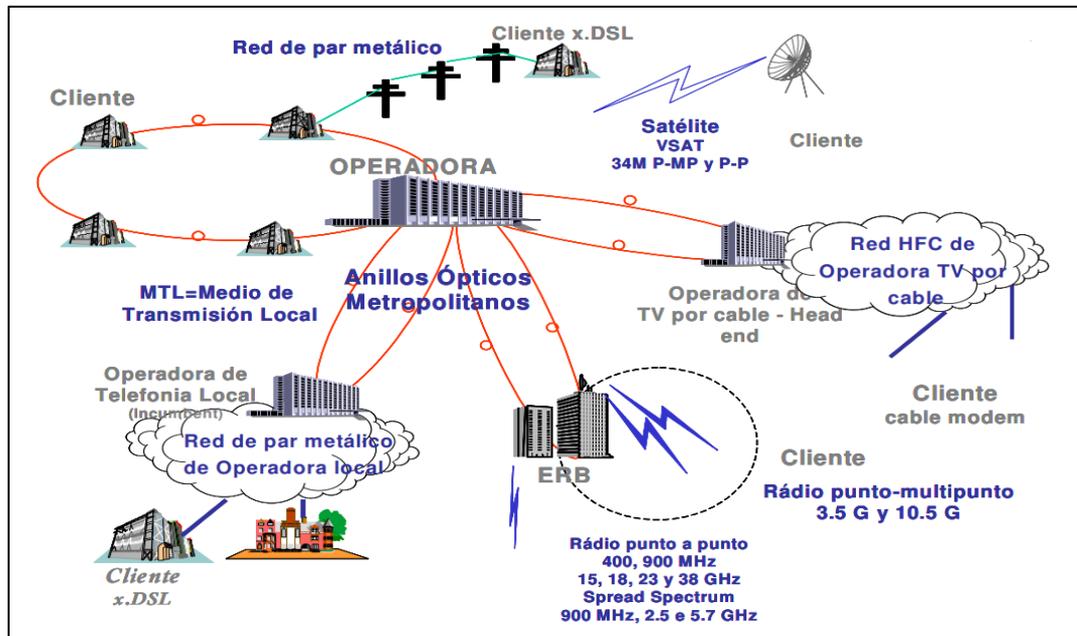


Figura 4. Red de Telecomunicaciones

Fuente: Tecnología de Redes de Banda Ancha Redes HFC (2005)

Con lo anterior expuesto nace las redes de telecomunicaciones (redes de acceso), que acompañado estrechamente con la electrónica se han sabido extender cada vez a más territorio geográfico en los diferentes canales/soportos como: la red HFC, cobre, fibra óptica, etc.

Es aquí donde las operadoras de telecomunicaciones a través de sus estudios de mercado clasifican a sus usuarios según la similitud de sus necesidades; logrando diseñar estrategias de negocio para brindar sus servicios donde se ven involucrados el factor de funcionalidad y económico con los equipos instalados dentro de la red.

2.2.1. Red HFC

Entendiéndose por Red HFC:

“La Red Híbrida de Fibra y Cobre (HFC) es una de las arquitecturas más utilizadas hoy en día para la transmisión de señal por cable, Internet y Telefonía, esta red permite utilizar el ancho de banda del espectro en una forma bidireccional para la transmisión de información de voz, datos y video; reduciendo considerablemente los gastos de mantenimiento debido a que permite la facilidad de detectar fallas por vía remota. En la red de HFC existen elementos activos y pasivos. Los elementos activos son aquellos que de alguna manera elevan los niveles de señal y requieren de alimentación de Corriente Alterna (AC) para su funcionamiento mientras que los elementos pasivos no requieren de alimentación” (Rojas, 2016, pág. 5).

La red HFC está compuesta básicamente por una cabecera que modula con un modulador QAM los servicios que presta la red para transmitir la información, como las señales digitales de Video, Voz y Datos a través de fibra óptica hacia unos puntos específicos llamados HUB, del cual salen derivaciones de fibra óptica a cada uno de los nodos que dependen de él convirtiendo la señal digital en eléctrica; para finalmente a través del cable coaxial llegar a los abonados de las viviendas, como se muestra en la figura 5.

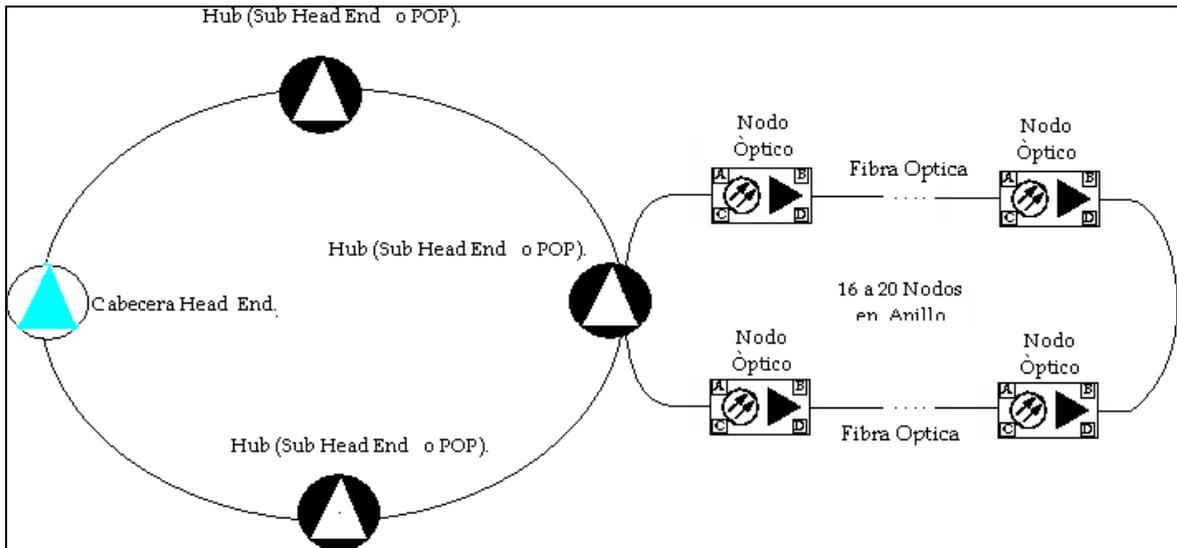


Figura 5. Topología Red HFC
Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)

2.2.2. Nodo Óptico

Equipo con gran protagonismo en la planta externa de la red HFC, se encarga de procesar la señal óptica en señal eléctrica distribuyendo la señal RF a los dispositivos activos o pasivos de la red y sobre todo a los abonados. Es así como el nodo óptico brinda los servicios de voz, video y datos a los usuarios o casas pasantes que conforman el plano, como se observa en la *figura 6*.

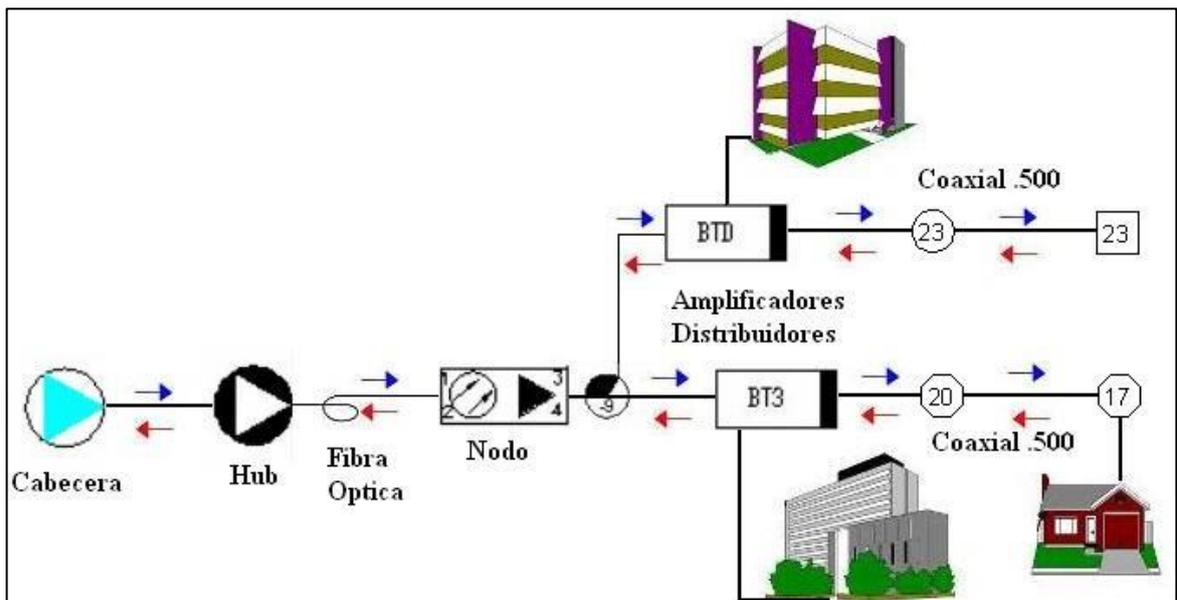


Figura 6. Topología de la red HFC con usuarios finales
Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)

Para dar más detalle a la composición del nodo óptico el manual de *Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC* nos menciona:

“En todo nodo óptico se tiene una red troncal y una red de distribución. En este caso la red troncal la conforman cables coaxiales calibre 0.500 autosoportado, la cual enlaza al nodo con los amplificadores troncales (BTD, BT3 y MB). A partir de estos equipos empieza la red de distribución conformada por cable coaxial 0.500 autosoportado, acopladores direccionales, divisores y Taps que son elementos finales de conexión al usuario” (Rojas, 2016, pág. 5).

2.2.3. Respaldos de Energía para un Nodo Óptico

2.2.3.1. Energía por Comercial

La energía comercial se presenta como corriente eléctrica que es causado por el movimiento de electrones a través de un medio conductor metálico; debido a la diferencia de potencial entre dos puntos del circuito que es entregado por un generador. Siendo muy difundida y practica en su transporte porque se encuentra en las tomas de corriente o postes de alumbrado público; ya que pertenecen a una red eléctrica suministrada por las compañías eléctricas.

En el Perú la energía comercial es de aproximadamente 220v, por lo que nuestros aparatos eléctricos deben contar con esta característica de alimentación, ya que al colocar aparatos con voltaje de entrada menor a 220v se dañaría, y caso contrario si se pretende alimentar a equipos con mayor entrada de voltaje no encenderían.

La energía eléctrica es considera una forma de energía de transición debido a que puede transformarse en otras clases de energía como: energía luminosa, térmica, mecánica, etc; de acuerdo al equipo eléctrico o electrónico que el usuario final utilice para satisfacer su necesidad. Debido a esta transformación de la energía eléctrica esta puede generarse por:

- Plantas Hidroeléctricas (siendo la más usada en el Perú).

- Plantas Térmicas.
- Plantas Geotérmicas.
- Plantas Eólicas.
- Módulos Fotovoltaicos o Solares.

2.2.3.2. Energía por Baterías

La batería es un dispositivo que almacena energía eléctrica de forma electroquímica, siendo actualmente la más usada para alimentar a los nodos ópticos por su costo y practicidad en su instalación y mantenimiento, como se muestra en la *figura 7*.

Está compuesto básicamente por una celda electroquímica, disoluciones de Sulfato de Zinc y Sulfato de Cobre, dos electrodos conductores o semiconductores llamados Ánodo (donde se da la oxidación) y el Cátodo (donde se da la Reducción); además, disoluciones de Sulfato de Zinc y Sulfato de Cobre que están unidos por un puente salino por donde circularan los cationes y aniones disueltos debido a la diferencia de potencial eléctrico en ambos electrolíticos. Una característica muy importante para que la batería opere es que:

“Una batería bien cargada funcionará perfectamente, si la batería se deja almacenada sin su cargador esta se descargará, una batería que se deje en un lugar caliente sin su cargador que la recargue se sulfatará internamente y después de unos meses se dañará irreparablemente” (Rojas, 2016, pág. 79).

- Las características de una batería son:
 - ✓ La cantidad de energía que puede almacenar.
 - ✓ La máxima corriente que puede entregar.
 - ✓ La profundidad de descarga que sostener.
- Tipos de baterías:
 - ✓ Plomo-Ácido
 - ✓ Nickel-Cadmio
 - ✓ Nickel-Hidruro Metálico

- ✓ Ion-Litio
- ✓ Polímero-Litio
- ✓ Aire-Zinc
- ✓ Celdas de combustible

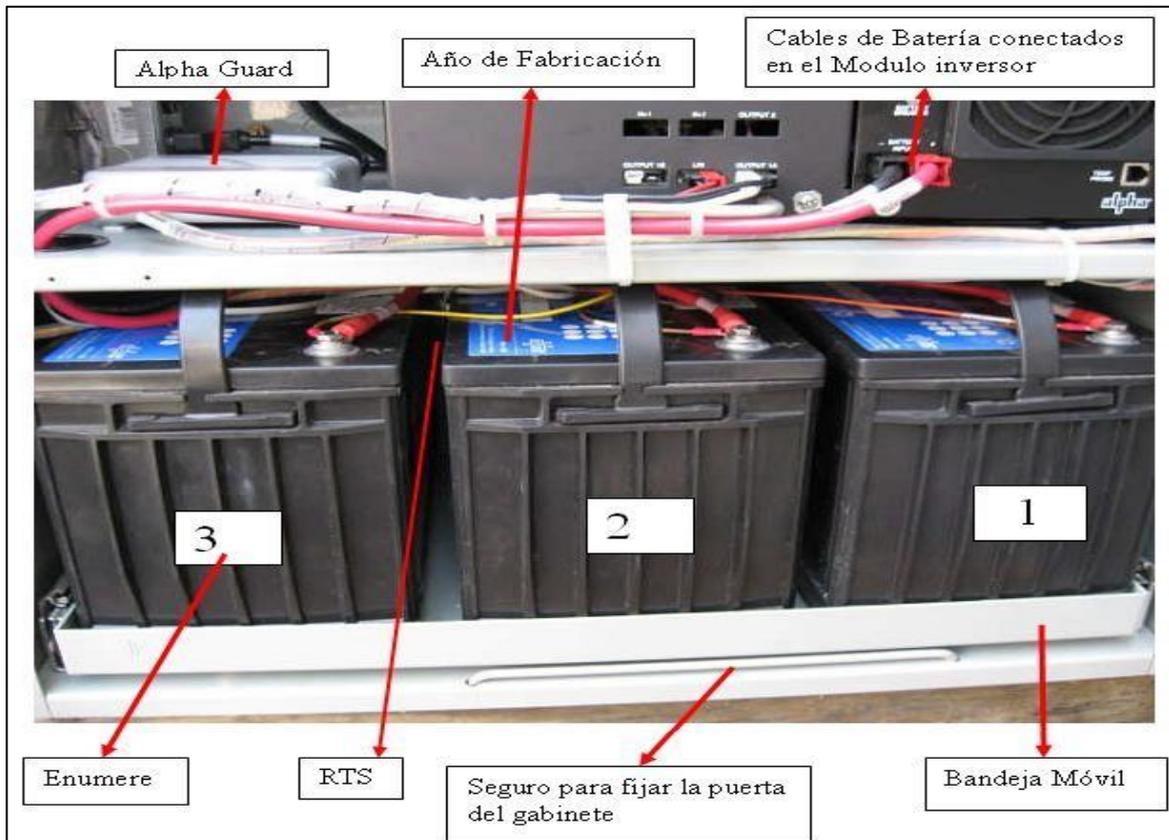


Figura 7. Banco de baterías
Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)

2.2.3.3. Energía por UPS

Son conocidos como Fuentes de Alimentación Interrumpida porque brindan de manera constante e interrumpida voltajes constantes a los equipos electrónicos, protegiéndolos de cortes eléctricos, sobre voltajes y baja de tensión, como se muestra en la *figura 8*. Siendo muy utilizados en equipos médicos y de emergencia donde la salud es lo primordial; además para el cuidado de equipos con alta gama tecnológica.

“Entendiéndose energía por UPS a la fuente UPS propiamente dicha, ya que: Este elemento permite alimentar a todos los elementos activos de la

planta coaxial (amplificadores, nodos, etc.). El voltaje de entrada a la Fuente es de 220VAC y la salida es de 60, 75 y 90VAC. Este voltaje viaja por el mismo cable coaxial igual que la señal para distribuirla a los amplificadores” (Rojas, 2016, pág. 75).

- Las características de los UPS:
 - ✓ La salida de tensión debe tener bajo contenido de armónicos.
 - ✓ Bypass con una fuente de alimentación redundante.
 - ✓ Aislamiento eléctrico del sistema de alimentación.
 - ✓ Bajo mantenimiento, peso y tamaño.
- Clasificación de los UPS:
 - ✓ UPS Estáticos
 - ✓ UPS Rotatorios
 - ✓ UPS Híbridos

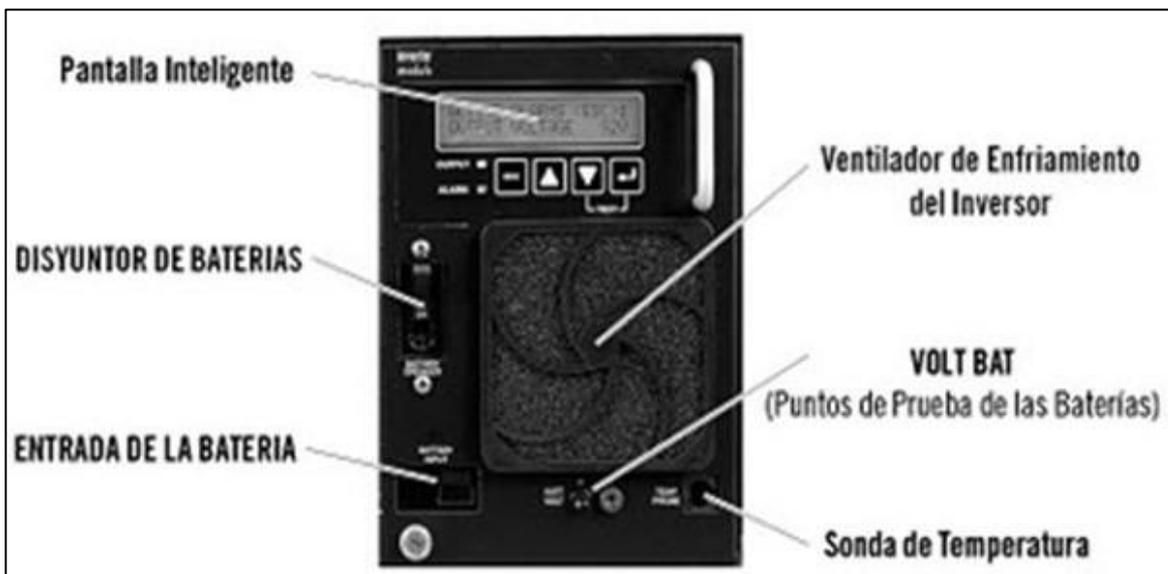


Figura 8. UPS

Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)

2.2.4. Plataforma de Monitoreo

La plataforma de monitoreo es un sistema que nos permite visualizar continuamente un proyecto implementado para analizar su desempeño e identificar posibles acciones correctivas de los equipos si los hubiese, para una mejor toma de decisiones y eficacia en tiempos respuesta. Un ejemplo de plataforma de monitoreo nos muestra la *figura 9*.

Para dar más luces a la importancia de la plataforma de monitoreo está el repositorio de la *Universidad Católica de Colombia* en su *Facultad de Ingeniería* que nos menciona:

“El monitoreo, es determinante en la prevención y resolución de incidentes con la red de comunicaciones de una organización, ya que permite, entre otras cosas; la detección oportuna de fallas, la verificación de estado de componentes y la medición del desempeño de la red. Las aplicaciones de software especializadas en el monitoreo de red permiten reducir, prevenir, anticipar y gestionar las interrupciones que se puedan presentar, permitiendo una operación continua y evitando pérdidas monetarias a la compañía” (Rediseño e Implementación del Sistema de monitoreo de la red de telecomunicaciones de distribuidora Nissan S.A., 2015, pág. 15).



Figura 9. Plataforma de Monitoreo
Fuente: Analizadores Docsis CATV y Fibra Óptica – PROMAX (2015)

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Abonado:** Cualquier persona física o jurídica que haya celebrado un contrato con un proveedor de servicios de comunicaciones electrónicas disponibles para el público, para la prestación de dichos servicios. *(Martín, 2021)*
- **Activo:** Componente de la Red que necesitan alimentación para desempeñar su función, por ejemplo los amplificadores de red. *(Sánchez, 2017)*
- **Amplificador RF:** Elemento activo que eleva el nivel de potencia de señal proveniente del nodo óptico. *(Sánchez, 2017)*
- **Cable coaxial:** Es un cable de transmisión de datos que se compone de dos conductores que se orientan de forma coaxial y separada por una capa de aislamiento dieléctrico; el núcleo transporta señales electrónicas que constituyen la información del nodo al usuario. El cable coaxial ha sido diseñado para transportar señales de alta frecuencia y para protegerlas frente a las interferencias electromagnéticas de fuentes externas. *(Sánchez, 2017)*
- **Cheetah:** A través de esta plataforma se configura el monitoreo de los “Plano” según sus características técnicas. (Gestor de Claro)
- **CMTS:** “Cable Modem Termination System” (Sistema de Terminación de Cable Modem). Forma el equipamiento de la cabecera de datos de una red HFC. Sirve de interfaz entre la red HFC y la red WAN. *(Sánchez, 2017)*
- **DOCSIS:** “Data Over Cable Service Interface Specification” (Datos sobre la Especificación de Interfaz de Servicio de Cable). Nombre del estándar del cable modem que regula todo el sistema de nuestra red HFC. *(Sánchez, 2017)*
- **Downstream:** (Desendente). Sentido de la transmisión desde la cabecera hacia los usuarios. *(Sánchez, 2017)*
- **Fibra Óptica:** Fibras transparentes delgadas de vidrio o plástico que son contenidos por material de refracción de bajo índice y en el cual diodos emisores de luz (LEDs) envían a través de la fibra hacia un detector de luz en una señal eléctrica. *(Sánchez, 2017)*

- **Filtro Diplexor:** Dispositivo capaz de separar las señales de retorno y directas, que viajan sobre un mismo cable coaxial. (*Sánchez, 2017*)
- **Fuente AlphaCell:** Este equipo permite alimentar a todo los elementos activos de la planta coaxial (Amplificadores, Nodos, etc.). El voltaje de entrada de la Fuente es de 220Vac y la salida es de 60, 75 y 90Vac. Se encuentra compuesta por el módulo del transformador, el módulo inversor y baterías. (Rojas, 2016)
- **FWD:** “Forward”. Técnica de conmutación en redes con conexiones punto a punto estáticas, donde son retenidos temporalmente hasta su posterior reenvío, bien a su destino final, bien a otro nodo intermedio. (*Bolívar & Cala, 2005*)
- **HFC:** “Hybrid Fiber Coaxial” (Fibra Híbrida Coaxial). Tecnología que combina la fibra óptica y el cable coaxial como medios de transmisión en una red de cable. (*Sánchez, 2017*)
- **HUB:** También conocido como “repetidor”. Sirve para conectar múltiples dispositivos mediante cables cruzados o fibra óptica; haciéndolos funcionar como un único segmento de red, ya que replica y transmite instantáneamente al resto de ordenadores de dicha red local. (*Bolívar & Cala, 2005*)
- **Incognito:** A través de esta plataforma se confirma el enganche y activación del transponder de los “Planos” en la red de la empresa. (Gestor de Claro)
- **Interruptor de energía SPSM:** Dispositivo electrónico que con ayuda de su microcontrolador es monitorear la energía en la red comprendida entre dos o más dispositivos SPSM, para cuando falle la energía comercial en una fuente redirija automáticamente a una fuente de zona adyacente utilizando la diversidad de fase y de red. (*SPSM Basic Training, 2021*)
- **Modulación:** Procedimiento de insertar información en una portadora de RF variando alguno de sus parámetros. (*Sánchez, 2017*)
- **Modulo Inversor:** Proporciona alimentación interrumpible al módulo del transformador, el módulo electrónico realiza la transferencia de respaldo y es el encargado de realizar las cargas de baterías. (*SPSM Basic Training, 2021*)

- **Modulo RF:** Componente encargado de rechazar la señal de forward, se instala en la tapa base del nodo y son 4 módulos los cuales reducen los puntos de falla por puertos RF, y su alimentación es independiente para cada módulo RF. Contiene un filtro diplexor que se encarga de separar las señales de forward y retorno. *(Rojas, 2016)*
- **Nodo Óptico:** El nodo óptico se encarga de procesar la señal óptica en señal eléctrica y se encarga de distribuir la señal RF a los dispositivos activos o pasivos de la red HFC. *(SPSM Basic Training, 2021)*
- **PATH TRAK:** La plataforma Path Trak es un sistema de monitoreo que permite al operario conectarse a cualquier PC que se encuentre dentro de la red para dar seguimiento en tiempo real la operatividad de todos los nodos ópticos desde la oficina; analizando la modulación de amplitud en cuadratura (QAM) y espectro en tiempo real a través de las líneas de retorno de la red HFC. *(Gestor de Claro)*
- **QAM:** “Quadrature Amplitude Modulation” (Modulación de Amplitud de Cuadratura). Ofrece la posibilidad de transmitir dos señales en la misma frecuencia; así se pueden obtener distintas combinaciones de amplitud y fase, dando lugar a los diferentes tipos de modulación QAM que existen; de forma que favorece el aprovechamiento del ancho de banda disponible. *(Bolívar & Cala, 2005)*
- **Receptor óptico:** Componente encargado de convertir la señal óptica en señal RF, se instalan tapa del nodo y cuenta con jumper de selección de longitud de onda 1310/1550, puntos de prueba RF/DC, rango de entrada óptica de -3 a 2dBm continuos, conectores ópticos y led indicador. *(Rojas, 2016)*
- **RF:** (Radiofrecuencia). Término que se utiliza en las redes de cable para designar a las señales que se transmiten por el cable coaxial. *(Sánchez, 2017)*
- **SPC:** El SPC “Smart Power Combiner”, Dispositivo electrónico que ante un corte de energía comercial en una zona donde se presta servicio de la red HFC es combinar RF y energía eléctrica para seguidamente enrutar la energía hacia el interruptor de energía del SPSM. *(SPSM Basic Training, 2021)*

- **SPSM:** El SPSM “Multifunción Smart Power Switch” es un sistema de energía de respaldo que permite aprovechar por parte de la compañía eléctrica su energía comercial potencialmente ilimitada, mediante el uso de redes y fases con la finalidad de respaldar los activos de la red HFC. *(SPSM Basic Training, 2021)*
- **TAP:** También conocido como “derivador”. Dispositivo pasivo, a través del cual la señal de entrada se deriva hacia los usuarios. *(Sánchez, 2017)*
- **Transponder:** Dispositivo de telecomunicación que permite la visualización en remoto de un Nodo o Fuente por su capacidad de transmitir y recibir señales. *(Escobar, Bedoya & Cano, 2007)*
- **Upstream:** (Ascendente). Sentido de la transmisión desde el usuario hacia la cabecera. *(Sánchez, 2017)*

CAPITULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REDUNDANCIA CON ENERGÍA COMERCIAL ENTRE FUENTES DE LA RED FIJA HFC CLARO EN DOS ZONAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO

En este capítulo detallaremos como se desarrolló el trabajo de suficiencia profesional; determinando y analizando el problema de la caída del servicio de la red fija HFC de la operadora Claro (Perú) en el distrito de San Juan de Lurigancho, en específico las causadas por corte de energía, lo que conllevó a la falta de eficiencia en la red; además, se tratará en este capítulo la propuesta de un modelo de solución para minimizar el porcentaje de las averías causadas por corte de energía en las zonas del distrito de San Juan de Lurigancho. Finalmente con los resultados obtenidos analizaremos la contribución que se realizó con este proyecto hacia la operadora Claro (Perú).

3.1. Determinación y análisis del problema

La Pandemia del COVID-19 ha llevado a las empresas a adecuarse al contexto del distanciamiento social permitiendo a sus trabajadores al teletrabajo, así como también los centros educativos hacia sus alumnos a educarse desde casa; esto conllevó al incremento de usuarios en busca de una operadora con la mejor calidad de red en servicios fijos.

Actualmente la operadora Claro presenta caídas del servicio que merman la calidad en su red fija en la provincia de Lima Metropolitana; ante ello, los técnicos del área de Operaciones y Mantenimiento de Red Servicios Fijos HFC se desplazan al punto de la avería para solucionarlo de forma provisoria, obteniendo como casuística el corte de energía, como muestra la *figura 10*.

- Top tipo de falla:
 - ✓ Corte de Energía (baterías robadas).
 - ✓ Llave térmica de suministro en OFF (interruptor de continuidad de energía apagado).
 - ✓ Falla en dispositivos de fuente (dispositivos activos y/o pasivos averiados).
 - ✓ Cable de suministro averiado (canal cortado o desconectado por donde circula la energía).
 - ✓ Fuente bloqueada (el módulo inversor no permite realizar la autonomía de las baterías).
 - ✓ Fuente averiada (fuente de energía en corto circuito o sulfatada).

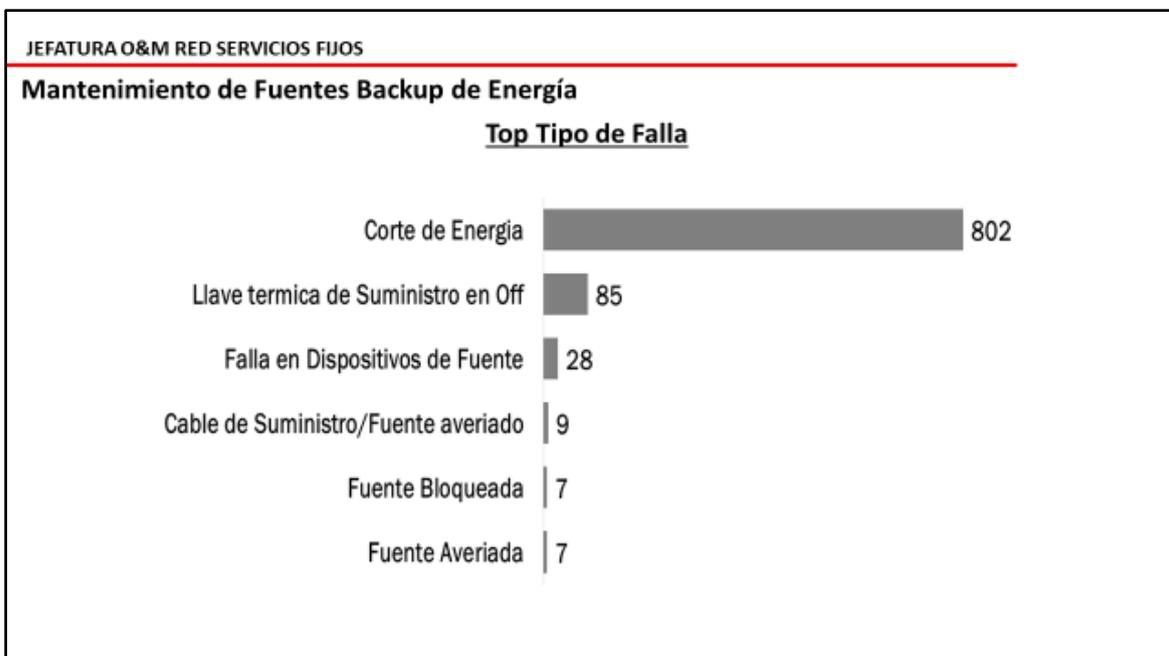


Figura 10. Top Tipo de falla que causan averías en el servicio fijo HFC Lima
Fuente: Mantenimiento de Fuentes Backup de Energía – CLARO (2020)

Evidenciándose en los distritos de Lima Metropolitana con un alto índice de casuística las averías ocasionadas por corte de energía respecto a las fuentes que alimentan al nodo óptico; a pesar que el área de Operaciones y Mantenimiento de Red Servicios Fijos HFC ha instalado previamente como sistema de respaldo de energía la utilización de baterías.

Esto es debido a que se encuentran las fuentes ubicadas en los postes de la planta externa ha ocurrido un hecho preocupante como es la pérdida de baterías por robo, imposibilitando el respaldo de energía en la zona afectada; por ende los dispositivos activos de la red fija no se energizan para hacer llegar la radiofrecuencia de la operadora hacia sus usuarios que se encuentran en la zona de cobertura, lo que implica caídas del servicio en la zona afectada y reclamos de los usuarios que ante los cortes de energía terminan siendo desconectados de la red. Esto se debe a que el único sistema de respaldo de energía que cuenta la operadora Claro son las baterías.

Esta problemática se ve reflejada en la *figura 11*, mostrándonos el top de distritos con mayores averías de servicio que la operadora Claro realizó en su Mantenimiento de Fuentes Backup de energía, ocupando el primer y segundo lugar de este top los distritos de San Martín de Porres y San Juan de Lurigancho, respectivamente. El presente Trabajo de Suficiencia Profesional toma el distrito de San Juan de Lurigancho que presenta un alto índice por robo de baterías, específicamente en dos zonas con direcciones: Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 por la necesidad de mejorar la calidad del servicio de la red fija HFC ante los cortes de energía.

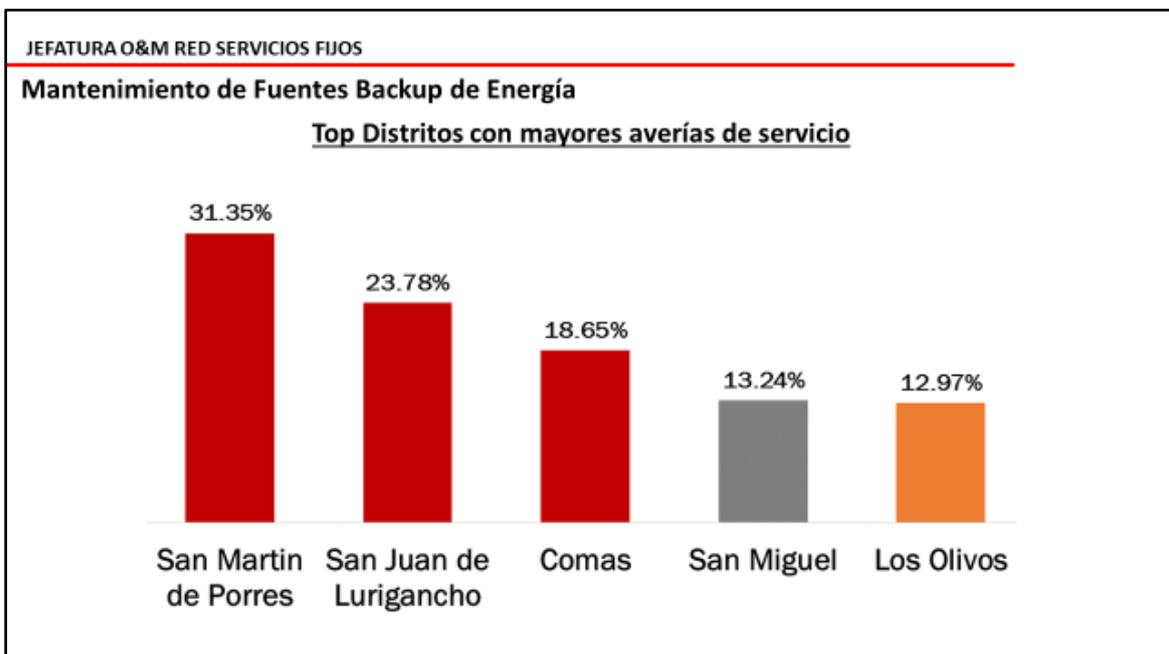


Figura 11. Top Distritos con mayores averías en el servicio fijo HFC
Fuente: Mantenimiento de Fuentes Backup de Energía – CLARO (2020)

3.2. Modelo de solución propuesto

3.2.1. Descripción del proyecto

El presente Trabajo de Suficiencia Profesional propuesto es implementar un sistema de redundancia entre fuentes de energía comercial en dos zonas piloto ubicadas en Jr. Las Lajas 500 y otra en Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho ya que no cuentan con baterías de respaldo (backup) porque suelen ser robadas.

Este sistema está basado en un *switch* inteligente que se implementó en cada ruta del tendido de alimentación que va desde las fuentes de energía hacia sus nodos ópticos, como así también entre ambas fuentes de energía que se encuentran en los extremos del sistema de redundancia.

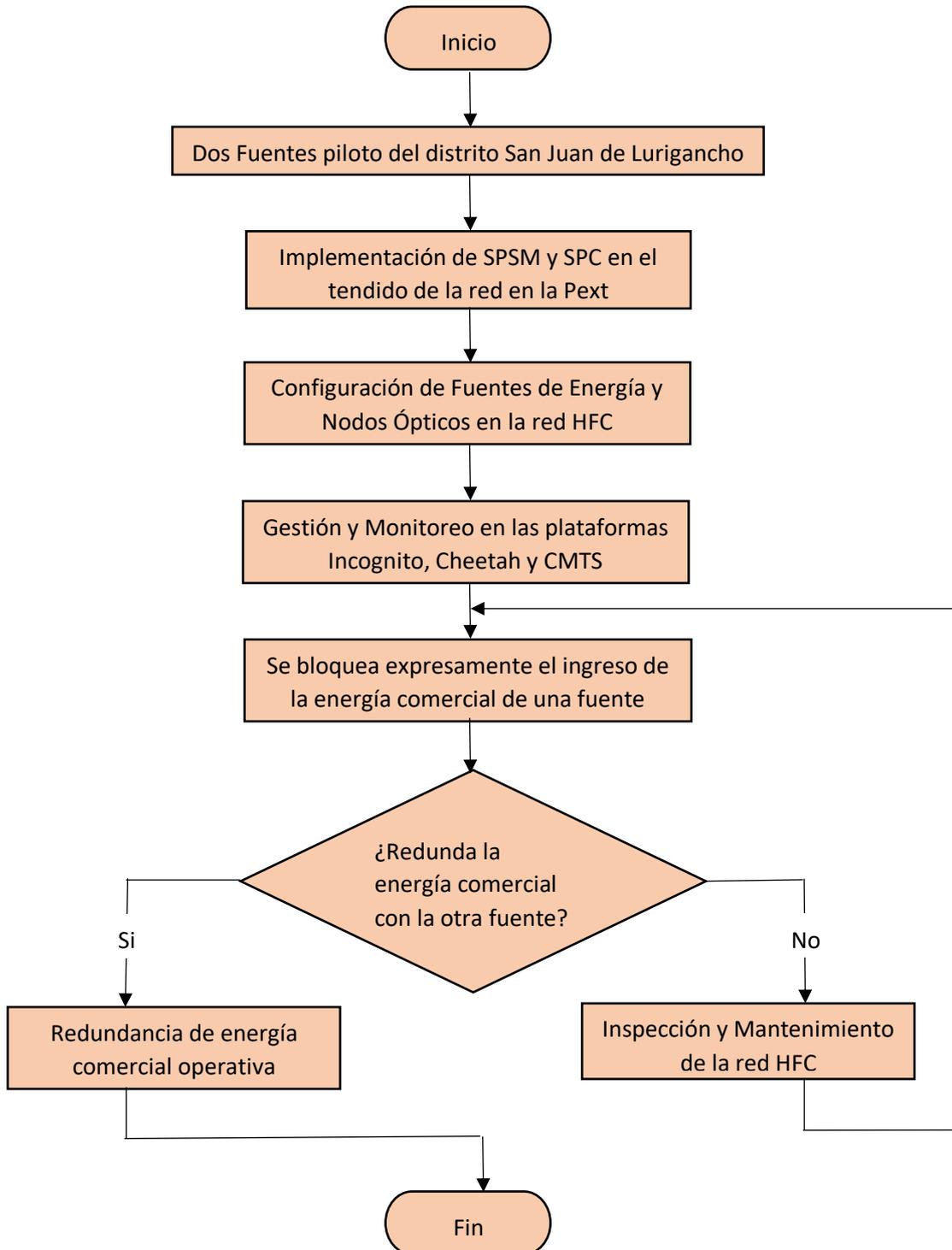
Se utilizó los dispositivos electrónicos SPSM (Multiswitch de encendido inteligente) y el SPC (Combinador de energía dual), conociendo previamente las especificaciones de los equipos (*ver Anexo 2*). Se configuró los atributos de red de las fuentes de energía de las zonas piloto en las plataformas Incognito y Cheetah (plataformas propias de la operadora Claro) para que sean gestionados y monitoreados al momento de realizar las pruebas de operatividad.

En las pruebas de operatividad se bajará expresamente el breaker de una de las fuentes para impedir el ingreso de la energía comercial simulando un corte de energía en la zona para que la energía comercial de la otra fuente que está encendida redunde compartiendo su energización con la fuente apagada, por ende ambos activos de la red fija HFC que son alimentados independientemente por cada fuente sigan brindando los servicios a sus usuarios. Luego se realizó la misma prueba de operatividad en la otra fuente que se ubica al extremo

Por último, se obtuvo un resultado de rendimiento favorable al implementar y configurar el proyecto en las dos zonas piloto del distrito de San Juan de Lurigancho, mejorando la experiencia y calidad de los servicios fijos de voz, video y datos en los usuarios que pertenezcan en la zona de cobertura porque no se quedaron desconectados de la red fija ante un corte de energía y sin el respaldo de baterías.

3.2.2. Diagrama de Operación

El diagrama de operación nos da visión panorámica de las fases que se dieron para la implementación, configuración y test de los dispositivos y equipos en la redundancia de fuentes con energía comercial.



3.2.3. Dispositivos y Equipos

3.2.3.1. Dispositivo SPSM

La *figura 12* nos muestra el dispositivo electrónico SPSM “*Multifunción Smart Power Switch*” cuya función es aprovechar la energía comercial potencialmente ilimitada mediante el uso de redes y fases para respaldar la alimentación en la red. Todo ello con la finalidad de aumentar el tiempo de uso de la red eléctrica existente con otra capa de protección para evitar que se caiga el servicio (Inc. Smart Tech, 2021, pág. 3)



Figura 12. Dispositivo SPSM
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

❖ Interruptor de Energía SPSM

La función de este dispositivo electrónico con ayuda de su microcontrolador, como muestra la *figura 13* es monitorear la energía en la red comprendida entre dos o más dispositivos SPSM, para cuando falle la energía comercial en una fuente eviten el corte de energía redirigiendo automáticamente a una fuente de zona adyacente utilizando la diversidad de fase y de red (Inc. Smart Tech, 2021, pág. 14)

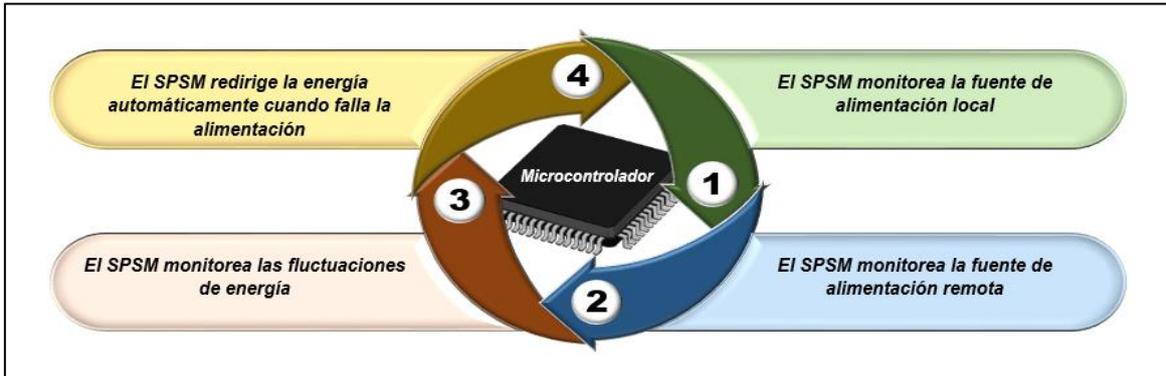


Figura 13. Flujo del Microcontrolador
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

3.2.3.2. Dispositivo SPC

La figura 14 nos muestra este dispositivo electrónico SPC “Smart Power Combiner” cuya función ante un corte de energía comercial en una zona es combinar RF y energía eléctrica, para seguidamente enrutar la energía hacia el interruptor de energía del SPSM, donde su microprocesador que está monitoreando tome la decisión sobre el flujo de energía en la red. La pérdida de inserción del SPC es tan cercana a la de un combinador de potencia normal que no tiene ningún impacto en el diseño de RF (Inc. Smart Tech, 2021, pág. 21)



Figura 14. Dispositivo SPC
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

3.2.3.3. Fuente de Energía Alphacell

La figura 15 nos muestra una fuente de energía Alphacell de modelo “XM2”, este equipo nos permite alimentar a todo los elementos activos de la planta coaxial (Amplificadores, Nodos, etc.) que están tendidos a nivel de *planta externa (Pext)*.

El voltaje de entrada de la Fuente es de 220 Vac y la salida es de 60, 75 y 90 Vac, donde este voltaje viaja por el mismo cable coaxial igual que la señal para distribuirla a los amplificadores (Rojas, 2016, pág. 75).

La fuente de energía Alphacell se encuentra compuesta principalmente por el módulo del transformador y el módulo inversor.



*Figura 15. Fuente de Energía AlphaCell modelo Xm2
Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)*

- **Módulo transformador:** Este módulo presenta dos tomas de salida de corriente independientes (estándar y opcional), la toma de salida de corriente para el led de alarmas externo (LRI), un switch (SW) color rojo configurable para corriente de salida de: 60, 75 y 90 Vac en la cual solo se debe configurar el “SW1” mientras que el “SW2” no se debe tocar (Rojas, 2016, pág. 76).
- **Módulo Inversor:** Este módulo que proporciona alimentación interrumpible al módulo del transformador, el módulo electrónico realiza la transferencia de respaldo y es el encargado de realizar las cargas de baterías. Tiene una pantalla inteligente de fácil manejo y orejuela para su fácil cambio o instalación (Rojas, 2016, pág. 77).

3.2.3.4. Nodo Óptico Motorola

La *figura 16* nos muestra un nodo óptico Motorola de modelo “SG 4000”, este equipo se encarga de procesar la señal óptica en señal eléctrica, además distribuye la señal RF a los dispositivos activos y pasivos de la red HFC.

Presenta dos puertos de ingreso de cable de servicio para fibra óptica en ambos extremos de la tapa del Nodo. Tiene bandeja de fibra para su acondicionamiento. Presenta Pads o atenuadores comunes o compatibles con los amplificadores. Aislamiento superior de puerto a puerto. Se puede alimentar con 60 o 90Vac y pueden soportar una carga de 15A por cada puerto como máximo (Rojas, 2016, pág. 59).

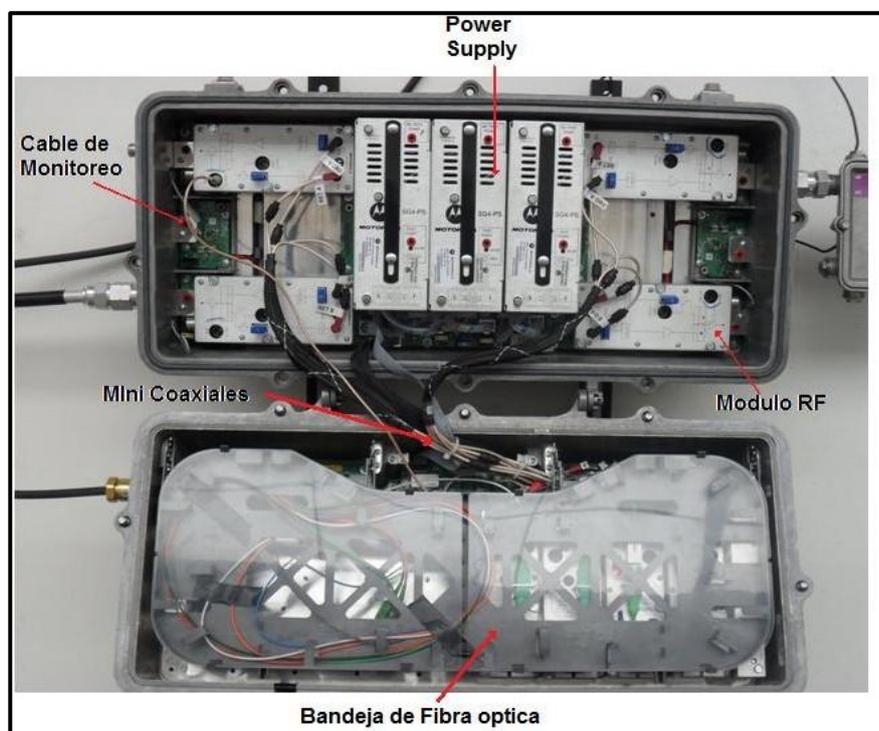


Figura 16. Vista interna del Nodo Óptico
Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)

❖ Transponder de Monitoreo

Este dispositivo electrónico es el encargado de enviar información a la cabecera para su control. Se instala en la tapa del nodo y tiene dos cables mini coaxiales, un mini coaxial se coloca en la tarjeta combinada de retorno y el otro mini coaxial se coloca en el módulo RF.

La figura 17 nos muestra todos los dispositivos electrónicos que cuenta un nodo óptico.

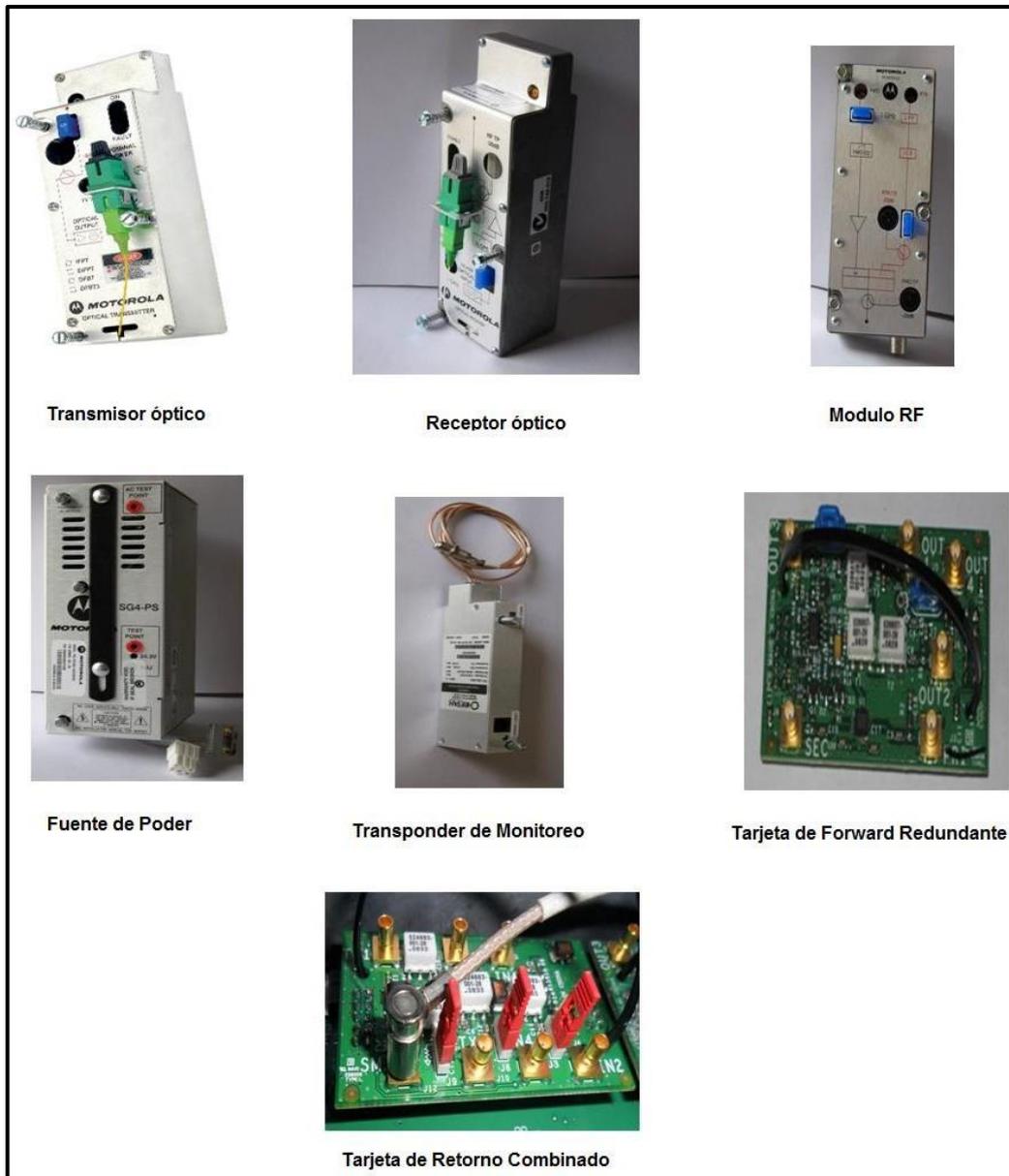


Figura 17. Componentes internos del Nodo Óptico
Fuente: Procedimientos de Mantenimiento Pext HFC (2016)

3.2.4. Ubicación de la Zona de Redundancia de las Fuentes

En la El Trabajo de Suficiencia Profesional se implementó en el distrito de San Juan de Lurigancho de la provincia de Lima – departamento de Lima, la *figura 18* nos muestra las zonas piloto cuyas fuentes se encuentran en las direcciones y coordenadas:

- Fuente A: Jr. Las Lajas 500 – Latitud: $12^{\circ}00'10.5''S$ y Longitud: $77^{\circ}00'05.2''W$
- Fuente B: Jr. Quarzos 1798 – Latitud: $12^{\circ}00'03.3''S$ y Longitud: $77^{\circ}00'03.3''W$

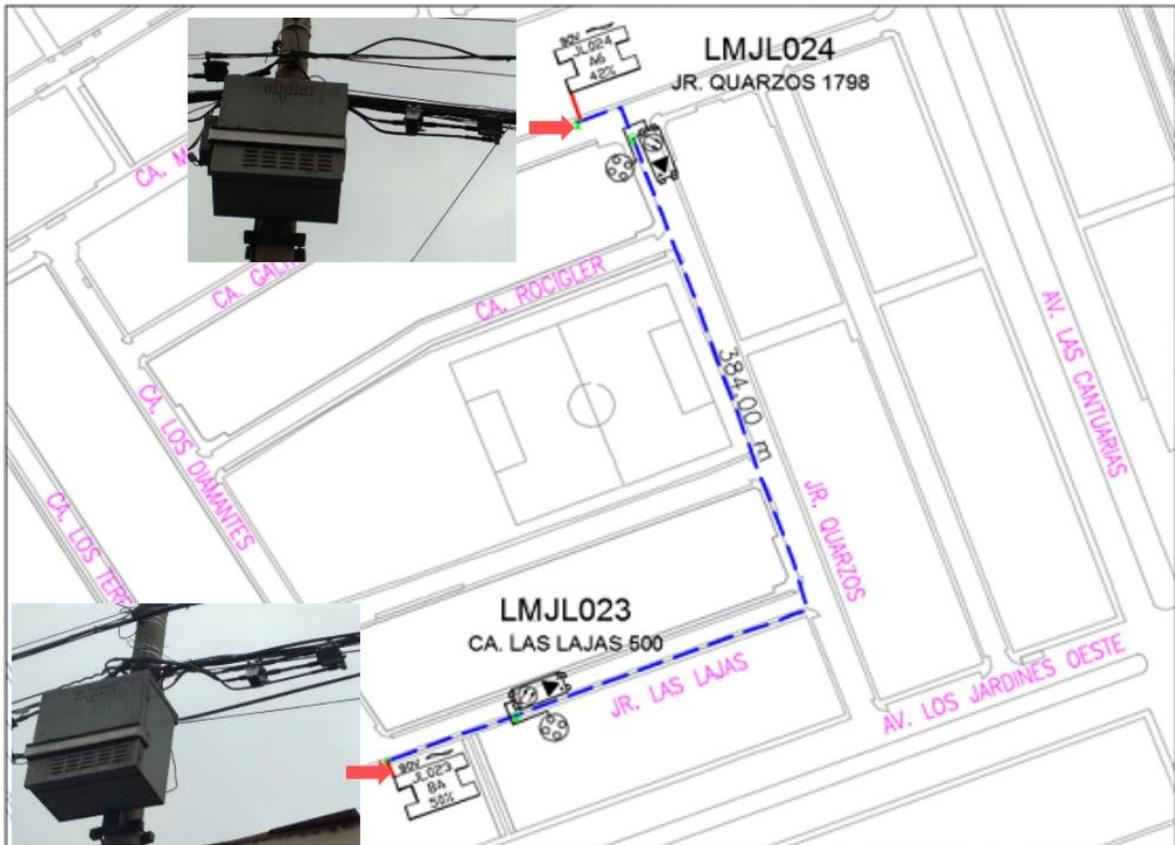


Figura 18. Ubicación de la zona de redundancia de fuentes
Fuente: Sistema de Respaldo de Energía O&M - CLARO (2021)

3.2.5. Diseño e Implementación del Sistema de Redundancia

Nuestra propuesta de solución se desarrolló de la siguiente manera:

3.2.5.1. Competencias y Habilidades del Multiswitch

❖ Configuración del SPSM

El dispositivo SPSM cuenta en su placa interior un fusible interno que según sea el diseño del proyecto a implementarse se configura en:

- Posición de Almacenamiento: Permite la energización a la zona de red HFC por dos fuentes, una para la fuente de alimentación local y otra para fuente de alimentación de respaldo, como se muestra en la *figura 19*.

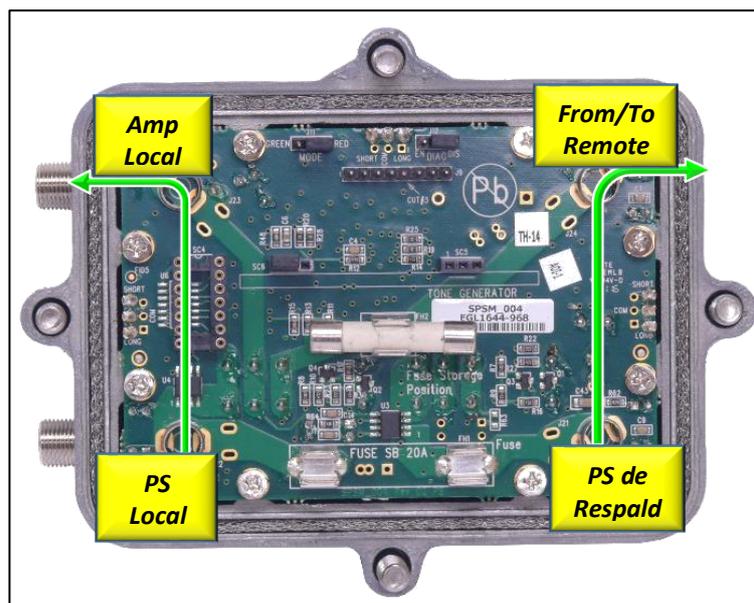


Figura 19. Configuración en Posición de almacenamiento SPSM
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

- Posición de Derivación: Permite la energización a la zona de red HFC por una fuente admitiendo las ubicaciones de alimentación primaria y secundaria en caso de un corte de energía, como se muestra en la *figura 20*.

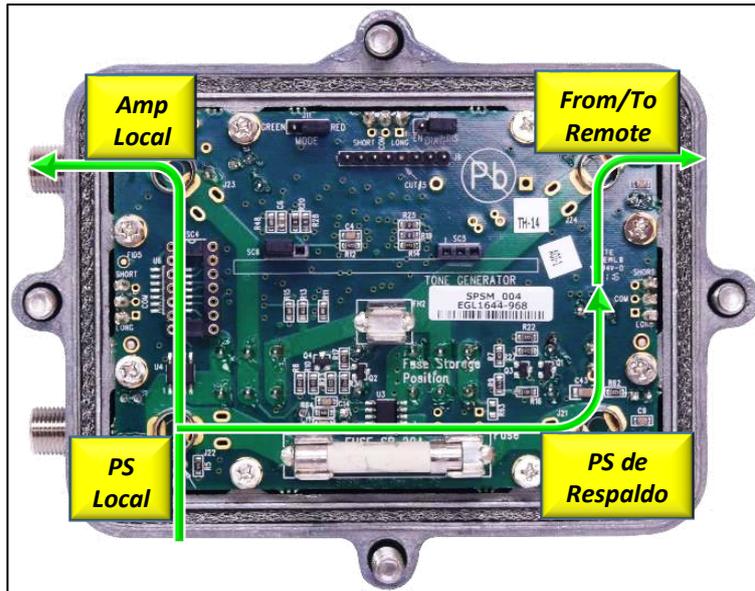


Figura 20. Configuración en Posición de Derivación SPSM
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

Para nuestro diseño de redundancia de fuentes con energía comercial optamos por la configuración Posición de Derivación, ya que la energía comercial se compartirá a través del fusible; dejando operativo las fuentes de ambas zonas de la red HFC, tanto la fuente de la zona de alimentación y la fuente de la zona afectada por el corte de energía.

❖ Configuración del SPC

El dispositivo SPC cuenta en su placa interior un fusible interno que según sea el diseño del proyecto a implementarse se configura en:

- Combinador de Potencia Estándar: En esta configuración no se retira el fusible interno para que permita la combinación de la señal RF y la energía eléctrica en un solo combinador de energía; como se muestra en la figura 21. Esta configuración se adapta a la Posición de almacenamiento del SPSM.

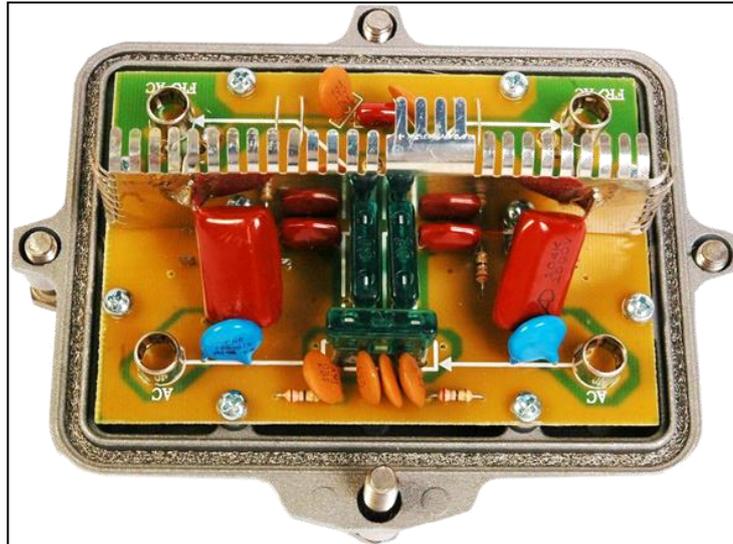


Figura 21. Combinador de Potencia Estandar SPC
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

- Combinador de Potencia Dual: En esta configuración se retira el fusible interno para que exista dos combinadores que enruten la energía al interruptor de energía del SPSM, lo que permite al microprocesador del SPSM monitorear y tomar decisiones sobre el flujo de energía de la red; como se muestra en la *figura 22*. Esta configuración se adapta a la Posición de Derivación del SPSM.

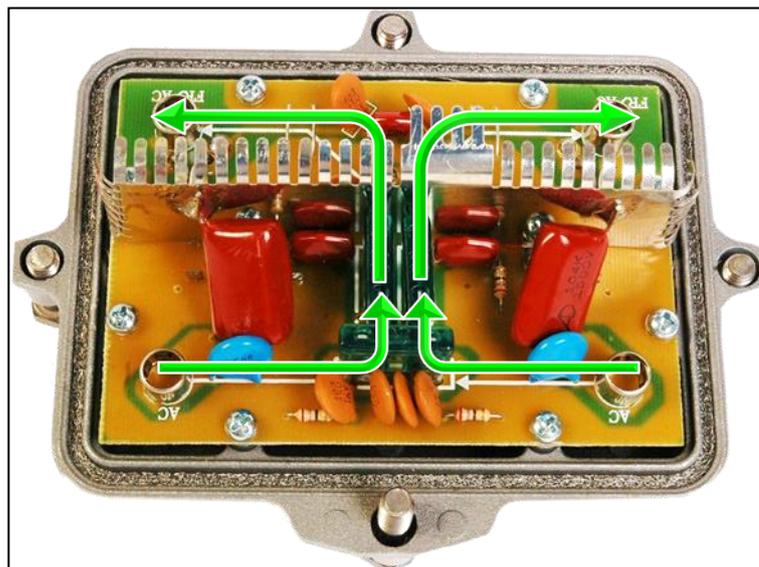


Figura 22. Flujo de Energía en el Combinador de Potencia Dual SPC
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

Para nuestro diseño de redundancia de fuentes con energía comercial optamos por la configuración Combinador de Potencia Dual, ya que la energía comercial se compartirá a través de dos combinadores de energía; dejando operativo las fuentes de ambas zonas de la red HFC, tanto la fuente de la zona de alimentación y la fuente de la zona afectada por el corte de energía.

❖ Conexión de Dispositivos SPSM y SPC

- ✓ El SPSM y el SPC están conectados de manera que la energía fluya desde el SPSM al combinador de energía y luego a la red.
- ✓ El SPSM y el SPC tienen dos puertos para cada punto de conexión, lo que permite seleccionar la configuración del equipo que mejor se adapte al lugar de instalación, como muestra la *figura 23*.
- ✓ Al instalar los SPSM, los puertos From / To Remote deben estar conectados para permitir que el microprocesador de cada SPSM se comuniquen con el otro. Si no es así, el microcontrolador no puede administrar la energía cuando ocurre un corte de energía, como muestra la *figura 24*.

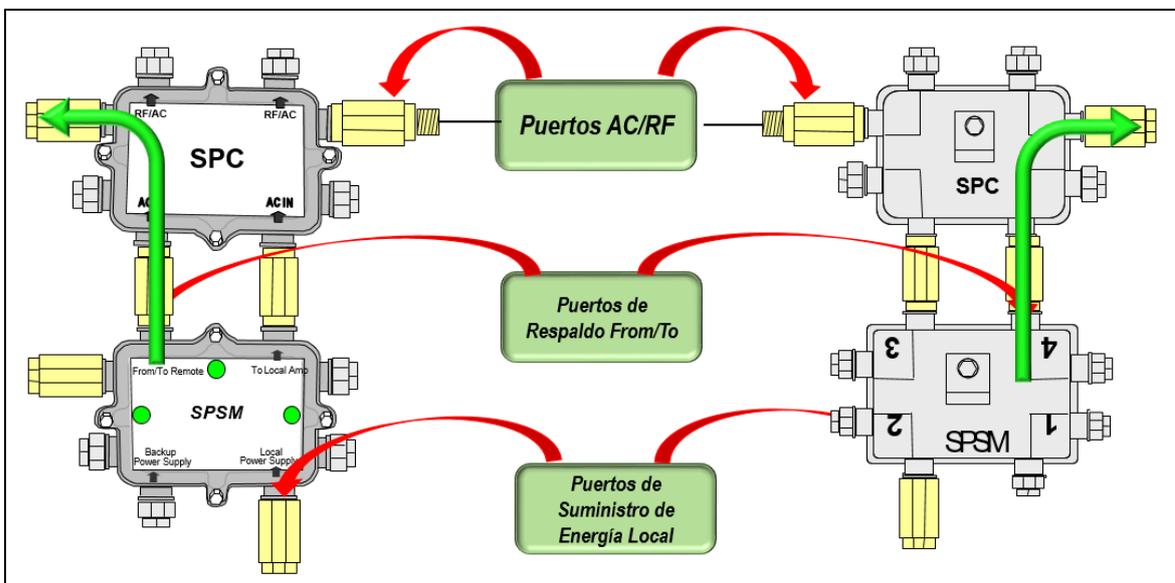


Figura 23. Vista anverso y reverso de la conexión de dispositivos SPSM y SPC
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

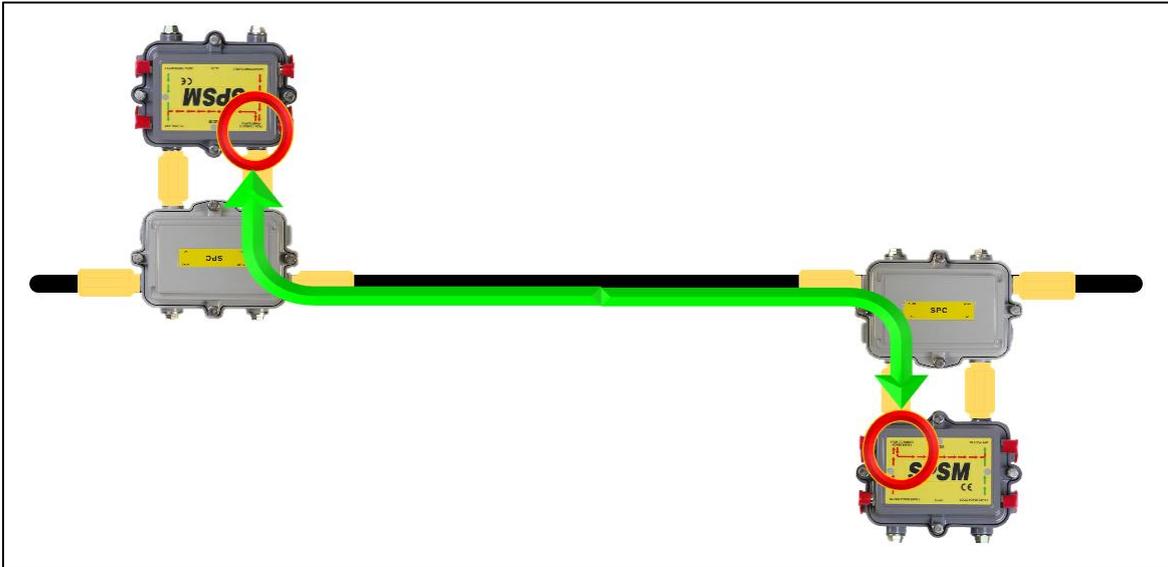


Figura 24. Disposición de conexión en los SPSM y SPC
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

❖ Flujo de energía en los dispositivos SPSM y SPC

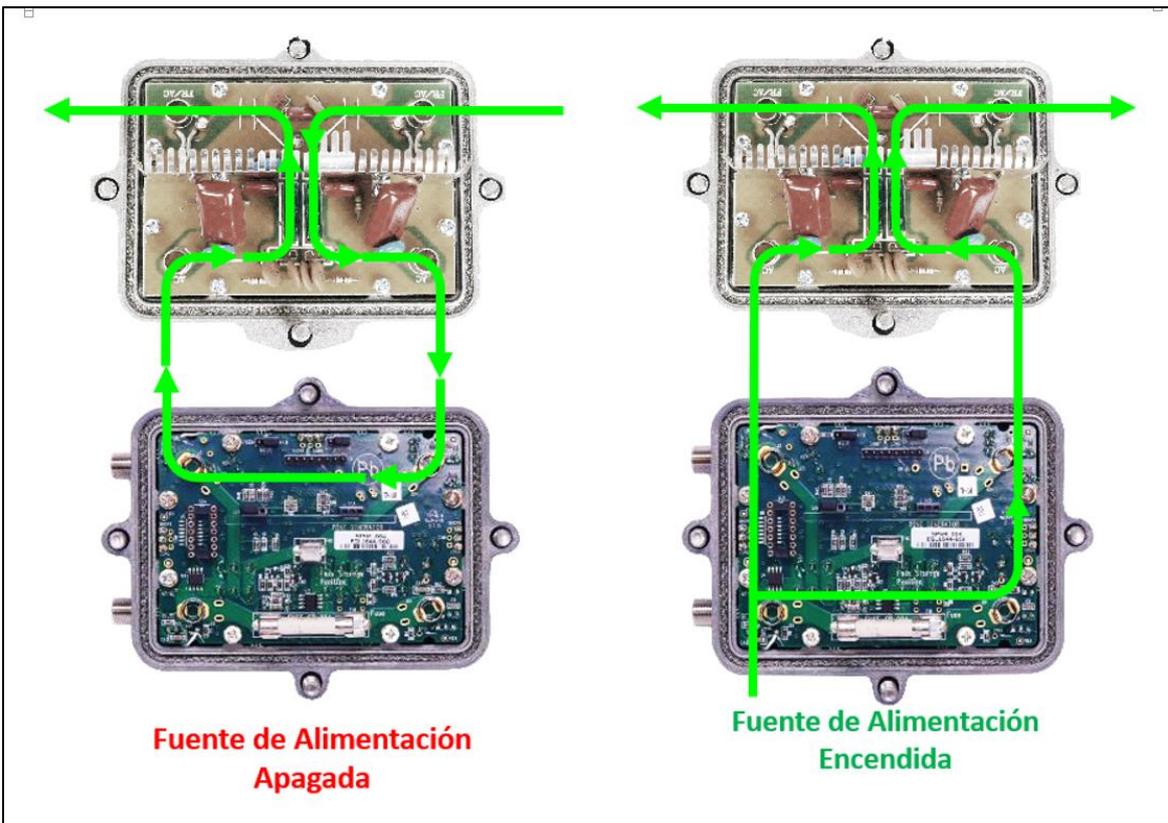


Figura 25. Flujo de energía en los SPSM y SPC de las fuentes redundantes
Fuente: SPSM Basic Training (2021)

3.2.5.2. Enganche del transponder

En esta etapa confirmaremos el nivel de enganche de las fuentes de energía (marca *AlphaCell*) en la red HFC servicios fijos a través de la plataforma *Incognito* de la operadora Claro, para esto se ingresó la MAC del transponder que se encuentra instalado en la fuente de energía.

En la *figura 26* nos muestra la MAC “00:90:EA:08:5B:82” del transponder que nos confirma su enganche al estar “En Línea” a través de su conector Ethernet, el CMTS o HUB de nombre “Zarate” al cual pertenece la fuente en la red servicios fijos, la IP “10.132.23.130” que nos servirá más adelante para la configuración de la gestión; además nos informa el nivel de potencia de *Downstream* en 6.1db y *Upstream* en 39.4db para la fuente LMJL023.



Figura 26. Enganche y gestión de la fuente LMJL023
Fuente: Plataforma Incognito de la operadora Claro (2021)

De la misma forma la *figura 27* nos muestra la MAC “00:90:EA:08:5F:2E” del transponder que nos confirma su enganche al estar “En Línea” a través de su

conector Ethernet, el CMTS o HUB de nombre “Zarate” al cual pertenece la fuente en la red servicios fijos, la IP “10.132.0.34” que nos servirá más adelante para la configuración de la gestión; además nos informa el nivel de potencia de *Downstream* en 7.4db y *Upstream* en 40.4db para la fuente LMJL024.

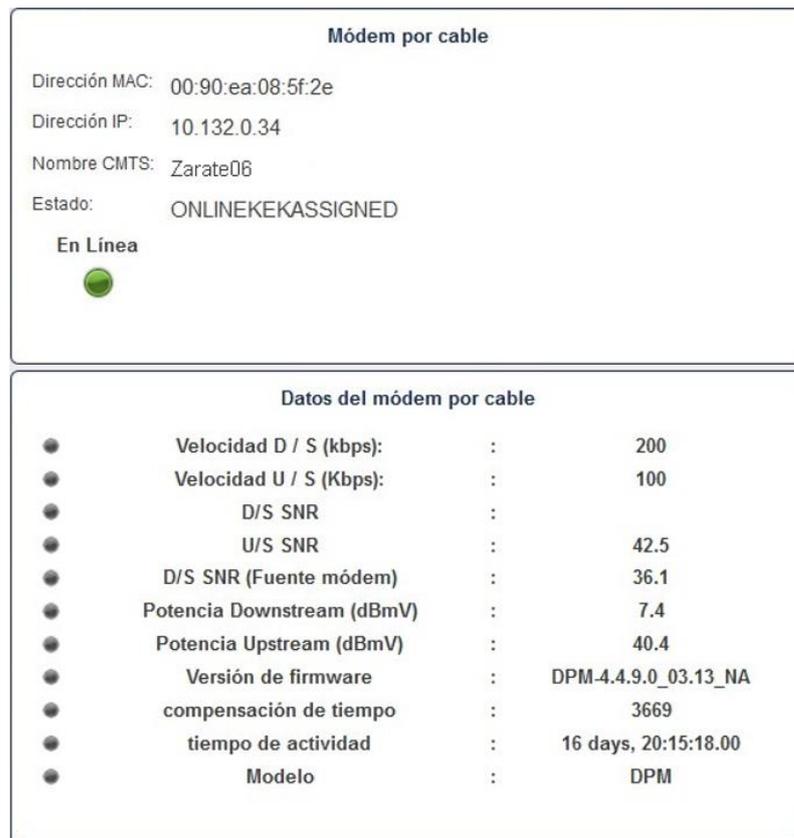


Figura 27. Enganche y gestión de la fuente LMJL024
Fuente: Plataforma Incognito de la operadora Claro (2021)

3.2.5.3. Configuración de la Fuente

En esta siguiente etapa a través de la plataforma *Cheetah* de la operadora Claro se ingresó la MAC del transponder de la fuente de energía (marca *AlphaCell*) gestionando el enganche en el campo *Device Configuration*, donde se configuró las características propias de la fuente, como se muestran en las *figuras 28 y 29*:

- ✓ Display Name: Se nombra la fuente de energía.
- ✓ IP Address: Para gestionar la fuente, se obtiene de la plataforma Incognito.
- ✓ Netmask: Puerta de enlace a la red HFC para que la fuente sea monitoreada.

Device Configuration: LMJL023

Information
Property
Analog
Multi
All attributes

- +  LMJL023
-  LMJL023 Power Supply 1

Display Name	LMJL023 Power Supply 1
Managed	<input checked="" type="checkbox"/>
IP Address	10.132.23.130
Netmask	255.255.255.0

Figura 28. Configuración de la fuente LMJL023
Fuente: Plataforma Cheetah de la operadora Claro (2021)

Device Configuration: LMJL024

Information
Property
Analog
Multi
All attributes

- +  LMJL024
- +  LMJL024 Apps
-  LMJL024 Power Supply 1

Display Name	LMJL024 Power Supply 1
Managed	<input checked="" type="checkbox"/>
IP Address	10.132.0.34
Netmask	255.255.255.0

Figura 29. Configuración de la fuente LMJL024
Fuente: Plataforma Cheetah de la operadora Claro (2021)

3.2.5.4. Topología Física del Sistema de Redundancia

La figura 30 nos muestra panorámicamente la topología física de cómo están dispuesto los dispositivos y equipos en el diseño del sistema de redundancia con energía comercial entre fuentes de la red fija HFC Claro en dos zonas del distrito de San Juan de San Juan de Lurigancho, que tienen por nombre LMJL023 y LMJL024; en ella se observa el flujo de la energía comercial de cada fuente, el Voltaje de salida y el consumo de Corriente para cada plano del distrito de San Juan de Lurigancho.

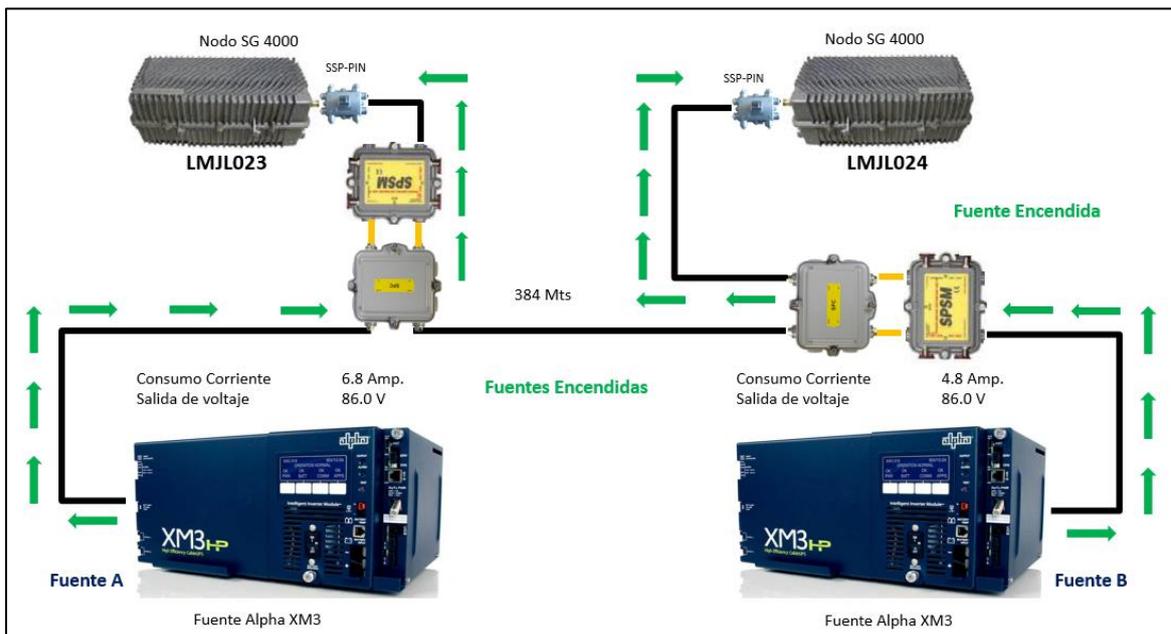


Figura 30. Fuentes LMJL023 y LMJL024 alimentadas con energía comercial
Fuente: Elaboración propia de los equipos involucrados (2021)

❖ Fuente LMJL023

- Gestión de Fuente en Planta externa

A nivel de Planta externa (Pext) el técnico confirmó el robo de baterías al encontrar el Seguro de Banco de Baterías violentado, cables de baterías desconectados y por supuesto sin baterías en la bandeja de la fuente, como se muestra en la figura 31.



Figura 31. Estado físico de la Fuente LMJL023
Fuente: Elaboración propia, fuente LMJL023 (2021)

Se instaló el sistema Multiswitch en el tendido de la red HFC del plano (Fuente de energía & Nodo óptico) LMJL023, en la ruta de alimentación que va desde la fuente de energía hacia el nodo óptico, como se muestra en la *figura 32*.

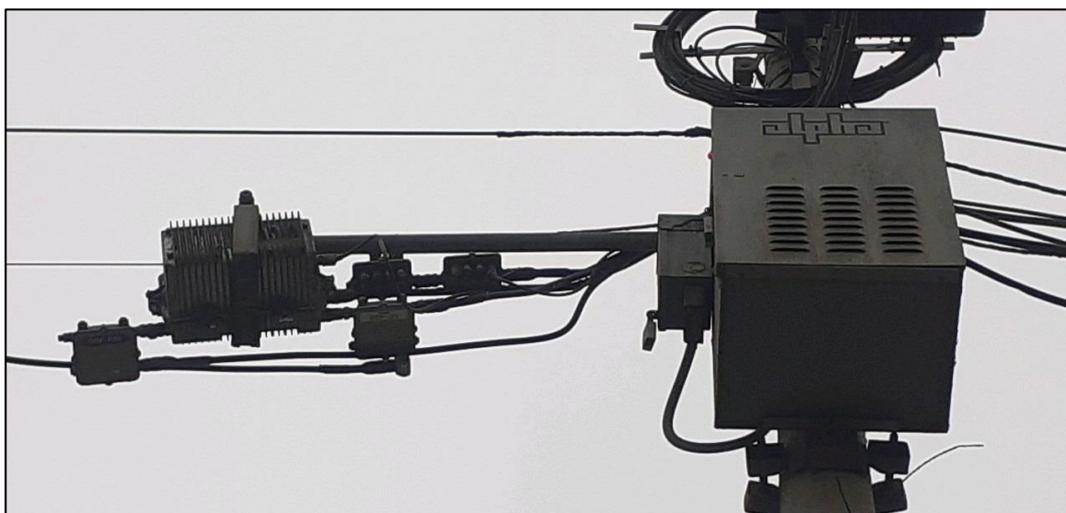


Figura 32. Instalación del sistema Multiswitch en la Pext
Fuente: Elaboración propia, fuente LMJL023 (2021)

Se calibró y validó la gestión de la fuente en sitio, pudiéndose observar en la pantalla LCD del Módulo inversor el Menú técnico, como se muestra en la *figura 33*. Los cuales son:

- ✓ Menú de Potencia: OK
- ✓ Menú de Baterías: Alarmado (Sin baterías)
- ✓ Menú de Comunicaciones: OK
- ✓ Menú de Aplicaciones: OK



Figura 33. Información de la Fuente LMJL023
Fuente: Elaboración propia, Pantalla LCD Módulo Inversor (2021)

La tabla 1 nos muestra los valores técnicos de gestión en la fuente LMJL023 luego de implementarse el Sistema de Redundancia en la Planta Externa.

PLANO	LMJL023
Preventivo	Gestión de Fuente
Fuente	Alpha Cell
Modelo de Fuente	XM3
Modelo del transponder	DPM
MAC del transponder	0090EA085B82
Potencia de Rx	6,2 db
Potencia de Tx	39,7 db
SNR	39,5 db
Corriente de Entrada	4,1 A
Corriente de Salida	6,8 A
Voltaje de Entrada	219,6 V
Voltaje de Salida	86 V

Tabla 1: Información técnica de la Gestión de la fuente LMJL023
Fuente: Elaboración propia, datos de la fuente (2021)

- **Gestión de Fuente a través de la plataforma Cheetah**

La MAC “00:90:EA:08:5B:82” del transponder de la fuente LMJL023 brindado por el técnico nos sirvió para monitorear a través de la plataforma Cheetah la gestión de la fuente en la red HFC servicios fijos, donde validamos su operatividad a través de la información brindada; así como también confirmamos que no presenta baterías en *Total String Voltage = 0 Volts*, como se muestra en la *figura 34*.

Device Alarms	
Power Supply	
PS Minor Alarm	PS Major Alarm
Power Supply Model	ALPHA/XM3-918P-HP
Input Voltage	219.60 VAC
Output Voltage	86.00 Volts
Power Out	570 Watts
Time In Standby	0:00 min:ss
Total String Voltage	0.00 Volts
Output Current 1	6.80 Amps
Output Current 2	
String Charge Current	
String Discharge Current	
Battery Temperature	
Battery Temp Comp	4.0 mV/Cell/C
Serial Number	XM32369C183CU
Input Frequency	sixtyHz
Transponder	

Figura 34. Información de la Fuente LMJL023
Fuente: Gestor de la plataforma Cheetah (2021)

- ❖ **Fuente LMJL024**

- **Gestión de Fuente en Planta externa**

A nivel de Planta externa (Pext) el técnico confirmó el robo de baterías al encontrar el Seguro de Banco de Baterías violentado, cables de baterías desconectados y por supuesto sin baterías en la bandeja de la fuente, como se muestra en la *figura 35*.



Figura 35. Estado físico de la Fuente LMJL024
Fuente: Elaboración propia, fuente LMJL024 (2021)

Se instaló el sistema Multiswitch en el tendido de la red HFC del plano (Fuente de energía & Nodo óptico) LMJL024, en la ruta de alimentación que va desde la fuente de energía hacia el nodo óptico, como se muestra en la *figura 36*.



Figura 36. Instalación del sistema Multiswitch en la Pext
Fuente: Elaboración propia, fuente LMJL024 (2021)

Se calibró y validó la gestión de la fuente en sitio, pudiéndose observar en la pantalla LCD del Módulo inversor el Menú técnico, como se muestra en la figura 37. Los cuales son:

- ✓ Menú de Potencia: OK
- ✓ Menú de Baterías: Alarmado (Sin baterías)
- ✓ Menú de Comunicaciones: OK
- ✓ Menú de Aplicaciones: OK



Figura 37. Información de la Fuente LMJL024
 Fuente: Elaboración propia, Pantalla LCD Módulo Inversor (2021)

La tabla 2 nos muestra los valores técnicos de gestión en la fuente LMJL024 luego de implementarse el Sistema de Redundancia en la Planta Externa.

PLANO	LMJL024
Preventivo	Gestión de Fuente
Fuente	Alpha Cell
Modelo de Fuente	XM3
Modelo del transponder	DPM
MAC del transponder	0090EA085F2E
Potencia de Rx	7,4 db
Potencia de Tx	40,5 db
SNR	39,8 db
Corriente de Entrada	3,1 A
Corriente de Salida	4,8 A
Voltaje de Entrada	217,2 V
Voltaje de Salida	88 V

Tabla 2: Información técnica de la Gestión de la fuente LMJL024

Fuente: Elaboración propia, datos de la fuente (2021)

- **Gestión de Fuente a través de la plataforma Cheetah**

La MAC “00:90:EA:08:5F:2E” del transponder de la fuente LMJL024 brindado por el técnico nos sirvió para monitorear a través de la plataforma Cheetah la gestión de la fuente en la red HFC servicios fijos, donde validamos su operatividad a través de la información brindada; así como también confirmamos que no presenta baterías en *Total String Voltage = 0 Volts*, como se muestra en la *figura 38*.

Device Alarms	
Power Supply	
PS Minor Alarm	PS Major Alarm
Power Supply Model	ALPHA/XM3-918P-HP
Input Voltage	216.00 VAC
Output Voltage	86.00 Volts
Power Out	390 Watts
Time In Standby	0:00 min:ss
Total String Voltage	0.00 Volts
Output Current 1	4.80 Amps
Output Current 2	
String Charge Current	
String Discharge Current	
Battery Temperature	
Battery Temp Comp	5.0 mV/Cell/C
Serial Number	XM32369C183CU
Input Frequency	sixtyHz
Transponder	

Figura 38. Información de la Fuente LMJL024
Fuente: Gestor de la plataforma Cheetah (2021)

3.2.5.5. Monitoreo de abonados en el Sistema de Redundancia

En el monitoreo de los abonados conectados en la red HFC Claro se utilizó la plataforma CMTS de la operadora Claro, para ello se necesitó conocer previamente del gestor Incognito el HUB al cual pertenece los planos LMJL023 y LMJL024, siendo esta el “HUB Zarate” (véanse las figuras 26 y 27).

En la plataforma del CMTS seleccionamos el HUB Zarate e ingresamos el comando de visualización de la red seguido por el nombre del plano:

“show cable modem summary port | include LMJL023”

“show cable modem summary port | include LMJL024”

La *figura 39* nos muestra el monitoreo en tiempo real de la cantidad y porcentaje de abonados conectados en la red HFC de los planos LMJL023 y LMJL024 cuando ocurrió el corte de energía en una fuente y luego en la otra; obteniendo como resultado la eficiencia del sistema de redundancia con energía comercial entre las fuentes, ya que no presentó caídas del servicio, como se detalla en lo siguiente:

- ✓ CMTS: Zarate
- ✓ Plano: LMJL023
- ✓ Cantidad de abonados: 156
- ✓ Abonados conectados: 100%
- ✓ Plano: LMJL024
- ✓ Cantidad de abonados: 124
- ✓ Abonados conectados: 100%

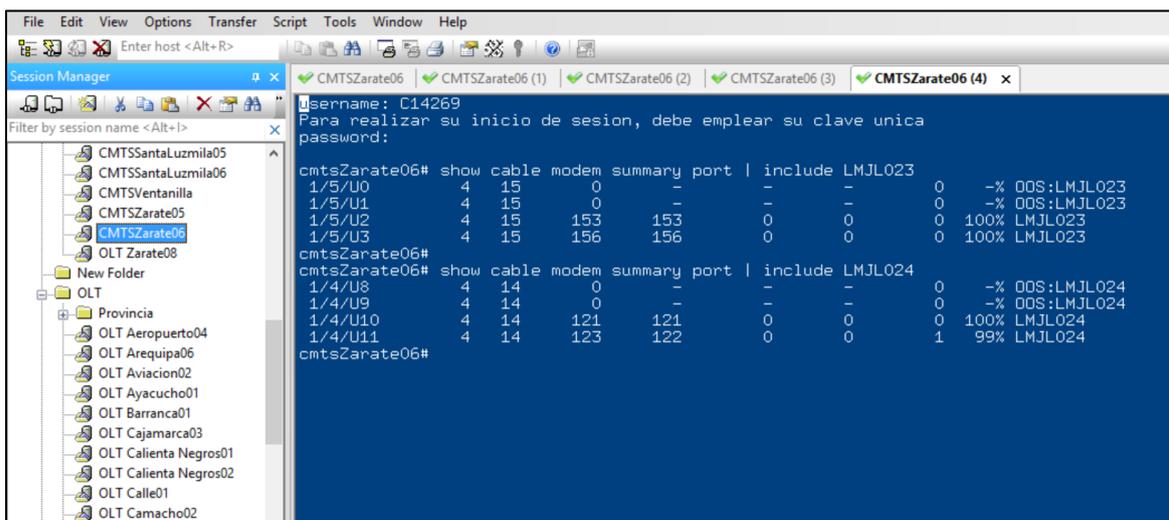


Figura 39. Cantidad de abonados conectados a la red LMJL023 y LMJL024

Fuente: Gestor de la plataforma CMTS (2021)

3.3. Resultados

Detallamos los resultados favorables obtenidos en nuestro Trabajo de Suficiencia Profesional para beneficio de una transmisión interrumpida en los servicios fijos de la red HFC brindados por la operadora Claro a sus usuarios basado por un energización de redundancia entre fuentes.

3.3.1. Resultados Técnicos

3.3.1.1. Redundancia desde la Fuente LMJL024 hacia LMJL023

Se comprobó la eficiencia del sistema de redundancia entre fuentes con energía comercial, para esto se realizó un test bajando deliberadamente el braker de la fuente LMJL023 para interrumpir el ingreso de la energía comercial en la red HFC simulando un corte de energía en la zona Jr. Las Lajas 500.

La *figura 40* nos muestra como es la energización de este sistema de redundancia, donde la fuente LMJL024 soporta la carga de ambas fuentes, sin que ninguno de los dos planos de la red HFC se vea perjudicado con caídas de servicio.

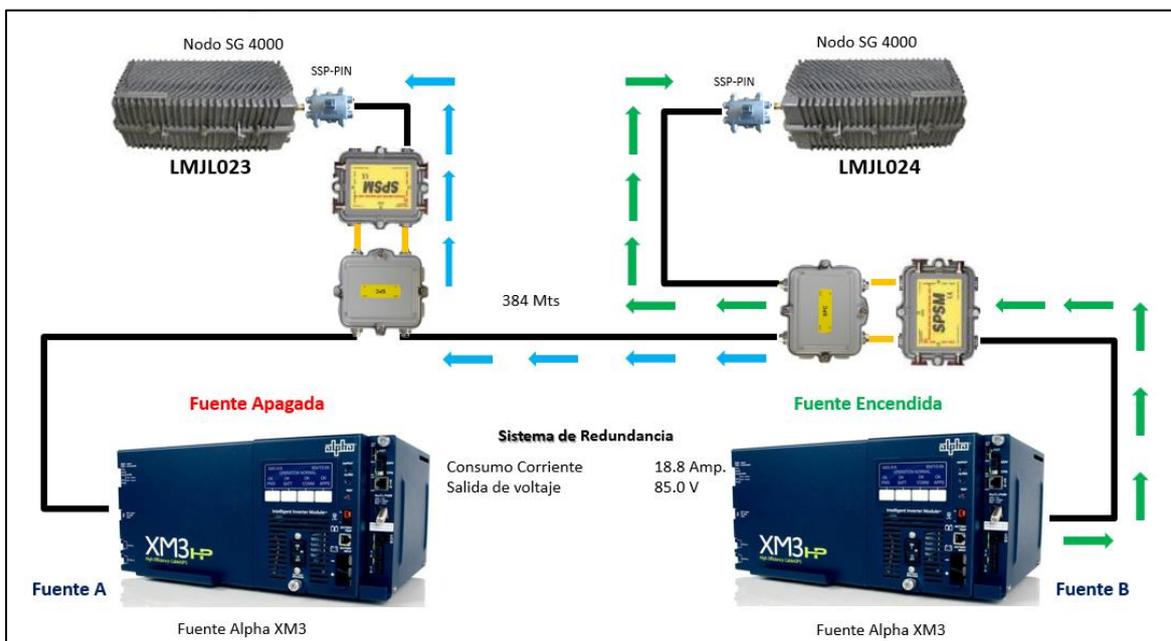


Figura 40. Redundancia de Energía cuando la Fuente LMJL023 está en OFF
Fuente: Elaboración propia de los equipos involucrados (2021)

❖ Test del Sistema de Redundancia

Debido a que se bajó el breaker en la fuente LMJL023 se monitoreo su operatividad a través de la plataforma Cheetah confirmando que se perdió gestión porque no se visualizó los valores técnicos de la fuente como Voltaje y Amperaje, ya que en su lugar nos indicó el mensaje “*not available*”, como se muestra en la figura 41.

Device Name:	DOCSIS_0090ea085b82	Class:	CTHMSTransponder	User Field 1:
IP Address:	10.132.23.130	Device Type:	HMS Transponder	User Field 2:
MAC Address:	00 90 ea 08 5b 82	Group Name:	HMS	User Field 3:
Device Category:	Transponder	Application:	HFC	User Field 4:
Vendor Information:	!!not set!!	Template Version:	6.3.0.0	User Field 5:
Modifier:	Standard (Standard)			
Location:				
User Comment:				
Refresh In 3 <input type="text"/> Seconds Refresh Pause Stop				
Analog: Analog Non-alarmable Analog Controls Multi Misc Options DeviceCfg				
Attribute Name	Actual	Units		
Receive Power	Not available	dBmV		
Transmit Power	Not available	dBmV		
LMMP132 Power Supply 1:Input Voltage	Not available	VAC		
LMMP132 Power Supply 1:Output Voltage	Not available	Volts		
LMMP132 Power Supply 1:Total String Voltage	Not available	Volts		
Power Supply 1:Current Out 1:Output Current	Not available	Amps		
Power Supply 1:String 1 Battery 1:Battery Voltage	Not available	VDC		
Power Supply 1:String 1 Battery 2:Battery Voltage	Not available	VDC		
Power Supply 1:String 1 Battery 3:Battery Voltage	Not available	VDC		
Power Supply 1:Temp Sensor 1:Sensor Temperature	Not available	DegC		

Figura 41. Sin Gestión técnica en la Fuente LMJL024
Fuente: Gestor de la plataforma Cheetah (2021)

De forma paralela en la fuente LMJL024 también se monitoreo su operatividad a través de la plataforma Cheetah, confirmando que se tiene gestión porque se visualizó los valores técnicos de la fuente como Voltaje y Amperaje; además se comprobó que la cantidad de corriente que entrega la fuente tuvo una variación de incremento a comparación cuando no se estaba realizando el test (véase la figura 32), debido a que está entregando más carga para energizar a más dispositivos en la red HFC, confirmando la redundancia con la fuente LMJL023, como se muestra en la figura 42.

Power Supply	
PS Minor Alarm	PS Major Alarm
Power Supply Model	ALPHA/XM3-918P-HP
Input Voltage	214.80 VAC
Output Voltage	85.00 Volts
Power Out	1570 Watts
Time In Standby	0:00 min:ss
Total String Voltage	0.00 Volts
Output Current 1	18.80 Amps
Output Current 2	
String Charge Current	
String Discharge Current	
Battery Temperature	
Battery Temp Comp	5.0 mV/Cell/C
Serial Number	XM32369C183CU
Input Frequency	sixtyHz
Transponder	

Figura 42. Información técnica de la Fuente LMJL024
Fuente: Gestor de la plataforma Cheetah (2021)

La *tabla 3* nos muestra los valores técnicos en el instante que se realizó el test del Sistema de Redundancia desde la fuente LMJL024 hacia la fuente LMJL023 en la Planta Externa.

PLANO	LMJL024
Preventivo	Redundancia de Fuente
Fuente	Alpha Cell
Modelo de Fuente	XM3
Modelo del transponder	DPM
MAC del transponder	0090EA085B82
Potencia de Rx	6,0 db
Potencia de Tx	39,7 db
SNR	39,5 db
Corriente de Entrada	4,1 A
Corriente de Salida	18,0 A
Voltaje de Entrada	214,8 V
Voltaje de Salida	85 V

Tabla 3: Información técnica del Sistema de Redundancia de la fuente LMJL024

Fuente: Elaboración propia datos del sistema de redundancia (2021)

3.3.1.2. Redundancia desde la Fuente LMJL023 hacia LMJL024

De la misma forma se realizó el test en la otra zona bajando deliberadamente el braker de la fuente LMJL024 para interrumpir el ingreso de la energía comercial en la red HFC simulando un corte de energía en la zona Jr. Quarzos 1798, comprobando también la eficiencia del sistema de redundancia entre fuentes con energía comercial.

La *figura 43* nos muestra como es la energización de este sistema de redundancia, donde la fuente LMJL023 soporta la carga de ambas fuentes, sin que ninguno de los dos planos de la red HFC se vea perjudicado con caídas de servicio.

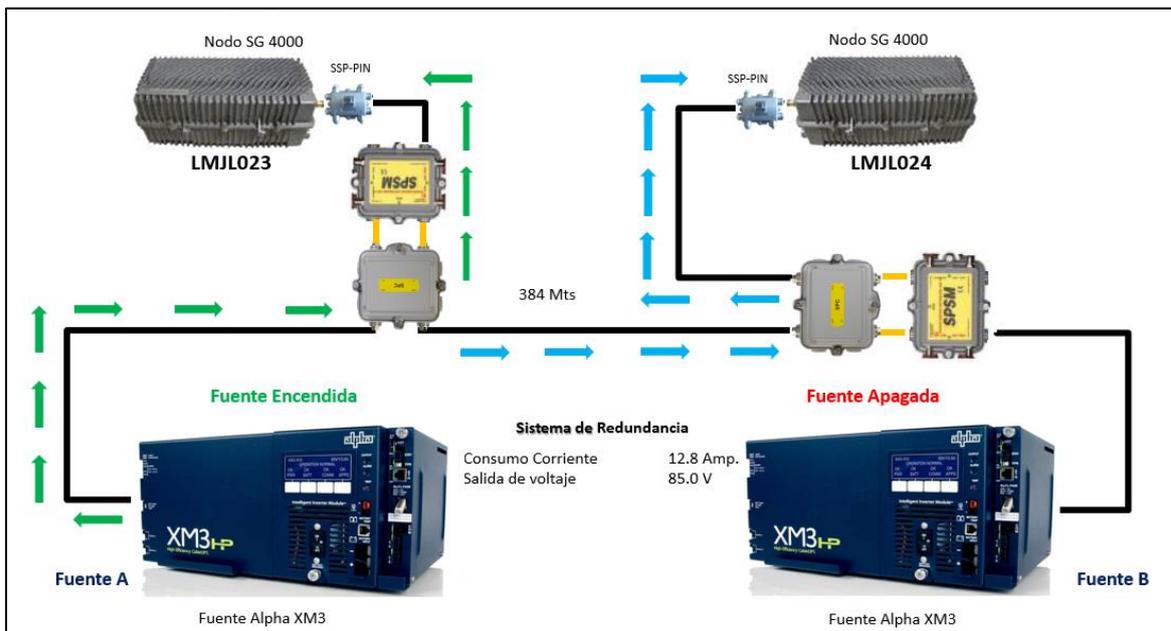


Figura 43. Redundancia de Energía cuando la Fuente LMJL024 está en OFF
Fuente: Elaboración propia de los equipos involucrados (2021)

❖ Test del Sistema de Redundancia

Debido a que se bajó el braker en la fuente LMJL024 se monitoreo su operatividad a través de la plataforma Cheetah confirmando que se perdió gestión porque no se visualizó los valores técnicos de la fuente como Voltaje y Amperaje, ya que en su lugar nos indicó el mensaje “*not available*”, como se muestra en la *figura 44*.

Device Name:	DOCSIS_0090ea085f2e	Class:	CTHMSTransponder	User Field 1:
IP Address:	10.132.0.34	Device Type:	HMS Transponder	User Field 2:
MAC Address:	00 90 ea 08 5f 2e	Group Name:	HMS	User Field 3:
Device Category:	Transponder	Application:	HFC	User Field 4:
Vendor Information:	DPM-4.4.9.0_03.13_NA	Template Version:	6.3.0.0	User Field 5:
Modifier:	Standard (Standard)			
Location:	Ca. San Juan Salinas Frente A La Mz D Lt 11(-11.987665, -77.096927)			
User Comment:				
Refresh In <input type="text" value="9"/> Seconds Refresh Pause Stop				
Analog: Analog Non-alarmable Analog Controls Multi Misc Options DeviceCfg				
Attribute Name		Actual	Units	
Receive Power		Not available	dBmV	
Transmit Power		Not available	dBmV	
LMMP133 Power Supply 1:Input Voltage		Not available	VAC	
LMMP133 Power Supply 1:Output Voltage		Not available	Volts	
LMMP133 Power Supply 1:Total String Voltage		Not available	Volts	
Power Supply 1:Current Out 1:Output Current		Not available	Amps	
Power Supply 1:String 1 Battery 1:Battery Voltage		Not available	VDC	
Power Supply 1:String 1 Battery 2:Battery Voltage		Not available	VDC	
Power Supply 1:String 1 Battery 3:Battery Voltage		Not available	VDC	

*Figura 44. Sin Gestión técnica en la Fuente LMJL024
Fuente: Gestor de la plataforma Cheetah (2021)*

De forma paralela en la fuente LMJL023 también se monitoreó su operatividad a través de la plataforma Cheetah, confirmando que se tiene gestión porque se visualizó los valores técnicos de la fuente como Voltaje y Amperaje; además se comprobó que la cantidad de corriente que entrega la fuente tuvo una variación de incremento a comparación cuando no se estaba realizando el test (véase la figura 29), debido a que está entregando más carga para energizar a más dispositivos en la red HFC, confirmando la redundancia con la fuente LMJL024, como se muestra en la *figura 45*.

Power Supply	
PS Minor Alarm	PS Major Alarm
Power Supply Model	ALPHA/XM3-918P-HP
Input Voltage	217.20 VAC
Output Voltage	85.00 Volts
Power Out	1050 Watts
Time In Standby	0:00 min:ss
Total String Voltage	0.00 Volts
Output Current 1	12.80 Amps
Output Current 2	
String Charge Current	
String Discharge Current	
Battery Temperature	
Battery Temp Comp	4.0 mV/Cell/C
Serial Number	XM32369C183CU
Input Frequency	sixtyHz
Transponder	

Figura 45. Información técnica de la Fuente LMJL023
Fuente: Gestor de la plataforma Cheetah (2021)

La *tabla 4* nos muestra los valores técnicos en el instante que se realizó el test del Sistema de Redundancia desde la fuente LMJL023 hacia la fuente LMJL024 en la Planta Externa.

PLANO	LMJL023
Preventivo	Redundancia de Fuentes
Fuente	Alpha Cell
Modelo de Fuente	XM3
Modelo del transponder	DPM
MAC del transponder	0090EA085B82
Potencia de Rx	5,9 db
Potencia de Tx	39,7 db
SNR	39,5 db
Corriente de Entrada	4,1 A
Corriente de Salida	12,8 A
Voltaje de Entrada	217,2 V
Voltaje de Salida	85 V

Tabla 4: Información técnica del Sistema de Redundancia de la fuente LMJL023

Fuente: Elaboración propia datos del sistema de redundancia (2021)

3.3.2. Resultados de calidad del servicio

A las pruebas técnicas realizadas en campo sobre la operatividad del Sistema de Redundancia con energía comercial entre las fuentes LMJL023 y LMJL024, se monitoreó de forma paralela la calidad del servicio en la red HFC de los planos que son energizados por dichas fuentes. Para esto se utilizó la plataforma Pathtrak de la operadora Claro para el monitoreo del espectro en las portadoras de los planos, estas portadoras se encuentran en las frecuencias de 30,40 y 36,80 MHz.

En las *figuras 46 y 47* de los planos LMJL023 Y LMJL024 respectivamente, nos muestra que los dispositivos Multiswitch incorporados en la red HFC no ocasionaron interferencia/ruido en el comportamiento de las portadoras que se desempeñaron con un nivel de 50dbmV transportando la señal en 64-QAM, obteniendo indicadores favorables.

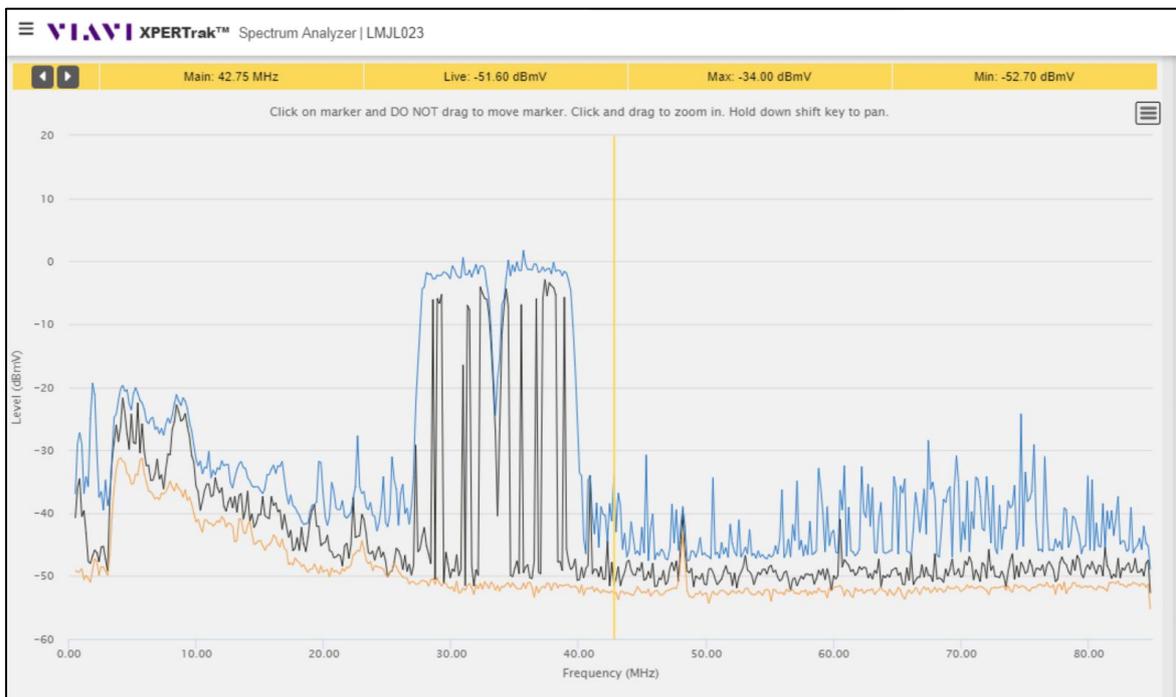


Figura 46. Espectro de la Portadora en el plano LMJL023
Fuente: Gestor de la plataforma Pathtrak (2021)

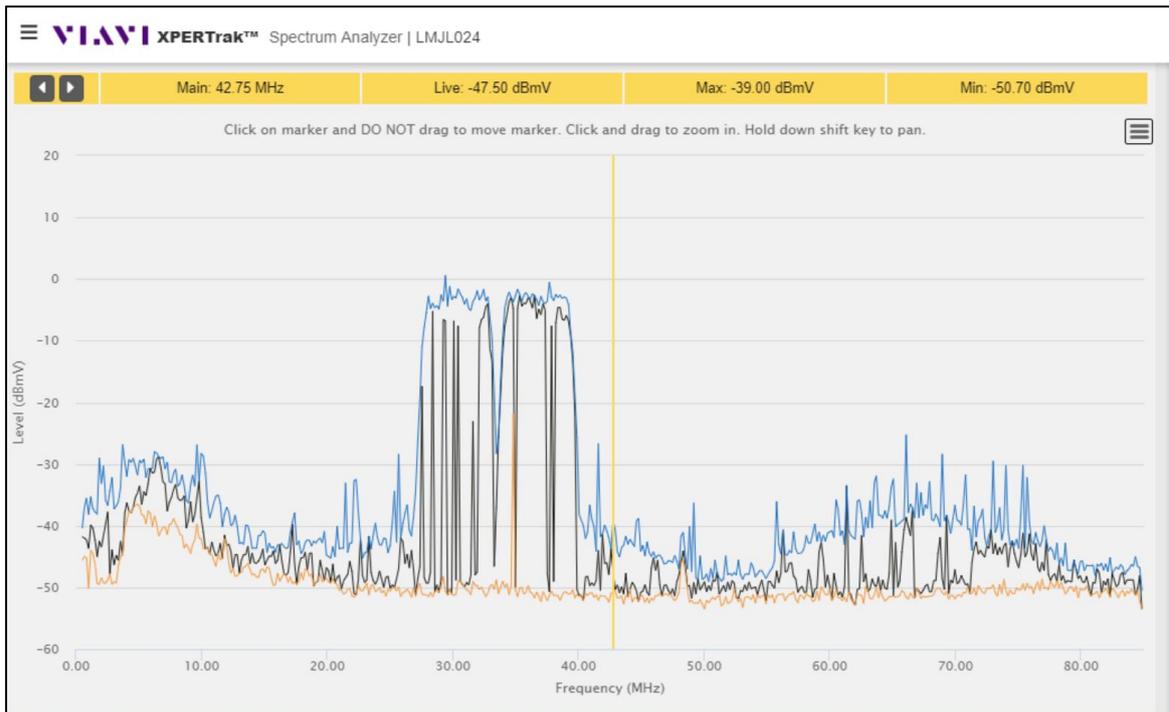


Figura 47. Espectro de la Portadora en el plano LMJL024
Fuente: Gestor de la plataforma Pathtrak (2021)

❖ Evolución en Caídas del servicio por Corte de Energía en las Fuentes

La *figura 48* nos muestra las métricas del tercer trimestre del presente año en base a datos de las averías que son ocasionadas por corte de energía, de la misma forma la cantidad de abonados (clientes) afectados en todas las fuentes de la red HFC Claro del distrito de San Juan de Lurigancho en los meses posteriores a la instalación del Sistema de Redundancia de las fuentes LMJL023 y LMJL024, no encontrándose las fuentes de nuestro Trabajo de Suficiencia Profesional, indicador positivo que no hubo caídas del servicio.

Asimismo, se extrajo de la base de datos de las averías que son ocasionadas por corte de energía en el distrito de San Juan de Lurigancho (véase la *figura 50*) un muestreo de 5 fuentes que son: LMJL145, LMJL068, LMJL110, incluyendo nuestras fuentes LMJL023 y LMJL024; allí se comparó los cortes de energía realizándose una medición de días con caídas del servicio vs los meses del tercer trimestre del presente año, como se muestra en la *figura 49*.

Plano	HUB	Provincia	Distrito	Red2	Tipo de Falla	Clientes Afectados	Tipo de Avería	Fecha	Hora de inicio	Solo Hora	Hora fin
LMJL016	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	206	TOTAL	09/06/2021	12:50:01	12	15:47:04
LMJL016	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	206	TOTAL	09/06/2021	19:01:52	19	21:26:17
LMJL150	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	233	TOTAL	11/06/2021	12:20:02	12	14:08:35
LMJL163	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	190	TOTAL	11/06/2021	22:05:48	22	00:06:50
LMJL110	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	124	TOTAL	12/06/2021	07:24:42	7	08:33:43
LMJL047	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	291	TOTAL	15/06/2021	09:45:05	9	15:00:05
LMJL015	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	213	TOTAL	20/06/2021	13:04:47	13	15:11:25
LMJL049	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	207	TOTAL	21/06/2021	20:45:37	20	22:06:00
LMJL116	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	320	TOTAL	02/07/2021	07:46:49	7	11:38:24
LMJL145	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	251	TOTAL	03/07/2021	20:45:43	20	22:55:59
LMJL169	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	266	TOTAL	04/07/2021	04:49:01	4	09:15:00
LMJL145	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	231	TOTAL	05/07/2021	12:04:28	12	14:08:18
LMJL007	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	178	TOTAL	08/07/2021	13:50:49	13	16:08:53
LMJL028	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	198	TOTAL	14/07/2021	09:52:14	9	12:26:47
LMJL082	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	168	TOTAL	15/07/2021	07:45:21	7	11:10:37
LMJL166	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	208	TOTAL	16/07/2021	09:40:26	9	13:23:17
LMJL145	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	249	TOTAL	16/07/2021	12:38:03	12	14:29:17
LMJL065	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	212	TOTAL	24/07/2021	22:10:20	22	00:12:05
LMJL022	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	184	TOTAL	29/07/2021	14:04:49	14	15:32:54
LMJL046	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	151	TOTAL	06/08/2021	13:20:18	13	16:19:14
LMJL080	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	264	TOTAL	10/08/2021	15:13:55	15	17:57:15
LMJL171	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	270	TOTAL	10/08/2021	20:08:29	20	07:46:13
LMJL068	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	167	TOTAL	14/08/2021	08:18:18	8	18:16:41
LMJL035	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	265	TOTAL	17/08/2021	12:34:28	12	14:14:43
LMJL134	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	366	TOTAL	18/08/2021	21:09:04	21	23:53:21
LMJL047	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	279	TOTAL	22/08/2021	12:13:35	12	13:53:32
LMJL068	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	177	TOTAL	24/08/2021	20:24:35	20	23:15:44
LMJL122	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	260	TOTAL	26/08/2021	04:31:18	4	06:07:58
LMJL133	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	275	TOTAL	27/08/2021	14:09:36	14	16:23:32
LMJL142	ZARATE	LIMA	SAN JUAN DE LURIGANCHO	HFC	CORTE DE ENERGIA	165	TOTAL	28/08/2021	14:37:52	14	17:15:47

Figura 48. Fuentes en Averías por Corte de Energía en San Juan de Lurigancho
Fuente: Elaboración propia de las Métricas en las Fuentes de Energía Claro (2021)

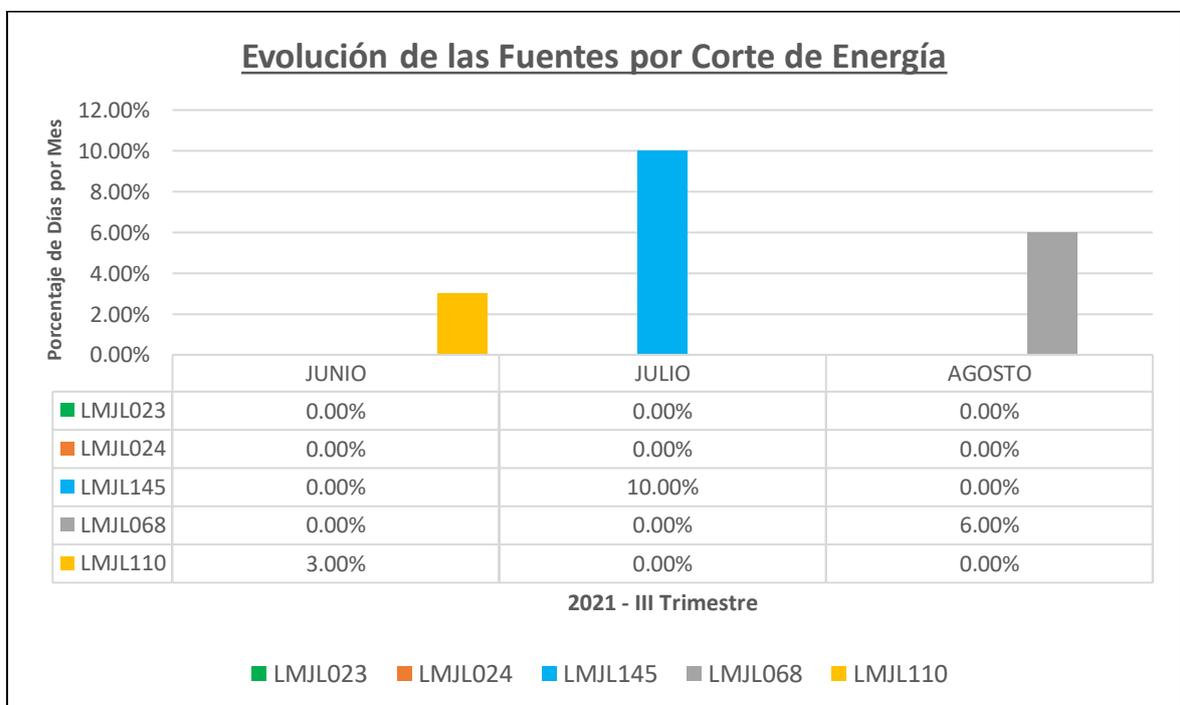


Figura 49. Muestreo de Corte de Energía en 5 fuentes de San Juan de Lurigancho
Fuente: Elaboración propia de las Caídas del Servicio por Corte de Energía Claro (2021)

CONCLUSIONES

- Se garantizó la operatividad del sistema de redundancia con energía comercial entre las fuentes de la red fija HFC Claro en las zonas con direcciones Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho. Realizándose pruebas de servicio de energía, como ilustra las *figuras* 40 y 43, concluyendo la factibilidad del nuevo sistema de redundancia.
- Se sostuvo una energización regular en la red HFC Claro en las zonas con direcciones Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho. Debido a la implementación del sistema de redundancia con energía comercial entre fuentes, como se ilustra en las *figuras* 42 y 45, ya que no presentan baterías de respaldo.
- Se monitoreó la totalidad de abonados en las zonas con direcciones Jr. Las Lajas 500 y Jr. Quarzos 1798 del distrito de San Juan de Lurigancho conectados a la red HFC Claro cuando estuvo en funcionamiento el sistema de redundancia entre las fuentes de energía. Encentrándose el 100% de abonados conectados, como ilustra la *figura* 39, ya que no se presentó caídas del servicio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda desplegar en toda la Red Fija HFC Claro la instalación de este sistema de redundancia en las demás fuentes de energía que carecen de baterías de respaldo por pérdidas o robos.
- Se recomienda contar con sistemas de monitoreo que nos ayude a mapear constantemente el tráfico del servicio en la red ante cortes de energía comercial.
- Se debe conocer las características técnicas de los dispositivos y equipos que involucran la implementación, gestión, monitoreo y redundancia del sistema de redundancia de fuentes con energía comercial.
- Es recomendable realizar mantenimientos preventivos periódicamente en el sistema de redundancia ante posibles averías ocasionado por terceros ajenos a la red.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranguren, J. C. (2019). Diseño de Red Eléctrica Estabilizada como Protección de las cargas críticas del Banco Pichincha San Juan de Miraflores – Lima, <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/457>
- Barria, L. & Quinteros, W. (2008). Sistema de Respaldo Redundante para alimentación de sistemas de control y monitoreo, http://www.umag.cl/biblioteca/tesis/barria_oyarzo_2008.pdf
- Vernaza, P. L. (2017). Diseño y Construcción de una fuente de corriente constante con salida múltiple (DC), <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27414>
- Luna, C. A. (2006). Transferencia y Sincronización Automática de Generadores de Emergencia en Instalaciones industriales, http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0617_EA.pdf
- Escobar, A.; Bedoya, J. & Cano, H. B. (2007). Monitoreo del estado de una Red HFC utilizando datos reportados por cable módems, <https://core.ac.uk/reader/71394588>
- Sánchez, J. (2017). Diseño e Implantación de Redes Híbridas HFC basadas en la combinación y transmisión de señales de televisión e internet, http://oa.upm.es/52959/1/TFG_JAVIER_SANCHEZ_MARTINEZ.pdf
- Bolívar, H. A. & Cala, H. D. (2005). Tecnología de Redes de Banda Ancha Redes HFC, <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0028401.pdf>
- Agudelo, L. H. (2001). Importancia de las Telecomunicaciones en el desarrollo Universal. <https://doi.org/10.18359/rcin.1349>
- Obrist, C. I. (2018). Fuentes Conmutadas y Estudio Fuente ATX, <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45960/3560901543857UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gallego, M. (2015). Rediseño e Implementación del Sistema de Monitoreo de la red de telecomunicaciones de Distribuidora NISSAN S.A. <http://hdl.handle.net/10983/9800>
- Rojas, J. C. (2016). Procedimientos de mantenimiento de Planta externa HFC.
- Inc. Smart Tech (2021). Smart Power Switch Multifunction.

ANEXOS

Anexo 1. Constancia de participación en el Diseño e Implementación del Sistema de Redundancia con Energía Comercial entre fuentes de la red HFC Claro



AMÉRICA MÓVIL PERÚ S.A.C.
RUC Nº 20467534026
Av. Nicolás Arriola Nº 480, Urb. Santa Catalina - La Victoria, Lima – Perú

EL SUPERVISOR DE OPERACIONES & MANTENIMIENTO RED SERVICIOS FIJOS DE LA DIRECCION DE RED EN CLARO LIMA - PERÚ

HACE CONSTAR:

Que, el Sr. Cruz Fuentes, Arnold Alfredo participó del **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REDUNDANCIA ENTRE FUENTES CON ENERGÍA COMERCIAL EN LA RED FIJA HFC CLARO EN ZONAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO** dejando operativo el nuevo sistema.

Gracias a su desarrollo profesional colaboró en el proyecto piloto, mencionado líneas arriba, en el área de Operaciones & Mantenimiento Red Servicios Fijos de la Dirección de Red; siendo identificado con código C25230 en el sistema de la empresa operadora CLARO.

En fe de lo cual se expide la presente CONSTANCIA, a solicitud del interesado para los fines que considere conveniente.

Lima, 23 de Setiembre del 2021.

ATENTAMENTE


Ing. Juan Carlos Rojas Albuquerque
Supervisor O&M Red Servicios Fijos – CLARO
Celular: 993584672
Correo: juan.rojas@claro.com.pe
Dirección: Jr. Mariscal José De La Mar 217 – Urb. El Pino
San Luis – Lima (Perú)

Anexo 2. Especificaciones Técnicas del SPSM - Inc. Smart Tech

Electrical	Max Current (Each Port)	16 A
	Operational Voltage range	50 – 90Vac
	Power Consumption	2W
	Minimum operate voltage for local port (*)	39Vac
	Switching Time	<18msec'
	Δ VDC @ 24Vdc amplifier internal power supply during switch over	0.0Vdc (On Line)
Mechanical	Dimensions	L143 x W121 x H82mm L5.3" x W4.75" x H3.28"
	Weight	710gr (1.56lb)
	Connectors type	5/8" X 24
	Closure Screws Torque	30 – 45 [in/lbs] 40 – 51.8 [Kg/cm]
Environmental Information	Operating Humidity	0-100%
	Operating Temperature	- 40° +70°C (- 40°F +158°F)
	Broadcast Continuity	Transfer Time Online
Standards Compliance	CE	EN61000-4-8: 1993
	EMC	EN61000-4-3: 1996
	ROHS	EN50082-1: 1997
	IP	EN61000-4-2: 1995 IEC -61000-4-5 Surge Immunity EN - 61000-4-5 Surge Immunity ENV50204: 1995 IEC 60529 IP66
LED's Indicators	Two GREEN LED's ON	Primary mode
	Two RED LED's ON	Backup mode
	One GREEN and one RED LED's ON	Secondary mode
*Minimum operational AC voltage for the SPSM local port, to be ON.		

Anexo 3. Especificaciones Eléctricas de las Fuentes de Energía – Total Power Solutions

Modelos internacionales:	915M-HP	915P-HP	910E-HP	915E-HP	615CE-HP	622CE-HP	908HP	910HP	915HP	918HP
Parámetros										
Voltaje de entrada de CA nominal (V CA)	127	200-240	200-240	200-240	230	230	120	120	120	120
Frecuencia de entrada nominal	60 Hz	60 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	60 Hz	60Hz	60Hz
Tolerancia de frecuencia de entrada (%)	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3	±3
Rango de tolerancia del voltaje de entrada en Operación (%)	-34/+15	-30/+20	-30/+20	-30/+20	-30/+20	-30/+20	-30/+15	-30/+15	-30/+15	-30/+15
Voltaje de salida (V CA)	63/89	63/89	63/89	63/89	63	63	63/89	63/89	63/89	63/89
Regulación de voltaje de salida	-5/+1	-5/+1	-5/+1	-5/+1	-6/+1.5	-6/+1.5	-5/+1	-5/+1	-5/+1	-5/+1
Corriente de salida nominal máxima	15 A	15 A	15/10 A	22/15 A	15 A	22 A	8 A	10 A	15 A	18 A
Potencia de salida (VA)	1350	1350	900	1350	900	1408	720	900	1350	1620
Eficiencia de modo en Línea	Hasta 94%									
Eficiencia de En espera	Hasta 91%									
Corriente de cargador Bulk (al 80% de la carga y línea nominal)	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A	10 A
Voltaje de batería (V CC)	36	36	36	36	36	36*	36	36	36	36
Ventana de entrada +/- (% de entrada nominal)	-34/+15	-30/+20	-30/+20	-30/+20	-30/+20	-30/+20	-30/+15	-30/+15	-30/+15	-30/+15
Gama de entrada (V CA)	84-146	161-276	161-276	161-276	161-276	161-276	84-138	84-138	84-138	84-138
Regulación de salida +/- (%)	-5/+1	-5/+1	-5 / +1	-5 / +1	-6/+1.5	-6/+1.5	-5/+1	-5/+1	-5/+1	-5/+1
Gama de carga	1-15 A	1-15 A	1-10 A	1-15 A	1-15 A	1-22 A	1-8 A	1-10 A	1-15 A	1-18 A
Voltaje de salida mín/máx (V CA)	84,6 /90	84,6 /90	84,6 /90	84,6 /90	59,2/64	59,2/64	84,6 /90	84,6 /90	84,6 /90	84,6 /90

Anexo 4. Especificaciones Físicas de las Fuentes de Energía – Total Power Solutions

		915M	915E
XM3	Peso en Kg	27,2	30,5
	Al x An x Prof en mm	198 x 381 x 272	198 x 381 x 272
XM2	Peso en Kg	31,8	37,2
	Al x An x Prof en mm	222 x 381 x 330	222 x 381 x 330

Anexo 5. Especificaciones y Modelos de Transponder – Total Power Solutions

MEJORAS	DPM IDH4L	DSM3 IDH4	DSM3X IDH4X
DOCSIS 2.0, ANSI/SCTE HMS compatibilidad	✓	✓	✓
Protocolo SNMP y acceso a la red	✓	✓	✓
Acceso a la RED Local por puerto Ethernet para diagnostico	✓	✓	✓
Pantalla Inteligente Integrado en XM2, XM3 para dar acceso rápido al diagnóstico de la fuente y al sistema DOCSIS	✓	✓	✓
Aprovisionamiento Inteligente: Indicadores de Nivel RF e instalación de los cables de las baterías.	✓*	✓	✓
Máximo número de baterías monitoreadas	1*	2 x 3,4	4 x 3,4
Monitoreo y control de equipo externo			✓
Soporte de Nodo fuente y generador			✓
Diseñado para la fuente XM2-300HP	✓		



**DPM
IDH4L**

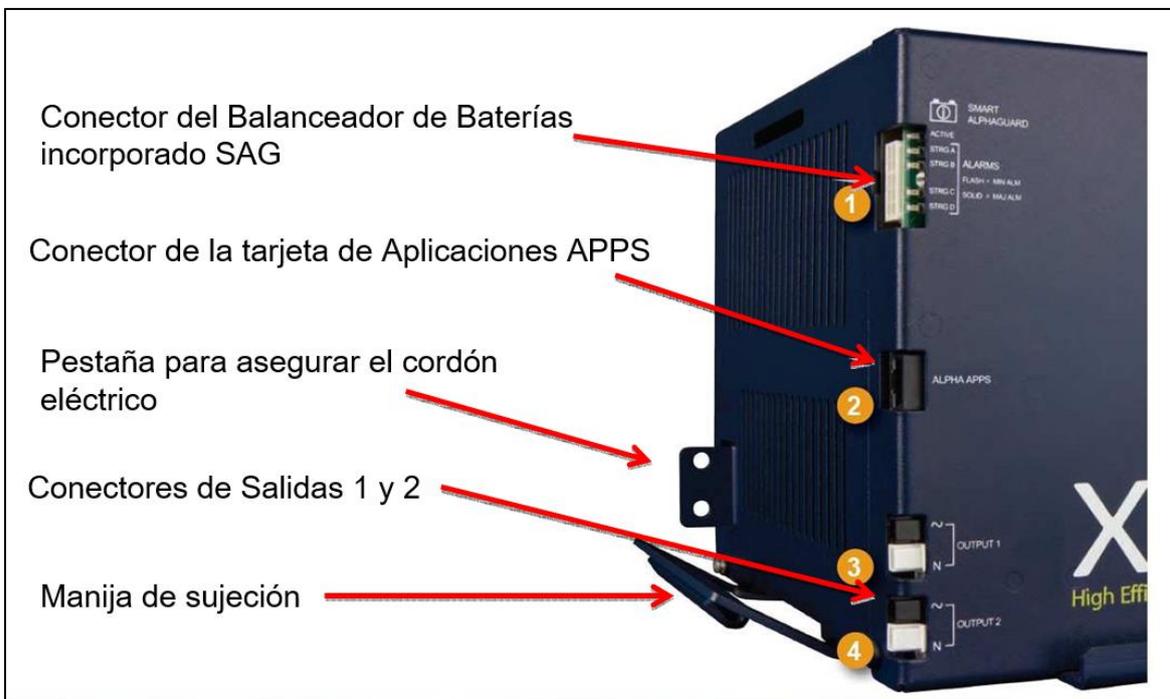


**DSM3
IDH4**

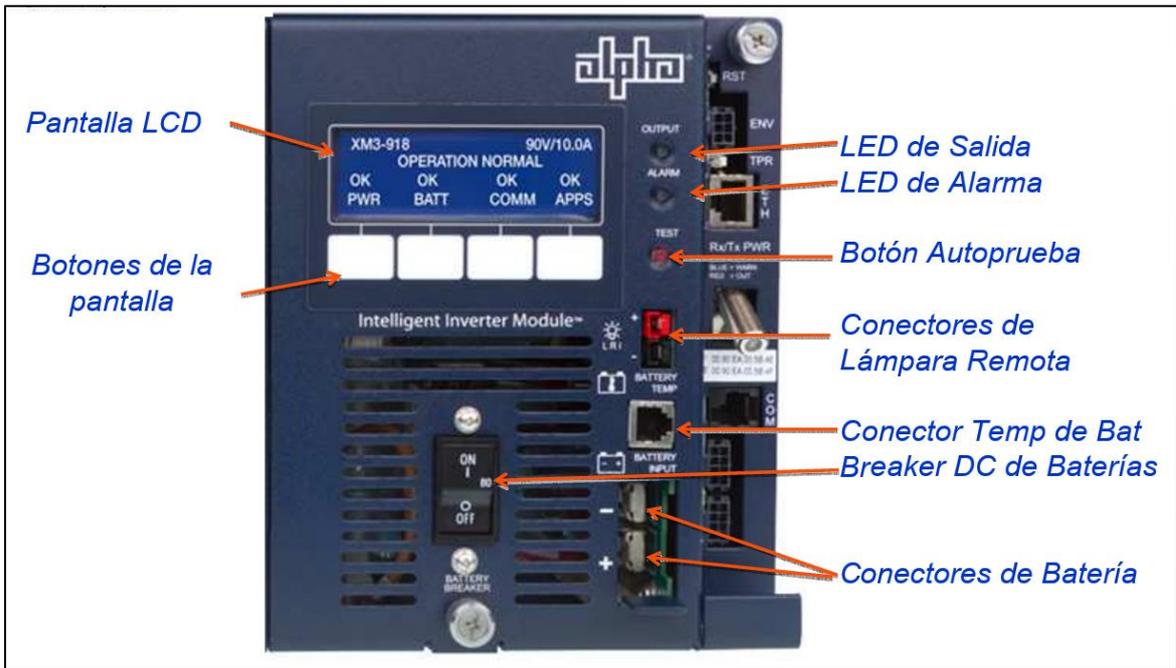


**DSM3X
IDH4X**

Anexo 6. Descripción externa de la Fuente de Energía – Total Power Solutions



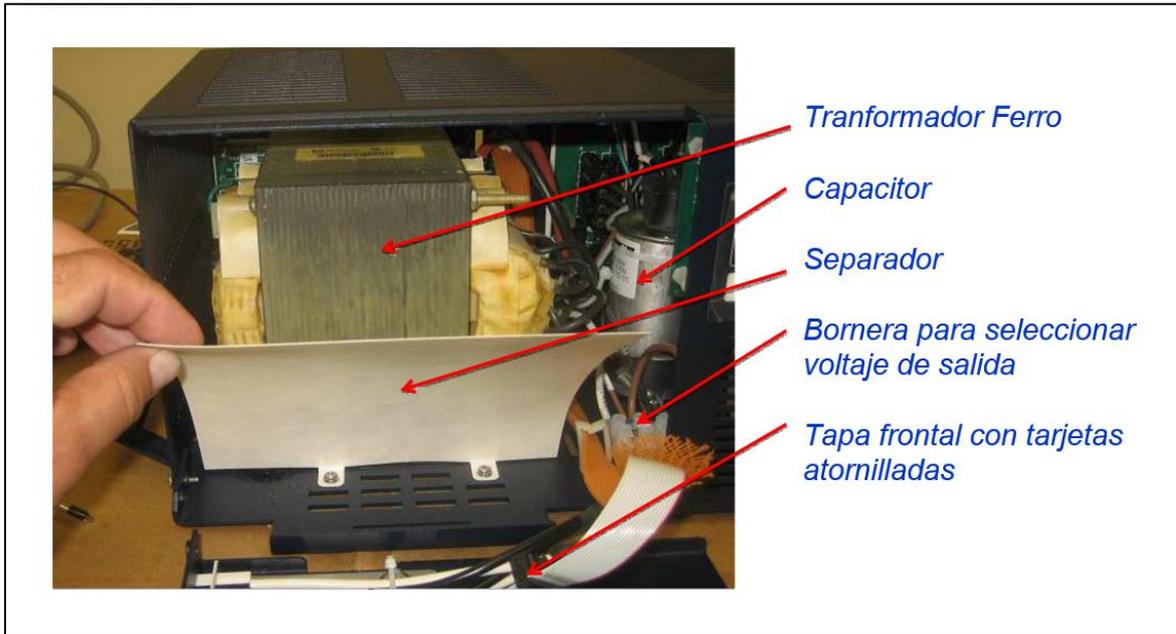
Anexo 7. Descripción Externa del Módulo Inversor – Total Power Solutions



Anexo 8. Información del exterior de la Fuente de Poder – Total Power Solutions



Anexo 9. Descripción Interna del Módulo Transformador – Total Power Solutions



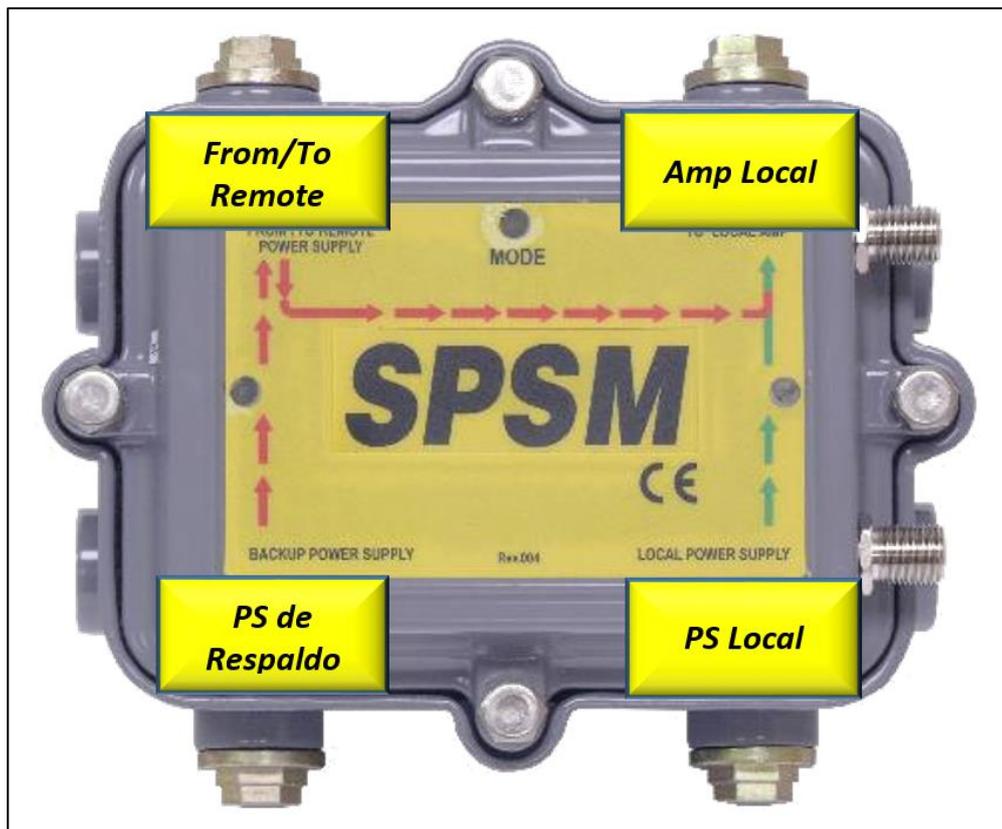
Anexo 10. Aprovisionamiento del Transponder – Total Power Solutions



Anexo 11. Características físicas del dispositivo SPSM – Inc. Smart Tech



Anexo 12. Puertos de conexión del dispositivo SPSM – Inc. Smart Tech



Anexo 13. Preparativos de seguridad en la Planta Externa para la instalación



Anexo 14. Implementación del Sistema de Redundancia en la Planta Externa



Anexo 15. Mediciones de ingreso de voltaje en el dispositivo SPSM



Anexo 16. Bajando el Braker de la fuente para impedir el ingreso de energía

