



**Universidad Técnica
Latinoamericana**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA
ÓPTICA; UTILIZANDO LA FUSIONADORA AI-9, MINI OTDR PRO JW3302 Y
MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER OPM.”**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**PRESENTADO POR:

FLORES COCA, EDUARDO RODRIGO.
MEJÍA ALVAREZ, KEVIN ALDAÍR.
LÓPEZ GUARDADO, DAVID ERNESTO.**

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS

RECTOR

DR. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LAREYNAGA

VICE-RECTOR

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO

SECRETARIO GENERAL

LIC. CARLOS ALBERTO COCA MUÑOZ

FISCAL

ING. MAURICIO ANTONIO AGUIRRE ORELLANA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. RENE EDUARDO CUELLAR FIGUEROA

DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRONICA

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025



ASESOR

ING. GUSTAVO RAUL ALFARO

JURADO EVALUADOR

ING. FRANCISCO ERNESTO, COLORADO GUTIERREZ.

ING. FRANCISCO ANTONIO, OLMEDO ALAS.

ING. EDUARDO ANTONIO, FERMAN ARANA.

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CUARENTA Y TRES

A las ocho horas y treinta minutos del sábado cuatro de octubre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por EDUARDO RODRIGO FLORES COCA en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO, IMPLEMENTACION Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA; UTILIZANDO LA FUSIONADORA AI-9, MINI OTDR PRO JW3302 Y MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER OPM."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de ~~NOVE PUNTO CERO (9.0)~~, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO EN ELECTRONICA.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. FRANCISCO ERNESTO COLORADO GUTIERREZ



ING. FRANCISCO ANTONIO OLMEDO ALAS



ING. EDUARDO ANTONIO FERMAN ARANA



ING. ROOSELVEY ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CINCO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado cuatro de octubre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por KEVIN ALDAIR MEJIA ALVAREZ en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO, IMPLEMENTACION Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA; UTILIZANDO LA FUSIONADORA AI-9, MINI OTDR PRO JW3302 Y MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER OPM."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de NOVE PUNTO CERO (9.0), el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO EN ELECTRONICA.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.



ING. FRANCISCO ERNESTO COLORADO GUTIERREZ



ING. FRANCISCO ANTONIO OLMEDO ALAS



ING. EDUARDO ANTONIO FERMAN ARANA



ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA

ACTA DE CALIFICACIÓN DE
DEFENSA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

No. TRES MIL QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO

A las ocho horas y treinta minutos del sábado cuatro de octubre de dos mil veinticinco. Reunidos los Miembros del Tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por DAVID ERNESTO LOPEZ GUARDADO en el salón de sesiones de la UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA. Se procedió:

PRIMERO: Que habiendo analizado el Trabajo de Graduación titulado:

"DISEÑO, IMPLEMENTACION Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA; UTILIZANDO LA FUSIONADORA AI-9, MINI OTDR PRO JW3302 Y MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER OPM."

Se dio por aprobada, la parte escrita.

SEGUNDO: Que, con base a dicha aprobación de la parte escrita, se procedió a instalar la respectiva defensa oral del trabajo.

De conformidad a los resultados en dicha defensa, este Tribunal Examinador acuerda dar por APROBADA, con una calificación de *NOVE PUNTO CERO (9.0)*, el Trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado obteniendo a partir de esta fecha su calidad de: INGENIERO EN ELECTRONICA.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.

ING. FRANCISCO ERNESTO COLORADO GUTIERREZ

ING. FRANCISCO ANTONIO OLMEDO ALAS

ING. EDUARDO ANTONIO FERMAN ARANA

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL



DEDICATORIA

Dedico a mi familia esta tesis en especial a mi hermana Liliana que ya no está conmigo de manera terrenal, que fue una de las personas que más quiso verme lográndolo, tu ausencia duele, pero tu amor y ejemplo viven conmigo en mi día a día, tus recuerdos me acompañan siempre y me ayudan a ser una mejor persona. De igual manera a mi primo William, cuya vida fue truncada por la delincuencia que azotaba nuestro país hace años, siempre te tengo presente, de ingeniero a ingeniero. Fuiste el primero en lograrlo en la familia y tu ejemplo siempre me inspiro a saber que yo también podía. Este logro es una forma de honrar a los que ya no están y se fueron sabiendo que lo iba a lograr.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme salud y fuerza para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles, sin su guía este logro no hubiera sido posible. A mi padre Rodrigo Flores y a mi madre Patricia Coca que desde pequeño me inculcaron el deseo de superación de querer ser alguien, a nunca rendirme y seguir a pesar de las adversidades, su esfuerzo y sacrificio han sido mi inspiración. A mi pareja Pamela Santos que día a día siempre me apoyo y lo sigue haciendo, por su paciencia y su amor incondicional. Quiero expresar mi más profundo agradecimiento con mi exjefe Camilo Merino quien más allá de su rol profesional fue una guía y un mentor en mi camino su apoyo incondicional fue de gran ayuda a lo largo de esta carrera. Este logro no es mío, es de cada uno de ustedes que me acompañó y sostuvo. Gracias desde lo más sincero de mi corazón.

Eduardo Rodrigo Flores Coca.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia, quienes han sido mi pilar incondicional en cada paso de este camino. A mis padres y hermano, por su amor, apoyo y enseñanzas que han guiado mi vida. A mis amigos verdaderos, por estar presentes en los momentos de alegría y también en los de desafío. Y a mí mismo, por no rendirme, por seguir adelante y creer que este logro era posible.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fuerza y sabiduría necesarias durante este proceso. A mi familia, por su constante apoyo, sus palabras de aliento y por creer en mí incluso en los momentos de mayor dificultad. A mis compañeros y amigos, por su colaboración, motivación y por compartir conmigo este camino lleno de aprendizajes. A mi novia por siempre creer en mí, en mi potencial y por apoyarme hasta el último momento. Finalmente, gracias a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a que este proyecto se hiciera realidad. Cada palabra de aliento, cada gesto de ayuda, y cada forma de apoyo ha dejado huella en este trabajo.

Kevin Aldaír Mejía Álvarez

DEDICATORIA

Dedico a mis padres el presente trabajo de graduación, por ser ellos quien me han dado el apoyo necesario para cumplir mis logros en el estudio de mi carrera, mis compañeros que también aportaron lo necesario y con los cuales compartimos y aprendimos juntos una maravillosa experiencia en la realización de dicho trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia que en todo momento me aconsejaron no rendirme en este proceso de aprendizaje, llevo una gran satisfacción en mi corazón al poder decir que hemos culminado con satisfacción, y que los errores en el proceso han sido las experiencias de vida para salir adelante en pruebas futuras.

David Ernesto López Guardado

INDICE

INTRODUCCIÓN	22
CAPITULO I.....	23
GENERALIDADES	23
1.1 ANTECEDENTES.....	23
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	24
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	25
1.4 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.	25
1.5 JUSTIFICACIÓN.	26
1.6 ALCANCES DEL PROYECTO.	27
1.7 LIMITANTES DEL PROYECTO.	28
1.8 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.	28
1.9 OBJETIVO GENERAL.	29
1.10 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	29
1.11 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS	30
1.12 TABLA DE DATOS.	31
1.13 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
1.13.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	32
1.13.2 DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO	32
1.13.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	33
1.13.4 RECURSOS ECONÓMICOS.....	33
CAPITULO II	35
CONCEPTOS Y GENERALIDADES.....	35
2.1 ORIGEN Y EVOLUCION DE LA FIBRA OPTICA.....	35
2.2 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS DE FIBRA ÓPTICA.	39
2.2.1 FIBRA ÓPTICA.....	39
2.2.2 CONFORMACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.	40
2.2.3 FUNCION DE LA FIBRA ÓPTICA.	40
2.2.4 CONVERSION DE SEÑALES ELECTRICAS EN SEÑALES ÓPTICAS.....	42
2.2.5 DISPOSITIVOS IMPLÍCITOS EN ESTE PROCESO.....	45
2.3 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.	50
2.3.1 FIBRA MONOMODO.....	50
2.3.2 FIBRA MULTIMODO.	52
2.3.2.1 FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE GRADUAL.....	52

2.3.2.2 FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE ESCALONADO.	53
2.4 TIPOS DE ACOPLADORES Y CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.	54
2.4.1 ACOPLADORES.	54
2.4.2 CONECTORES.	56
2.4.2.1 CONECTOR FC.	57
2.4.2.2 CONECTOR ST.	57
2.4.2.3 CONECTOR LC.	58
2.4.2.4 CONECTOR SC.	58
2.4.3 TIPOS DE PULIDOS EN CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.	59
2.5 TIPOS DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA.	60
2.5.1 CABLES PARA EXTERIORES CON TUBO HOLGADO.	60
2.5.1.1 CABLE ADSS SM MONOMODO.	60
2.5.1.2 CABLE ADDS ANTIRROEDORES MONOMODO.	61
2.5.1.3 CABLE ARMADO MULTITUBO MULTIMODO Y MONOMODO.	61
2.5.1.4 CABLE ARMADO DIELECTRICO MULTIMODO Y MONOMODO.	61
2.5.1.5 CABLE SIN ARMADURA MONOMODO Y MULTIMODO.	62
2.5.2 CABLES PARA INTERIORES Y EXTERIORES.	62
2.5.2.1 CABLE DROP PLANO FTTH MONOMODO.	62
2.5.2.2 CABLE DROP FTTH.	63
2.5.2.3 CABLE INTERIOR EXTERIOR MONOMODO.	63
2.5.3 PARTES DE CABLE DE EXTERIOR.	64
2.6 CARACTERISTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA.	65
2.6.1 CARACTERISTICAS GENERALES.	65
2.6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.	67
2.6.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.	68
2.7 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y RADIOFRECUENCIAS EN LAS COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA.	69
2.7.1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.	69
2.7.2 RADIOFRECUENCIAS.	70
2.7.3 RADIO FRECUENCIAS EN FIBRA ÓPTICA.	72
2.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA.	73
2.9 APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA.	74
2.9.1 INTERNET.	74
2.9.2 REDES.	75
2.9.3 TELEFONÍA.	75
2.9.4 OTRAS APLICACIONES.	76
2.10 REDES FTTX.	77

2.10.1 TIPOS DE FTTX	78
2.11 CONVERTIDORES DE MEDIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES	81
2.12 SWITCHES INDUSTRIALES Y COMERCIALES	83
2.13 RED OPTICA PASIVA (PON).	86
2.13.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA RED PON	86
2.13.2 ARQUITECTURA DE UNA RED PON	88
2.13.3 REDES G-PON	89
CAPITULO III.....	90
DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR	90
3.1 FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA.....	90
3.2 DESCRIPCIÓN DE LA FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA AI9.....	91
3.2.1 CARACTERISTICAS.	92
3.3 FUNCIONAMIENTO DE LA FUSIONADORA AI9.	97
3.3.1 TECLAS DE OPERACIÓN.....	97
3.3.2 PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE LA FUSIONADORA.	98
3.3.2.1 RECORDATORIO DEL ESTADO DEL EMPALME.....	99
3.3.2.1.1 FIBRA ÓPTICA ES DEMASIADO LARGA.	100
3.3.2.1.2 FIBRA ÓPTICA ES DEMASIADO CORTA.....	100
3.3.2.1.3 TERMINACION DE FIBRA NO ES CALIFICADA.	101
3.3.2.1.4 FIBRA OPTICA CALIFICADA NO IDENTIFICADA O NO DETECCIÓN DE NINGUNA FIBRA ÓPTICA.	101
3.3.3 CONEXIÓN DE FUSIONADORA VÍA BLUETOOTH.	101
3.3.3.1 PASOS PARA VINCULAR Y CONFIGURAR LA FUSIONADORA CON UN DISPOSITIVO MÓVIL	102
3.3.4 CALIBRACION ARC DE FUSIONADORA.	104
3.3.5 FUSIÓN Y COLOCACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN FUSIONADORA AI-9.....	106
3.3.6 REEMPLAZO DE ELECTRODOS DE LA FUSIONADORA AI-9.....	110
3.4 MEDIDOR DE POTENCIA.	115
3.5 DESCRIPCION DEL MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER JW3810C.....	117
3.5.1 CARACTERISTICAS	118
3.6 COMO FUNCIONONA EL MEDIDOR DE POTENCIA JW3218C.....	118
3.6.1 TECLAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MEDIDOR DE POTENCIA JW3218C.....	118
3.6.2 MEDICIONES DE POTENCIA.	119
3.7 OTDR.....	120
3.8 DESCRIPCION DEL MINI OTDR PRO JW3302.....	124
3.9 COMO FUNCIONA EL MINI OTDR PRO JW3302.	128
3.9.1 TECLAS DE OPERACIÓN DEL OTDR.	128

3.9.1.1 TECLAS DE FUNCION.....	128
3.9.1.2 TECLAS DE NAVEGACIÓN.....	128
3.9.1.3 TECLA ZOOM.	128
3.9.1.4 TECLA ENCENDER/APAGAR.	128
3.9.1.5 TECLA OK.	128
3.9.1.6 TECLA REGRESAR.	128
3.9.1.7 TECLA CONTINUAR/PAUSAR.....	128
3.9.2 INTERFAZ GRÁFICA DE OTDR.....	129
3.9.2.1 MÓDULOS DE OPERACIÓN DE OTDR.....	129
3.9.2.1.1 MÓDULO OTDR.	129
3.9.2.1.2 MAPA DE EVENTOS.....	131
3.9.2.1.3 OPM.	132
3.9.2.1.4 VFL.	133
3.9.2.1.5 LASER.....	134
3.9.2.1.6 SECUENCIA DE RJ45.....	135
3.9.2.1.7 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA.....	136
3.10 CONVERTIDORES DE MEDIOS (ETHERNET RJ45 A FIBRA ÓPTICA)	136
3.10.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONVERTIDOR DE MEDIA MOUDOAUER.....	137
3.10.2 ESPECIFICACIONES DEL CONVERTIDOR DE MEDIA MOUDUANER	138
3.10.3 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES LED DEL CONVERTIDOR DE MEDIA	138
3.10.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS CONVERTIDORES DE MEDIOS ETHERNET RJ45 A FIBRA ÓPTICA.....	139
CAPITULO IV.....	141
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL MODULO ENTRENADOR DE MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA.....	141
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA.	141
4.1.1FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA SIGNALFIRE AI-9.....	142
4.1.2OTDR JOINWIT JW3302S.	142
4.1.3 MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER.....	142
4.1.3ODF OM1 DE 12 PUERTOS.	143
4.1.4 CONVERTIDORES DE MEDIOS DE FIBRA ÓPTICA A RJ45 MOUDUANER	143
4.1.5 LÁMPARA VFL NEXTLINK TL532.....	144
4.2 DIMENSIONES DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA.	144
4.2.1 DIMENSIONES DE FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA SIGNALFIRE AI-9.....	144
4.2.3DIMENSIONES DE OTDR JOINWIT JW3302S.....	145
4.2.4 DIMENSIONES DE MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER JW3218C.	145

4.2.5 DIMENSIONES DE ODF OM1 DE 12 PUERTOS.	146
4.2.6 DIMENSIONES DE CONVERTIDORES DE MEDIOS DE FIBRA ÓPTICA A RJ45 SOARLAND & HENIX HTB-GS-03.	146
4.2.7 DIMENSIONES DE LÁMPARA VFL NEXTLINK TL532.	147
4.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA	147
4.3.1 VISTA FRONTAL DEL EXTERIOR.	148
4.3.2 VISTA LATERAL DEL EXTERIOR.	149
4.3.3 VISTA FRONTAL DEL INTERIOR.	150
4.3.4 DISEÑO ELÉCTRICO Y DE RED DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA.	151
CAPITULO V	152
PUESTA EN MARCHA DEL MODULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA	152
5.1 PREPARACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA PARA LA CONEXIÓN DE LOS ODFS.	152
5.2 ARMADO DEL GABINETE CON ODFS DE 12 PUERTOS ON CABLES MONOMODO Y CONECTORES SC/APC.	162
5.3 CONVERSIÓN DE REDES DE ETHERNET A FIBRA ÓPTICA Y FIBRA ÓPTICA A ETHERNET.	166
5.4 FALLOS EN EL CABLEADO DE REDES DE FIBRA OPTICA.	170
5.4.1 PÉRDIDAS DE FIBRA EXTRÍNSECAS.	170
5.4.2 PÉRDIDAS DE FIBRA INTRÍNSECAS.	173
5.5 PRUEBAS EN EL CABLE FIBRA ÓPTICA.	174
5.5.1 PRUEBAS EN EL CABLE CON LA LAMPARA VISUALIZADORA DE FALLAS. ..	174
5.5.1.1 HAZ DE LUZ SIN ATENUACIONES.	174
5.5.1.2 HAZ DE LUZ ATENUADO	175
5.5.1.3 SIN HAZ DE LUZ AL OTRO EXTREMO DEL CABLE.	176
5.5.2 PRUEBAS EN CABLES CON EL MINI OTDR PRO JW.	178
5.5.2.1 FUNCION DE OTDR.	178
5.5.2.2 FUNCION DE MAPA DE EVENTOS.	180
5.5.2.3 FUNCION DE PRUEBA DE CABLES ETHERNET RJ5.	181
5.5.3 PRUEBAS EN CABLES CON MEDIDOR DE POTENCIA OPM.	184
5.6 REPARACIÓN A LOS DAÑOS O PERDIDAS EN LA FIBRA ÓPTICA.	186
5.6.1 REPARACION DE FIBRA ÓPTICA POR FUSION.	192
5.6.2 REPARACIÓN DE CABLES POR UNION MECÁNICA.	198
5.7 GUIAS PRACTICAS PARA DESARROLLAR EN EL MODULO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE FIBRA ÓPTICA.	202
5.7.1 GUIA NUMERO 1 CONOCIENDO LOS ELEMENTOS DEL MODULO ENTRENADOR	

DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA	202
5.7.2 GUIA NUMERO 2 INTRDUCCION A CONVERTIDORES DE MEDIOS Y CABLES ETHERNET	206
5.7.3 GUIA NÚMERO 3 INTRODUCCIÓN A LA FUSIÓ DE FIBRA ÓPTICA	212
5.7.4 GUIA NÚMERO 4 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FIBRA ÓPTICA	221
5.7.5 GUIA NUMERO 5 INTRODUCCIÓN AL MINI OTDR	225
CAPITULO VI.....	230
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	230
6.1 CONCLUSIONES	230
6.2 RECOMENDACIONES.....	231
CAPITULO VII	233
BIBLIOGRAFIA.....	233
CAPITULO VIII ANEXOS	236
8.1 PASO A PASO DE LA CREACIÓN DEL MÓDULO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE FIBRA ÓPTICA.	236
8.2 CARTA DE ENTREGA DEL MÓDULO DE DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA; UTILIZANDO LA FUSIONADORA AI-9, MINI OTDR PRO JW3302 Y MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER OPM.....	238

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de laboratorios especializados UTLA.....	32
Figura 2. Telégrafo óptico.....	35
Figura 3. Abecedario de telégrafo óptico.....	36
Figura 4. Experimento de John Tyndall.....	37
Figura 5. Representación del efecto fotoeléctrico.....	37
Figura 6. Partes de la fibra óptica.....	39
Figura 7. Interior y materiales de fibra óptica.....	40
Figura 8. Señal luminosa en fibra óptica.....	41
Figura 9. Sistema de transmisión de datos por conversión de señales.....	42
Figura 10. Modulación digital.....	43
Figura 11. Modulación analógica.....	44
Figura 12. Modulación digital de conversión AD/DA.....	44
Figura 13. Sistema de modulación dúplex.....	45
Figura 14. OLT.....	46
Figura 15. Convertidor de medios, ethernet a fibra óptica.....	47
Figura 16. Convertidor de medios. Coaxial a fibra óptica.....	48
Figura 17. Cable de fibra óptica.....	48
Figura 18. ONT.....	49
Figura 19. Funcionamiento de un ONT.....	50
Figura 20. Cable de fibra óptica monomodo.....	51
Figura 21. Seccionado de cable de fibra óptica monomodo con índice escalonado.....	51
Figura 22. Cable de fibra óptica multimodo.....	52
Figura 23. Seccionado de cable de fibra óptica multimodo con índice gradual.....	53
Figura 24. Seccionado de cable de fibra óptica multimodo con índice escalonado.....	53
Figura 25. Vista en corte de un acoplador de fibra óptica.....	54
Figura 26. Acopladores de fibra óptica.....	55
Figura 27. Acoplador Híbrido LC-SC.....	55
Figura 28. Despiece de conector SC.....	56
Figura 29. Conectores LC, SC, MTP, ST, FC.....	56
Figura 30. Conector FC.....	57
Figura 31. Conector ST.....	57
Figura 32. Conector LC.....	58
Figura 33. Conector SC.....	58
Figura 34. Tipos de pulido de ferrule fibra óptica: PC, UPC, APC.....	59
Figura 35. Cable ADSS SM.....	60
Figura 36. Cable ADSS antiroedores.....	61
Figura 37. Cable armado multitubo.....	61
Figura 38. Cable armado dieléctrico.....	62
Figura 39. Cable sin armadura.....	62
Figura 40. cable drop FTTH plano.....	63
Figura 41. Cable drop FTTH.....	63
Figura 42. Fibra interior exterior monomodo y multimodo.....	64
Figura 43. partes de cable de fibra óptica de exteriores.....	64
Figura 44. Cubierta convencional y cubierta con más protección.....	65
Figura 45. Cable con gel inflamable sometido al fuego.....	66
Figura 46. Cable antiguo relleno con gel expuesto al agua.....	67
Figura 47. Espectro electromagnético.....	69

Figura 48. Bandas de radiofrecuencia	71
Figura 49. Sensor de temperatura de fibra óptica.....	76
Figura 50. Endoscopio flexible de fibra óptica.	77
Figura 51. Arquitecturas FTTX.....	77
Figura 52. Arquitectura FTTB.	78
Figura 53. Arquitectura FTTC.	79
Figura 54. Arquitectura FTTN.	80
Figura 55. Arquitectura FTTH.	80
Figura 56. Aplicación de cables de fibra y cables metálicos en arquitecturas FTTX.	81
Figura 57. Convertidor de medios industrial Phoenix Contact.	82
Figura 58. Convertidor de medios comercial.	82
Figura 59. Swtiches industriales.....	84
Figura 60. OLT.....	87
Figura 61. ONT	87
Figura 62. Splitter.....	87
Figura 63. Cable de fibra óptica aérea de 12 hilos autosoportada.....	88
Figura 64. Arquitectura PON FTTH.	88
Figura 65. Cables de fibra en fusionadora.....	90
Figura 66. Ubicación de VFL y OPM en fusionadora AI9.	94
Figura 67. Partes de la fusionadora AI9	95
Figura 68. Descripción del funcionamiento de las partes de la fusionadora AI9.....	96
Figura 69. Ventajas de la arquitectura de la fusionadora AI9.	96
Figura 70. Peso y medidas de la fusionadora AI9.....	96
Figura 71. Teclas de operación de la fusionadora SignalFire AI-9.....	97
Figura 72. Interfaz gráfica de la fusionadora SignalFire AI-9.	99
Figura 73. Descripción del mensaje de estado de la fibra.	100
Figura 74. Código QR de descarga de la Aplicación SignalFire2.....	102
Figura 75. Paso 1 y 2 para vinculación vía Bluetooth la Fusionadora AI-9 con un dispositivo móvil.	102
Figura 76. Paso 3 de vinculación vía Bluetooth la Fusionadora AI-9 con un dispositivo móvil. ...	103
Figura 77. Configuraciones iniciales de la fusionadora desde la aplicación SignalFire2.	103
Figura 78. Configuraciones finales de la fusionadora desde la aplicación SignalFire2.	104
Figura 79. Selección de Arc Calibration en aplicación SignalFire2.	104
Figura 80. Fusionadora en modo de Calibración ARC.	105
Figura 81. Fusionadora en modo normal después de haberse calibrado.	105
Figura 82. Instalación de termoencogible en pigtails de fibra óptica.....	106
Figura 83. Corte de pigtails de fibra óptica.	106
Figura 84. Colocación en la fusionadora Ai-9 de pigtails de fibra óptica.....	107
Figura 85. Corte de fibra óptica con recubrimiento de caucho.	107
Figura 86. Colocación en la fusionadora Ai-9 de fibra óptica con recubrimiento de caucho	108
Figura 87. Corte de fibra óptica desnuda	108
Figura 88. Colocación en la fusionadora Ai-9 de fibra óptica desnuda.	108
Figura 89. Fusionadora SignalFire AI-9 en proceso de fusión de hilos.	109
Figura 90. Cables de fibra óptica en horno de fusionadora para termoencogible	109
Figura 91. Paso 1 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.....	110
Figura 92. Ubicación y descripción de los botones de un medidor de potencia.....	116
Figura 93. Costado superior del OPM JW3810C	119
Figura 94. Diferentes modelos de OTDR.....	120
Figura 95. Diagrama de bloques del funcionamiento de un OTDR.....	122
Figura 96. Información de la gráfica del cableado de fibra óptica.	123
Figura 97. Interpretación de una gráfica en un OTDR.....	124

Figura 98. Vista frontal del mini OTDR pro JW3302.....	125
Figura 99. Parte del mini OTDR JW3302.....	127
Figura 100. Teclas de operación de OTDR.....	129
Figura 101. Módulos de funcionamiento de OTDR.....	129
Figura 102. Interfaz del Módulo OTDR.....	130
Figura 103. Interfaz de configuración de parámetros del OTDR.....	130
Figura 104. Eventos mostrados en interfaz OTDR.	131
Figura 105. Interfaz del módulo de mapa de eventos.....	132
Figura 106. Leyendas de eventos observados en el módulo mapa de eventos.....	132
Figura 107. Interfaz del módulo OPM.	133
Figura 108. Interfaz del módulo VFL.	133
Figura 109. Interfaz del módulo Láser.	134
Figura 110. Interfaz del módulo Secuencia de RJ45.....	135
Figura 111. Interfaz del módulo Configuración del Sistema.	136
Figura 112. Convertidor de medios fibra/ethernet con salida 4 puertos RJ45.	137
Figura 113. Parte frontal del convertidor de fibra óptica a ethernet.....	138
Figura 114. Diagrama de conexión de una red con convertidores de fibra óptica a ethernet.....	140
Figura 115. Dimensiones de fusionadora de fibra óptica signalfire AI9.....	144
Figura 116. Dimensiones del mini OTDR JW33202.	145
Figura 117. Dimensiones de medidor de potencia Zwinner JW3218C	145
Figura 118. Dimensiones del ODF OM1 de 12 puertos.....	146
Figura 119. Dimensiones de convertidores de medios de fibra óptica a RJ45	146
Figura 120. Dimensiones de la Lámpara VFL TL532.	147
<i>Figura 121. Perspectiva de Implementación del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.....</i>	<i>147</i>
Figura 122. Vista de Elevación Frontal del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.....	148
<i>Figura 123. vista de Elevación Frontal del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.....</i>	<i>148</i>
<i>Figura 124. Vista de Elevación Lateral del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.....</i>	<i>149</i>
Figura 125. Vista de Elevación Lateral del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.	149
Figura 126. Vista de Elevación Frontal del Interior del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.	150
Figura 127. Vista de Elevación Frontal del Interior del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.	150
Figura 128. Esquema de Conexiones Eléctricas del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.	151
<i>Figura 129. Esquema de Red del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.....</i>	<i>151</i>
Figura 130. pelado de cable de fibra óptica.....	152
Figura 131. Ubicación de hilo para pelado de cable.	153
Figura 132. extracción del cable interno de la cubierta de PVC.	153
Figura 133. pelado de cable de fibra óptica.....	154
Figura 134. Ubicación del hilo para abrir el recubrimiento plástico.	154
Figura 135. Extracción de cables con hilos de fibra óptica.	155
Figura 136. Separación de cables de fibra con viajeros.	155
Figura 137. peladora de fibra pelando el tubo holgado.	156
Figura 138. Hilos de fibra óptica.....	156
Figura 139. peladora de fibra óptica pelando cables de fibra óptica.	157

Figura 140. limpieza de núcleo de fibra óptica con alcohol isopropílico.....	157
Figura 141. Fibra óptica en cortadora.	158
Figura 142. cortando núcleo de fibra óptica.....	158
Figura 143. pigtail SC/APC monomodo.	159
Figura 144. peladora de fibra pelando pigtail SC/APC.....	159
Figura 145. pelando pigtail para llegar al núcleo de fibra óptica.	160
Figura 146. cable de fibra óptica en ranura número uno para su fusión.	160
Figura 147. ambos cables en la fusionadora de fibra óptica.	161
Figura 148. Fusonado de fibra óptica en fusionadora AI9.	161
Figura 149. colocación de termo encogible en unión de fibra óptica.....	162
Figura 150. colocación de muelas en gabinete.....	163
Figura 151. introducción de cables de fibra óptica en el gabinete.	163
Figura 152. colocación de acopladores SC/APC en ODF.....	164
Figura 153. colocación de los ODF en el gabinete.....	164
Figura 154. sujeción de ODF en gabinete.....	165
Figura 155. ordenamiento de cables de fibra óptica en ODF con la norma TIA 598C	166
Figura 156. Convertidor de medios ethernet a fibra óptica.	166
Figura 157. Fuente de alimentación del módulo convertidor de ethernet a fibra óptica.	167
Figura 158. Modulo convertidor de ethernet a fibra óptica energizado.	167
Figura 159. Módulo convertidor conectado a ethernet y fibra óptica.	168
Figura 160. Conexión desde el primer convertidor hasta el segundo convertidor por medio de ODF y fibra óptica.	168
Figura 161. Convertidor de fibra óptica a ethernet con cuatro salidas RJ45.....	169
Figura 162. Pérdida por macrocurvatura.....	171
Figura 163. Pérdida por microcurvatura.....	171
Figura 164. pérdidas por empalmes incorrectos.....	172
Figura 165. Pérdida por inserción.	172
Figura 166. absorción y dispersión en fibra óptica.	173
Figura 167. prueba de VFL con haz de luz sin atenuaciones.	175
Figura 168. prueba con VFL haz de luz tenue, y con visible luz en el tramo del cable.	175
Figura 169. curvatura en el cable de fibra óptica.	176
Figura 170. prueba con VFL Haz de luz interrumpido.	176
Figura 171. corte de cable visible.....	177
Figura 172. prueba de VFL fibra quebrada.	177
Figura 173. fibra quebrada sin la prueba de lámpara VFL.....	178
Figura 174. menú del mini OTDR	179
Figura 175. Gráfica de pruebas en cable de 30 metros sin eventos.....	179
Figura 176. grafica de eventos con un evento a 29 metros	180
Figura 177. menú principal del mini OTDR.	180
Figura 178. mapa de eventos de mini OTDR.....	181
Figura 179. menú principal del mini OTDR	182
Figura 180. Conexión de cables RJ45 en mini OTDR.....	182
Figura 181. Comprobación del armado de cable RJ45	183
Figura 182. Comprobación del armado del cable RJ45	183
Figura 183. Medición de cable RJ45.....	184
Figura 184. Selección de longitud de onda en OPM.....	184
Figura 185. inicio de medición de potencia en OPM.....	185
Figura 186. Medición de potencia en convertidor de medios de ethernet a fibra óptica.....	185
Figura 187. medición casi fuera de rango por atenuación por doblez en fibra.	186
Figura 188. Pérdida de luz en fibra por macrocurvatura.	186
Figura 189. corrección de curvatura en fibra óptica.....	187

Figura 190. Medición de cable para pelado y corte	188
Figura 191. Primer corte en fibra.	188
Figura 192. pelado de cable de fibra óptica.....	189
Figura 193. separación de alambres de cable de fibra óptica.	189
Figura 194. corte de alambres en cable de fibra óptica.	189
Figura 195. retiro de revestimiento de cable de fibra óptica.	190
Figura 196. pelado de buffer.	190
Figura 197. separación de fibras ópticas.	190
Figura 198. pelado de fibra óptica.....	191
Figura 199. cortes de fibra óptica.....	191
Figura 200. colocación de termoencogible en cable de fibra	192
Figura 201. fibras colocadas en fusionadora.	192
Figura 202. termoencogible en horno de fusionadora.	193
Figura 203. mufa de empalmes de fibra óptica.	193
Figura 204. estructura de una mufa de empalme de fibra óptica.....	194
Figura 205. retiro de cubierta de muja.....	194
Figura 206. retiro de anillo de puerto de entrada de cable	195
Figura 207. introducción de cable en mufa.	195
Figura 208. fijación de cable en mufa.	196
Figura 209. colocación de puerto	196
Figura 210. organización de empalmes en la charola de empalmes.....	197
Figura 211. ejemplos de charola de empalme finalizada de 12 y 24 empalmes.....	197
Figura 212. empalme mecánico	198
Figura 213. corte de fibra a 15mm.	198
Figura 214. fibra a 15mm en conector mecánico	199
Figura 215. armado de empalme mecánico.....	199
Figura 216. armado de conector de empalme mecánico	200
Figura 217. armado de conector de empalme mecánico	200
Figura 218. separación de conector mecánico con base.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de datos de equipos a utilizar en el módulo de entrenamiento.....	31
Tabla 2. Descripción de los recursos económicos para el proyecto.....	34
Tabla 3. Comparación de ventajas y desventajas de la fibra óptica.	74
Tabla 4. Diferencias de los convertidores industriales y comerciales.....	83
Tabla 5. Características y diferencias entre Switches industriales y comerciales	85
Tabla 6. Características de la Fusionadora AI9.....	93
Tabla 7 Iconos de la pantalla de la Fusionadora AI-9.....	98
Tabla 8. Características del mini OTDR JW3302.....	126
Tabla 9. Especificaciones del convertidor de medios.	138
Tabla 10. Descripción de los leds indicadores del convertidor de fibra óptica a ethernet.	139

INTRODUCCIÓN

En la actualidad tener acceso a una red de internet se ha vuelto de alta importancia, ya sea para nuestro trabajo o nuestro día a día, en la era digital actual, uno de los más utilizados para dicho propósito, es la fibra óptica, esta se ha consolidado como la columna vertebral de las redes de telecomunicaciones modernas, facilitando la transmisión de datos a velocidades más altas que otros métodos, esta capacidad de transmitir grandes cantidades de información en largas distancias con mínima pérdida ha revolucionado el modo en que nos comunicamos trabajamos y accedemos a la información. Esto conlleva a un aumento exponencial en la demanda de servicios confiables y de alta velocidad, impulsando la necesidad de una infraestructura y diseño eficiente.

No obstante, la eficiencia de una red de fibra óptica no solo depende de su diseño estructura o instalación inicial, sino que a su vez depende del mantenimiento adecuado de todos sus componentes, el mantenimiento preventivo y correctivo es crucial y vital para garantizar su funcionamiento y prolongar su vida útil. La complejidad de dichos sistemas y su exposición a diversas formas de deterioro, requieren de un manejo acerca del tema tanto como de técnicas y la correcta manipulación de los equipos y sus componentes para poder realizar dichos mantenimientos.

En este trabajo de graduación nos enfocaremos en examinar los aspectos críticos del mantenimiento en redes de fibra óptica, sus posibles fallos, problemas y herramientas a utilizar para la solución de manera correcta y eficaz de cada uno de los problemas presentados. Esto con el objetivo de proporcionar recomendaciones prácticas y efectivas para mejorar la capacidad del personal que en este caso serán los estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad Técnica Latinoamericana, para que ellos puedan desenvolverse de manera correcta y efectiva en este campo laboral tan extenso y complejo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES.

Antes de poder definir directamente que es la fibra óptica se debe resaltar ciertos aspectos básicos de óptica. Como mencionar que la luz viaja a 299,792,458 metros por segundo en el vacío, sin embargo, cuando se propaga por cualquier otro medio, la velocidad es menor. Así, dependiendo el medio de propagación, este variará su velocidad y esta además sufre de reflexión (la luz rebota en el medio del material) y refracción (la luz cambia de dirección al atravesar un medio). Los circuitos de fibra óptica básicamente son filamentos de vidrio (compuesto de cristales naturales) o plásticos (cristales artificiales), del espesor de un cabello (10-300 micrones) a través del cual la luz puede propagarse por sucesivas reflexiones en el interior de la misma. Puede ser estudiada fácilmente si se le considera como un tubo transparente circular en el cual los rayos de luz que entran por una punta pueden ser conducidos o guiados por el interior de la misma hasta su extremo opuesto mediante las antes mencionadas reflexiones.

La historia de la comunicación por fibra óptica comienza en los años 1790, Claude Chappe ideó y construyó un sistema denominado “telégrafo óptico” este estaba compuesto por una serie de torres separadas aproximadamente 16km entre sí distribuidas en 200km de largo, mediante el uso de señales ópticas y un código asociado lograba que un mensaje recorriera esa distancia en 15 minutos

La posibilidad de conducir luz a través de un medio transparente por reflexiones internas fue demostrado por el filósofo John Tyndall en 1870, quien pudo probar ante un auditorio que la luz puede seguir una trayectoria curva mediante un experimento que consistía en aplicar a una fuente luminosa a un tanque del cual salía un chorro de agua que, siguiendo una trayectoria parabólica, iba a caer en otro recipiente colocado más abajo del primero, en dicho experimento se logró observar como la luz seguía una trayectoria en zigzag en el interior del chorro de agua curvada, esto mismo viene sucediendo en la fibra óptica.

Fue en el año 1966 que Charles K. Kao y George A. Hockman rescataron la idea de John Tyndall y propusieron utilizar la fibra de vidrio como material conductor y se efectuaron los primeros ensayos, pero la fibra de vidrio tenía demasiadas atenuaciones.

Es hasta en 1977 cuando comercialmente se desarrolla la primera fibra óptica por la empresa GTE y AT&T en Estados Unidos de América la cual fue usada para el tráfico comercial de telefonía. Luego de más de 10 años, en 1988, se instala el primer cable de fibra óptica submarino que conectaba Europa y Estados Unidos de América.

Posterior a esto se tiene un auge grandísimo en el campo de la fibra óptica llegándose a manejar diferentes estándares a la hora de su instalación. En 1995 la TIA (Telecommunications Industry Association) desarrolla la norma 568SC para trabajos de fibra óptica y en el año 2006 se protocolizan los estándares para el trabajo de redes WAN (redes de larga distancia) y es en este punto donde nuestro trabajo de graduación hará énfasis y enfoque.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La demanda en El Salvador de internet por fibra óptica crece a pasos agigantados, ya que este ofrece muchas ventajas con respecto a los sistemas de redes tradicionales, tanto así que el 18 de julio del presente año, el CAF (Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe) aprobó un crédito por USD 145 millones para el programa Fortalecimiento de la Soberanía de Conectividad: Cable Submarino, proyecto que consiste en el despliegue del primer cable submarino en El Salvador que representa la herramienta principal para transformar la infraestructura digital del país y expandir la conectividad digital, el proyecto propone el despliegue de un cable submarino de alta capacidad, que conecte a El Salvador con importantes hubs (dispositivo que permite conectar varios dispositivos a una red) de tráfico y contenido y el fortalecimiento de las capacidades institucionales de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) para su gestión.

Teniendo esto en cuenta es notoria la necesidad de poder tener conocimientos en cuanto a los sistemas de fibra óptica tanto en su funcionamiento como en mantenimiento y, por dicha razón, un módulo de funcionamiento y mantenimiento dentro de las instalaciones de la Universidad Técnica Latinoamericana es una excelente alternativa para poder obtener dichas aptitudes y de esa manera poder construir bases sólidas no solamente teóricas sino también prácticas.

Es muy necesario que la Universidad tenga un módulo didáctico para su laboratorio especializado donde los estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica puedan realizar

prácticas con un equipo amigable en la configuración, y de esa manera consolidar sus conocimientos obtenidos en materias como: Sistemas de Comunicaciones Eléctricas, Interfaces y Periféricos, entre otros.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Enfocados en el ámbito laboral, las redes de fibra óptica se han convertido en una parte fundamental de las infraestructuras de telecomunicaciones debido a su alta capacidad de transmisión de datos y eficiencia. No obstante, su comprensión, mantenimiento y correcta implementación requieren de formación técnica especializada y experiencia práctica.

A pesar de la creciente demanda de profesionales capacitados en tecnologías de redes, en el entorno académico persisten desafíos para integrar de manera efectiva herramientas didácticas que permitan el desarrollo de habilidades prácticas específicas en fibra óptica. Esta situación impacta directamente en la preparación de estudiantes y personal técnico del área de electrónica, al dificultar la apropiación de competencias clave para su desempeño en el campo laboral. Ante esta necesidad, se plantea el diseño y desarrollo de un módulo de entrenador de mantenimiento en redes de fibra óptica, que contribuya a fortalecer la formación técnica y práctica dentro de los espacios educativos.

1.4 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

En la actualidad los conocimientos acerca del funcionamiento y mantenimiento en los sistemas de fibra óptica se han convertido en una necesidad muy importante de conocer debido a todo lo que abarca el tema dentro del rubro industrial y de telecomunicaciones.

Es necesario que dentro de la formación académica de cada estudiante se transmita este conocimiento. A continuación, se describe la importancia de la investigación.

Relevancia del Campo de Estudio

Los sistemas de fibra óptica son fundamentales en las comunicaciones modernas y en diversas aplicaciones tecnológicas. Entender su funcionamiento y mantenimiento, es crucial para los ingenieros electrónicos, ya que esta tecnología es esencial para la transmisión de datos de alta velocidad y la infraestructura de redes.

Preparación Profesional

Un módulo de este tipo prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en el campo laboral. Les proporciona conocimientos prácticos sobre la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento de sistemas de fibra óptica, habilidades que son altamente demandadas en el mercado laboral.

Capacitación Técnica

El módulo propuesto ayudará a los estudiantes a adquirir competencias técnicas específicas, como la interpretación de diagramas de red, el uso de equipos de prueba de fibra óptica y la solución de problemas comunes en sistemas de fibra. Esta capacitación técnica es esencial para su futura carrera profesional.

Optimización de Recursos

Desarrollar un módulo especializado permite una mejor organización y utilización de los recursos educativos. En lugar de depender de materiales genéricos o externos, se puede crear un contenido adaptado a las necesidades específicas de los estudiantes y a las características del entorno académico de la Universidad Técnica Latinoamericana.

1.5 JUSTIFICACIÓN.

Para obtener un conocimiento teórico y práctico se presenta el proyecto de un módulo de entrenamiento del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de fibra óptica utilizando la fusionadora de fibra óptica AI-9, mini OTDR PRO JW3302, y medidor de potencia ZWINNER OPM, lo que permite un aprendizaje significativo ya que se obtiene el conocimiento práctico utilizando el equipamiento esencial para el mantenimiento y corrección de fallas en redes de fibra óptica.

El proyecto se realizará a través de convertidores ethernet a fibra óptica ya que actualmente la Universidad Técnica Latinoamericana no posee un enlace de internet de fibra óptica dentro del Laboratorio de Ingeniería Electrónica. El uso de dichos convertidores beneficiará a los estudiantes ya que podrán comprender su funcionamiento y fácil implementación en redes híbridas (Cobre – Fibra óptica).

Los estudiantes de ingeniería electrónica se verán beneficiados con la oportunidad de poder ver fallas cotidianas en estos sistemas y a su vez poder darles el mantenimiento correcto, logrando así tener un grado más alto de conocimiento que se utiliza en este campo profesional. Se destaca que la construcción del módulo entrenador generará innovación en el Laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Técnica Latinoamericana debido a que gracias a este será posible implementar prácticas que fortalezcan el aprendizaje a los estudiantes por medio del manejo de los diferentes equipos que el módulo incluye, mismos que son utilizados en la cotidianidad del rubro.

1.6 ALCANCES DEL PROYECTO.

- Realización de investigación bibliográfica sobre los tipos de fibra óptica los cuales son multimodo y monomodo, los patch cords y acopladores, utilizados para la conexión de fibra óptica tales como SC, LC, FC, ST, los diferentes equipos utilizados para el funcionamiento de los sistemas de fibra como ODF convertidores de ethernet a fibra óptica y de fibra óptica a ethernet, los equipos para su mantenimiento como la fusionadora AI-9, mini OTDR PRO JW3302, y medidor de potencia ZWINNER OPM, lámpara de haz de luz y cortadora de fibra óptica.
- Visualización de diferentes escenarios tales como: conversión de red ethernet a fibra óptica y de fibra óptica a ethernet, daños o cortes al cableado de red de fibra óptica, definición de la distancia a la cual se encuentra el daño o corte, reparación de daños o cortes al cableado mediante la fusionadora de fibra óptica, testeo de su funcionamiento, medición de potencia de haz de luz que se transfiere en el cableado de fibra óptica.
- Diseño y elaboración de un módulo didáctico así mismo la formulación de guías para que los estudiantes de la universidad puedan realizar sus prácticas para ampliar el conocimiento teórico y práctico.
- Desarrollo del módulo didáctico con características que permiten su aplicación en entornos de formación continua, facilitando su implementación como herramienta

central en cursos libres o diplomados dirigidos a contratistas y personal técnico externo. Esta versatilidad amplía significativamente el alcance y la utilidad del proyecto, trascendiendo el ámbito académico tradicional y generando nuevas oportunidades de vinculación efectiva con el sector productivo, así como beneficios económicos para la universidad a través de la oferta y comercialización de estos cursos.

1.7 LIMITANTES DEL PROYECTO.

- Los estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana deberán de formar un solo grupo de trabajo para realizar las prácticas respectivas debido a que solo habrá un módulo de entrenamiento del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de fibra óptica.
- El laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Universidad Técnica Latinoamericana solo cuenta con un punto de red a internet con tecnología de cobre por lo cual no se podrán realizar pruebas de mantenimiento a más de una red a la vez.
- Los convertidores de medios utilizados en el módulo de entrenamiento del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de fibra óptica poseen 4 salidas tipo Ethernet.

1.8 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.

- El proyecto de graduación contendrá un sistema de red de fibra de 12 hilos para poder simular diferentes escenarios y problemas.
- Solo habrá un punto de red, el único con el que cuentan los Laboratorios de Ingeniería Electrónica de la Universidad Técnica Latinoamérica, al cual se conectarán un máximo de cuatro dispositivos, esto debido a que el convertidor a utilizar solo cuenta con cuatro salidas tipo Ethernet.

- A futuro si la universidad implementa fibra óptica en sus laboratorios, siempre se podrá utilizar dicho módulo conectando el punto de red directamente a los ODF sin necesidad de utilizar los convertidores, el módulo estará diseñado para poder trabajar con o sin fibra óptica inicial.
- Se elaborarán cinco guías para la realización de prácticas de laboratorio, en las cuales se obtendrá el conocimiento del funcionamiento y mantenimiento de redes de fibra óptica ante diferentes escenarios, los equipos a utilizar y su correcta manipulación.

1.9 OBJETIVO GENERAL.

Elaborar un módulo entrenador de redes de fibra óptica monomodo que posea herramientas como fusionadora de fibra óptica, Mini OTDR y Medidor de potencia, y permita a los estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana realizar procesos de mantenimiento y reparación de redes con tecnología de fibra óptica.

1.10 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Elaborar un módulo didáctico para realizar labores de mantenimiento y reparación de redes de fibra óptica utilizando una fusionadora de fibra óptica marca SignalFire modelo AI-9, un Mini OTDR marca Joinwit modelo JW3302S y un medidor de potencia marca Zwinner modelo JW3218C.
- Describir los procedimientos para poder realizar fusiones de fibra óptica, armado de conectores de fibra óptica, medición de potencia y atenuaciones en hilos de fibra óptica, observar cortes y distancia de los mismos en hilos de fibra óptica y reparar tramos defectuosos de hilos de fibra óptica.
- Formular guías prácticas de laboratorio para que los estudiantes de la universidad realicen pruebas de funcionamiento y mantenimiento de redes de fibra óptica.

1.11 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS

Los sistemas de fibra óptica involucran varias labores de mantenimiento preventivo y correctivo con diferentes equipos, con el fin de su correcto funcionamiento, garantizando la óptima transferencia de los datos.

En la actualidad a nivel nacional e internacional la transferencia de datos por medio redes de fibra óptica se hace cada día más importante como se mencionó anteriormente a la demanda actual por la sustitución de métodos anteriores como par trenzado o cable coaxial y los proyectos que se vienen a futuro sobre el primer cable submarino en El Salvador. Todo esto obliga a poseer conocimientos prácticos para solventar fallas o realizar correcciones dentro de los sistemas de red de fibra óptica y, por tal razón es de suma importancia poder contar con un módulo didáctico que permita reforzar estos conocimientos.

El módulo de entrenamiento que se construirá para las prácticas de los estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) ayudará al aprendizaje y conocimientos de nuevas tecnologías y métodos utilizados en el ámbito industrial con el fin de proporcionarle al estudiante una forma didáctica en su aprendizaje y desarrollo de sus capacidades fortaleciendo tanto sus conocimientos teóricos y prácticos

La universidad a lo largo de los años ha ido evolucionando con infraestructura y con equipos para el óptimo desarrollo de cada una de las materias impartidas, no obstante, no cuenta con una práctica o un módulo de funcionamiento y mantenimiento de fibra óptica para el aprendizaje de los estudiantes, por tal razón la importancia de este módulo de prácticas para el desarrollo de dichas aptitudes académicas.

Los equipos como la fusionadora de fibra óptica marca SignalFire modelo AI-9, el Mini OTDR marca Joinwit modelo JW3302S, el medidor de potencia marca Zwinner modelo JW3218C y la lámpara de luz TL532 son herramientas básicas para el mantenimiento de redes de fibra óptica bastante modernos y eficientes que proporcionan una amplia manipulación y control sobre los diferentes escenarios, brindando una gran confiabilidad para detectar fallas en diferentes escenarios como cortes en los hilos de fibra óptica, atenuaciones de luz, pérdidas de potencia y a su vez solventarlas.

1.12 TABLA DE DATOS.

EQUIPOS DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO Y FUSIONAMIENTO DE RED DE FIBRA OPTICA			
EQUIPO	MARCA	MODELO	IMAGEN
Fusionadora de fibra optica	Signal Fire	AI-9	
OTDR	Joinwit	JW3302	
Medidor de potencia	Zwinnerr	JW3218C	
Lámpara VFL	Nextlink	TL532	
Convertidor de medios ópticos de fibra	Soarland&Henix	HTB-GS-03	

Tabla 1. Tabla de datos de equipos a utilizar en el módulo de entrenamiento.

1.13 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.13.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El trabajo de graduación se realizará específicamente en los laboratorios especializados de ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana, sobre el acceso de segunda avenida norte entre la séptima y novena calle poniente, Distrito de Santa Tecla, Departamento de la Libertad.

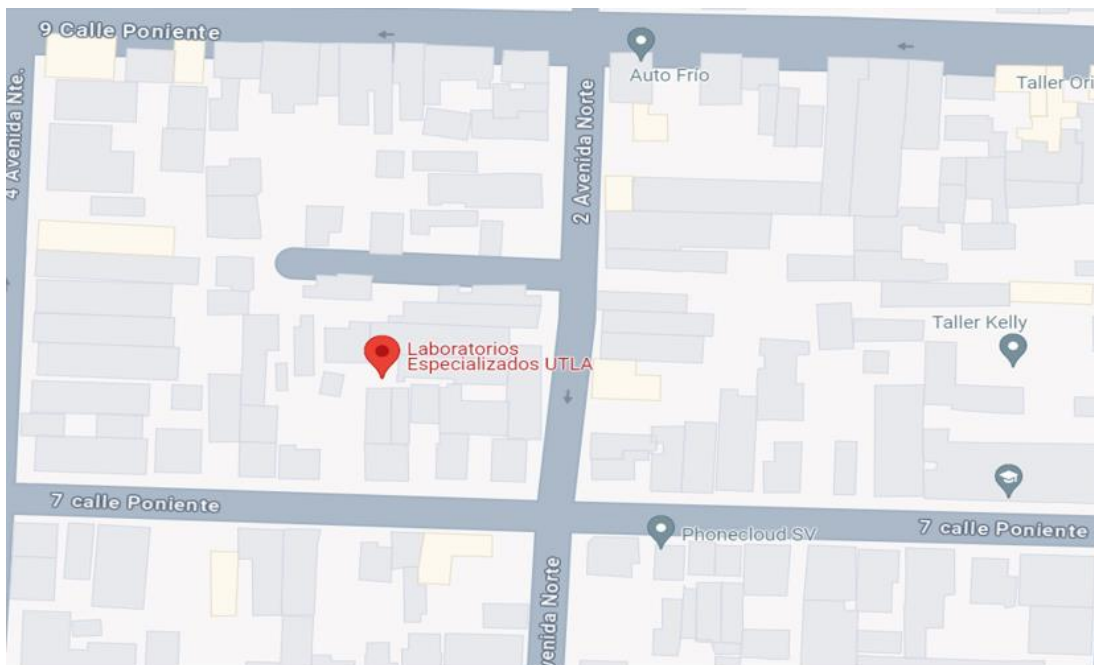


Figura 1. Ubicación de laboratorios especializados UTLA.

1.13.2 DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que el trabajo de graduación consiste en un módulo didáctico para el aprendizaje de los estudiantes del laboratorio de ingeniería electrónica, se tomara como un beneficio para los estudiantes que ingresen a dicho laboratorio y pueden tener el conocimiento de nuevos equipos.

La industria ha avanzado y en su mayoría se ha implementado el internet con fibra óptica, por esa razón que se ve la necesidad de abordar este tipo de prácticas en futuras generaciones en la formación de profesionales competentes, la elaboración de este módulo ayudará a adquirir mayores competencias en el desarrollo de su carrera.

1.13.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Teniendo en cuenta que el desarrollo del trabajo de graduación consiste en el diseño, construcción e implementación física de un módulo didáctico, la recolección de la información se realizará por medio de las siguientes técnicas:

- La recopilación de documentos relacionadas al estudio, para establecer el marco teórico del proyecto, se realizará por medio de la información técnica, proporcionada por el fabricante del equipo y cualquier otra información necesaria o relacionada con el tema de investigación, se recopilará desde sitios web o bibliografía relacionada con la investigación para fundamentarla.
- La documentación está basada en el estudio y análisis de fichas técnicas, manual de información, funcionamiento, y puesta en marcha de los equipos, para establecer las guías de trabajo que se impartirán en el laboratorio de prácticas.
- Se realizará una investigación de campo, por medio de una visita al laboratorio de prácticas de ingeniería eléctrica, verificar el estado de la red a internet para poder alimentar y hacer funcionar el módulo y sus diferentes equipos, además de tomar las medidas del espacio físico donde se instalará todo el módulo.

1.13.4 RECURSOS ECONÓMICOS

Para los recursos económicos se han considerado gastos de adquisición de equipos y todos los materiales necesarios para la construcción del módulo didáctico del proyecto de graduación, que se describen en la siguiente tabla:

ITEM	CANT.	U/M	DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	1	UNIDAD	FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA SIGNALFIRE AI9	\$ 1,600.00
2	1	UNIDAD	MINI OTDR PRO JW3302	\$ 290.00
3	1	UNIDAD	ODF OM1 DE 12 PUERTOS	\$ 102.04
4	1	UNIDAD	MEDIDOR DE POTENCIA ÓPTICA ZWINNER OPM JW3218	\$ 28.00
5	1	UNIDAD	LÁMPARA VISUALIZADORA DE FALLAS TL532	\$ 26.00
6	1	UNIDAD	KIT DE CONVERTIDORES DE MEDIOS ETHERNET - F.O / F.O. - ETHERNET	\$ 70.00
7	1	UNIDAD	CAJA DE EMPALME ÓPTICO	\$ 21.00
8	30	METRO	CABLE DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO PARA EXTERIORES DE 12 HILOS	\$ 24.99
9	30	METRO	CABLE DE FIBRA ÓPTICA DROP MONOMODO DE 12 HILOS	\$ 10.00
10	45	METRO	CABLES ETHERNET RJ45	\$ 37.95
11	1	UNIDAD	MESA DE TRABAJO	\$ 125.00
12	100	UNIDAD	TERMOENCOGIBLE PARA FIBRA ÓPTICA	\$ 5.00
13	42	UNIDAD	PIGTAILS DE FIBRA ÓPTICA	\$ 33.06
14	1	UNIDAD	MISCELANEOS	\$ 200.00
TOTAL:				\$ 2,573.04

Tabla 2. Descripción de los recursos económicos para el proyecto.

CAPITULO II

CONCEPTOS Y GENERALIDADES.

2.1 ORIGEN Y EVOLUCION DE LA FIBRA OPTICA

El concepto de la fibra óptica en sí, se remonta a un lapso de tiempo bastante corto, a principios de los 70, sin embargo, la intención de usar la luz como un medio de transmisión de información es en realidad bastante antigua. en la cultura griega y romana, se utilizaban espejos para poder transmitir información de una manera más rudimentaria mediante la reflexión de la luz solar, con base en esta idea, Claude Chappe en el año 1790 ideó y construyó un sistema denominado “Telégrafo óptico” este estaba compuesto por serie de torres separadas aproximadamente 16km entre sí, y distribuidas a lo largo de los 200km, mediante el uso de señales ópticas y un código asociado lograba que un mensaje se traspusiera en esa distancia en el increíble tiempo de 15 minutos teniendo como resultado el primer sistema de telecomunicaciones.

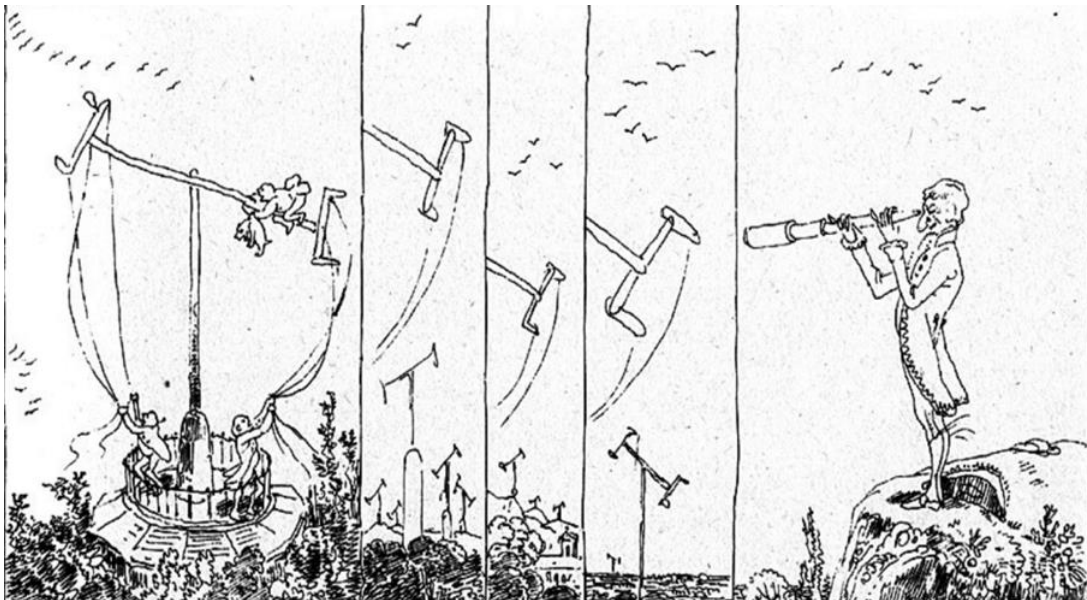


Figura 2. Telégrafo óptico.¹

¹ Xataka- el internet del siglo VIII- Fecha de consulta 02/25 en línea:
<https://www.xataka.com/historia-tecnologica/no-esto-no-es-un-molino-es-el-primer-sistema-de-telecomunicaciones-un-telegrafo-optico>

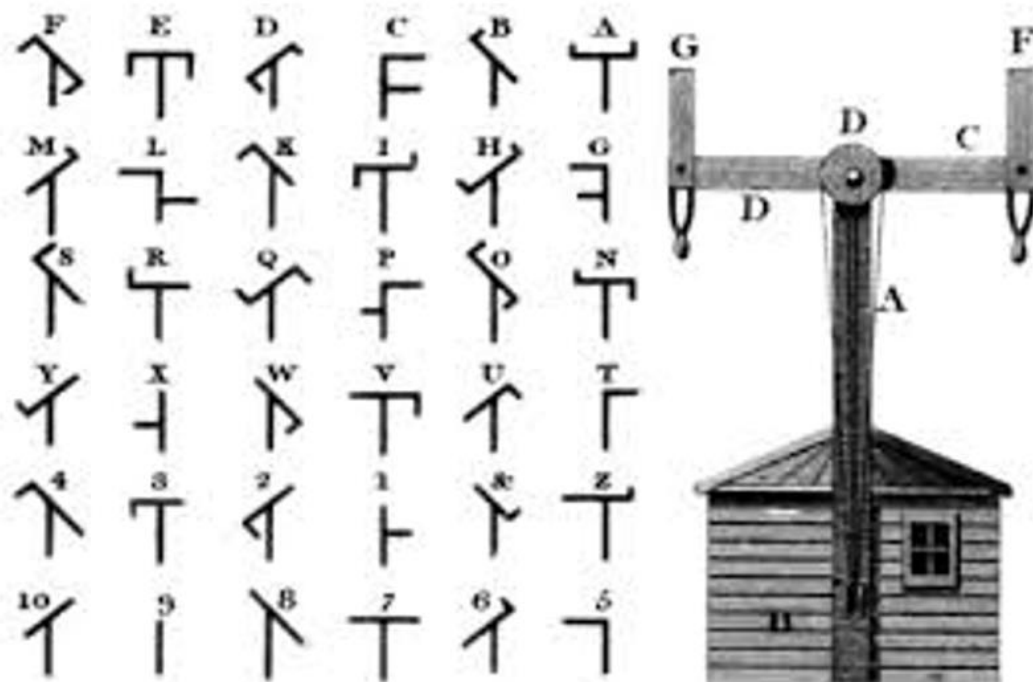


Figura 3. Abecedario de telégrafo óptico.²

En el año 1870 se tuvo la posibilidad de conducir luz a través de un medio transparente por sucesivas reflexiones internas, esto demostrado gracias al filósofo John Tyndall, quien pudo probar ante un auditorio que la luz puede seguir una trayectoria curva, mediante un experimento que consistía en aplicar una fuente luminosa a un tanque del cual salía un chorro de agua que, siguiendo una trayectoria parabólica, iba a caer en otro recipiente colocado más abajo del primero, este filósofo logró demostrar al público que los rayos de luz podían seguir un camino en forma de zigzag en el interior del chorro de agua curvado, siendo esto la base de la fibra óptica ya que sucede algo muy similar al comportamiento de la luz en una fibra al comportamiento de la luz en el agua usada como método de propagación.

²Xataka- el internet del siglo VIII- Fecha de consulta 02/25 en línea:
<https://www.xataka.com/historia-tecnologica/no-esto-no-es-un-molino-es-el-primer-sistema-de-telecomunicaciones-un-telegrafo-optico>

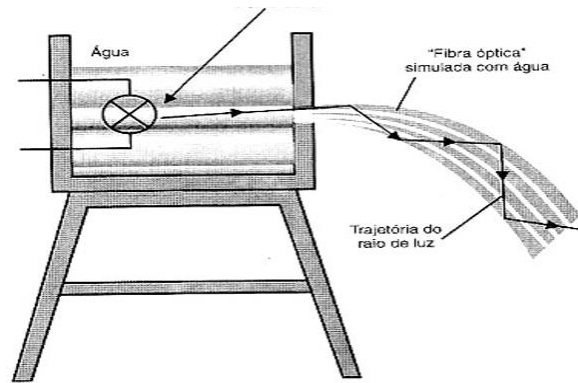


Figura 4. Experimento de John Tyndall.³

Años más tarde en 1921 Albert Einstein descubrió la “Ley de efecto Fotoeléctrico” y se puede decir que esta ley es la que une principalmente la relación entre la Óptica y la electrónica y este dice que cuando la luz brilla en un metal, los electrones pueden ser expulsados de la superficie del metal en un fenómeno conocido como el efecto fotoeléctrico. También, a este proceso suele llamársele fotoemisión, y a los electrones que son expulsados del metal, fotoelectrones. En términos de su comportamiento y sus propiedades, los fotoelectrones no son diferentes de otros electrones. El prefijo foto simplemente nos indica que los electrones han sido expulsados de la superficie de un metal por la luz incidente.

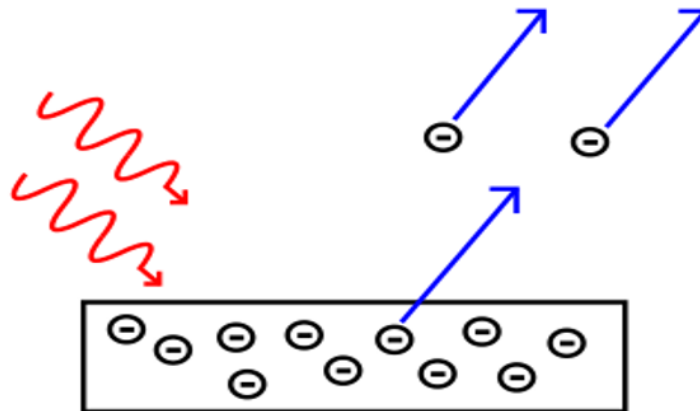


Figura 5. Representación del efecto fotoeléctrico.⁴

Para explicar el efecto fotoeléctrico, los físicos del siglo XIX teorizaron que el campo eléctrico oscilante de la onda de luz que entraba les transmitía calor a los electrones causando

³ Nextonbraga- Historia- Fecha de consulta 02/25, en línea:
<https://www.newtonbraga.com.br/telecomunicacoes/3092-tel031.html>

⁴ Xatakaciencia- El efecto fotoeléctrico- Fecha de consulta 02/25 en línea:
<https://www.xatakaciencia.com/fisica/el-efecto-fotoelectrico>

que vibraran, lo que eventualmente terminaba liberándolos de la superficie del metal. Esta hipótesis estaba basada en la suposición de que la luz viajaba por el espacio puramente como una onda.

En el año 1958, Arthur Schawlo y Charles Toownesa idearon el láser. Este fue llevado a la práctica con éxito por primer vez en 1960 por Theodor H. Maiman y fue en el año de 1962 que se inventaron los emisores de laser de semiconductores, que rápidamente encontraron aplicaciones en el campo de la ingeniería, particularmente en las comunicaciones, los ingenieros que trabajan en esta área, pronto se dieron cuenta que un haz laser usado como portadora era capaz de llevar más información que una señal de radio frecuencia convencional aunque este presentaba grandes inconvenientes al no poder cubrir distancias grandes a cielo abierto y que la mínima variación de las condiciones ambientales producían una gran perturbación en el enlace, en ese mismo tiempo se empezaban a trabajar en el desarrollo de fibras ópticas que de alguna manera podían llegar a ser una solución para el problema planteado antes de la llegada de la fibra de vidrio se utilizaron tubos huecos y espejados con un complicado sistema de lentes pero en 1966 Charles Kao y Geoger A. Hockman fue que con la idea de J. Tyndall propusieron utilizar una fibra de vidrio como material conductor, dando así un concepto y base como tal a lo que se conoce como fibra óptica. Para el año 1976 la fuerza aérea norteamericana, llevo adelante un programa de desarrollo denominado ALOFT (Airbone Ligth Optical Fiber Tecnology) para lograr el reemplazado del mazo de cableado interno de un avión por un sistema más liviano. Este mazo constaba de 302 cables con un largo total de 1260m y un peso de 40kg y logró ser reemplazado por un sistema óptico que constaba de 12 fibras con una longitud de 76m y solo 1.7 kg. paralelamente en ese año se ensayó el primer sistema de telefonía por fibra óptica en la planta de Western Electric de Atlanta y desde ese mismo año la compañía Siemens está utilizando en Múnich Alemania un tramo experimental de 2.1 km para la transmisión de señales telefónicas de tv y videoteléfonos.

Para 1977 las compañías AT&T y GTE iniciaron la instalación de sistemas de fibras ópticas para el tráfico comercial de telefonía y para el año 1990 fue posible el tendido de un cable de comunicaciones submarino entre Europa y el Continente Norteamericano sin la necesidad de estaciones repetidoras en el océano atlántico.

2.2 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS DE FIBRA ÓPTICA.

2.2.1 FIBRA ÓPTICA.

Una fibra óptica es una forma sencilla y simple, un filamento muy fino de plástico o vidrio a través del cual la luz puede propagarse por sucesivas reflexiones en el interior de la misma. Puede ser estudiada fácilmente si la considera como un tubo transparente circular en el cual los rayos de luz que entran por una punta pueden ser conducidos o guiados por el interior de la misma hasta su extremo opuesto.

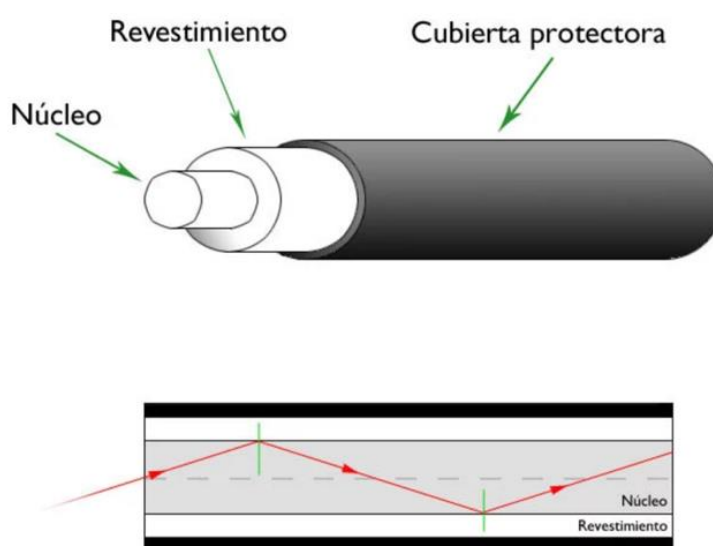


Figura 6. Partes de la fibra óptica.⁵

Los circuitos de fibra óptica son filamentos de vidrio (compuestos de cristales naturales) o plásticos (cristales artificiales) del espesor de un pelo (entre 10 y 300 micrones) estos son capaces de trasportar el haz de luz incluyendo si hay curvas o esquinas sin interrupciones. El principio en que se basa la transmisión de luz por fibra es la reflexión interna total: la luz que viaja por el centro o núcleo de la fibra incide sobre la superficie externa con un ángulo mayor al ángulo critico de forma que toda la luz se refleja sin perdidas hacia el interior de la fibra así la luz puede transmitirse a larga distancia reflejándose miles de veces. Para evitar las perdidas por dispersión de luz debida a impurezas en la superficie de la fibra, el núcleo

⁵ Xatakamovil- la reflexión total interna- Fecha de consulta 02/25, en línea:
<https://www.xatakamovil.com/conectividad/especial-comunicaciones-opticas-ii-que-es-una-fibra-optica-y-como-funciona>

de la fibra óptica está recubierto por una capa de vidrio con un índice de refracción mucho menor las reflexiones se producen en la superficie que separan la fibra de vidrio y el recubrimiento.

2.2.2 CONFORMACIÓN DE LAS FIBRAS ÓPTICAS.

La mayoría de las fibras ópticas se hacen de silicio, materia prima abundante en comparación al cobre. También puede ser fabricada en zinc y plástico. con unos kilogramos de vidrio, pueden fabricarse aproximadamente 43 km de fibra óptica. Los dos constituyentes esenciales de las fibras ópticas son el núcleo y el revestimiento. el núcleo es la parte más interna de la fibra y es la que guía la luz, y el revestimiento es la parte que rodea y protege el núcleo.

El conjunto del núcleo y revestimiento está a su vez rodeado por un forro o funda plástica u otros materiales que lo resguardan contra la humedad, entre otros factores ambientales o posibles daños.

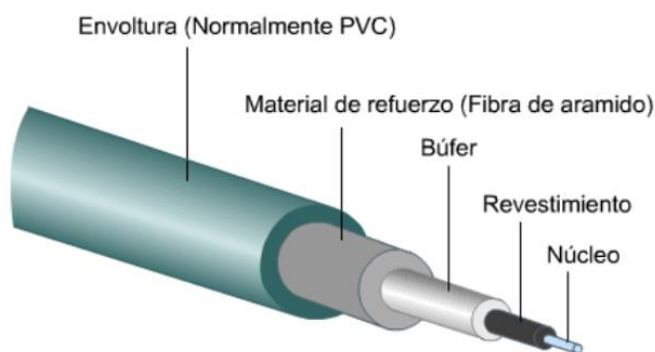


Figura 7. Interior y materiales de fibra óptica.⁶

2.2.3 FUNCION DE LA FIBRA ÓPTICA.

Las fibras son capaces de transportar señales ópticas y energía luminosa, y constituye, el equivalente óptico de un par conductor o un cable coaxial. El uso de fibras ópticas en lugar de estos medios tradicionales tiene varias ventajas, pero también presenta algunas limitaciones, entre las cuales puede citarse que las fibras no transportan señal eléctrica, sino

⁶ Pronetica- Fecha de consulta 02/25, en línea:
<https://www.pronetica.es/instalaciones-de-fibra-optica-en-edificaciones/>

el equivalente óptico de las mismas. Si bien existen dispositivos que manipulan la señal óptica directamente, para el estado actual de la técnica la mayoría de los sistemas electrónicos de comunicaciones funcionan con señales eléctricas, entonces la información a transmitirse debe ser primero convertida en una señal luminosa mediante el uso algunos distintos tipos de transductores que existen, para luego ser enviada por la fibra al lugar deseado, donde la recuperación de la señal original supone la existencia de otros transductores que actúan de manera inversa a los primeros.

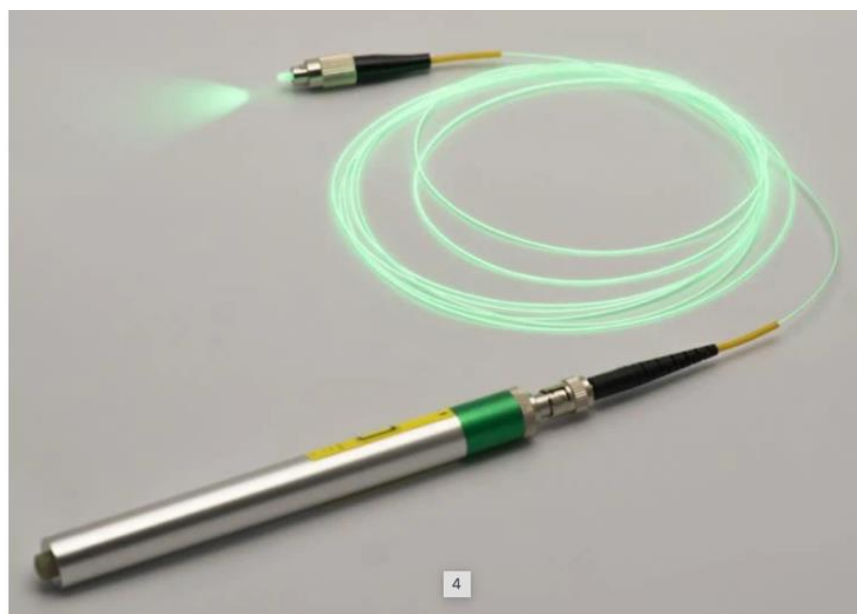


Figura 8. Señal luminosa en fibra óptica.⁷

Es un sistema de transmisión de datos por medio de fibra óptica, existe un transmisor que se encarga de transformar las ondas electromagnéticas en energía óptica o en luminosa. realizar la conversión electro-óptica. Consta de una fuente de luz, un conductor y un modulador. Su función es modular la onda luminosa emitida por la fuente de luz a partir de la señal eléctrica del terminal eléctrico para convertirla en una onda luminosa modulada y luego acoplar la señal luminosa modulada a la fibra óptica o al cable para su transmisión, que por ello se le considera componente activo de este proceso. Luego Una vez que es transmitida la señal luminosa por las minúsculas fibras estas constituyen las vías de transmisión de luz. Su

⁷ Pt.oem-laser- fecha de consulta 02/25, en línea:
<http://pt.oem-laser.com/info/what-is-the-beam-spot-output-from-the-optical-52738552.html>

función es acoplar la señal atenuada del emisor al detector de luz en el receptor tras la transmisión a larga distancia por fibra óptica para completar la tarea de transmisión de información.

Finalmente, en otro extremo del circuito se encuentra un tercer componente al que se denomina detector óptico o receptor, es un transmisor óptico que realiza la conversión óptica/eléctrica. El cual consta de un detector y un amplificador ópticos. Su función es convertir la señal óptica transmitida por la fibra o el cable óptico en una señal eléctrica mediante el fotodetector, y luego restaurarla a la señal eléctrica antes de la transmisión después de ser procesada por el amplificador cuya misión consiste en transformar la señal luminosa en energía electromagnética, similar a la señal original.

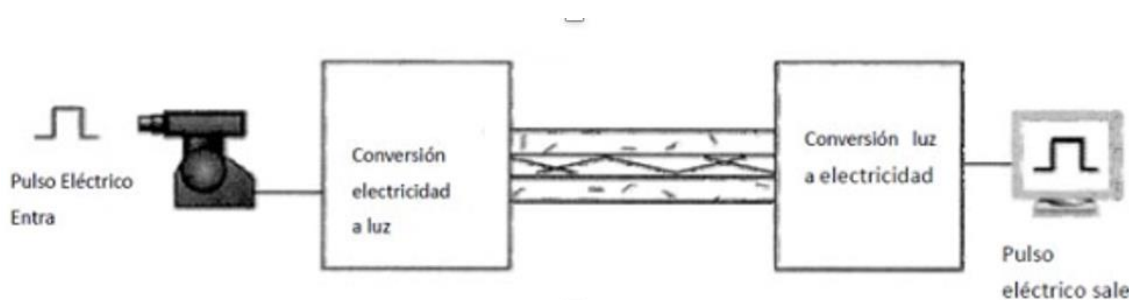


Figura 9. Sistema de transmisión de datos por conversión de señales⁸

Para lograr esto, son mayormente utilizados los OLT (Optical Line Terminal) como convertidor de señal eléctrica a óptica, enviando dichas señales por fibra óptica y siendo recibidos por un ONT (Optical Network Unit) estos son los equipos encargados de convertir la señal óptica en señales eléctricas para poder conectarse con cables de esta tecnología como un RJ45.

2.2.4 CONVERSION DE SEÑALES ELECTRICAS EN SEÑALES ÓPTICAS.

Para que una determinada señal eléctrica pueda ser transmitida por una fibra óptica, esta debe usarse para modular una fuente de la luz tal como un diodo emisor de luz (LED) o un láser,

⁸ fibraoptica hoy- Fecha de consulta 02/25, en línea:
<https://www.fibraoptica hoy.com/tipos-de-cables-de-fibra-optica/>

la luz modulada se acopla a la fibra en cuyo extremo opuesto hay un detector óptico que recibe la modulada y recupera la señal original de entrada.

La principal diferencia entre las distintas técnicas de transmisión radica en la manera como se efectúa la modulación de la luz. Desde este punto podemos dividir las en tres categorías básicas: Modulación digital, modulación analógica y modulación con conversión A/D y D/A.

- La modulación digital simplemente cambia la secuencia de ceros y unos (que normalmente se corresponde a niveles de voltaje) en una secuencia idéntica de encendido y apagado de la fuente emisora de luz. Debido a que todas las comunicaciones entre computadoras se establecen en base a señales digitales, este tipo de modulación es adecuada para la transmisión de datos entre computadoras.

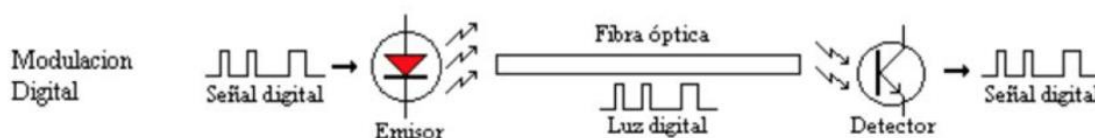


Figura 10. Modulación digital⁹

- La señal de comunicación de tipo analógica (voz o video) puede usarse para hacer variar la intensidad de la fuente emisora de luz. Esta técnica es relativamente barata y fácil de aplicar, pero adolece de la limitación impuesta, sobre todo por la no linealidad de los dispositivos emisores y receptores ópticos (no así de la fibra propiamente dicha, que en principio es capaz de transmitir luz en un elevado y muy lineal rango dinámico)

⁹ Diseño de manual de prácticas para laboratorio de comunicaciones ópticas utilizando el sistema de prueba de aplicaciones múltiples yokogawa serie AQ2211- Fecha de consulta 02/25 en línea: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26351/1/UPS-GT004782.pdf>

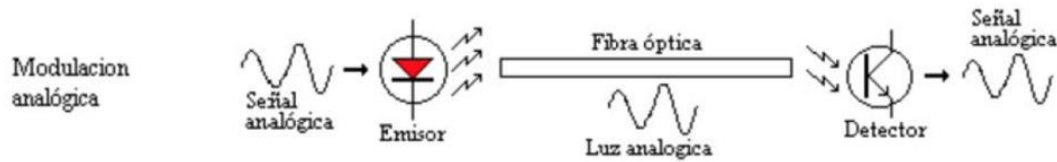


Figura 11. Modulación analógica.¹⁰

- Para resolver el inconveniente que presenta la modulación directa con señales analógicas, pueden convertirse las mismas previamente a un formato digital utilizando un convertidor A/D, para modular la fuente emisora en formato digital y posteriormente recuperar la señal original mediante un convertidor D/A.

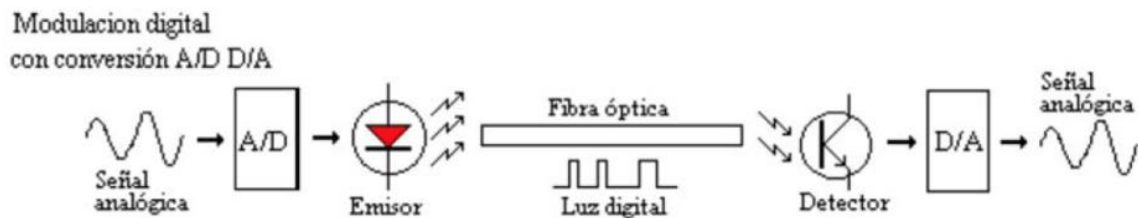


Figura 12. Modulación digital de conversión AD/DA.¹¹

La gran mayoría de los sistemas de transmisión de información requiere una comunicación simultánea en ambos sentidos (sistema dúplex) y aunque en principio, una fibra óptica es un elemento bidireccional y reversible (es decir que a cualquiera de los dos extremos de una fibra pueden usarse para emitir o recibir, y viceversa), es habitual el método de disponer de dos grupos idénticos de dispositivos de modulación y detección en sentido opuesto de dos fibras (una para la transmisión y otra para la recepción) para formar un sistema bidireccional completamente funcional.

¹⁰ Diseño de manual de prácticas para laboratorio de comunicaciones ópticas utilizando el sistema de prueba de aplicaciones multiples yokogawa serie AQ2211- Fecha de consulta 02/25 en línea:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26351/1/UPS-GT004782.pdf>

¹¹ Diseño de manual de prácticas para laboratorio de comunicaciones ópticas utilizando el sistema de prueba de aplicaciones multiples yokogawa serie AQ2211- Fecha de consulta 02/25 en línea:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26351/1/UPS-GT004782.pdf>

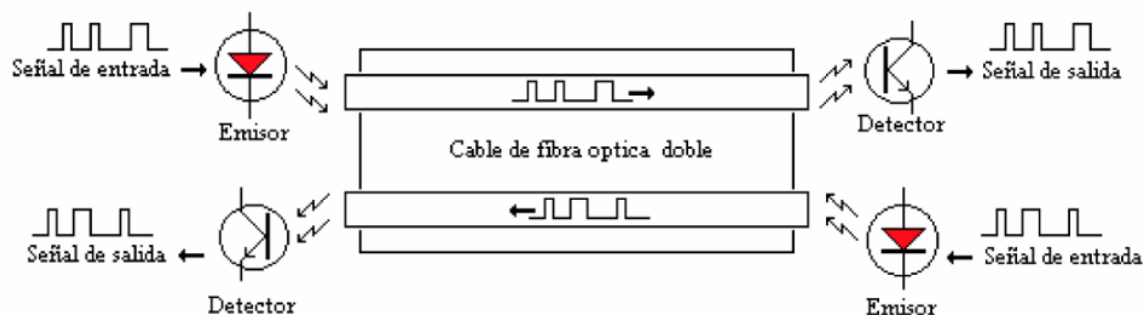


Figura 13. Sistema de modulación dúplex.¹²

Existe además la ventaja adicional que, usando un equipamiento de multiplexado, pueden agregarse un gran número de señales adicionales para su transmisión simultánea, como ya ha ocurrido con los sistemas de comunicación que emplea conductores, a medida que ha ido creciendo el volumen de tráfico, así han ido apareciendo diferentes técnicas que buscan aprovechar las instalaciones existentes para la transmisión de varias señales. En este sentido la multiplexación por división de longitud de onda es el método más viable a implementar ya que esta técnica permite transmitir varios canales simultáneamente sobre la misma fibra en longitudes de ondas diferentes.

2.2.5 DISPOSITIVOS IMPLÍCITOS EN ESTE PROCESO.

Los bloques principales de un enlace de comunicaciones de fibra óptica son: transmisor, guía de fibra y receptor

El transmisor consiste en una interfaz analógica o digital, un conversor de voltaje a corriente, una fuente de luz y un adaptador de fuente de luz a fibra.

Estos pueden ser utilizados a pequeña o gran escala según su demanda y su aplicación en el sistema de red, pueden convertir señales eléctricas con diferentes tecnologías y tipos de cables como coaxial y UTP que son los más utilizados en los diseños de red con cables de cobre. Algunos ejemplos de transmisores son:

- OLT (Optical Line Terminal) funciona como convertidor de señales eléctricas a

¹² Diseño de manual de prácticas para laboratorio de comunicaciones ópticas utilizando el sistema de prueba de aplicaciones multiples yokogawa serie AQ2211- Fecha de consulta 02/25 en línea: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26351/1/UPS-GT004782.pdf>

señales ópticas, entre las redes de telecomunicaciones de alta capacidad y los servicios de acceso local para los usuarios. Utilizados mayormente en las centrales de los proveedores de servicios como internet, se caracterizan por ser utilizados a niveles de gran demanda. Es capaz de manejar una gran cantidad de tráfico de datos. Puede gestionar múltiples ONT (Optical Network Terminals), permite que varias señales de diferentes usuarios viajen a través de la misma fibra óptica gracias a técnicas de multiplexión como WDM (Wavelength Division Multiplexing).



Figura 14. OLT¹³

- Convertidor de medios Ethernet a fibra óptica. Es un dispositivo que convierte las señales eléctricas de los cables de cobre (Ethernet) en señales ópticas para transmitir datos a través de fibra óptica. Este tipo de dispositivo es muy útil cuando necesitas conectar dos segmentos de una red que utilizan diferentes medios de transmisión (cobre y fibra). El convertidor de medios convierte esa señal eléctrica en una señal óptica, transformando los bits de información en pulsos de luz. Para hacerlo, el convertidor utiliza un transmisor óptico, que generalmente es un diodo emisor de luz. (LED) o un láser. Estos son utilizados para conectar dispositivos, cuando se necesitas

¹³ hua-network Fecha de consulta 03/25, en línea:
<https://www.hua-network.com/es/original-huawei-ma5800-x17-olt-with-8-ports-pon-board-xghd-of-10ge-speed-product/>

extender esa red a largas distancias o a través de un entorno donde el cobre no sea adecuado.



Figura 15. Convertidor de medios, ethernet a fibra óptica.¹⁴

- Convertidores de medios coaxial a fibra óptica son dispositivos que permiten transformar señales que viajan por cables coaxiales en señales que viajan por fibra óptica, y viceversa. Este tipo de conversión es útil en muchas aplicaciones, especialmente en telecomunicaciones, redes de datos y sistemas de video vigilancia. El convertidor recibe una señal eléctrica transmitida por cable coaxial y la convierte en una señal óptica para ser transmitida a través de fibra óptica. El convertidor coaxial-fibra utiliza un transmisor de luz (láser o LED) para convertir la señal eléctrica en una señal óptica. Esta señal es modula según el tipo de señal de entrada. Si es analógica, la señal eléctrica se modula para cambiar las propiedades de la luz (como la intensidad). Si es digital, se utiliza un proceso de modulación digital, como la modulación de amplitud o modulación por pulsos.

¹⁴ fibermall- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
<https://www.fibermall.com/es/blog/two-types-of-fiber-media-converters.htm>



Figura 16. Convertidor de medios. Coaxial a fibra óptica.¹⁵

La guía de fibra se constituye por unos hilos de vidrio o plástico para transmitir señales de luz. Se caracteriza por su alta velocidad de transmisión de datos y su baja atenuación.

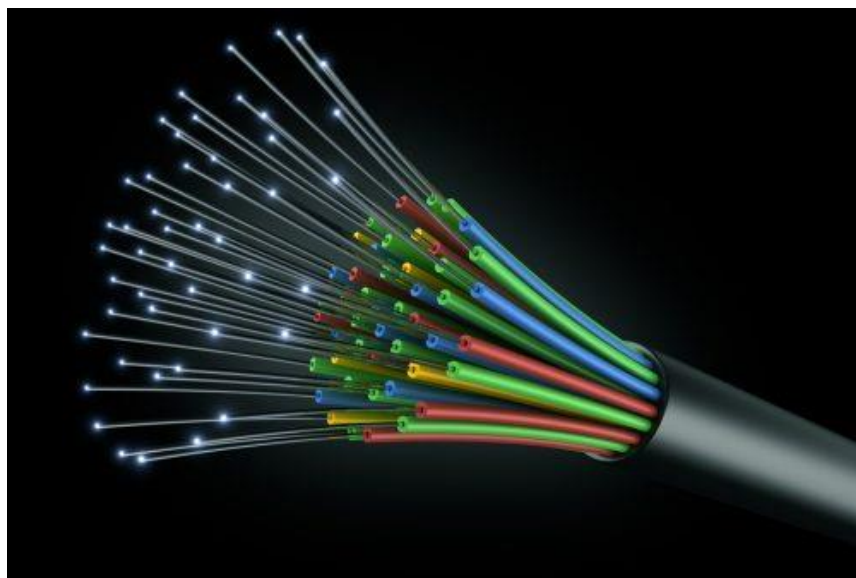


Figura 17. Cable de fibra óptica¹⁶

El receptor óptico está diseñado para recibir la que viaja en la fibra óptica. La señal óptica transporta la información en forma de pulsos. Este la convierte mediante un fotodetector,

¹⁵ Emelec - Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://emelec.es/nuevos-portacables-de-fibra-optica-para-video-4k/>

¹⁶ yourtechnologyweb- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
<https://www.yourtechnologyweb.com/contenidos-2o-eso/internet-y-paginas-web/>

convierte los pulsos de luz recibidos en una señal eléctrica. Dependiendo del tipo de fibra óptica y del sistema de modulación utilizado, la luz puede tener diferentes características (como la intensidad, frecuencia, etc.), y el fotodetector las convierte en una señal eléctrica correspondiente. El receptor incluye un dispositivo conector detector de fibra a luz, un fotodetector, un conversor de corriente a voltaje un amplificador de voltaje y una interfaz analógica o digital, uno de los ejemplos de receptores ópticos más usados en un sistema de red pasivo es el ONT (Óptical Node Terminal) terminal de nodo óptico es el encargado de convertir los pulsos de luz que viajan a través de la fibra óptica, en pulsos eléctricos, este aparato permite conectar la red de un usuario final con el operador y después dar la conexión a un router que será el encargado de distribuirlo.

En un transmisor de fibra óptica la fuente de luz se puede modular por una señal analógica o digital. Acoplando impedancias y limitando la amplitud de la señal o en pulsos digitales. El conversor de voltaje a corriente sirve como interfaz eléctrica entre los circuitos de entrada y la fuente de luz. La fuente de luz puede ser un diodo emisor de luz LED o un diodo de inyección láser ILD, la cantidad de luz emitida es proporcional a la corriente de excitación, por lo tanto, el conversor voltaje a corriente convierte el voltaje de la señal de entrada en una corriente que se usa para dirigir la fuente de luz. La conexión de fuente a fibra es una interfaz mecánica cuya función es acoplar la fuente de luz al cable.



Figura 18. ONT¹⁷

¹⁷ toputel- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.toputel.com/products/toptel-gpon-epon-optical-network-terminal-ont1710>

Termination Point (TP)

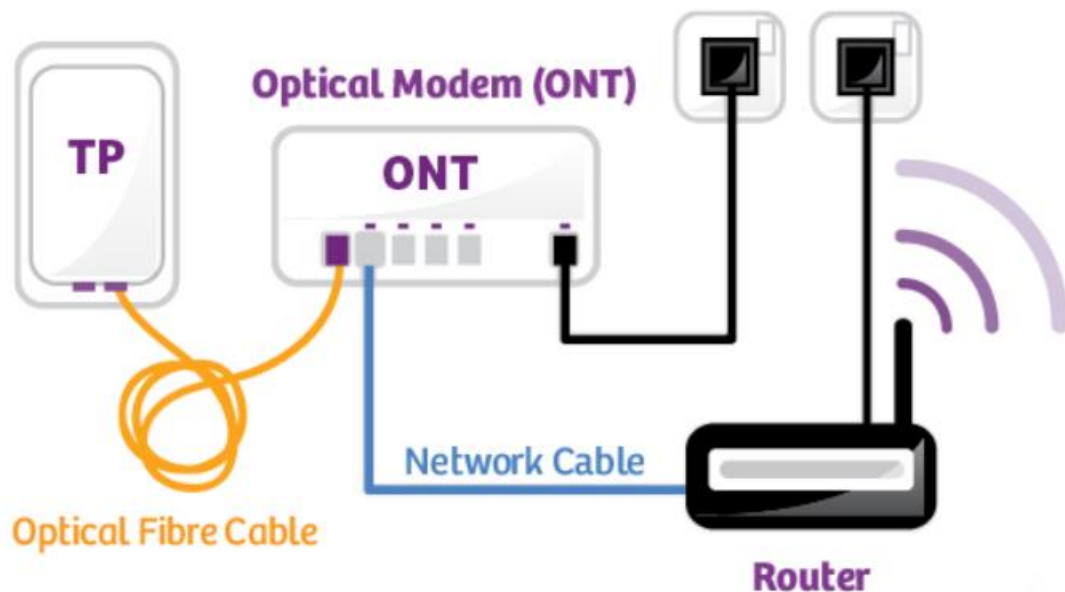


Figura 19. Funcionamiento de un ONT.¹⁸

2.3 TIPOS DE FIBRA ÓPTICA.

Existen dos tipos principales de fibra óptica, los cuales son la fibra óptica monomodo y la fibra óptica multimodo.

2.3.1 FIBRA MONOMODO.

La fibra monomodo es la que ofrece una mayor capacidad de transporte de información tiene una banda de paso del orden de los 100Ghz/km los mayores flujos se consiguen con esta fibra, pero a su vez es la más compleja de implantar. esta solo puede transmitir los rayos que tienen una trayectoria que sigue el eje de la fibra, por lo que se ha ganado el nombre de monomodo (modo de propagación o camino del haz de luz luminoso único) El núcleo de la fibra monomodo es muy pequeño, típicamente de 9 micras, pero pueden ser de 8 a 12 micras.

¹⁸ Forim.huawei- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
<https://forum.huawei.com/enterprise/intl/es/thread/Información-básica-de-ONT-y-resolución-de-problemas/667216519555334144?blogId=667216519555334144>

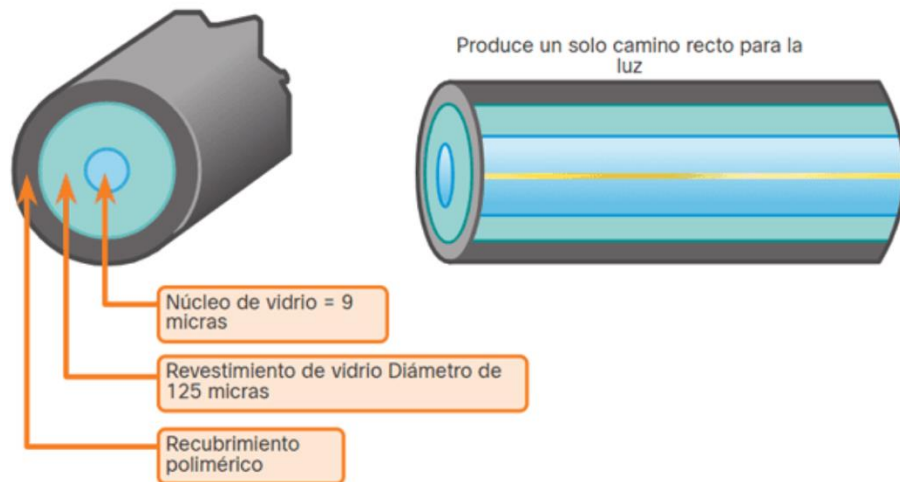


Figura 20. Cable de fibra óptica monomodo.¹⁹

Son fibras que tienen el diámetro del núcleo en el mismo orden de magnitud que la longitud de onda de las señales ópticas que transmiten, es decir de 5 a 8 mm. Los elevados flujos que se pueden alcanzar constituyen la principal ventaja de las fibras monomodo, ya que sus pequeñas dimensiones implican un manejo delicado y entrañan dificultades de conexión que aún se dominan mal. Por lo tanto, el cable de fibra óptica monomodo proporciona una atenuación de la señal menor y velocidades de transmisión más altas que cualquier otro cable de fibra. Por estas razones, la fibra óptica monomodo es la mejor opción para la transmisión de datos a larga distancia.

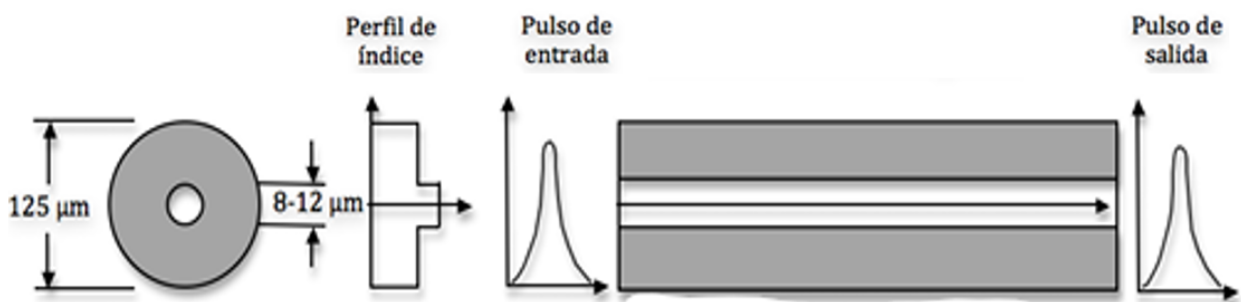


Figura 21. Seccionado de cable de fibra óptica monomodo con índice escalonado.²⁰

¹⁹ udbvirtual- tipos de fibra óptica- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
https://www.udbvirtual.edu.sv/materiales_didacticos/RDC901/clase9.html

²⁰ Sistemas de comunicaciones óptico-tipos de fibras ópticas- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/870/A5.pdf?sequence=5>

2.3.2 FIBRA MULTIMODO.

La fibra multimodo consiste en un núcleo más grande y utiliza emisores LED para enviar pulsos de luz. Específicamente, la luz de un LED ingresa a la fibra multimodo en diferentes ángulos. Las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz/km su principio se basa en el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta, los rayos luminosos se encuentran enfocados hacia el eje de la fibra, estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de fibra. La distancia máxima de transmisión del cable MMF es de unos 550 m a una velocidad de 10 Gb/s. De hecho, puede transmitir a distancias más largas, pero con velocidades de datos más bajas, como, por ejemplo: 2 km a 100 Mb/s.

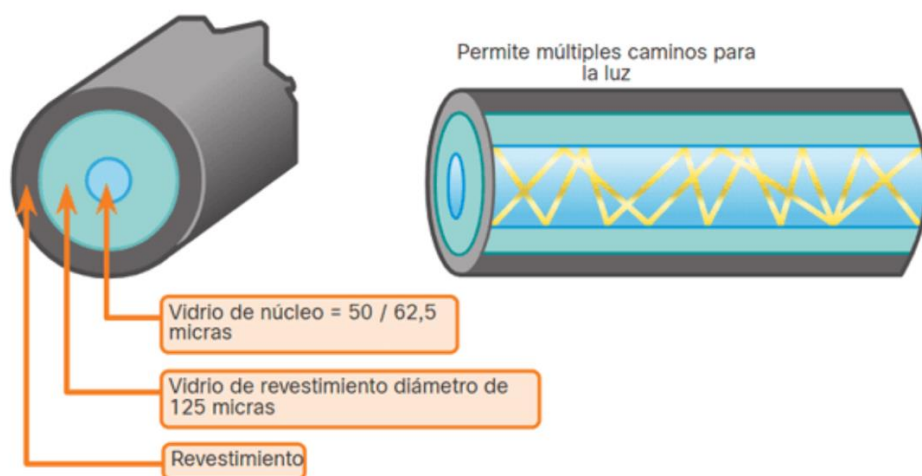


Figura 22. Cable de fibra óptica multimodo.²¹

2.3.2.1 FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE GRADUAL.

las fibras multimodo de índice de gradiente gradual tienen una banda de paso que llega hasta los 500MHz/km su principio se basa en el índice de refracción en el interior del núcleo no es único y decrece cuando se desplaza del núcleo hacia la cubierta, los rayos luminosos se

²¹ udbvirtual- tipos de fibra óptica- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
https://www.udbvirtual.edu.sv/materiales_didacticos/RDC901/clase9.html

encuentran enfocados hacia el eje de la fibra, estas fibras permiten reducir la dispersión entre los diferentes modos de propagación a través del núcleo de fibra. La distancia máxima de transmisión del cable MMF es de unos 550 m a una velocidad de 10 Gb/s. De hecho, puede transmitir a distancias más largas, pero con velocidades de datos más bajas, como, por ejemplo: 2 km a 100 Mb/s.

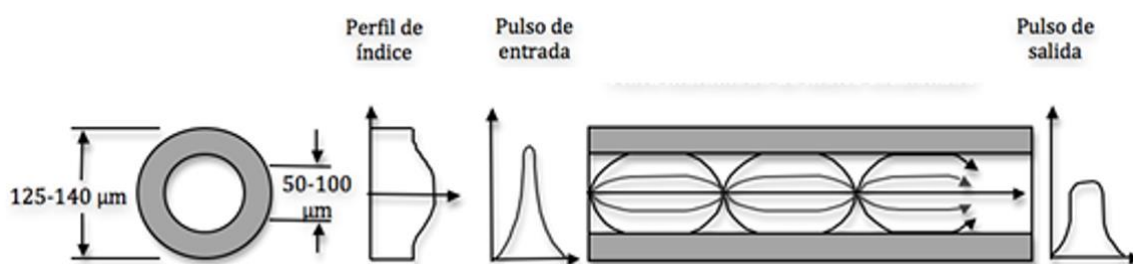


Figura 23. Seccionado de cable de fibra óptica multimodo con índice gradual.²²

2.3.2.2 FIBRA MULTIMODO DE ÍNDICE ESCALONADO.

las fibras multimodo de índice escalonado están fabricadas a base de vidrio con una atenuación de 30 dB/km o plástico, con una atenuación de 100dB/km tienen una banda de paso que llega hasta los 40 MHz por kilómetro. En estas fibras, el núcleo, está constituido por un material uniforme cuyo índice de refracción es claramente superior al de la cubierta que lo rodea el paso desde el núcleo hasta la cubierta conlleva por tanto a variación brutal del índice de ahí su nombre de índice escalonado.

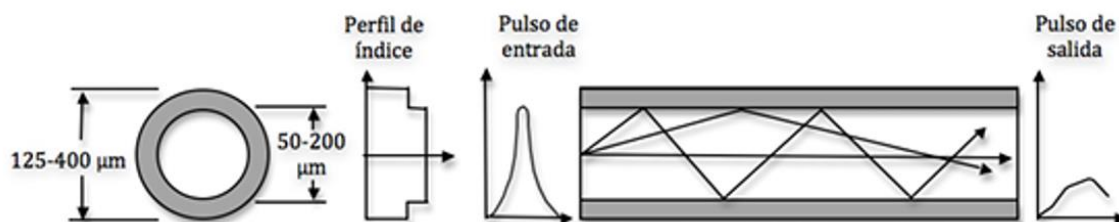


Figura 24. Seccionado de cable de fibra óptica multimodo con índice escalonado.²³

²² Sistemas de comunicaciones óptico-tipos de fibras ópticas- Fecha de consulta 03/2025 en línea: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/870/A5.pdf?sequence=5>

²³ Sistemas de comunicaciones óptico-tipos de fibras ópticas- Fecha de consulta 03/2025 en línea: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/870/A5.pdf?sequence=5>

Las diferencias entre fibra monomodo y la fibra multimodo son el diámetro del núcleo de la fibra, la longitud de onda, la fuente de luz y el ancho de banda. El diámetro del núcleo de fibra monomodo es de 9 μm . Y el diámetro del núcleo de fibra multimodo es de 50 μm y 62.5 μm . Cable fibra monomodo funciona en 1310 nm y 1550 nm. Y cable fibra multimodo funciona en 850 nm y 1310. Fibra monomodo es para aplicaciones de larga distancia, mientras que la fibra óptica multimodo está diseñada para aplicaciones de corta distancia.

2.4 TIPOS DE ACOPLADORES Y CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA.

Con la fibra óptica se puede usar diferentes tipos de acopladores y conectores, su aplicación varía y depende de su demanda o requerimiento en los diferentes sistemas de red. Estos se pueden caracterizar por su color ya que, los conectores y adaptadores multimodo se representan con el color marfil y los conectores y adaptadores monomodo se representan por el color azul.

2.4.1 ACOPLADORES.

Un acoplador es básicamente la transición mecánica necesaria para poder dar continuidad al paso de luz del extremo con conector de un cable de fibra óptica a otro. Si bien dos conductores de cobre pueden unirse directamente por medio de una soldadura o por conectores que han sido engarzados o soldados a los cables, la clave de una conexión de fibra es la alineación precisa de cada núcleo de fibra. Tal alineación se logra mediante dos componentes de precisión: la férula o casquillo dentro de cada conector y el manguito de alineación dentro de cada adaptador.

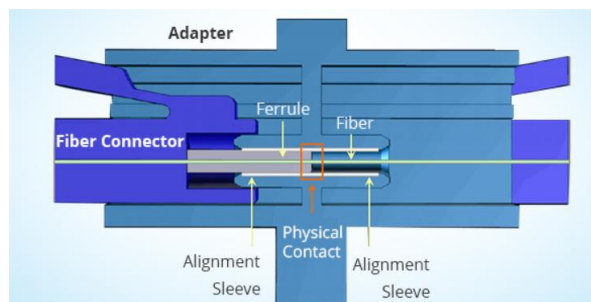


Figura 25. Vista en corte de un acoplador de fibra óptica²⁴

²⁴ community.fs- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://community.fs.com/es/article/fiber-optic-adaptercoupler-tutorial.html>

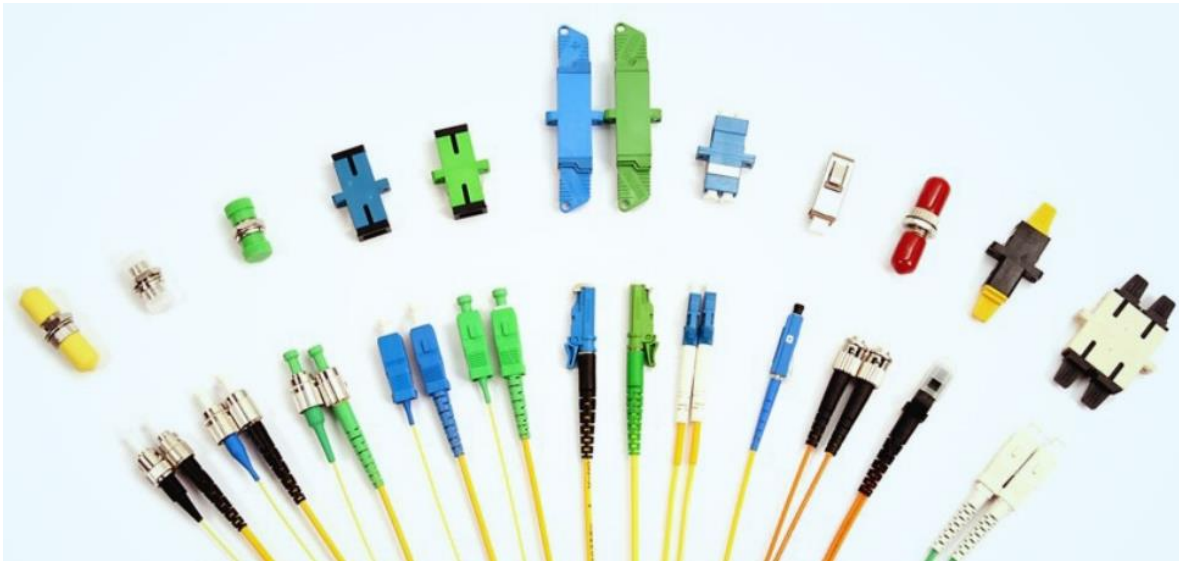


Figura 26. Acopladores de fibra óptica.²⁵

Los adaptadores o acopladores de fibra óptica pueden tener diferentes formas, pero todos están diseñados con el mismo objetivo: unir y alinear los conectores de dos cables de conexión de fibra óptica. Un adaptador de fibra óptica permite que los cables de conexión se conecten entre sí, ya sea individualmente o en una red amplia, permitiendo que muchos dispositivos se comuniquen de forma simultánea. Pueden ser provistos también acopladores de tipo "Híbridos", que permiten acoplar dos diseños distintos de conector, uno de cada lado, condicionado a la coincidencia del perfil del pulido.



Figura 27. Acoplador Híbrido LC-SC.²⁶

²⁵ community.fs- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://community.fs.com/es/article/fiber-optic-adaptercoupler-tutorial.html>

²⁶ sillexfiber- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

2.4.2 CONECTORES.

Los conectores de fibra óptica son componente que une dos extremos de cables de fibra óptica para permitir su conexión con éxito. También se le conoce como terminación o conector final.

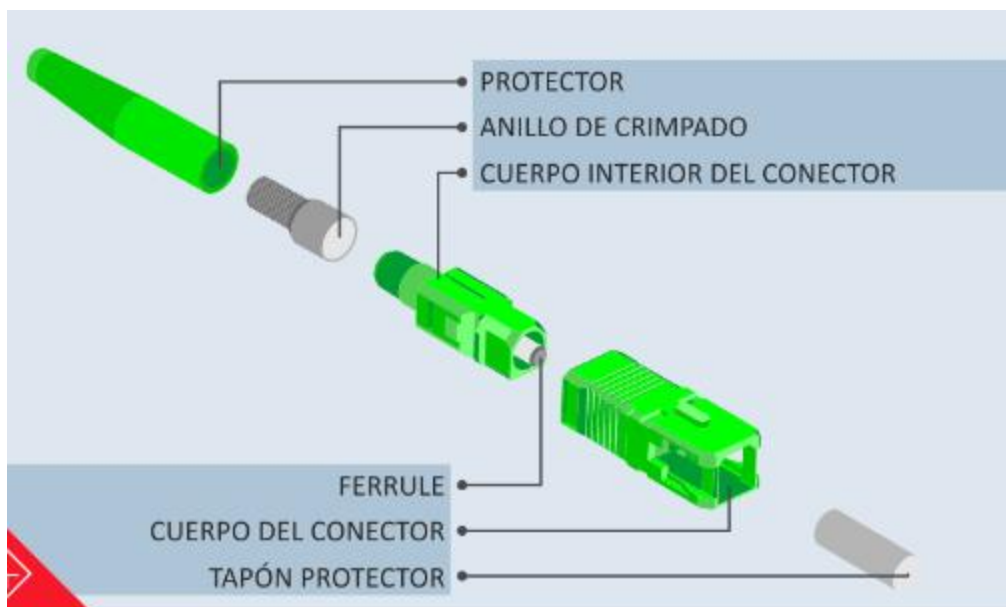


Figura 28. Despiece de conector SC.²⁷



Figura 29. Conectores LC, SC, MTP, ST, FC.²⁸

<https://silexfiber.com/producto/adaptador-hembra-pasamuros-lc-sc-sc-lc-duplex-monomodo-o-multimodo-hibrido-metalico/>

²⁷ promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

²⁸ fs- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

2.4.2.1 CONECTOR FC.

FC son las siglas de Ferrule Connector. Conector de Ferrule, fue el primer conector optico con ferrule ceramico, desarrollado por Nippon Telephone and Telegraph su uso esta cayendo en favor de os conectores SC y LC es un conector roscado con una fijacion muy resistente a vibraciones por ello se utiliza en aplicaciones sometidas a movimiento. Tambien es utilizado en instrumentos de medicion como los OTDR se usa en fibras monomodo.



Figura 30. Conector FC²⁹

2.4.2.2 CONECTOR ST.

Sus siglas Straight Tip que significa punta recta, se desarrollo en EEUU por AT&T y utilizado en entornos profesionales como redes corporativas asi como el ambito militar, este es similar al conector japonés FC pero su ajuste es similar al de un conector BNC (montura en bayoneta) este se utiliza en fibras multimodo.



Figura 31. Conector ST.³⁰

<https://www.fs.com/es/blog/four-types-connectors-of-fiber-optic-patch-cable-1877.html>

²⁹ promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

³⁰ promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

2.4.2.3 CONECTOR LC.

Son las siglas para Lucent Connector, conector lucent o Little Conector, conector pequeño fue desarrollado por Lucent Technologies en 1977 es de ajuste similar a un RJ45 tipo push an pull. Mas seguro y compacto que el SC así que permite incluso mayores densidades de conectores en racks y paneles.



Figura 32. Conector LC.³¹

2.4.2.4 CONECTOR SC.

Son las siglas de Subscriber Connector que significa conector de suscriptor o Square Connector, conector cuadrado. Desarrollado por Nippon Telegraph and Telephone, su cada vez menor coste de fabricación lo han convertido en el más popular. Es de ajuste rápido a presión, compacto, permitiendo integrar gran densidad de conectores por instrumento, se utiliza en telefonía, televisión por cable, etc. se usa en fibras monomodo y multimodo.

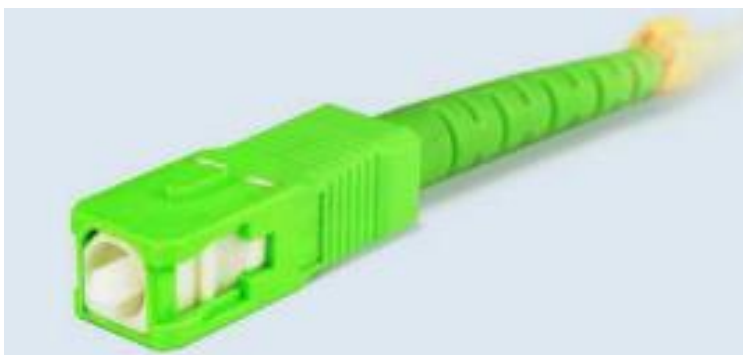


Figura 33. Conector SC.³²

³¹ promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

³² promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

2.4.3 TIPOS DE PULIDOS EN CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA

Los tipos de pulido de los conectores de fibra óptica determinan un factor muy importante en la fibra óptica ya que este afecta la calidad de la señal transmitida a través de la fibra. El pulido se refiere a cómo se termina el extremo del conector, lo que influye en la forma en que la luz se transmite entre los conectores y cómo se minimizan las pérdidas de señal y reflexiones. El tipo de pulido del terminal óptico (ferrule³³) que hace posible el paso de pulsos de luz láser entre dos fibras ópticas.

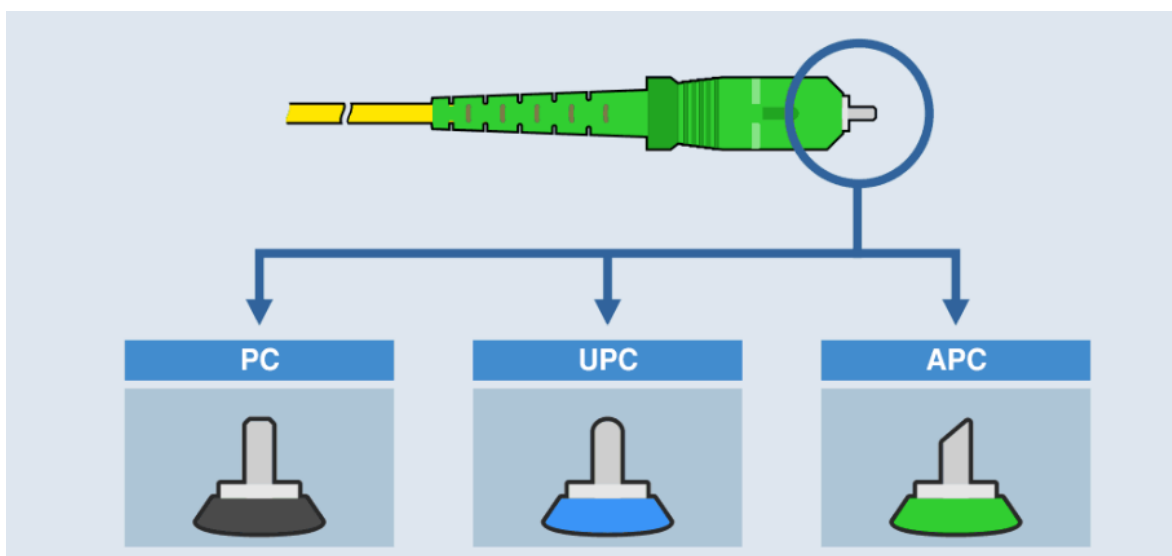


Figura 34. Tipos de pulido de ferrule fibra óptica: PC, UPC, APC.³⁴

- **PC:** Contacto Físico (*Physical Contact*). El ferrule está biselado y rematado en una superficie plana. Esto evita espacios vacíos entre los ferrules de los conectores que se están acoplando y logra unas pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB. Se trata de una solución cada vez más en desuso.
- **UPC:** Ultra Contacto Físico (*Ultra Physical Contact*). Similares a los PC, pero logran reducir las pérdidas de retorno a un margen entre los -40 y los -55 dB gracias a que el bisel tiene una curva más pronunciada. La tendencia actual es utilizarlo en líneas muertas para que los operadores de telecomunicaciones lleven a cabo pruebas de red por ejemplo con OTDR.

³³ ferrule: ferula, parte central del conector

³⁴ promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

- **APC:** Contacto Físico en Ángulo (*Angled Physical Contact*). El ferrule termina en una superficie plana y a su vez inclinada 8 grados. Se trata del conector que logra un enlace óptico de mayor calidad ya que consigue reducir las pérdidas de retorno hasta los -60 dB aumentando así el número de usuarios en fibras monomodo. Por este motivo, unido a sus cada vez menores costes de fabricación, APC se ha convertido en el tipo de pulido más utilizado.

2.5 TIPOS DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA.

En la actualidad existen muchos tipos de cables de fibra óptica, el uso de estos Dependera del entorno en el que se instalen, los cables de fibra óptica varían en sus características y propiedades, para garantizar una transmisión segura y de alta calidad. Es necesario conocer y entender las diferencias entre los cables diseñados para instalaciones tanto interiores como exteriores.

2.5.1 CABLES PARA EXTERIORES CON TUBO HOLGADO.

2.5.1.1 CABLE ADSS SM MONOMODO.

Usualmente es utilizado en tramos largos en zonas de campo cuenta con una estructura totalmente dielectrica su instalación es de tipo aereo entre postes de 100 o 200m es un cable autosoportado cuenta con refuerzos de aramidas su fibra suele ser de 250u y cubierta de polietileno.

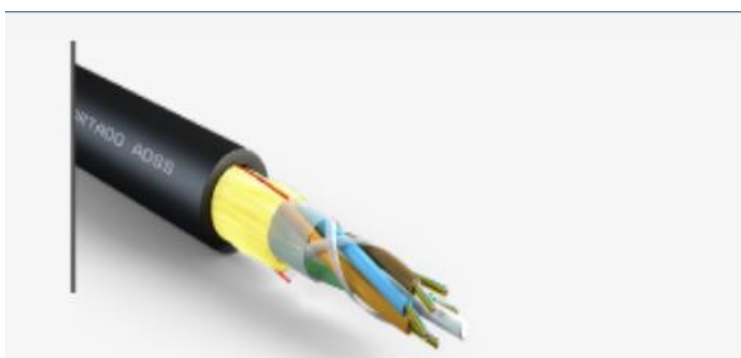


Figura 35. Cable ADSS SM.³⁵

³⁵ fibermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

2.5.1.2 CABLE ADDS ANTIRROEDORES MONOMODO

Generalmente utilizado en lugares boscosas donde exista fauna nocturna cuenta con una doble cubierta la cual brinda una proteccion extra contra roedores u otras amenazas su instalacion puede ser subterranera o aérea.

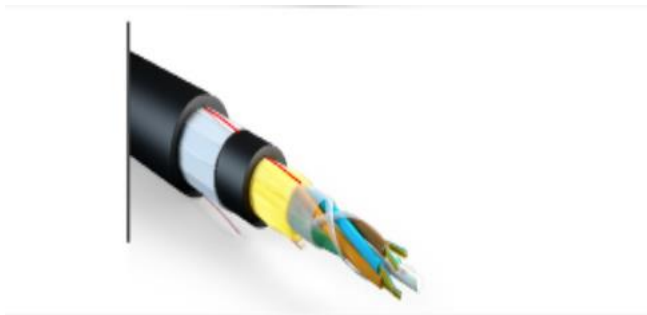


Figura 36. Cable ADSS antiroedores.³⁶

2.5.1.3 CABLE ARMADO MULTITUBO MULTIMODO Y MONOMODO.

Sus instalaciones son subterráneas ya sea en ductos o enterrado directamente cuenta con una aradura de acero corrugado que le brinda mayor protección ante diversas amenazas tanto ambientales ya que resiste climas extremos, golpes y tensiones.

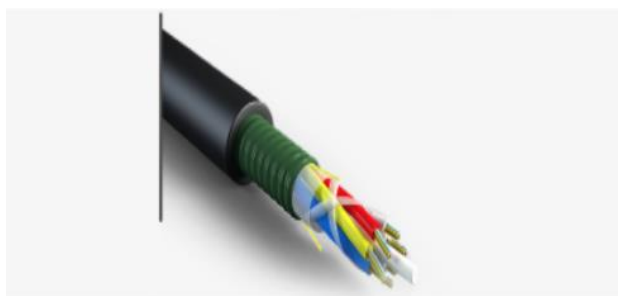


Figura 37. Cable armado multitubo³⁷

2.5.1.4 CABLE ARMADO DIELECTRICO MULTIMODO Y MONOMODO.

Este tipo de cable es ideal para instalaciones subterráneas, es inmune a picos de voltaje al no contener elementos metálicos, su armadura es de fibra de vidrio haciéndolo totalmente dieléctrico, cuenta con protección de rayos UV.

³⁶ ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

³⁷ ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

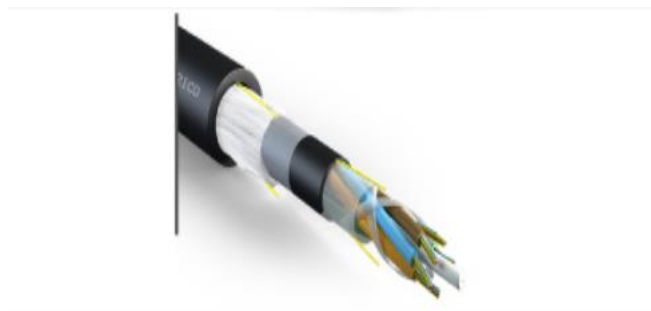


Figura 38. Cable armado dieléctrico.³⁸

2.5.1.5 CABLE SIN ARMADURA MONOMODO Y MULTIMODO.

Es ideal para aplicaciones aéreas de fibra óptica, gracias a su mensajero de alambres trenzados, colocado a lo largo del cable, el cual proporciona estabilidad y mayor fuerza al cable. Su cubierta de polietileno (HDPE) ofrece baja fricción de instalación y resistencia a los rayos UV, al tiempo de proteger la fibra óptica. Su mensajero cuenta con 7 alambres de acero de 1.6mm cada uno.

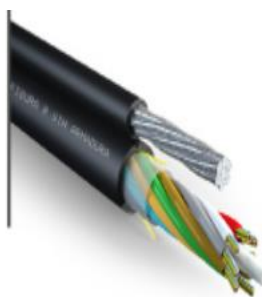


Figura 39. Cable sin armadura.³⁹

2.5.2 CABLES PARA INTERIORES Y EXTERIORES.

2.5.2.1 CABLE DROP PLANO FTTH MONOMODO

El cable de fibra óptica int-ext drop plano con mensajero de acero monomodo 9/125 G.657.A2 de 1 hilo cero halógenos, es resistente y de fácil colocación, es especial para instalaciones autosoportadas para redes de acceso y FTTH (fibra óptica hasta el hogar). Su cubierta tipo LSZH, permite su instalación en espacios con o sin aire forzado. Cuenta con un

³⁸ ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

³⁹ ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

mensajero de acero de 7 hilos trenzados, los cuales tienen un diámetro nominal de 1.2mm para resistencia a la tensión.



Figura 40. cable drop FTTH plano.⁴⁰

2.5.2.2 CABLE DROP FTTH

El cable de fibra óptica drop FTTH figura cero, está diseñado para facilitar la distribución de la señal óptica al interior de los edificios, típicamente entre la caja de distribución de cada planta y la roseta en casa del abonado. Contiene 1 fibra óptica, ajustadas a 900um, hilos de aramida como miembro de fuerza y cubierta externa de TPU con gran resistencia. Con fibra óptica G657A2 o G657B3, que permite radios de curvatura más cerrados sin afectar el rendimiento óptico.



Figura 41. Cable drop FTTH.⁴¹

2.5.2.3 CABLE INTERIOR EXTERIOR MONOMODO

El cable de fibra óptica interior, exterior, es un cable de fibra óptica totalmente dieléctrico, ideal para aplicaciones tanto de planta interna como en planta externa. Disponible con distintas cubiertas, tipo Riser, Plenum y LSZH, todas ellas con retardante a la flama. El cable Interior- Exterior de fibra óptica, está reforzado con hilos de aramida para soportar la tensión al momento de ser instalado. Cada una de sus fibras ópticas están protegidas por un buffer de 900um.

⁴⁰ ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

⁴¹ ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>



Figura 42. Fibra interior exterior monomodo y multimodo.⁴²

2.5.3 PARTES DE CABLE DE EXTERIOR.

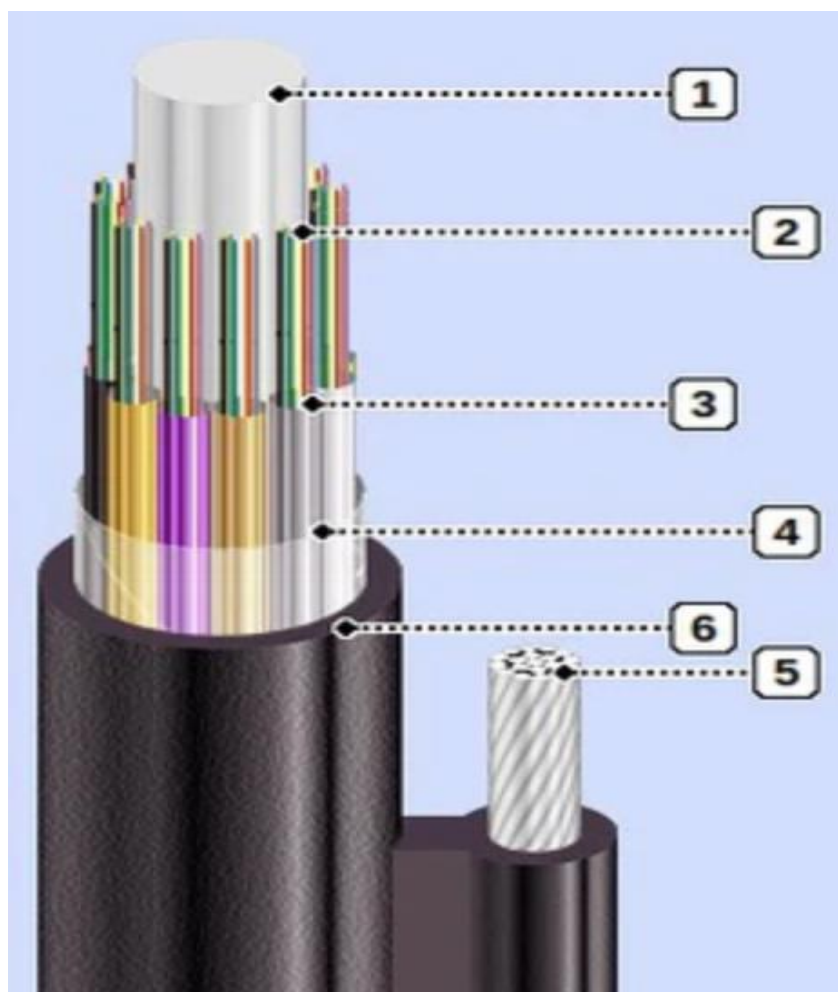


Figura 43. partes de cable de fibra óptica de exteriores.⁴³

⁴² ermex- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

⁴³ uscomservice- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://uscomservice.com/es/blogs/cable-clamp/what-is-adss-fiber-optic-cable-and-its-benefits#:~:text=Además%2C%20ADSS%20cables%20están%20disponibles,un%20solo%20y%20multi%2D modo>

- 1-Central de rigidez.
- 2-Fibras ópticas.
- 3-Tubo holgado .
- 4-Cubierta.
- 5-Mensajero.
- 6-Cubierta exterior de polietileno.

2.6 CARACTERISTICAS DE LA FIBRA ÓPTICA.

2.6.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

- Cobertura mas resistente: la cubierta es extruida a alta presion directamente sobre el mismo nucleo del cable, resultando en que la superficie interna de la cubierta del cable tenga aristas helicoidales que se aseguran con los sucables, la cubierta contiene 25% mas material que las cubiertas convencionales.



Figura 44. Cubierta convencional y cubierta con más protección.⁴⁴

- Uso en interiores y exteriores: la resistencia al agua, hongos y emisiones ultra violeta; la cubierta resistente, fibras opticas probadas a 1000kpis; y funcionamiento ambiental extendida; contribuyen a una mayor confiabilidad durante el tiempo de vida.
- Mayor proteccion en lugares humedos, en cables de tubo holgado rellenos de gel dentro de la cubierta se asienta dejando canales que permitan que el agua migre hacia los puntos de terminacion, esto puede acumularse en pequeños espacios vacios, y cuando la delicada fibra optica es expuesta, la vida util es recortada. La fibra

⁴⁴ Yurisay Rodríguez, Fibra Óptica (2009) página 14.

optica.combate esto con multiples capas de proteccion alrededor de la fira optica. El resultado es una mayor vida util, mayor confiabilidad especialmente en ambientes humedos.

- Proteccion anti-inflamable los nuevos avances de proteccion anti-inflamable hace que disminuya el riesgo que supone las instalaciones antiguas que contenian cubiertas de material inflamable y relleno de gel que es inflamable.

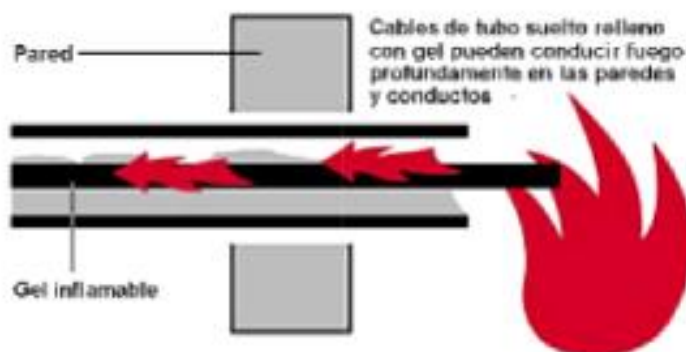


Figura 45. Cable con gel inflamable sometido al fuego.⁴⁵

- Estos materiales no pueden cumplir con los requerimientos de las normas de instalacion, presentan un riesgo adicional y pueden crear un reto costoso y dificil en la restauracion despues de un incendio . gracias a los nuevos avances en este campo y en el diseño de estos cables se elimina el riesgo. En un cable con gel al estar sometido a lluvias u otras fuentes de agua, este deja expuesta la fibra a acumulaciones de agua.

⁴⁵ Yurisay Rodríguez, Fibra Óptica(2009) página 15.

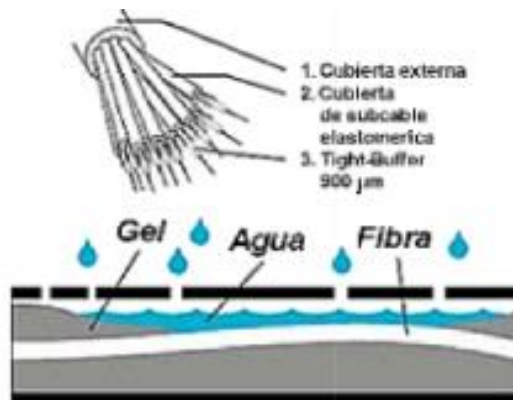


Figura 46. Cable antiguo relleno con gel expuesto al agua.⁴⁶

- Empaque de alta densidad; con el número máximo de fibras en el menor diámetro posible, se consigue una más rápida y más fácil instalación, donde el cable debe enfrentar dobleces agudos y espacios estrechos. Se ha llegado a conseguir un cable con 72 fibras de construcción super densa cuyo diámetro es 50% menor al convencional.

2.6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Basicamente, la fibra óptica está compuesta por una región cilíndrica, por la cual se efectúa la propagación, denominada núcleo y la zona externa denominada revestimiento. La capacidad de transmisión de información que tiene una fibra depende de tres características fundamentales.

- 1) Del diseño geométrico de la fibra.
 - 2) De las propiedades de los materiales empleados en su elaboración (diseño óptico).
 - 3) De la anchura espectral de la fuente de luz utilizada. Cuanto mayor sea esta anchura, menor será la capacidad de transmisión de la información de esa fibra.
- Presentan dimensiones más reducidas que los medios preexistentes. Un cable de 10 fibras tiene un diámetro aproximado de 8 o 10 mm y proporciona la misma o más información que un coaxial de 10 tubos.
 - El peso del cable de fibras es muy inferior al de los cables metálicos, redundando en su facilidad de instalación.

⁴⁶ Yurisay Rodríguez, Fibra Óptica(2009) página 15.

- El sillice tiene un amplio margen de funcionamiento en lo referente a temperatura pues funde a 600C la F.O presenta un funcionamiento uniforme desde -550 C a +125 C sin degradacion de sus características.

2.6.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

La Fibra Óptica como elemento resistente dispuesto en el interior de un cable formado por agregación de varias de ellas, no tiene características adecuadas de tracción que permitan su utilización directa.

Por otra parte, en la mayoría de los casos las instalaciones se encuentran a la intemperie o en ambientes agresivos que pueden afectar al núcleo.

La investigación sobre componentes opto electrónicos y fibras ópticas han traído consigo un sensible aumento de la calidad de funcionamiento de los sistemas. Es necesario disponer de cubiertas y protecciones de calidad capaces de proteger a la fibra. Para alcanzar tal objetivo hay que tener en cuenta su sensibilidad a la curvatura y micro curvatura, la resistencia mecánica y las características de envejecimiento.

Las micro curvaturas y tensiones se determinan por medio de los ensayos de:

Tensión: cuando se estira o contrae el cable se pueden causar fuerzas que rebasen el porcentaje de elasticidad de la fibra óptica y se rompa o formen micro curvaturas.

- Compresión: es el esfuerzo transversal.
- Impacto: se debe principalmente a las protecciones del cable óptico.
- Enrollamiento: existe siempre un límite para el ángulo de curvatura, pero, la existencia del forro impide que se sobrepase.
- Torsión: es el esfuerzo lateral y de tracción.

2.7 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Y RADIOFRECUENCIAS EN LAS COMUNICACIONES POR FIBRA ÓPTICA.

2.7.1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.

Es el conjunto de todas las longitudes de onda de la radiación electromagnética, que se propaga en forma de ondas y no necesita un medio material para viajar. Este espectro abarca desde ondas de baja energía como las ondas de radio hasta ondas de alta energía como los rayos gamma, e incluye la luz visible, las microondas, la radiación infrarroja, la ultravioleta y los rayos X. Es decir, el espectro electromagnético es el conjunto de todas las formas de energía que se transmiten por medio de ondas electromagnéticas. Estas ondas están formadas por campos eléctricos y magnéticos que se mueven juntos a través del espacio, llevando energía de un lugar a otro. Un dato importante es que todas estas ondas viajan a la misma velocidad en el vacío: la velocidad de la luz, que es de aproximadamente 300,000 kilómetros por segundo.

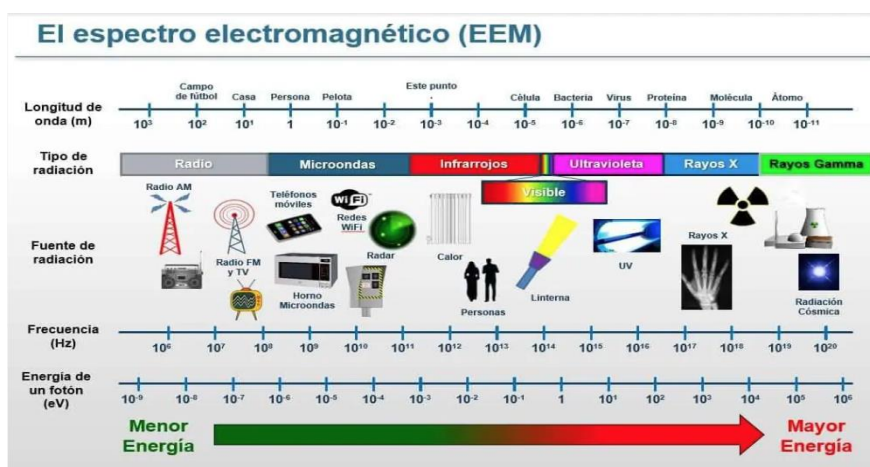


Figura 47. Espectro electromagnético⁴⁷

El espectro electromagnético se divide convencionalmente en regiones, clasificadas según su frecuencia o longitud de onda, y cada una presenta características físicas particulares y aplicaciones tecnológicas específicas. Estas regiones incluyen, en orden de menor a mayor frecuencia: ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma.

⁴⁷ redestelecom- Fecha de consulta 10/2025, en línea:

<https://www.redestelecom.es/comunicaciones/espectro-electromagnetico-que-es-y-como-influye-en-las-comunicaciones/>

- **Ondas de radio:** Comprenden las frecuencias más bajas del espectro (desde unos pocos Hz hasta GHz), y se utilizan principalmente en sistemas de comunicación, como radio, televisión, telefonía móvil y transmisión satelital.
- **Microondas:** Con frecuencias entre aproximadamente 1 GHz y 300 GHz, son utilizadas en radares, hornos microondas, enlaces de telecomunicación y dispositivos de tecnología inalámbrica como Wi-Fi y Bluetooth.
- **Radiación infrarroja:** Se encuentra justo por debajo del espectro visible y se asocia con la emisión térmica de los cuerpos. Tiene aplicaciones en sensores de temperatura, visión nocturna, espectroscopía y control remoto.
- **Luz visible:** Es la porción del espectro detectable por el ojo humano, con longitudes de onda entre 400 y 700 nanómetros. Esta región es esencial en numerosos campos, desde la óptica hasta la biología.
- **Radiación ultravioleta:** Posee mayor energía que la luz visible y puede inducir efectos fotoquímicos. Se utiliza en esterilización, análisis forense y detección de materiales fluorescentes.
- **Rayos X:** Su alta penetración permite su uso en aplicaciones médicas y de seguridad, como la obtención de imágenes internas del cuerpo humano y la inspección de equipaje.
- **Rayos gamma:** Son las ondas electromagnéticas de mayor frecuencia y energía, asociadas con procesos nucleares y cósmicos. Se emplean en tratamientos oncológicos y en investigaciones astrofísicas.

2.7.2 RADIOFRECUENCIAS.

Las radiofrecuencias constituyen una porción del espectro electromagnético que abarca las ondas electromagnéticas con frecuencias relativamente bajas y longitudes de onda largas, comprendidas aproximadamente entre 3 kHz y 300 GHz. Estas ondas se utilizan fundamentalmente para la transmisión inalámbrica de información en diversas aplicaciones tecnológicas, tales como la radiodifusión, las telecomunicaciones, el radar y la navegación, entre otros.

Se caracterizan por tener una frecuencia baja y una longitud de onda larga, en comparación con otras ondas como la luz visible o los rayos X. En términos simples, son las ondas que se

utilizan para transmitir señales de radio, televisión, telefonía móvil, Wi-Fi, entre otros muchos usos.

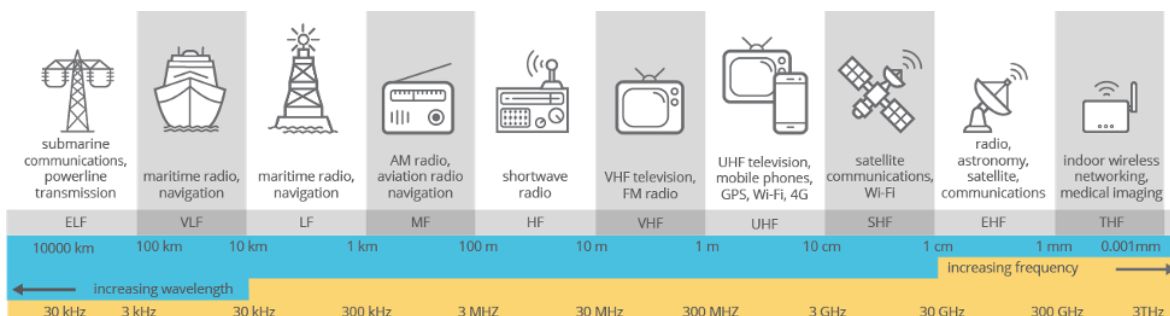


Figura 48. Bandas de radiofrecuencia⁴⁸

El espectro de radiofrecuencias se organiza en diversas bandas, cada una con características específicas y aplicaciones particulares. Estas bandas incluyen, entre otras, las frecuencias muy bajas (VLF), bajas (LF), medias (MF), altas (HF), muy altas (VHF), ultra altas (UHF), superaltas (SHF) y extremadamente altas (EHF).

Desde un punto de vista físico, las radiofrecuencias corresponden a ondas electromagnéticas cuya frecuencia determina sus propiedades de propagación y su capacidad para transportar información. La amplitud, la frecuencia y la modulación de estas ondas permiten codificar y transmitir señales de audio, video, datos digitales y otras formas de información. Además, la longitud de onda asociada a estas frecuencias influye en su capacidad para penetrar materiales y su alcance geográfico, aspectos fundamentales para el diseño y operación de sistemas de comunicación.

Una de las principales características de las radiofrecuencias es que pueden viajar grandes distancias y atravesar obstáculos como paredes o montañas (aunque esto depende de la banda). Esto las hace ideales para todo tipo de comunicaciones inalámbricas. Por ejemplo, cuando una emisora de radio transmite una señal, esta viaja en forma de ondas de radiofrecuencia hasta que llega a las antenas de los radios receptores, que la convierten nuevamente en sonido.

⁴⁸ sei.cmu.edu- Fecha de consulta 10/2025, en línea:
<https://www.sei.cmu.edu/blog/radio-frequency-101-can-you-really-hack-a-radio-signal/>

2.7.3 RADIO FRECUENCIAS EN FIBRA ÓPTICA

El espectro electromagnético abarca todas las formas de ondas electromagnéticas, desde las ondas de radio de baja frecuencia y larga longitud de onda, hasta los rayos gamma de alta frecuencia y corta longitud de onda. Dentro de este amplio espectro, cada tipo de onda posee características específicas que determinan su comportamiento y aplicaciones.

En el caso de las fibras ópticas, la transmisión de información no se realiza mediante ondas de radiofrecuencia directamente, sino a través de la propagación de luz, que pertenece a una región específica del espectro electromagnético, conocida como la luz visible e infrarroja cercana. La luz utilizada en las fibras ópticas típicamente opera en longitudes de onda del rango infrarrojo cercano, alrededor de 850nm, 1310nm y 1550nm, debido a que en estas bandas la fibra presenta menor atenuación y dispersión, lo que permite transmitir señales a largas distancias con alta fidelidad.

No obstante, las radiofrecuencias juegan un papel fundamental en el contexto de la fibra óptica, ya que muchas veces la información que se transmite es originalmente una señal eléctrica de alta frecuencia (radiofrecuencia), la cual es modulada y convertida en una señal óptica para su transmisión a través de la fibra. Este proceso implica que las señales RF se transforman en señales de luz mediante dispositivos como láseres o LEDs, que luego viajan por la fibra óptica y, al llegar al destino, son convertidas nuevamente en señales eléctricas para su procesamiento.

Esta capacidad de transportar señales que originalmente son de radiofrecuencia, pero en forma de luz, hace que la fibra óptica sea un medio ideal para comunicaciones modernas, especialmente en redes de telecomunicaciones, internet de alta velocidad y sistemas de transmisión de datos que requieren gran ancho de banda y baja interferencia electromagnética.

Además, la fibra óptica ofrece otras ventajas técnicas, como un mayor ancho de banda, menores pérdidas de señal en largas distancias y mayor capacidad de transmisión simultánea. Estas cualidades hacen que el uso combinado de radiofrecuencias (para la generación y recepción de señales) y fibra óptica (como medio de transporte de la señal) sea una solución altamente eficiente en las redes modernas de telecomunicación.

Si bien la fibra óptica no transmite radiofrecuencias directamente, permite el transporte eficiente de señales que originalmente están moduladas en ese rango del espectro electromagnético. Gracias a su inmunidad a las interferencias de radiofrecuencia, la fibra óptica se ha consolidado como el medio ideal para garantizar comunicaciones estables, rápidas y de alta calidad.

2.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA FIBRA ÓPTICA.

ventajas	desventajas
– Fácil de instalar. – Transmisión de datos a alta velocidad. – Conexión directa de centrales a empresas. – Gran ancho de banda. – El cable fibra óptica, al ser muy delgado y flexible es mucho más ligero y ocupa menos espacio que el cable coaxial y el cable par trenzado. – Acceso ilimitado y continuo las 24 horas del día, sin congestiones. – La fibra óptica hace posible navegar por Internet, a una velocidad de 2 millones de bps, impensable en el sistema convencional, en el que la mayoría de los usuarios se conecta a 10mbps, 100mbps o 1000mbps. – Video y sonido en tiempo real. – La materia prima para fabricarla es abundante en la naturaleza. – Compatibilidad con la tecnología digital. – Gran seguridad. La intrusión en una fibra	- Sólo pueden suscribirse las personas que viven en las zonas de la ciudad por las cuales ya este instalada la red de fibra óptica. – El costo es alto en la conexión de fibra óptica, las empresas no cobran por tiempo de utilización, sino por cantidad de información transferida al ordenador, o cualquier otro equipo o electrodoméstico conectado a internet, la información se mide bytes. – El costo de instalación es elevado. – El costo relativamente alto en comparación con los otros tipos de cable. – Fragilidad de las fibras. – Los diminutos núcleos de los cables deben alinearse con extrema precisión al momento de empalmar, para evitar una excesiva pérdida de señal. – Dificultad de reparar un cable de fibra roto. – La especialización del personal encargado de realizar las fusiones y empalmes.

óptica es fácilmente detectable, por el debilitamiento de la energía luminosa en la recepción, además no radia nada, lo que es particularmente interesante para aplicaciones que requieren alto grado de confidencialidad. – Resistencia al calor, frío y a la corrosión. – Se pueden agrupar varios cables de fibra óptica y crear una manguera que transporte grandes cantidades de tráfico, de forma inmune a las interferencias. – Insensibilidad a la interferencia electromagnética, como ocurre cuando un cable telefónico de cobre que pierde parte de su señal.	
---	--

Tabla 3. Comparación de ventajas y desventajas de la fibra óptica.

2.9 APLICACIONES DE LA FIBRA ÓPTICA.

2.9.1 INTERNET

Existe menos opciones en el ciberespacio en cuanto a las conexiones a la red, por medio de la fibra optica, por lo tanto en el siguiente apartado haremos una descripcion de las ventajas como las desventajas de este mecanismo.

Debido a la gran demanda que existe en este medio de redes mundiales, se necesita mucho mas que la PC, modem o programas, es importante que seamos pacientes, ya que las paginas pueden ser lentas a la hora de carga 2 o mas, incluso 1 simplemente, y esto es simplemente porque las lineas telefonicas no estan hechas para transportar graficos, videos etc.

Es por esto que se buscan otros medios por los cuales mantenerse conectados, como lo es el servicio de fibra optica, este servicio hace posible que la velocidad al conectarse sea mucho mayor a lo convencional, con 2 millones de bps, convirtiendolo en un metodo de conexión efeciente.

2.9.2 REDES.

La fibra optica es utilizada recientemente de manera muy recurrente en la comunicaci3n, gracias a las altas frecuencias en las ondas de luz, la recepci3n se facilita y la comunicaci3n fluye de manera mas facil gracias a las altas frecuencias. Algunas de las redes de fibra optica a larga distancia, por medio de conexiones transcontinentales y transoceanicas. Como parte de las facilidades que ofrece la fibra optica es que, pueden recorrer distancias larga sin perder su intensidad y sin necesidad de un repetidor, aproximadamente pueden estar colocados a 100km de distancia entre ellos y a 1,5 km en los sistemas electricos, y si agregamos amplificadores podemos aumentar esta distancia.

Otro uso de los usos que se le puede dar es, en las redes locales, ya que tienen un equipo centralizado que puede ser computadoras o impresoras, de esta manera los equipos poseen un mayor rendimiento y cuando se desee incorporar usuarios nuevos a la red, sera mucho mas practico.

LAN o tambien llamado Red de area local, llamado asi al conjunto de ordenadores que son capaces de compartir datos, aplicaciones y recursos. Dentro de la red de 3rea local es decir el LAN, los ordenadores estan separados por distancias bastante largas de kilimetros, normalmente se utilizan en oficinas o universidades, debido que el LAN permite que las tranferencias sean mas eficientes en cuanto a rapidez, por lo tanto el costo de la explotacion de este recurso, va a ser inferior.

Tambien los recursos informaticos como el WAN, comparten similitudes con el LAN, la diferencia principal se basa en que, conectan ordenadores separados en distancia mucho mayores, ubicados en diferentes partes del pais, o incluso en distintos paises, y sus equipos fisicos son bastante costosos. Por otro lado los PBX brindan conexiones informaticas continuas, para lograr la transferencia de transmisiones telefonicas, que son datos especializados, estan suelen estar dividias por niveles: Conforme a su funcionamiento, a la capacidad que poseen para transmitir o por el alcance que poseen.

2.9.3 TELEFONÍA.

Dado a la normalizacion que existe entre las diferentes interfaces, se utilizan sistemas de transmision con fibra optica, esto a nivel de la red de telecomunicaciones publicas en una

amplia aplicación, opuesto a la línea de abonado.

Cuando se establecen conexiones de un teléfono, basta con conductores de cobre existentes, pero especialmente en servicios de banda ancha, como la videoconferencia, la videotelefonía, el uso de fibra óptica se vuelve primordial para el abonado, teniendo como antecedentes el BIGFON o red urbana integrada de telecomunicaciones en banda ancha por fibra óptica, gracias a las experiencias que esta ha brindado, se ampliarán consecuentemente servicios de distribución y de televisión en una red de telecomunicaciones integrada en banda ancha.

2.9.4 OTRAS APLICACIONES.

La aplicación de la fibra óptica no se limita únicamente al internet y a la telefonía, gracias a sus propiedades únicas como la capacidad de transmitir información a través de pulsos de luz con baja atenuación y resistencia a interferencias, la fibra óptica se encuentra en muchas más áreas como por ejemplo la industria y manufactura, la medicina, y el área automovilística, entre muchas otras áreas.

En la industria y manufactura existen una gran variedad de sensores en los cuales se puede hacer uso de la fibra óptica, desde instrumentos como medidores de temperatura, presión, y vibración, en ambientes donde no pueden usarse cables metálicos.



Figura 49. Sensor de temperatura de fibra óptica.⁴⁹

Dentro de la rama de la medicina, la fibra óptica ha permitido muchos avances significativos en diagnósticos y tratamientos médicos. Una de las aplicaciones más conocidas de la fibra óptica en la medicina es en los endoscopios. Estos dispositivos permiten a los médicos examinar el interior del cuerpo humano sin necesidad de realizar incisiones. La fibra óptica

⁴⁹ Fibraoptica hoy- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
https://www.fibraoptica hoy.com/sensor-temperatura-fibra-optica/#goog_rewarded

transmite luz para iluminar las áreas internas y transmite imágenes en tiempo real a través de un sistema de cámaras, lo que facilita diagnósticos tempranos y procedimientos menos invasivos. Esta tecnología es vital en la detección de enfermedades gastrointestinales, respiratorias, y en la realización de biopsias.



Figura 50. Endoscopio flexible de fibra óptica.⁵⁰

2.10 REDES FTTX

Fiber To The X (Fibra hasta la x) es un término que se utiliza para describir una amplia variedad de arquitecturas o topologías de redes de banda ancha, que emplean fibra óptica para algunos o todos los últimos tramos de conectividad. La tecnología FTTX, donde la “X” representa el punto de terminación de la fibra, engloba implementaciones de fibra óptica como la FTTH, la FTTN, la FTTB y la FTTC

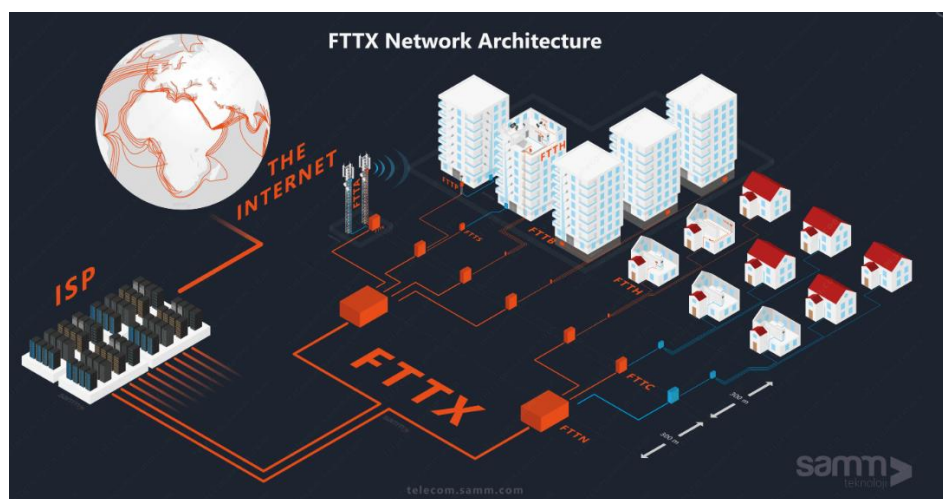


Figura 51. Arquitecturas FTTX⁵¹

⁵⁰ mesurex- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
<https://mesurex.com/catalogo/productos/endoscopios/mtfs/>

⁵¹ telecom.samm- fecha de consulta 03/2025 en línea:

En términos más exactos, FTTX es el despliegue de la red de la fibra óptica (cables y demás componentes) a una localización o área específica, en referencia a las premisas del cliente, usando la “x” para describir la aplicación o caso de uso del servicio.

Existen diversas arquitecturas dependiendo del punto final al que llegue la fibra óptica que se instala, no es que el punto final de la red sea la arquitectura o topología, sino que todo el proceso de instalación cambia dependiendo de si el internet va a llegar a una casa, un edificio o una antena.

El término "FTTx" engloba una serie de arquitecturas diferentes, que determinan hasta qué punto llega la fibra óptica en la red.

Cada una de estas tecnologías tiene sus propias características y ventajas, y su implementación depende de factores como la ubicación geográfica, la infraestructura existente y las necesidades de los usuarios.

2.10.1 TIPOS DE FTTX

- **FTTB:** Sus siglas en inglés Fiber to the building. Que significan fibra hacia el edificio, hace referencia al lugar o punto final al que llega el internet mediante la fibra óptica desde su punto de inicio. Quiere decir que conecta la señal óptica desde el servidor hasta el edificio en el interior del edificio puede distribuirse por otros medios ya sea por par trenzado, cable coaxial o por wifi hasta llegar a cada apartamento u oficina.

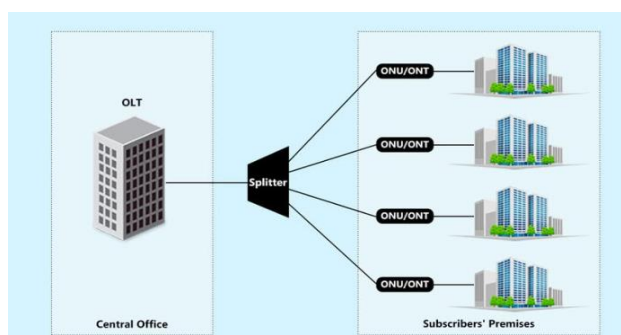


Figura 52. Arquitectura FTTB.⁵²

<https://telecom.samm.com/what-does-ftth-fttx-mean-and-what-is-the-internet>

⁵² Facebook-adteckgroup- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.facebook.com/AdtekGroup/posts/do-you-know-the-deployment-of-fttb-the-advantage-of-fttb-is-that-existing-copper/211296617249675/>

- **FTTC:** Sus siglas en inglés Fiber to the cabinet, significan fibra hacia el gabinete, se refiere a una arquitectura que tiene como punto final un stand ubicado cerca de las casas u oficinas, este lleva el internet por medio de fibra óptica desde su punto de inicio que es el servidor hasta el gabinete designado este puede estar a unos 300 a 500mts de los destinos finales desde acá en adelante se emplea el tradicional cable de cobre para llegar hasta los clientes.

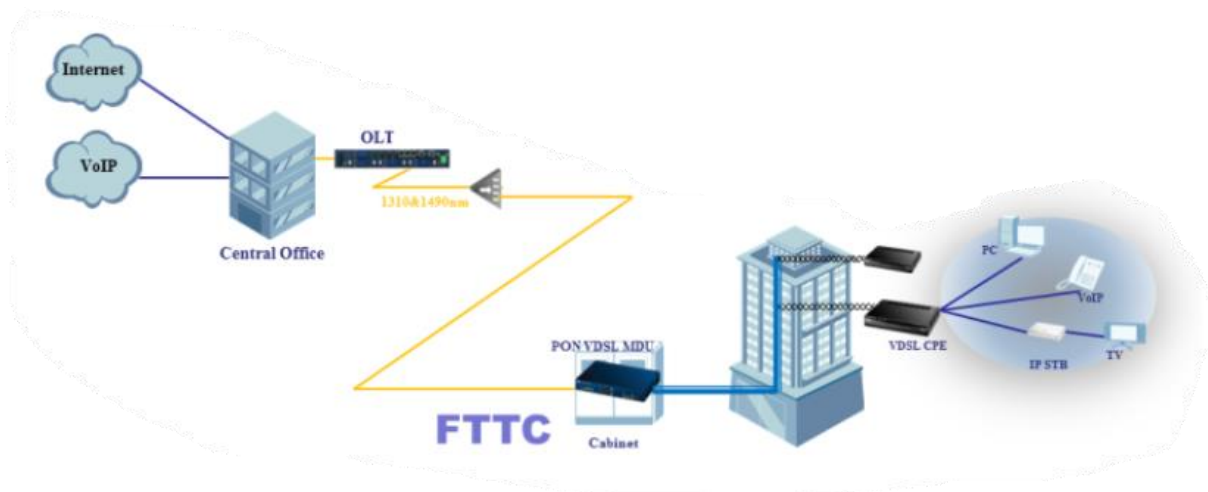


Figura 53. Arquitectura FTTC.⁵³

- **FTTN:** Fiber to the node son sus siglas en ingles (fibra hacia el nodo) es una arquitectura de telecomunicaciones que lleva cables de fibra óptica de alta velocidad a una ubicación central desde el servidor, hacia un vecindario o área geográfica. El "nodo" se refiere al punto donde el cable de fibra óptica termina y se convierte en cableado de cobre tradicional para el "último tramo" de conectividad a hogares o negocios.

⁵³ martinmoreton- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://martinmoreton.wordpress.com/2011/11/26/fttc-la-mejor-solucion-a-todos-nuestros-problemas/>

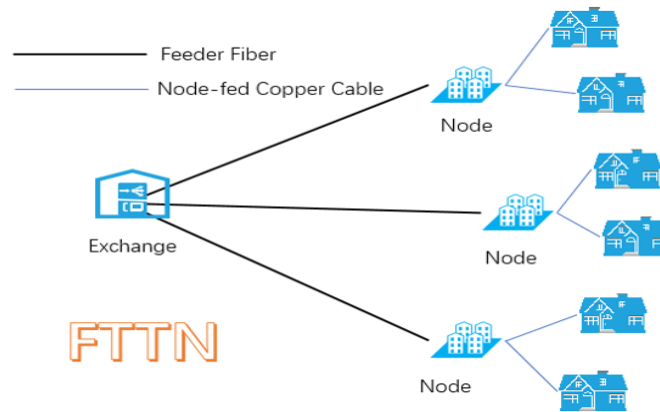


Figura 54. Arquitectura FTTN.⁵⁴

- **FTTH:** Fiber to the home traducido a fibra hacia el hogar por sus siglas en inglés también llamada fibra hasta las instalaciones (FTTP), es la instalación y el uso de fibra óptica desde el servidor directamente a edificios individuales como residencias, edificios, apartamentos y empresas usando en su totalidad fibra óptica, FTTH a diferencia de las otras arquitecturas no utiliza cables de cobre para finalizar la red, sino que llega directo al hogar con fibra óptica aumenta drásticamente las velocidades de conexión comparación con las tecnologías que ahora se utilizan en la mayoría de los lugares.

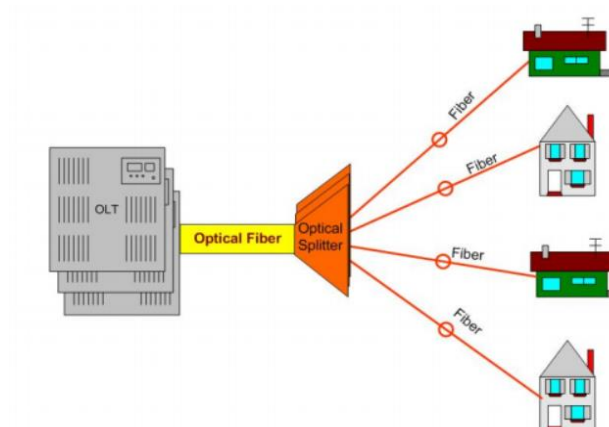


Figura 55. Arquitectura FTTH.⁵⁵

⁵⁴ fórum.huawei- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://forum.huawei.com/enterprise/intl/es/thread/ftn-fiber-to-the-node-or-neighborhood/667232936379957248?blogId=667232936379957248>

⁵⁵ tarluz- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.tarluz.com/es/redes-de-ftth/tecnologias-ftth/>

Las FTTX representan soluciones flexibles para la implementación de fibra óptica en las redes de telecomunicaciones, cada una adaptada a diferentes necesidades y características del entorno. Y estas se diferencian principal y básicamente en el punto de terminación de la fibra óptica y en la infraestructura utilizada para completar la conexión hasta el usuario final, O sea, el alcance de la fibra óptica y el tipo de cableado utilizado para la conexión final. lo que impacta directamente en la velocidad, el costo y la complejidad de implementación.

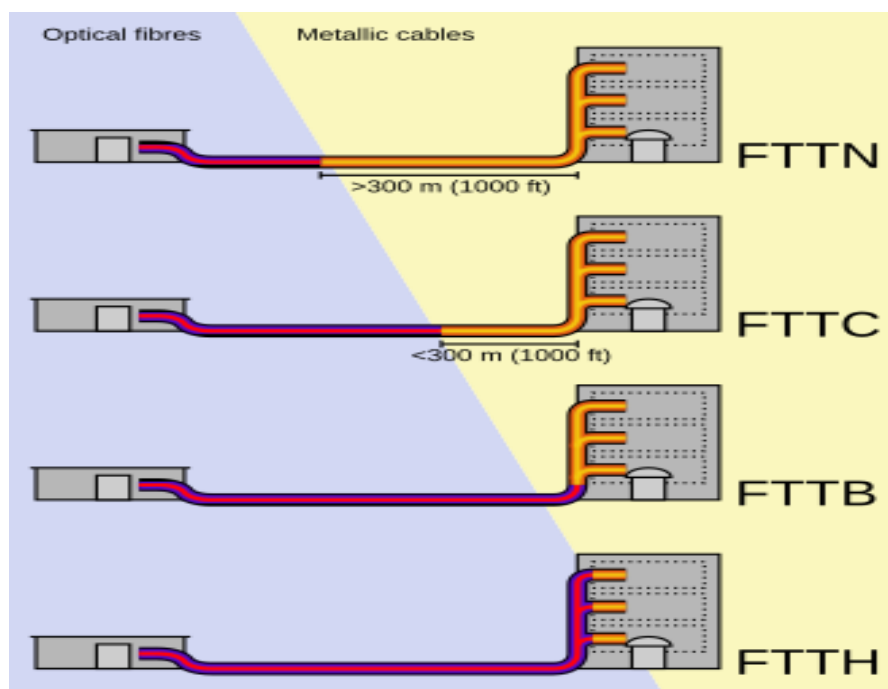


Figura 56. Aplicación de cables de fibra y cables metálicos en arquitecturas FTTX.⁵⁶

2.11 CONVERTIDORES DE MEDIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Las funciones de los conversores de medios industriales y comerciales son prácticamente las mismas. Sin embargo, los conversores industriales soportan una temperatura de funcionamiento más amplia que va desde -40°C hasta 85°C y un rango de voltaje más alto que va de 12 a 48 VDC. Además, están equipados con una fuente de alimentación con protección contra rayos y sobretensiones de no menos de 4KV, y con una protección IP40, lo que garantiza una conversión estable y confiable incluso en áreas exteriores peligrosas, tales como la perforación de petróleo/gas, la minería, el seguimiento del clima, etc. Las

⁵⁶ Wikipedia- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://es.wikipedia.org/wiki/FTTx>

diferencias entre los dos tipos de conversores de medios se enumeran a continuación.

En algunas fábricas o áreas de producción, es necesario interconectar varios dispositivos entre sí, y se requiere que varios equipos se interconecten entre sí. Esto produciría interferencias EMI y RFI, las cuales pueden afectar negativamente la transmisión de datos a través del cableado a base de cobre. En este caso, se requiere cableado de fibra óptica para eliminar cualquier efecto de EMI y RFI en la transmisión de datos.



Figura 57. Convertidor de medios industrial Phoenix Contact.⁵⁷



Figura 58. Convertidor de medios comercial.⁵⁸

⁵⁷ <https://www.phoenixcontact.com/es-mx/convertidores-de-medios-redes-ethernet>

⁵⁸ <https://cablematic.com/es/productos/conversor-de-fibra-optica-100-mbps-multimodo-de-st-a-rj45-a-2km-duplex-1310nm-UF011/>

Características y diferencias de convertidores de medios industriales con los comerciales

	Convertidores de medios industriales	Convertor de medios comercial
Temperatura de operación	-40°C~85°C	0°C~40°C
Fuente de alimentación	Potencia dual redundante	Potencia única
Instalación	Montaje en rieles DIN y chasis	Escritorio y chasis
Enfriamiento	Sin ventilador y enfriamiento del chasis	Convección de aire libre
Material	Aleación	Hierro
Antipolvo	Bueno	Mal
Recuperación de falla de enlace	<300ms	Mucho más larga

Tabla 4. Diferencias de los convertidores industriales y comerciales.

2.12 SWITCHES INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Un switch de red es un dispositivo que permite la conexión de múltiples dispositivos en una red. Los switches son diferentes de los routers, que son dispositivos que permiten la conexión de múltiples redes. Los switches son ampliamente utilizados en redes de área local (LAN) para conectar dispositivos como ordenadores, impresoras, servidores y dispositivos IoT⁵⁹.

Un switch industrial, también conocido como switch Ethernet industrial, es un tipo de tecnología de red diseñada específicamente para su uso en entornos industriales. Proporciona una transmisión de datos fiable y de alta velocidad para redes industriales, incluidos switches industriales 10G para velocidades más rápidas. Normalmente, un Ethernet industrial es una forma rentable y eficaz de gestionar la comunicación entre varios tipos de equipos industriales. En general, los switches industriales 10G pueden soportar golpes, vibraciones y

⁵⁹ IoT: red de dispositivos interrelacionados que se conectan e intercambian datos con otros dispositivos

fluctuaciones extremas de temperatura de -40°C a 75°C . Por lo tanto, usted encontrará que los switches de red industrial 10G contribuyen significativamente a las industrias de transporte, energía y más.

Características clave de los switches industriales

1. **Robustez:** Los switches industriales están contruidos con materiales y componentes de alta calidad que les permiten resistir condiciones adversas como temperaturas extremas, humedad, vibraciones y golpes, asegurando así su operación ininterrumpida en entornos industriales exigentes.
2. **Fiabilidad:** La fiabilidad es una característica fundamental de los switches industriales. Estos dispositivos están diseñados para ofrecer una operación continua y estable incluso en condiciones extremas, lo que garantiza la disponibilidad de la red en todo momento.
3. **Gestión avanzada:** Los switches industriales suelen ofrecer características de gestión avanzadas que permiten supervisar y controlar la red de manera eficiente. Esto incluye funciones como la gestión remota, diagnósticos de red, configuración de VLANs ⁶⁰ y priorización de tráfico.
4. **Seguridad:** La seguridad de la red es una preocupación importante en entornos industriales. Los switches industriales suelen ofrecer características de seguridad avanzadas, como autenticación de dispositivos, control de acceso basado en puertos y detección de intrusiones, que ayudan a proteger la integridad de la red y los datos sensibles.



Figura 59. Swtiches industriales.⁶¹

⁶⁰ VLANs: Virtual Local Area Network

⁶¹ Fs – fecha de consulta 10/2025 - en línea:

<https://www.fs.com/mx/products/138515.html?attribute=112489&id=4416564>

La diferencia entre un switch de red industrial y uno comercial radica en su diseño, características y aplicaciones:

CARACTERISTICAS	INDUSTRIAL	COMERCIAL
Entorno de Operación	Diseñados para entornos hostiles con temperaturas extremas, vibraciones, humedad y polvo. Suelen cumplir estándares como IP30/IP67 y certificaciones industriales.	Funcionan en ambientes controlados (oficinas, centros de datos) con temperaturas entre 0°C y 40°C, sin protección contra polvo o humedad.
Construcción y Materiales	Carcasa metálica robusta, refrigeración pasiva sin ventiladores para mayor durabilidad.	Generalmente de plástico o metal ligero, con ventiladores para disipación de calor.
Tolerancia a Fallos y Redundancia	Soporte para protocolos de redundancia como RSTP, PRP, HSR, MRP, y fuentes de alimentación redundantes.	Redundancia limitada o nula, depende de configuraciones adicionales.
Alimentación	Amplio rango de voltajes (12V, 24V, 48V DC) con soporte para PoE industrial.	Alimentación estándar 110-220V AC, algunos modelos con PoE.
Puertos y Conectividad	Menor cantidad de puertos, pero con opciones Gigabit Ethernet, fibra óptica y conectores M12.	Más puertos RJ45, generalmente Ethernet y fibra óptica para redes empresariales.
Seguridad y Administración	Funciones avanzadas de ciberseguridad, VLAN, QoS, SNMP, IGMP Snooping.	Administración estándar, pero modelos avanzados pueden incluir seguridad mejorada.
Coste	Más caro debido a su durabilidad y especificaciones técnicas avanzadas.	Económico

Tabla 5. Características y diferencias entre Switches industriales y comerciales

2.13 RED OPTICA PASIVA (PON).

Una red óptica pasiva (PON) es una infraestructura de fibra óptica que utiliza una topología de punto a multipunto, empleando splitters ópticos para distribuir los datos desde un único punto de transmisión hacia múltiples puntos finales de usuario. El término pasiva hace referencia a la falta de fuentes de energía en la fibra óptica y en los componentes como los divisores y combinadores.

La fibra óptica y los splitters constituyen los elementos fundamentales de las redes PON, las cuales son pasivas porque no necesitan suministro eléctrico. Los splitters ópticos no hacen distinción de longitud de onda, simplemente dividen cualquier longitud de onda óptica en la dirección descendente. Naturalmente, al dividirse la señal óptica, se produce una pérdida de potencia que varía según el número de divisiones de la señal. Los splitters no necesitan refrigeración ni mantenimiento continuo, a diferencia de los componentes activos de la red, como los amplificadores ópticos, y pueden operar durante décadas siempre que se mantengan intactos. Además de estos componentes pasivos, es necesario contar con dispositivos finales activos para completar la infraestructura de la red PON

A veces, se hace referencia a las redes PON como el último tramo entre el proveedor y el usuario, o la fibra hasta X (FTTX), donde la “X” significa el hogar (FTTH), el edificio (FTTB), las instalaciones (FTTP) u otra ubicación, en función de dónde tenga la terminación la fibra óptica. Hasta ahora, la fibra hasta el hogar (FTTH) ha sido la principal aplicación de las redes PON.

La infraestructura de cableado reducida (sin elementos activos) y la transmisión flexible de medios de las redes ópticas pasivas las han convertido en la solución perfecta para las aplicaciones domésticas de vídeo, voz e Internet. A medida que la tecnología PON siguió mejorando, también se han ampliado las posibles aplicaciones.

2.13.1 ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA RED PON

- OLT (Optical Line Termination). Es el elemento activo en la cabecera, de él parten las fibras hacia los usuarios.



Figura 60. OLT.⁶²

- ONT (Optical Network Terminal) Es el elemento situado en casa del usuario final.



Figura 61. ONT⁶³

- Splitters. Es un elemento que funciona como divisor óptico.

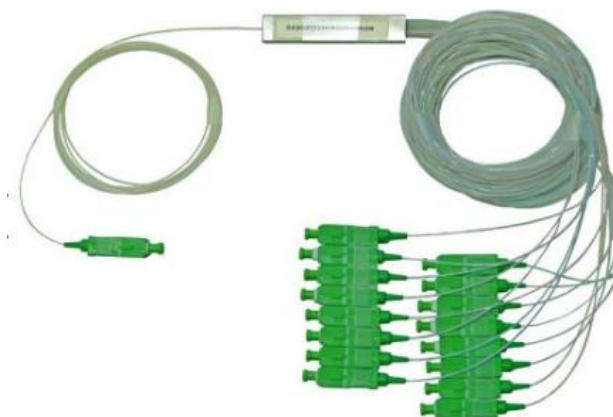


Figura 62. Splitter.⁶⁴

⁶² adminolt- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
<https://adminolt.com/>

⁶³ toputel- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.toputel.com/products/toputel-gpon-epon-optical-network-terminal-ont1710>

⁶⁴comcast-sa- fecha de consulta 03/2025 en línea:
<https://www.comcast-sa.com/product/splitter-1x16-plc-sc-apc/>

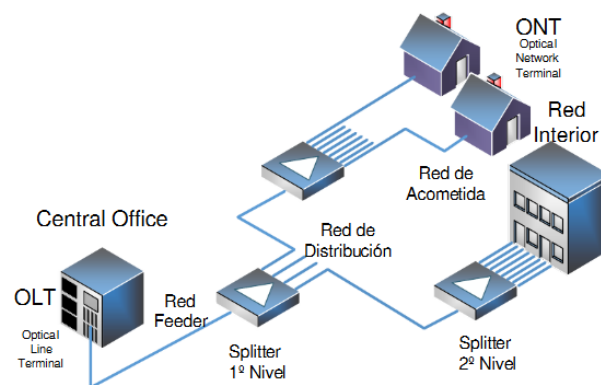
- Cable de fibra para interconectar los otros elementos.



*Figura 63. Cable de fibra óptica aérea de 12 hilos autoportada.*⁶⁵

2.13.2 ARQUITECTURA DE UNA RED PON

Las redes PON⁶⁶ utilizan una arquitectura de punto a multipunto, en la que los splitters ópticos se encargan de dividir la señal descendente de un único OLT en múltiples rutas hacia los usuarios finales. Además, estos mismos splitters combinan las diversas rutas ascendentes provenientes de los usuarios finales para enviarlas de vuelta al OLT.



*Figura 64. Arquitectura PON FTTH.*⁶⁷

La arquitectura de punto a multipunto se eligió como la arquitectura de redes PON más viable para las redes de acceso óptico por sus ventajas inherentes de compartir la fibra óptica y de bajo consumo eléctrico. Esta arquitectura se normalizó en 1998 por medio de la especificación G.983.1 de ATM-PON.

⁶⁵ jmtelcom- fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.jmtelcom.com/product/cable-de-fibra-optica-de-12-hilos-monomodo-cfs824-autosoprtada/>

⁶⁶ PON: Pasive Optical Network (red óptica pasiva)

⁶⁷ Researchgate- fecha de consulta 03/2025, en línea:

https://www.researchgate.net/publication/280069225_FTTH_Course_-_Module_2

2.13.3 REDES G-PON

Las redes PON de capacidad Gigabit, o G-PON⁶⁸, desarrolladas por la ITU-T⁶⁹, utilizan protocolos basados en IP y se destacan por su extraordinaria flexibilidad para manejar diversos tipos de tráfico. Estas redes son particularmente conocidas por su soporte de aplicaciones Triple-Play, que integran servicios de voz, Internet y televisión en una sola infraestructura. Gracias a su método de encapsulación genérico, las redes G-PON pueden empaquetar una amplia variedad de datos, incluyendo IP, Ethernet y VoIP⁷⁰, entre muchos otros, lo que las hace altamente adaptables a diferentes necesidades de conectividad. el término "Gigabit" en GPON denota la velocidad máxima que proporciona, que normalmente es de 2,488 Gbps de bajada y 1,244 Gbps de subida

La tecnología G-PON se ha consolidado como el estándar de facto para redes PON a nivel mundial. Estas redes pueden cubrir distancias de entre 20 y 40 km, dependiendo de la relación de segmentación adoptada, utilizando fibra monomodo. En cuanto a las especificaciones de la señal, la longitud de onda descendente se establece en 1490 nm, mientras que la longitud de onda ascendente es de 1310 nm. Esto permite alcanzar velocidades de descarga de hasta 2,4 Gbps y velocidades de subida de hasta 1,2 Gbps, lo que las hace ideales para satisfacer las crecientes demandas de ancho de banda y calidad de servicio en aplicaciones de alta definición y en entornos con múltiples dispositivos conectados simultáneamente. Con su capacidad para ofrecer conexiones de alta velocidad y soportar una amplia gama de servicios, el G-PON sigue siendo una solución popular y efectiva para proveedores de servicios de telecomunicaciones en todo el mundo. En El Salvador los proveedores de servicios de telecomunicaciones más reconocidos y de más demanda, utilizan redes GPON para abastecer a sus clientes en una gran mayoría del territorio salvadoreño.

⁶⁸ GPON: Gigabit-capable Passive Optical Network.

⁶⁹ ITU-T: International Telecommunication Union Telecommunication standardization

⁷⁰ VoIP: Voice over Internet Protocol (voz sobre protocolo de internet)

CAPITULO III

DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR

3.1 FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA.

También llamada como empalmadora de fibra óptica, la fusionadora de fibra óptica es una máquina de precisión electromecánica de alto rendimiento que se utiliza para unir dos hilos de fibra óptica de manera permanente. Ya sea en despliegue de una red de fibra óptica o en reparación de una ruptura de un cable en una red ya existente. La fusión de ambas fibras ópticas se logra aplicando calor en el punto de unión de las mismas, uniéndose y evitando así cualquier pérdida de señal en la transmisión de datos.

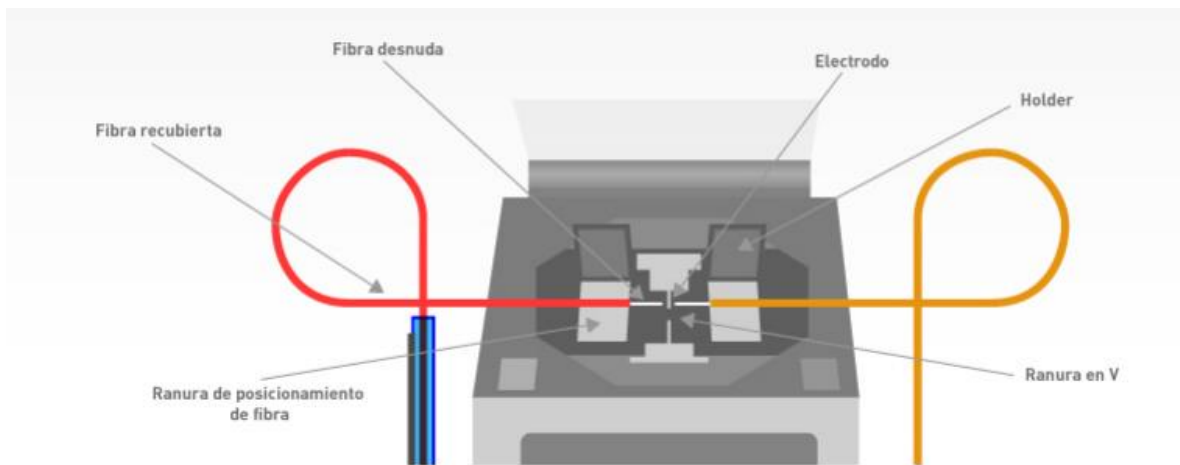


Figura 65. Cables de fibra en fusionadora⁷¹

Estos empalmes de fibra óptica son bastante comunes, pues ayudan a satisfacer las necesidades de las redes, ya sea cubrir distancias más amplias que la longitud de una bobina de cable, trabajar con cables con distintos números de fibras o para realizar mantenimientos. De la misma forma, los empalmes son indispensables para la conexión de equipos, pues permiten integrar los pigtails a los extremos de los hilos de fibra óptica.

Dentro del campo de la fibra óptica podemos encontrar dos tipos de fusionadoras, las de fibra óptica con tecnología de alineación por núcleo y las de fibra óptica con tecnología de alineación por revestimiento.

Las fusionadoras de fibra óptica de tecnología de alineación por núcleo (core) son las más

⁷¹ optronics- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://optronics.com.mx/conectividad/views/blog/detalle/86-fusionadora-fibra-optica>

precisas y realizan ese acercamiento alineando los núcleos de las fibras. se caracterizan por ser las más precisas al alinear los núcleos de las fibras antes de la fusión. Estas máquinas contienen más motores internos y mueven los carros en los tres ejes, por lo que nos vamos a encontrar con maquinaria más grande y costosa, algo que se traduce también en el mantenimiento, que tendrá un coste más alto, utilizan un complejo sistema de imágenes y detección de la luz, que les permiten medir y monitorear la posición central de los núcleos durante el proceso de alineación. Se utilizan ranuras en forma de V, para colocar los núcleos de las fibras ópticas en posiciones horizontales y verticales (eje X y eje Y), y de entrada y salida (eje Z). Esta capacidad de controlar la ubicación central de los núcleos, da como resultado un alto rendimiento en la fusión, ya que permite la compensación de factores, como los desajustes entre el núcleo y el revestimiento. Las empalmadoras de alineación por núcleo se utilizan principalmente para empalmar fibras monomodo, aunque, por supuesto, también se utilizan con fibras multimodo.

Las fusionadoras de fibra óptica de tecnología de alineación por revestimiento (cladding) son menos precisas y lo realizan alineando los revestimientos. Utilizan la capa de revestimiento de la fibra óptica para alinear las fibras ópticas antes de la fusión. Estas máquinas son menos precisas que las anteriores. Únicamente mueven dos ejes y usan menos motores. Por lo tanto, el mantenimiento de esta maquinaria también será menos costoso. Estos equipos de fusión son comúnmente utilizados para empalmar fibras multimodo, sin embargo, también son útiles para la fusión de fibra monomodo, siempre y cuando los núcleos coincidan al centro de los revestimientos (niveles de excentricidad bajos).

3.2 DESCRIPCIÓN DE LA FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA AI9.

La AI-9 Empalmadora de fibra óptica es una de las empalmadoras más tecnológicas del mercado, la AI-9, funciona a base de un software que se conecta directamente con tu celular, Esta fusionadora cuenta con su propio localizador visual de fallas. De esta forma se facilita la inspección de los empalmes realizados. El aparato está equipado con el procesador de 4 núcleos y pantalla a color grande con brillo ajustable, que permite trabajar bajo la luz solar directa. AI-9 posee una interfaz amigable, enfoque automático y permite aumentar la imagen en la pantalla de hasta trescientas veces.

AI9 utiliza la última tecnología de alineación de núcleos con enfoque automático y seis motores, es la nueva generación de empalmadoras de fibra. Está totalmente construida con materiales robustos ideales para proyectos de FTTH, mantenimiento y demás proyectos para empalmar cables de fibra.

3.2.1 CARACTERISTICAS.

<u>Tipo de fibra óptica:</u>	• multimodo (MM) - G.651, • monomodo (SM) - G.652 & G.657, • monomodo (DS / NZDS) con dispersión desplazada no nula (G.655)
Diámetro del revestimiento:	80 ... 150 µm
Diámetro del revestimiento exterior:	0.1 ... 1 mm
Longitud de la fibra recortada:	16 mm
Método de centrado:	alineación por núcleo, alineación por revestimiento, manual
Pantalla:	5.1 " de cristal líquido (LCD), 800 x 480 px Imagen: visualización simultánea de dos planos (X-Y)
Atenuación media:	0.01 <u>dB</u> (MM) 0.025 <u>dB</u> (SM) 0.04 <u>dB</u> DS / NZDS
Tiempo de soldadura:	5 segundos
Tiempo de calentamiento:	15 segundos
Programas de soldadura:	(aplicaciones de fábrica) + (aplicaciones de usuario)
Iluminación interior:	SI
Calentamiento interno:	SI
Parámetros de soldadura ajustables:	☐ Prueba del ángulo de cara extrema de las fibras soldadas ☐ distancia de aproximación durante la soldadura ☐ corriente de pre-soldadura

	☐ tiempo de pre-soldadura ☐ corriente de soldadura ☐ tiempo de soldadura, etc.
Modo de enfoque:	6 motores, autofocus
Prueba de resistencia mecánica:	2 N
Interfaz del ordenador:	<u>USB 2.0</u> - Capacidad de cargar teléfonos inteligentes
Características principales:	Medidor de potencia óptica incorporado • <u>Longitud de onda óptica</u> : 850 nm, 1300 nm, 1310 nm, 1490 nm, 1550 nm, 1625 nm • Amplio rango de medición : - 70 <u>dBm</u> ... +6 <u>dBm</u> • Precisión: < 0.3 <u>dB</u> , VLS (VFL) - localizador visual de fallos para fibra óptica : • <u>Longitud de onda óptica</u> : 650 nm • Potencia de salida óptica : 15 mW • Modos de funcionamiento : continuo, intermitente - 2 Hz
Alimentación:	13.5 V <u>DC</u> / 4.8 A (fuente de alimentación incluida)
Alimentación por batería:	11 V <u>DC</u> Batería Li-Ion, 7800 mAh
Vida útil de los electrodos:	3000 soldaduras
Temperatura de funcionamiento:	-15 °C ... 50 °C
<u>Humedad relativa del ambiente admisible:</u>	< 95 % (sin condensación)
Peso:	2.16 kg
Dimensiones:	202 x 145 x 128 mm
Fabricante / Marca:	Signal Fire

Tabla 6. Características de la Fusionadora AI9.

La fusionadora AI9 Signal Fire además de contar con su sistema de fusión de fibra óptica, cuenta con un localizador de fallas ópticas (VFL) y cuenta con un medidor de potencia (Power meter) dándonos así un equipo más completo para el mantenimiento de las redes de fibra óptica, ya que no sirve solo para unir, fusionar o empalmar sino también para una detección de fallas en tramos de la fibra óptica.

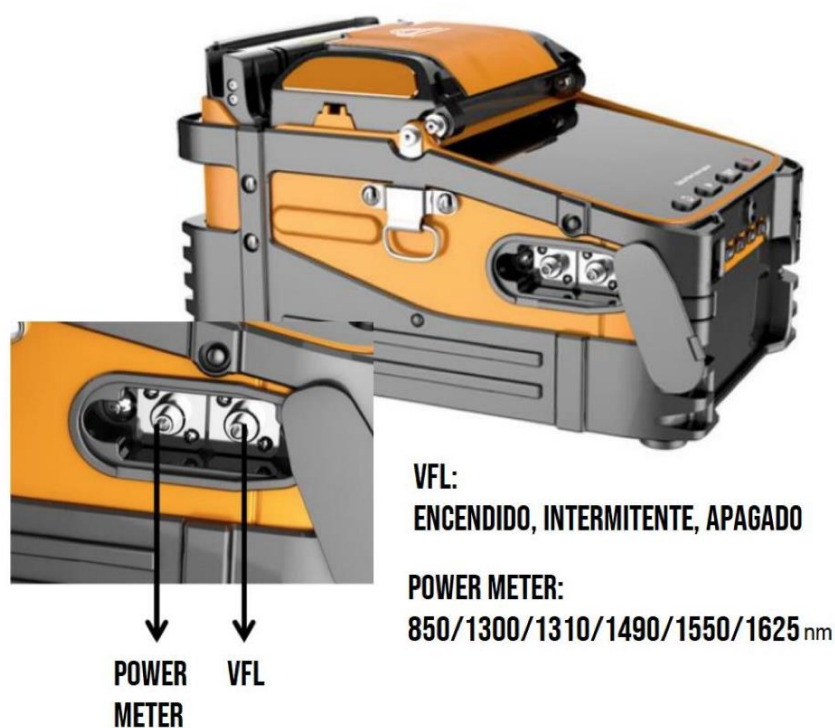


Figura 66. Ubicación de VFL y OPM en fusionadora AI9.⁷²

Cuenta con un calentamiento automático en parte de las uniones o fusiones además cuenta con una pantalla de 5 pulgadas la cual nos permite tener una vista interior del proceso de fusión, dándonos un uso más certero y preciso, a su vez en esta pantalla contamos con un zoom de x300 dándonos un gran acercamiento para que de esta manera podamos trabajar mejor, cuenta con su protector ante golpes físicos ya que es una herramienta de uso semi industrial adaptada para trabajos en ambientes de mayor exigencia, protegiendo así la

⁷² multiplay- fecha de consulta 03/2025, en línea:
https://multiplay.com.pe/media/file/producto/producto/Fusionadora_SIGNAL_FIRE_AI-9.pdf

fusionadora en general todos sus componentes internos y alargando su vida útil ante cualquier golpe de menor magnitud entre otros escenarios.



Figura 67. Partes de la fusionadora AI9⁷³

En la parte donde se da la fusión de la fibra la fusionadora Signal Fire AI9 cuenta con sus electrodos para un máximo de 3000 fusiones, cuenta con una batería de 7800mA dándonos un excelente desempeño para poder usarla en trabajos que requieran movilizarse y sin tener una alimentación de 110vac disponible. Su horno tarda un máximo de 15 segundos en calentarse estando lista para operar en un tiempo muy mínimo y su tiempo de fusión es de 5 segundos, lo cual nos da un resultado sumamente rápido y eficiente en los trabajos debido a su tiempo tan corto de calentamiento y operación.

⁷³ multiplay- fecha de consulta 03/2025, en línea:
https://multiplay.com.pe/media/file/producto/producto/Fusionadora_SIGNAL_FIRE_AI-9.pdf

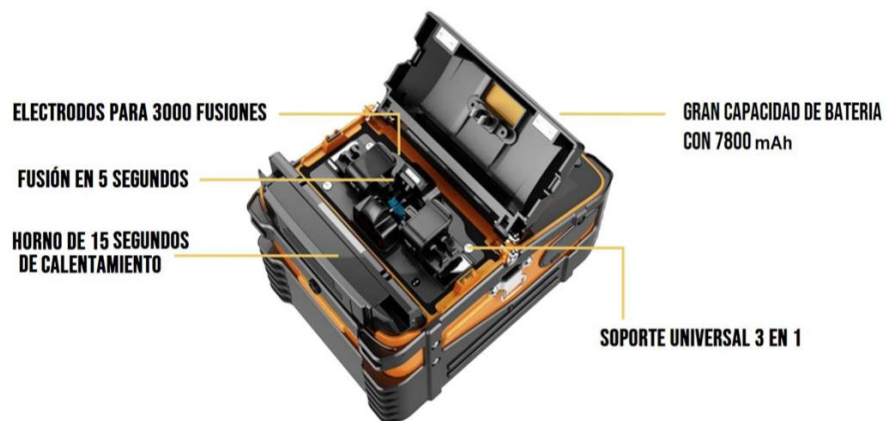


Figura 68. Descripción del funcionamiento de las partes de la fusidora AI9.⁷⁴



Figura 69. Ventajas de la arquitectura de la fusidora AI9.⁷⁵



Figura 70. Peso y medidas de la fusidora AI9.⁷⁶

⁷⁴ multiplay- fecha de consulta 03/2025, en línea:

https://multiplay.com.pe/media/file/producto/producto/Fusionadora_SIGNAL_FIRE_AI-9.pdf

⁷⁵ multiplay- fecha de consulta 03/2025, en línea:

https://multiplay.com.pe/media/file/producto/producto/Fusionadora_SIGNAL_FIRE_AI-9.pdf

⁷⁶ multiplay- fecha de consulta 03/2025, en línea:

3.3 FUNCIONAMIENTO DE LA FUSIONADORA AI9.

3.3.1 TECLAS DE OPERACIÓN.

La fusionadora de fibra óptica se utiliza principalmente para empalmes permanentes de fibra óptica para cables con aislamiento de caucho, jumpers e hilos de fibra con un diámetro de revestimiento de 80um a 150um. La fusionadora AI-9 puede fusionar fibras monomodo, multimodo y otras fibras con dispersión desplazada a base de cuarzo.



Figura 71. Teclas de operación de la fusionadora SignalFire AI-9.⁷⁷

El proceso de operación de la fusionadora debe de llevarse a cabo en un entorno limpio y libre de vibraciones o golpes fuertes.

Antes de encender la fusionadora se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- No usar la fusionadora en entornos explosivos
- No usar la fusionadora en presencia de gases o humos inflamables
- No intente desmontar ninguno de los elementos de la fusionadora

https://multiplay.com.pe/media/file/producto/producto/Fusionadora_SIGNAL_FIRE_AI-9.pdf

⁷⁷ user manual AI-9 (2019) chapter 1 operation key combination function

3.3.2 PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DE LA FUSIONADORA.

ICONO	NOMBRE	FUNCIÓN
	Modo Normal	Modo de empalme normal para la fusionadora
	Empalme Pausado	Cuando la función está activada, la fusionadora detendrá el proceso de empalme final después de completar el enfoque de la fibra, la detección de la cara del extremo y la alineación de la fibra. Luego, presionar el botón “Continuar” para realizar la descarga de arco y el proceso de empalme posterior. Si no se aprueba la detección de la cara del corte, se pausará e informará el error. Luego, presionar la tecla “Continuar” para ignorar el error y continuar con el proceso de seguimiento.
	Enfoque Automático	Cuando la función está activada, cada vez que se realiza una unión, se ajustará automáticamente la longitud focal de la cámara al valor objetivo establecido (el valor objetivo se establece en el menú "Configuración de unión" y se establece el "valor objetivo de enfoque").
	Calibración ARC	De acuerdo con la altitud, temperatura, humedad y otras condiciones del usuario, ajuste el valor de descarga de arco más adecuado para minimizar la pérdida por empalme.
	Bloqueo Inteligente	Facilita la gestión eficaz del usuario de la fusionadora
	Continuar	Al presionar la tecla continuar se reanuda el proceso de fusión

Tabla 7 Iconos de la pantalla de la Fusionadora AI-9.

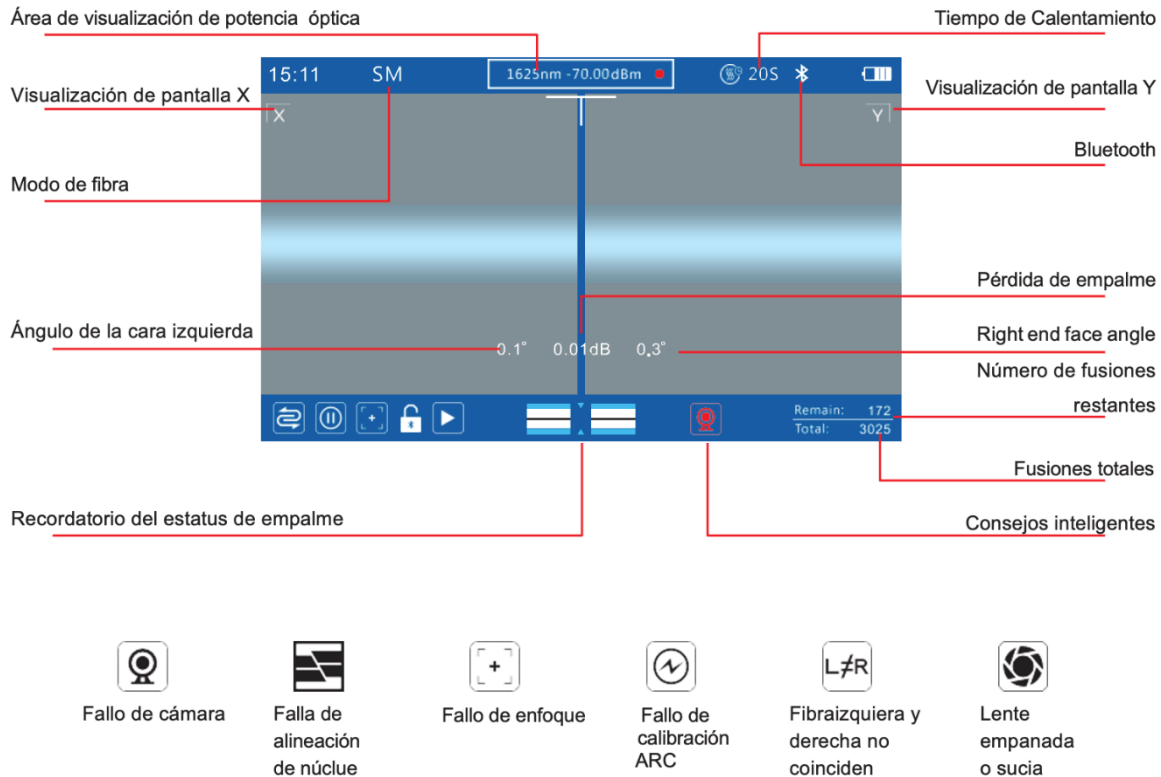


Figura 72. Interfaz gráfica de la fusionadora SignalFire AI-9.⁷⁸

3.3.2.1 RECORDATORIO DEL ESTADO DEL EMPALME.

Es el símbolo de fibra óptica en el medio debajo de la pantalla LCD. Son dos barras azules y blancas representan la ranura en V, el pequeño triángulo en el medio representa la punta del electrodo y la barra negra que parpadea en las barras azules y blancas representa la fibra óptica. La distancia desde la marca de fibra óptica hasta el pequeño triángulo del medio (punta del electrodo) es diferente, lo que representa diferentes estados de fibra óptica. La longitud de la colocación de la fibra óptica desnuda debe ser lo más cerca posible de la punta del electrodo, pero no debe exceder la punta, y la longitud más corta debe ser más de 1 mm más allá de la ranura en V. La distancia entre las caras de los extremos de ambos lados de la fibra óptica debe estar entre 2 y 4 mm, y debe colocarse plana en la ranura.

⁷⁸ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 1 introducing to splice interface

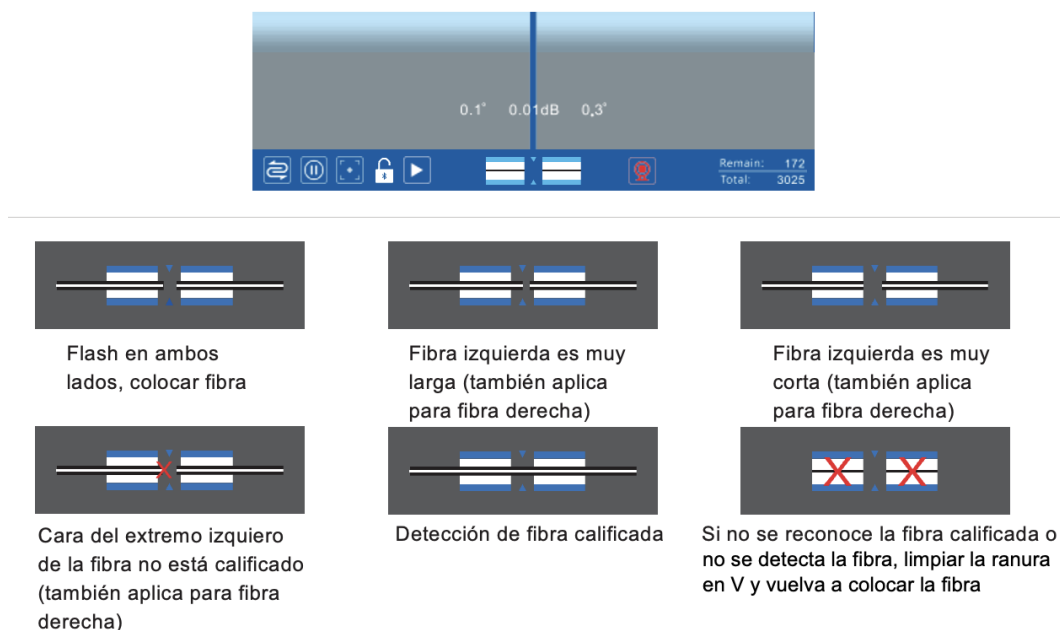


Figura 73. Descripción del mensaje de estado de la fibra.⁷⁹

3.3.2.1.1 FIBRA ÓPTICA ES DEMASIADO LARGA.

El extremo delantero del hilo de fibra óptica está cerca del marcador de la punta del electrodo en el medio, lo que indica que la fibra óptica está colocada demasiado larga. Si la fibra óptica excede la punta del electrodo, es necesario volver a colocarla.

Si la fibra óptica se coloca normalmente y aparece esta punta sin colocar fibra, esto puede deberse a residuos o niebla en la lente del objetivo. Se debe limpiar el lente del objetivo con un hisopo de algodón limpio y la niebla se puede eliminar con un secador de pelo. Después de la limpieza, si la imagen de residuos no cambia, puede estar en el interior de la lente, puede levantar la fusionadora para dar unos golpecitos y ver si los residuos salen de la pantalla.

3.3.2.1.2 FIBRA ÓPTICA ES DEMASIADO CORTA.

El extremo frontal de la fibra óptica se devuelve a la ranura en V, lo que indica que la fibra óptica se colocó demasiado corta y debe colocarse más alejada de dicha ranura. Cuanto más cerca esté de la punta del electrodo, mejor.

⁷⁹ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 1 introducing to splice interface

3.3.2.1.3 TERMINACION DE FIBRA NO ES CALIFICADA.

Hay una horquilla roja en el extremo frontal de la identificación de la fibra óptica, que indica que la cara final de la fibra óptica no está calificada, lo que afecta la calidad de la soldadura, por lo que es necesario cortar la fibra nuevamente. Si la fibra se corta repetidamente y la imagen de la fibra es realmente irregular o defectuosa, es posible que sea necesario ajustar la cuchilla.

Las imágenes de fibra borrosas también pueden causar errores, por lo tanto, hay que limpiar la ranura en V y el lente del objetivo y luego presionar la tecla continuar. Además, las razones de la imagen de fibra poco clara incluyen una distancia focal incorrecta y problemas de iluminación.

3.3.2.1.4 FIBRA OPTICA CALIFICADA NO IDENTIFICADA O NO DETECCIÓN DE NINGUNA FIBRA ÓPTICA.

Se muestra una equis roja en la marca de la ranura en V para indicar que no se ha identificado ninguna fibra o que no se ha tendido ninguna fibra.

Si se ha colocado la fibra óptica y sigue apareciendo el error hay que eliminar los factores no calificados del tratamiento de la fibra óptica, como que la capa de revestimiento no esté limpia, la superficie de corte esté en muy mal estado, demasiadas rebabas, etc.; luego hay que limpiar la ranura en V y el lente del objetivo y presionar la tecla de continuar.

En casos raros, hay una señal o una fuente de luz en la línea de fibra óptica, que puede afectar la detección de imágenes de la fusionadora y provocar un informe de error. Apague la señal o la fuente de luz en el circuito.

3.3.3 CONEXIÓN DE FUSIONADORA VÍA BLUETOOTH.

La fusionadora SignalFire AI-9 puede conectarse con dispositivos móviles con sistema operativo Android o iOS a través de la aplicación brindada por la fabricante denominada SignalFire2.

No se necesita el teléfono móvil para realizar fusiones de fibra óptica. La aplicación móvil se puede utilizar para encender y apagar el menú de la máquina, el control remoto de calibración del arco, la cerradura inteligente, etc. También se pueden realizar varias operaciones en la aplicación, como ponerse en contacto con el servicio de asistencia de

SignalFire o actualizar versiones de firmware de la fusionadora.

La descarga de la aplicación puede realizarse en la PlayStore de Android, en la App Store de IOS o por medio del código QR brindado por SignalFire



Figura 74. Código QR de descarga de la Aplicación SignalFire2.⁸⁰

3.3.3.1 PASOS PARA VINCULAR Y CONFIGURAR LA FUSIONADORA CON UN DISPOSITIVO MÓVIL

Luego de haber descargado la aplicación SignalFire2 se debe de vincular vía bluetooth la fusionadora con el dispositivo móvil a utilizar y seguir los siguientes pasos:

- 1) Presionar la opción Device Unconnected
- 2) Seleccionar la dirección de la fusionadora a utilizar

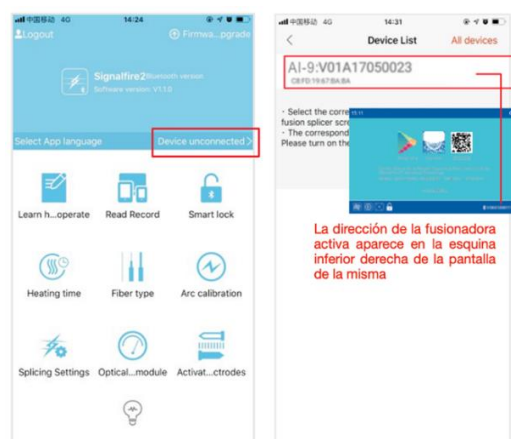


Figura 75. Paso 1 y 2 para vinculación vía Bluetooth la Fusionadora AI-9 con un dispositivo móvil.⁸¹

- 3) Esperar que ambos dispositivos se sincronicen hasta que aparezca el mensaje “Connection Succeed”

⁸⁰ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 2 software download

⁸¹ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 2 software Bluetooth connection

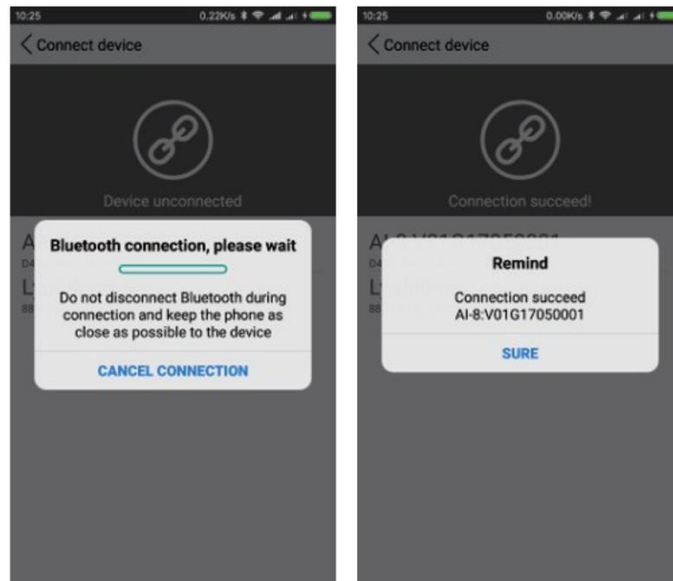


Figura 76. Paso 3 de vinculación vía Bluetooth la Fusionadora AI-9 con un dispositivo móvil.⁸²

- 4) Cuando la fusionadora se encuentre vinculada realizar las configuraciones tal cual se muestran en las siguientes imágenes y presionar guardar

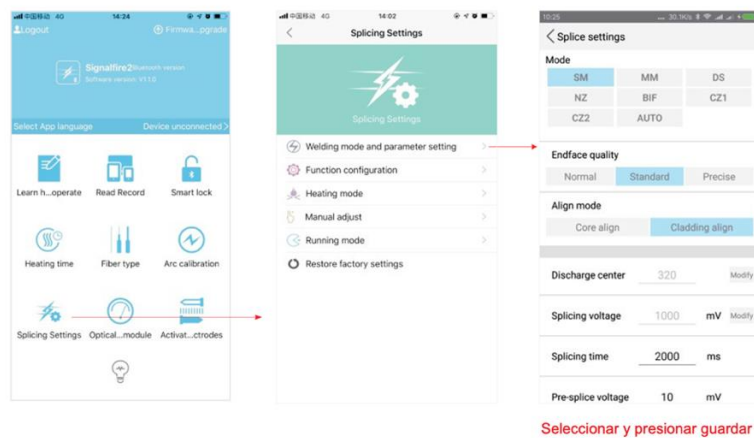


Figura 77. Configuraciones iniciales de la fusionadora desde la aplicación SignalFire2.⁸³

⁸² https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 2 software Bluetooth connection

⁸³ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 2 screen menu function on/off

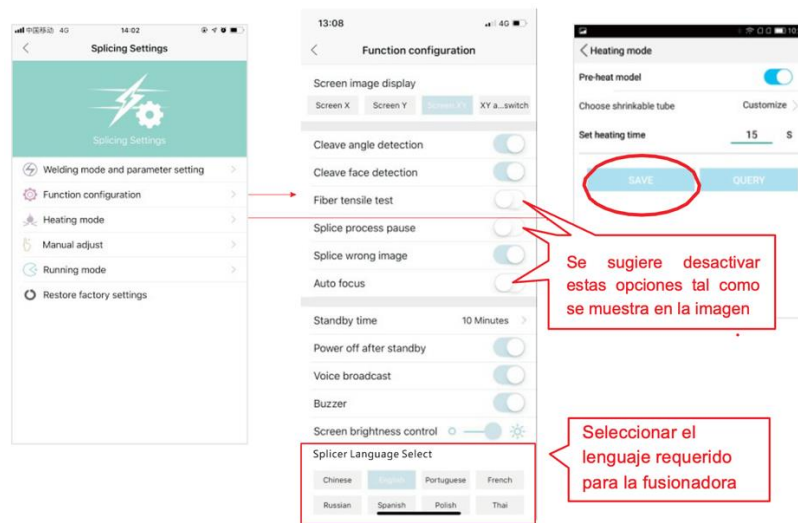


Figura 78. Configuraciones finales de la fusionadora desde la aplicación SignalFire2.⁸⁴

3.3.4 CALIBRACION ARC DE FUSIONADORA.

La calibración ARC debe de realizarse de acuerdo con la elevación del terreno local, la temperatura y otros factores ambientales para que coincida con el arco de descarga más adecuado, con el fin de obtener el mejor efecto de fusión en la fibra óptica. Es recomendable que se realice la calibración cuando sea la primera vez que usa la fusionadora.

Para realizar dicha calibración realice los siguientes pasos después de presionar la opción ARC Calibration en la aplicación SignalFire2 como se muestra en la siguiente imagen:

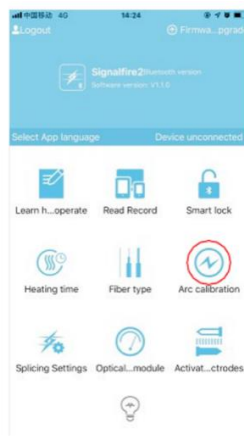


Figura 79. Selección de Arc Calibration en aplicación SignalFire2.⁸⁵

⁸⁴ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 2 screen menu function on/off

⁸⁵ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 5 arc calibration

Posterior a esto el icono de Modo Normal en la pantalla de la fusionadora cambiará de manera automática al icono de Calibración ARC tal cual se observa en la siguiente imagen:

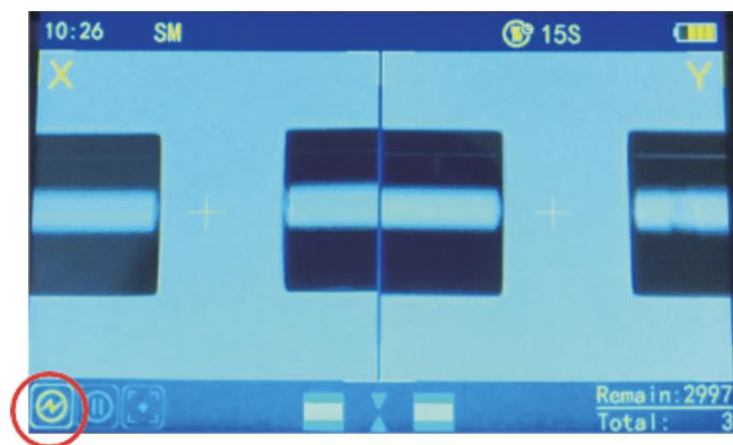


Figura 80. Fusionadora en modo de Calibración ARC.⁸⁶

Se debe de colocar la fibra óptica en el soporte de fibra y cerrar la tapa de calibración. La fusionadora realizará de manera automática la calibración.

Luego de la calibración el ícono de Calibración ARC debe de pasar a Modo Normal lo que indica que el procedimiento se realizó con éxito.

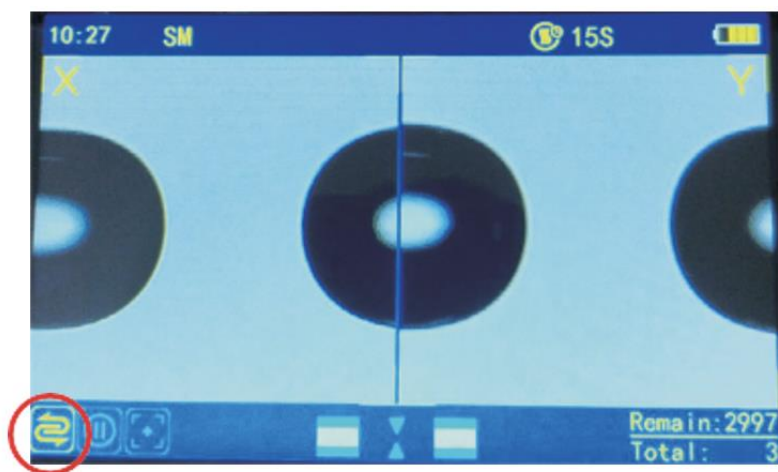


Figura 81. Fusionadora en modo normal después de haberse calibrado.⁸⁷

⁸⁶ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 5 arc calibration

⁸⁷ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 5 arc calibration

3.3.5 FUSIÓN Y COLOCACIÓN DE FIBRA ÓPTICA EN FUSIONADORA AI-9

La fusionadora SignalFire Modelo AI-9 posee su propia cortadora de fibra óptica y dependiendo del tipo de fibra óptica a fusionar así debe de ser el proceso de corte de esta.

Dicha cortadora posee una escala que se utiliza para realizar cortes precisos y efectivos en los hilos a fusionar.

Para los pigtails o patch cords la capa de plástico amarilla debe utilizarse como límite y debe de colocarse en la escala entre 13 y 18 milímetros. La capa de protección blanca debe ser 5 milímetros más larga que la capa amarilla, esta debe de ser colocada aproximadamente en la escala 10 a 12 y luego colocarse en el compartimiento en forma de V color azul de la fusionadora y con la punta del hilo de fibra cerca del electrodo.

Recordar colocar el termoencogible antes de realizar la fusión de los hilos de fibra óptica esto ayuda a proteger la soldadura de rupturas u otros escenarios que la podrían dañar la fusión.

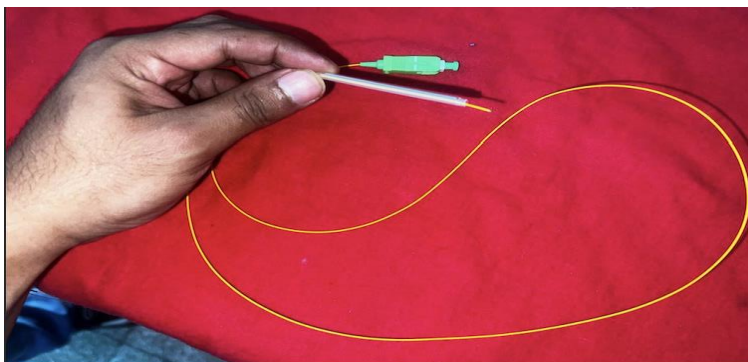


Figura 82. Instalación de termoencogible en pigtails de fibra óptica

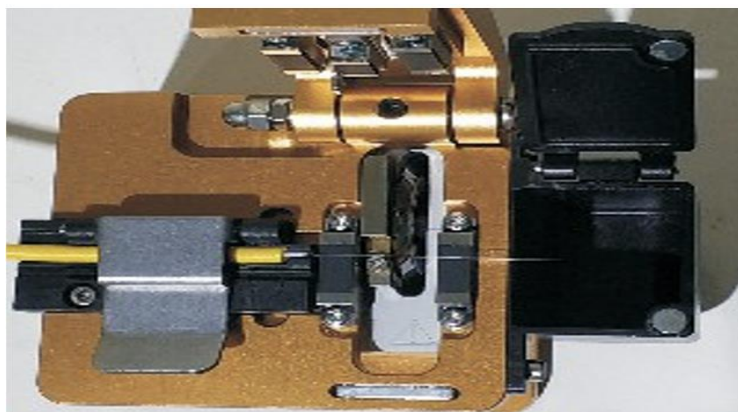


Figura 83. Corte de pigtails de fibra óptica.

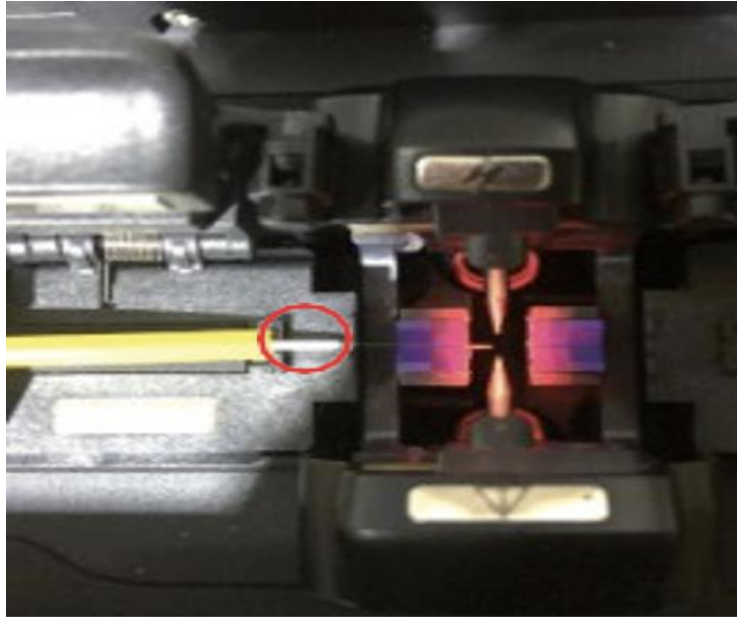


Figura 84. Colocación en la fusionadora Ai-9 de pigtails de fibra óptica

Para la fibra óptica con recubrimiento de caucho el procedimiento de corte es básicamente el mismo, con la diferencia que la capa del recubrimiento se instala en la cortadora en la escala de 13 y 18 milímetros.

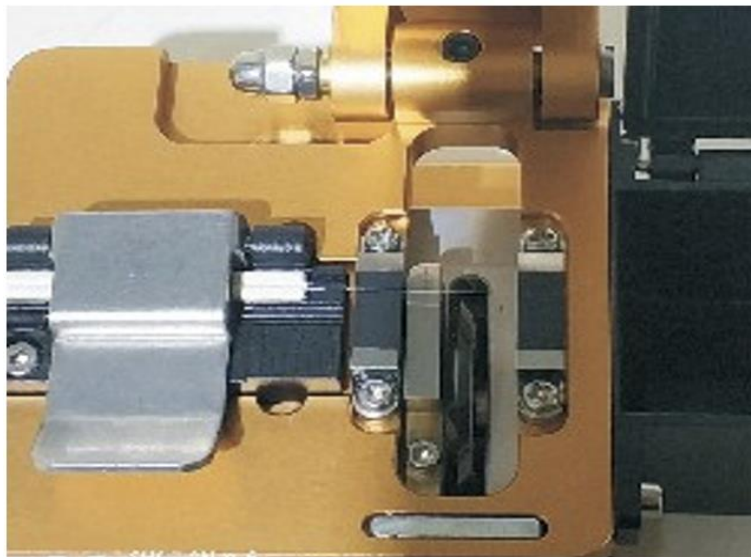


Figura 85. Corte de fibra óptica con recubrimiento de caucho.



Figura 86. Colocación en la fusionadora Ai-9 de fibra óptica con recubrimiento de caucho

La fibra desnuda la capa de revestimiento de protección debe de cortarse utilizando la escala de 10 a 12 milímetros.

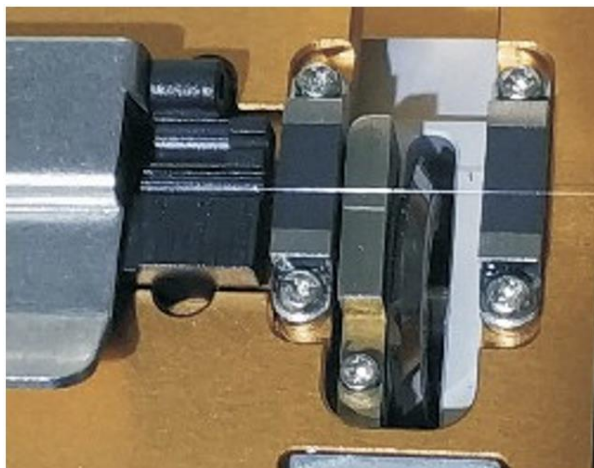


Figura 87. Corte de fibra óptica desnuda



Figura 88. Colocación en la fusionadora Ai-9 de fibra óptica desnuda.

Al tener colocados ambos materiales de fusión presionar la tecla Presionar de la Fusionadora AI-9 para que inicie el proceso de fusión.

Tener en cuenta que, si ambos hilos de fibra se encuentran muy alejados o muy cerca de los electrodos, la fusionadora mostrará un mensaje para volver a colocarlos.



Figura 89. Fusionadora SignalFire AI-9 en proceso de fusión de hilos.

El último paso para tener una fusión de buena calidad es protegerla con materia termoencogible que se coloca antes de iniciar la fusión. Este es colocado en el horno para termoencogible de la fusionadora se baja la tapa y automáticamente el empieza a calentar y cuando ha terminado es indicado por la misma fusionadora.



Figura 90 Cables de fibra óptica en horno de fusionadora para termoencogible

3.3.6 REEMPLAZO DE ELECTRODOS DE LA FUSIONADORA AI-9.

Para reemplazar los electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9 se debe utilizar el electrodo original diseñado de fábrica para esta máquina. Cuando el electrodo se use cerca de 3000 veces, la máquina mostrará un mensaje de recordatorio de que se debe reemplazar. Al llegar a 3000 veces, es necesario reemplazar el electrodo y activarlo para poder volver a utilizar la fusionadora, de lo contrario, la calidad del empalme podría verse afectada o incluso el programa podría detenerse automáticamente e impedir el proceso de fusión de fibra óptica. El procedimiento de reemplazo de electrodos es el siguiente:

1. Presione ligeramente el electrodo por ambos lados (ver la ubicación en la imagen) y luego retire la cubierta del electrodo. El tamaño de la tapa de dos electrodos es diferente, la cabeza más ancha es para el electrodo que está más cerca de la dirección de la pantalla.

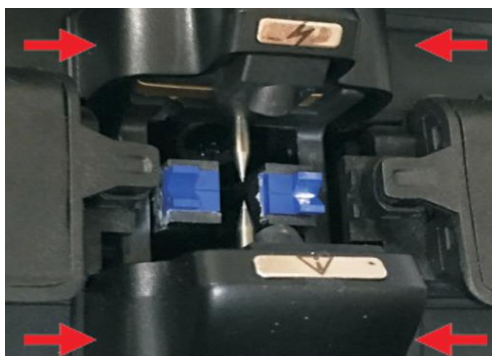


Figura 91. Paso 1 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁸⁸



Figura 80. Paso 1 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁸⁹

⁸⁸ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁸⁹ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf

2. Retirar la cubierta de los electrodos
3. Retirar la tapa de la lámpara de ambos lados con unas pinzas.

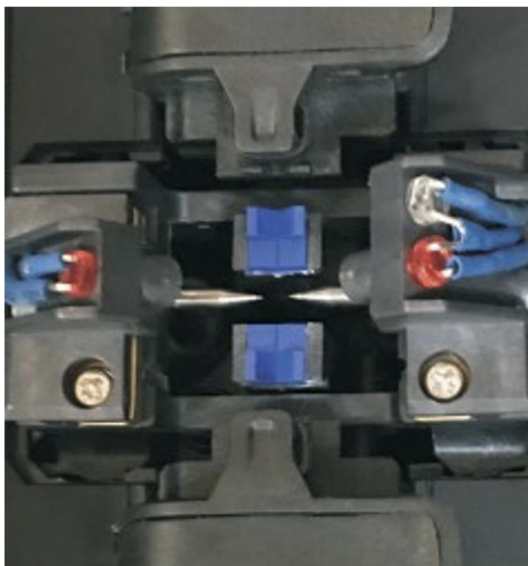


Figura 81. Paso 2 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁰

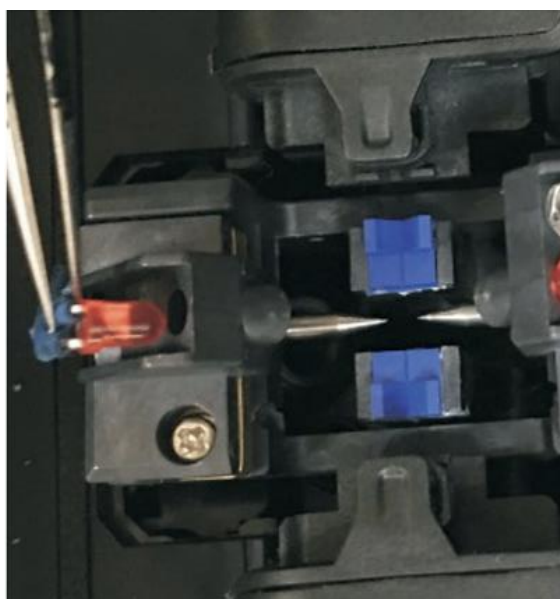


Figura 82. Paso 3 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹¹

user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁹⁰ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf

user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁹¹ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf

user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

4. Desatornillar los tornillos.
5. Usar un destornillador para sacar el pestillo y quitar el electrodo. Retirar el otro electrodo de la misma manera.



Figura 83. Paso 4 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹²

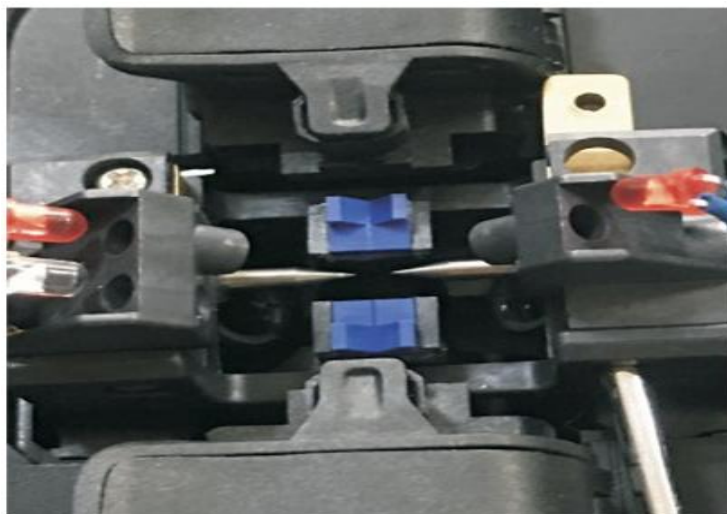


Figura 84. Paso 5 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹³

6. Una vez retirados los electrodos verificar que el área quede completamente limpia de residuos.

⁹² https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁹³ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

7. Instalar los electrodos nuevos y coloque el pestillo, con la parte más ancha hacia la aguja del electrodo.

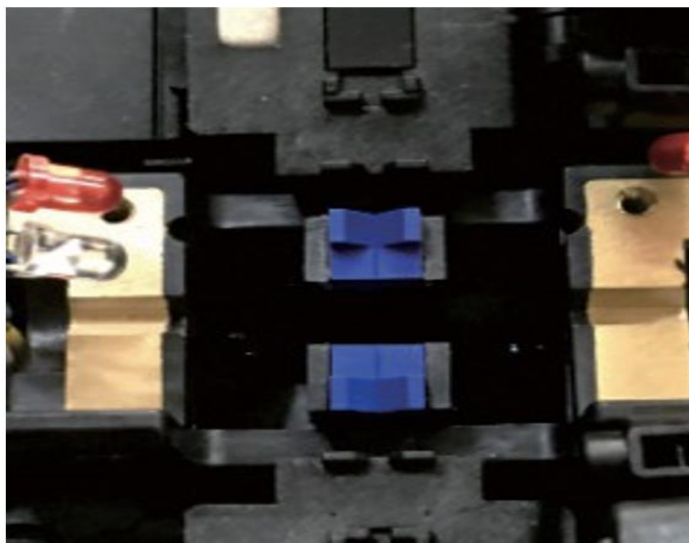


Figura 85. Paso 6 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁴



Figura 86. Paso 7 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁵

8. Empujar el pestillo e instalar el tornillo.
9. Colocar la lámpara en su orificio original utilizando pinzas adecuadas.

⁹⁴ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁹⁵ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

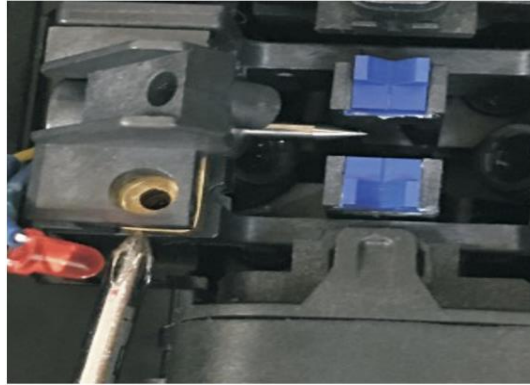


Figura 87. Paso 8 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁶



Figura 88. Paso 9 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁷

10. Cerrar la tapa del electrodo.
11. Repetir el mismo proceso para el cambio del siguiente electrodo.



Figura 89. Paso 10 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁸

⁹⁶ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁹⁷ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode

⁹⁸ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode



Figura 90. Paso 11 para el reemplazo de electrodos de la Fusionadora SignalFire AI-9.⁹⁹

3.4 MEDIDOR DE POTENCIA.

Antes de empezar a hablar sobre que es un medidor de potencia, vamos a definir que potencia óptica es la cantidad de luz necesaria para transmitir señales con éxito a una distancia a través de una conexión de fibra óptica.

Teniendo en cuenta esto podemos definir que un medidor de potencia óptica o mejor conocido por sus siglas en ingles OPM (Optical Power Meter) es un dispositivo o instrumento electrónico, utilizado para hacer pruebas o testeos que funciona para medir con mayor precisión la potencia de salida de un equipo de fibra óptica, así como la potencia o la perdida de una señal que transmite a través de un cable de fibra óptica.

Estos dispositivos utilizan fotodiodos los cuales generan una corriente eléctrica proporcional a la potencia óptica, esto permite que el OPM pueda determinar el nivel medio de potencia de salida de la fuente de luz.

Generalmente hay cinco botones en el medidor de potencia óptica: botón de encendido (power), botón de luz (ligh), botón dB, botón Zero y botón λ .

⁹⁹ https://www.wifi-stock.com/file/ai-9_um0.pdf
user manual AI-9 (2019) chapter 7 replace electrode



Figura 92. Ubicación y descripción de los botones de un medidor de potencia.¹⁰⁰

- POWER BUTTON: control de encendido y apagado
- LIGTH: encender o apagar la retroiluminación de la pantalla LCD
- dB: elije la unidad que se visualiza en la pantalla
- ZERO BUTTON: sirve para calibrar a cero el OPM
- λ : elegir la longitud de onda

La lectura del medidor de potencia óptica expresada en unidades de dBm en la pantalla OPM es una forma intuitiva de medir la potencia óptica. La "m" en dBm se refiere a la potencia de referencia que es 1 milivatio. Por lo tanto, una fuente con un nivel de potencia de 0 dBm tiene una potencia de 1 milivatio. Del mismo modo, -10 dBm es 0.1 milivatios y +10 dBm es 10 milivatios. Cuanto más negativo es un número, mayor es la pérdida. Aunque los probadores de OPM miden un número negativo para la pérdida, convencionalmente se dice que es un número positivo. Por ejemplo, si la lectura del medidor de potencia óptica es "-3.0 dB", la pérdida es de 3.0 dB. Además, los rangos de potencia óptica difieren entre sí debido a los tipos de red. La siguiente tabla muestra las diferencias en varios sistemas típicos de comunicación por fibra óptica.

Dentro de los medidores de potencia podemos clasificarlos según su resolución su aplicación o el tipo de serie.

¹⁰⁰ fs- fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.fs.com/es/blog/optical-power-meter-an-essential-tester-for-fiber-optic-testing-2230.html>

Clasificación por resolución

- Resolución de 0.01 dB: Es ideal para redes de laboratorio.
- Resolución de 0.001 dB: Está disponible en medidores especializados.

Clasificación por aplicación

Pruebas de redes ópticas pasivas (PON), Redes de telecomunicaciones, Redes locales LAN/WAN multimodo o monomodo, Redes de banda ancha de CATV de alta potencia, Sistemas DWDM.

Clasificación por serie

Serie convencional, Serie de alta velocidad, Serie de alta potencia.

El OPM se puede utilizar para la instalación, depuración y mantenimiento de cualquier red de fibra óptica, los medidores de potencia están calibrados para medir la salida de luz con precisión en longitudes de onda designadas. Cuatro de las configuraciones de longitud de onda de OPM más utilizadas son 850nm y 1300 para la fibra multimodo y 1310 nm y 1550 nm para la fibra monomodo.

3.5 DESCRIPCION DEL MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER JW3810C.

Medidor de potencia óptica JW3218C cuenta con conector SC. El medidor de potencia óptica portátil JW3218 es un nuevo y práctico dicho medidor de potencia, Tiene 6 bandas de calibración: 850nm, 1300nm, 1310nm, 1490nm, 1550nm y 1625nm. Adopta un diseño simple de cabeza universal 2,5, que puede simplificar el producto y mantener la función más práctica. Soporte para mW y dBm mostrar valores de potencia, más intuitivo y se posee calibración automática del usuario, apagado automático, función de ahorro de energía utiliza una interfaz universal 2,5, no requiere conversión alimentado por batería, fácil de reemplazar interruptor de retroiluminación rentable para una variedad de entornos carcasa protectora desmontable, nuevo diseño

3.5.1 CARACTERISTICAS

- 1) Equipado con una pantalla LCD retroiluminada, la visualización de datos es clara e intuitiva y se puede utilizar normalmente por la noche.
- 2) Adopte un botón de membrana sin costuras a prueba de polvo para evitar que entre polvo en la máquina y reducir las pérdidas.
- 3) Este mini medidor de potencia óptica está hecho de material ABS de alta calidad, resistente al desgaste, con buena durabilidad y estabilidad.
- 4) Se utiliza para medir la potencia óptica en todo tipo de redes y para realizar mediciones de pérdida de inserción en enlaces de fibra de mm.
- 5) Bajo consumo de energía, apagado automático después de 10 minutos de inactividad se puede activar o desactivar mediante la operación de una tecla. Es un instrumento indispensable para la construcción y mantenimiento de sistemas CATV, comunicaciones por fibra óptica y otros campos.
- 6) Puede probar la potencia de 3 ondas del sistema PON sincrónicamente: 1310nm, 1490nm, 1550nm.
- 7) Puede probar la señal de modo de ráfaga de 1310nm.
- 8) Proporciona 10 grupos de valores de umbral para la elección del operador, analizar y mostrar el estado de paso y error.
- 9) Puede establecer el valor umbral, cargar datos y calibrar la longitud de onda a través del software de gestión.
- 10) conector FC.
- 11) Batería de litio de 6600mAh.

3.6 COMO FUNCIONONA EL MEDIDOR DE POTENCIA JW3218C.

3.6.1 TECLAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MEDIDOR DE POTENCIA JW3218C.



Figura 93. Costado superior del OPM JW3810C ¹⁰¹

- **Tecla ON/OFF:** Enciende y apaga el equipo. Presionando por unos segundos dicha tecla después de haber encendido el equipo se desactiva el modo de Autoapagado
- **Tecla de iluminación:** Permite encender y apagar la luz de fondo de la pantalla LCD
- **Tecla de unidades:** Permite cambiar las unidades de medición entre dBm y W
- **Tecla de referencia:** Al presionar la tecla de referencia por unos segundos el dato de medición de potencia se guarda como “Valor de Referencia” permitiendo al usuario realizar mediciones de potencia relativa o pérdidas en los enlaces.
- **Tecla λ:** Permite cambiar la longitud de onda entre los valores de 850nm, 1300nm, 1490nm, 1550nm y 1625nm.

3.6.2 MEDICIONES DE POTENCIA.

- Paso 1: Presionar la tecla λ para seleccionar la longitud de onda deseada este valor se expresa en nm (nanómetros) los rangos más bajos son utilizados para medir potencia en fibras multimodo como la 850nm este es el rango más común en fibras multimodo y la 1300nm también utilizada en fibras multimodo y monomodo especialmente cuando se medirán distancias medias. Para medir potencia en fibras monomodo se

¹⁰¹ amazon- Fecha de consulta 03/2025:
<https://www.amazon.com.mx/medidor-potencia-800nm-1700nm-Probador-precisi%C3%B3n/dp/B088FRV32F>

utiliza de la 1310nm, es usada en distancias largas, presenta menores pérdidas. 1490nm, 1550nm y 1625nm son valores utilizados en distancias mucho más largas ya que tienen menos pérdidas de atenuaciones en la fibra.

- Paso 2: conectarse al punto donde se desea saber la potencia generalmente suelen ser puntos como un receptor o un tramo de la fibra con conector.
- Paso 3: Presionar la tecla de referencia para hacer la medición, los valores se expresan en dBm para una buena transmisión de señal, la potencia óptica en la fibra por lo general debe estar entre los -3 dBm a -15 dBm dependiendo del tipo de red y el equipo a utilizar, si la medición está por encima de 0 dBm puede indicar que hay un exceso de potencia, lo cual podría dañar los equipos receptores. Si la potencia está por debajo de los -15 dBm significa que hay pérdidas significativas en la fibra, esto ocasionado por un conector mal acoplado, una fibra doblada entre otros.

3.7 OTDR.

Sus siglas en inglés Optical Time Domain Reflectometer que en español significan Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo. Un OTDR es un instrumento o herramienta que se emplea para la solución de problemas en el mantenimiento de las redes de fibra óptica, localizado pérdidas de potencia, atenuaciones y roturas, averiguando la distancia de estos fallos (llamados eventos) y, por tanto, permitiéndonos ubicar física y exactamente el punto de la red donde se es necesario intervenir y hacer el mantenimiento.



Figura 94. Diferentes modelos de OTDR.¹⁰²

¹⁰² xhfiber- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
https://es.xhfiber.com/blog/the-factors-influence-otdr-testing_b22

En la red de fibra óptica dentro de un edificio es relativamente sencillo localizar el punto donde pueda haber un fallo. Pero cuando las redes ópticas son extensas es casi imposible ubicar en qué calle, fachada, túnel o conducción se ha producido una rotura si no se utiliza un OTDR que indique la distancia entre el punto de medida y el fallo.

Se trata de una herramienta que emite un pulso de luz, analiza su reflexión, mide el tiempo que ha tardado en producirse y así puede calcular a qué distancia se han producido los eventos y otras medidas como:

- Medida de la longitud de la fibra óptica.
- Medida de la distancia entre dos eventos de la fibra.
- Localización de fallos y discontinuidades en fibras ópticas.
- Representación gráfica de eventos dentro de una línea de fibra.
- Medida de las pérdidas entre dos puntos de la fibra óptica.
- Medida de las pérdidas en los empalmes.
- Medida de los fenómenos de reflexión de fibras ópticas.

Un OTDR consta de una fuente de diodo láser, un detector de fotodiodos y un circuito temporizador (o base de tiempo) de alta precisión. El láser emite un pulso de luz con una determinada longitud de onda y este pulso de luz se transmite a lo largo de la fibra sometida a las pruebas. A medida que el pulso de luz se desplaza por la fibra, partes de la luz transmitida se reflejan o refractan, o se retro dispersan por la fibra hacia el fotodetector del OTDR. La intensidad de esta luz de retorno y el tiempo que esta tarda en volver al detector indican el valor de la pérdida (por inserción y reflexión), el tipo y la ubicación de un evento en el enlace de fibra, la luz vuelve al fotodetector por medio de una serie de mecanismos.

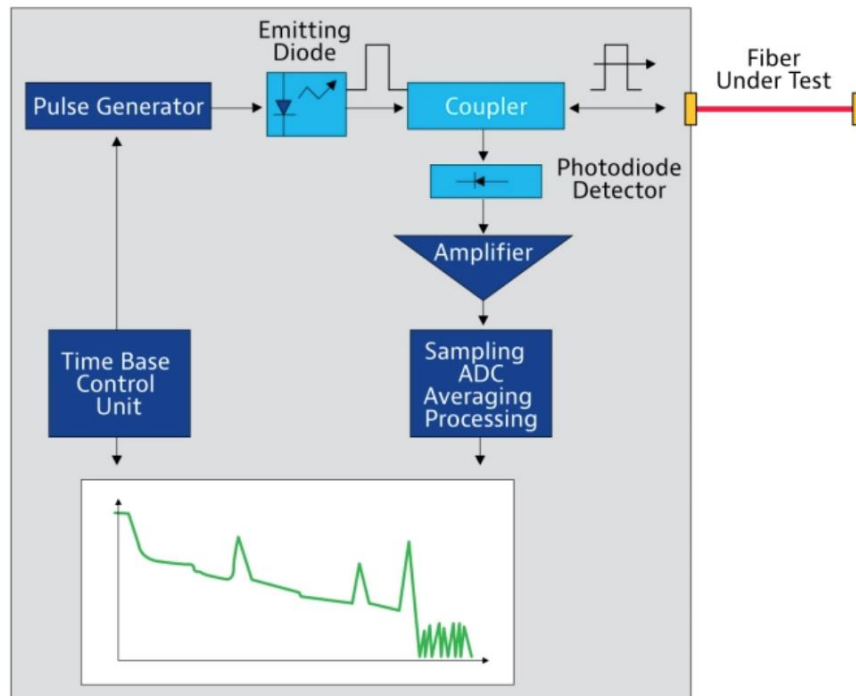


Figura 95. Diagrama de bloques del funcionamiento de un OTDR¹⁰³.

Según el descubrimiento de Lord Rayleigh en 1904, se basa en lo que se conoce como dispersión de Rayleigh. Cuando los fotones de la luz se dispersan por las moléculas del aire, las ondas de luz resultantes visibles en la Tierra se encuentran principalmente en el extremo azul del espectro, porque la luz azul se dispersa de forma más eficaz que la roja. Cuando se inyecta luz en una fibra, algunos de los fotones de la luz se dispersan en direcciones aleatorias debido a las partículas microscópicas de la fibra. Este fenómeno es la dispersión de Rayleigh. Además, parte de la luz se dispersa en la dirección opuesta a la luz transmitida, lo que se conoce como retrodispersión.

La naturaleza predecible de la dispersión de Rayleigh se ha integrado como principio de funcionamiento básico en la tecnología de los OTDR. La cantidad de energía luminosa fuente retrodispersada hacia el detector indica de forma confiable la pérdida (óptica) de señal y la atenuación del enlace de la fibra óptica.

El valor inherente a las pruebas con OTDR radica en el diagnóstico del estado de un cable de

¹⁰³ 4fttx- Fecha de consulta 03/2025 en línea:
https://www.4fttx.com/es/blog/Fiber_Optic_Test_Solution/Working_Principle_and_Characteristics_Of_OTDRs

fibra óptica que, de otro modo, no se podría determinar. Esto es primordial cuando el enlace contiene varios empalmes y varias conexiones susceptibles de presentar fallos.

Se puede recurrir a la pérdida de retorno óptico (ORL) y la reflectancia para realizar un diagnóstico de las condiciones en las que se produce una pérdida mayor de la esperada en un determinado punto del tendido de fibra óptica. La atenuación total de la fibra se puede evaluar también, ya que el grado de retrodispersión es indicativo de este valor.

Estos mismos principios se utilizan para realizar mediciones de distancia inestimables cuando surgen necesidades en términos de reparación, solución de problemas o mantenimiento. El final del enlace de fibra o la rotura de una fibra se pueden detectar por medio de la reflexión de Fresnel, ya que una rotura o el extremo de una fibra sin terminación supone también un cambio de medio (de vidrio a aire). Además de la longitud general de la fibra, la distancia a los fallos, los empalmes y las conexiones se puede determinar con una presentación gráfica de las conclusiones de los análisis. Examinando los eventos se descubren fusiones, conectores, splitters ya que estos generan una pequeña pérdida de potencia en el sistema de red de fibra óptica o macrocurvaturas. Estas se puede localizar físicamente el punto de la red donde se están produciendo estos eventos.

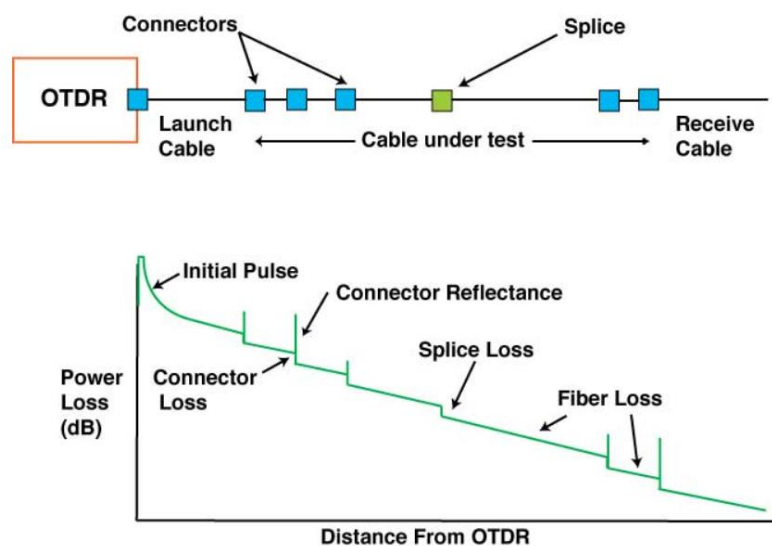


Figura 96. Información de la gráfica del cableado de fibra óptica.¹⁰⁴

¹⁰⁴ fs- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.fs.com/es/blog/complete-guide-to-mtppmpo-fiber-optic-cable-tests-13207.htm>

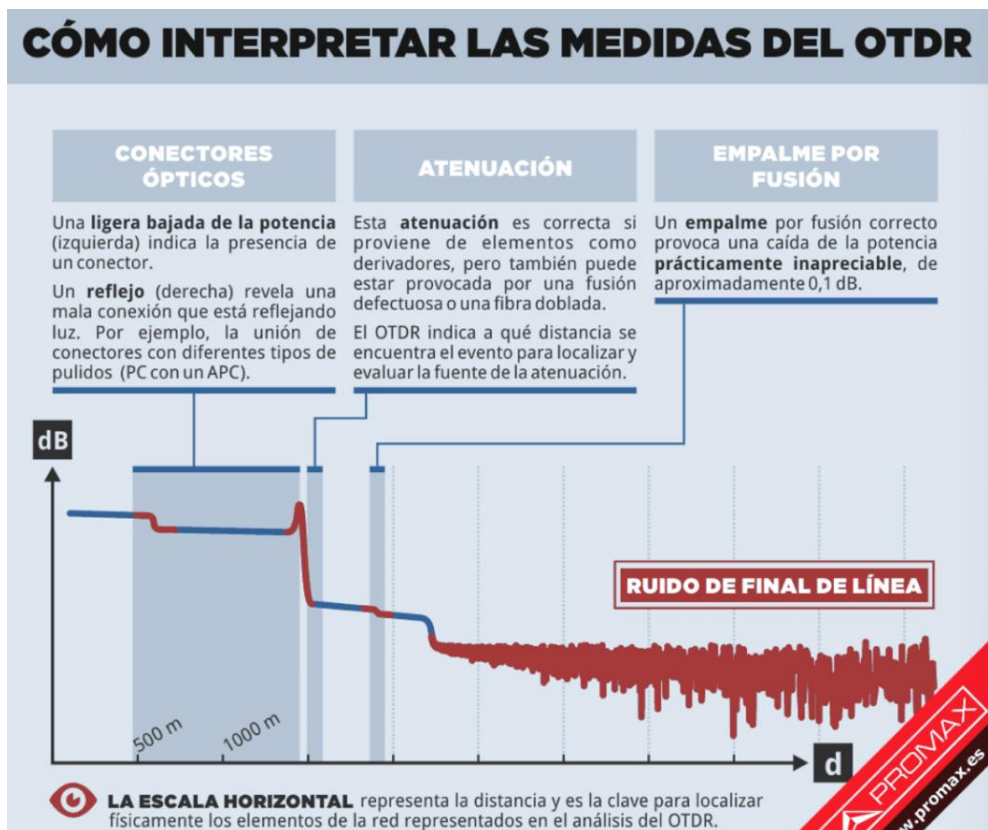


Figura 97. Interpretación de una gráfica en un OTDR.¹⁰⁵

3.8 DESCRIPCION DEL MINI OTDR PRO JW3302.

El Mini OTDR Joinwit, es un equipo compacto con pantalla LCD colorida de 3,5 pulgadas, nuevo diseño de carcasa de plástico, a prueba de golpes y caídas. El probador también combina 8 funciones con OTDR altamente integrado, mapas de eventos, fuente de luz estable, medidor de potencia óptica, localizador visual de fallas, revisión de secuencia de cable, medición de longitud de cable y funciones de iluminación. Podría detectar rápidamente el punto de interrupción, el conector universal, el almacenamiento interno .600, la tarjeta TF, el almacenamiento de datos USB y la batería de litio incorporada de 4000 mAh, la carga USB. Mini OTDR Joinwit es una excelente opción para el trabajo de campo a largo plazo. Pequeño liviano y portátil para facilitar su transporte y uso. Es aplicable en redes de acceso, para probar la interrupción de señales, longitud, pérdida y detección de cortes.

¹⁰⁵ promax- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.promax.es/esp/noticias/582/que-es-un-otdr-y-como-interpretar-sus-mediciones/>



Figura 98. Vista frontal del mini OTDR pro JW3302.¹⁰⁶

3.8.1 CARACTERÍSTICAS DEL MINI OTDR PRO JW3302

Modelo	JW3302S
Longitud de onda	1310nm/1550nm±20nm
Tipo de fibra	G.652 fibra SM
Gama dinámica	24dB/22dB
Zona ciega del evento	EDZ 3m
Zona ciega ATT	ADZ 8m
Rango de prueba	500m~64km
Ancho de pulso	3ns~10us
Precisión de alcance	± (1m+Intervalo de muestreo +0.003 %×Distancia de prueba)
Precisión de pérdida	±0.2dB/dB
Puntos de muestreo	16k~128k
Resolución de muestreo	0.05m~8m
Precisión de reflexión	±3dB
Almacenamiento de datos	Internal: ≥600; External: TF Card
Nivel de seguridad de laser	Class II level

¹⁰⁶ joinwit- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://english.joinwit.com/product-info/JW3302S.html>

Formato de archivo	Formato estandar SOR	
Conector	FC/UPC (Interchangeable SC、ST)	
Rango de onda	800nm~1700nm	
Tipo de interfaz	Junta Universal FC/SC/ST	
Rango de prueba	-50dBm~+26dBm or -70dBm~+10dBm	
Incertidumbre	±5%	
Identificación de frecuencia	CW/270/330/1k/2kHz	
Longitud de onda de calibración	850/980/1300/1310/1490/1550/1625/1650nm	
Tipo de LD	FP-LD	
Output Wavelength	1550nm±20nm	1310nm/1550nm±20nm
Potencia de salida	≥-5dBm	
Frecuencia de modulación	270/330/1k/2kHz	
Estabilidad	CW, ±0.5dB/15min (Test after 15mins of preheating)	
Longitud de onda de trabajo	650nm±20nm	
Rango de prueba	300m	
Pantalla	3.5 inch Color LCD	
Interfaz de datos	Micro USB	
Almacenamiento externo	TF tarjeta	
Fuente de alimentación	Bateria de polimero de litio: 3.7V, 4000mAh Adaptador de corriente: 5VDC, 2A	
Duración de bateria	Standby> 20h; Measuring Time> 12h	
Temperatura de operación	-10°C~+50°C	
Humedad relativa	0~95% Sin condensación	
Peso	≤350g	
Dimensión	173mm×82mm×37mm	
Funciones	OTDR/OPM/LS/VFL/secuencia RJ45 /linterna	

Tabla 8. Características del mini OTDR JW3302.



Figura 99. Parte del mini OTDR JW3302.¹⁰⁷

En la parte lateral izquierda, el mini OTDR cuenta con un puerto TF para microSD que nos sirve para poder almacenar de manera externa análisis de eventos efectuados con el OTDR, cuenta en su parte frontal con una pantalla LCD de 3.5 pulgadas a color y un cobertor de polvo en la parte superior, además de contar con los botones de operación para poder efectuar las funciones del equipo. En la parte lateral derecha cuenta el puerto de prueba RJ45 para medidas de distancias de cables. En la parte superior cuenta con una linterna, además incluye un localizador visual de fallas (VFL) agregando una función más a nuestro equipo, cuenta también con un medidor de potencia (OPM) y con su principal función, el conector para poder ver las gráficas y eventos en el OTDR. En la parte inferior trae un adaptador remoto para poder hacer test al estado de cable y su secuencia de armado. Todas y cada una de sus funciones son muy útiles a la hora del mantenimiento de la fibra óptica y es una gran ventaja poder tener todas estas funciones en un sólo equipo y de manera muy compacta.

¹⁰⁷ amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.amazon.com/-/es/Medidor-longitud-reflect%C3%B3metro-dominio-110-240V/dp/B0BY8KJ2P2>

3.9 COMO FUNCIONA EL MINI OTDR PRO JW3302.

3.9.1 TECLAS DE OPERACIÓN DEL OTDR.

3.9.1.1 TECLAS DE FUNCION.

Las teclas de función corresponden a las que se encuentran bajo la pantalla del OTDR y se identifican con el nombre de F1 hasta llegar a F4.

Cada una de ellas posee una función diferente dependiendo del modo de operación en que se encuentre el OTDR.

3.9.1.2 TECLAS DE NAVEGACIÓN.

Las teclas de navegación son las que permiten navegar en la interfaz gráfica del OTDR permitiendo movilizarnos en los menús de este en direcciones de arriba, abajo, izquierda y derecha.

3.9.1.3 TECLA ZOOM.

La tecla Zoom se combina con las teclas de dirección para operar y enfocar alguna gráfica o lectura. Esta tecla brinda la opción de acercarnos o alejarnos de cierta visualización.

3.9.1.4 TECLA ENCENDER/APAGAR.

Es la tecla que permite encender y apagar el equipo OTDR. A su vez permite encender y apagar la linterna que incluye el equipo.

3.9.1.5 TECLA OK.

Esta tecla permite ingresar al menú o función que se requiera dentro de la interfaz gráfica del OTDR.

3.9.1.6 TECLA REGRESAR.

Tecla destinada para retornar a menús o navegaciones anteriores en la interfaz gráfica del OTDR.

3.9.1.7 TECLA CONTINUAR/PAUSAR.

Utilizada para darle inicio o pausar la prueba en la interfaz OTDR.

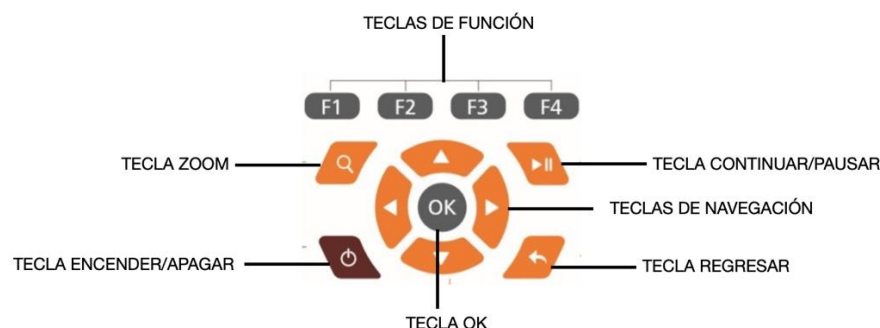


Figura 100. Teclas de operación de OTDR.¹⁰⁸

3.9.2 INTERFAZ GRÁFICA DE OTDR.

Al encender el equipo ingresaremos de manera automática al menú principal en el cual podremos observar los módulos de funcionamiento del OTDR.

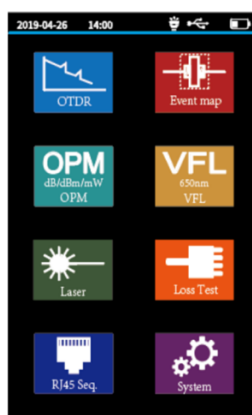


Figura 101. Módulos de funcionamiento de OTDR.¹⁰⁹

Para ingresar a cualquier módulo de operación del OTDR se deben de utilizar las teclas de navegación y presionar la tecla OK.

3.9.2.1 MÓDULOS DE OPERACIÓN DE OTDR.

3.9.2.1.1 MÓDULO OTDR.

Módulo principal para realizar pruebas en los enlaces de fibra óptica

¹⁰⁸ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter 3 Fuction Keys
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

¹⁰⁹ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter 4 Main Interface
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf



Figura 102. Interfaz del Módulo OTDR.¹¹⁰

Al presionar la tecla F1 se accede a la interfaz de configuración de parámetros del OTDR la cual permite configurar las variables que aplicaremos a las pruebas.

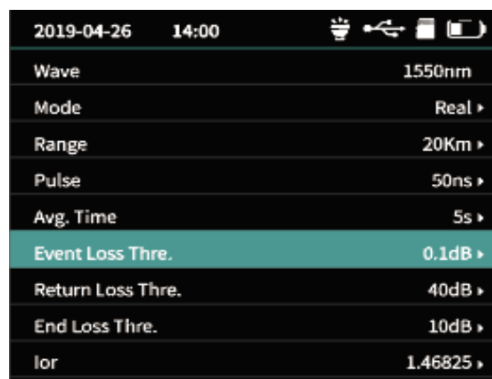


Figura 103. Interfaz de configuración de parámetros del OTDR.¹¹¹

Cuando se realiza una prueba en un enlace de fibra óptica se puede observar la calidad y la información del enlace en la parte superior de la interfaz del OTDR una vez finalizada la prueba.

La información del enlace incluye longitud, pérdida total y número de eventos.

La información detallada de los eventos se puede ver desde la lista de eventos.

¹¹⁰ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter 5 OTDR

https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

¹¹¹ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter 6 OTDR Setting Interface

https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

Existen 4 tipos de eventos:

- Evento reflexivo.
- Evento no reflexivo.
- Divisor de fibra.
- Extremo de fibra.

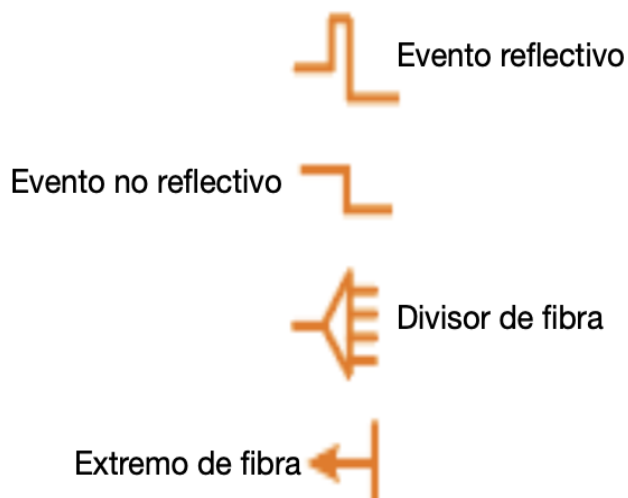


Figura 104. Eventos mostrados en interfaz OTDR.¹¹²

3.9.2.1.2 MAPA DE EVENTOS.

La función se puede probar en forma gráfica en función del tipo de enlace y del punto de interrupción. El resultado se obtiene automáticamente con solo pulsar una tecla y la información sobre la longitud y la posición del punto de interrupción se puede visualizar en un formato intuitivo.

¹¹² user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter Test Result
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf



Figura 105. Interfaz del módulo de mapa de eventos.¹¹³

Utilizando las teclas de navegación es posible visualizar cada evento el cual está denotado por una leyenda gráfica.

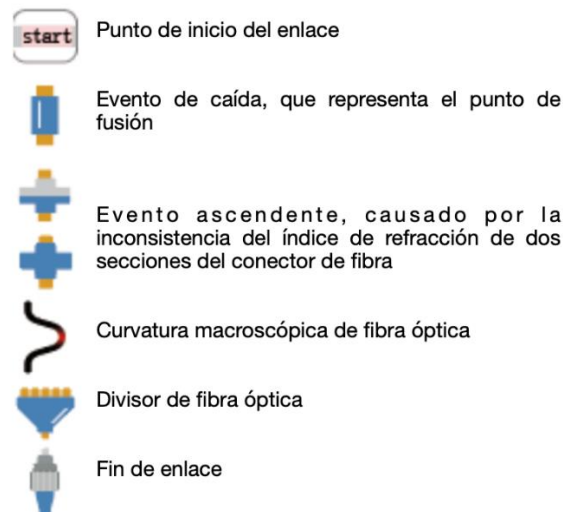


Figura 106. Leyendas de eventos observados en el módulo mapa de eventos.¹¹⁴

3.9.2.1.3 OPM.

Esta función se utiliza para probar dispositivos y frecuencias de potencia de señal óptica y pérdida de inserción de varios componentes optoelectrónicos. Puede identificar y medir señales ópticas de frecuencia de 270/330/1k/2kHz.

¹¹³ user's manual JW3302SJ mini OTDR Event Map
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

¹¹⁴ user's manual JW3302SJ mini OTDR Event Map
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf



Figura 107. Interfaz del módulo OPM.¹¹⁵

Las teclas de función en este módulo permiten realizar las siguientes acciones:

- F1: Cambio de longitud de onda.
- F2: Ajuste de potencia de referencia.
- F3: Puesta a cero de potencia de referencia.
- F4: Ingresar al modo de calibración.

3.9.2.1.4 VFL.



Figura 108. Interfaz del módulo VFL.¹¹⁶

¹¹⁵ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter OPM
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

¹¹⁶ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter VFL
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

Al ingresar a este módulo se inyecta luz roja visible (650 nm) en la fibra óptica y la posición del punto de falla de la fibra óptica se puede determinar de manera conveniente y precisa observando el lugar donde hay fugas de luz en la fibra intervenida. Es adecuado para la detección de fibras ópticas desnudas, puentes y otras secciones de alta pérdida causadas por fallas en los extremos cercanos y microcurvas de fibras ópticas y cables que pueden filtrar la luz roja. Se recomienda evitar ver directamente al puerto de salida del láser ya que este puede causar daños a la retina.

Las teclas de función en este módulo permiten realizar las siguientes acciones:

F1: Encender luz VFL.

F2: Frecuencia de VFL a 1Hz.

F3: Frecuencia de VFL a 2Hz.

F4: Apagar VFL.

3.9.2.1.5 LASER



Figura 109. Interfaz del módulo Láser.¹¹⁷

¹¹⁷ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter Laser Source
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

El módulo láser es utilizado para medir parámetros de telecomunicaciones, pérdidas de inserción, aislamiento y de eco de dispositivos ópticos pasivos y capacidad de respuesta de longitud de onda de los detectores.

Tiene cinco modos de fuente de luz: CW, 270 Hz, 330 Hz, 1 kHz y 2 kHz.

Las teclas de función en este módulo permiten realizar las siguientes acciones:

F1: Encender láser.

F3: Cambiar modo del láser.

F4: Cambiar longitud de onda del láser.

3.9.2.1.6 SECUENCIA DE RJ45

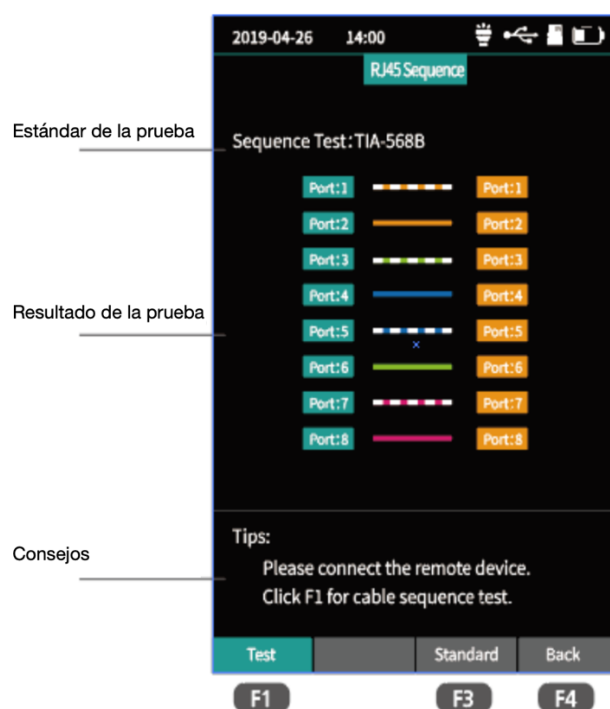


Figura 110. Interfaz del módulo Secuencia de RJ45.¹¹⁸

Módulo que permite realizar una medición de la secuencia de un cable RJ45 dependiendo del estándar seleccionado.

Las teclas de función en este módulo permiten realizar las siguientes acciones:

¹¹⁸ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter RJ45 Sequence
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

F1: Iniciar prueba

F3: Cambiar estándar

F4: Regresar

3.9.2.1.7 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Mediante este módulo se puede configurar el apagado automático del equipo, el brillo de la luz de fondo, la hora, el idioma, actualizar el equipo y realizar otras configuraciones.

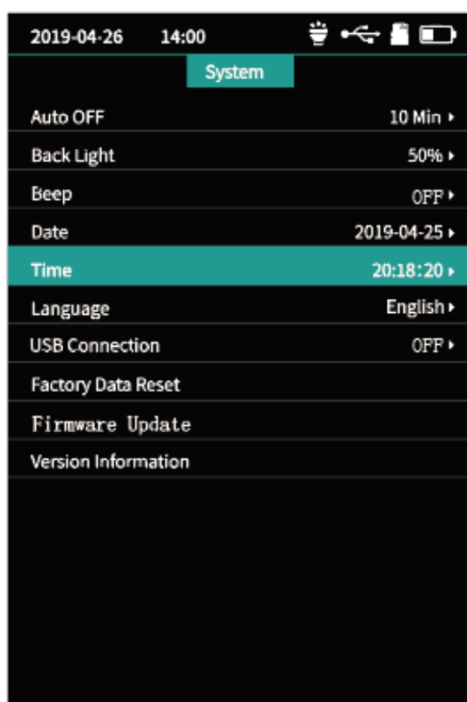


Figura 111. Interfaz del módulo Configuración del Sistema.¹¹⁹

3.10 CONVERTIDORES DE MEDIOS (ETHERNET RJ45 A FIBRA ÓPTICA)

Los convertidores de medios a aquellos dispositivos electrónicos que permiten la conversión de señales entre diferentes tipos de medios de transmisión de datos. En este caso, una convertidor señal ethernet RJ45 a fibra óptica, transforma las señales eléctricas que viajan por cables de cobre (Ethernet con conector RJ45) en señales ópticas que pueden transmitirse

¹¹⁹ user's manual JW3302SJ mini OTDR chapter Setting System
https://trxline.ru/downloads/JW3302SJ_miniOTDR_Manual_V2_0_eng.pdf

a través de cables de fibra óptica. De igual manera también pueden funcionar de la manera inversa y convertir las señales ópticas de vuelta a señales eléctricas con salida ethernet RJ45. el convertidor de media a utilizar es un set de convertidores de medios Ethernet RJ45 a fibra óptica de marca MOUDOAUER con salida de 4 puertos RJ45 ethernet.



Figura 112. Convertidor de medios fibra/ethernet con salida 4 puertos RJ45.¹²⁰

3.10.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONVERTIDOR DE MEDIA MOUDOAUER.

- Admite cambio entre 1000Base-T y 1000base-SX/L
- 1,25 Gbps puerto de fibra dúplex completo y 1000M puerto Ethernet
- 1 convertidor de medios Ethernet 10/100M 1 puerto RJ45 a fibra óptica conector SC
- 1 convertidor de medios fibra óptica conector SC a Ethernet 4 puertos RJ45
- Bajo consumo de energía 1,5 W a plena carga
- El puerto UTP detecta automáticamente la velocidad de la red
- LED de estado para TX, FX LINK/ACT, POWER, FDX para monitorear fácilmente el estado de la red

¹²⁰ amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.amazon.com/-/es/MOUDOAUER-Convertidor-Ethernet-convertidor-transceptor/dp/B0C7TXPH8B>

- Chips de bajo consumo de energía de negociación automática para garantizar un funcionamiento estable a largo plazo
- Utiliza cable multimodo 62,5/125 o 50/125
- Longitud de onda: 1310 nm
- Cumple con RoHS
- Soporta cable 50 μm / 125 μm multimodo hasta a 2 km o cable 62.5 μm / 125 μm hasta a 400m

3.10.2 ESPECIFICACIONES DEL CONVERTIDOR DE MEDIA MOUDUANER

Adaptador CA	Entrada 110-265V 50/60Hz 0.2A Salida 5Vdc2A
Dimensiones	110x71x25mm
Peso	0.3 Kg
Modo de trabajo	Full/half dúplex
Perdida	0.4dB/KM
Distancia	3km
Tasa	10/100/1000M
Temperatura de trabajo	0-70 grado Celsius
Carcasa	Carcasa metálica

Tabla 9. Especificaciones del convertidor de medios.

3.10.3 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES LED DEL CONVERTIDOR DE MEDIA



Figura 113. Parte frontal del convertidor de fibra óptica a ethernet.

Numeración	LED	Función	Estatus	Descripción
1	FX	Detección LED de señal del puerto de fibra	Encendido	El láser está recibiendo
			Apagado	Sin entrada de láser
2	FX Link	Estatus de LED puerto enlace de fibra	Encendido	Enlace de fibra óptica Ok
			parpadeando	Los datos han sido recibidos o transmitidos
			Apagado	Falla en enlace de fibra
3	FDX	LED puerto dúplex UTP	Encendido	Full dúplex
			Apagado	Half dúplex apagado
4	100	LED puerto velocidad UTP	Encendido	Velocidad 10Mbps
			Apagado	Velocidad 100Mbps
5	TX ACT	Estatus de LED puerto enlace UTP	Encendido	Enlace UTP ok
			parpadeando	Los datos han sido recibidos o transmitidos
			Apagado	Falla en enlace UTP
6	PWR	Energía LED	Encendido	Encendido
			Apagado	Apagado

Tabla 10. Descripción de los leds indicadores del convertidor de fibra óptica a ethernet.

3.10.4 FUNCIONAMIENTO DE LOS CONVERTIDORES DE MEDIOS ETHERNET RJ45 A FIBRA ÓPTICA.

- **Conexión a la Red de ethernet (RJ45):** El dispositivo recibe los datos que proviene de un servidor de red a través de un cable de cobre con conector RJ45. Es conectado en la entrada del cable del deposito
- **Conversión de Señales Eléctricas a Ópticas:** El convertidor de medios convierte la señal que viajaba por medio del cable ethernet, en una señal óptica utilizando un transceptor de fibra óptica. Este componente convierte la señal eléctrica en luz, que luego se transmite a través del cable de fibra óptica. Y acá es donde se conecta el conector SC de la fibra para que pueda viajar por el tramo deseado
- **Conversión de Señales Ópticas a Eléctricas:** En el otro extremo de la conexión, otro convertidor realiza el proceso inverso: convierte la señal óptica de nuevo a señal eléctrica, que luego es utilizada por un dispositivo de red a través de un puerto RJ45. Acá es donde conectamos nuestro punto de red final que en nuestro caso el convertidor a usar será de 4 puertos RJ45



Figura 114. Diagrama de conexión de una red con convertidores de fibra óptica a ethernet.¹²¹

Los convertidores de medios de RJ45 a fibra óptica son herramientas clave en la infraestructura de redes modernas, ya que permiten extender la conectividad y optimizar la comunicación entre dispositivos, incluso cuando están ubicados a distancias considerablemente largas. Ofrecen ventajas significativas en términos de rendimiento, fiabilidad y seguridad, haciendo que las redes sean más eficientes y capaces de soportar mayores volúmenes de datos con menor latencia.

¹²¹ aliexpress- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://es.aliexpress.com/item/1005005660953957.html>

CAPITULO IV

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL MODULO ENTRENADOR DE MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA

El siguiente capítulo tiene como objetivo principal especificar el diseño y construcción de un módulo entrenador de mantenimiento de redes de fibra óptica. Este módulo entrenador ha sido construido con la finalidad de brindar un conjunto de herramientas didácticas que hagan posible que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) puedan obtener diferentes competencias prácticas como el mantenimiento preventivo, diagnóstico y mantenimiento correctivo de redes de telecomunicaciones basadas en fibra óptica.

El módulo entrenador consta diferentes equipos y herramientas básicas para llevar a cabo una variedad de pruebas de funcionamiento y detección de fallas en redes de fibra óptica. Dicho modulo entrenador posee una fusionadora de fibra óptica, un OTDR, un medidor de potencia, dos ODF's y otros equipos y herramientas especializados para este rubro. De igual manera el módulo entrenador cuenta con convertidores de fibra óptica a Ethernet los cuales hacen posible una mezcla entre una red basada en fibra óptica y una red basada en cobre, aumentando de esta manera los escenarios de prueba y mantenimiento.

En el desarrollo de este capítulo serán detalladas las características de los equipos, herramientas y demás elementos que componen el módulo entrenador.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA.

El objetivo principal del módulo entrenador de funcionamiento y mantenimiento de redes de fibra óptica es que los alumnos puedan capacitarse de manera practica en el uso de equipos y herramientas que les permitan realizar diferentes procedimientos y labores de instalación, mantenimiento y diagnóstico de redes de fibra óptica. A continuación, se detallan los elementos que conforman este módulo:

4.1.1 FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA SIGNALFIRE AI-9.

- **Descripción:** La fusionadora de fibra óptica Marca Signalfire, modelo AI-9 es una herramienta utilizada para realizar soldaduras o uniones en cables de fibra óptica mediante el proceso de fusión por arco eléctrico. El objetivo principal de la fusionadora en el módulo es permitir que los estudiantes realicen prácticas y dominen la técnica de fusionar hilos de fibra óptica de forma efectiva.
- **Aplicación en el módulo:** Los estudiantes podrán realizar fusiones entre hilos de fibra óptica para asegurar la prolongación de una red que haya presentado algún daño físico, como cortes o afecciones en los cables de fibra óptica y también el armado de cables con pigtails.

4.1.2 OTDR JOINWIT JW3302S.

- **Descripción:** El OTDR (Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo) marca Joinwit, modelo JW3302S es un equipo esencial para localizar fallas en redes de fibra óptica. Este elemento mide la atenuación, las pérdidas de señal y la distancia entre las fallas, brindando información necesaria para el diagnóstico de dichas redes.
- **Aplicación en el módulo:** Los estudiantes podrán detectar y localizar fallas en las redes de fibra óptica. Al simular cortes o daños en los cables de fibra óptica serán capaces de analizar las mediciones generadas por el OTDR y de esta manera diagnosticar de forma precisa dichas fallas.

4.1.3 MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER.

- **Descripción:** El medidor de potencia óptica marca Zwinner, modelo JW3218C es un elemento utilizado para medir la potencia de la señal transmitida a través de los hilos de fibra óptica. Este dispositivo es vital para poder evaluar la calidad de las señales inyectadas a los hilos y poder detectar caídas o pérdidas que pudiesen afectar el desempeño de la red

- **Aplicación en el módulo:** Los estudiantes podrán realizar mediciones de potencia de la señal en diferentes puntos de la red de fibra óptica y a la vez podrán realizar diagnósticos sobre la eficiencia de la misma, identificando pérdidas de señal y/o posibles daños en los cables.

4.1.3 ODF OM1 DE 12 PUERTOS.

- **Descripción:** Los ODF (Optical Distribution Frame) OM1 son equipos de distribución de fibra óptica que permiten organizar y realizar conexiones cables de fibra óptica. En el módulo entrenador se han utilizado dos ODF OM1 de 12 puertos para simular una red real de fibra óptica, donde se podrán realizar conexiones entre diferentes cables de fibras ópticas, logrando de esta manera realizar mantenimiento y diagnóstico de conexiones de red.
- **Aplicación en el módulo:** Los estudiantes podrán realizar prácticas de organización y conexión de cables de fibra óptica, así como realizar pruebas de continuidad, limpieza y mantenimiento de dichas conexiones.

4.1.4 CONVERTIDORES DE MEDIOS DE FIBRA ÓPTICA A RJ45 MOUDUANER

- **Descripción:** Los convertidores de medios de fibra óptica a RJ45 marca Soarland & Henixl, modelo HTB-GS-03 permiten realizar conexiones de redes de fibra óptica con redes basadas en cableado de cobre. Estos dispositivos son útiles para simular la conexión de una red de fibra óptica con una red de área local (LAN), lo que permite las pruebas y mantenimiento de redes de tipo híbrido.
- **Aplicación en el módulo:** Los estudiantes podrán practicar la conversión de señales provenientes de cables de fibra óptica a señales de cobre y entender cómo se realiza la interconexión de redes de diferentes tecnologías. Además, cualquier usuario podrá realizar simulaciones de redes híbridas con el fin de brindar diagnósticos a las mismas.

4.1.5 LÁMPARA VFL NEXTLINK TL532.

- **Descripción:** La lámpara VFL marca Nextlink, modelo TL532 es una herramienta portátil que se utiliza para poder localizar de manera visual fallas en redes de fibra óptica. Esta utiliza un láser visible (color rojo o verde) el cual emite una señal de tipo luminoso que puede ser visualizado a través de la fibra óptica, facilitando la identificación de rupturas, dobleces excesivos o conexiones deterioradas en los cables de fibra óptica. La lámpara VFL es una herramienta esencial para las labores de mantenimiento de redes de fibra óptica, especialmente a la hora de realizar inspecciones iniciales en los cables ya instalados.
- **Aplicación en el módulo:** Los estudiantes podrán utilizar esta herramienta para identificar de manera visual daños o fallas en los cables de fibra óptica, como por ejemplo cortes, torceduras, dobleces o desconexiones. Su uso les permitirá localizar en un lapso corto cualquier falla en instalaciones de fibra óptica, facilitando, de esta manera, el diagnóstico durante las obras de mantenimiento o diagnóstico al no tener que cortar o desmontar las conexiones para encontrar fallas.

4.2 DIMENSIONES DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA.

4.2.1 DIMENSIONES DE FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA SIGNALFIRE AI-9.



Figura 115. Dimensiones de fusionadora de fibra óptica signalfire AI9¹²²

¹²² amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:

<https://www.amazon.de/-/en/Precision-Alignment-Splicing-Technology-Fibreglass/dp/B0C73B85WX>

4.2.3 DIMENSIONES DE OTDR JOINWIT JW3302S.



Figura 116. Dimensiones del mini OTDR JW3302S.¹²³

4.2.4 DIMENSIONES DE MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER JW3218C.



Figura 117. Dimensiones de medidor de potencia Zwinner JW3218C¹²⁴

¹²³ amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.amazon.com/-/es/276535395/dp/B0DRCPGY77>

¹²⁴ amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.amazon.com.mx/Comprobador-Contador-potencia-probador-multifunci%C3%B3n/dp/B0D9JW41Y6>

4.2.5 DIMENSIONES DE ODF OM1 DE 12 PUERTOS.



Figura 118. Dimensiones del ODF OM1 de 12 puertos.¹²⁵

4.2.6 DIMENSIONES DE CONVERTIDORES DE MEDIOS DE FIBRA ÓPTICA A RJ45 SOARLAND & HENIX HTB-GS-03.



Figura 119. Dimensiones de convertidores de medios de fibra óptica a RJ45 ¹²⁶

¹²⁵ gracy-fiber- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://es.gracy-fiber.com/fiber-patch-panel/rack-patch-panel/sc-fiber-patch-panel-16-ports-19-rack-mount.html>

¹²⁶ amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.amazon.com/-/es/MOUDOAUER-Convertidor-Ethernet-convertidor-transceptor/dp/B0C7TXPH8B>

4.2.7 DIMENSIONES DE LÁMPARA VFL NEXTLINK TL532.



Figura 120. Dimensiones de la Lámpara VFL TL532.¹²⁷

4.3 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA



Figura 121. Perspectiva de Implementación del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica

¹²⁷ amazon- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.amazon.com/-/es/%C3%B3ptica-ligera-detector-fallos-fuente/dp/B0BDF3C7VL>

4.3.1 VISTA FRONTAL DEL EXTERIOR.

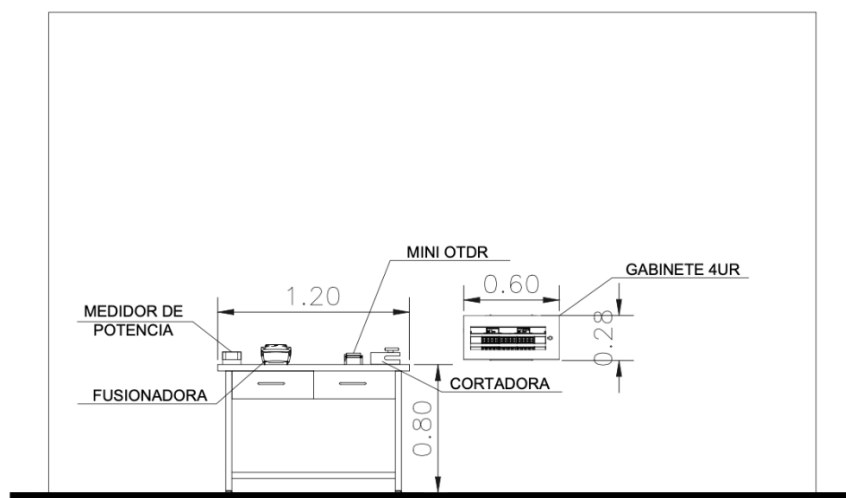


Figura 122. Vista de Elevación Frontal del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica

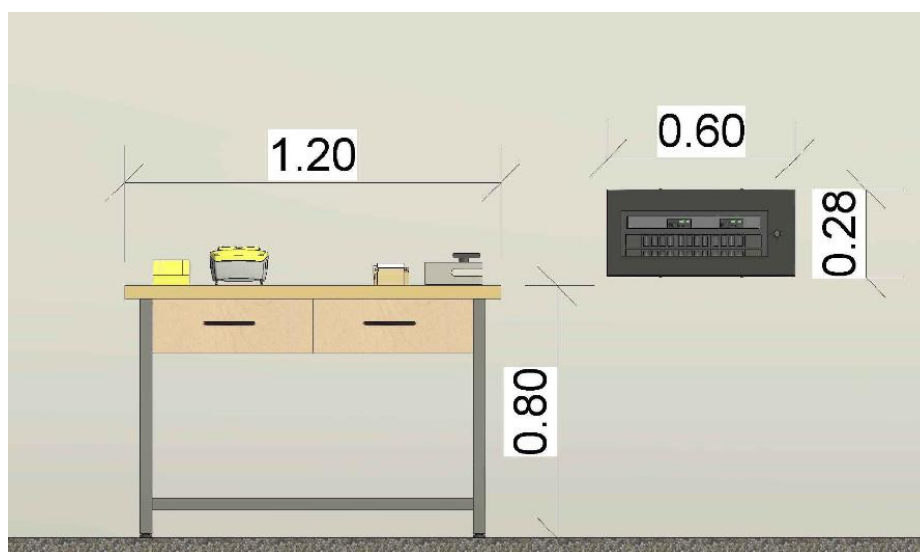


Figura 123. vista de Elevación Frontal del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

4.3.2 VISTA LATERAL DEL EXTERIOR.

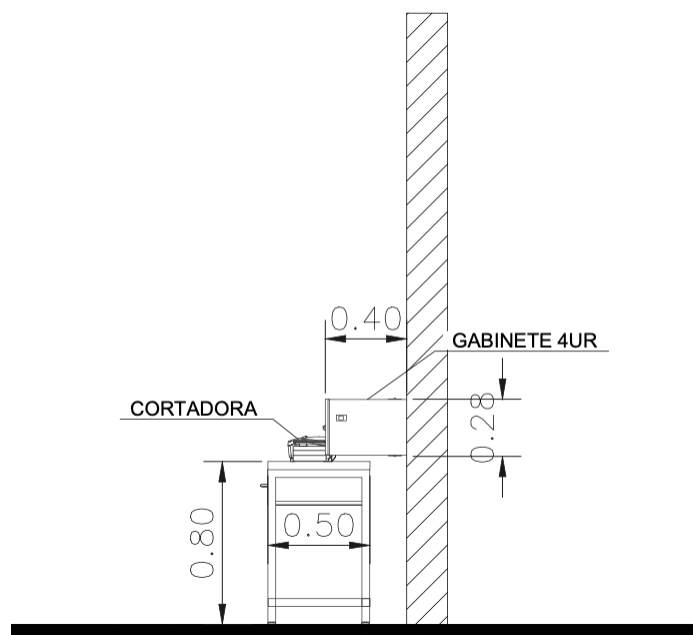


Figura 124. Vista de Elevación Lateral del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

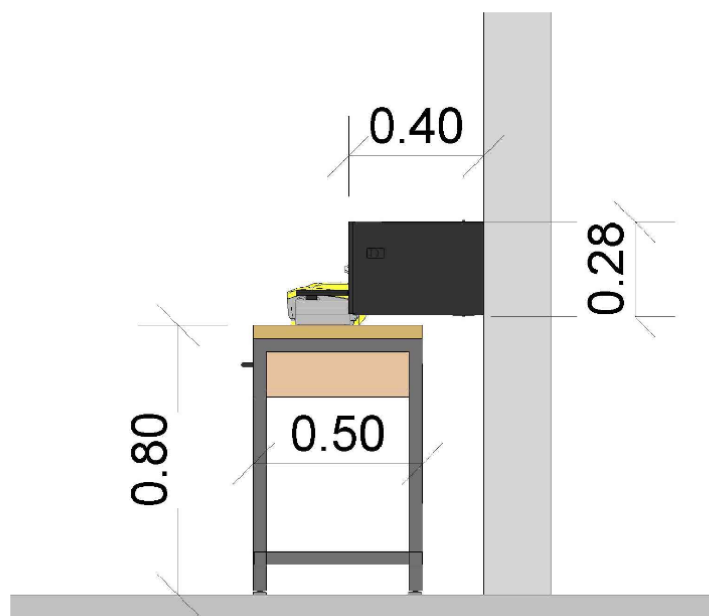


Figura 125. Vista de Elevación Lateral del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

4.3.3 VISTA FRONTAL DEL INTERIOR.

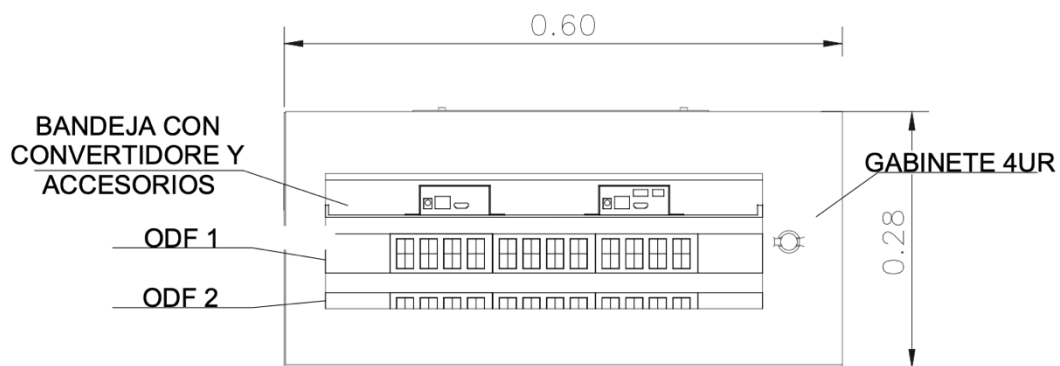


Figura 126. Vista de Elevación Frontal del Interior del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

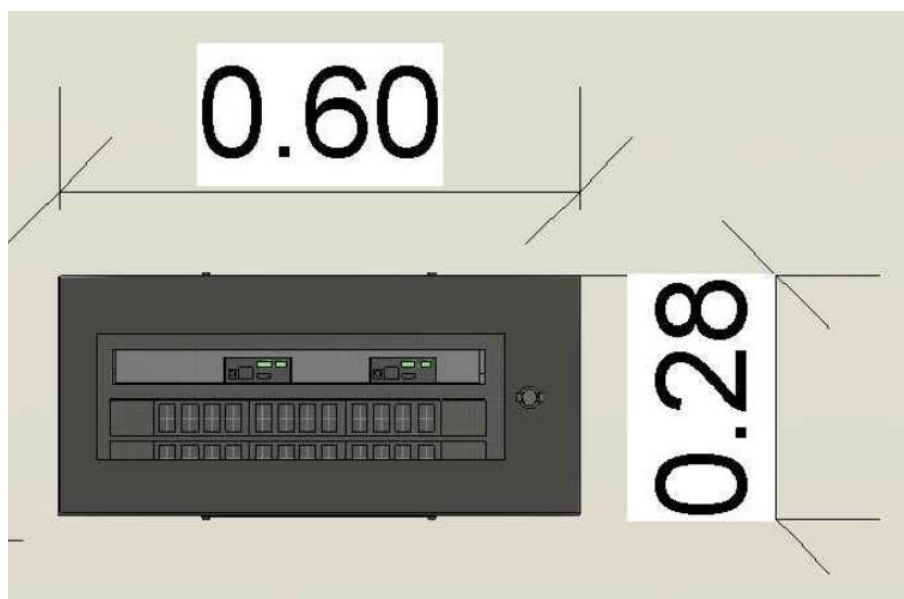


Figura 127. Vista de Elevación Frontal del Interior del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

4.3.4 DISEÑO ELÉCTRICO Y DE RED DEL MÓDULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA

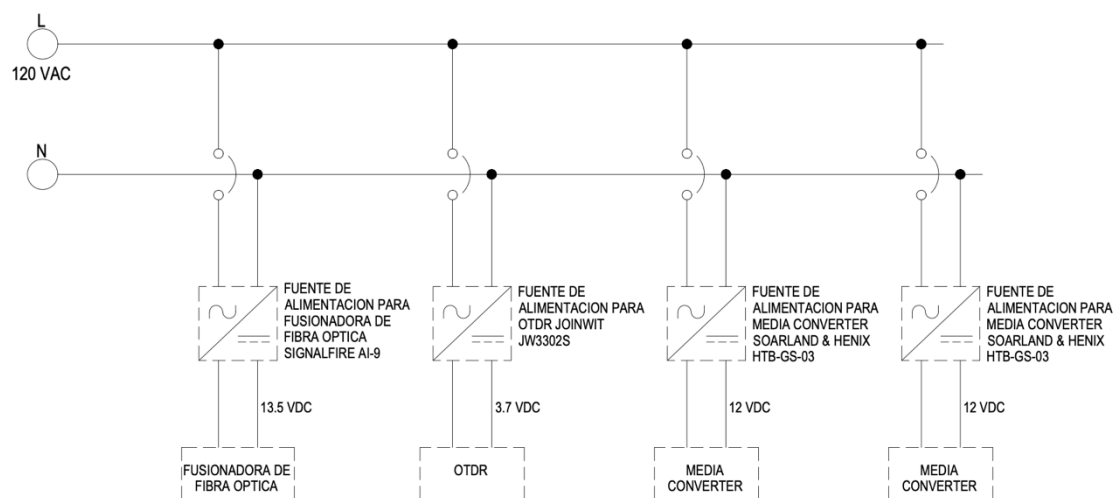


Figura 128. Esquema de Conexiones Eléctricas del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

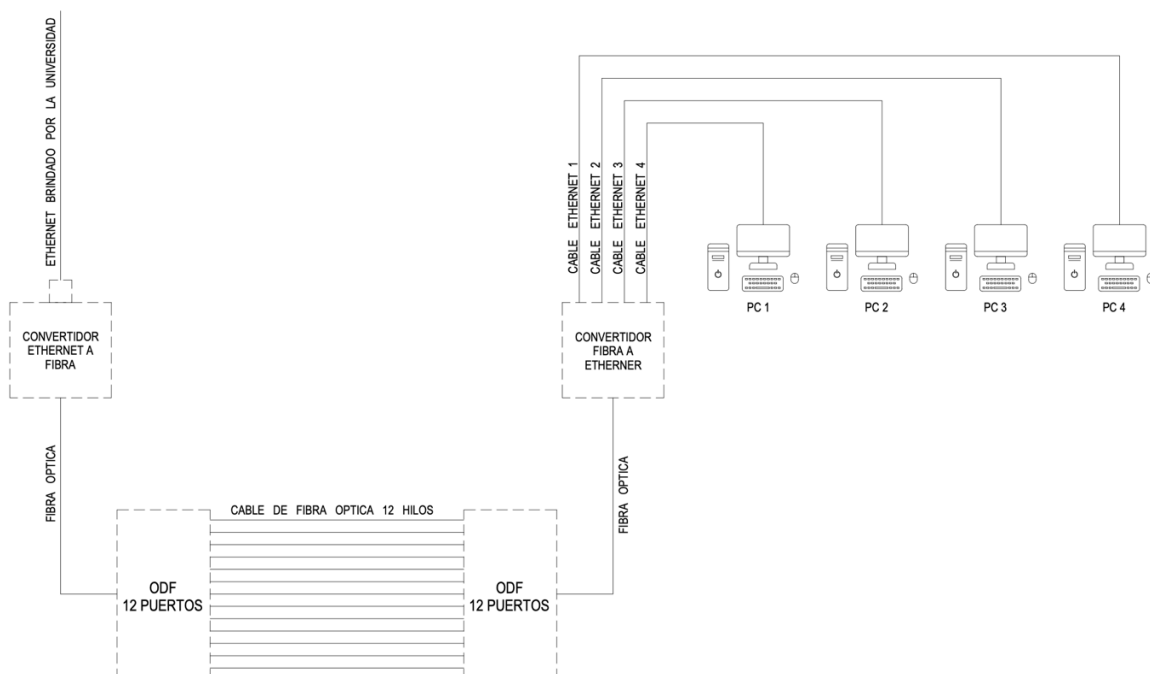


Figura 129. Esquema de Red del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica.

CAPITULO V

PUESTA EN MARCHA DEL MODULO ENTRENADOR DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA

5.1 PREPARACIÓN DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA PARA LA CONEXIÓN DE LOS ODFS.

Para poder conectar el cable de fibra óptica a los ODFS estos deben ser previamente preparados para que se dé su armado con conectores mecánicos o con conectores de tipo pigtails, el módulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica utilizando la fusionadora de fibra óptica AI9, mini OTDR JW3302 y el medidor de potencia ZWINNER OP. Utiliza conectores tipo pigtailes ya que estos generan una menor pérdida de potencia en el sistema a comparación de los conectores mecánicos.

- El primer paso hay que seguir para la preparación del cable utilizado en el módulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica es pelar con una cuchilla el revestimiento de proteccion de pvc.



Figura 130. pelado de cable de fibra óptica.

- Posteriormente se haya pelado una parte del cable, hay que localizar el hilo que lleva en su interior, este sirve para poder sacar el cable interior de una manera más fácil y práctica. Al localizarlo únicamente se tiene que halar hacia atrás de manera que este logre romper el revestimiento.



Figura 131. Ubicación de hilo para pelado de cable.



Figura 132. extracción del cable interno de la cubierta de PVC.

- Luego de haberlo sacado el cable de la cubierta, este cuenta con un recubrimiento adicional de plástico para proteger la fibra, este de igual manera hay que pelarlo con la navaja para poder llegar hasta su interior y tener acceso a los hilos de fibra óptica

y de igual manera se tiene que ubicar un hilo que lleva en su interior el cual de igual manera nos sirve para poder abrir la cubierta plástica de una manera más práctica y sencilla, este se jala hacia atrás para poder abrir la cubierta y llegar hacia los cables que llevan los hilos de fibra óptica. El cable utilizado en el módulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica utilizando la fusionadora de fibra óptica tiene dos cables con 6 hilos cada uno.



Figura 133. pelado de cable de fibra óptica.

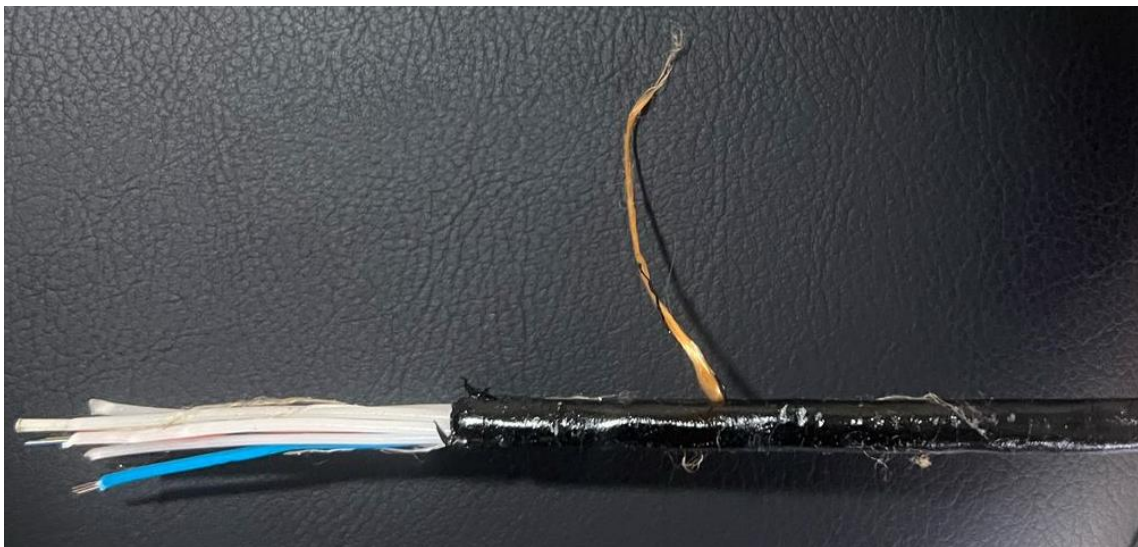


Figura 134. Ubicación del hilo para abrir el recubrimiento plástico.



Figura 135. Extracción de cables con hilos de fibra óptica.

- En el interior de esta cobertura plástica se encuentran los tubos holgados de color naranja y azul los cuales están enrollados con unos tubos plásticos llamados viajeros los cuales sirven para proteger la fibra de la humedad en caso sufran algún daño. Estos se deben desenrollar y cortar, para dejar únicamente los dos cables con los 6 hilos de fibra óptica cada uno.



Figura 136. Separación de cables de fibra con viajeros.

- Para poder llegar a los hilos de fibra óptica en el modulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica cuenta con una peladora de fibra óptica con diferentes diámetros según su uso. El primer orificio con diámetro mayor es para poder quitar el tubo holgado que lleva los 6 hilos de fibra óptica.



Figura 137. peladora de fibra pelando el tubo holgado.

- Al retirar el recubrimiento del tubo holgados es cuando se llega a los hilos de fibra óptica.



Figura 138. Hilos de fibra óptica.

- Para poder llegar al núcleo de la fibra, se utiliza el último y el más pequeño de los orificios de la peladora.

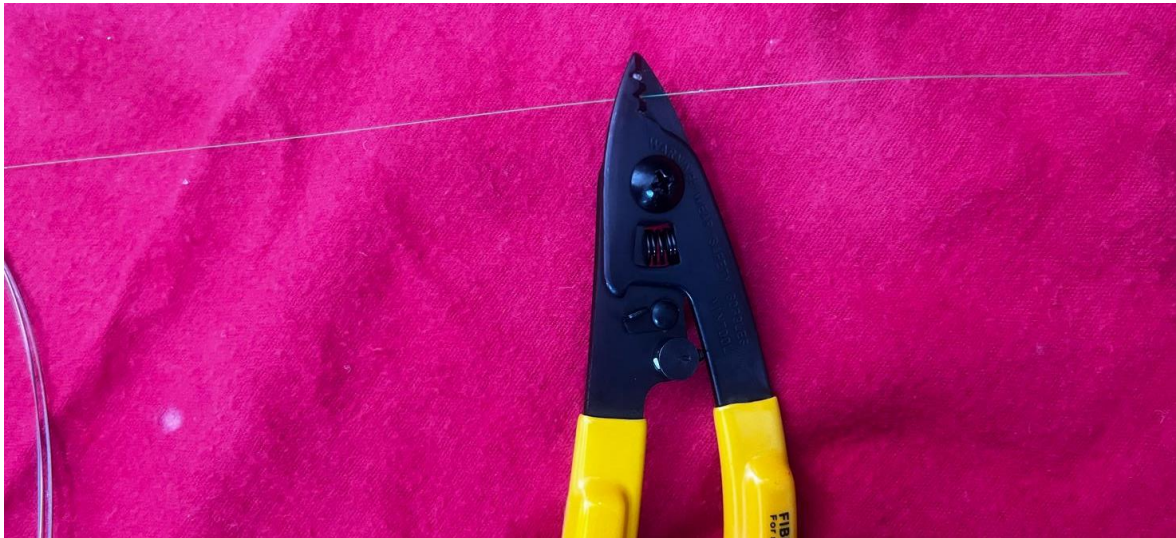


Figura 139. peladora de fibra óptica pelando cables de fibra óptica.

- Luego de haber llegado hasta el núcleo de la fibra esta se prepara siendo limpiada con alcohol isopropílico y cortada en una cortadora especial de fibra que hace que tenga un corte limpio y sin fisuras.



Figura 140. limpieza de núcleo de fibra óptica con alcohol isopropílico.

- El procedimiento de corte se realiza abriendo ambas pestañas de la cortadora y colocando el cable de fibra en su ranura adecuada. Para posteriormente ser bajadas con la fibra en su interior y en la posición correcta de corte.

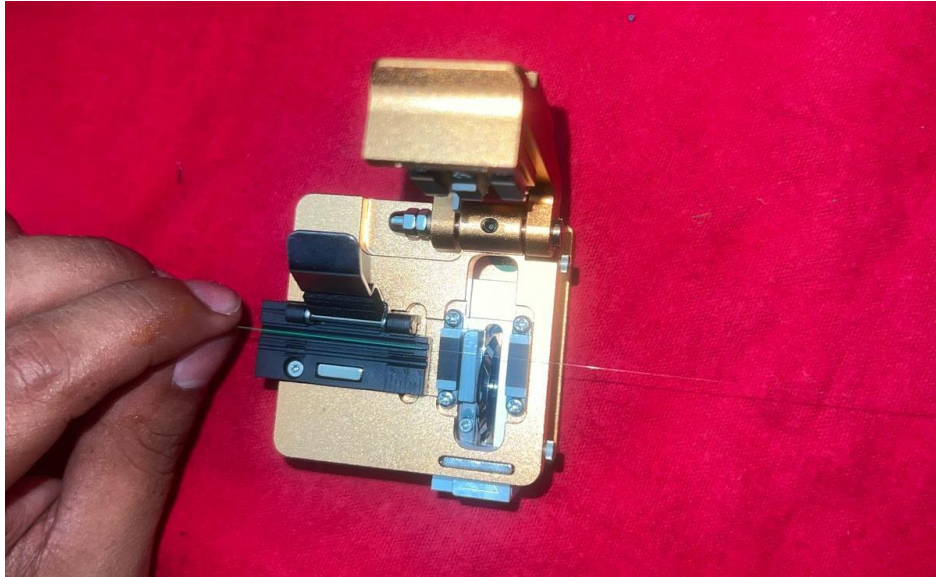


Figura 141. Fibra óptica en cortadora.

- Al estar las pestañas abajo y la fibra en su posición correcta, se hace hacia adelante la cuchilla móvil de la cortadora, realizando así el corte deseado para poder fusionar el cable sin ningún inconveniente y de manera eficaz y correcta.

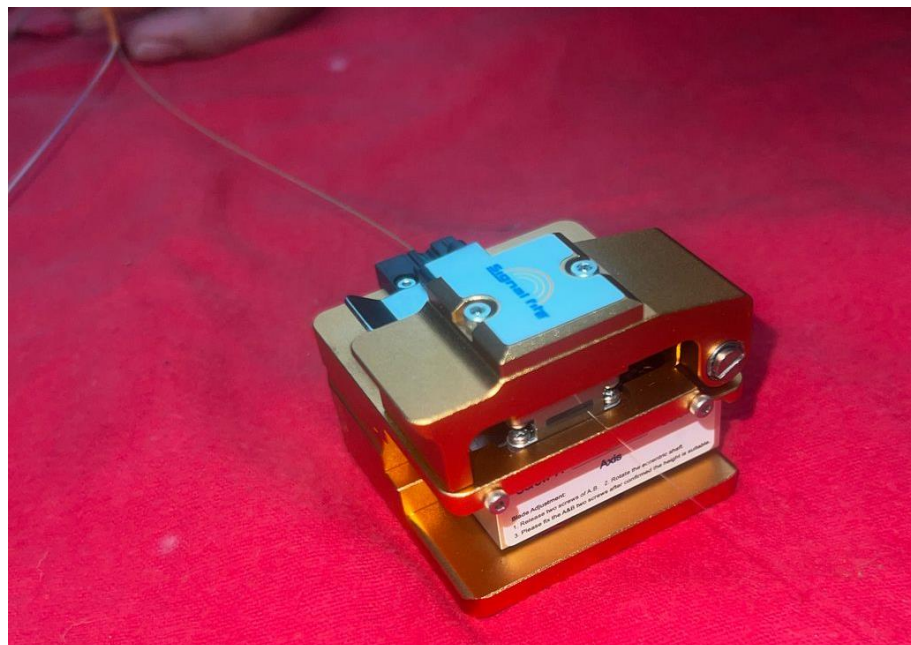


Figura 142. cortando núcleo de fibra óptica.

- Para poder conectar los cables de fibra óptica a los ODF es necesario usar conectores tipo pigtail los cuales deben ser preparados de igual manera, pelándolos y cortándolos previo a su fusión. Los conectores usados en el modulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica son SC/APC monomodo.

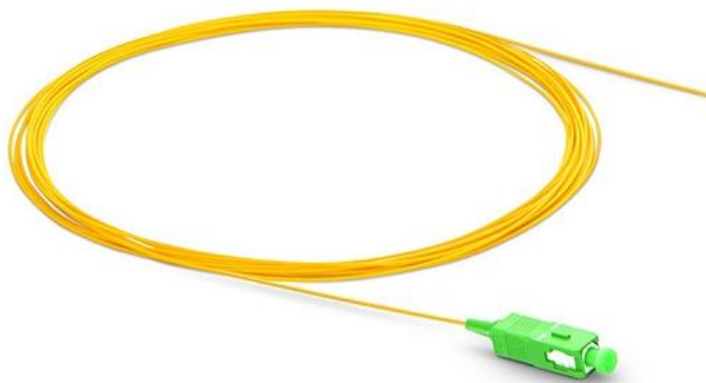


Figura 143. pigtail SC/APC monomodo.¹²⁸

- Para poder pelar los de manera correcta los pigtails para llegar hasta el núcleo de fibra, estos deben ser pelados primero con el segundo orificio de la cortadora de diámetro medio.



Figura 144. peladora de fibra pelando pigtail SC/APC.

- Posteriormente se tiene que colocar la fibra en el último orificio de la peladora para poder acceder al núcleo de fibra.

¹²⁸ <https://superfiber.pe/producto/pigtail-sc-apc-monomodo-0-9-mm/>

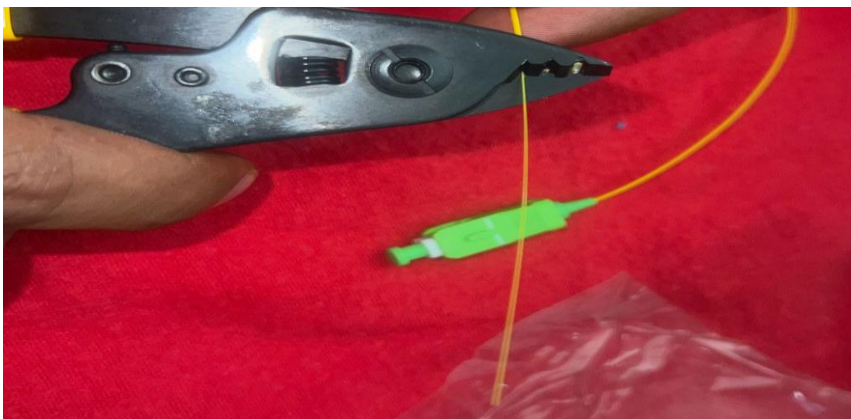


Figura 145. pelando pigtail para llegar al núcleo de fibra óptica.

- El siguiente paso de igual manera que con el cable de fibra óptica de 12 hilos es limpiar el núcleo de la fibra con alcohol isopropílico y cortarlos en la cortadora de fibra óptica, esto es necesario y esencial para su fusión correcta ya que si no se efectúa de esta manera la fusionadora detecta mal corte o suciedad y esta no procede a hacer la fusión.

Teniendo ambas partes listas tanto el cable de fibra óptica de 12 hilos como los conectores tipo pigtail, se puede dar inicio a la fusión de estos para poderlos conectar a los ODF y establecer la conexión de la red de fibra óptica.

- El primer paso es encender la fusionadora de fibra óptica AI9 y colocar los cables en la ranura correspondiente.

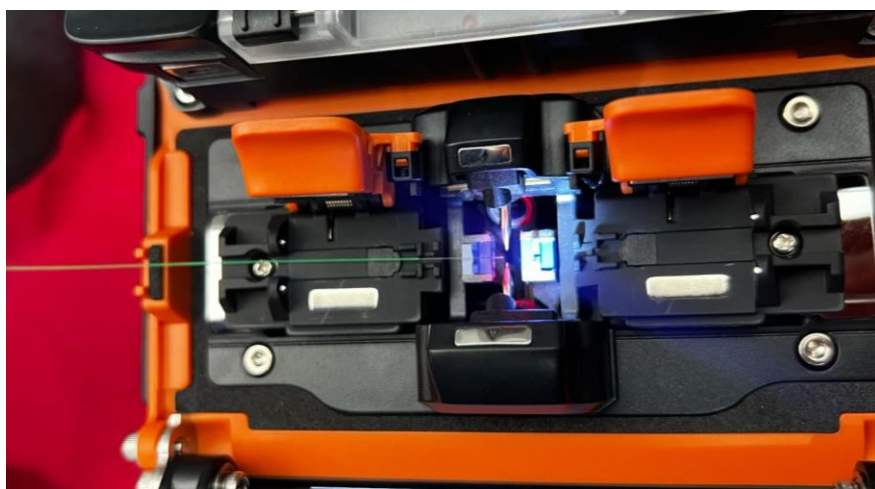


Figura 146. cable de fibra óptica en ranura número uno para su fusión.

- Posteriormente se coloca el cable del conector tipo pigtail en la otra ranura.

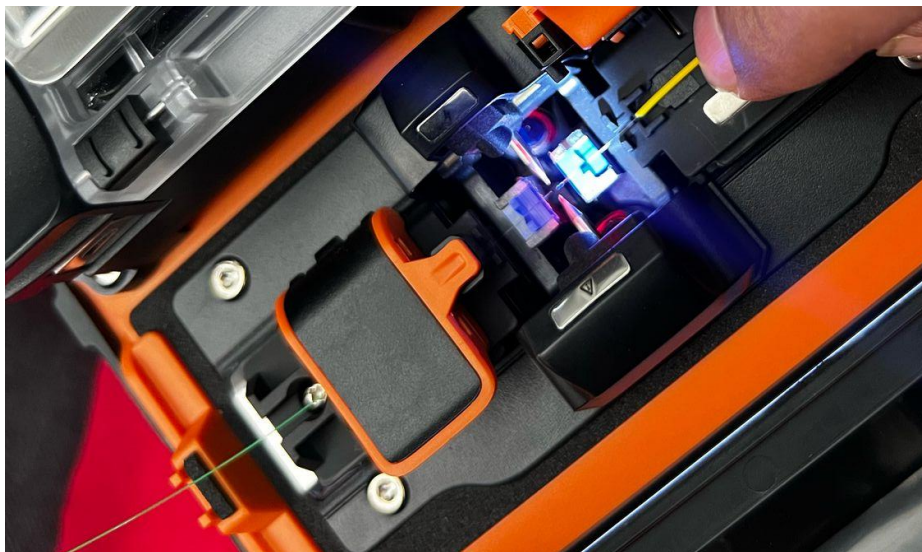


Figura 147. ambos cables en la fusionadora de fibra óptica.

- Al estar ubicadas los núcleos de fibra en la fusionadora AI9 se cierra la tapa de la fusionadora y automáticamente la fusionadora posiciona ambas fibras y las une de manera eficaz sin que presente mayor pérdida de potencia en dicha unión. La pantalla proyecta en tiempo real el posicionamiento y fusión de la fibra óptica.



Figura 148. Fusionado de fibra óptica en fusionadora AI9.

- El paso final del preparado de cable es colocar el termo encogible de protección en la unión que se realizó y colocar el cable ya fusionado y con termo encogible en el calentador, esto para proteger dicha unión y que no se dañe ni esté expuesta.



Figura 149. colocación de termo encogible en unión de fibra óptica.

5.2 ARMADO DEL GABINETE CON ODFS DE 12 PUERTOS ON CABLES MONOMODO Y CONECTORES SC/APC.

El armado del gabinete con los dos ODF de 12 puertos en fibra óptica es un proceso fundamental en el funcionamiento del modulo modulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica ya que en este es un dispositivo utilizado para gestionar, organizar y proteger las conexiones de fibra óptica y funciona para poder enviar datos en cualquiera de los 12 cables de fibra óptica disponible. Cambiando únicamente el cable del convertidor de medios de acoplador.

- El primer paso para el armado del gabinete con dos ODF es colocar las tuercas para rack en las ranuras correspondientes. Es aquí donde van los pernos de sujeción de los ODF.



Figura 150. colocación de muelas en gabinete.

- Antes de seguir con cualquier otro paso del armado del gabinete hay que introducir los cables de fibra óptica que serán utilizados ya que si se hace después esto podría causar inconvenientes o incomodidades en el armado del gabinete.

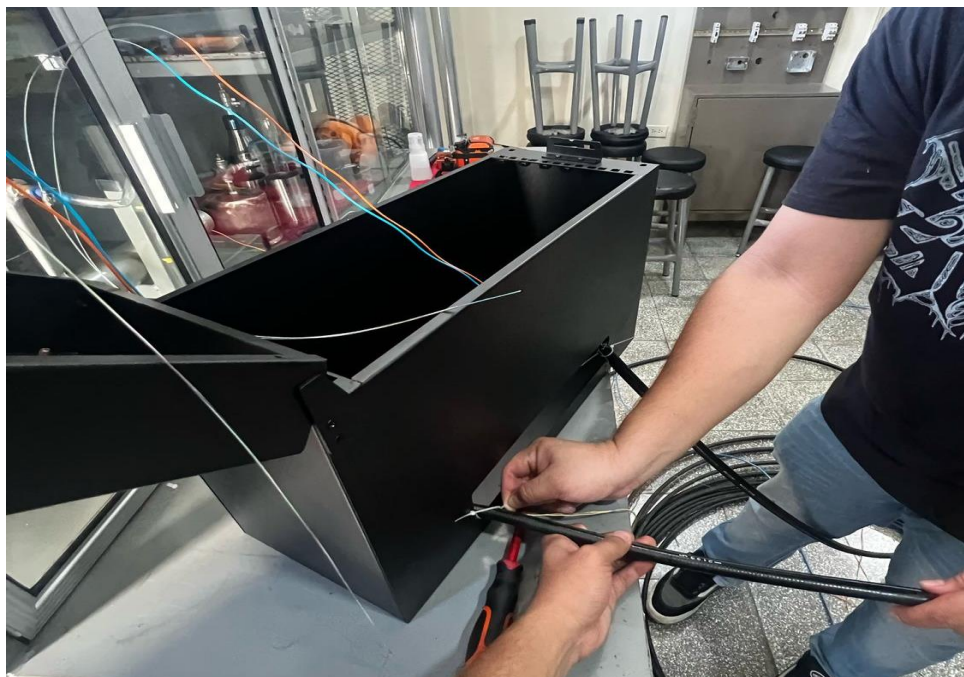


Figura 151. introducción de cables de fibra óptica en el gabinete.

- Luego se preparan ambos ODF colocando y atornillando los acopladores SC/APC que serán utilizados para conectar la señal de fibra óptica de los convertidores con los cables ya preparados y armados.



Figura 152. colocación de acopladores SC/APC en ODF.

- Posteriormente se introducen los ODF en los espacios asignados del gabinete donde se colocaron las tuercas para rack, para luego colocar los tornillos y así dejarlos fijos en el gabinete.



Figura 153. colocación de los ODF en el gabinete.



Figura 154. sujeción de ODF en gabinete.

- Al estar ensamblados mecánicamente los ODF con sus acopladores adecuados, sigue la conexión y el ordenamiento de los cables previamente fusionados y preparados. El orden que llevan estos cables dentro del ODF es según el color de la fibra óptica y este está dado por la norma internacional de la Asociación Industrial de las Telecomunicaciones (TIA) que establece requisitos y los códigos de colores para la identificación de fibras ópticas dentro de los cables, con el objetivo de asegurar la coherencia y facilitar la instalación, mantenimiento y reparación de redes de fibra óptica. La norma TIA 598 C. El esquema de colores para fibra óptica según la TIA598C es:
Fibra 1: Azul.
Fibra 2: Naranja.
Fibra 3: Verde.
Fibra 4: Marrón.
Fibra 5: Gris.
Fibra 6: Blanco.



Figura 155. ordenamiento de cables de fibra óptica en ODF con la norma TIA 598C

5.3 CONVERSIÓN DE REDES DE ETHERNET A FIBRA ÓPTICA Y FIBRA ÓPTICA A ETHERNET.

En el módulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica utilizando la fusionadora de fibra óptica AI9, mini OTDR JW3302 y el medidor de potencia ZWINNER OP, La conversion de redes de ethernet a fibra óptica y fibra óptica a ethernet se da mediante los convertidores de medios MOUDANER.

- El segundo elemento involucrado en la conversión de redes es el convertidor de ethernet a fibra óptica este se encarga de convertir los datos que viajan por medio de un cable UTP con conector RJ45.



Figura 156. Convertidor de medios ethernet a fibra óptica.

- Este cuenta con su fuente de alimentación la cual se conecta a un voltaje AC de 120v y tiene como salida 5V dc el cual se conecta con un plug de 5.5x2.5mm.



Figura 157. Fuente de alimentación del módulo convertidor de ethernet a fibra óptica.

- El módulo al ser energizado este enciende el piloto de PWR el cual indica que está encendido.



Figura 158. Modulo convertidor de ethernet a fibra óptica energizado.

- Al estar energizado se conecta el cable ethernet para que este haga su función y convierta los datos que viajan en pulsos eléctricos a datos que viajan en un haz de luz en fibra óptica. Cuando se conecta el cable de ethernet este enciende los indicadores led de FDX, ACT y 1000. Los cuales indican y para posteriormente conectar el cable de fibra óptica con conector SC/APC al puerto TX.



Figura 159. Módulo convertidor conectado a ethernet y fibra óptica.

- El siguiente paso es conectar la otra punta del cable hacia el primer ODF el cual es el encargado de poder hacer la conexión con el segundo ODF por medio de un cable de fibra óptica de 12 hilos. Mediante acopladores SC/APC. Esto nos permite llegar hacia el otro convertidor de fibra a ethernet con el metraje de fibra que sea deseado.



Figura 160. Conexión desde el primer convertidor hasta el segundo convertidor por medio de ODF y fibra óptica.

- Es en el segundo convertidor que se encarga de la convertir nuevamente a señal que viaja en haz de luz en pulsos eléctricos nuevamente, ya que en este llega la señal como haz de luz y este es capaz de convertirla a pulsos eléctricos con salida a cuatro conectores ethernet RJ45 los usos más comunes de estos sistemas son para extender nuestra red ya que los cables de ethernet tradicionales tienen un alcance de 100 metros y con la fibra óptica se puede extender por kilómetros sin tener mayor pérdida de potencia y a su vez mejorar la señal al eliminar las interferencias electromagnéticas ya que la fibra óptica es inmune a estas.



Figura 161. Convertidor de fibra óptica a ethernet con cuatro salidas RJ45.

En el módulo de diseño implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica utilizando la fusionadora de fibra óptica AI9, mini OTDR JW3302 y el medidor de potencia ZWINNER OP, estos convertidores son usados para poder tener una red con fibra óptica, ya que los laboratorios de la Universidad Técnica Latinoamericana no cuentan con internet de fibra óptica. Dicha simulación es gracias al cable de fibra óptica de treinta metros que se encuentra conectado entre el ODF1 y el OD2. Es en este tramo de cable de fibra óptica donde se dará ejecución a las pruebas, mediciones y labores de mantenimiento de la fibra óptica.

5.4 FALLOS EN EL CABLEADO DE REDES DE FIBRA OPTICA.

En comparación con el internet basado en cobre, las comunicaciones por fibra óptica pueden respaldar velocidades de datos significativamente mayores con menores niveles de pérdidas en el medio de transmisión. Siendo esto una ventaja de la fibra óptica sobre los cables ethernet.

Sin embargo, las soluciones de fibra óptica no son libres de fallos o mantenimiento, los fallos de una red fibra óptica son una amenaza latente durante los procesos de selección e instalación de conectores y cableado o en el funcionamiento en general de una red de fibra óptica, existen diversos factores que pueden afectar su rendimiento y generar fallos en la transmisión de señales, desde el mal manejo e instalación hasta problemas ambientales o daños físicos, los fallos en la fibra óptica pueden resultar en pérdidas de señal, interrupciones en los servicios de comunicación y, en algunos casos, la necesidad de reparaciones costosas. Estos fallos pueden ser causados por errores en la instalación, condiciones adversas como la humedad o el calor y factores externos como el daño físico al cable.

Es importante tener conocimiento sobre los diferentes tipos de fallos que puede presentar un sistema de fibra óptica, para poder tomar las medidas y acciones adecuadas para su reparación eficaz y adecuada. Dentro de los fallos más comunes podemos mencionar las pérdidas extrínsecas e intrínsecas.

5.4.1 PÉRDIDAS DE FIBRA EXTRÍNSECAS.

Los problemas con las pérdidas extrínsecas en la fibra óptica ocurren como consecuencia de reflexiones, rugosidad en los extremos, errores angulares o desalineación radial. A continuación, se presentan los diversos tipos de pérdidas extrínsecas:

- Pérdida por curvatura (pérdida radiactiva): las pérdidas de curvatura pueden suceder cada vez que una fibra óptica se dobla o flexiona. Existen dos tipos de pérdida de curvatura:

1) Pérdida por macrocurvatura: las pérdidas de macrocurvatura se producen por curvaturas de radio superiores al diámetro de la fibra. Con ligeras curvas, las

pérdidas son extremadamente pequeñas. Como el radio de curvatura disminuye, las pérdidas aumentan exponencialmente.

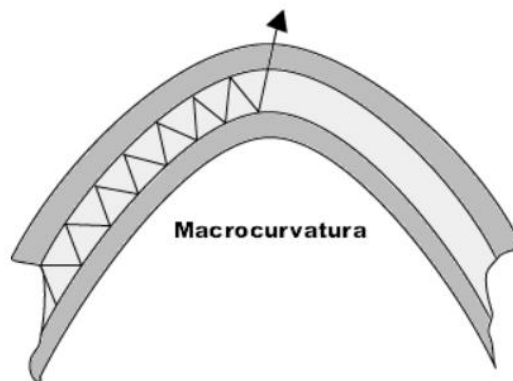


Figura 162. Pérdida por macrocurvatura¹²⁹

2) Pérdida por microcurvatura: las pérdidas de microcurvatura se asocian a pequeñas alteraciones de la fibra, inducidas por la falta de uniformidad durante la producción o por el estrés en el cableado de la fibra.

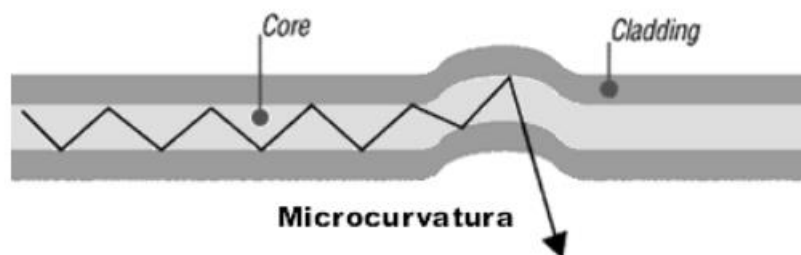


Figura 163. Pérdida por microcurvatura¹³⁰

- Pérdida de empalme: la pérdida de potencia óptica en el punto de empalme se conoce como pérdida de empalme. No se puede impedir por completo, pero sí reducir sustancialmente empleando los métodos adecuados. Cuando empalmamos una fibra con otra, en la unión se produce una variación del índice de refracción lo cual genera

¹²⁹Yio- Fecha de consulta 03/2025, en línea.
<https://www.yio.com.ar/fo/atenuacion.html>

¹³⁰ Yio- Fecha de consulta 03/2025, en línea
<https://www.yio.com.ar/fo/atenuacion.html>

reflexiones y refracciones, y sumándose la presencia de impurezas, todo esto resulta en una atenuación.

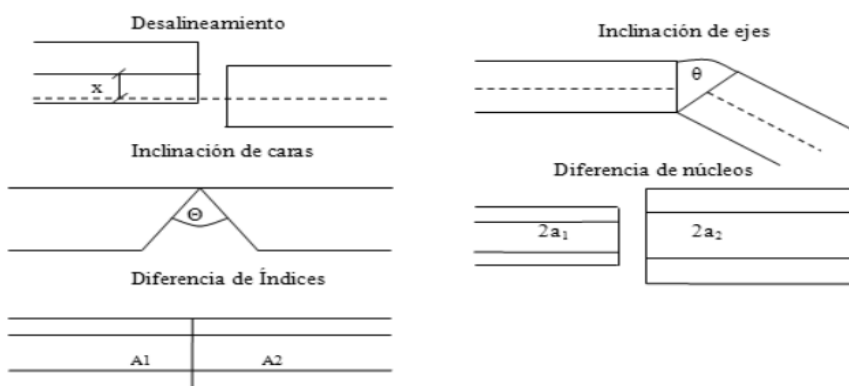


Figura 164. perdidas por empalmes incorrectos.¹³¹

- **Pérdidas de inserción:** las pérdidas de inserción por el conector son pérdidas potenciales en la intensidad de señal que pueden surgir cuando se conecta un dispositivo o un conector a una línea de transmisión de fibra óptica. Los defectos de los extremos, como grietas, contaminación, huecos en la fibra, problemas de desalineación entre los núcleos y escaso contacto entre los núcleos, pueden causar importantes pérdidas de inserción.

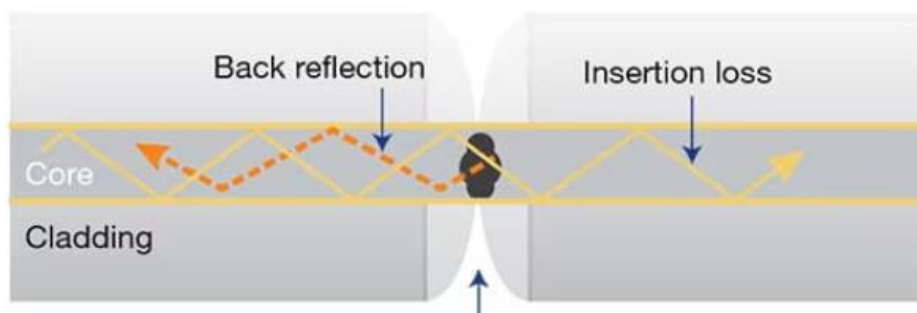


Figura 165. Perdida por inserción.¹³²

¹³¹ textescientificos- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.textoscientificos.com/redes/fibraoptica/empalmes-conexiones>

¹³² fibropticalhoy- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://www.fibropticalhoy.com/cuales-son-los-problemas-de-fibra-optica-mas-comunes/>

- Pérdidas por rotura de cable: La rotura del cable de fibra óptica puede ocurrir por varias razones, como una manipulación inadecuada, accidentes o daños externos (por ejemplo, roedores, maquinaria o incluso condiciones climáticas extremas). Este tipo de fallo impide la transmisión de la señal a través de la fibra, ya que la señal de luz no puede viajar si la fibra está rota. Además, la rotura puede ser parcial o total, lo que puede hacer que sea difícil localizar y reparar el daño de manera rápida.

5.4.2 PÉRDIDAS DE FIBRA INTRÍNSECAS.

La pérdida de fibra óptica intrínseca o atenuación ocurre en el núcleo de la fibra óptica. Hay varios tipos de problemas con las pérdidas intrínsecas.

- La pérdida de dispersión (scattering) tiene lugar cuando la luz interactúa con fluctuaciones de densidad en la fibra. La luz no se absorbe, pero se envía en otra dirección. Las pérdidas de dispersión son consecuencia de variaciones microscópicas en la densidad de material, fluctuaciones composicionales, homogeneidades estructurales y defectos de fabricación.
- La pérdida de absorción describe las pérdidas causadas por la presencia de impurezas residuales en el cable de fibra óptica. Este mecanismo de pérdida se relaciona con la composición y la fabricación de la fibra. La absorción provoca disipación de la potencia óptica transmitida en la guía de onda óptica en forma de calor. La dispersión son distorsiones en las señales ópticas que pueden ocurrir a medida que se propagan a través de las fibras ópticas.

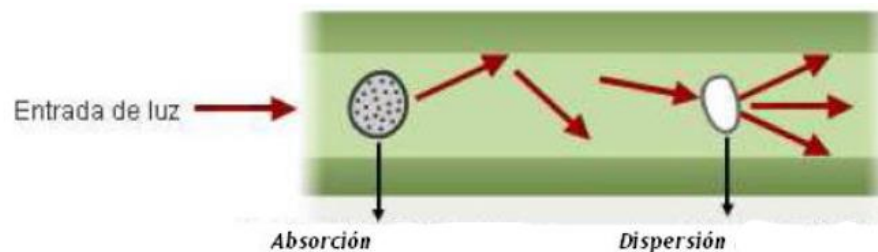


Figura 166. absorción y dispersión en fibra óptica.¹³³

¹³³ fibroptica-blog-tartanga.eus- Fecha de consulta 03/2025, en línea:
<https://fibroptica.blog.tartanga.eus/fundamentos-de-las-fibras-opticas/>

La dispersión esta puede ser intermodal e intramodal. Con la dispersión intermodal, el pulso se ensancha debido a la diferencia en el retardo de propagación entre los modos en fibra multimodo. La dispersión intramodal o cromática describe la forma en que el pulso se propaga en la fibra monomodo debido a las propiedades dispersivas de un material o la variación del índice de refracción en función de la longitud de onda.

5.5 PRUEBAS EN EL CABLE FIBRA ÓPTICA.

En las redes de fibra óptica suelen haber diferentes fallos ya sea en su instalación, manipulación o uso cotidiano prolongado. estos ocasionados por diferentes factores escenarios o ambientes. El módulo cuenta con los equipos de lámpara visualizadora de fallas, el mini OTDR y el medidor de potencia para poder identificar estos fallos. Para poder efectuar las pruebas con los diferentes equipos, es importante que los dispositivos tengan el mismo conector que los cables a medir de caso contrario utilizar un acoplador adecuado para poder utilizarlos.

5.5.1 PRUEBAS EN EL CABLE CON LA LAMPARA VISUALIZADORA DE FALLAS.

La prueba con la lámpara VFL consta básicamente de conectar el hilo de fibra óptica que será probado a la lámpara y seleccionar el modo de trabajo de la lámpara VFL. esta cuenta con dos modos CW (Continuous Wave) onda continua que se refiere a que el láser produce un flujo constante de luz. El modo GLINT (destello) que consta en un haz de luz que enciende y se apaga a cierta frecuencia es decir no es constante. La lámpara es capaz de detectar curvas excesivas y cortes o daños en las fibras. Puede haber tres escenarios en esta prueba.

5.5.1.1 HAZ DE LUZ SIN ATENUACIONES.

Al conectarlo a un extremo del cable y colocarlo en CW se debe obtener el haz de luz al otro extremo con la misma intensidad que la de la lámpara y que no se observe el haz de luz en ninguna de las curvaturas del tramo de fibra óptica.



Figura 167. prueba de VFL con haz de luz sin atenuaciones.

5.5.1.2 HAZ DE LUZ ATENUADO

Si al otro extremo del cable se cuenta con el haz de luz tenue o con menos intensidad es debido a una o más curvatura excesiva en el tramo del cable.



Figura 168. prueba con VFL haz de luz tenue, y con visible luz en el tramo del cable.



Figura 169. curvatura en el cable de fibra óptica.

5.5.1.3 SIN HAZ DE LUZ AL OTRO EXTREMO DEL CABLE.

Si al conectar el cable a la lampara VFL y colocarla en CW no se tiene visión del haz de luz en el otro extremo del cable, esto indica que se cortó de manera total en algún punto. Este corte se observa en el tramo del cable ya que es ahí hasta dónde llega el haz de luz, estos daños a veces son visibles sin necesidad de la VFL, pero en otros casos no son visibles a simple vista ya que no son cortes completos sino quebraduras internas de las fibras.



Figura 170. prueba con VFL Haz de luz interrumpido.

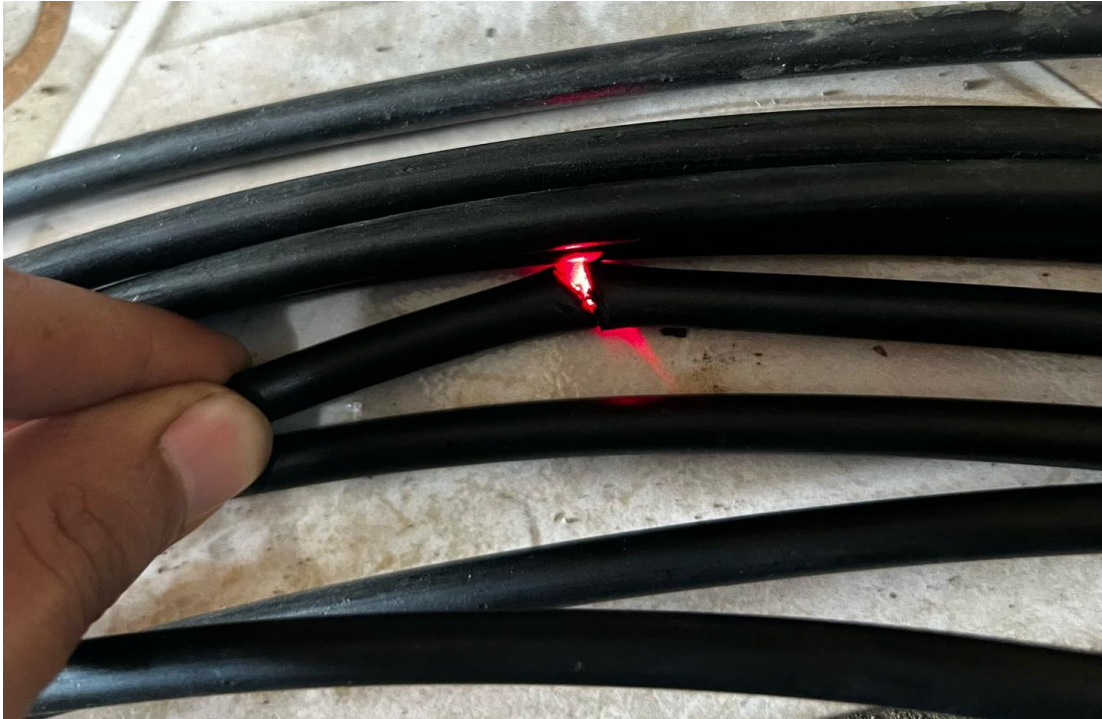


Figura 171. corte de cable visible.



Figura 172. prueba de VFL fibra quebrada.



Figura 173. fibra quebrada sin la prueba de lámpara VFL.

5.5.2 PRUEBAS EN CABLES CON EL MINI OTDR PRO JW.

El mini OTDR cuenta con varias funciones para hacer pruebas en cables, no solo de fibra óptica sino también cables ethernet con conector RJ45, este puede medir atenuaciones a diferentes distancias y también cuenta con su apartado de mapa de eventos para fibra y en ethernet es capaz de detectar orden de armado de cables y cortes.

5.5.2.1 FUNCION DE OTDR.

Para hacer pruebas con el OTDR se debe conectar el conector del tramo de cable que se desea medir en el puerto del OTDR. Para poder ver la gráfica de eventos se debe seleccionar la primera opción del OTDR.



Cuando se está dentro del apartado de grafica del OTDR se selecciona el botón de Play y este genera la gráfica del cable al que se le está haciendo la prueba, indicando la distancia, a la que se pueden encontrar los eventos. Los eventos encontrados aparecen en la gráfica con color rojo y con la cantidad de cuantos eventos son en el display.

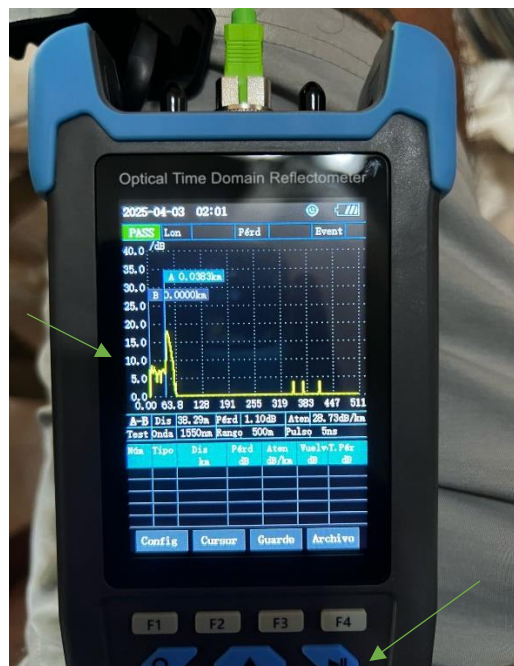


Figura 175. Gráfica de pruebas en cable de 30 metros sin eventos.

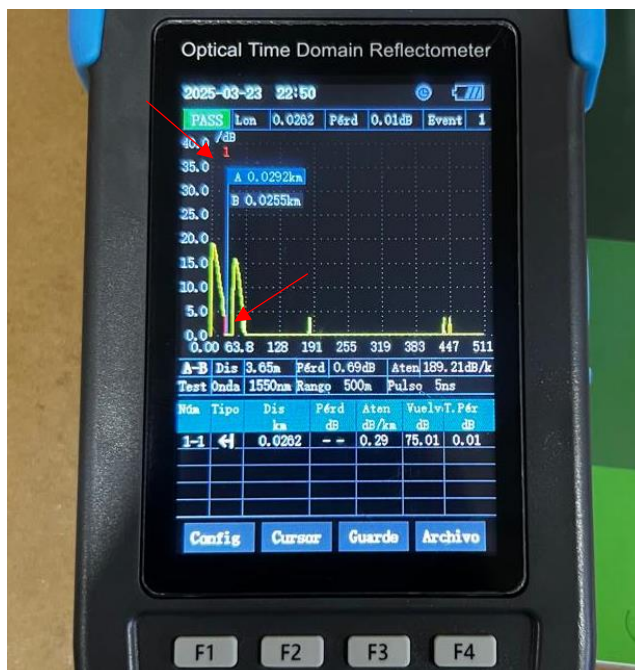


Figura 176. grafica de eventos con un evento a 29 metros

5.5.2.2 FUNCION DE MAPA DE EVENTOS.

Para poder obtener un mayor detalle de que evento es el mini OTDR detecta, está la opción de mapa de eventos la cual de manera ilustrativa describe el evento ocurrido exactamente, para poderlo interpretar se debe tener el manual de usuario ya que este describe cada símbolo que aparece en el display. Para acceder a la opción de mapa de eventos se debe ir al menú inicial y elegir la opción event map.



Figura 177. menú principal del mini OTDR.

En la función de mapa de eventos este indica la distancia del evento en unidad de kilómetros, el evento detectado que el caso mostrado es un conector.

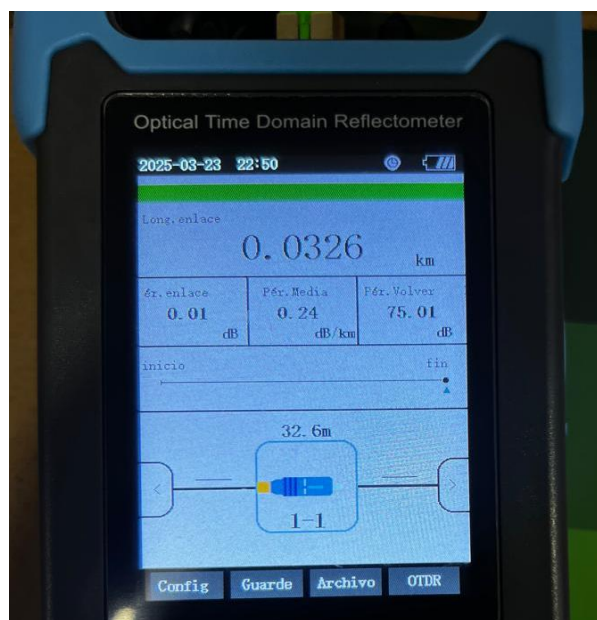


Figura 178. mapa de eventos de mini OTDR

5.5.2.3 FUNCION DE PRUEBA DE CABLES ETHERNET RJ5

Los daños en el montaje o armado de cables de ethernet son muy comunes ya que no siempre se cuentan con cables ya fabricados en ocasiones es necesario armar nuestros propios cables ethernet para verificar su armado y que estos no estén cortados por algún motivo, se pueden efectuar pruebas de estado de cable y secuencia correcta del armado de un cable.

Para acceder a esta función, se debe entrar al menú principal del OTDR y seleccionar la opción de RJ45.



Figura 179. menú principal del mini OTDR

Paso siguiente es sacar el lector remoto de rj45 del mini OTDR de la parte inferior y conectar un extremo del cable en ese punto y el otro extremo en el puerto lateral del mini OTDR.



Figura 180. Conexión de cables RJ45 en mini OTDR

Con ambos extremos del cable colocados en sus respectivos puertos para la medición se procede a buscar la norma de armado del cable con la que se trabajó. Con el botón f3 que se selecciona el estándar.



Figura 181. Comprobación del armado de cable RJ45

El siguiente paso es seleccionar la tecla OK y esta comprueba que el orden de los cables sea en base a la normativa de armado y que estos se encuentren en buen estado.



Figura 182. Comprobacion del armado del cable RJ45

Cuando el cable se encuentra dañado el OTDR indica en cual cable se perdió la comunicación o cual está dañado.



Figura 183. Medición de cable RJ45

5.5.3 PRUEBAS EN CABLES CON MEDIDOR DE POTENCIA OPM

Para medir potencia se debe elegir el punto que se desea conocer la potencia entregada por el equipo, posteriormente en el escogemos la longitud de onda con la tecla λ .



Figura 184. Selección de longitud de onda en OPM

Con OPM calibrado en la longitud de onda deseada se conecta al punto y se presiona la tecla dBm, de esta manera obtenemos el valor de la potencia en el sistema.



Figura 185. inicio de medición de potencia en OPM

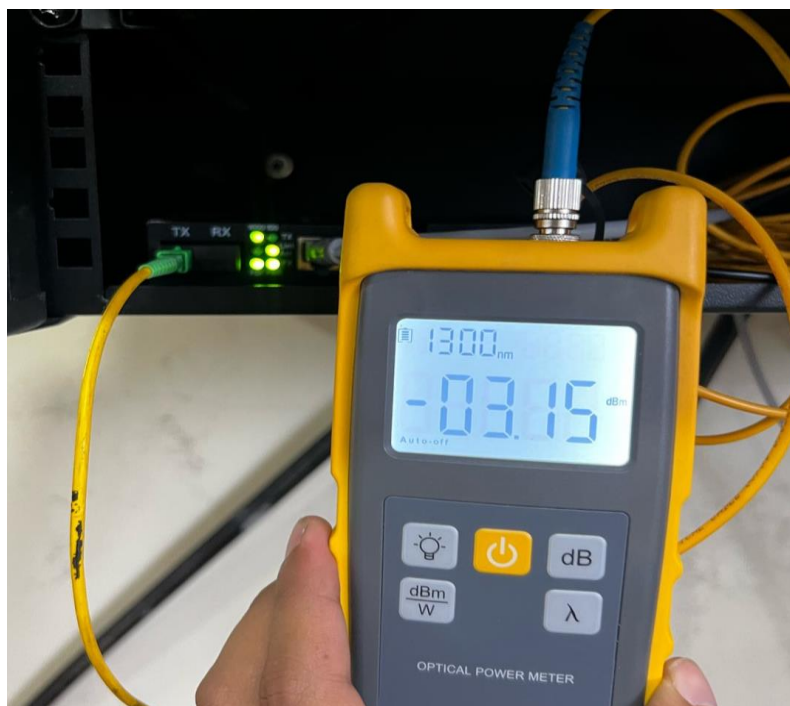


Figura 186. Medición de potencia en convertidor de medios de ethernet a fibra óptica

Los valores deben estar entre -0.3 a -0.15 si el valor excede esto quiere decir que hay algún problema con el cableado o algún conector o acoplador.



Figura 187. medición casi fuera de rango por atenuación por doblez en fibra.

5.6 REPARACIÓN A LOS DAÑOS O PERDIDAS EN LA FIBRA ÓPTICA.

En los casos más comunes y de menor gravedad cuando la fibra óptica sólo ha sufrido atenuaciones por curvaturas, no requiere de mayor intervención. Basta con un ordenamiento o rediseño de la ruta del cable de fibra óptica, procurar que las curvas que tiene sean amplias para que esto no produzca pérdidas por macrocurvaturas o microaberturas.



Figura 188. Pérdida de luz en fibra por macrocurvatura.

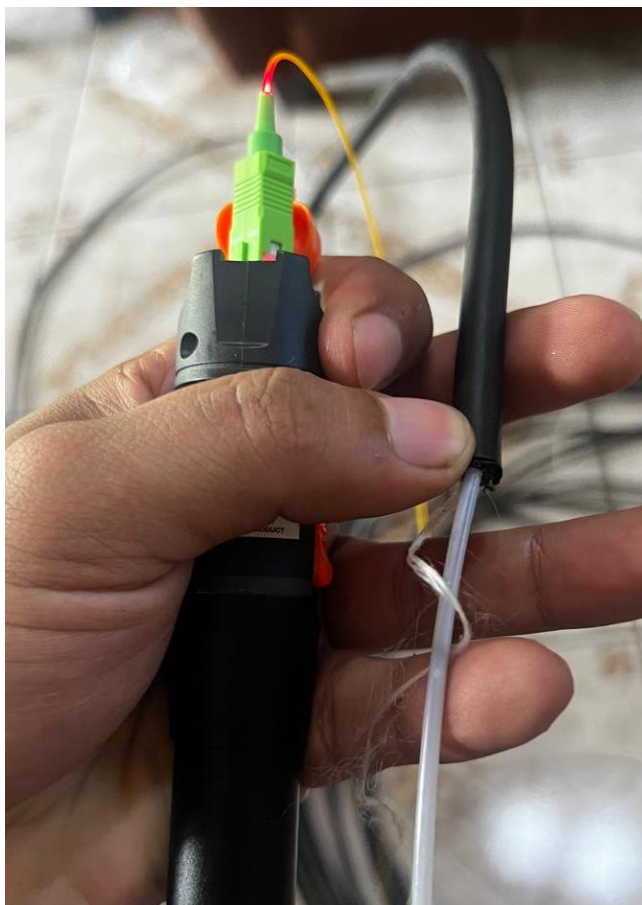


Figura 189. corrección de curvatura en fibra óptica.

Cuando se tienen daños por cortes totales del cable de fibra óptica. Lo primero que se debe hacer es identificarlo con los equipos de medición, al saber dónde está el daño se corta completamente el cable para poderlo reparar incluso si este solo tiene dañado uno o dos de sus fibras se debe cortar por completo y separarlo en dos extremos ya que no se puede reparar parcialmente.

- Cortar del cable y seccionarlo en dos.
- Retirar el revestimiento de la fibra óptica utilizando la técnica adecuada para el tipo de cable a reparar.
- Medimos un metro aproximadamente del cable.

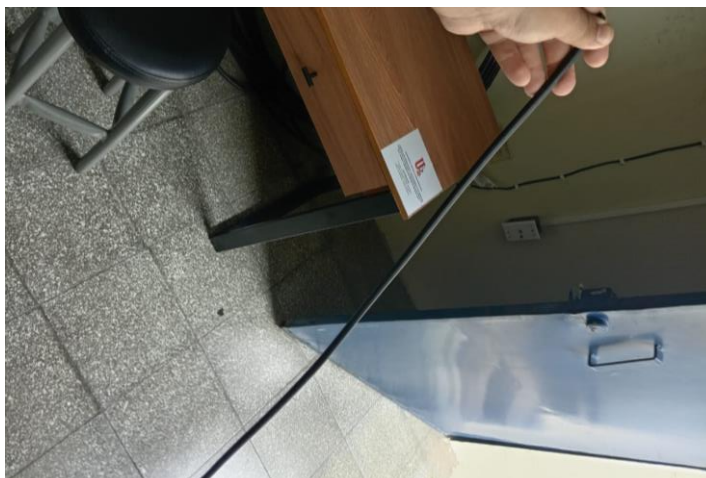


Figura 190. Medición de cable para pelado y corte

- en ese punto se hace ranura con la cuchilla por todo el cable para encontrar los dos alambres de hierro del cable.



Figura 191. Primer corte en fibra.

- Al identificarlos se pela con la navaja 15 cm sobre ellos.



Figura 192. pelado de cable de fibra óptica

- Luego de haber pelado el cable de la tal manera que se encuentren separados.



Figura 193. separación de alambres de cable de fibra óptica.

- Cortamos ambos y los hacemos hacia atrás de cada extremo del cable.



Figura 194. corte de alambres en cable de fibra óptica.

- Una vez cortados se tira del recubrimiento hacia atrás para poder quitarlo y dejar solo el buffer.



Figura 195. retiro de revestimiento de cable de fibra óptica.

- Retirar el buffer con la peladora de fibra óptica con el orificio más grande.



Figura 196. pelado de buffer.

- separar una a una las fibras ópticas.



Figura 197. separación de fibras ópticas.

- Limpiar con alcohol isopropílico la superficie del cable ya que tiene un gel protector.
- Pelar la fibra óptica con el orificio más pequeño de la cortadora.



Figura 198. pelado de fibra óptica.

- Realizar el corte a la fibra con la cortadora de fibra óptica para tener un ángulo de corte que nos permita hacer la fusión. Esto a 10mm de separación de la cuchilla.



Figura 199. cortes de fibra óptica

Para realizar la unión de la fibra existen dos métodos los cuales son el empalme por fusión y el empalme mecánico.

5.6.1 REPARACION DE FIBRA ÓPTICA POR FUSION.

Esta es la forma más común y la más eficiente, pero se necesita la fusionadora de fibra óptica que es un equipo alto en costos. Para poder hacer una reparación por fusión los pasos son;

- Antes de iniciar la fusión de cables se debe colocar un protector llamado termoencogible en un extremo del cable para posteriormente de la fusión poderlo colocar en la fusión y que este sirva como protector para la misma.



Figura 200. colocación de termoencogible en cable de fibra

- Con ambos cables previamente pelados y cortados se colocan en los compartimentos de fusión de la fusionadora de fibra óptica.

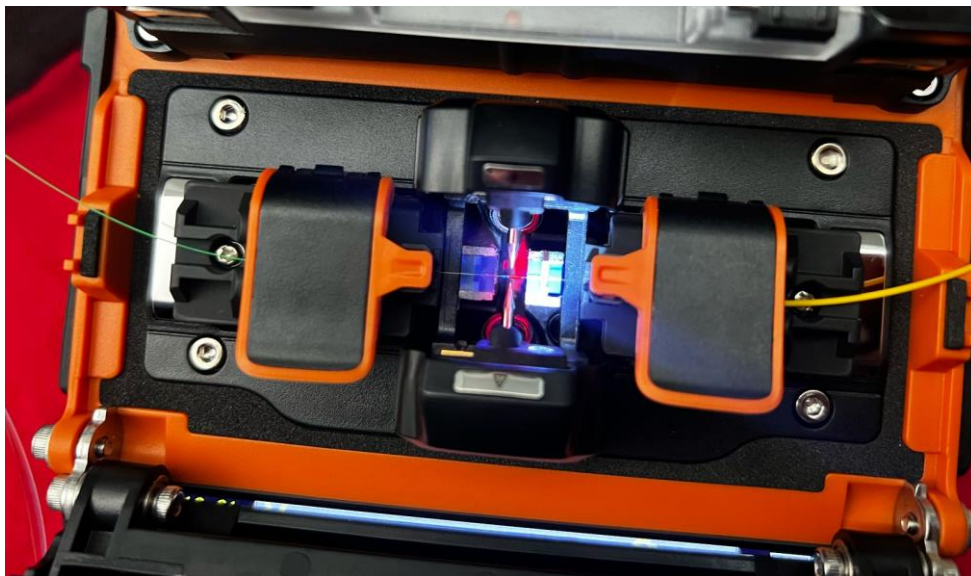


Figura 201. fibras colocadas en fusionadora.

- Cerramos el compartimento de la fusionadora.
- La fusionadora por si sola empieza la alineación de las fibras y las fusiona.
- Luego colocamos el termoencogible en la parte de la fusión para llevarlo al horno de la fusionadora. Que se encuentra en la parte superior de la fusionadora.

- Abrimos la tapa y dentro colocamos el cable con el respectivo termoencogible y el solo lo une automáticamente.

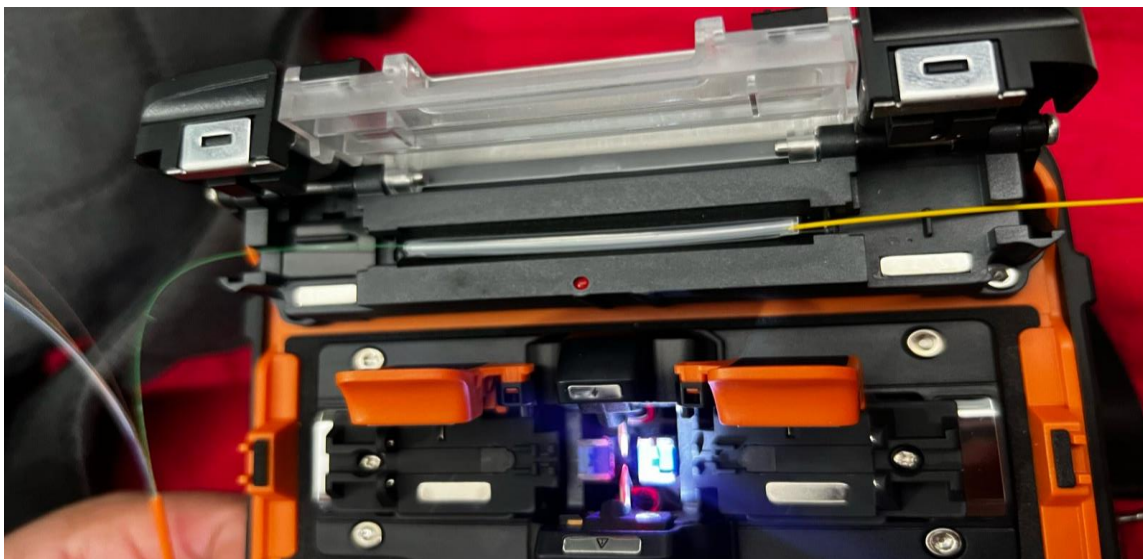


Figura 202. termoencogible en horno de fusionadora.

- Repetimos este paso con cada uno de los hilos de fibra del cable hasta terminarlos todos

Al tener todos los hilos fusionados y con termoencogible se procede a colocarlos en una mufa de empalmes para la protección de la unión ya que estos cables suelen estar en la intemperie.



Figura 203. mufa de empalmes de fibra óptica.¹³⁴

¹³⁴ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:
https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalmes%20de%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

- | | | |
|---|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Charola de empalme (incluye 1) | 4. Puerto de cable para acometida | 8. Cierre tipo Clamp Block |
| 2. Cubierta | 5. Soporte miembro central de fuerza | 9. Empaque de neopreno |
| 3. Puerto de cable para sangrado de fibra | 6. Sujetador de tubos holgados | 10. Glándula de sujeción de cable |
| | 7. Cable a tierra | 11. Válvula de presurizado |

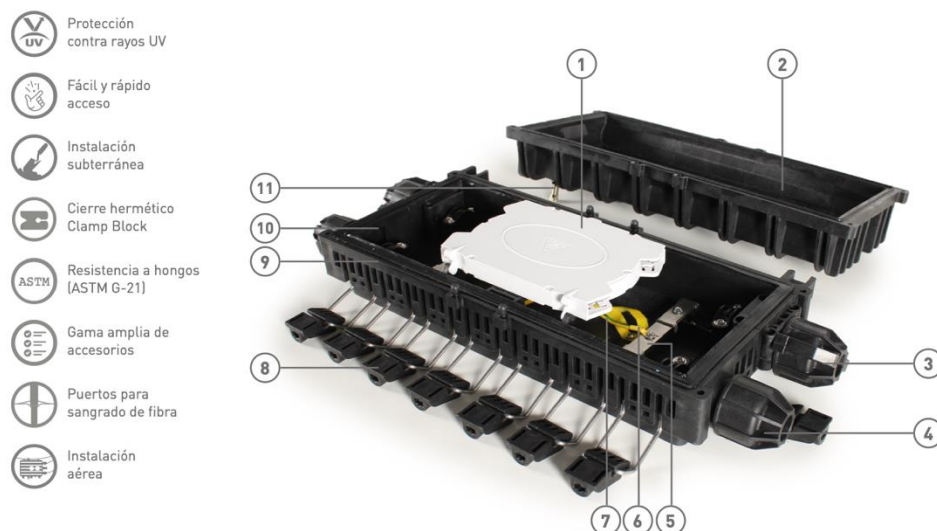


Figura 204. estructura de una mufa de empalme de fibra óptica.¹³⁵

Los pasos para el armado de una mufa son:

- Con la ayuda de un desatornillador abrimos la mufa retirando su cubierta

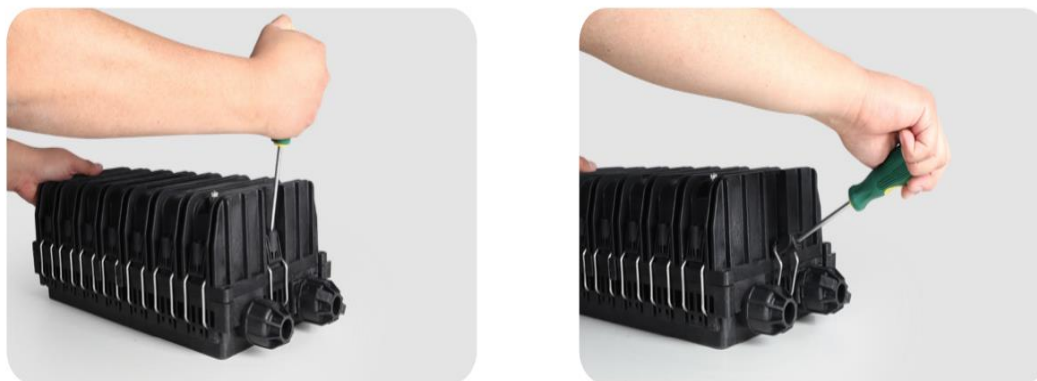


Figura 205. retiro de cubierta de mufa¹³⁶

¹³⁵ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

¹³⁶ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

- Destapamos el puerto de entrada de cable.

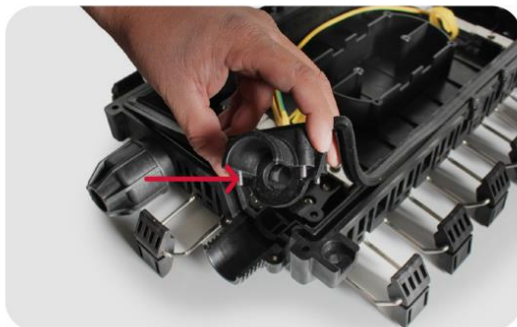


Figura 206. retiro de anillo de puerto de entrada de cable¹³⁷

- el cable de fibra óptica y lo aseguramos en la base para fijar el miembro central.



Figura 207. introuccion de cable en mufa.¹³⁸

¹³⁷ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

¹³⁸ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

- Se aseguran los tornillos en el puerto de entrada.

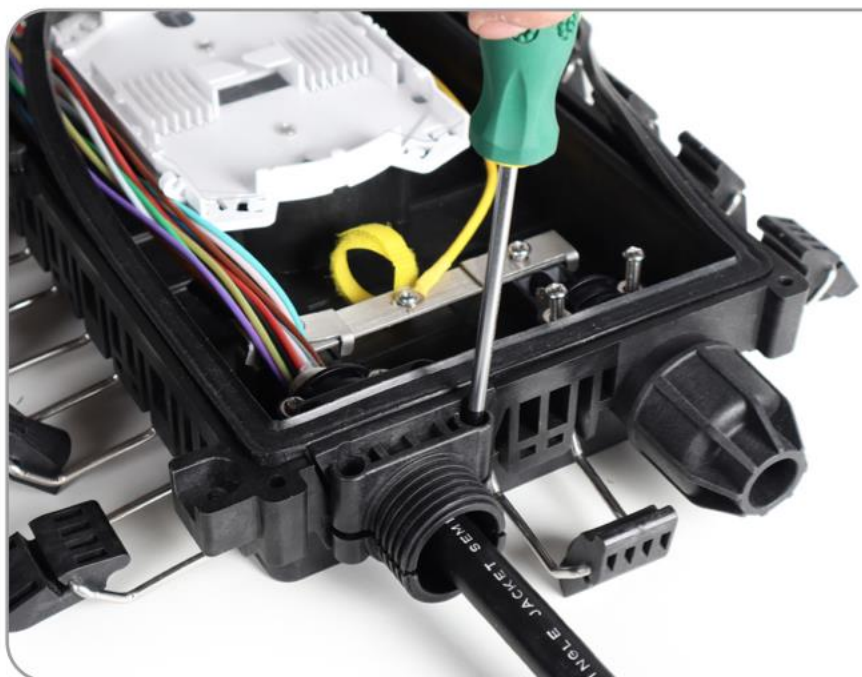


Figura 208. fijación de cable en mufa.¹³⁹

- Colocamos el puerto de sangrado de cable para aislarlo completamente.



Figura 209. colocación de puerto¹⁴⁰

- Repetimos el proceso con el otro extremo del cable.

¹³⁹ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

¹⁴⁰ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

- Organizar cada uno de los empalmes en la charola de empalmes.

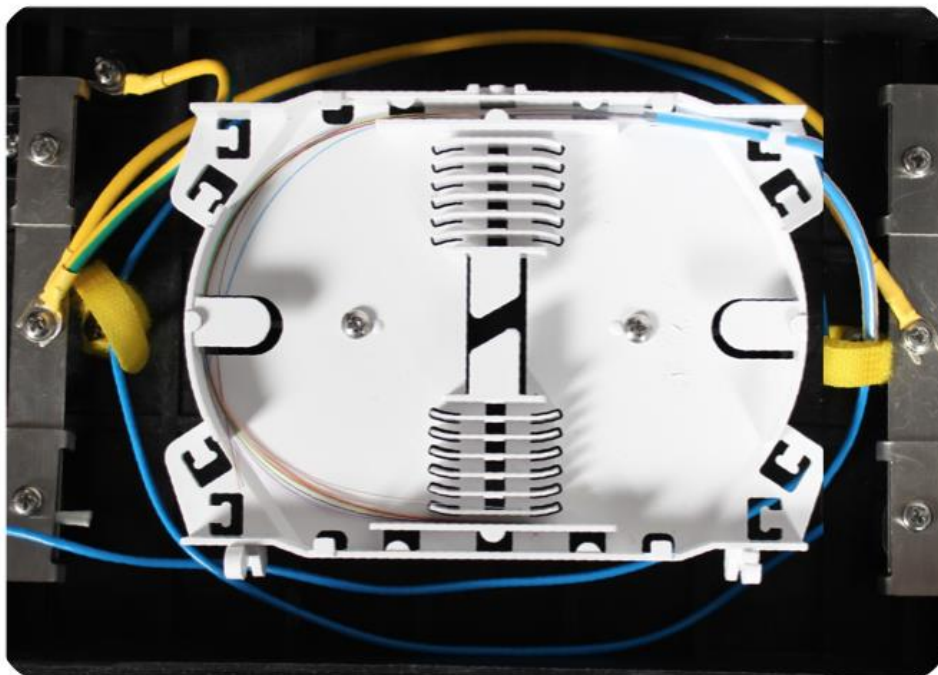
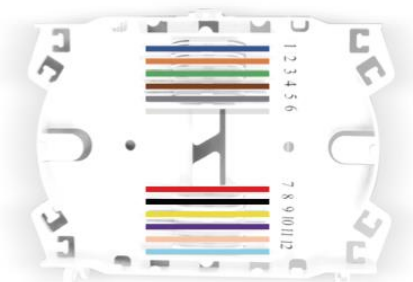
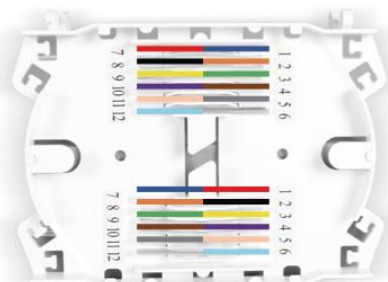


Figura 210. organización de empalmes en la charola de empalmes¹⁴¹

- Proseguir con el ordenamiento de empalmes siguiendo el orden de la normativa utilizada



En el caso de realizar 12 empalmes



En el caso de realizar 24 empalmes

Figura 211. ejemplos de charola de empalme finalizada de 12 y 24 empalmes.¹⁴²

¹⁴¹ fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

[https://fibremex.com/fibra-](https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf)

[optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf](https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf)

¹⁴² fibremex- Fecha de consulta 04/2025, en línea:

[https://fibremex.com/fibra-](https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf)

[optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf](https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf)

5.6.2 REPARACIÓN DE CABLES POR UNION MECÁNICA.

Otra alternativa para la unión de cables de fibra óptica es la unión mecánica donde por medio de unos conectores o dispositivos que se alinean estos son capaces de unirlos por medio de presión.



Figura 212. empalme mecánico¹⁴³

Los pasos para poder hacer una reparación mecánica son:

- Preparar el cable de fibra pelándolo y cortándolo Un cable será cortado con la longitud de fibra de 15mm.

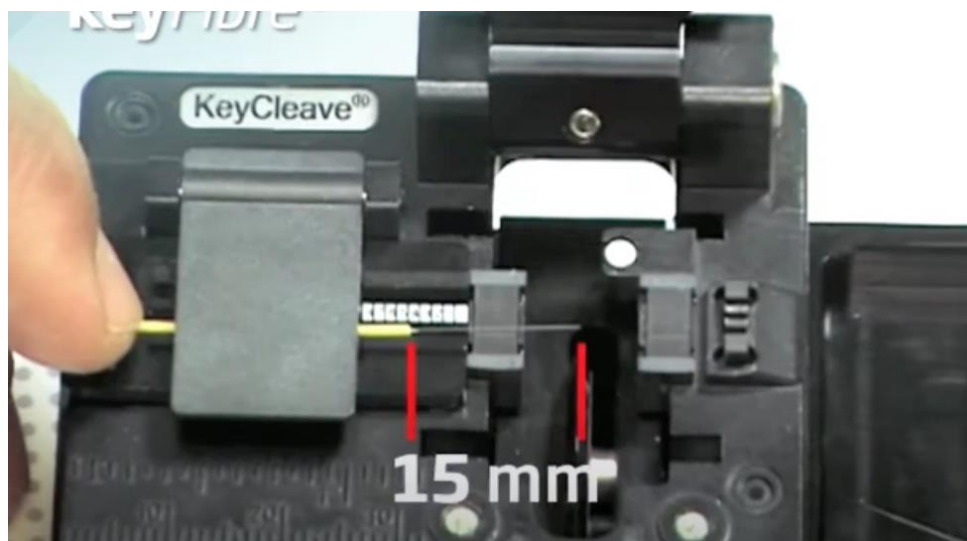


Figura 213. corte de fibra a 15mm.¹⁴⁴

lme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

¹⁴³ todotelecom- fecha de consulta 04/2025, en línea:

<https://www.todotelecom.com/monomodo/6933-ms201-empalmador-mecanico-keyquick-250-900um-keyfibre.html>

¹⁴⁴

- Se introduce la fibra ya preparada de 15mm en el conector mecánico para posteriormente hacer una curvatura de aproximadamente 5cm y apretar el botón correspondiente para que este logre fijar y alinear la fibra.

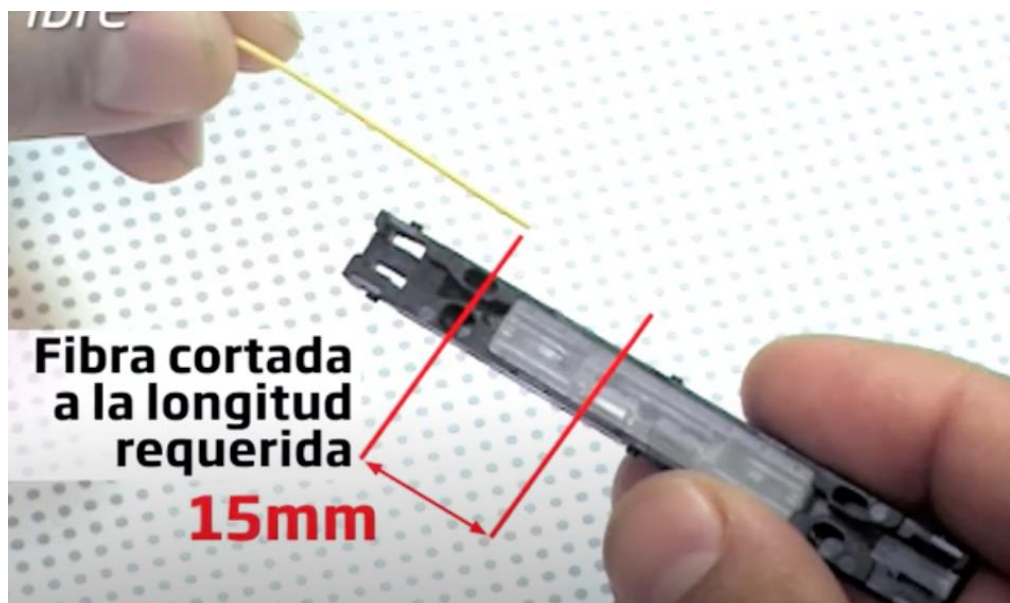


Figura 214. fibra a 15mm en conector mecánico¹⁴⁵



Figura 215. armado de empalme mecánico.¹⁴⁶

¹⁴⁵ YouTube- fecha de consulta 09/2025, en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=g0J8hBNMU98>

¹⁴⁶ YouTube- fecha de consulta 09/2025, en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=g0J8hBNMU98>

- La preparación del otro extremo es similar, pero en esta ocasión el pelado debe ser de 10mm.
- Se introduce en el otro extremo y de igual manera se hace un doblé de aproximadamente 5 cm para luego presionar el botón correspondiente.



Figura 216. armado de conector de empalme mecánico¹⁴⁷

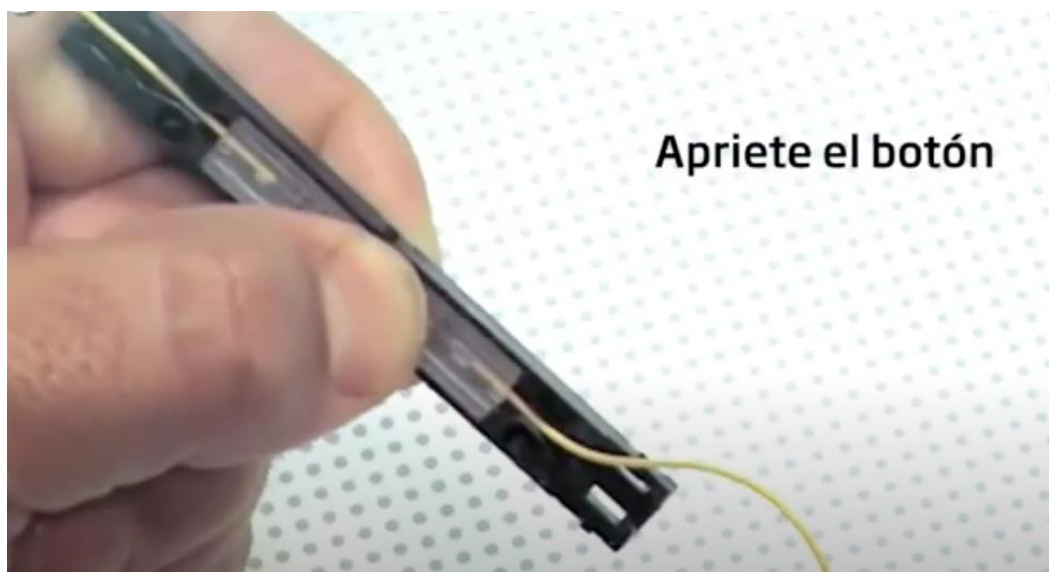


Figura 217. armado de conector de empalme mecánico¹⁴⁸

¹⁴⁷ YouTube- fecha de consulta 09/2025, en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=g0J8hBNMU98>

¹⁴⁸ YouTube- fecha de consulta 09/2025, en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=g0J8hBNMU98>

- El punto final es separar el conector mecánico de la base.



Figura 218. separación de conector mecánico con base¹⁴⁹

¹⁴⁹ YouTube- fecha de consulta 09/2025, en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=g0J8hBNMU98>

5.7 GUIAS PRACTICAS PARA DESARROLLAR EN EL MODULO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE FIBRA ÓPTICA.

5.7.1 GUIA NUMERO 1 CONOCIENDO LOS ELEMENTOS DEL MODULO ENTRENADOR DE MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO DE REDES DE FIBRA OPTICA

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 1
	TEMA: <i>“PUESTA EN MARCHA DEL MÓDULO”</i>	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELECTRÓNICA		

INTRODUCCION

Al considerar su importancia en la interacción entre sistemas electrónicos, es crucial comprender cómo funcionan las interfaces analógicas y cómo influyen en la transmisión y procesamiento de datos. Desde convertidores analógico-digitales hasta amplificadores operacionales, estos componentes son indispensables para garantizar un funcionamiento óptimo en una amplia variedad de aplicaciones.

En resumen, la *Interfaz Analógica* representa una pieza clave en el entramado tecnológico actual, facilitando la comunicación y el intercambio de información entre dispositivos con precisión y eficiencia.

Por tanto, la interfaz digital se caracteriza por ser de 2 estados solamente encendido (1 lógico) y apagado (0 lógico), la unión de ambas interfaces en un mismo sistema es cada vez más común.

OBJETIVO GENERAL

Definir cada parte del módulo didáctico de modo claro y general conectando cada parte con diagramas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comprender el funcionamiento de la estación o módulo de pruebas de fibra óptica.
- Completar la lista de componentes presentado.
- Realizar pruebas de fallas en el módulo.

MATERIALES DE LABORATORIO

- Convertidores de medios
- ODFS con cable de 30mts
- Patchcords SC/APC
- Cables ethernet RJ45

Ilustración del módulo:

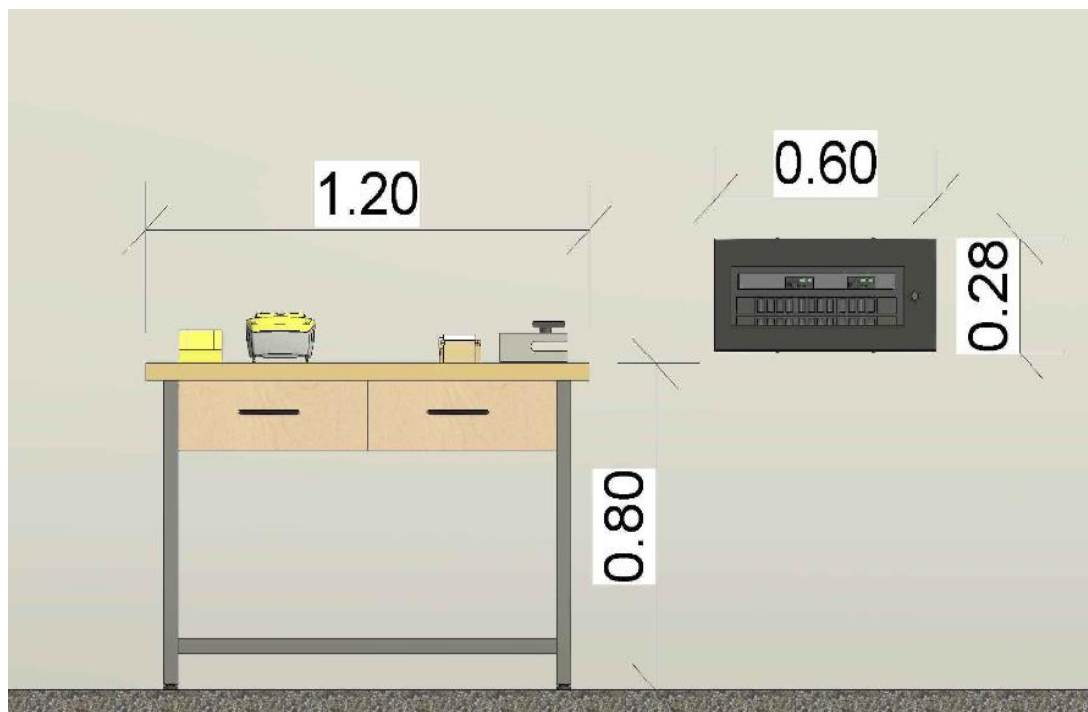


Figura 1.0

Basado en la *figura 1.0* rellenar la siguiente lista con un check (✓):

COMPONENTE	CHECK
Punto de red RJ45 hembra	
Convertidores de medios de fibra a ethernet y de ethernet a fibra. Identificar los tipos de Convertidores de Medios (F.O.~ETH &/o ETH~F.O.	
Gabinete	
Puertos SC/APC en ODF 1 y 2 conectados a cable de fibra óptica	
Patchcord de fibra óptica SC/APC	
Cables ethernet RJ45	

Realizar el Cableado en el Módulo Entrenador, de acuerdo al siguiente diagrama esquemático

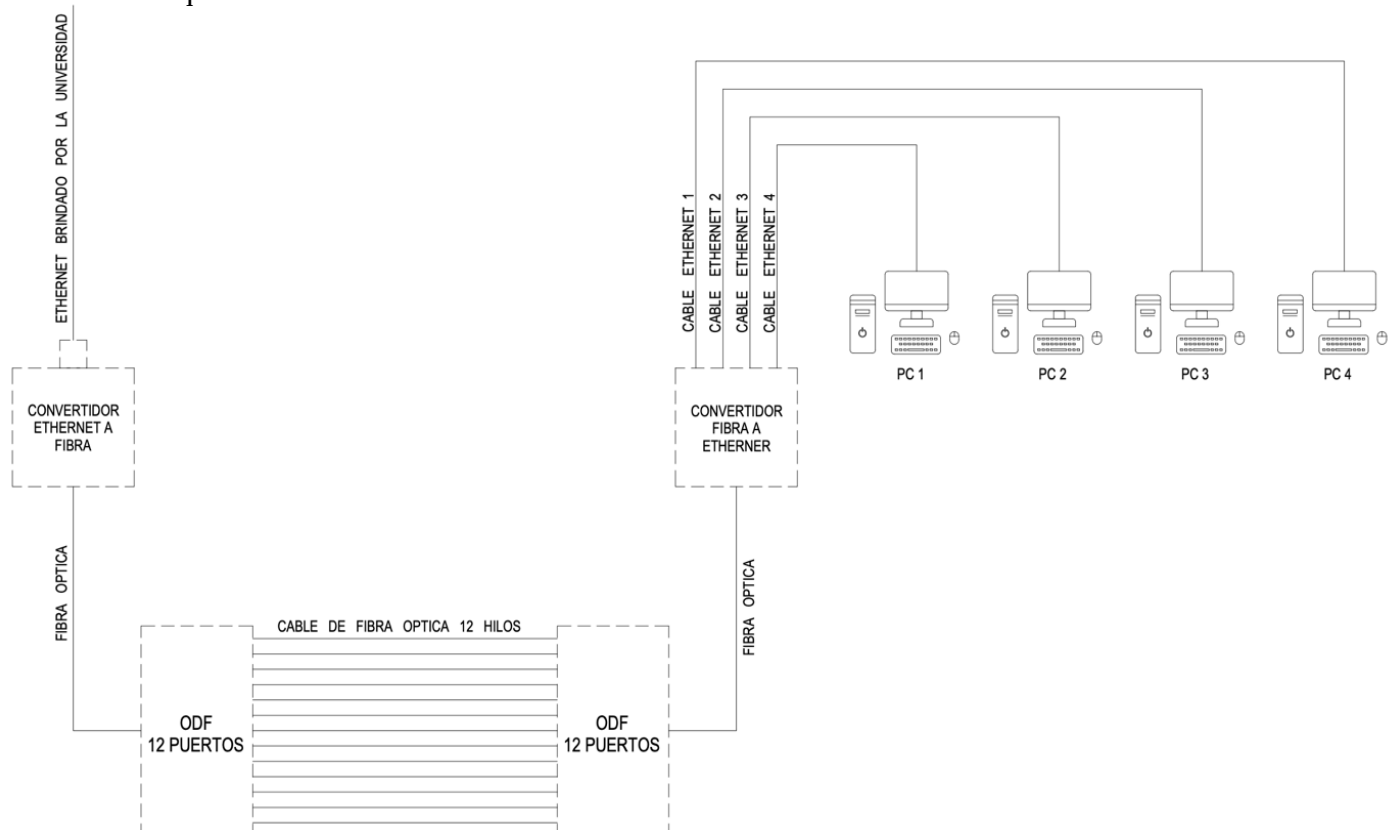


Figura 1.1

Teniendo claro el Diagrama Esquemático de la *figura 1.1*, *desarrollar* las siguientes tareas:

- Energizar ambos convertidores a la tensión AC
- Conectar un cable RJ45 macho al puerto de red hembra RJ45
- Conectar el cable al convertidor de medios 1
- Identificar/Anotar que pilotos (led's) se activan
- Conectar un patchcord SC/APC hacia a la salida del convertidor y conectarlo en el puerto 1 del ODF 1
- Conectar otro patchcord al puerto 1 del ODF 2
- Conectar la otra punta del patchcord en el segundo convertidor
- Identificar/Anotar que pilotos (led's) se activan
- Validar la conexión (salida) hacia internet, haciendo uso de una Computadora con su respectivo patchcord ethernet RJ45
- Hacer esto con cada uno de los puertos de los ODF 2-2 3-3 4-4.... Y verificar la conexión

INVESTIGAR

1. ¿Cómo funciona un convertidor de medios?
2. ¿Tipos de conectores de fibra?
3. ¿Tipos de pulidos de fibra?
4. ¿Qué pasa si conecto el mismo tipo de conectores con diferente pulido?

5.7.2 GUIA NUMERO 2 INTRDUCCION A CONVERTIDORES DE MEDIOS Y CABLES ETHERNET

 Universidad Técnica Latinoamericana	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 2
	TEMA: “<i>INTRODUCCIÓN A CONVERTIDORES DE MEDIOS & CABLES ETHERNET</i>”	
	LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELECTRÓNICA	

INTRODUCCION

En los sistemas de control podemos encontrar una alta gama de dispositivos, tales como sistemas embebidos o diversos hosts que pueden ser interconectados hacia una red ethernet.

Una *Interfaz Analógica* es un componente fundamental en el mundo de la electrónica. Se encarga de establecer la comunicación entre diferentes dispositivos electrónicos, permitiendo que señales analógicas sean transmitidas y procesadas de manera eficiente.

En el contexto de la electrónica, las interfaces analógicas desempeñan un papel vital al convertir señales físicas en datos digitales comprensibles para los dispositivos. A través de circuitos especializados, estas interfaces son capaces de interpretar y transmitir información de manera precisa y eficaz

Al considerar su importancia en la interacción entre sistemas electrónicos, es crucial comprender cómo funcionan las interfaces analógicas y cómo influyen en la transmisión y procesamiento de datos. Desde convertidores analógico-digitales hasta amplificadores operacionales, estos componentes son indispensables para garantizar un funcionamiento óptimo en una amplia variedad de aplicaciones.

En resumen, la *Interfaz Analógica* representa una pieza clave en el entramado tecnológico actual, facilitando la comunicación y el intercambio de información entre dispositivos con precisión y eficiencia.

OBJETIVO GENERAL

Comprobar el correcto funcionamiento de cada convertidor de medios tanto en parte del cableado de cobre como en la parte de luz.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Entender el funcionamiento del convertidor de medios.
- Medir Potencia Óptica de salida pasando por fibra óptica a Ethernet

MATERIALES DE LABORATORIO

- Laptop con puerto ethernet
- Cable ethernet rj45
- Convertidores de medios MOUDUANER con sus fuentes
- Cable de fibra óptica con conector SC

Conocimiento previo (retomando Guía de Laboratorio #1):

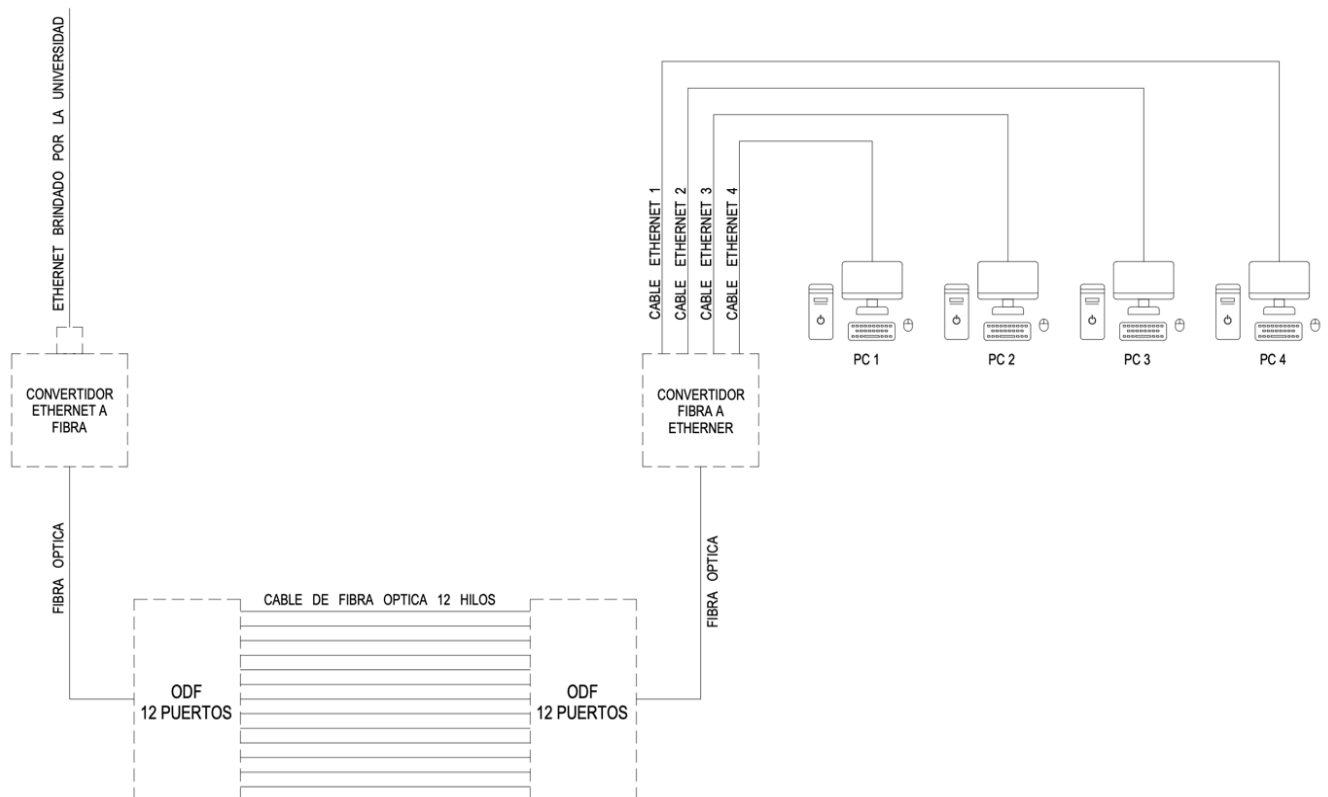


Figura 2.0

Tomando el Diagrama Esquemático de la Guía #1, (correspondiente a la *Figura 2.0*), conoceremos la funcionabilidad de los siguientes dispositivos:



Figura 2.1

Conocer/Interpretar cada uno de los Pilotos (Led’s) del Convertidores de medios MOUDUANER, que se muestra en la figura 2.1:



Figura 2.3

Numeración	LED	Función	Estatus	Descripción
1	FX	Detección LED de señal del puerto de fibra	Encendido	El láser está recibiendo
			Apagado	Sin entrada de láser
2	FX Link	Estatus de LED puerto enlace de fibra	Encendido	Enlace de fibra óptica Ok
			parpadeando	Los datos han sido recibidos o transmitidos
			Apagado	Falla en enlace de fibra
3	FDX	LED puerto dúplex UTP	Encendido	Full dúplex
			Apagado	Half dúplex apagado
4	100	LED puerto velocidad UTP	Encendido	Velocidad 10Mbps
			Apagado	Velocidad 100Mbps
5	TX ACT	Estatus de LED puerto enlace UTP	Encendido	Enlace UTP ok
			parpadeando	Los datos han sido recibidos o transmitidos
			Apagado	Falla en enlace UTP
6	PWR	Energía LED	Encendido	Encendido
			Apagado	Apagado

Tabla 2.0

Creación de una terminación RJ45 macho, mediante el cable de cobre con el par trenzado sin blindaje (UTP)

- Regla de colores para conexiones

Pin	Cable	Color, T568A	Color, T568B	RJ45 pines
1	positivo	blanco/verde rayado	blanco/naranja rayado	
2	negativo	verde entero	naranja entero	
3	positivo	blanco/naranja rayado	blanco/verde rayado	
4	negativo	azul entero	azul entero	
5	positivo	blanco/azul rayado	blanco/azul rayado	
6	negativo	naranja entero	verde entero	
7	positivo	blanco/marrón rayado	blanco/marrón rayado	
8	negativo	marrón entero	marrón entero	

Figura 2.4

Descubrimos los cables a 2 cm, y establecemos la configuración que utilizaremos en ambos como se muestra en *Figura 2.4*, tomamos los conectores RJ45 macho

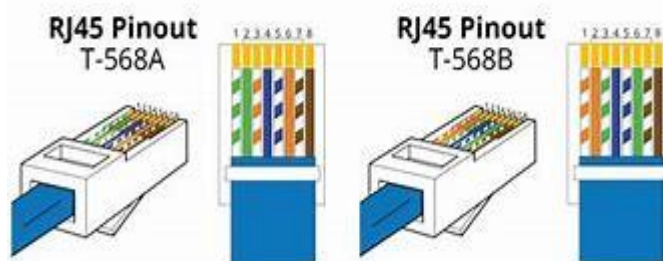


Figura 2.5

Procedemos a crimpar con la herramienta



Figura 2.6

Una vez finalizado el armado del patchcord (Cable RJ45), procedemos a conectar uno de sus extremos hacia el mini OTDR JW 3302S, y el otro extremo hacia el Modulo Remoto del mismo.



Figura 2.7



Figura2.8

Encendemos el mini OTDR JW 3302S y nos ubicamos en la opción de conector ethernet



Figura 2.10

Comprobamos el funcionamiento de nuestro nuevo cable ethernet con la configuración que hayamos seleccionado al momento de crimpar.

INVESTIGAR

1. ¿Tipos de conexión de red que se pueden hacer con cable UTP?
2. ¿Para qué se utiliza el cable STP?
3. ¿Tipos de topología de red?
4. ¿Aplicaciones industriales vía ethernet?

5.7.3 GUIA NÚMERO 3 INTRODUCCIÓN A LA FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 3
	TEMA: “INTRODUCCIÓN A LA FUSIÓN DE FIBRA ÓPTICA”	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELECTRÓNICA		

INTRODUCCIÓN.

La **Fusionadora Signal Fire Ai9** pertenece a la nueva generación de fusionadoras de fibra óptica. El equipo está totalmente calificado para construcción de troncales de corta, media y larga distancia, Proyectos FFTx, monitoreo de seguridad y cualquier otro proyecto que utilice fibra óptica. La fusionadora Signal Fire Ai9 utiliza un CPU con 4 núcleos que proporciona un excelente desempeño. En la actualidad, la **Fusionadora Signal Fire Ai9** es una de las máquinas de fusión más rápidas del mercado. Tiene una pantalla de alta resolución de 800*480 pÍxeles. La operación de la máquina es altamente intuitiva; El aumento de sus cámaras es de hasta 300x. Por lo anterior es muy fácil observar la fibra y sus condiciones a simple vista En su desempeño se utilizan tan solo 5 segundos para hacer una fusión y 15 segundos para preparar y calentar una manga

Características del Equipo:

Nueva entrada de alimentación: Rediseñada para que solo se use un cargador simple para mayor facilidad de uso y mantenimiento

Horno de mayor desempeño: Se ha equipado el equipo con un horno de mayor desempeño para producir más calentamientos.

Pantalla de usuario: Cambio en el diseño de la pantalla de uso de usuario para mejor visualización de las fibras y fusión final.

Batería con alimentación independiente: El nuevo Nueva entrada de alimentación Nuevo horno mejorado para mayor desempeño diseño de la batería permite alimentación independiente y medidor de carga.

La **Fusionadora Signal Fire Ai9** tiene una batería de alta capacidad de 7800 mAh. Posee la capacidad de ser removida y cargada independientemente fuera del chasis del equipo de fusión. Adicional a poder ser cargada independientemente, con el mismo cargador que incluye el kit de accesorios, la batería cuenta con indicadores de carga que pueden mostrar el nivel de carga que contiene la batería al oprimir un botón de muestreo. La batería de la **Fusionadora Signal Fire Ai9** da una libertad de trabajo de hasta 250 fusiones con sus respectivos calentamientos de horno para la aplicación de mangas de protección a la fibra

OBJETIVO GENERAL

Realizar todos los procesos relacionados a un buen trabajo de unión de fibra óptica con los conectores APC.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Explicar las funciones de la interfaz del equipo de fusión AI-9.
- Utilizar el set de funciones especiales del equipo AI-9.
- Aprender a utilizar el equipo de corte y pelado de fibra óptica.
- Medir potencia con el equipo AI-9.

MATERIALES DE LABORATORIO

- Kit de fusión óptica AI-9
- Cable con conector para fibra óptica monomodo (APC)
- Cable de fibra óptica de 12 filamentos monomodo
- Alcohol isopropílico
- Paños para limpiar
- Tubos termo encogibles
- Pigtailes SC/PC
- Gafas de protección visual
- Guantes de protección contra cortaduras

Identificación del kit de fusión óptica AI-9



Figura 3.0

Contenido dentro del estuche:

- Electrodo de repuesto
- Cortadora de precisión S09
- Botella para alcohol
- Cargador
- Pincel de limpieza
- Llaves de cerradura de estuche de viaje
- Llaves Allen para mantenimiento de equipo

Desarrollo del proceso a seguir (referirse a la figura 3.1):

1. Colocarse EPP (gafas y guantes)
2. Medir 15 cm del rollo o bobina de fibra óptica.
3. Realizar un corte circular en la marca de 15 cm.
4. Encontrar el alambre del primer lado y desforrarlo unos 5 cm.
5. A 180 grados se encuentra el otro alambre el cual tenemos que desforrar también a 5 cm.
6. Al poseer los 2 alambres agitar todo el tramo hasta que los 2 alambres sobresalgan del tubo aislante.
7. Cortar los alambres descubiertos en los 2 lados por mitad.
8. Doblar los alambres con mucho cuidado.

9. Halar (retirar el recubrimiento) del tubo desde donde previamente habíamos realizado corte circular.
10. Tendremos un tubo de color blanco con 12 hilos de fibra dentro.



Figura 3.1

Uso del Desaforador de fibra óptica



Figura 3.2

- Haciendo uso del orificio más pequeño de este desaforador de F.O. retiramos el recubrimiento en cada uno de los filamentos (hilos de F.O.) del cable
- El resultado de este proceso se muestra en la figura 3.3

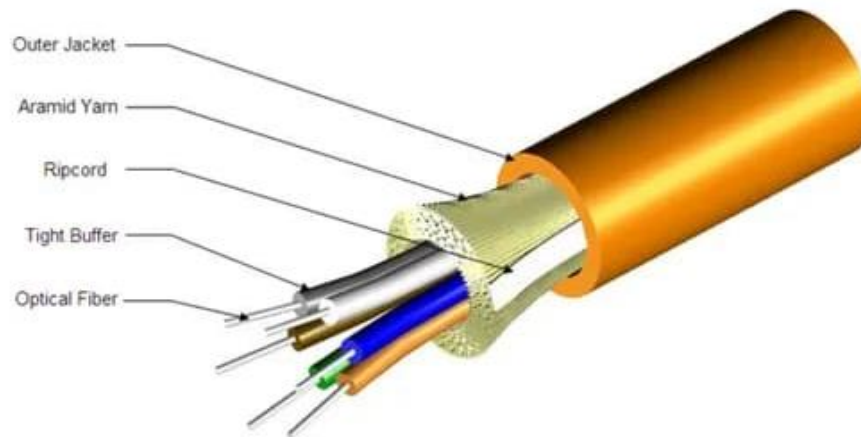


Figura 3.3

Código de Colores de las fibras ópticas interiores:

Las fibras internas se encuentran etiquetadas por colores para facilitar su identificación dentro de cada cable o dentro de cada tubo en un cable de tubo suelto.

Basándonos, en el tipo específico de F.O. en su interior con sus diversos Buffers (Camadas), realizamos la separación e identificación (seccionamiento) de cada uno de los hilos de F.O. En los cables con menos de 12 hilos de fibras, cada fibra se identificará con 12 colores diferentes.

Fiber Jacket Color Code (TIA-598)			
Position	Jacket Color	Position	Jacket Color
1	Blue	13	Blue wBlack Stripe
2	Orange	14	Orange wBlack Stripe
3	Green	15	Green wBlack Stripe
4	Brown	16	Brown wBlack Stripe
5	Slate (Gray)	17	Slate wBlack Stripe
6	White	18	White wBlack Stripe
7	Red	19	Red wBlack Stripe
8	Black	20	Black wYellow Stripe
9	Yellow	21	Yellow wBlack Stripe
10	Violet	22	Violet wBlack Stripe
11	Rose (Pink)	23	Rose wBlack Stripe
12	Aqua	24	Aqua wBlack Stripe

Figura 3.4

Al poseer los filamentos al desnudo y descubiertos 5cm realizamos los siguientes pasos en secuencia.

1. Limpiar cada filamento antes de cortar.



Figura 3.5

2. Colocar la F.O. limpia en la cortadora cerrar tapa y apretar la *Pieza Móvil*, al abrir de forma magnética regresa a su estado original la pieza móvil



Figura 3.6

3. Desforramos cada uno de los *Pigtails SC/PC*
4. Limpiamos cada uno de uno de los *Pigtails SC/PC*



Figura 3.7

5. Colocar el *Termo Contraíble*, previo al desaforo del hilo de F.O. (tubito color blanco).
6. Encender la ***Fusionadora Signal Fire Ai9***



Figura 3.8

7. Mantener apretado el botón *On/Off* y soltar hasta que emita un sonido

Interfaz inicial de la ***Fusionadora Signal Fire Ai9***

- Pasos a seguir en el procedimiento de Fusión del Hilo de F.O. (Calentamiento Interno del Filamento de F.O.)



Figura 3.9

1. Abrir la tapa de fusión de maquina y agregar cada hilo en un lado lo más cerca uno de otro hilo (formando un ángulo de 180°), pero sin juntar los hilos de F.O. (figura 3.10)
2. Posterior a los pasos anteriores, cerrar la tapa de la maquina (esperar). Si el proceso se ha realizado de manera correcta, la fusión del hilo de F.O. iniciará de forma automática. Si existe algún hilo de F.O. defectuoso aparecerá una “X” indicando si uno o ambos hilos de F.O. deben de ser cortados y limpiados nuevamente.

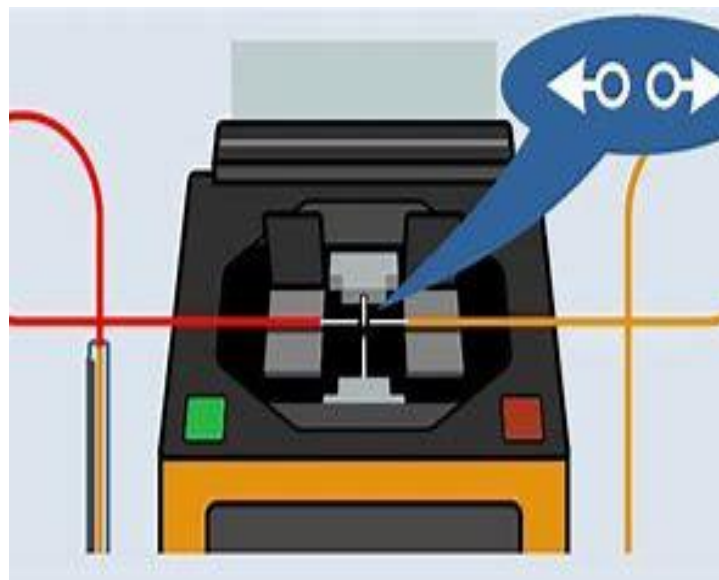


Figura 3.10

3. Colocar en el horno el hilo de F.O. fusionado, con el Termo Retráctil (figura 3.11), y al cerrar la tapa del horno el indicador led del mismo se encenderá, indicando que el proceso de calentamiento se encuentra activo. Cuando el proceso termina, el indicador led se apaga

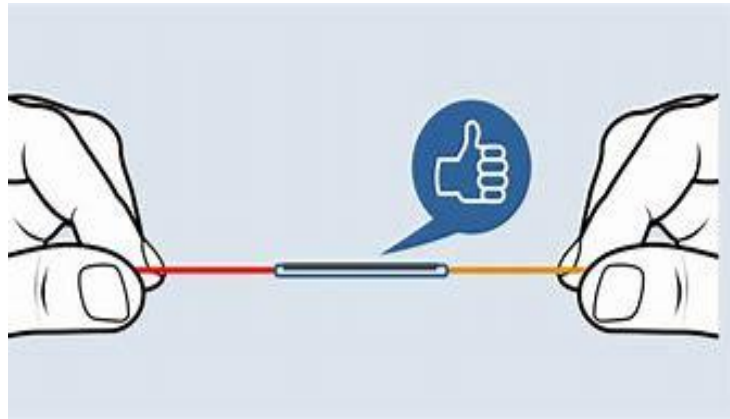


Figura 3.11

INVESTIGAR

1. ¿Cuáles son los tipos de fusionadoras más utilizadas en la industria?
2. ¿Cuáles son las diversas formas de realizar una unión de fibra óptica?
3. ¿Existen otras reglas para realizar las fusiones según sus Códigos de Colores?

5.7.4 GUIA NÚMERO 4 EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FIBRA ÓPTICA

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 4
	TEMA: “<i>EQUIPOS DE MEDICIÓN DE FIBRA ÓPTICA</i>”	
LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELECTRONICA		

INTRODUCCION

Los medidores de potencia y fuentes de luz son equipos de medición que se pueden usar tanto de manera separada como de manera conjunta.

Un medidor de potencia óptica (OPM) es un dispositivo utilizado para medir la energía en una señal óptica, pulso óptico que puede ser creada por un equipo activo o una fuente de luz y que viaja a través de una fibra óptica. El OPM consta de un sensor calibrado, las unidades de visualización y medición.

Los medidores de potencia óptica permiten realizar pruebas en longitudes de onda en redes de fibra óptica tanto monomodo como multimodo.

También puede ser utilizado para realizar mediciones de potencia óptica absoluta y mediciones de pérdida relativa.

OBJETIVO GENERAL

Presentar las diferentes formas de pruebas que se realizan en fibra óptica monomodo expuesta en el módulo didáctico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Utilizar *Lampara VFL TL532* para inyección de luz en cada hilo de fibra óptica.
- Medir potencia óptica en decibelios (dB) en cables de fibra óptica.

MATERIALES DE LABORATORIO

- Cable de fibra óptica tipo drop de 12 hilos (instalado en el laboratorio Especializado de la UTLA).
- **Lampara VFL TL532.**
- Cable armado en práctica anterior.
- **Medidor de Potencia Zwinner JW3218C.**

Desarrollo del proceso a seguir (Figura 4.0):

1. Haciendo referencia al proceso de fusinado de los hilos de F.O. desarrollados en la Guía #3, conectamos la **Lampara VFL TL532** a cada uno de los conectores APC.
2. Comprobar que cada conector refleje la luz al final del conector de salida.
3. Si la luz no tiene la misma intensidad comprobar que la boquilla de la **Lampara VFL TL532** se encuentre adecuadamente conectada al terminal.



Figura 4.0

4. Haciendo uso del **Medidor de Potencia Zwinner JW3218C** medimos la potencia óptica en (dB) del hilo de F.O. (figura 4.1)
5. Haciendo uso de la tecla $\langle\langle\lambda\rangle\rangle$ del **Medidor de Potencia Zwinner JW3218C**, calibrado en la longitud de onda deseada, se conecta al punto y se presiona la tecla $\langle\langle dBm\rangle\rangle$. De esta manera obtenemos el valor de la potencia óptica en el hilo de F.O.



Figura 4.1

Tener en cuenta:

- Los valores obtenidos, deben encontrarse entre -0.3 dB a -0.15 dB. Si el valor excede a este rango, implica que existe un problema con el cableado o en su defecto un conector o acoplador.
- En los casos más comunes y de menor gravedad, la fibra óptica puede sufrir atenuaciones por curvaturas, no se requiere de mayor intervención.

INVESTIGAR

1. ¿Cuáles son las formas de obtener la potencia en watts?
2. ¿Cuáles son las diferencias entre un medidor comercial y uno industrial?
3. ¿Cuál es el alcance de un *Lampara VFL TL532*?

5.7.5 GUIA NUMERO 5 INTRODUCCIÓN AL MINI OTDR

	UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	MATERIA:	PRÁCTICA N° 5
	TEMA: “<i>INTRODUCCIÓN AL MINI OTDR</i>”	
	LUGAR DE EJECUCIÓN: LABORATORIO DE ELECTRONICA	

INTRODUCCIÓN.

El Mini OTDR para fibra óptica monomodo es una herramienta compacta y eficiente diseñada para facilitar la medición de redes de fibra. Con conectores FC, SC y ST, dispositivo ofrece un rendimiento confiable para la evaluación y mantenimiento de instalaciones de fibra óptica.

El mini OTDR (*Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo*) de fibra óptica es una herramienta portátil y compacta utilizada para evaluar la integridad y calidad de enlaces de fibra óptica. Este dispositivo permite detectar fallas, medir la longitud del cable, calcular la atenuación y localizar empalmes o conectores defectuosos a lo largo del tendido de fibra.

Su diseño ligero y tamaño reducido lo convierten en una opción ideal para técnicos de campo y mantenimiento, facilitando las pruebas rápidas y precisas incluso en espacios reducidos o de difícil acceso. A pesar de su tamaño, los mini OTDR modernos ofrecen funciones avanzadas como almacenamiento de trazas, análisis automático de eventos y conectividad USB, lo que los hace indispensables para instalaciones, certificaciones y mantenimientos eficientes en redes de telecomunicaciones, CATV, FTTH y sistemas de datos.

OBJETIVOS GENERAL

Entender las funciones del set que trae el dispositivo estableciendo situaciones para futuras pruebas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Entender la hoja técnica del equipo.
- Entender los mapas de eventos del equipo.

MATERIALES DE LABORATORIO

- Manual del **Mini OTDR Pro JW3302S**
- **Mini OTDR Pro JW3302S.**
- Patchcord SC/APC
- Modulo Didáctico con ODF's

Con el manual proporcionado por el fabricante completar la siguiente tabla:

PARAMETRO	DATO
Rango dinámico	
Longitud de onda	
Zona muerta de evento	
Distancia máxima	
Ancho de pulso	

Encendido y configuración inicial

- Encender el **Mini OTDR Pro JW3302S**
- Presionar el botón de encendido en la parte superior del **Mini OTDR Pro JW3302S.**
- La pantalla mostrará el logo del dispositivo y el menú principal.

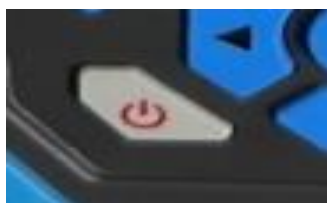


Figura 5.0

Configuración inicial:

- Seleccionar el modo de medición (por defecto, el dispositivo estará en modo de "prueba de fibra").
- Ajustar la longitud de onda según el tipo de fibra a medir (1310 nm o 1550 nm).
- Establecer el umbral de pérdida y la resolución de distancia. Se recomienda dejar estos valores en las configuraciones predeterminadas si no estás seguro.



Figura 5.1

Conexión y pruebas básicas

- Conectar el OTDR a la fibra óptica.
- Conectar el cable de fibra óptica en el puerto de entrada del **Mini OTDR Pro JW3302S**.
- Asegurarse de que el conector se encuentre bien insertado y limpio antes de realizar la prueba.



Figura 5.2

Realizar una medición básica:

- En la pantalla del OTDR, seleccionar "Iniciar prueba" para comenzar la medición. El dispositivo enviará un pulso a través de la fibra y mostrará el gráfico en la pantalla, indicando la distancia y la pérdida de señal.



Figura 5.4

Lectura de la traza:

- El gráfico mostrará los eventos a lo largo de la fibra (como empalmes o rupturas). Los picos indican eventos o reflejos en la fibra.
- La distancia y la pérdida asociada con cada evento estarán claramente indicadas en el gráfico.



Figura 5.4

Interpretación avanzada de resultados

Análisis de la traza:

- Reflexiones: Si se observa un pico en la traza, podría indicar una reflexión, normalmente causada por empalmes o conectores defectuosos.
- Pérdidas: Un descenso en la señal indica una posible pérdida en la fibra.

Detección de fallos:

- Los fallos como rupturas o cortes pueden identificarse si se ve un evento con una caída abrupta de la señal.

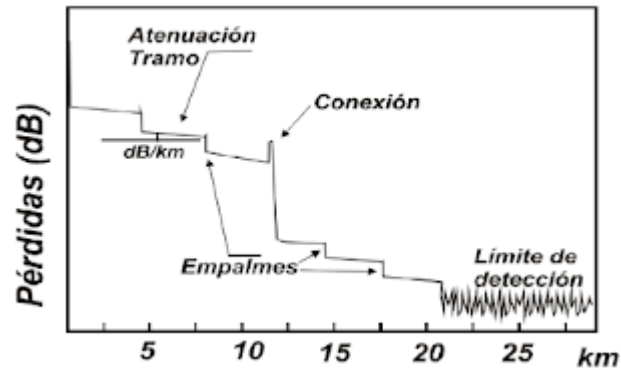


figura 5.5

Uso de funciones avanzadas:

- Medición de pérdidas por distancia: Permite visualizar cómo se distribuye la pérdida de señal a lo largo de la fibra.

INVESTIGAR

1. ¿Cuál es la diferencia entre medir distancias largas y cortas?
2. ¿Cuál es la diferencia entre un mini OTDR y un OTDR?

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La implementación del módulo entrenador para el funcionamiento y mantenimiento de redes de fibra óptica, utilizando la fusionadora de fibra óptica AI-9, el mini OTDR PRO JW3302 y el medidor de potencia ZWINNER JW3218C, representa un recurso de gran valor para la formación práctica de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA). Este módulo les permite adquirir conocimientos esenciales en el ámbito de las redes de datos basadas en tecnología de fibra óptica, incluyendo la manipulación y fusión de hilos de fibra óptica, la identificación y corrección de fallas mediante herramientas especializadas y la simulación de condiciones reales de operación en redes de fibra óptica.

Durante la ejecución del proyecto, se comprobó que las redes de datos con fibra óptica desempeñan un papel fundamental en los sistemas de telecomunicaciones modernos, tanto en entornos residenciales como industriales. Su versatilidad garantiza conexiones confiables y de alta velocidad para la transmisión de datos a largas distancias. No obstante, su correcta instalación y mantenimiento requieren altos estándares de calidad, dado que cualquier daño o fisura en los hilos de fibra puede provocar pérdidas significativas en la transmisión de datos.

Como parte del desarrollo del módulo, se diseñó y simuló una red de datos con 12 hilos de fibra óptica monomodo, permitiendo la interconexión entre el punto de red basado en tecnología de cobre del laboratorio especializado de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) y un máximo de cuatro equipos periféricos aportados por los estudiantes. Las herramientas incluidas en el módulo permiten la ejecución de diversas pruebas y simulaciones de escenarios habituales en redes de fibra óptica. Para facilitar su uso y comprensión, se elaboraron guías prácticas que orientan a los estudiantes en la manipulación de los equipos de manera intuitiva y eficiente.

A pesar del rápido avance en las tecnologías de telecomunicaciones y transmisión de datos, la fibra óptica sigue siendo una de las soluciones más utilizadas y confiables. Su

implementación es continua y en crecimiento, lo que garantiza la relevancia de las herramientas incluidas en este módulo a largo plazo, asegurando su utilidad en la formación de futuros profesionales en el área.

Se deja abierta la posibilidad de que esta propuesta sea ampliada mediante futuras investigaciones que profundicen en los temas abordados o extiendan su aplicación a otros entornos educativos y tecnológicos. De igual manera, puede servir como base para que los estudiantes de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) desarrollen nuevos proyectos o la articulen con otras líneas de investigación, promoviendo así el aprendizaje continuo y el fortalecimiento de sus competencias en redes de fibra óptica.

6.2 RECOMENDACIONES.

1. Antes de iniciar el uso del módulo, verificar que todos los equipos se encuentren en óptimas condiciones. En el caso de tener alguna duda acerca de la operación de los equipos se deberá recurrir a los manuales de operación de los mismos.
2. Si desea simular otro escenario de conexión de fibra óptica o simular otro escenario de implementación no descrito en este documento se debe de consultar el manual de cada equipo antes de ejecutar cualquier acción para evitar cualquier daño o fallo en los equipos del módulo.
3. Utilizar las herramientas adecuadas para los trabajos descritos en este documento para que se puedan realizar las acciones de mantenimiento de fibra óptica de manera eficaz y sin perjudicar la vida útil de los componentes y equipos del módulo.
4. En el caso de que la conexión a internet de los Laboratorios de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) cambie de tecnología de cobre a fibra óptica y se requiera dar mantenimiento a un tramo de fibra óptica alejado del módulo, transportar de manera cuidadosa los equipos que se deban utilizar y posteriormente a los trabajos, regresarlos al lugar asignado según este documento.

5. En el caso de que la conexión a internet de los Laboratorios de la Universidad Técnica Latinoamericana (UTLA) cambie de tecnología de cobre a fibra óptica, mantener funcionales los convertidores de medios de ethernet a fibra óptica, evitar conectar la fibra óptica directamente a los ODF ya que se omitiría la etapa de conversión de medios la cual es muy importante.

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

Provided By MANUALSLIB.com. (2019). Signal-Fire-AL-9-Fusionadora .pdf. ManualsLib. Recuperado 6 de agosto de 2024, de <https://domusntw.com/wp-content/uploads/Signal-Fire-AI-9-Fusionadora.pdf>

YOUYSI-Mini medidor de potencia óptica, JW3218A(-70 ~ + 6) JW3218C(-50 ~ + 26) Universal - AliExpress 509. (s. f.).

Aliexpress. https://es.aliexpress.com/item/10000214624943.html?src=google&aff_fcid=131805d15d854b5fbee063379a8f29c4-1725639117961-04084-UnaMJZVf&aff_fsk=UnaMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UnaMJZVf&aff_trace_key=131805d15d854b5fbee063379a8f29c4-1725639117961-04084-UnaMJZVf&terminal_id=78ac8db786884d23acb43a3905555936&afSmartRedirect=n

Joinwit Products. (s. f.). <https://english.joinwit.com/product-info/JW3302S.html>

Caf. (2024, 19 julio). *CAF apoya el salto en conectividad aérea y digital de El Salvador con créditos por USD 465*

millones. CAF. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2024/07/caf-apoya-el-salto-en-conectividad-aerea-y-digital-de-el-salvador-con-creditos-por-usd-465-millones/>

GRAZZINI, H. O. **Fibras ópticas: conceptos teóricos y aplicaciones prácticas**. ed. Córdoba: Jorge Sarmiento Editor - Universitas, 2020. 230 p. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecaufg/175155?page=1>. Consultado en: 06 Sep 2024

RODRÍGUEZ, Y. **Fibra óptica**. ed. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor | apuntes, 2009. 25 p. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecaufg/28973?page=1>. Consultado en: 06 Sep 2024

Joshelu. (2012, 17 octubre). *Especial Comunicaciones ópticas (II): Qué es una fibra óptica y cómo funciona*. Xataka Móvil. <https://www.xatakamovil.com/conectividad/especial-comunicaciones-opticas-ii-que-es-una-fibra-optica-y-como-funciona>

Walton, A. (2023, 29 abril). *Cableado de Fibra Óptica » CCNA desde Cero*. CCNA Desde Cero. <https://ccnadesdecero.es/cableado-fibra-optica/>

UNAM. (s. f.). Sistema de comunicaciones óptico: estado del arte. En Unam. Recuperado 10 de febrero de 2025, de <https://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/870/A5.pdf?sequence=5>

Sheldon. (s. f.). Guía práctica sobre adaptadores/acopladores de fibra óptica | Comunidad FS.

Knowledge. <https://community.fs.com/es/article/fiber-optic-adaptercoupler-tutorial.html>

Tipos de conectores de fibra óptica: Guía sencilla. (2019, 26 septiembre).

PROMAX. <https://www.promax.es/esp/noticias/578/tipos-de-conectores-de-fibra-optica-guia-sencilla/>

Fs. (s. f.). ¿Cuántos tipos de conectores de fibra conoces? FS.com. <https://www.fs.com/es/blog/four-types-connectors-of-fiber-optic-patch-cable-1877.html>

¿Cómo hacer la selección correcta de cables de fibra óptica? (2021, 28 abril).

Fibremex. <https://fibremex.com/fibra-optica/views/Blog/detalle.php?id=121>

Cable de fibra óptica - ¿Qué es el cable ADSS y sus beneficios? (s. f.). US Communication

Service. <https://uscomservice.com/es/blogs/cable-clamp/what-is-adss-fiber-optic-cable-and-its-benefits#:~:text=Adem%C3%A1s%25252C%252520ADSS%252520cables%252520est%C3%A1n%252520disponibles,un%252520solo%252520y%252520multi%252520modo>

Camara, M. (2017, 6 julio). Sensor de temperatura por fibra óptica. NTDhoy,

S.L. https://www.fibraoptica hoy.com/sensor-temperatura-fibra-optica/#goog_rewarded

Mesurex. (2022, 30 mayo). Endoscopio flexible de fibra óptica | Micro-Epsilon |

MTFS. <https://mesurex.com/catalogo/productos/endoscopios/mtfs/>

What Does FTTH and FTTX Mean, and What is the Internet?

(s. f.). <https://telecom.samm.com/>. <https://telecom.samm.com/what-does-ftth-fttx-mean-and-what-is-the-internet>

Toputel GPON/EPON Optical Network Terminal ONT1710. (2025, 10 abril). Original Industrial

4G/5G/LTE Router And Gateway, Ethernet Switch, Industrial Computer Manufacturer/factory-

Toputel Technology. <https://www.toputel.com/products/toptel-gpon-epon-optical-network-terminal-ont1710>

Cable de fibra óptica de 12 hilos monomodo CFS824, autoportada | JMTelcom.

(s. f.). <https://www.jmtelcom.com/product/cable-de-fibra-optica-de-12-hilos-monomodo-cfs824-autosoportada/>

colaboradores de Wikipedia. (2025, 22 febrero). FTTX. Wikipedia, la Enciclopedia

Libre. <https://es.m.wikipedia.org/wiki/FTTx>

Convertidores de medios para redes Ethernet. (s. f.). Phoenix Contacts. Recuperado 1 de febrero de 2025,

de <https://www.phoenixcontact.com/es-mx/convertidores-de-medios-redes-ethernet>

Chávez, V. (2020, 17 julio). ¿QUÉ ES UNA FUSIONADORA DE FIBRA ÓPTICA? Optronics.

Recuperado 5 de enero de 2025, de <https://optronics.com.mx/conectividad/views/blog/detalle/86->

[fusionadora-fibra-optica](#)

Fusionadora Signal Fire AI-9. (s. f.). Multiplay. Recuperado 7 de marzo de 2025,

de https://multiplay.com.pe/media/file/producto/producto/Fusionadora_SIGNAL_FIRE_AI-9.pdf

Mini medidor de potencia óptica 800Nm-1700Nm probador de cable de fibra óptica de alta precisión,

medidor de potencia de fibra óptica. (s. f.). Amazon. Recuperado 5 de febrero de 2025,

de <https://www.amazon.com.mx/medidor-potencia-800nm-1700nm-Probador-precisi%C3%B3n/dp/B088FRV32F>

Convertidor de medios Ethernet 2X, puerto de fibra 1* SC, 4* puerto RJ45, convertidor de fibra SC

monomodo A Ethernet RJ45, 10/100M, transceptor óptico de hasta 1.9 mi. (s. f.). Amazon.

Recuperado 5 de febrero de 2025, de <https://www.amazon.com/-/es/MOUDOAUER-Convertidor-Ethernet-convertidor-transceptor/dp/B0C7TXPH8B>

Lápiz de fibra óptica ligera de 18.6 mi de cable de fibra óptica detector de fallos Láser fuente de luz. (s. f.).

Amazon. Recuperado 5 de febrero de 2025, de <https://www.amazon.com/-/es/%C3%B3ptica-ligera-detector-fallos-fuente/dp/B0BDF3C7VL>

MANUAL DE INSTALACIÓN. (s. f.). Fibremex. Recuperado 10 de marzo de 2025,

de https://fibremex.com/fibra-optica/public/images/img_spl/productos/OPCEH14468FB/manual/Manual%20de%20Cierre%20de%20Empalme%20de%201%20Nivel%20Horizontal%20para%2096%20a%20144%20Fibras.pdf

CAPITULO VIII ANEXOS

8.1 PASO A PASO DE LA CREACIÓN DEL MÓDULO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE FIBRA ÓPTICA.



Gabinete de pared de 4 UR



Instalación de gabinete en la pared.



Instalación de acopladores en ODF



Introducción de cable de fibra óptica en ODF



Instalación de ODFs en el Gabinete



Fusión de fibra óptica con pigtails para su armado en ODF



Armado de preparación de ODF con fibra y pigtails ya fusionados.



Módulo Terminado

8.2 CARTA DE ENTREGA DEL MÓDULO DE DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE FIBRA ÓPTICA; UTILIZANDO LA FUSIONADORA AI-9, MINI OTDR PRO JW3302 Y MEDIDOR DE POTENCIA ZWINNER OPM.

ING. ROOSELVET ADOLFO OSORIO
SECRETARIO GENERAL
UNIVERSIDAD TÉCNICA LATINOAMERICANA
PRESENTE:

Atención: Ing. José Wilfredo Martínez López

Por medio de la presente se realiza la entrega de un del Módulo Entrenador De Funcionamiento y Mantenimiento de Redes de Fibra Óptica, para los Laboratorios de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana, siguiendo las recomendaciones del Ing. Gustavo Raúl Alfaro sobre el diseño de este durante la ejecución del proyecto de tesis denominado: "Diseño, implementación y mantenimiento de redes de fibra óptica; utilizando la Fusionadora AI-9, Mini OTDR PRO JW3302 y Medidor de Potencia Zwinner OPM"

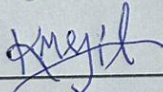
Una vez finalizado el módulo entrenador en las semanas del 03 de marzo al 05 de abril del presente año, se hace de su conocimiento que el equipo contemplado en nuestro proyecto de tesis ha sido llevado a los Laboratorios de Ingeniería de la Universidad Técnica Latinoamericana.

A continuación se presenta el detalle del mobiliario y equipos entregados:

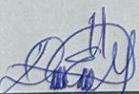
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Fusionadora SignalFire modelo AI-9 con sus accesorios	1
2	Mini OTDR Joinwit modelo JW3302	1
3	Medidor de Potencia Zwinner modelo JW3218C	1
4	Lámpara VFL Nextlink modelo TL532	1
5	Convertidores de medios Soarland & Henix modelo HTB-GS-03	2
6	Gabinete de red de 4UR	1

7	ODF desplegables Fointer de 12 puertos	2
8	Mesa de trabajo	1
9	Cable ethernet CAT6	4
10	Bobina de cable de fibra óptica sin armadura monomodo	1
11	Bobina de cable de fibra óptica drop monomodo	2
11	Patchcord APC de fibra óptica monomodo	2
12	Pigtail SC/APC de fibra óptica monomodo	20
13	Termoencogible para fusones de fibra óptica	54
14	Conectores de fibra óptica SC/PC	23
15	Conectores RJ45 macho CAT6	20
16	Conectores de fibra óptica SC/APC	13
17	Alcoholera con alcohol isopropílico	1
18	Extensión eléctrica	1
19	Bobina de 10 metros de cable UTP CAT6	1

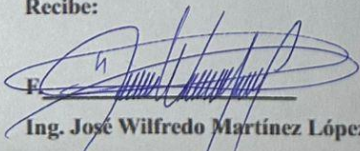
Entrega:

F. 
 Kevin Aldair Mejía Álvarez

F. 
 Eduardo Rodrigo Flores Coca

F. 
 David Ernesto López Guardado

Recibe:

F. 
 Ing. José Wilfredo Martínez López