UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín
Revista Electrónica de Estudios Telemáticos
TÉLÉMATIQUE

Equipo de Certificación de Redes de Fibra Óptica, Basado en Tecnología Embebida de Microcontroladores Arduino

Fiber Optic Network Certification Equipment, Based on Arduino Microcontroller Embedded Technology

Ing. Hernández Villalobos, José Manuel
Correo: josemahv23@gmail.com
Código Orcid: 0009-0006-7108-0126

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito el diseño y desarrollo de un prototipo de equipo certificador de redes de fibra óptica basado en Arduino. En bases con las teorías de: Bob Chomycs (1998), Wayne Tomasi (2003), Boylestad (2023), Ogata (2010), Dorf (2015), Gossing (2015), entre otros. Este prototipo buscó ser una solución de bajo costo y fácil acceso, capaz de realizar pruebas precisas y confiables de parámetros críticos como la atenuación, la longitud, la calidad de la fuente de luz, el rendimiento del OTDR y el control de la dispersión cromática. El proyecto se alinea con la necesidad de fortalecer la infraestructura de telecomunicaciones en Venezuela, particularmente en ciudades clave como Maracaibo, donde empresas como Airtek ya están impulsando la expansión de redes de alta velocidad. Al proporcionar una herramienta eficiente y asequible, esta investigación contribuye directamente a mejorar la calidad de la señal y la fiabilidad de las conexiones de internet en el país, ofreciendo una vía para la inversión e Innovación Tecnológica en un sector vital para el desarrollo. La metodología de esta investigación se estructuró en cinco fases principales para asegurar un desarrollo integral y sistemático. La fase I, "Análisis de la situación actual", implica una revisión exhaustiva del estado de las redes de fibra óptica y las necesidades de certificación existentes. La fase II, "Determinar los requerimientos técnicos", definirá las especificaciones exactas que el prototipo debe cumplir para ser funcional y efectivo.

Palabras clave: certificación, redes, fibra óptica, microcontroladores.

Abstract

The main purposes of this research are the design and development of a prototype of fiber optic network certification equipment based on Arduino. Based on the theories of: Bob Chomycs (1998), Wayne Tomasi (2003), Boylestad (2023), Ogata (2010), Dorf (2015), Gossing (2015), among others. This prototype seeks to be a low-cost and easily accessible solution, capable of performing accurate and reliable testing of critical parameters such as attenuation, length, light source quality, OTDR performance, and chromatic dispersion control. The project aligns with the need to strengthen telecommunications infrastructure in Venezuela, particularly in key cities such as Maracaibo, where companies like Airtek are already driving the expansion of high-speed networks. By providing an efficient and affordable tool, this research directly contributes to improving the signal quality and reliability of internet connections in the country, offering an avenue for investment and technological innovation in a vital sector for development. The methodology of this research is structured into five main phases to ensure comprehensive and systematic development. Phase I, "Analysis of the Current Situation," involves a thorough review of the current state of fiber optic networks and existing certification needs. Phase II, "Determine Technical Requirements," will define the exact specifications the prototype must meet to be functional and effective.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Keywords: certification, networks, fiber optics, microcontrollers.

Objetivos

Analizar el equipamiento actual de certificación de redes de fibra óptica en el sector de telecomunicaciones.

Determinar los requerimientos técnicos del equipo de certificación de redes de fibra óptica, basado en tecnología embebida de microcontroladores arduino.

Fundamentación Teórica

El fundamento teórico de este estudio se basó en lo comprendido conceptualmente a través de la perspectiva de varios autores, sobre fibra óptica, principios de transmisión de luz en fibra óptica, tipos de fibra óptica, cables de fibra óptica, Microcontroladores, Microcontroladores Arduino, Arquitectura, Funcionamiento de los microcontroladores Arduino y el software Arduino. De la misma manera los resultados obtenidos fueron analizados y cotejados con los autores que soportan la investigación.

Fibra óptica

La fibra óptica, Paz (2022), es una guía de ondas dieléctrica con perfil cilíndrico que trabaja a bajas frecuencias ópticas (radiación luminosa). La fibra óptica confina en su interior la energía electromagnética de la radiación óptica guiándola a lo largo de su eje longitudinal. El medio físico consiste en tres partes bien diferenciadas:

Núcleo: Medio por el que se conduce la señal luminosa al quedar confinada en su interior sin poder escapar debido a las reflexiones internas que se producen con el revestimiento.

Revestimiento: Su función es confinar el haz de luz dentro del núcleo. Para ello el material cuenta con un índice de refracción menor al del núcleo. Revestimiento externo, su misión es proteger al núcleo y al revestimiento de posibles daños mecánicos.

Principios de Transmisión de Luz en Fibra Óptica

Según Tomasi (2003, p429), la física de la luz, aunque se puede analizar por completo el funcionamiento de las fibras ópticas aplicando las ecuaciones de Maxwell, es una forma complicada por necesidad. Para la mayoría de las aplicaciones prácticas, se puede usar el trazado geométrico de ondas en lugar de las ecuaciones de Maxwell. Con el trazado de rayos se obtienen resultados con exactitud suficiente.

Un átomo tiene varios niveles de energía, o estados; el mínimo nivel es el estado fundamental. Un nivel de energía mayor que el estado fundamental se llama estado excitado. Si un átomo que tiene un nivel de energía decae a un nivel inferior, la pérdida de energía (en electrón volts), se emite en forma de fotón. La energía del fotón es igual a la diferencia entre las energías de los dos niveles. El proceso de decaer de un nivel de energía a otro se llama decaimiento espontáneo o emisión espontánea.

Asimismo, la transmisión de luz en una fibra óptica se basa en el principio de la reflexión interna total. La luz se propaga a lo largo del núcleo de la fibra, rebotando repetidamente en la interfaz entre el núcleo y el revestimiento. Este mecanismo permite transmitir información a grandes distancias y altas velocidades.

Tipos de Fibra Óptica

Fibra Monomodo

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Forouzan (2007), El monomodo usa fibra de índice escalonado y una fuente de luz muy enfocada que limita los rayos a un rango muy pequeño de ángulos. La fibra monomodo se fabrica con un diámetro más pequeño que las fibras multimodal y con una densidad sustancialmente menor. El decrecimiento de densidad da como resultado un Angulo critico que está muy cerca de los 90° para hacer que la propagación de los rayos sea casi horizontal.

Por último, la fibra mono modo es un tipo de fibra óptica diseñada para transportar un solo rayo de luz a través de su núcleo. A diferencia de las fibras multimodal, que permiten que múltiples rayos de luz viajen por diferentes caminos, las fibras monomodo están optimizadas para transmitir un único modo de luz. Ofrecen un rendimiento superior en términos de distancia de transmisión, ancho de banda y calidad de señal. Son ideales para aplicaciones de alta velocidad y larga distancia, donde la integridad de los datos es fundamental.

Fibra Multimodo

Forouzan (2007). El multimodo se denomina así porque hay múltiples rayos de luz de una fuente luminosa que se mueven a través del núcleo por caminos distintos. Cómo se mueven estos rayos dentro del cable depende de la estructura del núcleo.

En la fibra multimodo de índice escalonado, la densidad <el núcleo permanece constante desde el centro hasta los bordes. Un rayo de luz se mueve a través de esta densidad constante en línea recta hasta que alcanza la interfaz del núcleo y el revestimiento. En la interfaz, hay un cambio abrupto a una densidad más baja que altera el ángulo de movimiento del rayo. El término índice escalonado se refiere a la rapidez de este cambio, que contribuye a distorsionar la señal a medida que pasa a través de la fibra.

Un segundo tipo de fibra, denominado fibra multimodo de índice de gradiente gradual, decrementa esta distorsión de la señal a través del cable. La palabra índice se refiere en este caso al índice de refracción. Como se ha visto anteriormente, el índice de refracción está relacionado con la densidad. Por tanto, una fibra de índice de gradiente gradual tiene densidad variable. La densidad es mayor en el centro del núcleo y decrece gradualmente hasta el borde

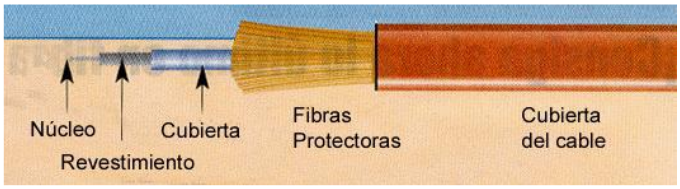
Una fibra óptica multimodo es un tipo de fibra óptica que permite la propagación de múltiples rayos de luz a través de su núcleo. A diferencia de las fibras monomodo, que solo permiten un solo modo de luz, las multimodo tienen un núcleo más grande y permiten que varios rayos de luz viajen por diferentes caminos dentro de la fibra, llegando al otro extremo en diferentes momentos. Son una opción adecuada para aplicaciones de corta distancia y menor ancho de banda.

Cables y Tipos

Una fibra óptica consta de un cilindro de vidrio extremadamente delgado, denominado núcleo, recubierto por una capa de vidrio concéntrica, conocida como revestimiento. Las fibras a veces son de plástico. El plástico es más fácil de instalar, pero no puede llevar los pulsos de luz a distancias tan grandes como el vidrio. Debido a que los hilos de vidrio pasan las señales en una sola dirección, un cable consta de dos hilos en envolturas separadas. Un hilo transmite y el otro recibe. Una capa de plástico de refuerzo alrededor de cada hilo de vidrio y las fibras Kevlar ofrece Nsolidez. En el conector de fibra óptica, las fibras de Kevlar se colocan entre los dos cables. Al igual que sus homólogos (par trenzado y coaxial), los cables de fibra óptica se encierran en un revestimiento de plástico para su protección. Solorzano (2017).

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Figura N°1: Estructura del cable de fibra óptica,



Fuente: Solórzano (2017)

Microcontroladores

Según lo explica Angulo (2003) Un microcontrolador es un computador completo, aunque de limitadas prestaciones, que está contenido en el chip de un circuito integrado y se destina a gobernar una sola tarea.

Microcontroladores Arduino

Según lo expresa la web oficial de la plataforma Arduino (http://arduino.cc); Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos. Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores.

Arquitectura y Funcionamiento de los Microcontroladores Arduino

la información dada en Arduino.cc, El hardware Arduino se basa en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. El elemento principal el microcontrolador Atmegaxx8, un chip sencillo y de bajo coste que permite el desarrollo de múltiples diseños.

Los microcontroladores AVR más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, y Atmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños, aunque también nos encontramos microcontroladores CortexM3 de ARM de 32 bits, 5 que coexistirán con las más limitadas, pero también económicas AVR de 8 bits. ARM y AVR son plataformas diferentes, pero gracias al IDE de Arduino los programas se compilan y luego se ejecutan sin cambios en cualquiera de las plataformas.

La tarjeta Arduino, contiene para interacción con el usuario trece entradas/salidas digitales, seis entradas analógicas y un puerto serial que permite realizar comunicación con periférico, además de un puerto serial una conexión USB, en la figura podemos observar la localización de las entradas analógicas y digitales como los pines de alimentación. También tiene un pulsador para resetear cualquier fallo que exista en los procesos que se vayan a realiza con la tarjeta Arduino.

Figura N°2: Placa Arduino



Fuente: Arduino.cc

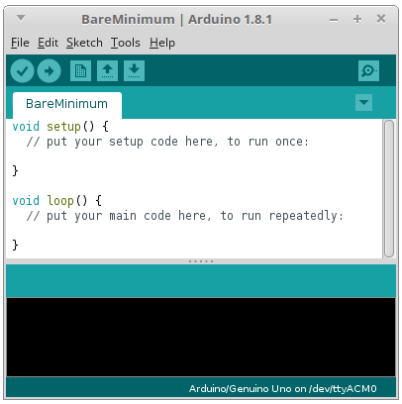
Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Software Arduino

Fuente obtenida y proporcionada por la web de Arduino.cc. El software de fuente abierta Arduino (IDE) hace que sea fácil de escribir código y cargarlo en el tablero. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y basado en Procesamiento y otro software de código abierto. Este software se puede utilizar con cualquier placa Arduino.

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica. Además, en el caso de Arduino incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware a través del puerto serie.

Figura N°3: Software Arduino



Fuente: Arduino.cc

Metodología

De acuerdo con los objetivos propuestos a la investigación se catalogó de tipo descriptiva según Sabino (2014) “La investigación de tipo descriptiva trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta.

Para la investigación descriptiva, su preocupación primordial radica en descubrir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada”. Por otro lado, Fidias. Arias (2016) manifiesta “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. De acuerdo a lo anteriormente citado nuestra investigación corresponde al tipo descriptiva ya que para establecer el diseño de un equipo certificador de fibra óptica es fundamental el análisis de las variables del diseño para la correcta implementación de tecnologías, conocimientos y dispositivos electrónicos.

También se establece una investigación del tipo aplicada, el cual para el autor Sabino (2014), los trabajos de indagación suelen clasificarse en aplicados, según su propósito de vinculación a la resolución de un problema práctico y es en la investigación aplicada, donde los conocimientos a obtener son el insumo necesario para proceder a la acción.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

De acuerdo con este tipo de investigación corresponde al tipo aplicada para la resolución de un problema práctico en este caso la certificación de redes de fibra óptica tomando en cuenta los aportes teóricos en el estudio. Asimismo, la aplicación de soluciones que implican las variables de esta investigación.

El diseño de la investigación fue de campo, debido a que se realizara en el lugar donde se presenta el problema, tomando en cuenta la definición de investigación de campo la cual según Arias (2016) ¨es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde acurren los hechos¨

Adicionalmente, Tamayo (2011, p.114), señala que el diseño de campo comprende "la recolección directa de los datos con la realidad y su valor radica en que permiten cerciorarse de las verdaderas condiciones en las que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas".

En base a lo expuesto por los autores anteriores, se puede concluir que esta investigación también es clasificada como investigación de campo, cuyo método a utilizar será la recolección de datos directamente de la realidad, debido a que su desarrollo se efectuará en contacto con los especialistas en el área de telecomunicaciones en las empresas de telecomunicaciones ubicadas en CANTV, AIRTEK, FULL DATA, OZ CONECTIONS, entre otros, en Maracaibo, Estado Zulia.

En el mismo orden de ideas, el autor Chávez (2007), considera que los instrumentos de recolección son los medios que utiliza el investigador para medir el comportamiento o atributos, entre los que se mencionan cuestionarios, entrevistas de clasificación, entre otros. Por otra parte, el autor Arias (2014), lo define los instrumentos como los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Como instrumento de recolección de datos en la presente investigación se utilizará el cuestionario que para el autor Gómez (2016), consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir, básicamente se consideran dos tipos de preguntas que pueden ser cerradas o abiertas.

El presente estudio se trabajó con la encuesta mediante escala Likert, a través de la implementación de un instrumento de recolección de datos o cuestionario constituido por (x) ítems, con x (x) alternativas de respuesta abiertas siendo estas, "Totalmente de acuerdo", "Desacuerdo", "medianamente de acuerdo", "En desacuerdo" y "Totalmente en desacuerdo". Estas fueron ponderadas con 5,4,3,2,1 puntos respectivamente. Dicho cuestionario se aplicó a los especialistas en el área de telecomunicaciones en la ciudad de Maracaibo del Estado Zulia, los cuales realizan las evaluaciones, diagnósticos y análisis de la red de fibra óptica al momento de la construcción, revisión por averías y por planes de mantenimiento en la gestión de las respectivas empresas públicas y privadas para suministrar los servicios de telecomunicaciones.

Tabla 1. Baremo de Ponderación de ítems del cuestionario.

ITEMS	ALTERNATIVAS DE RESPUESTA
5	Totalmente de acuerdo
4	De acuerdo
3	Medianamente de acuerdo
2	En desacuerdo
1	Totalmente en desacuerdo

Fuente: Elaboración Propia (2025)

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Resultados

La primera fase del desarrollo de la investigación fue analizar de la situación actual de la fibra óptica en Venezuela ya que enfrenta una crisis en sus telecomunicaciones por el deterioro de la infraestructura de fibra óptica, resultado de la falta de inversión y mantenimiento, agravada por restricciones económicas. A pesar de esto, existe un interés creciente en mejorar la calidad de las redes FTTH, especialmente en áreas urbanas, impulsadas por una alta demanda de internet de velocidad. La infraestructura se concentra en grandes ciudades (ej. Maracaibo, con Artek), pero su expansión se ve limitada por la falta de inversión.

El servicio actual es irregular, con problemas de latencia y baja velocidad. El acceso a equipos de certificación de última generación es escaso y costoso, llevando al uso de tecnología obsoleta o alternativas de menor calidad. La crisis económica, la falta de personal calificado, problemas energéticos y la burocracia son desafíos clave. Sin embargo, la demanda de conectividad representa una oportunidad para la expansión FTTH y la adopción de nuevas tecnologías de certificación. Proyectos gubernamentales, colaboración internacional y la formación técnica especializada pueden impulsar la modernización. Operadores como CANTV (principal) e Inter, Airtek, Fulldata y SuperCable tienen un papel crucial y la oportunidad de invertir en calidad para destacarse.

Por lo que centrado al primer objetivo de esta fase de la investigación que es “Análisis de la Situación Actual”, los resultados obtenidos se presentan a continuación en la tabla N°2 mediante cinco indicadores: atenuación, longitud, fuente de luz, OTDR, dispersión cromática.

Tabla 2.- Dimensión: Equipamiento Actual De Certificación De Redes De Fibra Óptica En El Sector De Telecomunicaciones

OPCIONES DE RESPUESTA	INDICADOR									
	Atenuación		Longitud		Fuente de Luz		OTDR		Dispersión cromática	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Totalmente de acuerdo	32	53.33	45	77.59	54	90.00	48	81.36	47	79.66
De acuerdo	23	38.33	4	6.90	6	10.00	10	16.95	8	13.56
Medianamente de acuerdo	4	6.67	7	12.07	0	0.00	1	1.69	4	6.78
En desacuerdo	0	0.00	2	3.45	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Totalmente en desacuerdo	1	1.67	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL	60	100.00	58	100.00	60	100.00	59	100.00	59	100.00
MEDIA DEL INDICADOR	4.42		4.50		4.90		4.78		4.70	
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	MEDIA ALTA		MEDIA ALTA		ALTA		ALTA		ALTA	
MEDIA DE LA DIMENSIÓN	4.66									
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	ALTA									

Fuente: Elaboración propia (2025)

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

El análisis del Equipamiento actual de certificación de redes de fibra óptica en telecomunicaciones revela una alta percepción positiva (media de 4.66). Los especialistas confirman que la atenuación (media 4.42) afecta el rendimiento, pero poseen las herramientas y capacidad para solventarlo. Las mediciones de longitud (media 4.50) son consideradas confiables, aunque con un pequeño margen de mejora (3.45% en desacuerdo). La fuente de luz (media 4.90) recibe la valoración más alta, indicando gran satisfacción con su calidad y estabilidad. El OTDR (media 4.78) es percibido como una herramienta esencial y los especialistas se sienten competentes en su uso. Finalmente, la dispersión cromática (media 4.70) se mantiene bajo control con técnicas efectivas. En conjunto, los indicadores demuestran un alto cumplimiento y conocimiento en el sector.

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos de esta fase, a través de tres indicadores clave: señal óptica transmitida, enlace de fibra óptica y prueba de perdida óptica para determinar los requerimientos técnicos para equipos certificadores de fibra óptica.

Tabla 3.- Dimensión: Requerimientos Técnicos Del Equipo De Certificación De Redes De Fibra Óptica

OPCIONES DE RESPUESTA	INDICADOR					
	Señal Óptica Transmitida		Enlace de Fibra Óptica		Prueba de Perdida Óptica	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Totalmente de acuerdo	44	74.58	54	90.00	33	55.00
De acuerdo	3	5.08	4	6.67	18	30.00
Medianamente de acuerdo	11	18.64	2	3.33	9	15.00
En desacuerdo	1	1.69	0	0.00	0	0.00
Totalmente en desacuerdo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL	59	100.00	60	100.00	60	100.00
MEDIA DEL INDICADOR	4.50		4.87		4.40	
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	**MEDIA ALTA**		**ALTA**		**MEDIA ALTA**	
MEDIA DE LA DIMENSIÓN	4.59					
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	**ALTA**					

Fuente: Elaboración propia (2025)

Profundizando en los resultados de la segunda fase de investigación, enfocada en los requerimientos técnicos para los equipos certificadores de redes de fibra óptica, se observa una percepción notablemente positiva, reflejada en una media general de 4.59, lo que la clasifica como de "alta presencia". Esto sugiere que, a pesar de los desafíos contextuales, existe una sólida base en cuanto a las expectativas y el reconocimiento de la importancia de estos requerimientos para el desempeño óptimo de las redes.

Desglosando por indicadores, la señal óptica transmitida es valorada con una media alta de 4.50, con un contundente 74.58% de encuestados totalmente de acuerdo. Este consenso subraya la confianza de los especialistas en la fiabilidad y precisión de las pruebas de

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

pérdida óptica realizadas desde la OLT (Óptica Line Terminal), así como en la idoneidad del equipamiento actual para un diagnóstico efectivo de posibles fallas en la red.

Complementando esto, el enlace de fibra óptica emerge como el indicador con la valoración más alta de la dimensión, alcanzando una media de 4.87, con un impresionante 90% de aprobación total. Esto indica una fuerte convicción de que los enlaces implementados cumplen con los estándares exigidos por las operadoras de telecomunicaciones y son eficientes en la detección de degradaciones o datos anómalos, un pilar fundamental para la calidad del servicio.

Finalmente, la prueba de pérdida óptica también se percibe como generalmente efectiva y precisa, con una media de 4.40. Si bien un significativo 55% de los especialistas está totalmente de acuerdo en la fiabilidad de sus resultados, la distribución de respuestas (30% de acuerdo y 15% medianamente de acuerdo) sugiere que existe un margen real y una oportunidad palpable para optimizar aún más estos procesos y herramientas, buscando alcanzar una uniformidad aún mayor en la confianza de los resultados obtenidos.

Continuando con el análisis de los resultados de la investigación, se presenta la siguiente tabla 4 muestra un análisis de los indicadores relacionados: simulación de redes de fibra óptica, terminales de línea óptica, adaptadores para arruino y componentes electrónicos; cuyos datos permiten visualizar la distribución de las respuestas en cada categoría según el baremo previamente establecido.

Tabla 4.- Dimensión: Equipo De Certificación De Redes De Fibra Óptica

OPCIONES DE RESPUESTA	INDICADOR							
	Simulación de redes de fibra Óptica		Terminales de línea óptica		Adaptadores para arduino		Componentes electronicos	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Totalmente de acuerdo	41	68.33	28	47.46	44	74.58	51	85.00
De acuerdo	16	26.67	16	27.12	10	16.95	7	11.67
Medianamente de acuerdo	3	5.00	13	22.03	5	8.47	2	3.33
En desacuerdo	0	0.00	2	3.39	0	0.00	0	0.00
Totalmente en desacuerdo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL	60	100.00	59	100.00	59	100.00	60	100.00
MEDIA DEL INDICADOR	4.63		4.18		4.65		4.82	
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	**ALTA**		**MEDIA ALTA**		**ALTA**		**ALTA**	
MEDIA DE LA DIMENSIÓN	4.57							
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	**ALTA**							

Fuente: Elaboración propia (2025)

El Equipo de certificación de redes de fibra óptica en telecomunicaciones es percibido con una alta presencia (media 4.57). La simulación de redes de fibra óptica (media 4.63) es una herramienta valiosa, aunque con un 5% de dificultades. Los terminales de línea óptica (media 4.18) son el área más preocupante por problemas de compatibilidad e instalación. Los adaptadores para Arduino (media 4.65, 74.58% de acuerdo) son muy bien recibidos por su

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

facilidad de uso. Los componentes electrónicos (media 4.82, 85% de acuerdo) destacan por su alta calidad y variedad.

Para finalizar el análisis de resultados para la situación actual se tiene la siguiente tabla 5 se tienen los resultados del análisis de los indicadores: programación de un certificador de redes de fibra óptica basado en lenguaje arduino, placa arduino uno, módulos arduino y componentes electrónicos. Al igual que en las tablas anteriores, se realizó un análisis detallado profundizando lo más posible en las implicaciones de los resultados.

Tabla 5.- Dimensión: Prototipo Del Equipo De Certificación De Redes De Fibra Óptica

OPCIONES DE RESPUESTA	INDICADOR							
	Programación de un certificador de redes de fibra óptica basado en lenguaje arduino		Placa arduino uno		Módulos arduino		Componentes electrónicos	
	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr	Fa	Fr
Totalmente de acuerdo	49	83.05	45	75.00	15	41.67	10	27.78
De acuerdo	6	10.17	11	18.33	11	30.56	16	44.44
Medianamente de acuerdo	4	6.78	4	6.67	4	11.11	10	27.78
En desacuerdo	0	0.00	0	0.00	6	16.67	0	0.00
Totalmente en desacuerdo	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL	59	100.00	60	100.00	36	100.00	36	100.00
MEDIA DEL INDICADOR	4.70		4.68		3.98		3.88	
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	**ALTA**		**MEDIA ALTA**		**MEDIA**		**MEDIA**	
MEDIA DE LA DIMENSIÓN	4.31							
INTERPRETACIÓN DEL BAREMO	**MEDIA ALTA**							

Fuente: Elaboración propia (2025)

El análisis de los indicadores del prototipo de certificador de fibra óptica basado en Arduino revela una percepción general positiva, con una media global de 4.31 (alta). La programación en Arduino obtuvo el mayor respaldo (83.05% totalmente de acuerdo, media: 4.70), destacándose como una plataforma adecuada y confiable para este fin. La placa Arduino Uno también recibió una evaluación favorable (75% de acuerdo, media: 4.68), siendo considerada versátil y efectiva para proyectos embebidos.

Sin embargo, los módulos Arduino presentaron una menor satisfacción (media: 3.98), debido a problemas de compatibilidad y disponibilidad, con un 16.67% en desacuerdo. Por último, los componentes electrónicos obtuvieron la calificación más baja (media: 3.88), principalmente por la variabilidad en calidad, disponibilidad y costos, lo que generó críticas en un 27.78% de las respuestas. En conclusión, el prototipo demuestra ser viable y bien valorado en su núcleo (programación y placa), pero requiere mejoras en la selección de módulos y componentes para optimizar su eficiencia y aceptación entre los especialistas.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

La segunda fase de la investigación se basó en determinar los requerimientos técnicos, se tomó en cuenta de los componentes utilizados en el proyecto antes de haber diseñado el prototipo, esta investigación contó con información del sistema de tecnología embebida Arduino Uno, con sus extensiones, puertos y convertidores para poder certificar el estado de una red de fibra óptica. El Arduino Uno R3 utiliza el microcontrolador ATmega328. En adición a todas las características de las tarjetas anteriores, el Arduino Uno utiliza el ATmega16U2 para el manejo de USB en lugar del 8U2 (o del FTDI encontrado en generaciones previas).

Esto permite ratios de transferencia más rápidos y más memoria. No se necesitan drivers para Linux o Mac (el archivo inf para Windows es necesario y está incluido en el IDE de Arduino).

El Arduino es una plataforma computacional física open-source basada en una simple tarjeta de I/O y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. El Arduino Uno R3 puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP).

Figura N°4.- Arduino Uno



Fuente: https://arduino.cl/producto/arduino-uno/

Convertidor de Fibra Óptica Monomodo o Multimodo con 1 puerto SFP 1000 Mbps y 1 puerto RJ45 10/100/1000 Mbps. Plug and play. Es un convertidor de fibra óptica que permite la conexión entre redes de fibra y redes de cobre. Su principal función es facilitar la transmisión de datos a largas distancias, utilizando la tecnología de fibra óptica, que ofrece una mayor velocidad y estabilidad en comparación con el cableado de cobre. Este dispositivo es compatible con módulos SFP monomodo y multimodo, lo que lo hace versátil para diferentes tipos de redes.

Figura N°5.- Convertidor de Fibra Óptica

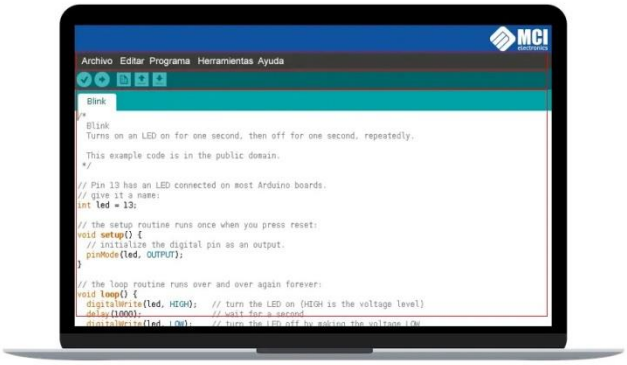


Fuente: TpLink

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Software de Arduino, según la página web oficial de Arduino. El IDE es un conjunto de herramientas de software que permiten a los programadores desarrollar y grabar todo el código necesario para hacer que nuestro Arduino funcione como queramos. El IDE de Arduino nos permite escribir, depurar, editar y grabar nuestro programa (llamados «sketches» en el mundo Arduino)

Figura N°6.- Software Arduino



Fuente: Arduino.cl

También se requiere de una pantalla LCD con Arduino, este componente mencionado por la página oficial de arduino.cc (2025) que en el cual La biblioteca LiquidCrystal permite controlar pantallas LCD compatibles con el controlador Hitachi HD44780. Existen muchos controladores, y normalmente se identifican por su interfaz de 16 pines.

Figura N°7.- Pantalla LCD de 16x2

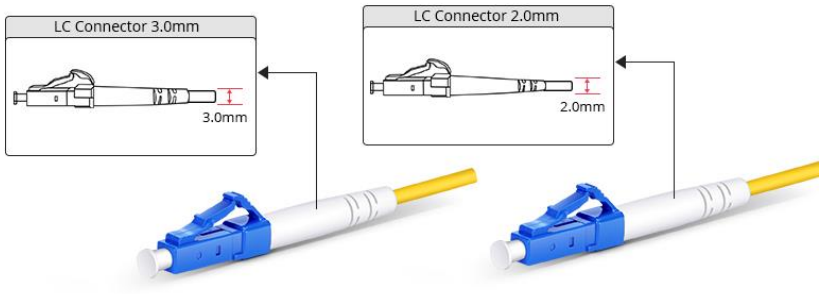


Fuente: Arduino.cc

Por otro lado, se utiliza como tipo de conector LC para la fibra óptica que en el cual es un tipo de conector óptico cuyo nombre completo es conector Lucent. Su nombre se debe a que el conector LC fue desarrollado por primera vez por Lucent Technologies (Alcatel-Lucent en la actualidad) para aplicaciones de telecomunicaciones. Utiliza un mecanismo de lengüeta de retención y el cuerpo del conector se asemeja a la forma cuadrada del conector SC. Al igual que el conector de tipo SC, el conector de fibra óptica LC es fácil de enchufar o desenchufar, y proporciona un ajuste seguro y alineado con precisión conforme a las normas TIA/EIA 604. Hasta ahora, sigue siendo uno de los conectores de fibra óptica más populares en el mercado de la fibra óptica.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Figura N°8.- Conector LC



Fuente: fs.com (2021)

Con respecto a la fibra óptica a usar según la Universidad del Azuay, Ecuador (2025), el principio de esta es que la luz producida por diodos o por láser, viaja a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor.

La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información debido a sus excelentes características: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración. Su mayor desventaja es su coste de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costes de instalación.

Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de refracción del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental o normalizada; también se conoce como apertura numérica y es adimensional. Según el valor de este parámetro se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases:

Monomodo. Cuando el valor de la apertura numérica es inferior a 2,405, un único modo electromagnético viaja a través de la línea y por tanto ésta se denomina monomodo. Sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, consiguiendo el rendimiento máximo, en concreto un ancho de banda de hasta 50 GHz.

Este tipo de fibras necesitan el empleo de emisores láser para la inyección de la luz, lo que proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que son utilizadas en redes metropolitanas y redes de área extensa. Por contra, resultan más caras de producir y el equipamiento es más sofisticado. Puede operar con velocidades de hasta los 622 Mbps y tiene un alcance de transmisión de hasta 100 Km.

Multimodo. Cuando el valor de la apertura numérica es superior a 2,405, se transmiten varios modos electromagnéticos por la fibra, denominándose por este motivo fibra multimodo.

Las fibras multimodo son las más utilizadas en las redes locales por su bajo coste. Los diámetros más frecuentes 62,5/125 y 100/140 micras. Las distancias de transmisión de este tipo de fibras están alrededor de los 2,4 kms y se utilizan a diferentes velocidades: 10 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps y 155 Mbps.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Figura N°17.- Fibra Óptica



Fuente: Universidad del Azuay.edu.ec

Conclusiones

A partir de los hallazgos de esta investigación, se logró cumplir con los objetivos planteados inicialmente, los cuales se centraron en dos aspectos fundamentales: por un lado, analizar el estado actual del equipamiento de certificación de redes de fibra óptica en el sector de telecomunicaciones venezolano, y por otro, determinar los requerimientos técnicos específicos para el desarrollo de un equipo de certificación innovador, basado en tecnología embebida con microcontroladores Arduino.

El análisis de la situación actual puso de manifiesto que, a pesar de las complejidades económicas y las limitaciones de inversión que enfrenta Venezuela, la infraestructura de fibra óptica ha experimentado avances significativos. Esto se debe, en gran medida, a la progresiva implementación de estándares tecnológicos globales, lo que ha generado una mejora sustancial en diversas infraestructuras que anteriormente carecían de este medio de transmisión de datos de alta velocidad.

Sin embargo, para sostener y potenciar este crecimiento a nivel nacional, es imperativo asegurar la disponibilidad de talento humano debidamente capacitado en la materia. Este factor es crucial para la correcta gestión, mantenimiento y evolución de las redes existentes y futuras, garantizando que el país pueda seguir avanzando en su desarrollo digital.

En lo que respecta a los requerimientos técnicos para el desarrollo de un prototipo de certificación de redes de fibra óptica con Arduino, la investigación se apoyó en una exhaustiva revisión bibliográfica, incluyendo revistas especializadas y libros de referencia. Este proceso de documentación fue esencial para identificar los componentes electrónicos más adecuados que no solo permitan la certificación de redes de fibra óptica de manera efectiva, sino que también aseguren un costo significativamente menor en comparación con los equipos comerciales de alta gama.

La visión de este prototipo trasciende el ámbito empresarial, ya que se concibe como una herramienta versátil que puede beneficiar tanto a las empresas del sector de telecomunicaciones facilitando la certificación y el mantenimiento de sus redes como al medio educativo. En el ámbito académico, este equipo de bajo costo se convierte en una plataforma invaluable para que estudiantes y profesionales puedan estudiar y comprender de forma práctica el comportamiento de la luz en la fibra óptica, fomentando así el desarrollo de nuevas habilidades y la innovación en el campo.

Referencias Bibliográficas

Arias (2014). *El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología* científica (7ma edición). Venezuela. Editorial Episteme, C.A.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025

Behrouz A. Forouzan (2007). *Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones* (4ta edición). Editorial McGraw-Hill.

Bob Chomycz (1998). *Las Instalaciones De Fibra Óptica: Fundamentos, Técnicas Y Aplicaciones*. Mcgraw-hill / Interamericana de España, S.A.

Boylestad (2023). *Introducción al Análisis de Circuitos*. (14va edición). México. Editorial Pearson.

Dorf (2015). *Circuitos Eléctricos* (9na edición). México. Editorial Alfaomega.

Gómez (2016). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica.* (2da edición). Argentina. Editorial Brujas.

Katsuhiko Ogata (2010). *Ingeniería de control moderna* (5ta edición). España. Editorial Pearson.

Sabino (2014) El Proceso de Investigación. Guatemala. Editorial Episteme.

Solórzano (2017). *Propuesta de Monitorización de la Red de Fibra Óptica en Plataforma Arduino para la Gerencia de Infraestructura de Red externa de Telefónica Venezolana*. Venezuela.

Tamayo (2011). *El proceso de la Investigación Científica.* (5ta edición). México. Editorial Limusa, S.A.

Wayne tomasi (2014). *Advanced Electronic Communications Systems*. (6th edition). England. Pearson.

Depósito Legal: PPI201002ZU3614 / ISSN: 2244-7970. Volumen 24 Edición No 01– Año 2025