

INTRODUCCIÓN A HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN

Preparatorio N°3

CP Redes de Comunicaciones Ópticas

1st Ronaldo Almachi

Ingeniería en Telecomunicaciones

Facultad de Eléctrica y Electrónica

Quito, Ecuador

ronaldo.almachi@epn.edu.ec

Resumen—En este documento se presenta un resumen acerca de la herramienta de simulación para fibra óptica Optisystem, se puede encontrar una descripción acerca del entorno de trabajo y herramientas disponibles en Optisystem, así mismo se presenta los valores por defecto para las configuraciones globales de un simulación en el software ya mencionado, y finalmente se realiza un pequeño resumen acerca de las herramientas que nos permiten obtener gráficos en tiempo y frecuencia para señales ópticas y eléctricas.

Index Terms—Optisystem, fibra óptica, simulación, herramientas, visualizador, eléctrico, óptico

I. INTRODUCCIÓN

Optisystem es un potente software de diseño innovador, que evoluciona rápidamente permitiendo a los usuarios planificar y simular casi todo tipo de enlace óptico en línea de transmisión de un amplio espectro de redes ópticas como: LAN, SAN, MAN a muy largo recorrido. Este software ofrece líneas de transmisión óptica en sistemas de comunicación, diseñados y planificados de componentes a nivel de sistema, y presenta visualmente análisis y escenarios. [1]

Beneficios Específicos

- Proporciona una visión global del rendimiento del sistema. [1]
- Evalúa la sensibilidad de parámetros, para ayudar a las especificaciones de tolerancia de diseño. [1]
- Ofrece acceso directo a amplias series de datos de caracterización de sistema. [1]
- Proporciona barrido automático de parámetros y de optimización. [1]

II. OBJETIVOS

- Familiarizar al estudiante con el software de simulación Optisystem, entorno de trabajo y herramientas.
- Simular un sistema básico de Comunicaciones Ópticas (TX-Medio-RX), para familiarizar al estudiante con el uso de los componentes de la herramienta Optisystem.

- Analizar los resultados presentados por los instrumentos virtuales disponibles en el simulador para señales eléctricas y ópticas.

III. PREGUNTAS

A. Realizar un resumen acerca de las principales características del software Optisystem, y describir su entorno de trabajo. Compararlo con otras herramientas de simulación de redes de fibra óptica haciendo énfasis en los requerimientos de instalación y procesamiento.

Optisystem es un software de simulación creado para abordar las necesidades de los científicos investigadores, ingenieros de telecomunicaciones ópticas, integradores de sistemas, estudiantes y una amplia variedad de otros usuarios, OptiSystem satisface la demanda del mercado fotónica en evolución de una herramienta de diseño de sistemas ópticos potente pero fácil de usar. [2]

OptiSystem permite a los usuarios planificar, probar y simular (tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia): [2]

- Diseños de redes ópticas que incluyen OTDM, anillos SONET / SDH, CWDM, DWDM, PON, Cable, OCDMA
- Transmisión monomodo/multimodo
- Óptica del espacio libre (FSO), Radio sobre la fibra (ROF), OFDM (directo, coherente)
- Amplificadores y láseres (EDFA, SOA, Raman, Híbrido, Optimización GFF, Láseres de fibra)
- Procesamiento de señales (eléctrico, digital, totalmente óptico)
- Diseño del subsistema del transmisor y del receptor (directo/coherente)
- Formatos de modulación (RZ, NRZ, CSRZ, DB, DPSK, QPSK, DP-QPSK, PM-QPSK, QAM-16, QAM-64)
- Análisis de rendimiento del sistema (diagrama ocular/ factor Q/BER, potencia de señal/OSNR, estados de

polarización, diagramas de constelación, penalizaciones lineales y no lineales)

Entorno de trabajo

El entorno de trabajo es sumamente sencillo, puesto que se parece a muchas otras aplicaciones de simulación de circuitos, la parte diferencial de Optisystem se basa en el contenido de sus librerías el cual se describe a continuación.

- **Biblioteca de transmisores:** contiene una amplia selección de fuentes ópticas (Fabry-Perot, DFB, VCSEL), generadores de pulsos de señal eléctrica y óptica, moduladores ópticos (EA, MZ), moduladores eléctricos y codificadores (QAM, PAM, FSK, OFDM) y generadores de señal multimodo (Laguerre-Gaussian, Hermite-Gaussian).
- **Biblioteca de receptores:** La biblioteca de receptores contiene todos los bloques de construcción necesarios para modelar con precisión los subsondidos de receptores de comunicación óptica. Los componentes incluyen regeneradores (recuperación de reloj/datos, 3R), ecualizadores electrónicos, detectores de umbral, circuitos de decisión para modulación PSK/QAM, fotodetectores PIN y APD, demoduladores (OFDM, frecuencia, amplitud de fase), decodificadores (PAM, QAM, PSK, etc.) y conjuntos de herramientas de procesamiento de señal digital (DSP) para sistemas PSK y MAQ coherentes de polarización simple y dual.
- **Fibras ópticas:** Los modelos avanzados, altamente parametrizadas, de fibra óptica se pueden utilizar para caracterizar la propagación de señales monomodo y multimodo; incluyendo deterioros lineales (dispersión), estocásticos (PMD) y no lineales (FWM, modulación autofásica y modulación de fase cruzada). Utilizando el componente de fibra óptica bidireccional de OptiSystem, es posible modelar y medir los efectos de dispersión de Rayleigh, Brillouin y Raman.
- **Amplificadores:** Se proporciona un conjunto completo de modelos de amplificadores ópticos dinámicos y de estado estacionario, incluidos modelos avanzados de fibra dopada (Er, Er multimodo, Er-Yb, Yb, Yb multimodo, Tm, Pr) para un diseño detallado de amplificadores de fibra física; Caja negra EDFA y EDFA (espectro de ganancia, mediciones de cifras de ruido) para el diseño de sistemas de red WDM; modelos Raman dinámicos y de potencia media; y modelos de amplificadores ópticos semiconductores 1D/2D (ecuación de velocidad agrupada, onda viajera, TLMM). También se proporcionan amplificadores de dominio eléctrico para el diseño del receptor (transimpedancia, control automático de ganancia y aplicaciones de amplificador limitador).
- **Herramientas de diseño de red:** Las herramientas de diseño de red incluyen modelos ideales y no ideales para conmutadores ópticos, multiplexores, des-multiplexores, guías de onda de matriz (AWGs), conectores de fibra y emuladores pmc.

- **Filtros:** Se proporciona una variedad de filtros eléctricos y ópticos para la simulación de diseño de subconjuntos y sistemas, incluidas las funciones de filtro estándar (Bessel, Gaussian, RC, Coseno elevado, etc.), filtros digitales IIR / FIR, filtros periódicos, filtros reflectantes / FBG, filtros medidos, filtro de parámetros S y acousto-óptico.
- **Herramientas de diseño de óptica espacial y de espacio libre:** OptiSystem cuenta con componentes especializados que pueden modelar canales ópticos de espacio libre (características de antena, propagación atmosférica) y el análisis espacial del acoplamiento de señales multimodo entre dispositivos (generadores multimodo, conectores espaciales, lentes delgadas, visualizadores espaciales).
- **Herramientas de visualización:** Las herramientas de visualización y análisis posterior a la simulación incluyen conjuntos y analizadores de pruebas BER, analizadores de diagramas oculares, analizadores de espectro, osciloscopios, visores ópticos de dominio de tiempo, medidores de potencia, analizadores de polarización, visualizadores espaciales, flujo rodeado, analizador DMD, analizador fotónico de todos los parámetros, analizador de filtros y extractor de parámetros S.

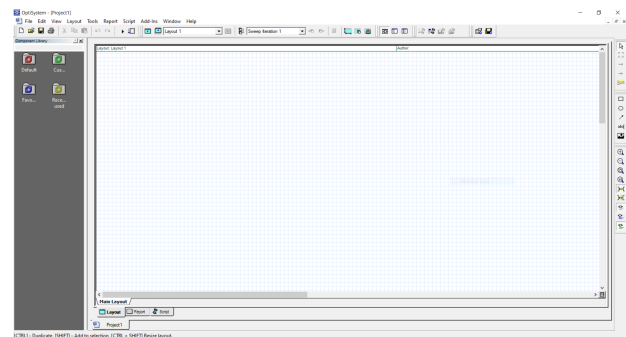


Figura 1. Entorno de trabajo de Optisystem

Otros software de simulación de fibra óptica

- **GeoFibra:** El plugin de QGIS para el diseño de redes FTTH, GeoFibra, es una solución Open Source. en la que se ha optado por el uso combinado de tres tecnologías de código abierto, Python, PostGIS y QGIS.
 - Python es uno de los lenguajes de programación Open Source más extendidos del sector.
 - PostGIS, es la extensión espacial de PostgreSQL, ello quiere decir que en nuestras consultas SQL de PostGIS podremos incluir predicados espaciales que nos permitirán alcanzar registros y combinaciones que nos sería imposible de lo contrario
 - QGIS, el GIS Open Source líder del mercado. Sobre éste podremos montar las capas, darles estilo, etiquetarlas y sobre todo, donde podremos disparar las consultas de PostGIS.

B. Investigar cuáles son los valores por defecto para las configuraciones globales de una simulación en Optisystem, así como también la manera de modificar los mismos. Enfocarse en características como:

- Bit rate
- Sequence Length
- Samples per bit
- Time Window
- Sample rate
- Number of samples

Los valores por defecto de configuración globales se pueden obtener fácilmente si se tiene Optisystem previamente instalado, en nuestro caso nos basaremos enteramente en lo obtenido por el software, a continuación en la figura 2, se presenta la los valores por defecto de la configuración global.

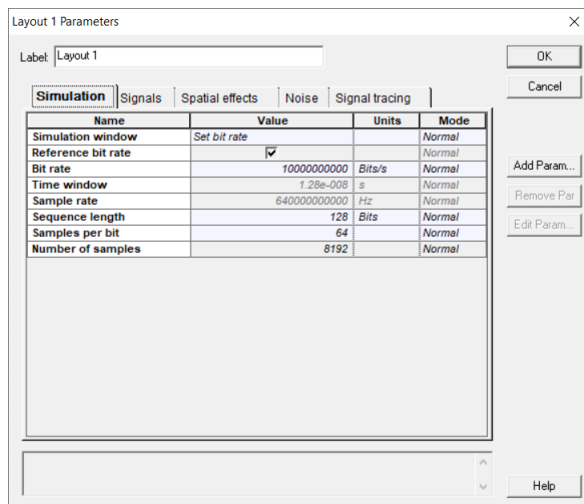


Figura 2. Valores por defecto de la configuración global

En base al gráfico presentado es importante mencionar que no todos los parámetros pueden modificarse, al menos no sin necesidad aparente, tal cual es el caso de la opción "Time window", "Sample rate", mientras que las demás opciones pueden ser modificadas de manera sencilla, es decir se debe dar clic en la columna de "Value", tomando como referencia la fila "Name", de donde se quiere cambiar algún parámetro, la opción más usada es el "Bit rate", para probar las simulaciones a diferentes velocidades

C. Investigar los bloques o componentes del simulador que permiten obtener gráficas en tiempo y frecuencia para señales eléctricas y ópticas. Indicar las principales características de cada uno de ellos.

Para señales ópticas

- **Optical Time Domain Visualizer (OTVD):** Este visualizador permite al usuario calcular y mostrar señales ópticas en el dominio del tiempo. Puede mostrar la intensidad de la señal, la frecuencia, la fase y el parámetro

alfa para las polarizaciones X y Y. También proporciona características mejoradas para caracterizar pulsos ultracortos como la autocorrelación y la puerta óptica resuelta en frecuencia (FROG).

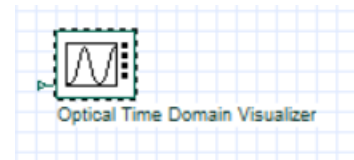


Figura 3. Optical Time Domain Visualizer (OTVD)

- **Optical Spectrum Analyzer (OSA):** Este visualizador permite al usuario calcular y mostrar señales ópticas en el dominio de la frecuencia. Puede mostrar la intensidad de la señal, la densidad espectral de potencia, la fase, el retardo de grupo y la dispersión para las polarizaciones X y Y.

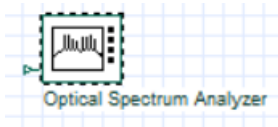


Figura 4. Optical Spectrum Analyzer (OSA)

Para señales eléctricas

- **Oscilloscope Visualizer:** Este visualizador permite al usuario calcular y mostrar señales eléctricas en el dominio del tiempo. Puede mostrar la amplitud de la señal y la autocorrelación.

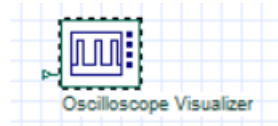


Figura 5. Oscilloscope Visualizer

- **RF Spectrum Analyzer (RFSA):** Este visualizador permite al usuario calcular y mostrar señales eléctricas en el dominio de la frecuencia. Puede mostrar la intensidad de la señal, la densidad espectral de potencia y la fase.

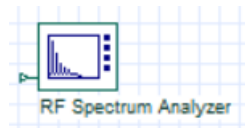


Figura 6. RF Spectrum Analyzer (RFSA)

REFERENCIAS

- [1] "OptiSystem Archives", Optiwave. <https://optiwave.com/category/products/system-and-amplifier-design/optisystem/> (consultado jun. 22, 2021).
- [2] "OptiSystem Overview", Optiwave. <https://optiwave.com/optisystem-overview/> (consultado jun. 22, 2021).