

PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE MÁSTER (TFM):

1) TÍTULO:

“Diseño de un modelo de simulación para la capacidad de enlaces mediante la multiplexación de nodos” (se podrá modificar en la versión definitiva)

2) DESCRIPCIÓN DEL TFM Y FORMATO FINAL:

La temática de este trabajo consiste en desarrollar un modelo de simulación basado en las fibras multimodo, siendo empleado para diseñar enlaces en los que se aumente su capacidad utilizando multiplexación.

El formato sugerido a implementar consiste en una propuesta de trabajo a consultar durante el período de trabajo, además de una memoria explicativa que sintetice los contenidos del mismo a modo de resolución final.

3) INTRODUCCIÓN

Se entiende por fibra óptica al medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos, consistente en un hilo de material transparente (vidrios y materiales plásticos en su mayoría) e ínfimo grosor. A través de él son enviados pulsos de luz, procedentes de láser o LED, que poseen la información de los datos a transmitir.

Su uso está muy extendido en el ámbito de las telecomunicaciones, puesto que se permite enviar una gran cantidad de datos a distancias inmensas, con velocidades superiores a las que ofrece el cable convencional. Además ofrece inmunidad a las interferencias de tipo electromagnético, lo que supone una buena robustez en la transmisión.

Los nodos ópticos son el lugar por el que las señales descendentes de la cabecera del usuario pasan a información eléctrica para continuar su camino hacia el hogar del abonado mediante la red de distribución coaxial. En ellos se produce la conversión de la señal óptica del enlace.

La multiplexación por división de longitud de onda (WDM) es una tecnología que nos permite la transmisión de señales independientes a través de la misma fibra óptica, empleando portadoras de diferentes longitudes. Este término hace referencia a portadoras de tipo óptico, mientras que la multiplexación por frecuencia (FDM), generalmente es empleada en aplicaciones de radiofrecuencia.

En este trabajo final de máster se propone la continuación de las investigaciones previas de los compañeros en este ámbito, referentes a las fibras de pocos modos, siendo aplicada una adaptación hacia la multiplexación de nodos. En nuestro caso, se diseñarán enlaces de poco alcance y emplearemos modulación OOK, a partir de estas premisas se desarrollará el código en software Matlab y se analizarán los resultados en consecuencia.

Total gratitud a la Universidad Oberta de Catalunya, así como a mi tutor en este proyecto, el profesor Josep María Fábrega por darme la oportunidad de investigar esta materia tan de actualidad hoy en día.

4) ESTADO DEL ARTE

Con el objetivo de comprender más profundamente las bases teóricas de nuestra investigación, se presentan en el proyecto una serie de conceptos preliminares sobre la fibra óptica, así como otros de gran importancia en el marco de este trabajo.

La composición de la estructura de la fibra, su funcionamiento físico según las leyes de la óptica, así como los tipos existentes y las ventajas / desventajas de la misma serán detallados en mi TFM final. No obstante, a continuación se expondrá información básica sobre los diferentes modos de la fibra, con objeto de detallar los avances a realizar sobre la base inicial del trabajo de Diego Camilo.

Según la Teoría Electromagnética, se definen los modos guiados como aquellos “cuya energía está confinada mayoritariamente en el núcleo de la fibra. La energía transportada en la cubierta es una función evanescente o fuertemente decreciente con la distancia al núcleo”. Son clasificados de la siguiente manera:

- Modos TE (Transversal Eléctrico): Aquellos en los que no existe componente del campo eléctrico en la dirección de propagación.
- Modos TM (Transversal Magnético): Análogo al anterior, pero en referencia al campo magnético.
- Modos TEM (Transversal Electromagnético): Carecen de componentes de cualquiera de los dos tipos.
- Modos HE/EH: Denominados modos híbridos, cuando los valores de las componentes sean distintos de cero.

Las soluciones a la siguiente ecuación electromagnética, que cumplen las condiciones de contorno de la fibra óptica son los modos guiados que se propagan en la misma, distinguiendo la monomodo (SM, si se propaga 1 sólo modo) y la multimodo (MM, si se propagan más).

$$\nabla^2 E = n^2 \cdot \epsilon_0 \cdot \mu_0 \cdot \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

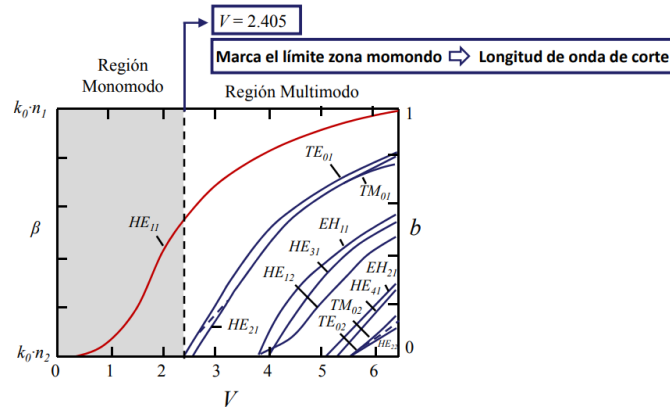
$E = E(r)e^{j(\omega t - \beta z)}$

Campo transversal estacionario
Propagación

Los parámetros de interés obtenidos a partir de la resolución de las ecuaciones son V (frecuencia normalizada) y b (Constante de propagación normalizada), definidos mediante las siguientes expresiones matemáticas:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot a}{\lambda} \cdot \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad b = \frac{(\beta / k_0) - n_2}{n_1 - n_2}$$

V es una función que toma λ (freq.) y la geometría de la fibra, estableciendo el valor de la frecuencia que se debe alcanzar para que un cierto modo se propague, es decir, deje de estar “al corte”. Cerca de esta condición, la mayor parte de la energía se propaga por la cubierta, lo que adquiere la denominación de modos “poco confinados”.



Este diagrama supone la curva de ‘ b ’ frente a ‘ V ’ para los modos que se propagan por la fibra, determinando el punto de la región límite de la zona monomodo, dependiente de forma directa de la longitud de la onda de corte.

5) JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La elección de la temática del trabajo resulta idónea, puesto que supone la continuación del antiguo trabajo del compañero Diego Camilo, dedicado a las fibras de pocos modos (entre tres y seis).

El objetivo general consiste en el diseño de enlaces de poco alcance (en torno a 25 km), empleando una modulación OOK y estudiando su comportamiento.

Los objetivos concretos se resumen en:

- Continuación de la investigación previa sobre las fibras de pocos modos (entre 3 y 6)
- Adaptación y evolución de la misma a multiplexación de nodos
- Diseño de enlaces de poco alcance (en torno a 25 km), empleando modulación OOK y estudiando su comportamiento
- Creación de rutinas mediante software Matlab como medio de simulación del comportamiento del proyecto
- Análisis de la respuesta (output) de los scripts programados

6) METODOLOGÍA GLOBAL

El trabajo se verá introducido mediante contenidos teóricos que contextualicen el marco del proyecto, para posteriormente introducir la parte puramente de investigación, que será desarrollada y analizada mediante el software Matlab.

7) TAREAS A REALIZAR

La estructura del proyecto será la siguiente:

Desarrollo TFM: Tiempo total de trabajo del TFM, entendido como el primer semestre del curso, incluyendo tanto tareas como tiempo extra de margen para el repaso y perfeccionamiento de las mismas.

Trabajo previo: Consiste en todas las tareas correspondientes a la búsqueda de área de conocimiento, así como selección del tutor y realización de los trámites preliminares necesarios. Finaliza con el hito de la aprobación inicial.

Plan de trabajo: Tras la puesta a punto inicial, se identifican los objetivos del trabajo y se planifican las tareas del TFM en consecuencia, lo que desemboca en el hito de aceptación de la constitución del proyecto. Paralelamente, se inician los contenidos teóricos del trabajo como pueden ser el estado del arte y la introducción.

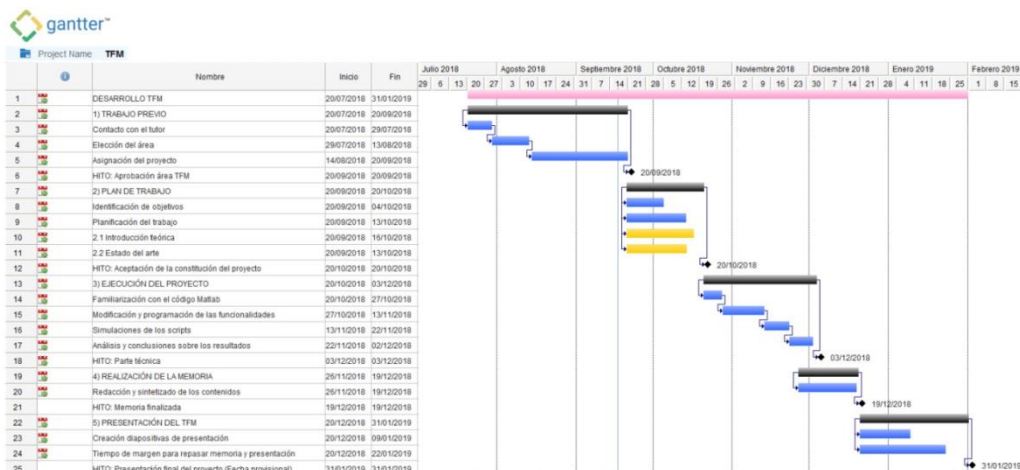
Ejecución del proyecto: Corresponde a esta parte todo el desarrollo técnico del mismo, es decir, la codificación y programación Matlab del escenario virtual. Evidentemente el análisis de los resultados, así como las conclusiones finales, son referente a esta parte.

Realización de la memoria: Sintetizado y escritura de todos los conocimientos obtenidos por la investigación, así como purga de errores. También es necesario dar formato e imagen al trabajo como muestra de una buena imagen trabajada adecuadamente.

Presentación del TFM: Por último se realizará la presentación de diapositivas explicativas del trabajo, que resuman en la medida de lo posible la mayor cantidad de información. Se dejará un tiempo de margen para repasar la memoria, para finalmente acabar con el hito de la presentación final del Trabajo de Fin de Máster.

8) SEGUIMIENTO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

Tal y como se plasma en el diagrama, realizando con la herramienta abierta Gantter, las etapas del proyecto se espaciarán a lo largo del semestre de la forma más óptima posible. Las fechas y duraciones expuestas en ningún caso son definitivas, puesto que sólo suponen un punto de partida inicial de referencia.



1. Desarrollo TFM: Comprende la totalidad del espacio temporal dedicado al proyecto, así como de todas las subtareas que componen su creación.
2. Trabajo previo: Consiste en la agrupación de las tres tareas siguientes.
3. Contacto con el tutor: Paso preliminar de vital importancia, consistente en el contacto vía e-mail con el profesor Josep María Fábrega, para guiar las directrices del trabajo a llevar a cabo durante el semestre.
4. Elección del área: Evolución natural de la tarea anterior, dirigida al campo de las Comunicaciones Ópticas, rama de especialidad del tutor del TFM.
5. Asignación del proyecto: Última etapa del trabajo previo, que en mi caso ha supuesto la dirección ya mencionada, hacia la fibra óptica y la multiplexación en la misma.
6. Aprobación del área del TFM: Hito que consagra las subtareas referentes al trabajo previo.
7. Plan de trabajo: Consiste en el inicio del proyecto, correspondiéndose a la parte más orientada a la organización, dentro del mismo.
8. Identificación de objetivos: Como su propio nombre indica, consta del ejercicio de distinción de los pasos a seguir para lograr una resolución favorable del trabajo final.
9. Planificación del trabajo: Paso siguiente que consiste en destinar espacios temporales lo más óptimos posible para cada una de las tareas, y consecuciones de los objetivos pertinentes asociados a las mismas.
10. Introducción teórica: Primer parte del TFM, que sirve para contextualizar el marco en el que se llevan a cabo las tareas.
11. Estado del arte: Conjunto de explicaciones referentes a conceptos de fibra óptica y multiplexación, que sirvan para encaminar al lector.
12. Aceptación de la constitución del proyecto: Hito que consagra las tareas referentes al plan de trabajo.
13. Ejecución del proyecto: Tarea principal que consiste en el trabajo de investigación del ámbito seleccionado.
14. Familiarización con el código Matlab: Subtarea que deriva de la anterior y supone el punto de partida fundamental.
15. Modificación y programación de las funcionalidades: Tomando las rutinas de código suministradas, se han de llevar a cabo los cambios oportunos en base a la investigación realizada.
16. Simulaciones de los scripts: Ejecución de las rutinas anteriormente mencionadas.
17. Análisis y conclusiones de los resultados: Observación de los outputs generados por software, así como la consecuente redacción de las explicaciones resumen de las operaciones.
18. Parte técnica: Hito que consagra las tareas referentes a la ejecución del proyecto.
19. Realización de la memoria: Tarea en la que llega la hora de plasmar sobre un documento todos los conocimientos adquiridos por el trabajo.
20. Redacción y sintetizado de los contenidos: Consiste en el trabajo de escribir y dar formato a toda la información antes mencionada.
21. Memoria finalizada: Hito que consagra las tareas referentes a la realización de la memoria.
22. Presentación del TFM: Exposición final pública del trabajo.

23. Creación de diapositivas de presentación: Parte final de nuestro cometido, orientada a dar buena imagen en la presentación.
24. Tiempo de margen para repaso: Espacio temporal extra, destinado a atar los últimos cabos sueltos (en caso de haberlos) durante el semestre.
25. Presentación final del proyecto: Consecución de todos los objetivos anteriores en el interior del plazo deseado.

9) PALABRAS CLAVE

Multiplexación de nodos, enlaces de poco alcance, modulación OOK, capacidad, comportamiento.

10) PERFIL DEL TUTOR

Josep María Fàbrega, profesor de la Universidad Oberta de Catalunya (UOC), referente al Área de Comunicaciones Ópticas de la misma entidad.