

# Capítulo 1 Introducción

Por el rápido crecimiento de Internet la tecnología se ha tenido que adaptar para cubrir las demandas de mayor ancho de banda. Para cubrir esta demanda los proveedores de Internet necesitan mejores productos como conmutadores y enrutadores de alta productividad. Las tecnologías existentes han tenido problemas para el manejo de paquetes, se necesita una manera más simple de llevar los paquetes, una con las opciones de manejo de tráfico y funcionamiento de un conmutador tradicional combinado con la inteligencia de flujo de paquetes de un enrutador. Se cree que la tecnología MPLS (*MultiProtocol Label Switching*) puede ayudar a resolver estas necesidades.

MPLS integra las características clave de la Capa 2 y Capa 3 del modelo ISO/OSI, además no está limitado a ningún protocolo de la Capa 2 ó 3. En el enrutamiento tradicional, un paquete se direcciona salto-a-salto. Es decir, cada vez que ese paquete llega a un enrutador tiene que revisar rutas basadas en la dirección de destino de la Capa 3 incluida en el encabezado del IP (*Internet Protocol*). Esto es necesario cada vez para determinar el siguiente salto en su trayecto hasta llegar a su destino final [NOR01].

En MPLS, la decisión de asignar un determinado paquete a una FEC (*Forward Equivalence Class*) en particular se hace una sola vez, cuando el paquete entra a la red en un LER (*Label Edge Router*). La FEC a la que un paquete es asignado es codificada en una etiqueta de un tamaño determinado. Cuando el paquete es enviado a su siguiente salto, la etiqueta es enviada con el paquete, es decir, los paquetes son etiquetados antes de ser enviados.

En los saltos subsecuentes no hay necesidad de hacer análisis del encabezado del paquete de la capa de red. Más bien, la etiqueta es usada como un índice en una tabla la cual especifica el siguiente salto y una nueva etiqueta. Así la etiqueta es reemplazada con una nueva etiqueta la cual es agregada al paquete y luego ambos son enviados al siguiente salto. Esto lo hacen los enrutadores o conmutadores denominados LSRs (*Label Switch Router*).

Así, una vez que un paquete es asignado a una FEC, ningún enrutador subsiguiente necesita volver a hacer el análisis. Esto tiene varias ventajas a comparación del direccionamiento de red convencional [RVC01]:

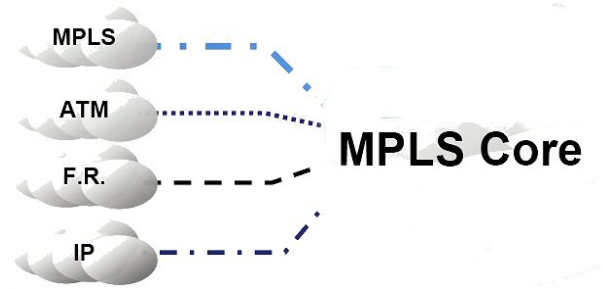
- El direccionamiento en MPLS lo pueden hacer conmutadores que son capaces de hacer una revisión de etiqueta y reemplazarla pero no son capaces de analizar el encabezado de capa de red, o no son capaces de analizar los encabezados de capa de red a una velocidad adecuada.
- Como un paquete es asignado a una FEC cuando entra a la red, el enrutador de entrada puede usar para determinar esa asignación cualquier información que tenga sobre el paquete aún cuando esa información no se encuentre en el encabezado de red. Por ejemplo, paquetes que lleguen a diferentes puertos pueden tener diferentes FECs.
- Un paquete que entra a la red en un enrutador particular, puede ser etiquetado diferente a ese mismo paquete entrando a la red en un enrutador diferente. Como resultado, decisiones del direccionamiento que dependen del enrutador de ingreso pueden ser hechas fácilmente. Esto no puede ser hecho en el direccionamiento convencional ya que la identidad del enrutador de ingreso no viaja con el paquete.

- Las consideraciones que determinan como un paquete es asignado a una FEC pueden volverse cada vez más y más complicadas sin ningún impacto en los enrutadores que envían un paquete etiquetado.
- A veces se desea que un paquete siga específicamente un camino en particular, el cual es escogido cuando entra a la red en vez de ser escogido con el algoritmo de direccionamiento dinámico normal mientras que el paquete viaja por la red. Esto ayuda a la ingeniería del tráfico de la red.

### **1.1 Planteamiento del Problema ¿Por qué utilizar MPLS?**

Hay muchas razones por las cuales se piensa en MPLS es mejor que otras tecnologías. Estas razones son por las cuales se ha decidido hacer este trabajo. A continuación se mencionan y discuten algunas de esas razones.

- Se cree que con MPLS puede haber una evolución de ATM (*Synchronous Transfer Mode*) a IP hasta eventualmente llegar a una red óptica. Aparte MPLS ofrece muchas opciones para la ingeniería de tráfico y calidad de servicio haciendo así más eficiente la red sin tener que estar usando diferentes tecnologías.
- Ya que MPLS es multiprotocolo se pueden manejar diferentes tipos de redes (IP, ATM, Frame Relay) sobre una misma plataforma. Esto nos da una ventaja para su implementación ya que este puede empezar a actuar sobre las redes ya existentes. Esto hace que con MPLS haya una consolidación de las capas de red (Ver Figura 1.1).



**Figura 1.1 :** Base MPLS

- Una base MPLS es un grupo de conmutadores o enrutadores que trabajan sobre la plataforma MPLS. Estos conmutadores o enrutadores son capaces de reconocer etiquetas y hacer cualquiera de las operaciones posibles sobre la pila de etiquetas. La base MPLS esta limitada por los LERs que están divididos en dos, los de ingreso y los de egreso los cuales son capaces de también determinar a que FEC corresponde un IP o hacer direccionamiento al leer una dirección IP.
- Una VPN (*Virtual Private Network*) basada en la red es otra de las ventajas que nos proporcionaría trabajar con MPLS. Con la creciente necesidad de un ancho de banda mayor se ha ido recurriendo a trabajar con redes ópticas, con MPLS se puede evolucionar una red usando el mismo protocolo (ASTN).
- Hoy en día hay mucho optimismo y entusiasmo sobre MPLS alrededor del mundo, lo cual significa que la cantidad de proveedores y aplicaciones va creciendo cada vez más. También se están modelando una gran variedad de técnicas MPLS para resolver diferentes problemas ya existentes en la red. La primera generación de soluciones MPLS apenas esta siendo introducida así dejando mucho campo sobre el cuál se puede seguir trabajando.

## 1.2 Objetivos de la Tesis

El objetivo del trabajo reportado en esta tesis es modelar y simular el comportamiento de un conmutador MPLS en VHDL. VHDL es un acrónimo para VHSIC (*Very high speed integrated circuits Hardware Description Language*) [COH95]. Se van a demostrar los resultados obtenidos para mostrar el funcionamiento correcto del conmutador. Se crearon dos programas, uno para el funcionamiento dentro de una red ATM y otro para el funcionamiento de una red IP.

Uno de los puntos importantes fue el uso de VHDL, por lo cual se debe de hablar de su importancia. VHDL es un estándar utilizado en la industria, aparte se pueden simular más de un millón de transistores en un mismo chip. Para que esto sea posible es necesario expresar la funcionalidad en un lenguaje de alto nivel que esconda los detalles de implementación [STE93].

Las necesidades del mercado están generando presión para incrementar la eficiencia del diseño lógico, reducir su costo y sobre todo, reducir el tiempo de entrada al mercado. Un tipo de programación de HDL, como VHDL, se ha vuelto la opción para minimizar el número de errores y ha sido posible tener chips funcionales en el primer silicón [STE93].

Al programar en VHDL vamos a poder tener la integración del código en dispositivos programables como un FPGA (*Field Programmable Gate Array*) en un futuro. Un programa en VHDL puede llegar a ser una especificación del diseño. Aparte la simulación nos permite encontrar fallas que pueda tener el diseño que de otra manera se detectarían solamente cuando el hardware es creado.

El lenguaje es jerárquico, lo que significa que el sistema puede ser modelado como un grupo de componentes interconectados y cada componente puede ser modelado como un grupo de subcomponentes interconectados. Muchas tecnologías pueden ser programadas como máquinas de estado finito, descripciones algorítmicas y ecuaciones booleanas. Es un lenguaje abierto disponible públicamente, aparte puede ser leído tanto por personas como por máquinas. Otro factor que es muy importante es que VHDL es un estándar de la IEEE y ANSI.

### **1.3 Organización de la Tesis**

El trabajo de tesis realizado se encuentra dividido en cinco capítulos. El segundo capítulo está dividido en cinco secciones. La primera sección explica el funcionamiento de MPLS. En segunda sección se explica un ejemplo de la operación de las tablas de enrutamiento, punto clave de esta tesis ya que es lo que se quiere simular. Después se explica con más detalle el funcionamiento de las etiquetas y también la forma y funcionalidad de la pila de etiquetas. En la cuarta sección se muestra la asignación y distribución de las etiquetas. Finalmente se dice cuáles son las operaciones que se pueden realizar una vez revisada una etiqueta.

El tercer capítulo empieza con una breve descripción del lenguaje VHDL como propósito para entender las siguientes partes. El capítulo continúa con la explicación del programa base y lo que hace cada una de sus partes. Después se explica con más detalle cada uno de los programas realizados en donde se puede comparar y contrastar las diferencias de los programas.

---

El cuarto capítulo son los resultados obtenidos. Para cada programa se realizaron 5 simulaciones con la misma tabla de enrutamiento. Cada simulación viene explicada para poder ver el completo funcionamiento del programa.

Finalmente se concluye sobre el trabajo realizado y los resultados obtenidos. También se habla sobre el trabajo a futuro que se podría realizar.