**Definiciones de teóricas del modelo**

* Se trabajara solo sobre la topología física de fibras y sobre la virtual óptica.
* Se asume que no existen convertidores de longitud de onda (λ) en la red. Esto quiere decir que el λSP ocupa la misma longitud de onda por todas las fibras que pasa.
* Pueden existir multiples λSP´s entres par de nodos.
* Se asume que solo existe una fibra entre los nodos que están conectados.
* Se asume que el camino de menor salto (*minimum hop path*) permanece constante durante el proceso de optimización. Esta presunción es válida porque la adición o eliminación de fibras hace parte de un planeamiento de largo plazo.
* Se asume que la tecnología WDM es empleada para suministrar diferentes longitudes de onda simultáneamente sobre la fibra, y numero de longitudes de onda permanece constante durante el proceso de optimización.
* Se define el ***λSP de nivel 0*** como el LSP **por omisión** que es la representación directa de la fibra en la red física. Por lo tanto cada fibra óptica entre par de nodos contiene un λSP por defecto, no contiene saltos (hops) intermedios y no existe restricción en la longitud de onda a usar. Además los λSP´s de nivel 0 no están sujetos a consideración en el proceso de optimación en lo referente a la creación o eliminación de los mismos, pero si pueden ser objeto de redimensionamiento.

**Definiciones matemáticas del modelo**

**DEFINICIONES EN LA RED OPTICA:**

Se adicionaran subíndices a las definiciones para expresar que estamos haciendo referencia a un par de nodos, por ejemplo:

1. La red va a estar representada por medio de un grafo (G), compuesto por un conjunto de nodos (***N***) y un conjunto de aristas (L).

***N*** es un conjunto de nodos (conmutadores) en la red y es común para todas las topologías, sean físicas o virtuales.

* 1. Topología de fibras. Donde:
  2. Topología de λSPs:

1. Se define el λSP de nivel cero:
2. Se define un λSP directo como:

*ó eliminar.*

1. Se define la ruta de saltos más corta entre los nodos i y j:
   1. Topología de fibras:
   2. Topología de λSPs:
2. Para cada λSP y Fibra entre nodos i y j, se define la capacidad de ancho de banda:
   1. Topología de fibras:
   2. Topología de λSPs:

.

1. Para cada λSP y Fibra entre nodos i y j, se define la capacidad disponible de ancho de banda:
   1. Topología de fibras:
   2. Topología de λSPs:

.

1. Para cada λSP y Fibra entre nodos i y j, se define la capacidad ya reservada del ancho de banda:
   1. Topología de fibras:
   2. Topología de λSPs:
2. En cada fibra óptica encontramos los siguientes elementos:
3. Solicitudes de ancho de banda que llega a los conmutadores i y j.

**DEFINICIONES EN LA GRILLA:**

1. La atomicidad que se tendrá en cuenta será a nivel de **“trabajo”,** por ende, no se contemplaran las tareas como partes constitutivas del trabajo y tampoco se tendrá en cuenta la dependencia entre tareas, ya que estas últimas simplemente no existen en nuestro modelo.
2. De darse el caso que un trabajo para su procesamiento necesite “**datos en bruto**” (*raw data*), se asumirán que dichos datos en bruto se encontraran en la misma ubicación que la entidad que está generando dichos trabajos.
3. El esquema de asignación de trabajos será de forma “**dinámica**”.
4. La tipo de arquitectura en que los Agendadores (**Middlewares**) se relacionan será “**distribuida**” en modo no “**cooperativo**”.
5. Se define como “**Tiempo de propagación**” (Makespam): al tiempo gastado desde el inicio de la primera tarea del trabajo hasta el final de la última tarea del trabajo en el recurso que lo procesa. Por ende, en el marco de nuestro modelo, el tiempo de propagación será el tiempo gastado por el recurso en procesar un trabajo.

**DEFINICIÓN DE LOS EVENTOS, ACCIONES, ESTADOS Y FUNCIONES DE COSTO DEL PROCESO DE DECISIÓN MARKOVIANO DE TIEMPO CONTINUO**

Todas las definiciones son provistas para un par de nodos , por lo tanto para la definición formal se suprime el subíndice respectivo.

DEFINICIONES

1. Trabajo:
2. Eventos:
3. Estados:
   1. Se define el estado de de la topología óptica entre 2 nodos , asi:

Siendo el ancho de banda total disponible en todos los λSP entre los nodos , es la parte de B que esta enrutada en los λSPs directos entre los nodos , es la parte de B que está siendo enrutada en los λSPs sobre y el numero de λSPs entre los nodos .

* 1. Se define el estado de la relación entre el cliente y el recurso (c-r), así:

Siendo el número de procesadores libres en un nodo computacional dedicado al procesamiento.

Siendo la capacidad de procesamiento total disponible en un nodo computacional dedicado al procesamiento.

* 1. Se define el estado extendido del conjunto de la topología óptica y la grilla así:

Expandiéndolo, queda así:

1. Acciones:

Se asume que en el instante de tiempo , el evento ocurre, el cual tiene que ser manejado por la red y la grilla. La red y grilla deciden que acciones llevar a cabo para manejar dicho evento, así:

1. Se definen las acciones en la grilla***:***
2. Se definen las acciones en la topología óptica:

1. *Se expresan las acciones combinadas en ambos niveles, así:*
2. Función de costo:
3. Definimos el costo sobre la red óptica de un flujo de datos, en tres partes, así:

* El costo de ancho de banda, .
* El costo de señalización, .
* El costo de conmutación,

El costo de ancho de banda como el de conmutación depende del tiempo para el cual el sistema se encuentre en dicho estado. Por lo tanto:

y

,

donde es el tiempo hasta cuando ocurre el siguiente evento. El costo de señalización se da solo en el instante cuando la acción es elegida.

1. Definimos el costo sobre la grilla de procesar un trabajo, así:
2. Se define el costo total de enviar sobre la red óptica flujo de datos, así:
3. Se define el costo total de enviar sobre la red óptica un trabajo junto con sus datos en bruto, procesar dicho trabajo y luego recuperar dichos datos resultantes del procesamiento, así:

donde

Ya que se asume que el sistema de estimación de estados del agendador, contiene un estado actual y un histórico de los recursos, esta es calculada en un porcentaje donde el 1 significa que el rendimiento estimado respecto del rendimiento recibido fue el mismo. Para <1 se da si el rendimiento recibido es mayor que el rendimiento estimado y >1 si el rendimiento recibido es menor que el rendimiento estimado. Esta se calcula en base al promedio histórico del recurso.