

# Transporte de Señales Multiprogramación Digital en Formato IP

Verónica Coello<sup>1</sup>, Roberth Granda<sup>2</sup>, MSc. César Yépez<sup>3</sup>

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Escuela Superior Politécnica del Litoral. (ESPOL)

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863, Guayaquil- Ecuador

[mcoello@fiec.espol.edu.ec](mailto:mcoello@fiec.espol.edu.ec)<sup>1</sup>, [pgranda@fiec.espol.edu.ec](mailto:pgranda@fiec.espol.edu.ec)<sup>2</sup>, [ceyopez@fiec.espol.edu.ec](mailto:ceyopez@fiec.espol.edu.ec)<sup>3</sup>

## Resumen

*El presente trabajo está enfocado principalmente al transporte de señales de televisión y el actor principal en este proceso es el estándar ASI (Asynchronous Serial Interface). Este estándar es de vital importancia en el proceso de transporte de señales ya que gracias a él se pueden transportar señales de diferentes fuentes y formatos, a su vez no tiene problemas para transportar programas de diferente tamaño. Esto ayuda al descongestionamiento de los Headends ya que gracias a las prestaciones de este estándar se puede simplificar la infraestructura de los mismos, y así reducir costos a los proveedores. El medio de transporte utilizado es la fibra óptica la cual nos brinda altas prestaciones tales como, su gran capacidad de transmisión, las grandes distancias que cubre antes de que se tenga que regenerar la señal (70km), no presenta interferencia eléctrica o de radiofrecuencia, tiene una larga vida útil. La tecnología usada para la transmisión por fibra óptica es la DWDM (Multiplexación por división en longitudes de onda densas), esta técnica es muy popular debido a que permite aumentar la capacidad del ancho de banda de la fibra óptica.*

**Palabras claves:** ASI, Headends, DWDM.

## Abstract

*This work focuses primarily on the transmission of television signals based on the standard ASI (Asynchronous Serial Interface) system used in Ecuador. This ASI standard is vitally important in the process of signal transmission, as it allows for the transmission of signals of various strengths and forms and can transmit programs of various sizes. AVS helps to decongest the Headends by simplifying their infrastructure, thereby reducing costs to the signal providers. The fiber optics used in this transmission process offer the benefits of a great transmission capability, the ability to cover long distances (70km) before signal regeneration is needed, zero interference from electric and radiofrequency waves, and a long life. DWDM (Dense wavelength division multiplexing) is the technology commonly used for this fiber optic transmission. DWDM is popular due to its ability to augment the bandwidth of the fiber optics.*

**Keywords:** ASI, Headends, DWDM.

## 1. Introducción.

El avance de la tecnología en estos últimos años ha crecido a pasos agigantados, lo cual ha repercutido en diferentes ámbitos, uno de ellos es en el área de la televisión, antes analógica y ahora digital. La televisión digital tiene muchos beneficios tanto para clientes como para proveedores, a su vez, este avance implica muchos cambios, ya que para poder disfrutar de sus beneficios los proveedores tienen que hacer cambios sustanciales en su infraestructura y no solo los proveedores sino también los clientes. En el caso de los clientes los cambios son pequeños. Los entes regulatorios de cada país tienen que hacer cambios en las leyes actuales y/o crear nuevas leyes para así poder regular la televisión digital, y salvaguardar los derechos del cliente.

Para el transporte de las señales multiprogramación digital en formato IP se usa el estándar ASI (Asynchronous Serial Interface).

## 2. ASI (Asynchronous Serial Interface).

El estándar ASI (Asynchronous Serial Interface) es una interfaz ampliamente utilizada y estandarizada por DVB(Digital Video Broadcasting) para las señales de televisión digital comprimidas. Nació con el objetivo primordial de transferir flujos de datos (Transport Stream) MPEG, es extremadamente flexible y puede transmitir datos a cualquier velocidad (Bit Rate) entre cero y más de 200Mbit/s.

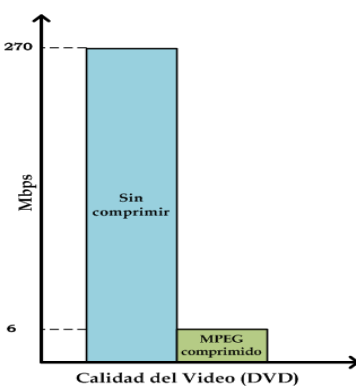


Figura2. Estándar ASI

ASI es utilizado para comprimir señales de audio y video. Las señales de audio pueden ser del formato AES o del formato AC-3 y las señales de video pueden ser de definición estándar (SD) o de alta

definición (HD). También comprime datos ya sean interactivos o de programación no asociada. [1] [2]

Entre las ventajas de este estándar tenemos que es capaz de transportar señales de distinto origen y de distinto formato ya sean del formato europeo, americano, japonés o de alguna de sus respectivas variaciones, todas las señales se unen en un solo flujo de información para ser transportadas por redes capaces de soportar altos flujos de información. La capacidad de este estándar respecto al transporte hace que sea de extrema ayuda, ya que influye en la simplificación de la estructura de transporte, ya que al usar equipos con esta tecnología se reducen el número de equipos empleados en el transporte de las señales lo cual repercute de forma positiva en la economía de la empresa proveedora.

### 2.1 Características técnicas del estándar

- Tiene una velocidad de 270Mbps.
- Transporta video comprimido.
- Puede transportar señales AES,AC-3
- Señales LowRes, SD, HD.
- Presenta sensibilidad a la polaridad.
- Usa la codificación 8B/10B.
- Está disponible tanto en HD y SD
- Es fácilmente transportable sobre sistemas tales como SONET, ATM, IP, DTM)

### 2.2. Codificación 8B/10B.



Figura 2.2. Codificador 8B/10B

8B/10B es un tipo de codificación que se usa en la transmisión de datos a alta velocidad. Lo que hace, es que, antes de transmitir, convierte una cadena de 8 bits (256) en una de 10 bits (1024), esto se logra por medio de tablas de conversión. Las cadenas no pueden contener más de cinco ceros ni cinco unos seguidos. La codificación 8B/10B facilita la detección y la corrección de errores. [3]

## 2.3 Aplicaciones

A continuación presentamos algunas de las aplicaciones comerciales del estándar ASI:

### 2.3.1 Gateway IP EtherCast ASI-Pro

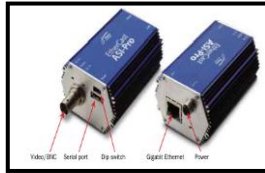


Figura 2.3.1 Gateway IP EtherCast ASI-Pro

El Gateway IP EtherCastes una aplicación de la firma Pleora Technologies de la línea EtherCast ASI-Pro. Es un dispositivo confiable, de fácil uso, ocupa poco espacio, el consumo de potencia es bajo. Este equipo facilita el transporte de video a sitios remotos, puede transportar señales de definición estándar y de alta definición.

Su función principal es la de convertir señales de video, es un dispositivo bidireccional, es decir, convierte señales DVB-ASI a señales IP y viceversa, ofrece la funcionalidad de integrarse a la administración del sistema (SNMP). [4]

### 2.3.2 ASI2IP

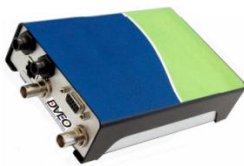


Figura 2.3.2 ASI2IP

Esta aplicación pertenece a la división Broadcast de DVEO, sus dimensiones son pequeñas, es un equipo ligero. Convierte señales DVB-ASI a IP, puede transportar grandes paquetes. Soporta UDP, IP Unicast, Multicast, En la entrada recibe señales DVB-ASI y a la salida flujo de transporte MPEG-2 sobre Ethernet, también puede transportar flujos de sitios remotos. A la salida tiene puertos BNC y otro puerto RJ-45, también tiene un puerto RS232, cabe resaltar que no requiere un software adicional para su configuración, es decir, tiene una plataforma independiente.

### 2.3.3 DMP900 (Digital Media Platform)



Figura 2.3.3 DMP900

El DMP900 es un equipo de para las cabeceras (Headend's) de alta densidad de nueva generación, puede transportar hasta 1500 programas (procesa 384 flujos de transporte), convierte señales ASI a IP, tiene 6 slots, estos pueden ser cambiados en caliente. Puede soportar entradas DVB-S/S2, DVB-C; entradas y salidas IP; programas SD/HD; y también convierte señales ASI a IP. También tiene canales de modulación QAM y COFDM.

## 3. Formato IP para el transporte de señales.

Para el transporte de la señales usamos la encapsulación IP la mayoría de redes están diseñadas para el uso de este protocolo, lo cual nos favorece ya que no habrían conflictos debido al tipo de encapsulación.

### 3.1 Breve descripción del protocolo IP

El protocolo IP ofrece múltiples ventajas, las cuales son muy aprovechadas hoy en día, como por ejemplo la alta velocidad (en el orden de los Gigabits) con la que ciertos equipos procesan los paquetes tales como los routers y switches.

### 3.2 ¿Por qué usar el protocolo IP?

El formato IP tuvo un aporte significativo en la evolución de las redes ya que gracias a él se puede lograr el transporte en las redes de siguiente generación (NGN). Para lograr la convergencia en las redes de nueva generación, la información debe ir empaquetada, este proceso se conoce con el nombre de paquetización de la información. Entonces los paquetes son transportados sobre redes compatibles con el protocolo IP. Otro de sus beneficios es que provee la corrección de errores.

## **4. Elementos importantes del proceso del transporte de las señales multiprogramación en formato IP.**

### **4.1 Headend.**

Es el lugar donde se concentran altas densidades de datos provenientes de diferentes lugares tales como otros headends, otros proveedores e incluso los datos propios. Aquí las señales son tratadas, y dependiendo de los requerimientos son procesadas (codificadas, comprimidas, paquetizadas) y se les da el formato adecuado para su correcta transmisión, luego son transmitidas a su siguiente destino. Hay dos tipos de Cabeceras: Los headends analógicos y los headends digitales.

**Headends Analógicos.-** Es el encargado de procesar magnitudes analógicas de una señal eléctrica, con la finalidad de representar parámetros como el audio y la imagen. Esto produce serios inconvenientes al momento de transmitir la señal a los abonados, en lo que respecta a no aprovechar el espectro electromagnético y presentar problemas de interferencia a medida que crece el número de estaciones transmisoras.

**Headends Digitales.-** Ofrece características más robustas que los Headends Analógicos entre las cuales podemos mencionar la representación digital de las señales, un mayor aprovechamiento del espectro al poder transmitir más programas en el mismo ancho de banda, la calidad de la imagen es mayor, menor interferencia, alta inmunidad al ruido, etc. [5]

### **4.2 Señales Multiprogramación**

En el área de televisión digital el término multiprogramación se refiere a la capacidad de poder transmitir por un mismo canal varias señales (audio, video) de diferentes orígenes, estos pueden estar en formatos distintos. Es así que podremos obtener un mayor aprovechamiento del ancho de banda de 6Mhz, y lograr transmitir en este ancho de banda cinco señales diferentes más una señal de celular (a manera de ejemplo). La señal digital terrestre permite multiplicar por seis el número de canales que se

pueden emitir a través de una señal analógica. La ventaja de la migración es que la Televisión Digital Terrestre (TDT) brinda más calidad del servicio y aumenta significativamente la oferta básica de canales. La tecnología digital mejora la eficiencia y la capacidad de las redes de transmisión de programas. Como resultado permite un mayor número de canales por señal. [6]

El potencial aumento del número de canales que aparecen con la digitalización beneficia tanto a los operadores como a los agentes de la industria. Los espectadores se benefician porque pueden recibir un mayor número de canales, así como un servicio con mayor calidad de sonido e imagen. Desde el punto de vista de las empresas, la digitalización permite reducir los costes de transmisión y reduce las barreras de entrada en la industria. Es así como la multiprogramación es uno de los grandes beneficios de la Televisión Digital Terrestre (TDT) la misma que permite la inclusión de varios canales de programación en un mismo canal de transmisión, con lo cual permite un uso más eficiente del espectro radioeléctrico previamente autorizado, con la finalidad de ofrecer un mejor servicio a la población de manera directa y gratuita. Este proceso de multiprogramación puede llevarse a cabo gracias a las bondades que ofrece la televisión digital para la transmisión de señales, ya que las señales digitales pueden comprimirse drásticamente y se elimina la redundancia temporal y espacial. [6] [7]

Esto se refleja en múltiples beneficios para el cliente final, como tener la posibilidad de observar su programación favorita y poder adaptarla a sus requerimientos, ya que, en la televisión digital la comunicación será bidireccional y no unidireccional como lo es en la televisión analógica. Entre otros beneficios está el hecho de que habrá una mayor difusión de la información.

### **4.3 Paquetización de la información**

Paquetizamos la información para poder transmitirla, esta información proviene de una etapa anterior, la etapa de codificación. En el proceso de paquetización se agrupa cierta cantidad de información para formar los paquetes, estos paquetes deben tener una cantidad mínima de información. Cada paquete lleva bytes de control que consisten en información del encabezado,

del origen y del destino. Este proceso se lleva a cabo en el Headend

Uno de los grandes beneficios que provee la paquetización de la información es la convergencia entre redes, ya sean redes de datos o redes de voz. [8] [9]

## 5. Fibra Óptica

Debido al crecimiento vertiginoso del consumo de banda ancha que se ha presentado en los últimos años, los operadores y proveedores de servicios se han visto en la obligación de hacer crecer sus redes para que puedan acoplarse a dichas demandas y así poder satisfacer las necesidades de sus clientes.

Dependiendo de la infraestructura de la red, y si, esta es escalable, pueden hacerse varias modificaciones para así poder transmitir más información. En otros casos habría que cambiar toda la infraestructura de la red. Ciertas tecnologías ya no podían cumplir con los exigentes requerimientos de los clientes, dado que su capacidad era muy limitada. Como resultado de múltiples investigaciones a nivel mundial para encontrar nuevas tecnologías para el transporte de datos que puedan satisfacer las necesidades antes mencionadas (una alta capacidad de transmisión, mayor seguridad de los datos transmitidos, baja interferencia, etc.) nacieron nuevas tecnologías, se crearon nuevos estándares, protocolos y regulaciones. Como es el caso de la fibra óptica que posee múltiples características que ofrecen grandes ventajas a los proveedores.

La fibra óptica tiene altas prestaciones por ello es el medio de transmisión elegido para el transporte de los datos a alta velocidad. Existen varias tecnologías para transportar datos por medio de la fibra óptica tales como ATM, SDH/SONET, WDM, DWDM, MPLS, etc.

La tecnología de transporte de datos que más se acopla a las necesidades del sistema de televisión digital es la tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing). A continuación una breve introducción sobre la fibra óptica.

La fibra óptica está compuesta por uno o más filamentos de vidrio. Está formada por: el revestimiento, el núcleo y la cubierta. Las fuentes ópticas son: el láser y los diodos LED.

En las redes de transporte óptico el factor distancia introduce un retardo a la red. Además la fibra se puede ver afectada por la dispersión y la atenuación. [10]

### 5.1 Características Generales

Tipos de fibra óptica

Los tipos de fibra están relacionados al diámetro del núcleo y al revestimiento.

Hay dos tipos de fibra:

Fibra multimodo

Fibra monomodo

Fibra multimodo (MMF)

Tiene varios modos de propagación. Es más costosa pero el despliegue de la red es relativamente no costoso. Se usa para grandes distancias.

Una desventaja de la fibra multimodo es que presenta dispersión modal.

Fibra monomodo (SMF)

Este tipo de fibra tiene un solo modo de propagación. Presenta un alto desempeño respecto al ancho de banda además de un bajo nivel de atenuación y de dispersión. Se usa para pequeñas distancias. Entre sus desventajas tenemos que, presenta dispersión cromática y su implementación es compleja.

Atenuación.- La atenuación se muestra en la disminución de la potencia de la señal óptica. La atenuación varía en función de la longitud de onda.

Dispersión.- A mayor distancia el pulso al inicio se ensancha más, es decir, se dispersa. Este ensanchamiento se debe a las diferentes velocidades con las que se propaga la luz. La dispersión afecta a la señal durante la transmisión, también reduce el ancho de banda efectivo para la tasa de transmisión de la información. [14] [22]

Hay varios tipos de dispersión:

Dispersión modal (MD)

Dispersión cromática (CD)

Dispersión por modo (PMD)

La fibra óptica tiene bandas, las cuales son:

Banda E = Extended

Banda S = Short

Banda C = Conventional

Banda L = Long

Banda U = Ultra

La fibra tiene varias ventanas ópticas las cuales son:

850nm Distancias cortas

1310nm Distancias medianas

1550nm Grandes distancias

## 5.2 Aplicaciones generales

La fibra óptica tiene aplicaciones en muchos ámbitos tales como la medicina, arqueología, sensores, iluminación, aplicaciones militares, automatización industrial, las telecomunicaciones entre otros. Nosotros estamos interesados en sus aplicaciones en el ámbito de las telecomunicaciones, específicamente en las redes de transmisión de datos. [10] [11]

## 5.3 Ventajas

La más atractiva de sus ventajas es que posee una gran banda de paso (En el orden de los GHz)

No se necesita regenerar la señal cada 2km como ocurre con el cable de cobre, la señal óptica puede estar hasta 70km sin regenerar.

No presenta interferencia ante los campos electromagnéticos, es decir, no afectan su desempeño.

El grado de atenuación es pequeño

A nivel físico, ocupa poco espacio, es flexible, liviana (su peso es menor al de los cables usados convencionalmente)

Si hay alguna dificultad a nivel de seguridad, ya sea un corte o una intromisión, es fácilmente descubierta, ya que la señal se debilita y eso dispara una alarma en el sistema de monitoreo, lo cual hará que la respuesta ante tal emergencia sea mucho más rápida.

No es sensible a vibraciones.

Su vida útil es de aproximadamente 25 años, a diferencia de los sistemas de comunicaciones que tienen una vida útil de 10 años.

## 5.4 Desventajas

Debido a que no todos los equipos en una red son ópticos, hay que efectuar procesos de conversión de óptico a eléctrico y viceversa, lo cual hace menos eficiente el uso del ancho de banda.

El costo de los equipos que procesan las señales ópticas es elevado.

La fibra se ve afectada por la atenuación y la dispersión [10] [12]

## 5.5 Tecnologías de transmisión para redes ópticas

Entre las principales tecnologías de transmisión para redes ópticas de alta capacidad tenemos:

ATM  
SDH/SONET  
WDM  
DWDM  
MPLS

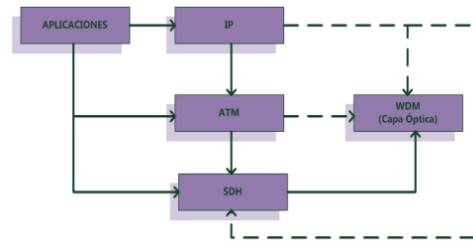


Figura 5.1 Tecnologías

### 5.5.1 DWDM (DENSE WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING)

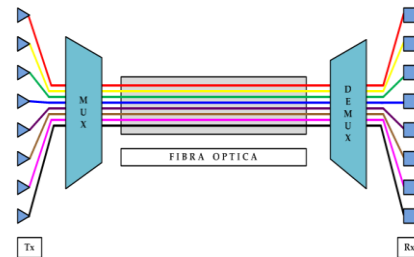


Figura 5.4 DWDM

DWDM (Multiplexación Densa por División de Longitud de Onda) es una tecnología robusta a nivel de redes troncales (backbone) para diferentes tipos de redes, como lo son las redes multiservicios y las redes acceso móvil, combina varias longitudes de onda dentro de una misma fibra sin que haya interferencia entre ellas.

DWDM amplía la capacidad de una red de fibra óptica, soporta grandes tasas de transmisión. El hecho de poder transmitir varias señales en una misma fibra le permite un gran incremento en su capacidad de transmisión, esta es una de sus principales ventajas sobre sus tecnologías predecesoras. Además permite el transporte de señales tanto analógicas como digitales,

información sincrónica y asincrónica. También soporta una mayor cantidad de longitudes de onda (más de 16) por lo tanto puede transportar más información.

Ventajas:

Provee un mayor ancho de banda por canal

Soporta múltiples protocolos

Mayor velocidad dentro de la red

Menor retardo dentro de la red

Soporta diferentes flujos de transmisión

Es escalable

Es transparente a los diferentes formatos de las señales

## 6. Ventajas

### 6.1 Ventajas operativas que provee ASI

El estándar ASI (Asynchronous Serial Interface) provee grandes beneficios para el transporte de la información, entre ellos la simplificación de la estructura de una cabecera (Headend), disminuyendo de esta manera los costos, ya que se reduce el número de equipos, esto también repercute en la parte física, ya que la estructura se simplifica y ocupa menos espacio. En el área de la transmisión de datos, su capacidad para transmitir varios programas por un solo canal lo hace altamente atractivo ya que se pueden transmitir varios flujos de información de diferente formato sin que haya algún tipo de interferencia entre ellos.

### 6.2 Ventajas del Estándar ASI

Entre las ventajas de este estándar tenemos que es capaz de transportar señales de distinto origen, de distinto formato ya sean del formato europeo, americano, japonés o de alguna de sus respectivas variaciones, Todas las señales se unen en un solo flujo de información para ser transportadas por redes capaces de soportar altos flujos de información. La capacidad de este estándar respecto al transporte hace que sea de extrema ayuda, ya que influye en la simplificación de la estructura de transporte, ya que al usar equipos con esta tecnología se reducen el número de equipos empleados en el transporte de las señales lo cual repercute de forma positiva en la economía de la empresa proveedora.

## 7. Importancia del Proyecto

El presente proyecto está basado en un estudio exhaustivo sobre las nuevas tendencias tecnológicas usadas en telecomunicaciones, refiriéndonos exclusivamente en la televisión digital. El estándar ASI es uno de los pilares fundamentales en este trabajo, ya que su utilización está basada en la compresión de señales, ya sea de audio, video o datos, esto nos permite transmitir señales de definición estándar (SD) y señales de alta definición (HD). Este estándar actualmente es muy cotizado por las diferentes empresas de televisión por cable u otros, debido a todo lo que genera un equipo, ya sea en el aspecto técnico, económico, etc. Cabe recalcar que un medio fundamental como es la fibra óptica, hoy en día brinda un aporte importante para la tecnología moderna y es así como hemos puesto a conocimiento de su utilización para el proyecto efectuado, demostrando sus aplicaciones y ventajas al usar la tecnología DWDM.

## 8. Conclusiones

La arquitectura del flujo de transporte es una arquitectura sencilla basada en paquetes que permite adecuarse a las redes actuales y del futuro.

Esta arquitectura incluye identificación de programación y acceso condicional

Simplifica técnica y económicamente la estructura de redes de los sistemas basados en cable.

## 9. Agradecimiento

A Dios por sus infinitas bendiciones, entre ellas darme a mis padres, gracias a los cuales he llegado a cumplir este gran sueño, a mi hermano que con su buen humor supo animarme en este largo camino, a mi familia, amigos, profesores y conocidos por su cariño, apoyo y buenos deseos, que Dios los bendiga a todos.

**Verónica**

A Dios por ser el eje fundamental en mi vida, a mis padres por convertirse en la base, el sustento y el impulso en cada día, para poder alcanzar esta gran meta, a hermanos por su gran apoyo incondicional en toda esta etapa universitaria y familiares por sus permanentes deseos de superación.

**Roberth**

## 8. Referencia

- [1] Broadcast System & Equipment, “ASI Transport Streams”, <http://www.rcc.ryerson.ca/smpete/media/smpete/asi.pdf>, Publicación (22-09-2002).
- [2] Paulsen Karl, “Asynchronous Interfaces for Video Servers”, <http://www.tvtechnology.com/media-servers/0150/asynchronous-interfaces-for-video-servers>, Publicación (11-12-2003).
- [3] S. Grunwald, “Digital TV Rigs and Recipes Part 4 DVB-T”, Rohde & Schwarz Broadcasting Division, Publicación (febrero 2001).
- [4] Altera Corporations, “Asynchronous Serial Interface (ASI) MegaCore Fuction” <http://www.altera.com>, Publicación (10-06-2011).
- [5] Perez Vega Constantino, “Transmisión de televisión”, <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Introduccion%20a%20los%20sistemas%20transmisores%20de%20TV>. Publicación (Agosto 2005).
- [6] Zambrano Adrian, “Multiprogramación”, [http://www.jadrianzam.themambosite.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=42&Itemid=44](http://www.jadrianzam.themambosite.com/index.php?option=com_content&task=view&id=42&Itemid=44), Publicación (18-04-2011).
- [7] PROMAX Electronicx SA, “Digital to TV” <http://www.promaxelectronics.eu> Publicación (Enero 2010).
- [8] G.W Collins, “Fundamental of Digital Television Transmission”, John Wiley & Sons, Publicación (febrero 2001).
- [9] Sosa Plata Gabriel, “Tv Digital”, <http://www.mediatelecom.com.mx> Publicación (29-07-2011).
- [10] J. Refi, “Fibras ópticas para redes ópticas”, Bell Labs Technical Journal, Vol 4 No 1, Publicación (Enero 1999).
- [11] Gomez Vieites Alvaro y Veloso Espiñeira Manuel, “Redes de computadoras de internet”, Alfa omega grupo editorial-Mexico, Publicación (Marzo 2009).
- [12] Wikitel, “Redes de Comunicaciones” [http://wikitel.info/wiki/Redes\\_de\\_comunicaciones](http://wikitel.info/wiki/Redes_de_comunicaciones), Publicación (Enero 2005).