

DISEÑO TECNICO DE UN AULA VIRTUAL SOBRE ATM

YILMAR RAMIREZ CIFUENTES

Trabajo de grado presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero en Electrónica
Y Telecomunicaciones

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES
GRUPO I + D NUEVAS TECNOLOGIAS EN
TELECOMUNICACIONES**

Popayán
2.001

DISEÑO TECNICO DE UN AULA VIRTUAL SOBRE ATM

YILMAR RAMIREZ CIFUENTES

DIRECTOR: Mag. JOSE GIOVANNY LOPEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES
GRUPO I + D NUEVAS TECNOLOGIAS EN
TELECOMUNICACIONES

Popayán

2.001

Con cariño
A mis padres y
hermanos,
a mis compañeros de
universidad,
inseparables en todo
momento.

TABLA DE CONTENIDO

pág

INTRODUCCION

CAPITULO I. CONCEPTOS GENERALES

1.1	INTRODUCCION	1
1.1.1	Diseño Técnico del Aula Virtual	1
1.1.2	Definiciones	4
1.1.3	Características	4
1.1.4	Descripción del proceso instruccional	6
1.2	LA TELEEDUCACION	6
1.2.1	Definición	8
1.2.2	Especificaciones técnicas	11
1.3	LAS AULAS VIRTUALES	11
1.3.1	¿Qué son las aulas virtuales?	12
1.3.2	Funcionamiento	12
1.3.3	Universidad virtual	14
1.3.4	Clase virtual	14
1.3.5	Campus virtual	15
1.3.6	Ventajas y Desventajas del sistema	15
1.3.6.1	Ventajas	15
1.3.6.2	Limitaciones	16

CAPITULO II. ARQUITECTURA GENERAL

2.1	INTRODUCCION	19
2.2	PASOS A SEGUIR	19
2.2.1	Esquema aula virtual	21
2.2.1.1	Aula profesor y producción	22
2.2.1.2	Aulas distantes	22
2.2.1.3	Red	23
2.3	SEDE DEL AULA VIRTUAL	23
2.3.1	Centros de Difusión	24
2.3.2	Salón Virtual	25
2.4	ELEMENTOS TECNICOS	27
2.4.1	Sistema de video	28
2.4.2	Sistema de audio	28
2.4.3	Estaciones multimedia	29
2.4.4	Equipo aula virtual	29
2.5	TECNOLOGIA A UTILIZAR	30
2.5.1	Monitor	30
2.5.2	Sistema de audio	31
2.5.2.1	Sistema de audio salón virtual	31
2.5.2.2	Sistema de audio monopuesto	32
2.5.3	Estaciones multimedia	33
2.5.4	Equipo aula virtual	35
2.5.4.1	Codificador/decodificador de video	37
2.5.4.2	Interfaces codificador/decodificador de video	40
2.5.4.3	Configuración de las conexiones	41
2.5.4.4	Instalación codificador/decodificador de video	43
2.5.4.5	Equipos codificadores/decodificadores de video	44

CAPITULO III INTEGRACION DE ATM Y UN AULA VIRTUAL

3.1	INTRODUCCION	47
3.2	CONSTRUCCION DE LA RED	48
3.3	ESQUEMA BASICO	51
3.4	TECNOLOGIA DE CONMUTADOR DE DATOS	51
3.5	TECNOLOGIA DE ENRUTADOR	52
3.6	DISEÑO DE LA RED ATM PARA EL AULA VIRTUAL EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO	54
3.6.1	Utilización de la tecnología de Conmutador	54
3.6.2	Utilización de la tecnología de Enrutador	56
3.6.3	Segmentación de la Red del Campus Universitario con Enrutadores y Conmutadores.	56
3.6.3.1	Segmentación de la red con Conmutadores	56
3.6.3.2	Segmentación de la red con Enrutadores	58
3.6.4	Composición de la red básica	60
3.6.5	Composición de grupos de trabajo estudiantil	62
3.6.6	Segmentación física del campus universitario	63
3.6.7	Segmentación lógica del campus universitario	64
3.6.8	Conformación Aulas Virtuales	64
3.6.9	Diseño del Backbone ATM	65
3.6.9.1	Concentrador de Acceso Multiservicio ATM	69
3.6.9.1.1	Configuración del Concentrador de Acceso Multiservicio ATM	72
3.6.9.1.2	Concentrador de Acceso Multiservicio MC3810	75
3.6.9.2	Unidad de Control Multipunto	78
3.6.9.2.1	Unidad de Control Multipunto MCU Meeting Site 5000	80
3.6.9.3	Conmutador ATM	81

3.6.9.3.1 Componentes Conmutador ATM	83
3.6.9.3.2 Descripción del panel posterior del Conmutador ATM	85
3.6.9.3.3 Configuración del Conmutador ATM	88
3.6.9.3.4 Conmutador Multiservicio MainStreetXpress 36170	91
3.6.9.3.5 Ejemplo Red ATM	95
3.7 COSTOS APROXIMADOS DE LA PROPUESTA	103
4. CONCLUSIONES	106
ACRONIMOS	109
GLOSARIO	113
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXO I: Adaptación ATM	

LISTA DE TABLAS

CAPITULO I. CONCEPTOS GENERALES

Tabla 1.1 Comparación entre el antiguo y nuevo modelo de aprendizaje	9
--	---

CAPITULO II. ARQUITECTURA GENERAL

Tabla 2.1 Tabla de apreciación acústica	26
---	----

CAPITULO III. INTEGRACION DE ATM Y UN AULA VIRTUAL

Tabla 3.1 Costos elementos técnicos aula virtual	104
Tabla 3.2 Costos proveedor de servicio red ATM	105

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I. CONCEPTOS GENERALES

Figura 1.1	Bloque Aula Virtual	2
Figura 1.2	Diagrama Interno Aula Virtual	3
Figura 1.3	Centro de Difusión de la Clase	13

CAPITULO II. ARQUITECTURA GENERAL

Figura 2.1	Esquema Aula Virtual	21
Figura 2.2	Centro de Difusión	24
Figura 2.3	Salón Virtual	26
Figura 2.4	Tipo de Paredes	27
Figura 2.5	Monitor	31
Figura 2.6	Sistema Audio Salón Virtual	32
Figura 2.7	Sistema Audio Monopuesto	33
Figura 2.8	Interfáz Gráfica Aula Virtual	34
Figura 2.9	Pánel Posterior Servidor de Difusión	36
Figura 2.10	Codificadores/decodificadores de Video	38
Figura 2.11	Panel Posterior Codificador/decodificador de Video	41
Figura 2.12	Codificador/decodificador de Video (Kit)	41
Figura 2.13	Acercamiento de Pantalla	42
Figura 2.14	Instalación Necesaria	43
Figura 2.15	Instalaciones Optativas	44

CAPITULO III INTEGRACION DE ATM Y UN AULA VIRTUAL

Figura 3.1	Sub-bloques de Red	49
Figura 3.2	Utilización Enrutador	53
Figura 3.3	Segmentación de Red Utilizando Conmutador	55
Figura 3.4	Segmentación de Dominios de Colisión	57
Figura 3.5	Dominio de Broadcast sin Enrutador	58
Figura 3.6	Dominio de Broadcast con Enrutador	59
Figura 3.7	Composición Red Básica	60
Figura 3.8	Red Básica Utilizando Conmutador	61
Figura 3.9	Grupos de Trabajo Estudiantil	62
Figura 3.10	Segmentación Física de la Red con Enrutador	63
Figura 3.11	Operación de los VPI/VCI	67
Figura 3.12	Diseño Aula Virtual sobre una Red ATM	69
Figura 3.13	Concentrador de Acceso Multiservicio ATM	70
Figura 3.14	Concentrador de Acceso Multiservicio MC3810	75
Figura 3.15	Conexiones Concentrador de Acceso MC3810	76
Figura 3.16	Unidad de Control Multipunto	79
Figura 3.17	Imagen Aula Virtual Utilizando MCU	79
Figura 3.18	Conmutador ATM	83
Figura 3.19	Panel Posterior Conmutador ATM	86
Figura 3.20	Panel Interconexión Tarjetas de Control	86
Figura 3.21	Panel de Distribución de Velocidad Primaria	87
Figura 3.22	Unidad de Acceso al Medio	88
Figura 3.23	Ventana de Red	89
Figura 3.24	Conmutador Multiservicio MainStreetXpress 36170	92
Figura 3.25	Ejemplo Red ATM	98

INTRODUCCIÓN

En un principio, la educación se regía a tomar clases presenciales impartidas por un docente, lo cual implicaba desplazarse hasta el aula que bien pudiera estar ubicada en otra ciudad e inclusive en otro país, acarreando elevados gastos que en algunas ocasiones eran imposibles de costear.

Fue así como empezaron a surgir las primeras formas de educación a distancia que lograron en cierto modo sortear este obstáculo, pero que no complacía tanto a docentes como alumnado.

El concepto de teleeducación fue adoptado para definir una educación a distancia, basada en tecnologías de punta que posibilitan el aprendizaje interactivo a cualquier receptor, mediante la utilización de un sistema de comunicación eficiente y flexible.

Estas tecnologías de punta basadas en la transmisión de voz, datos y video de alta calidad, requieren de una red de transporte que represente alto ancho de banda y de a cada tipo de tráfico el tratamiento que merece, definiendo una calidad de servicio a cada una de las aplicaciones de usuario.

El hablar de superautopistas de información, hace referencia a canales de información de alta velocidad que manejan diversas aplicaciones y se dirigen a todo tipo de usuarios. La red de transporte de estas superautopistas tendrá indudablemente que cumplir con los requerimientos de los servicios a transportar, para lo cual debe ser flexible y confiable, características que se encuentran en el modelo ATM.

CONCEPTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCION

En los últimos años, la Educación a distancia se ha ganado un espacio legítimo dentro del concierto educacional mundial. Desde capacitación laboral hasta post-grados universitarios figuran en la oferta de las más diversas instituciones educativas.

Universidades, institutos profesionales, centros de capacitación, empresas, organizaciones religiosas son, por nombrar, algunas de las entidades que hacen uso en nuestro país de este sistema. Con el avance de la Informática y el acceso masivo a redes de comunicación, la instrucción y capacitación a distancia se hace cada vez más fuerte y necesaria. Desde hace ya varios años Internet, la red computacional más grande del mundo, contribuye eficaz y eficientemente con el desarrollo de este proceso educativo.

1.1.1 Diseño Técnico del Aula Virtual

Para el desarrollo del diseño técnico del aula virtual se utiliza una metodología que divide en bloques el diseño, dicha metodología a

utilizar es la Top Down, en la cual se parte de los conceptos generales que encierra el diseño y se llega a los equipos técnicos que se utilizan en la impartición de las clases y los que soportan el backbone ATM. En primera instancia se tiene a nivel general el aula virtual como una nube (Figura 1.1) de la cual no se conoce su contenido, y que posteriormente se realiza el estudio de su interior.



Figura 1.1 Bloque Aula Virtual

Consecutivamente se analiza los dispositivos que conforman la figura anterior. En la Figura 1.2 se observan los bloques internos del aula virtual que posteriormente se desglosa hasta llegar a sus elementos fundamentales

Los siguientes son los pasos para el desarrollo del diseño de una aula virtual soportada por una red ATM.

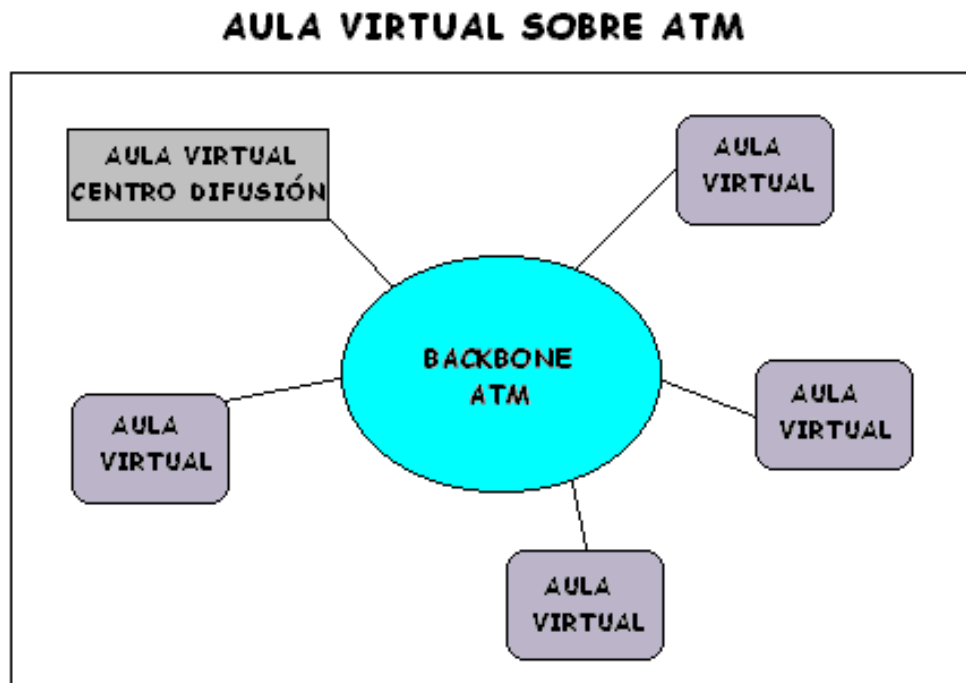


Figura 1.2 Diagrama Interno Aula Virtual

- En primer lugar se describe los conceptos generales relacionados con el aula virtual, sus ventajas y desventajas relacionadas en el presente Capítulo I.
- Posteriormente se analiza su arquitectura general. Se ingresa en los bloques del Aula Virtual y el Centro de Difusión observados en la figura 1.2, extrayendo los componentes a utilizar y características. Esto se detalla en el capítulo II Arquitectura General.
- Como análisis final se desarrolla la red que soporta los servicios de audio y video, al igual que los componentes del backbone ATM.

En el capítulo III Integración de ATM y un Aula Virtual concerniente a este tema, se tratan los conceptos de la red creadora del aula virtual junto con los equipos requeridos para ello.

1.1.2 Definiciones

La Educación a Distancia es una modalidad que permite el acto educativo mediante diferentes métodos, técnicas, estrategias y medios, en una situación en que alumnos y profesores se encuentran separados físicamente y sólo se relacionan de manera presencial según horarios fijados al comienzo del curso. La relación presencial depende de la distancia, el número de alumnos y el tipo de conocimiento que se imparte. Desde una perspectiva del proceso instruccional, esa modalidad permite transmitir información de carácter cognoscitivo y mensajes formativos, mediante medios no tradicionales. No requiere una relación permanente de carácter presencial y circunscrita a un recinto específico. Es un proceso de formación autodirigido por el mismo estudiante, apoyado por el material elaborado en algún centro educativo, normalmente distante.

1.1.3 Características

En las aproximaciones descritas anteriormente aparece en forma clara la idea del estudio independiente, del autodidactismo, lo que

supone un alto grado de interés y compromiso del que utiliza esta modalidad. La responsabilidad del aprendizaje recae en el alumno, que debe planificar y organizar su tiempo para responder a las exigencias del curso que sigue. También debe desarrollar la voluntad, puesto que son muchos los estímulos del ambiente que atentan en contra del estudio sistemático.

La metodología de la clase y los recursos empleados son fundamentales para el logro de la excelencia en los aprendizajes. La evaluación formativa, el aprendizaje significativo, la instrucción individualizada, el adecuado uso de nuevos medios en la presentación de la información y el desarrollo de destrezas individuales son conceptos medulares de la Tecnología Educativa que en la Educación a Distancia adquieren una gran relevancia.

En respuesta a muchos interrogantes que surgen frente al hecho social de la educación, ante la continua preocupación por la necesidad y derecho de una educación permanente, la educación a distancia es una alternativa válida, ya que facilita estrategias para lograrlo. Normalmente la población que atiende son adultos que quieren iniciar o continuar estudios, o graduados que buscan su renovación o mejoramiento, sin salirse de su contexto laboral, social y familiar. Esto último, permite superar la clásica barrera entre la escuela y la vida, puesto que el estudiante no es separado de su

medio. Además, dada la amplia cobertura social que puede alcanzar, hace realidad la igualdad de oportunidades, por lo que se transforma en una respuesta a la demanda democrática de educación.

1.1.4 Descripción del proceso instruccional

En los puntos anteriores se mencionaban los principales componentes que intervienen en el proceso tele-educativo o de educación a distancia. Por una parte está un centro educativo que diseña y elabora los materiales de autoaprendizaje, y al otro extremo, está el alumno. Ese es el esquema básico. A partir de ese modelo surgen muchas maneras para dar respuesta al cómo enseñar. Desde la simple página de una revista, elaborada para producir aprendizajes en el lector que desee seguir las instrucciones y sin ninguna evaluación posterior, hasta el uso de aulas virtuales y video conferencias por medio de satélites, pasando por el uso de computadores, de textos de auto-instrucción y de sistemas de evaluación práctica y presencial. En este aspecto las teorías de la comunicación y del aprendizaje tienen un papel relevante.

1.2 LA TELEEDUCACION

La enseñanza no ha cambiado demasiado a lo largo del siglo. Los profesores siguen dando las clases, con sus ejemplos y sus preguntas, tal como ya lo venían haciendo los antiguos griegos en los

primeros años de la moderna civilización. Las escuelas, y sus profesores, suelen ser núcleos conservadores que hoy se ven conmocionados por realidades como que un profesor tenga alumnos que saben bastante más que él de ordenadores, lo que hoy es ya habitual. Los viejos canales de interactividad (profesor con el material docente y el entorno; alumno con el profesor, material docente y el entorno) pasan a ser potenciados de tal forma que la educación debe ser rediseñada. Incluso la escuela o la universidad, como establecimientos físicos donde se imparte enseñanza, pasarán a ser aulas virtuales en las que el educando se beneficiará de la libertad que el uso de los ordenadores da a sus usuarios. Se aprenderá donde y cuando se desee y como sea más conveniente.

La aparición del CD-ROM, Internet y software avanzado facilitan las comunicaciones y la navegación por los servicios de información en línea, constituyen un nuevo conjunto de herramientas educativas que, tan sólo, han empezado a dar sus primeros pasos. Este nuevo conjunto de herramientas educativas requiere la formación del profesorado como requisito indispensable para su uso generalizado. Si los profesores no son capaces de utilizar los nuevos medios, por omisión, impedirán que sus alumnos lo hagan. La solución estará en que por cada peso gastado en equipos se gaste otro en formación del profesorado.

1.2.1 Definición

Se entiende por teleeducación al desarrollo del proceso de formación a distancia, basado en el uso de tecnologías de la información y las telecomunicaciones, que posibilitan la realización de un aprendizaje interactivo, flexible y accesible a cualquier receptor potencial. Gracias a la tecnología, actualmente es posible llevar a cabo una comunicación haciendo uso de diversos medios. La enseñanza a distancia ofrece una alternativa a la enseñanza presencial mediante el uso de ciertos recursos.

Los profesores no podrán ser sustituidos por los ordenadores, ya que éstos son meras herramientas de apoyo y estímulo a la educación que aumentan la eficacia de los profesores y que, probablemente, serán más guías en materia de información que simples repetidores de material educativo, evitando al tiempo que el estudiantado caiga en la trampa de la educación simple: Aquella en la que la representación de las ideas sustituya a las ideas mismas, la educación superficial.

Es así como en la tabla 1.1 se hace una comparación entre el antiguo y nuevo modelo de aprendizaje:

ANTIGUO MODELO	NUEVO MODELO	IMPLICACIONES TECNOLÓGICAS
Clases en aulas	Exploración individual	Ordenadores en red con acceso a información
Absorción pasiva	Aprendizaje	Modelo de simulación
Trabajo individual	Aprendizaje en equipo	Colaboración a través del correo electrónico
Profesor supersabio	Profesor consejero	Acceso a expertos a través de red
Contenido estable	Contenido flexible	Necesidad de redes, Programas y Browsers.

Tabla 1.1 Comparación entre el antiguo y nuevo modelo de aprendizaje

En el campo de la investigación, de la evolución de las redes con la adopción de la teleconferencia, el correo electrónico multimedia y la edición electrónica, se supondrán las siguientes posibilidades:

- Comunicación vía correo electrónico con otros investigadores de cualquier parte del mundo.
- Transferencia de archivos de datos entre investigadores y entre éstos y las bases de datos. Contribución, participación y acceso a noticias de todo tipo (anuncios de conferencias, avances en campos específicos, etc.).
- Búsqueda electrónica de referencias.

- Acceso a ordenadores especiales de gran capacidad o que gestionan el control de sensores de sistemas de producción.
- Acceso a instrumentos de investigación remotos controlados a distancia.

Las ventajas de la nueva tecnología educativa pueden agruparse en cuatro aspectos diferentes:

- **Interactividad**, ya que los ordenadores pasarán de ser simplemente reactivos a interactivos, pudiendo tomar iniciativas y actuar como ayudantes personales.
- **Posibilidad de que los ordenadores estén omnipresentes en todos los medios actuales** (desde libros con fotografías y conceptos hasta instrumentos musicales simulados por Software), con lo que el educando podrá elegir con toda facilidad el medio a través del que quiera recibir la enseñanza.
- **La información podrá ser presentada desde diferentes perspectivas**: en texto, en imagen, en gráfico, desde atrás, desde adelante, desde dentro ó desde fuera, pudiéndose reunir conceptos importantes de diferentes fuentes.
- La utilidad fundamental del ordenador está en la **posibilidad de construir un modelo dinámico de una idea a través de su simulación**. Se podrán comprobar teorías en conflicto. La

posibilidad de «ver» con representaciones el paso del sentido común a las matemáticas.

1.2.2 Especificaciones técnicas

La arquitectura básica se conforma de un sistema receptor/difusor encargado de difundir la clase impartida por el docente hacia los diferentes lugares en que pueden estar situados los alumnos, al igual que recibir información de los salones que integran la cátedra que se conforma en dicho momento.

1.3 LAS AULAS VIRTUALES

El avance de la informática y las comunicaciones es una constante, que genera un importante impacto en todos los ámbitos en los cuales se aplica. La educación, en todas sus variantes no ha quedado fuera, permitiendo que herramientas como Internet faciliten la obtención de información en cualquier lugar del mundo y sin moverse del lugar de estudio.

En lo que a capacitación se refiere una revolución se está gestando. Y están apareciendo las primeras "aulas virtuales" que permiten que los temas sean presentados por especialistas en forma directa e interactiva, sin importar las ubicaciones geográficas de los alumnos y logrando de esta manera el resultado ideal entre el proceso de

capacitación y la disminución de costos a largo plazo según la tecnología utilizada.

1.3.1 ¿Qué son las aulas virtuales?

Es un sistema que permite conectar en forma simultánea un centro de difusión de información (el especialista de una disciplina, el profesor de un curso, un ejecutivo de una casa matriz de una multinacional, etc.), con uno o más grupos de participantes o alumnos ubicados simultáneamente en uno o más lugares.

Los instructores y los alumnos poseen el equipo individual necesario para comunicarse entre sí, haciendo una simulación interactiva de un curso real, y haciendo participe en forma simultanea a todos los demás miembros de la clase.

Normalmente, en un aula virtual, el alumnado tiene acceso al programa del curso, a la documentación de estudio y a las actividades diseñadas por el profesor. Además, puede utilizar herramientas de interacción como foros de discusión, charlas en directo y correo electrónico.

1.3.2 Funcionamiento

El instructor genera la clase desde un lugar de difusión como se muestra en la figura 1.3. Para facilitar la comprensión de los

contenidos del curso, el instructor se puede valer de recursos complementarios como videos, dibujos realizados durante la clase y gráficos, que soporten el tema de clase y acompañen la imagen del docente difundida al alumnado.

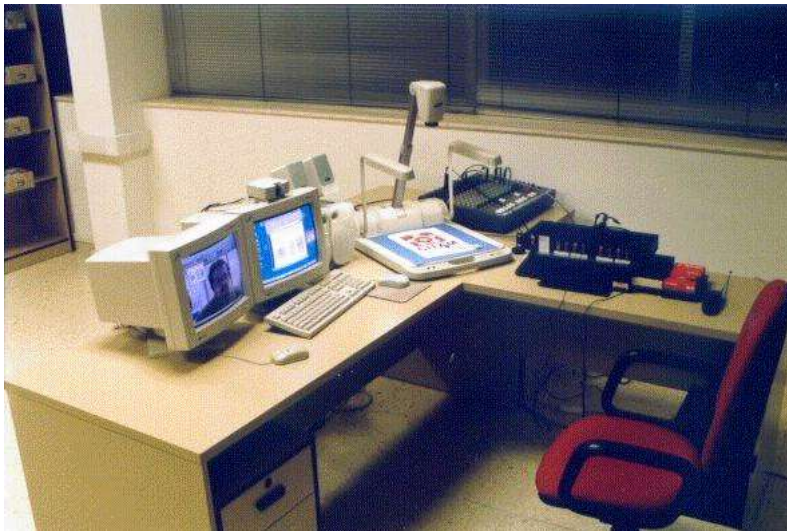


Figura 1.3 Centro de difusión de la clase

Todos estos recursos son administrados por un equipo que es operado por el instructor, que a su vez administra las conexiones con los alumnos. Los alumnos presencian la clase por medio de un monitor o un proyector y pueden realizar preguntas al instructor por medio del equipo de audio. El instructor evalúa las dudas presentadas por los alumnos para luego contestarlas.

El profesor tiene la posibilidad de realizar preguntas a los espectadores, permitiendo al mismo obtener feedback de los niveles

de comprensión y satisfacción de los alumnos del curso, y con esta información que proporciona el alumnado realizar una evaluación en el momento, o en su casa una vez finalizada la clase.

Esta tecnología, tal como fue concebida, permite que todas las clases sean grabadas y almacenadas con la posibilidad de ser reproducidas tantas veces como sea necesario.

1.3.3 Universidad virtual

Es aquella universidad que ofrece sus servicios a través de Internet. Con ello el alumnado se puede matricular y mediante educación a distancia utilizar las herramientas que brindan las nuevas tecnologías de la comunicación, cursando sus estudios y estando en contacto con profesores y compañeros.

1.3.4 Clase virtual

Metodología de teleeducación que motiva la formación presencial a través de:

- Utilización de grupos reducidos que comienzan y terminan juntos un mismo curso.
- Coordinación de un docente, que diseña e imparte el curso.

- Cuidado de la interrelación entre todos los participantes, facilitando y fomentado la comunicación a través de la red provista para el desarrollo de la clase virtual.

1.3.5 Campus virtual

Es la aplicación telemática en entorno web que permite la interrelación entre todos los componentes de la comunidad educativa de una universidad, virtual o no.

Muchas universidades presenciales poseen campus virtuales que permiten al alumnado acceder a bibliotecas, solicitar información de secretaría, participar en foros de discusión, dirigirse a profesores o a la propia institución, descargar materiales o cualquier otro servicio concebido dentro del campus virtual.

1.3.6 Ventajas y Desventajas del sistema

Estos son algunos puntos a favor y en contra de los tantos que se pueden ir encontrando sobre el sistema de aulas virtuales.

1.3.6.1 Ventajas

- Masifica la educación, por cuanto permite el acceso simultáneo a un mayor número de usuarios los cuales no tienen que desplazarse a la institución educativa.

- Aumenta la accesibilidad a los estudios por parte de adultos, esto por medio de programas de formación permanente, especialización y capacitación.
- Favorece la autonomía del estudiante, por cuanto es él quien determina los tiempos de dedicación y quién responde por su propio proceso.
- Crea rápidamente un sistema eficaz para un gran número de personas a menor costo ya que al masificar la educación, los costos por alumno disminuyen.
- Asegura una formación y capacitación de calidad dado que la programación de los cursos es muy exigente.
- Adapta el funcionamiento de los sistemas educativos a las necesidades de la sociedad y de la estructura del mercado laboral. La institución debe ofrecer alternativas flexibles que respondan a las necesidades de los alumnos.
- Facilidad de actualización de contenidos.

1.3.6.2 Limitaciones

- Exige de parte del estudiante una fuerte motivación, una gran responsabilidad, una capacidad de gestión del tiempo y de su formación. En la educación a distancia los alumnos deben administrar su tiempo de estudio, autogestionar su propio proceso,

En consecuencia si no existe un alto grado de aprendizaje y de compromiso, el estudiante fácilmente abandona el programa.

- En nuestra cultura existe aun dificultad para que el alumno asuma responsablemente este compromiso dada la poca disciplina de autoestudio
- Resulta apropiada para ciertas disciplinas. En aquellas áreas del conocimiento en las que se requiere un alto nivel de práctica asistida o dirigida y de laboratorios, la educación a distancia encuentra limitaciones difíciles de superar.
- Genera costos elevados por efectos logrados en contenidos de cursos que se renuevan rápidamente ya que el número de horas requerido para programar un curso es alto.
- El material producido puede resultar estereotipado y conducir a simplificar el conocimiento. El reto que tiene un programador de cursos a distancia para condensar la información en el material que se remite al alumno es muy grande, ya que al sintetizar los contenidos puede sacrificar profundidad en el tema; por otra parte, al intentar hacer comprensible la información a los estudiantes puede simplificarla tanto que resulta inexacta.
- Alto costo de la infraestructura requerida.

Estas limitaciones obligan al programador de aplicaciones de teleeducación a ser exhaustivo en la preparación de las actividades a realizar por los usuarios alumnos y por el docente.

ARQUITECTURA GENERAL

2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se definen los requerimientos técnicos para el montaje de una aula virtual, mostrando la configuración del sistema. El trabajo ha sido dividido en una serie de tareas y define las decisiones y actividades que se deben seguir al construir el aula interactiva.

No es necesario ejecutar los pasos en el orden que se presentan, pero si deben llevarse a cabo ya que son los requisitos básicos para lograr el objetivo de este montaje.

2.2 PASOS A SEGUIR

Existen una serie de pasos que se deben tener en cuenta para colocar un aula virtual en funcionamiento, entre ellos se destacan:

- El diseño de la clase: Se refiere a prever los requisitos necesarios en el proceso para la impartición de la cátedra, en donde el

docente deberá preparar su material y adaptar su antiguo estilo al de la clase virtual.

- Diseño del ambiente del aula virtual: Comprende el funcionamiento del esquema del salón, como mobiliario y equipo para las actividades de enseñanza, reuniendo los requisitos técnicos necesarios.
- El sonido es un requisito importante, ya que establece que la clase tome un enfoque de evento presencial.
- Posteriormente se elige y se adquiere la tecnología, los artículos y equipos como cámaras, micrófonos, etc., que se adaptan a las necesidades requeridas.

El diseño del aula virtual, involucra la evaluación de los requisitos comprometidos en la enseñanza, familiarizándose con el proceso y decidiendo como impartir la clase.

Con ello se debe cubrir todos los objetivos institucionales implicados en la enseñanza presencial y que se suplen con el acceso distante. Más adelante se tendrán en cuenta las consideraciones técnicas del aula virtual, los equipos a utilizar y su arquitectura.

Como trata el Capítulo I, la metodología utilizada es la Top Down, y siguiendo su procedimiento primero se analiza el esquema global del aula virtual, prosiguiendo con la explicación de los bloques que la

conforman, su ubicación, requerimientos y por último finalizar con las especificaciones técnicas de los equipos que integra cada bloque.

2.2.1 Esquema aula virtual

La figura 2.1 se caracteriza por los bloques indicando los salones que se hallan distantes al del docente que imparte la clase y como por medio de una red pueden interconectarse.

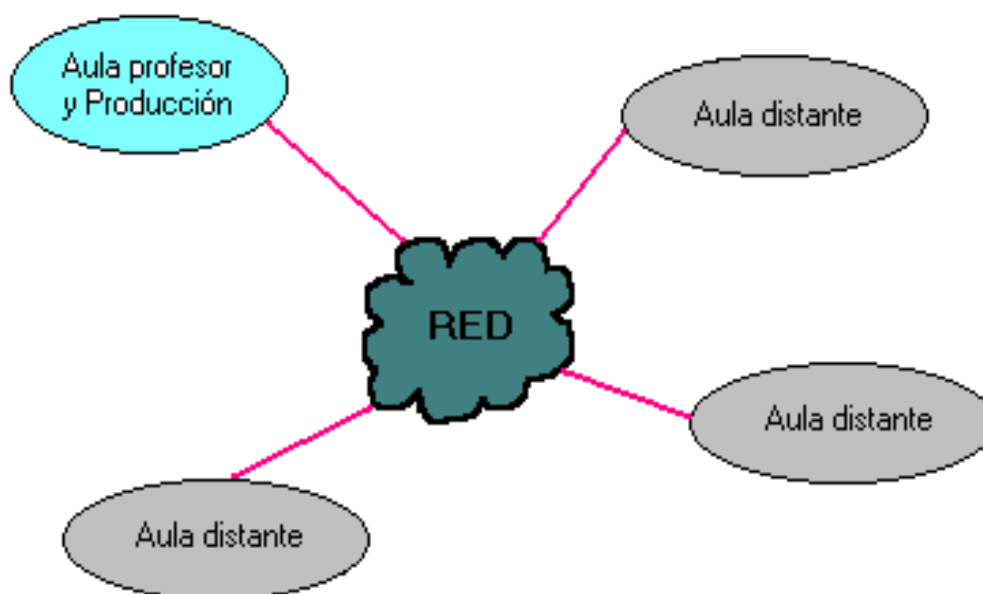


Figura 2.1 Esquema Aula Virtual

En la figura anterior se observa que la red une un aula de profesor (aula central), con aulas geográficamente distantes (aulas remotas) creando un entorno de “aula virtual”, respetando el contexto tradicional del aula y del proceso docente, aprovechando las ventajas de las facilidades de comunicación y multimedia. En el modelo de

“aula virtual” la clase del profesor es un aula con profesor y alumnos (clase presencial), y en los salones remotos de alumnos (clases no presenciales) puede o no haber un monitor local de soporte a la docencia.

Frente a la utilización en el proceso docente de sistemas de videoconferencia originalmente desarrollados para reuniones o comunicaciones personales en entornos de despacho o salas de reuniones, los sistemas de tele-enseñanza para aulas representan una evolución de estos, que desde su inicio han sido orientados a la educación virtual.

En los siguientes apartados se explica cada uno de los bloques que conforman el esquema del aula virtual.

2.2.1.1 Aula profesor y producción

Este es el bloque encargado de recibir la clase originada por el docente y digitalizarla, para así poder ser enviada y distribuida a las aulas distantes utilizando la red.

2.2.1.2 Aulas distantes

Son aquellos salones que no cuentan con la presencia física del docente que transmite la clase y la reciben por medio de equipos

tecnológicos dispuestos en cada una de ellas y con los cuales se crea el aula virtual.

2.2.1.3 Red

La red de transporte sobre la cual se apoya este servicio es la que interconecta las aulas distantes con el aula del profesor y debe ser capaz de integrar diferentes tecnologías, brindando calidad de servicio para lo cual se requiere un ancho de banda fiable.

Estos bloques se deben ubicar sobre sitios específicos que cumplan con las condiciones necesarias para su normal funcionamiento. Sus características son:

2.3 SEDE DEL AULA VIRTUAL

Las cátedras virtuales se desarrollan en espacios distintos. Uno será el sitio en donde se encontrará el docente encargado de exponer la clase llamado centro de difusión y que pertenece al bloque de aula profesor y producción, un salón dedicado a recibirlas denominado salón virtual perteneciente al bloque de aula distante, y por último su recepción desde cualquier equipo conectado a la red que hace parte al igual del bloque aula distante.

Continuando con la metodología, se procede a caracterizar cada uno de los sitios pertenecientes a los diferentes bloques.

2.3.1 Centro de Difusión

Es el primer sitio en donde se encuentra el docente y el centro de difusión principal del aula virtual. Este lugar contiene el espacio favorable y los elementos necesarios para que el profesor director no carezca de equipo técnico al dictar la clase.

En la figura 2.2 se tiene un ejemplo de dicho equipo técnico necesario para la presentación del material didáctico, ya sean digitalizados o escritos.

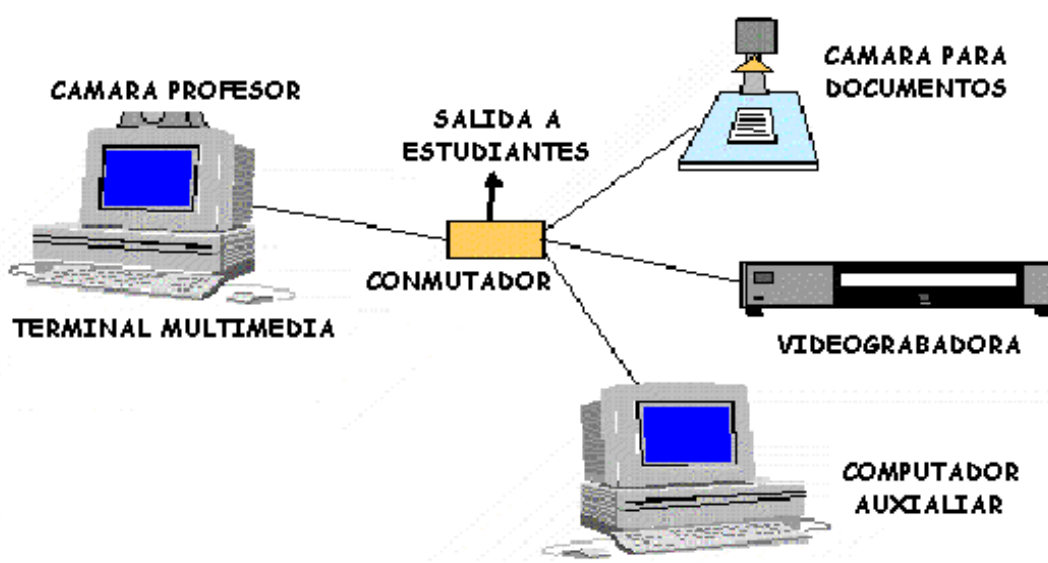


Figura 2.2 Centro de Difusión

2.3.2 Salón Virtual

Es el espacio dedicado para la recepción de la clase virtual (figura 2.3), un lugar adecuado con excelente acústica, buena ventilación, un suelo falso a fin de evitar percances con el cableado y muebles cómodos para que los receptores de dicha clase no se fatiguen en las sesiones relativamente largas.



Figura 2.3 Salón Virtual

Para alcanzar buena acústica se puede observar la tabla 2.1 a modo de referencia, esta detalla la estimación de las prestaciones acústicas de un elemento de construcción respecto a las que percibe el oído humano:

APRECIACION ACUSTICA Aislamiento en dB (A)	APRECIACION DEL USUARIO
30 dB (A)	INEFICAZ Se entiende todo de una habitación a otra
35 dB (A)	INSUFICIENTE Se oyen las voces pero no se comprende su significado
40 dB (A)	SUFICIENTE Se percibe una conversación con esfuerzo, no se comprende su contenido
45 dB (A)	BUENO La habitación se mantiene silenciosa, sin perturbaciones externas

Tabla 2.1 Tabla de apreciación acústica

Para lograr la apreciación acústica deseada el techo debe tener ciertas recomendaciones, entre las cuales están contribuir a crear una atmósfera agradable y confortable, ser el límite superior de los salones y cumplir ciertas exigencias físicas como aislamiento térmico, acústico y protección al fuego, además de ofrecer calidad en su acabado. Con el fin de obtener un buen aislamiento de ruido el techo debe tener un espacio mínimo de 10 centímetros entre su parte visual y la exterior.

Uniforme a las propiedades que debe tener el techo, las paredes pueden tener un vacío logrado con un recubrimiento (puede ser Driwall), como se indica en la figura 2.4.



Figura 2.4 Tipo de paredes

Luego de exponer los sitios a desarrollarse las clases virtuales y sus características, se analiza ahora los elementos que contiene los bloques.

2.4 ELEMENTOS TECNICOS

Para el montaje del aula virtual es necesario contar con ciertos equipos especializados en el área de transmisión/recepción de video y datos. Estos elementos en algunos casos hacen parte tanto del centro de difusión como del salón virtual, diferenciados en

características necesarias para cada bloque, por ello se especifica la parte de video y datos perteneciente al bloque Aula profesor y producción así como los relacionados a las aulas distantes, este último conformado por el salón virtual y alumnos conectados al aula por medio de un sistema monopuesto.

2.4.1 Sistema de video

El sistema de video del aula está compuesto por un video proyector y/o televisión de pantalla grande, un video reproductor VHS situado en el aula del profesor para la difusión de documentales, cursos pregrabados, etc. y equipos compresores de video los cuales tienen incluida una cámara por medio de la cual se recibe la imagen a difundir y es digitalizada por el mismo. Existe la posibilidad de incorporar una grabadora de video VHS en cualquier aula para el almacenamiento de las clases en cinta.

El sistema de video Monopuesto (alumno) se compone de un monitor de 15”.

2.4.2 Sistema de Audio

Este se compone de dos conjuntos, uno correspondiente al salón virtual y otro al sistema de audio monopuesto del alumno.

El sistema de audio para el salón esta formado por un amplificador, micrófonos con altavoces repartidos por el techo y micrófonos de mesa distribuidos entre los alumnos.

El sistema de audio monopuesto para soluciones sencillas y de único puesto, está formado por un micrófono y un par de altavoces de sobremesa.

2.4.3 Estaciones Multimedia

Estos equipos pertenecientes al bloque de aulas distantes, son utilizados en la sección de alumnado, y son PCs con procesador Pentium y requieren de plataforma Windows para su funcionamiento ya que se utiliza el programa Netmeeting para conectarse a la clase.

Para la presentación de documentos en formato papel se dispone de un Escáner que digitaliza manuscritos, dibujos, fotografías, etc.

2.4.4 Equipo aula virtual

Se emplea equipo especial para recibir y transmitir la señal digital de la clase.

Realizando la descripción global de los equipos pertenecientes a los bloques del aula virtual, se continua con la relación de la tecnología que puede soportar las funciones de cada bloque.

2.5 TECNOLOGIA A UTILIZAR

Al seleccionar los equipos para dar una mejor idea del cómo es el montaje del aula virtual, se debe optar por una serie de marcas que cumplen con las funciones necesarias.

2.5.1 Monitor

En los espacios de profesor y alumnado se debe colocar monitores de 15" con él propósito que las imágenes recibidas sean de fácil observación. Se puede seleccionar monitores de 17" pero su elección no aplica por ser tan elevado su costo.

En el campo de monitores se deben adquirir equipos de fácil adquisición. El monitor que se muestra en la figura 2.5 se debe buscar con características de alta resolución, generalmente de 1280x1024 pixeles a 60 Hz y de 1024x768 a 85 Hz, que significa trabajar largas horas frente al PC sin mayor agotamiento por la alta frecuencia de barrido del monitor.



Figura 2.5 Monitor

2.5.2 Sistema de audio

El conjunto de audio está dispuesto en dos áreas, uno el salón virtual y otro el sistema monopuesto, este último vinculado al alumnado situado fuera del salón.

2.5.2.1 Sistema de audio Salón Virtual

El sistema de audio del salón virtual es un aspecto importante, ya que de el depende en gran parte el realismo con que se tome la clase.

Para ello se puede contar con equipos potentes y de gran calidad en cuanto a difusión de audio. Como se observa en la figura 2.6, estos equipos vienen compuestos de una serie de parlantes con diferentes especificaciones.



Figura 2.6 Sistema audio salón virtual

Los conjuntos constan de amplificadores incorporados en el sistema de salida, un subwoofer y parlantes llamados satélites que proporcionan el sonido izquierdo, derecho, central y el surround en el salón virtual.

Dichos equipos cuentan con procesadores Dolby Pro Logic, programas stereo y surround pregrabados, canales de amplificación (uno para cada parlante) y control remoto que maneja todas las funciones del equipo, posibilitando realizar ajustes cómoda y eficientemente en el momento de estar recibiendo una clase.

2.5.2.2 Sistema de audio monopuesto

El sistema para el audio monopuesto se compone de una tarjeta de sonido y parlantes para que los estudiantes puedan escuchar las clases y observarlas en el monitor.

Una solución son los kits de multimedia, compuestos de tarjeta de sonido y parlantes como se observa en la figura 2.7. La tarjeta de sonido puede procesar señales de 32 bits a 48 Khz. resultando óptima para el desempeño de eventos en vivo.



Figura 2.7 Sistema Audio Monopuesto

El sistema de parlantes tiene la opción de poseer amplificador incorporado, con el cual se obtiene calidad superior a la de los parlantes tradicionales. El juego consta de un subwoofer que puede ser obviado para mayor economía a expensas de una disminución en la calidad, dos parlantes que reparten el sonido estereofónicamente y un micrófono que completa la interactividad de la clase.

2.5.3 Estaciones multimedia

Una forma fácil y rápida para que el estudiante reciba la clase es conectándose a ella por medio del Software NetMeeting, con el cual podrá recibir las imágenes, participar haciendo preguntas y responder las que el docente realice.

Esto se logra ya que cada equipo digitalizador de video tiene asignada una dirección IP, con la cual el estudiante podrá visualizar la clase llamando a este equipo. La optimización de la interacción con la clase se puede hacer por medio de un Software diseñado especialmente para recibir clases a distancia instalado en el computador.

El tipo de interfaz mostrada en la figura 2.8 es gráfica y en ella se observa el tutor que imparte la clase al igual que las aulas distantes de las cuales quiera tener imagen.



Figura 2.8 Interfaz Gráfica Aula Virtual

Los equipos situados en el lado del estudiante deben tener las siguientes especificaciones como mínimo con el fin que la recepción de la clase sea de calidad aceptable y no se manifiesten tiempos de retardo significativos.

- Procesador Pentium II 400 Mhz.
- Memoria Dimm 64 MB.
- Disco Duro 8,4 GB.
- Memoria de Video de 8 MB.
- Tarjeta de red Ethernet 10/100.
- Unidad de Drive 3 ½ .
- Teclado Windows
- Mouse

2.5.4 Equipo aula virtual

Existen diferentes equipos para compresión de video, entre los mas utilizados se encuentran los servidores con tarjetas de adquisición de video y los codificadores/decodificadores (*códec*) de video.

Los servidores a los cuales se les denomina servidores de difusión se utilizan principalmente para codificar en vivo el video y audio, digitalizando esta información y enviándola al estudiante. Igualmente sirve a un número ilimitado de programas pregrabados definidos en un servidor de control.

Los servidores de difusión soportan video de alta calidad MPEG-2 y MPEG-1, ya que poseen una tarjeta de captura para la adquisición de video y posterior digitalización (Figura 2.9). Al trabajar el flujo de video en formato MPEG-2 en vivo con una resolución de 704x400 píxeles, se requiere un ancho de banda de 6 Mbps desplegando 30

cuadros por segundo y si el flujo de video es en formato MPEG-1 a 30 cuadros por segundo se requiere un ancho de banda de 1 Mbps.

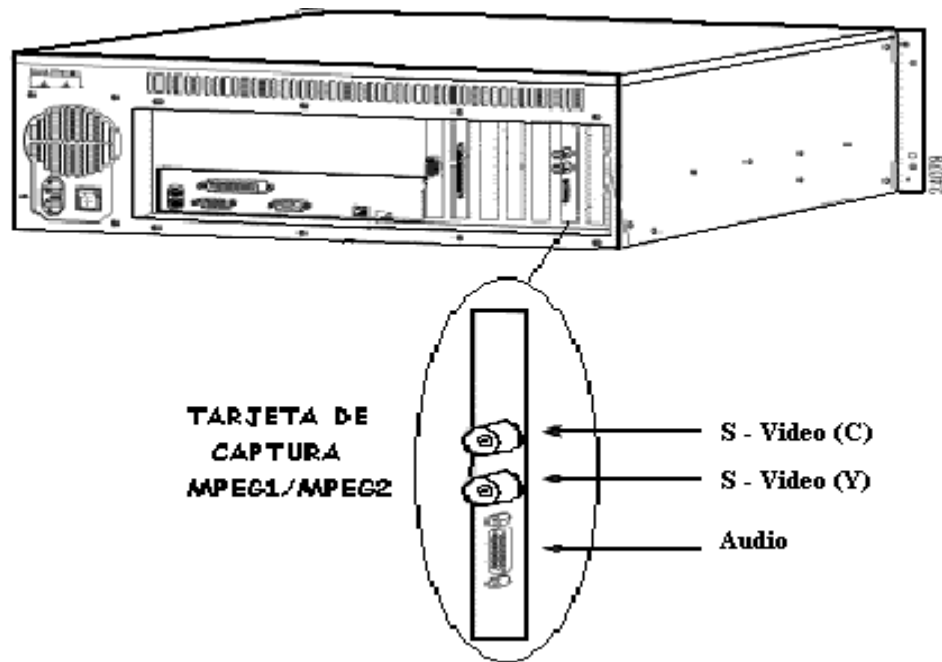


Figura 2.9 Panel Posterior Servidor de Difusión

A diferencia de los anteriores servidores, los codificadores/decodificadores de video utilizan un ancho de banda significativamente menor debido a que emplean otro formato de compresión (H.261) y como la red que soportará el servicio es ATM, significa elevados costos en el alquiler del canal y una solución poco ingeniosa. Debido a ello se elige trabajar con los codificadores de video por su fácil adquisición, menor costo y fácil instalación.

El codificador/decodificador de video realiza la compresión (y descompresión) del video y además actúa como un dispositivo de interfáz entre el equipo de videoconferencia y la red.

2.5.4.1 Codificadores/decodificadores de video

Los codificadores de video representan una solución completa, escalable y de ancho de banda eficiente para la nueva generación de aplicaciones de comunicación con video de alta calidad sobre redes privadas.

Los codificadores/decodificadores de video como se detallan en la figura 2.10 los hay de diferentes marcas que en general cumplen con las mismas funciones y su diferencia se basa en el modelo físico y características adicionales que uno tenga y otro no.

En el diseño del aula virtual representa gran flexibilidad que el codificador sea receptor/transmisor, ya que al instalar uno en cada aula virtual distante, el aula se convierte en difusora de clases sin regirse a un solo centro de difusión, ya que habría un número igual al de aulas se encuentren conectadas.



Figura 2.10 Codificadores/decodificadores de VIDEO

Estos codificadores entregan en su destino una calidad de imagen superior a la televisión dependiendo de la velocidad con que se transmita el video, ya que dependiendo del *codificador/decodificador* y su red de transporte este transmitirá la información a la máxima velocidad que lo permita.

Los codificadores/decodificadores de video digitalizan la información según la recomendación H.261 de la UIT-T, la cual define la codificación de video para comunicación a baja velocidad binaria. Ellos funcionan con un ancho mínimo de 128 Kbps a 15 cuadros por segundo, llegando a transmitir hasta 768 Kbps a 30 cuadros por segundo según el modelo.

La recepción y transmisión del audio es full duplex digital con supresión de ruido y cancelación de eco. Tienen un sistema de detección de audio con el cual si un estudiante hace una pregunta automáticamente la cámara lo enfoca para que pueda ser visto por el resto de alumnado obviando los ruidos indeseables. Esto se logra ya que el codificador de video posee una interfaz para conexión de micrófonos adicionales que son distribuidos en el salón virtual.

Algunas características estándar de los codificadores/decodificadores de video son:

- Opción de monitor dual.

- Memorias con posiciones de cámara.
- Cámara activada por voz.
- Entradas de video auxiliar VCR (Video Cassette Recorder).
- Puerto dual Ethernet.
- Dirección IP real.
- Velocidades de conexión de hasta 768 Kbps.
- 30 cuadros por segundo en velocidades mayores a 384 Kbps.
- Alta calidad en audio y video.
- Conexiones de fácil instalación.
- Soporte para conexiones de audio y video.
- Actualización de software vía ISDN.
- Soporte H.323 para la comunicación de la videoconferencia vía LAN.
- Capacidades incluidas para presentaciones.

Después de observar las características estándar de los codificadores/decodificadores, a continuación se presenta sus interfaces físicas estándar y posteriormente continuar con su configuración básica.

2.5.4.2 Interfaces codificador/decodificador de Video

Los codificadores/decodificadores de video tienen una serie de puertos (figura 2.11) a fin de poder conectar los diferentes equipos que se requieren para difundir el video y el audio. Estos puertos pueden cambiar dependiendo del modelo que se adquiera variando al tiempo las características de cada uno.

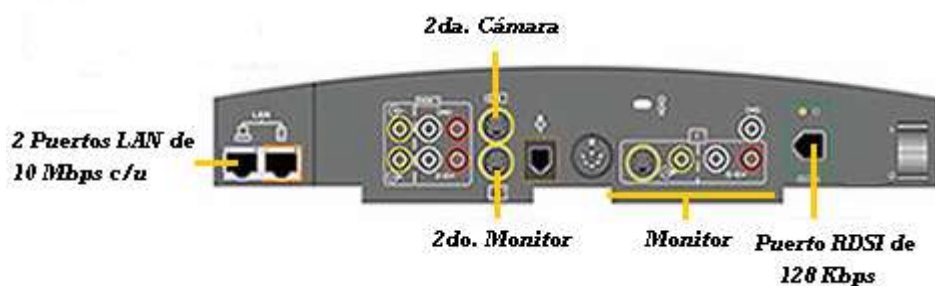


Figura 2.11 Panel posterior codificador/decodificador de video

2.5.4.3 Configuración de las conexiones

Las conexiones de los codificadores/decodificadores son sencillas, ya que se pretende que pueda ser instalado por cualquier usuario y hacer énfasis de su portabilidad.

El codificador/decodificador viene con los elementos básicos y necesarios para su rápida instalación como se observa en la figura 2.12.

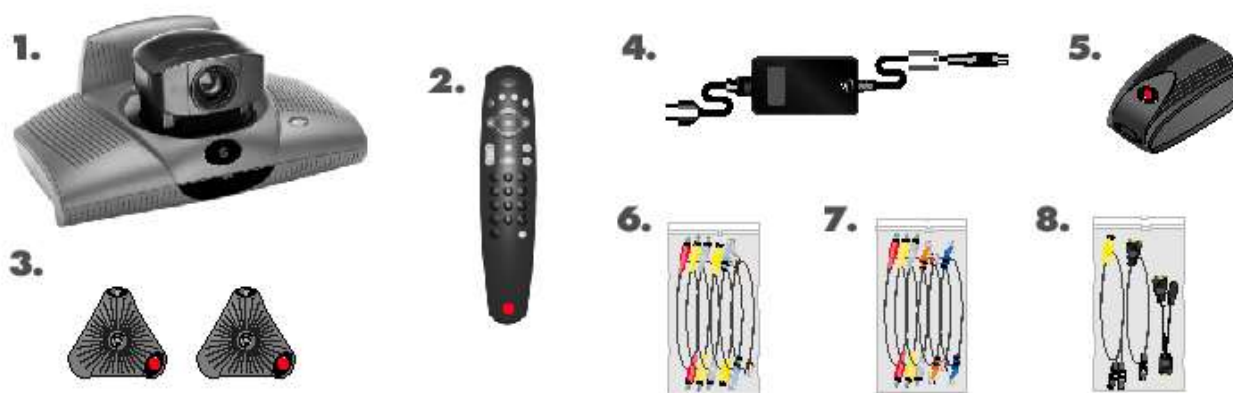


Figura 2.12 Codificador/decodificador de video (Kit)

1. Codificador/decodificador de video
2. Control remoto
3. Micrófonos omnidireccionales
4. Fuentes de alimentación
5. Interfaz para red
6. Juego de cables necesarios
7. y 8. Juego de cables optativos

La configuración del codificador/decodificador de video se hace desde su control remoto y permite gestionar codificadores/decodificadores lejanos, hacer cambios a las características como acercamientos de pantalla (ver figura 2.13) y entablar comunicación con equipos similares.



Figura 2.13 Acercamiento de pantalla

2.5.4.4 Instalación codificador/decodificador de video

El equipo trae consigo los elementos fundamentales para su instalación técnica como se muestra en la figura 2.14 y los pasos se detallan a continuación.

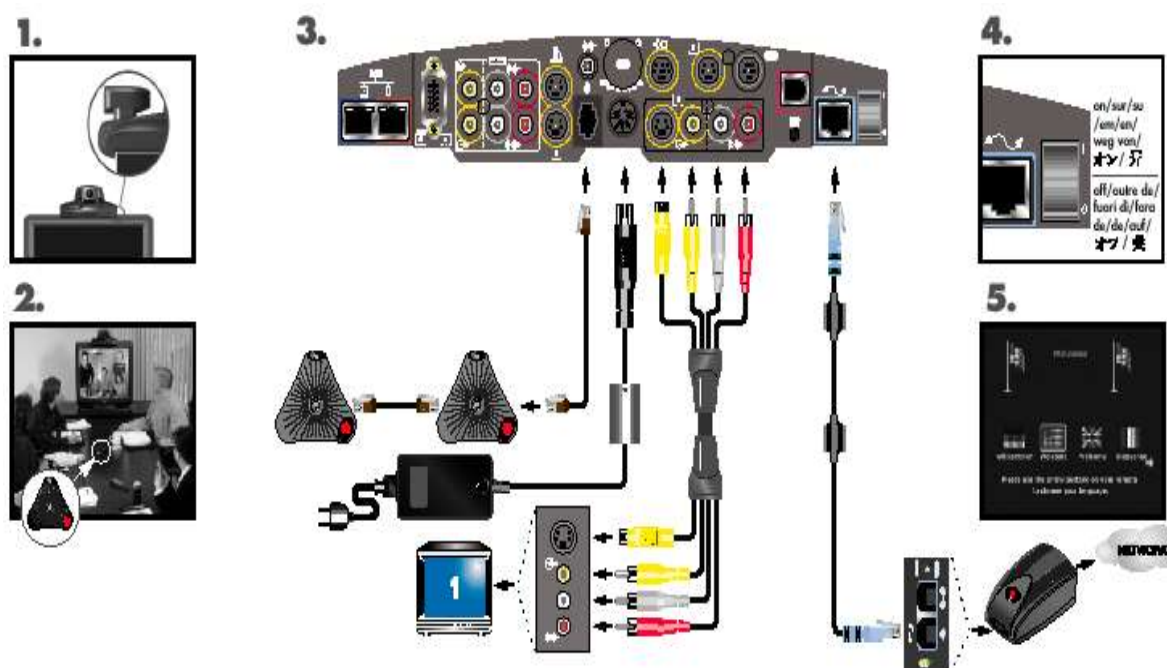


Figura 2.14 Instalación necesaria

1. Colocar el codificador/decodificador de video sobre un lugar fijo y seguro (puede ser encima de un televisor).
2. Situar los micrófonos cerca de los estudiantes.
3. Conectar el equipo necesario como se muestra en la figura 2.14.
4. Encender el sistema.
5. Seleccionar el idioma (utilizando el control remoto).

Otros elementos optativos pueden ser conectados al codificador/decodificador como se muestra en la figura 2.15 siguiendo los pasos anteriores, simplemente se adiciona la conexión de estos equipos, siempre y cuando el codificador/decodificador posea los puertos para ellos.

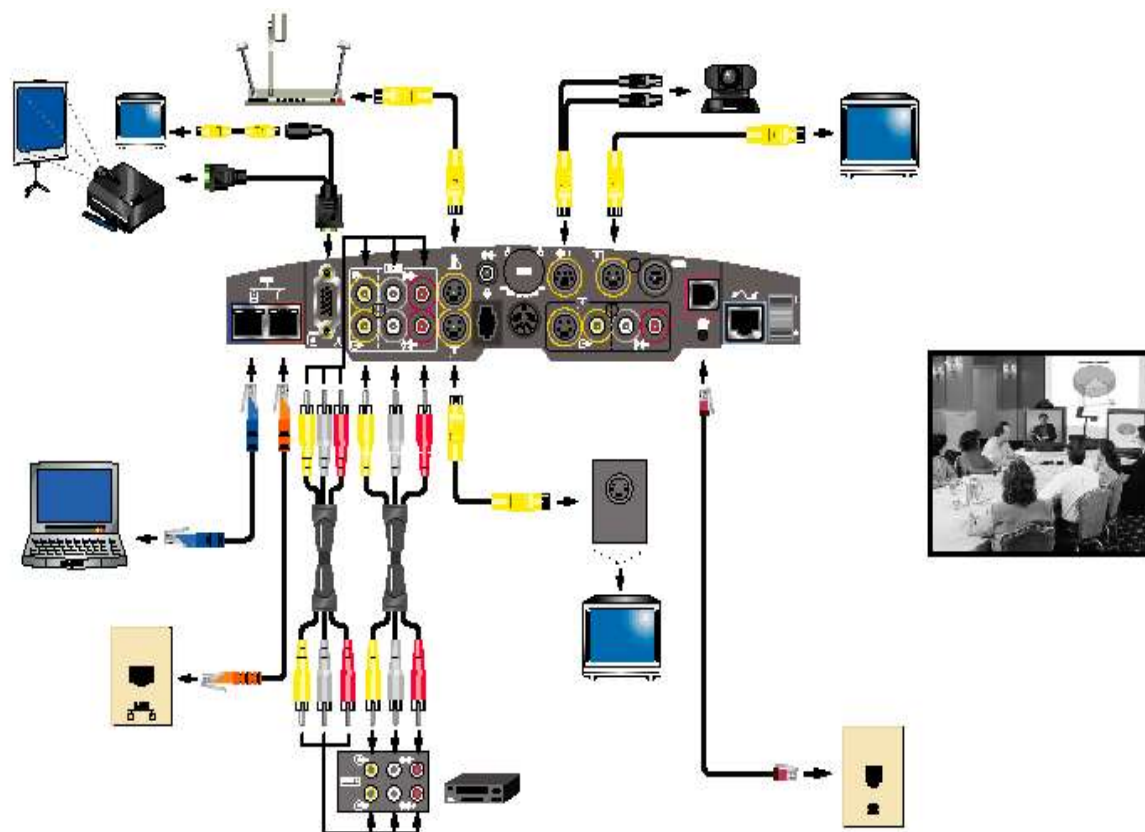


Figura 2.15 Instalaciones optativas

2.5.4.5 Equipos codificadores/decodificadores de video

Entre los equipos se encuentran diferentes referencias en el mercado como Polycom, Picture Tel, Sony, VTel, etc, observados en la figura

2.10 los cuales tienen características similares entre ellos a diferencia de particularidades como las siguientes:

- Algunas de las características del ViewStation de la marca Polycom son cámara activada por voz, memoria con posiciones de cámara, opción de monitor dual, dos entradas de video auxiliar, concentrador con puerto dual Ethernet, dirección IP real, velocidades de conexión de hasta 768 Kbps, 30 cuadros por segundo y precio de lista de US\$3.999 con velocidad de transmisión a 128 Kbps.
- El Swiftsite II de Picture Tel trae cámara mecánica con acercamiento de 10x, precio de lista de US\$3.995 en la versión 128 Kbps y US\$7.995 en la versión de 384 Kbps.
- La marca Sony ofrece la línea Contact, este no integra capacidades de administración y monitoreo vía internet, su interfaz de usuario es basada en texto y su precio de lista es de US\$4.999.
- Características de la línea Settop de la marca Vtel son el no contar con interfaz basada en íconos al igual que carece de la capacidad de administración y monitoreo vía internet. El manejo de la cámara es mecánico y su precio se encuentra entre los US\$5.000 y US\$9.000.

Es así como se finaliza con los equipos que establecen la parte de transmisión y recepción digital de las clases virtuales, osea bloques aulas profesor y producción al igual con los bloques de aulas distantes. En el capítulo siguiente se consigna la información respecto al bloque de red, el cual es el medio de transporte de dichos datos digitales utilizando la tecnología ATM.

INTEGRACION DE ATM Y UN AULA VIRTUAL

3.1 INTRODUCCION

En él capítulo anterior se recopiló la información acerca de los elementos técnicos requeridos para el montaje del aula virtual, ahora hay que colocar esta tecnología sobre una infraestructura de red capaz de soportar esta clase de servicios; esto es la información concerniente al bloque de red de la figura 2.1 perteneciente al Capítulo II.

Cuando se requiere implementar una red local pequeña se cuenta con tecnologías que realizan la interconexión entre los equipos y brindan un transporte de la información eficiente; pero cuando se requiere interconectar estas redes locales que van en constante crecimiento con otras situadas en distintos puntos geográficos, se debe pensar en una red de transporte que satisfaga los requerimientos producidos por las redes locales y es allí donde se aplica el diseño de una red ATM.

Como la metodología Top Down lo dice, se empieza con una red global que encierra varias aulas distantes, estas a su vez en su interior deben tener una serie de equipos que una desde un computador personal de un estudiante con otro similar, hasta grupos de estos llegando a un número que esta tecnología inicial lo permita, estipulando el funcionamiento y características que usan dichos equipos.

Posteriormente se trata como unir las aulas virtuales, ello es la tecnología ATM; como unir la tecnología inicial con la tecnología ATM y teniendo la información en este último estado (en tramas ATM) unir los puntos, ósea las aulas virtuales distantes a las cuales se les haya realizado igual tratamiento.

De acuerdo a lo anterior, para la construcción de la red se empieza con las tecnologías básicas y consecuentemente con la tecnología ATM.

3.2 CONSTRUCCION DE LA RED

Inicialmente se parte del bloque general de red el cual esta constituido por sub-bloques (figura 3.1.). Estos sub-bloques a su vez están unidos y forman la red sobre la cual se transmite la información de las clases virtuales.

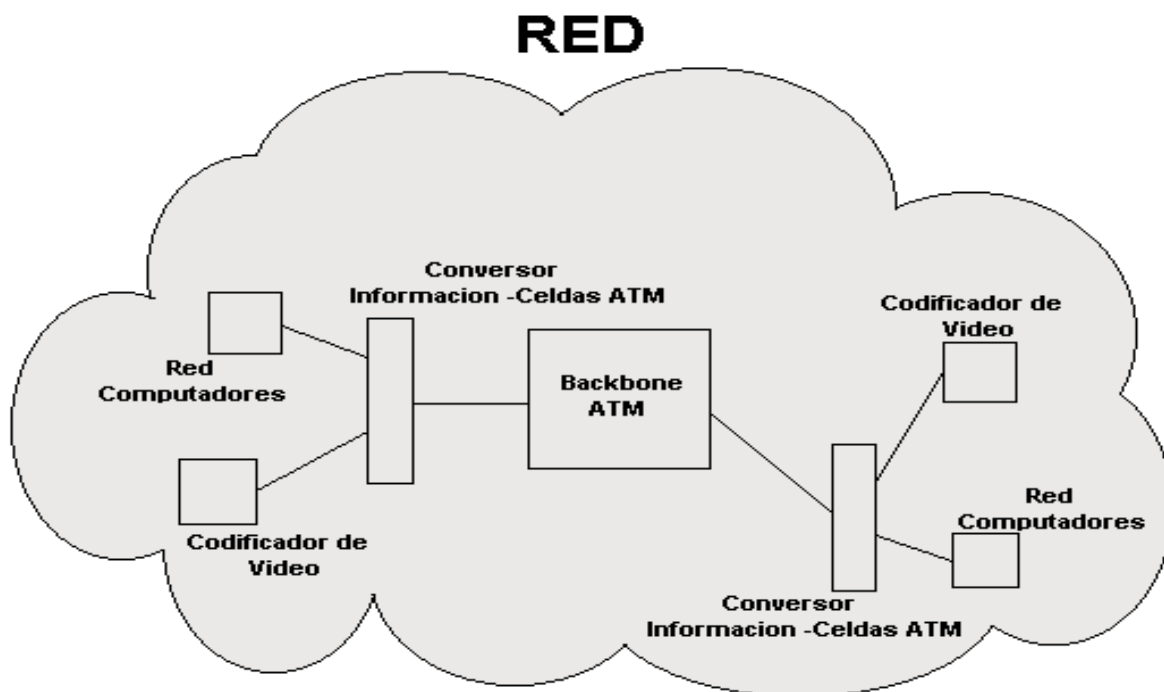


Figura 3.1 Sub-bloques de Red

A continuación se explica cada uno de los bloques a excepción del bloque codificador de video el cual ya se explico en el Capítulo II; este se ubica en la figura con el fin de hacer énfasis en el bloque conversor de información a celdas ATM, el cual tiene como función recibir todo el tipo de información a transportar y entregarlo al backbone ATM.

Al construir una red se parte de lo básico que es interconectar un grupo de computadores que es el bloque red de computadores; empezando con equipos concentradores (HUB), y a medida que la complejidad aumente en cuanto a tráfico de información se refiere,

aumentarán en igual proporción los dispositivos utilizados para su buen rendimiento.

Parte de esta tecnología la componen equipos especializados para agilizar el tráfico y direccionar la información transmitida eficientemente como son el conmutador (*switch*) y el enrutador (*router*) respectivamente.

El conmutador y el enrutador proporcionan un alto rendimiento para la red, pero a medida que esta va creciendo estos elementos no podrán abastecer el ancho de banda requerido y es allí donde la tecnología ATM se presenta como solución al problema.

Al crear una red que soporte anchos de banda grandes, demandados por el video en este caso, se debe partir de los conceptos que se relacionan con cada equipo componente de ella e incluirlos en la formación de la red del campus universitario.

En la construcción de la red se deben seguir una serie de pasos partiendo de una red sencilla hasta llegar a un backbone extenso multiservicio que brinde calidad en el transporte. Los pasos seguidos en este caso son los siguientes:

- Conceptos fundamentales de equipos de conmutación y enrutamiento

- Funcionamiento del conmutador y enrutador en la red.
- Utilidades que proporciona el conmutador y enrutador en la red.
- Composición de una red básica y grupos de red básica.
- Esquema del backbone para el aula virtual.
- Componentes del backbone ATM.
- Especificación de los componentes del backbone ATM y su configuración.

3.3 ESQUEMA BASICO

El esquema básico de la red del aula virtual es como se observó en la Figura 2.1 del capítulo anterior; partiendo de intranets Fast Ethernet en donde los computadores están interconectados por medio de cableado categoría 5 (UTP 5 el cual soporta anchos de banda hasta 100 Mbps), y tecnología de concentradores que interconectan los diferentes equipos que representan la formación del aula virtual. Los componentes de la red, conmutador y enrutador a continuación se detalla cada una de estas tecnologías y su funcionamiento.

3.4 TECNOLOGIA DE CONMUTADOR

Este dispositivo es diseñado para solucionar problemas de anchos de banda y embotellamientos en la red. Puede agregar mayor ancho de

banda, acelerar paquetes, reducir tiempos de espera y bajar costos por puerto. Opera en la capa 2 del modelo OSI y reenvía los paquetes en base a la dirección MAC.

El conmutador segmenta económicamente la red dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estudiante del aula virtual. Al hacer esta segmentación, amplía la posibilidad que el estudiante acceda al medio, asignando a cada estudiante un ancho de banda comparativamente mayor.

3.5 TECNOLOGIA DE ENRUTADOR

Con este dispositivo se fija el propósito de segmentar la red, la idea es limitar el tráfico de broadcast y proporcionar seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast, al igual que aprovechar el servicio de seguridad que pueda brindar y la conexión a una WAN como se observa en la figura 3.2.

El enrutador opera en la capa 3 del nivel OSI y tiene mas facilidades de software que un conmutador. Al funcionar en una capa mayor que este, el enrutador distingue entre los diferentes protocolos de red, tales como IP, IPX, etc, permitiendo hacer una decisión más inteligente que el conmutador al momento de reenviar los paquetes.

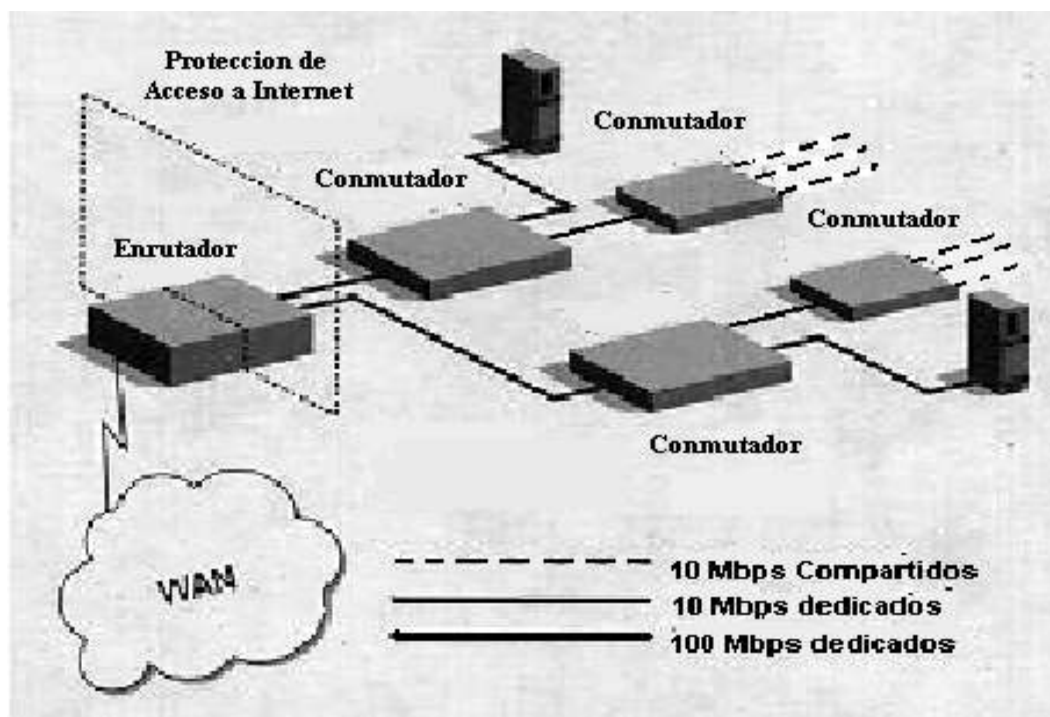


Figura 3.2 Utilización Enrutador

Sus funciones básicas son las de crear y mantener tablas de enrutamiento para cada capa de protocolo de red, de esta manera extrae de la capa de red la dirección destino y realiza una decisión de envío basado en el contenido de la especificación del protocolo en la tabla de enrutamiento.

La inteligencia del enrutador le permite seleccionar la mejor ruta basado en factores como saltos, velocidad de línea, costo de transmisión, retraso y condiciones de tráfico.

3.6 DISEÑO DE LA RED ATM PARA EL AULA VIRTUAL EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO

Los elementos técnicos enumerados en el capítulo número dos son los utilizados para el desarrollo de las clases virtuales, pero estos dependen de una infraestructura de red que los soporte.

Los dispositivos utilizados para formar la red del Campus Universitario antes de llegar a la tecnología ATM son los siguientes:

3.6.1 Utilización de la tecnología de conmutador

Uno de los principales factores que determinarán el éxito del diseño de la red para el aula virtual, será la habilidad de la red para proporcionar una satisfactoria interacción entre alumno / equipos, pues los estudiantes demandarán tener un buen y confiable servicio de video.

Algunos factores que involucran incremento en el ancho de banda de la red del campus universitario son:

- Incremento en los nodos de la red.
- Continuo desarrollo de procesadores más rápidos y poderosos en estaciones de trabajo y servidores.

- Reducción del número total de servidores al desarrollar conjuntos de estos con el fin de facilitar su administración.

La regla tradicional 80/20 del diseño de redes, donde el 80% del tráfico de una LAN permanece local, se invierte con el uso del conmutador. Los conmutadores resuelven los problemas de anchos de banda al segmentar un dominio de colisiones de una LAN, en pequeños dominios de colisiones.

Como se percibe en la figura 3.3 al segmentar la red se aumenta el acceso de cada estudiante al medio, incrementando el ancho de banda de la LAN.

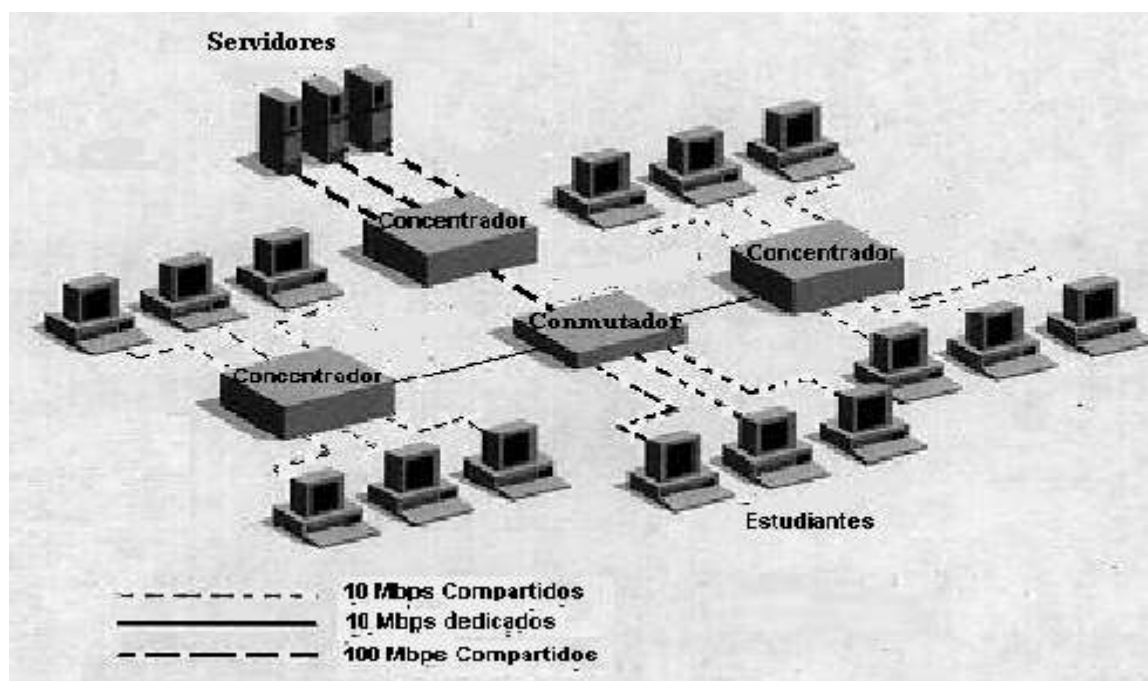


Figura 3.3 Segmentación de red utilizando conmutador

3.6.2 Utilización de la tecnología de enrutador

Hacer eficiente la red en el campus universitario es lo primordial para el desarrollo de las clases virtuales. El enrutador cumple con funciones como segmentar la red dentro de dominios individuales de broadcast, envío inteligente de paquetes y soportar rutas redundantes en la red para mayor seguridad, puntos clave en el diseño de una red eficiente.

Aislar el tráfico de la red ayuda a diagnosticar problemas, puesto que cada puerto de este dispositivo es una subred separada, el tráfico de broadcast no circulará a través del mismo.

3.6.3 Segmentación de la red del campus universitario con enrutadores y conmutadores.

Se puede definir la LAN como el campus virtual, y se utilizará la habilidad del conmutador y enrutador para segmentar la misma.

3.6.3.1 Segmentación de la red utilizando conmutadores

El Campus Universitario definiéndose como un dominio de colisiones, puede segmentarse en dominios más pequeños con la ayuda del

conmutador. Esto puede ser ventajoso, ya que reduce el número de estaciones para competir por el medio.

Como ejemplo, en la figura 3.4 cada dominio de colisión presenta un ancho de banda de 10 Mbps, este es compartido por todas las estaciones que se encuentran en cada uno de ellos. Aquí el conmutador incrementa dramáticamente la eficiencia, agregando 60 Mbps de ancho de banda.

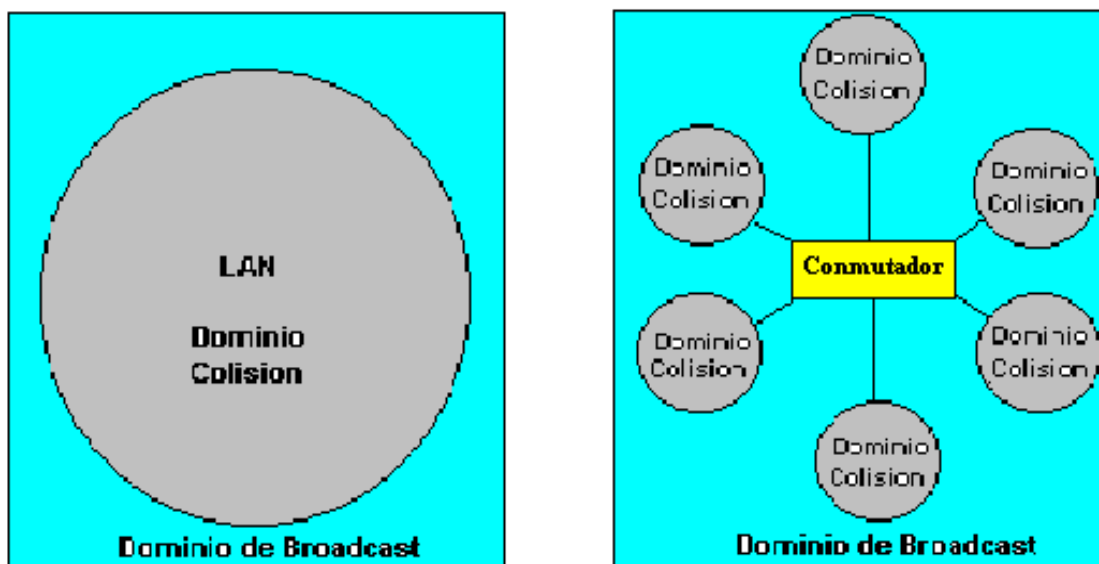


Figura 3.4 Segmentación de dominios de colisión

Es importante notar que el tráfico originado por el broadcast en un dominio de colisiones, será reenviado a todos los demás dominios, asegurando que todos los estudiantes en la red se puedan comunicar entre sí.

3.6.3.2 Segmentación de la red con enrutadores.

Una subred es un puente o conmutador compuesto de dominios de broadcast con dominios individuales de colisión. Un enrutador está diseñado para interconectar y definir los límites de los dominios de broadcast.

La figura 3.5 muestra como la red del campus universitario compuesta por un dominio de colisión se puede segmentar en dos dominios de colisión con un conmutador, en donde el tráfico de broadcast originado en un dominio es reenviado al otro dominio.

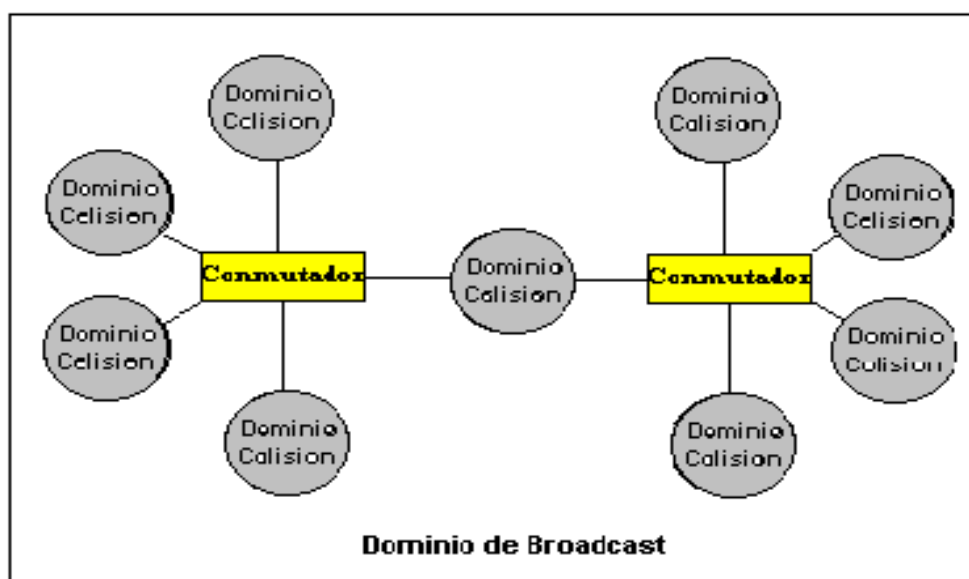


Figura 3.5 Dominio de broadcast sin enrutador

Utilizando un enrutador como se muestra en la figura 3.6, la red se segmenta en dos dominios diferentes de broadcast. En este medio el

tráfico generado de broadcast no fluye a través del enrutador al otro dominio.

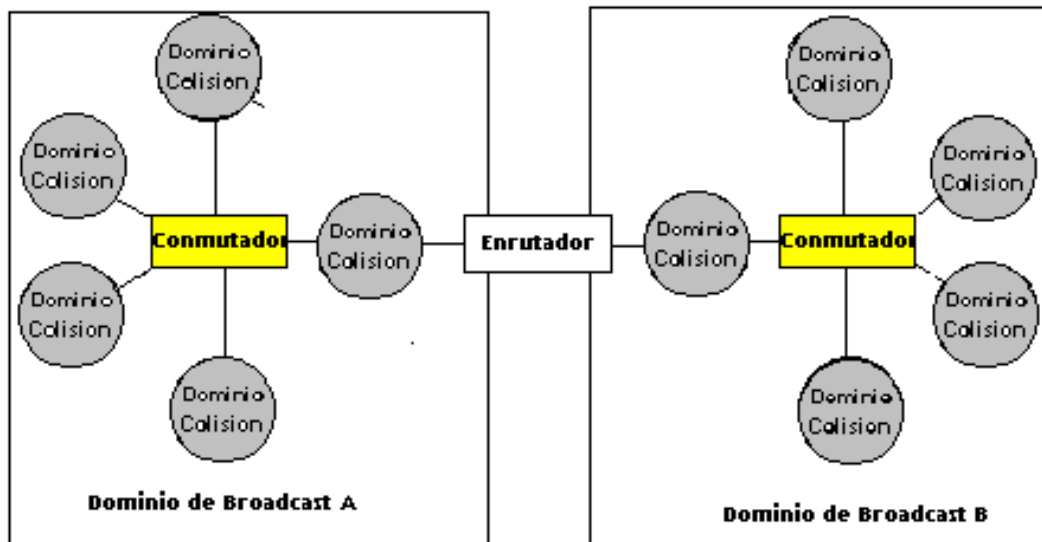


Figura 3.6 Dominio de broadcast con enrutador

Finalmente se observa que se deben utilizar los conmutadores de datos para incrementar el ancho de banda hasta que estos lo permitan y si es requerido soporte para rutas redundantes, envío inteligente de información o acceder a la WAN, se selecciona un enrutador.

Se debe tener en cuenta que en un ambiente de diseño, el costo interviene en la decisión de instalar cualquiera de los dos equipos y el conmutador como es de propósito general tiene bajo costo por puerto.

3.6.4 Composición de la red básica

Un grupo de trabajo es un conjunto de estudiantes finales que comparten recursos de cómputo; pueden ser grandes o pequeños y localizados en el campus. En la Figura 3.7 se ve un típico ambiente de grupos de trabajo; tiene dos concentradores, en donde los estudiantes junto con los servidores comparten el ancho de banda de 10 Mbps.

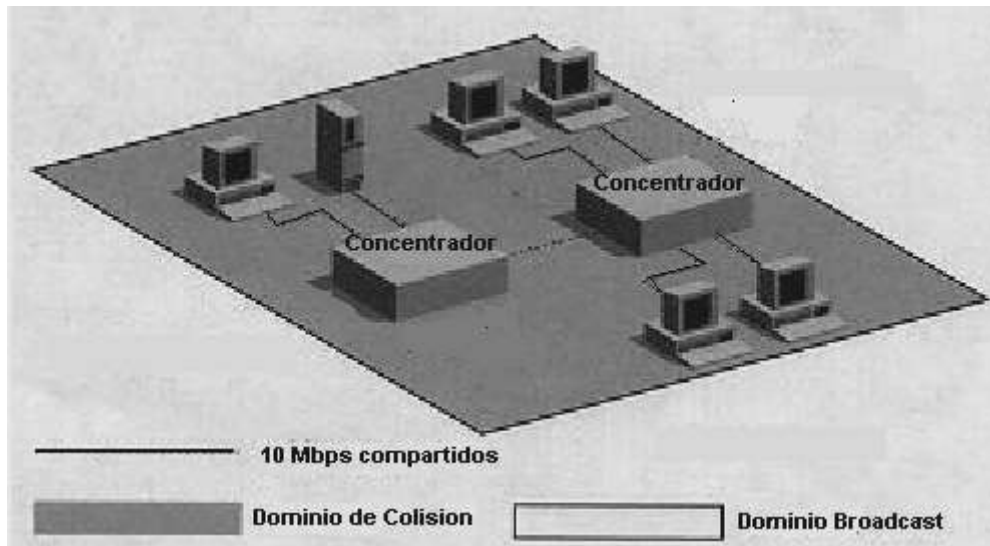


Figura 3.7 Composición Red Básica

Para maximizar el ancho de banda de los servidores y dividir los estudiantes en pequeños dominios de colisiones se utiliza un conmutador como se muestra en la figura 3.8. En este ambiente el dominio de broadcast se divide en 4 dominios de colisiones, donde los estudiantes enlazados a dichos dominios comparten 10 Mbps. Los accesos dedicados a los servidores del aula virtual, eliminan la

competencia por acceder el medio y el servidor local tiene interfaz de alta velocidad para eliminar posibles cuellos de botella. Además de garantizar que los paquetes no se perderán por la limitación del buffer, cuando el tráfico de varios puertos sea enviado a un solo puerto de destino.

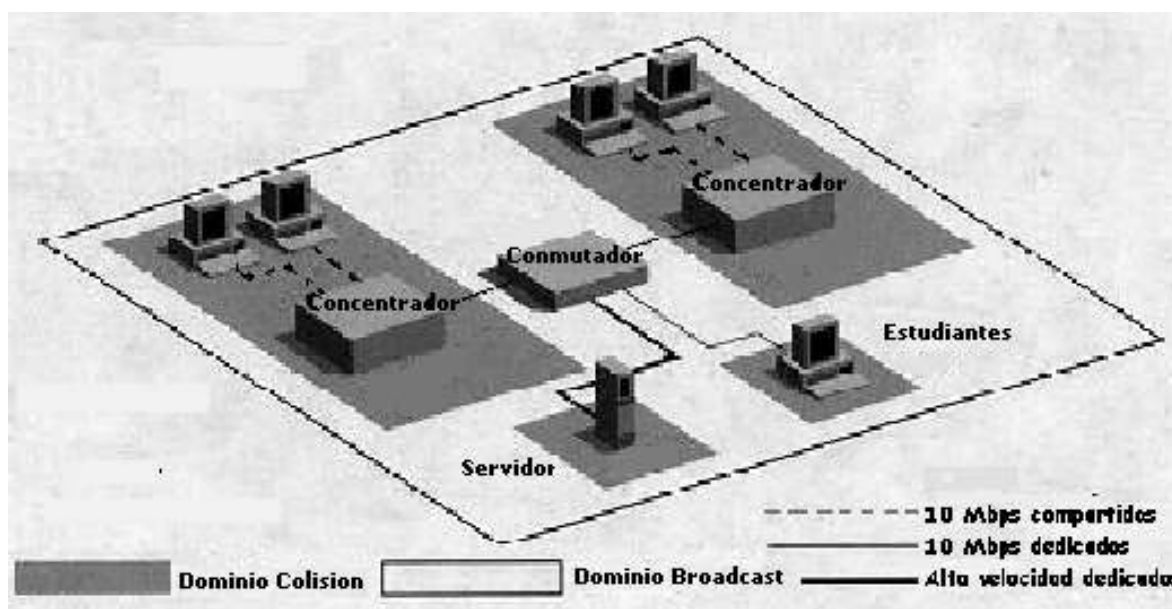


Figura 3.8 Red Básica utilizando Conmutador

En estos casos la red a instalar debe ser Fast Ethernet, respaldado claramente con el siguiente ejemplo: Al tener un ambiente ethernet, donde cada uno de los 5 puertos del conmutador es de 10 Mbps, enviando 64 paquetes hacia el servidor en un rango de 4.000 paquetes por segundo (pps), la carga total por puerto será de 20.000 pps. Este valor sobrepasa el estándar Ethernet de 14.880 pps, (límite por frames de 64 octetos). El problema se elimina con una interfaz

Fast Ethernet, donde su capacidad es hasta 148.800 paquetes por segundo para frames de 64 octetos.

3.6.5 Composición de grupos de trabajo estudiantil

Un grupo de trabajo estudiantil es un conjunto de varios grupos de red básico. La figura 3.9 ilustra un grupo de trabajo estudiantil, donde la unión de estos a nivel individual son combinados con un conmutador que proporciona interfaces de alta velocidad Fast Ethernet o ATM y todos los usuarios tienen acceso al conjunto de servidores que componen el aula virtual, vía una interfaz compartida de alta velocidad al conmutador de datos de trabajo estudiantil.

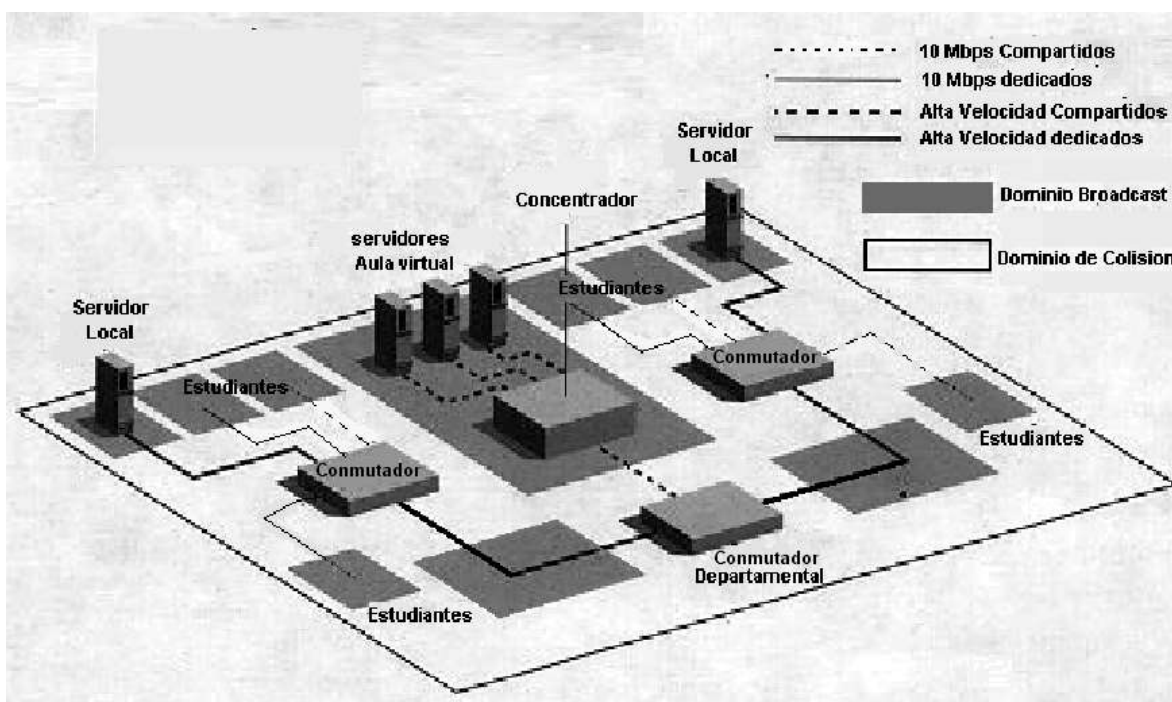
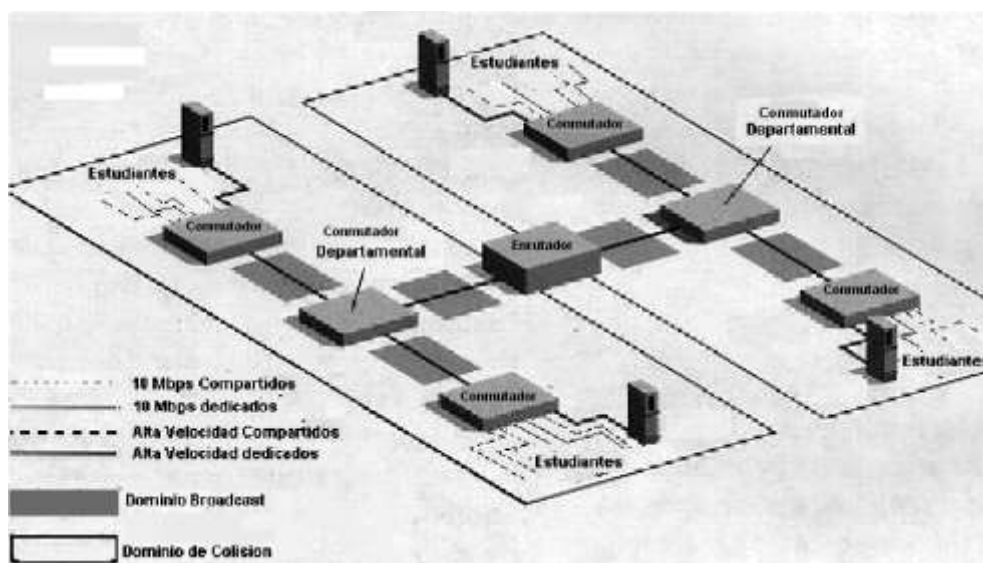


Figura 3.9 Grupos de trabajo estudiantil

La eficiencia de este conmutador debe ser igual a la eficiencia de los conmutadores individuales, ofreciendo además un conjunto de facilidades, versatilidad modular y una forma de migración a tecnologías de alta velocidad como lo es ATM. Por otro lado, si los estudiantes requieren un mayor aumento en el ancho de banda, selectivamente se puede reemplazar la base instalada de concentradores por conmutadores de 10 Mbps a bajo costo.

3.6.6 Segmentación física del campus universitario

La figura 3.10 ilustra como un enrutador segmenta físicamente la red dentro de dominios broadcast. Aquí a manera de ejemplo el administrador instala este equipo como política de seguridad, además para evitar los efectos del broadcast que disminuyen la eficiencia de



la red.

Figura 3.10 Segmentación Física de la Red con Enrutador

Se observa que el enrutador tiene una interfaz dedicada para cada grupo de trabajo estudiantil o conmutador. Esta disposición le da un dominio de colisión privado que aísla el tráfico de cada alumno/servidor dentro de cada grupo de trabajo. Si el patrón del tráfico está entendido y la red está propiamente diseñada, los conmutadores harán todo el reenvío entre clientes y servidores. Sólo el tráfico que alcance al enrutador necesitará ir entre dominios individuales de broadcast o a través de una WAN.

3.6.7 Segmentación lógica del campus universitario

Algunas de las metas pueden alcanzarse de una manera más flexible al usar enrutadores y conmutadores de datos, para conectar LANs virtuales separadas (VLANs). Una VLAN tiene la habilidad para definir grupos de trabajo estudiantil basados en grupos lógicos y estaciones de estudiantes individuales, más que por la infraestructura física de la red. El tráfico dentro de una VLAN es conmutado por medios rápidos entre los miembros de la VLAN y el tráfico entre diferentes VLANs es reenviado por el enrutador.

3.6.8 Conformación Aulas Virtuales

Como se indicó en los puntos anteriores, la red del aula virtual local en este caso el bloque red de computadores, está conformada por equipos de conmutación y enrutadores de datos según se requiera.

Al tener clara esta unificación de grupos estudiantiles y que representan un aula virtual, se continúa con la unión de varias aulas de igual prototipo.

Debido a que la información a transmitir que ahora es entre aulas distantes y representan un ancho de banda alto como lo solicitan los codificadores de video, se utiliza la tecnología ATM y su construcción se puntualiza a continuación.

3.6.9 Diseño del backbone ATM

En primer lugar hay que notar que la información a transmitir que se tiene no se encuentra encapsulada en celdas ATM y por lo tanto es necesario convertirla a un flujo de celdas de 53 bytes y poder así utilizar un backbone ATM que es la red de unión entre las aulas distantes. Esta conversión la realiza el bloque Conversión de Información a Celdas ATM.

Como la información a transmitir es audio, video y datos, estos tienen diferentes prioridades por la clase de servicio. El servicio de video y audio están asociados ya que la transmisión se realiza

simultáneamente por los equipos codificadores/decodificadores de video, y ellos como se indica en el Capítulo II al entregar un flujo de bits constante, hace elegir el Nivel de Adaptación AAL1 que provee una tasa de bit constante. En cuanto a los datos que son paquetes de longitud variable son convertidos a celdas usando el Nivel de Adaptación AAL5 por su eficiencia, ya que el tráfico de una red de área local es de naturaleza explosiva y normalmente no es continuo.

Para ello se necesitan equipos que hagan la conversión necesaria y viceversa con el fin de recibir la información enviada por alguna aula distante. Posterior a la exposición de los equipos sugeridos se tratan los requerimientos para la construcción del backbone ATM como lo son los dispositivos propuestos, su funcionamiento y características.

En cuanto a la interconexión de las aulas virtuales vía ATM se requiere una programación de identificadores de canal (VCI) y de camino virtual (VPI) por cada sentido de una conexión particular (voz, datos o video). Existe un par de identificadores de VCI y VPI por cada enlace que se requiera en una conexión extremo a extremo los cuales son modificados por cada nodo de conmutación (conmutador ATM) hacia la ruta de destino. En sentido inverso también se deben programar otro grupo de identificadores por cada enlace.

Cada conexión identificada con un VCI y VPI puede transportar cualquier tipo de tráfico: DATOS, para una comunicación de aplicaciones entre redes de computadores; VOZ, como telefonía privada o pública, o VIDEO con equipos de videoconferencia tipo H.320 u otro formato como MPEG-2 o video sin compresión, en donde el ancho de banda para cada tipo de conexión varía desde 56 Kbps hasta varios megabits por segundo.

Como ejemplo de acceso a una base de datos desde un computador (ver figura 3.11) se usa el par VPI=5 y VCI=27 en la Interfaz Usuario-Red (UNI), luego en la Interfáz Nodo-Red pasa a ser VPI=234 y VCI=1000 para finalmente llegar a VPI=29 y VCI=111.

Estos caminos y canales virtuales se asignan por un operador desde la plataforma del sistema de gestión de red NMS (*Network Management System*).



Figura 3.11 Operación de los VPI/VCI

La conexión del usuario hasta la red ATM es fundamental, conocida como último kilómetro o loop local; ya que todas las importantes características que tiene ATM no pueden ser brindadas al usuario final si éste no tiene el medio adecuado para llegar hasta la red, es decir, si no se cuenta con la tecnología apropiada que permita que el usuario acceda con un ancho de banda adecuado a los requerimientos de ATM. Para cubrir esta necesidad, se han desarrollado diversas tecnologías que permiten a los usuarios llegar hasta la red mediante la provisión de elevados anchos de banda a precios accesibles.

Entre las soluciones de último kilómetro que soportan aplicaciones de banda ancha, se puede encontrar xDSL (*Digital Subscriber Line*), WLL (*Wireless Local Loop*), LMDS (*Local Multipoint Distribution System*), Cable módems y fibra óptica.

En la figura 3.12 se percibe el diseño global del aula virtual respecto a su red ATM. En el se observan las unidades que solucionan la conversión de la información en celdas ATM y su posterior transporte por medio del backbone ATM. Como la metodología lo expone, cada uno de estos elementos se describen a continuación, su funcionamiento, características e implementación.

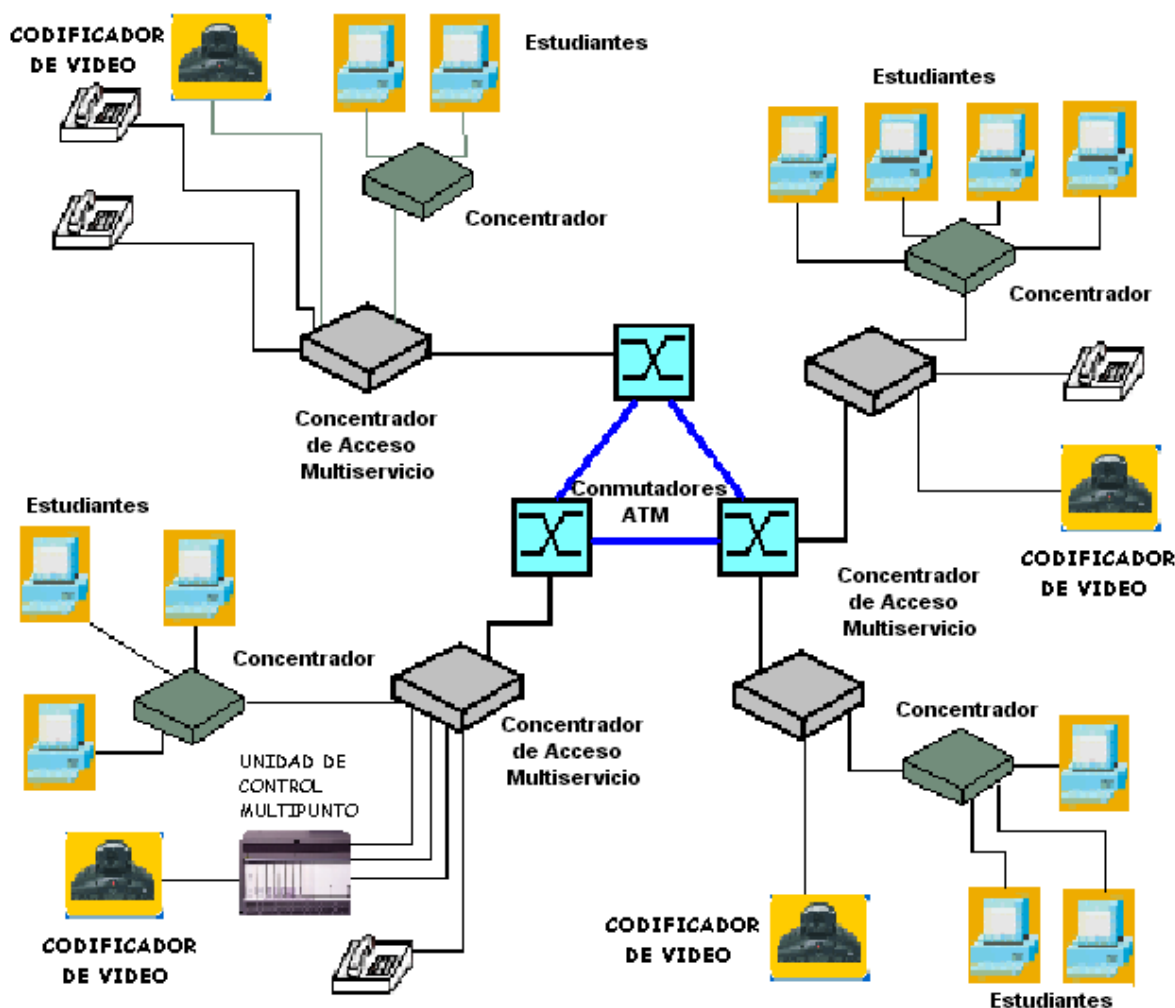


Figura 3.12 Diseño aula virtual sobre una red ATM

3.6.9.1 Concentrador de Acceso Multiservicio

La función del concentrador de acceso es la de recibir los diferentes tipos de información que se posee y encapsular esta en celdas ATM para su posterior transporte sobre el backbone. Para soportar una gran variedad de servicios o aplicaciones, el concentrador de acceso

cuenta con diversos puertos, los cuales pueden llegar a soportar más de una interfaz física. En la figura 3.13 se puede observar un ejemplo con sus diferentes puertos.

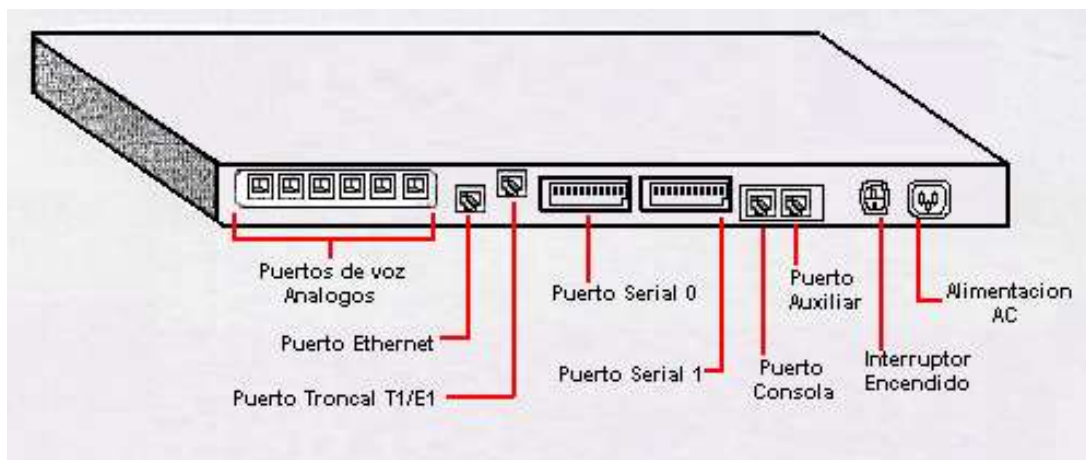


Figura 3.13 Concentrador de Acceso Multiservicio ATM

Los siguientes puertos son comunes en la mayoría de esta clase de concentradores:

- Puerto troncal T1/E1 (multiflex troncal).
- Puertos seriales síncronos.
- Puertos LAN.
- Puertos de gestión y administración (consola y auxiliar)

Otros puertos opcionales encontrados en esta clase de equipos son los puertos de voz analógica (Analog Voice Module).

A continuación se describe cada uno de los puertos.

- **Puerto Troncal T1/E1.** El puerto troncal provee soporte para ANSI T1.403 (T1) o UIT G.703 (E1) y puede transportar tráfico ATM o Frame Relay. En el caso de la red para el aula virtual es el puerto que se conecta al conmutador ATM en uno de sus puertos E1 ATM.
- **Puertos Seriales Síncronos.** También conocidos como puertos seriales universales de entrada/salida (UIO, Universal Input/Output) pueden soportar cualquier tipo de tráfico serial síncrono, tal como Frame Relay y **Videoconferencia**. Este soporta la interfaz física **V.35** utilizada por los codificadores/decodificadores de videoconferencia.
- **Puerto Ethernet.** Se utiliza para interconexión con una LAN Ethernet. El cable utilizado para esta interconexión puede ser cable UTP categoría 4 o 5.
- **Puertos de Administración.** Generalmente los concentradores de acceso multiservicio ATM tienen dos puertos seriales asíncronos para administración. Uno de estos puertos se denomina puerto de consola y es utilizado para acceder al concentrador localmente conectando a estos puertos un terminal ASCII o un PC. El otro puerto se denomina puerto auxiliar y es utilizado para gestionar el concentrador

remotamente conectando un módem al puerto auxiliar y realizar la gestión desde un terminal ASCII o un PC.

- **Puerto de Voz Analógica.** Algunos concentradores de acceso multiservicio tienen módulos de voz analógica (AVM, *Analog Voice Module*) con señalización FXO (*Foreign Exchange Office*), FXS (*Foreign Exchange Station*) o E&M (*recEive and trasMit*).

3.6.9.1.1 Configuración del Concentrador de Acceso Multiservicio ATM

Para su gestión los equipos traen un sistema operativo con el cual se configuran, este se manipula a través de un PC conectado a los puertos de administración.

El flujo de datos seriales provenientes de un codificador/decodificador de video conectado al concentrador de acceso a través de sus puertos seriales, puede ser encapsulado en celdas ATM y transportado a través de una red ATM usando el Servicio de Emulación de Circuitos CES (*Circuit Emulation Service*) proporcionado por la Capa de Adaptación AAL 1. Esta capa de adaptación (Ver Anexos), es apropiada para aplicaciones de tasa de bit Constante (CBR)¹, en la cual la fuente genera información de tiempo real a una velocidad constante como es el caso de los

¹ Para mas información referirse a la monografía Voz y Video sobre ATM

codificadores/decodificadores. Entre las funcionalidades más importantes de la AAL 1 están: Enviar información de temporización, de tal manera que el receptor se pueda sincronizar; detectando celdas perdidas o mal insertadas, y entregando un flujo de datos constante a la aplicación (en este caso un codificador/decodificador). Cuando se selecciona la AAL 1 se debe configurar la categoría de servicio a una CBR para que dentro de la red se garanticen las características propias de la aplicación (esto es, retardos y pérdidas de celdas sin importancia).

Para encapsular video sobre ATM en el concentrador de acceso multiservicio basta con configurar la interfaz serial a la cual se conectará el codificador/decodificador de video y crear el Circuito Virtual Permanente (PVC), esto comprende por supuesto especificar un identificador de camino y canal permanente (VPI/VCI) que se utilizará para transportar la información proveniente de esta interfaz.

Debido a que tanto el tráfico de voz como el tráfico de video son de tiempo real y continuos, la información es generada por la fuente y recibida por el destino a una velocidad fija. Si los relojes de la fuente y del receptor no están sincronizados (es decir que estos dispositivos generan información a velocidades diferentes) se presenta una duplicación o pérdida de información. Esto es lo que se conoce como deslizamientos (jitter). Para solucionar el problema relacionado con el

sincronismo, se debe configurar un reloj maestro de tal manera que todos los dispositivos de la red se sincronicen a partir de este.

Es así como la sincronización del reloj está ligada con el ancho de banda del servicio a transportar, configurable por medio de la interfaz de gestión para cada uno de ellos. Por ejemplo, el servicio de voz se configura con un ancho de banda de 64 Kbps, para video de buena calidad según pruebas realizadas en redes ATM se empieza con 128 Kbps; y así la totalidad de los anchos de banda de los diferentes servicios no debe sobrepasar el límite de la troncal de salida del concentrador de acceso por ejemplo un E1 ATM.

En el caso de la encapsulación de datos, los concentradores generalmente trabajan este servicio sobre el AAL 5 (ver Anexos) con Velocidad de Bits sin Especificar (UBR)². Para que el tráfico de datos proveniente de una red de computadores pueda ser transportado sobre ATM, es necesario que el tráfico provenga de un dispositivo de interconexión de redes, ya sea un puente (*Bridge*) o un enrutador (*Router*).

Al igual que en cualquier servicio se debe configurar un PVC en cada extremo con iguales características. Los únicos valores que no varían son los valores de los identificadores de camino y canal virtual

² Para mayor información referirse a la monografía Voz y Video sobre ATM

en el concentrador, debido a que el conmutador ATM está en capacidad de realizar conmutación de VPI/VCI automáticamente.

3.6.9.1.2 Concentrador de Acceso Multiservicio MC3810

El concentrador de acceso multiservicio MC3810 de Cisco (figura 3.14) es el equipo de acceso prototipo para la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha.



Figura 3.14 Concentrador de Acceso Multiservicio MC3810

Este equipo además de permitir la integración de las aplicaciones de usuario, tiene la capacidad de realizar la interconexión entre redes Frame Relay y ATM. Si no se cuenta con una red ATM, el Cisco MC3810 permite configurarse como un dispositivo de acceso Frame Relay o como un multiplexor TDM, dependiendo de las circunstancias.

A continuación en la figura 3.15 se muestran las conexiones del MC3810 concernientes a los puertos de datos, voz y video respectivamente.

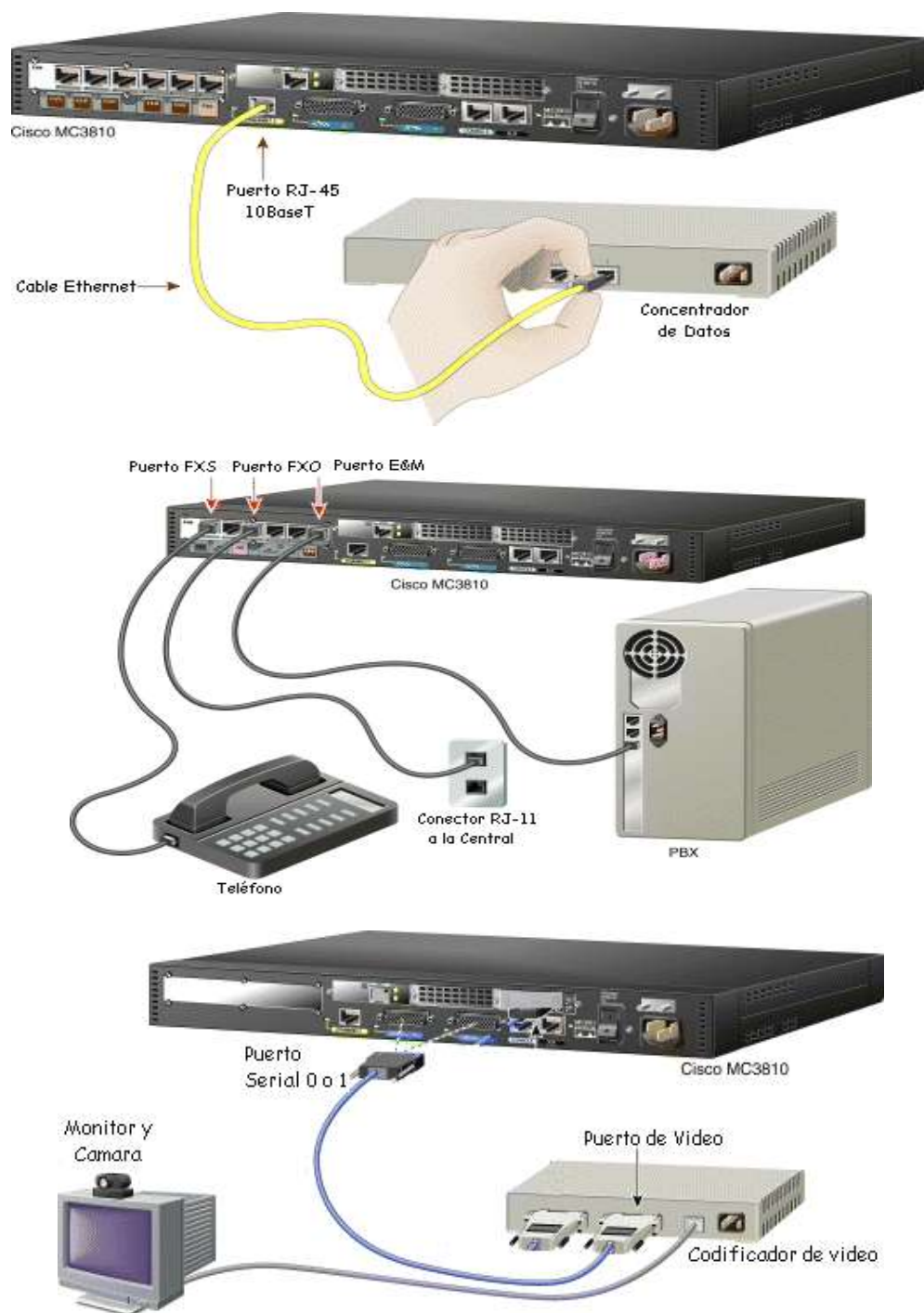


Figura 3.15 Conexiones Concentrador de Acceso MC3810

El Cisco MC3810 cuenta con un sistema operativo denominado IOS (*Cisco internetwork Operating System*) que permite realizar las diferentes configuraciones. El IOS provee acceso a diferentes métodos de configuración, dependiendo de la forma en que se acceda al Cisco. Entre los métodos de configuración están la Interfaz de Línea de Comandos (*CLI, Command Line Interface*), un servidor de acceso basado en HTTP y una Base de Información de Gestión (*MIB, Management Information Base*).

Para configurar el Cisco utilizando la interfaz de línea de comandos se puede emplear un terminal ASCII o un PC. Esta configuración puede ser realizada localmente, con una conexión al puerto de consola o remotamente con una conexión a través del puerto auxiliar y un módem, o mediante una sesión TELNET al puerto ethernet. La interfaz de línea de comando como su nombre lo indica, es quien permite realizar la gestión del MC3810 a través de comandos. Para propósitos de seguridad, el IOS provee 2 niveles de acceso a los comandos: Modo de Usuario y Modo Privilegiado. Al Modo Usuario se le denomina Modo EXEC de Usuario y al Modo Privilegiado se le denomina Modo EXEC Privilegiado. Este último modo se caracteriza por requerir un password para ingresar a él, mientras que el Modo EXEC de Usuario no. Además, los comandos disponibles en el modo

usuario son un subconjunto de los comandos disponibles en el modo privilegiado.

La interfaz HTTP permite el acceso a la CLI desde cualquier Browser Web, tal como Netscape Navigator o Microsoft Explorer. Por último la MIB SNMP permite la gestión del Cisco desde un Software Gestionador SNMP como por ejemplo el Cisco View o HP Open View.

3.6.9.2 Unidad de Control Multipunto

En principio, cuando se tienen conectados los codificadores/decodificadores a la red, estos sólo se podrán ver uno a uno, debido a que la red se configura para prestar el servicio de video asignando un circuito virtual permanente (PVC) que contiene un identificador de camino y canal virtual (VPI/VCI) entre los dos codificadores/decodificadores que se quiere haya conexión, lo que significa que si se tienen mas aulas virtuales el tener conexión con ellas implica cambiar las configuración de los caminos virtuales y así enlazarse entre ellas.

Para solucionar esto y tener videoconferencia multipunto e interactiva con todas las aulas virtuales, se requiere de una unidad de control multipunto (MCU) como se muestra en la figura 3.16, permitiendo

que todos los participantes se puedan ver entre sí en la misma pantalla.



Figura 3.16 Unidad de Control Multipunto

La Unidad de Control Multipunto se debe entender como un tipo de concentrador de videoconferencia, en donde deben ir conectados todos los codificadores/decodificadores que deseen entrar a participar del aula virtual, observándose en la pantalla cada sitio participante (ver figura 3.17).



Figura 3.17 Imagen Aula Virtual utilizando MCU

No es necesario que el MCU se encuentre en cada sitio en donde hay un codificador/decodificador, solo basta con tener uno que disponga de suficientes puertos V.35 que es el tipo de interfaz para conectar estos equipos, como aulas se quieran enlazar.

Como se observó en la figura número 3.12 a la unidad de control multipunto llegan todas las conexiones de los codificadores/decodificadores que se encuentren enlazados y si un codificador/decodificador se encuentra cerca de este dispositivo se conecta directamente a él.

3.6.9.2.1 Unidad de Control Multipunto MCU Meeting Site 5000

El equipo observado en la figura 3.16 de la marca Polycom tiene la versatilidad de facilitar la conexión de varias aulas virtuales distantes simultáneamente.

Con todas las características de videoconferencia, este equipo permite realizar seminarios en múltiples ubicaciones, reuniones de negocio, conferencias de grupo, presentaciones de producto y toda clase de comunicaciones de negocio cara a cara. Con el Polycom MeetingSite™, es posible seleccionar los estándares de videoconferencia de los diferentes sistemas en los puntos remotos, así como la velocidad y números de acceso de cada llamada. Su

amplia selección de modos de control hacen de la videoconferencia sea más natural que antes. Imágenes interactivas en vivo, permiten identificar reacciones instantáneamente, responder al momento y realizar interacciones con el docente como si los estudiantes estuvieran en la misma habitación.

El Meeting Site tiene la posibilidad de expandirse pausadamente ya que acepta ingresar tarjetas de 4 puertos para videoconferencia hasta alcanzar un número de 24 participantes. Algunas de sus características son:

- LED's que indican el estado de cada tarjeta.
- Permite el acceso local o remoto para mantenimiento y administración.
- Efectúa diagnósticos de arranque durante su operación.
- Provee imágenes congeladas de alta resolución.
- Respecto a su seguridad ingresa a la conferencia quién tenga la clave para hacerlo y así mismo la información que envía es encriptada.
- Permite el uso de un mecanismo de tarificación centralizado.
- El costo del equipo con 4 puertos para videoconferencia es de US\$25.000.

3.6.9.3 Conmutador ATM

A continuación se procede a definir los componentes del backbone ATM, específicamente del conmutador ATM el cual es el equipo utilizado en el núcleo de una red pública o privada. En la figura 3.12 se percibe que estos equipos son los utilizados en las conexiones entre aulas distantes, debido a que ellas requieren un ancho de banda alto cuando se tiene un flujo de información grande ocasionado por la conexión de varios concentradores de acceso multiservicio ATM y tener enlazadas varias aulas virtuales (codificadores/decodificadores conectados).

Especificando que estos equipos son el corazón del backbone ATM se empieza a particularizar su funcionamiento y componentes, igual como se ha venido efectuando con los otros módulos para el diseño técnico del aula virtual y cumpliendo con la metodología.

Los conmutadores ATM se componen generalmente de un grupo de tarjetas como se advierte en la figura 3.18, en donde las principales son aquellas que reciben un ancho de banda relativamente pequeño, en ellas se conectan los concentradores de acceso multiservicio y otras que aumentan este valor y se conectan con otros conmutadores ATM constituyendo una red de gran ancho de banda. A manera de ejemplo en este conmutador hay tarjetas E1 ATM y E3 ATM.

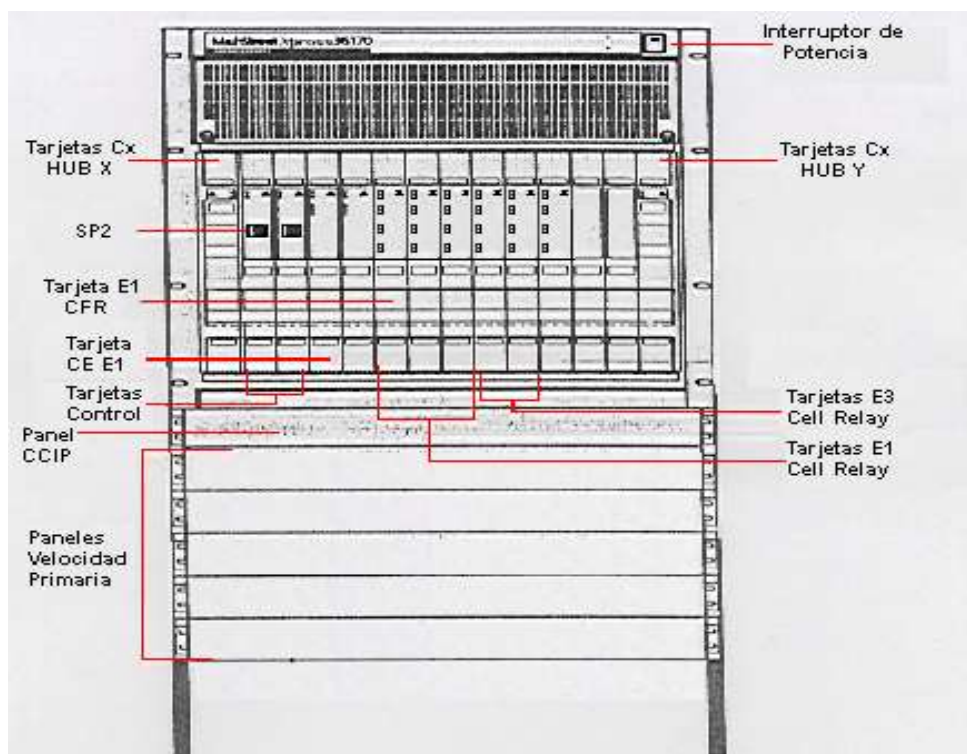


Figura 3.18 Conmutador ATM

3.6.9.3.1 Componentes conmutador ATM

Las tarjetas que componen el Conmutador ATM y se observan en la figura 3.16 se describen a continuación.

- **Tarjetas de Conmutación.** Son las encargadas de realizar las funciones de conmutación y multiplexación en el nodo. Generalmente los Conmutadores ATM traen dos tarjetas, HX y HY. Una de estas proporciona redundancia mientras la otra se encuentra en estado operativo; esto es, cuando ocurre una falla en la tarjeta de conmutación que se encuentra instalada en el slot HX,

el conmutador inmediatamente envía todo el tráfico hacia la tarjeta de conmutación redundante que se encuentra en el slot HY.

- **Tarjeta de Control.** La tarjeta de control es la que provee control local y remoto del sistema. Esta tarjeta es la encargada de controlar todas las demás tarjetas dentro del sistema, de mantener la configuración y la base de datos de las conexiones del nodo, de recolectar y reportar estadísticas de operación. A continuación se enumeran las funciones que realiza la tarjeta de control:
 - ◆ Soporte de gestión local del nodo (a través de terminal).
 - ◆ Soporte del sistema de gestión de red.
 - ◆ Configuración y gestión de las conexiones.
 - ◆ Sincronización de la red.
 - ◆ Gestión de alarmas.
 - ◆ Colección y reporte de estadísticas operacionales.
 - ◆ Mantenimiento y soporte de diagnóstico.

- **Tarjetas de Adaptación de servicio.** Este tipo de tarjetas provee adaptación y transporte de tráfico no Cell Relay (tráfico no ATM) sobre una red ATM. Un ejemplo de ellas son las Tarjetas E1 Frame Relay y Emulación de Circuito E1 que permiten el acceso de tráfico de conmutación de circuitos (TDM) al conmutador.

- **Tarjetas ATM.** Son aquellas que reciben y transmiten el flujo ATM. Como ejemplo se tienen dos tipos de tarjeta en el conmutador.
 - ◆ **Tarjetas E1 Cell Relay.** También conocidas como E1 ATM, permiten el acceso de tráfico en formato ATM y tienen una capacidad para 8 puertos E1.
 - ◆ **Tarjetas E3 Cell Relay.** Al igual que las tarjetas E1 Cell Relay, las tarjetas E3 Cell Relay permiten el tráfico de ATM. Este tipo de tarjetas tiene una capacidad para 3 puertos E3.

3.6.9.3.2 Descripción del Panel posterior del Conmutador ATM

Los conmutadores ATM cuentan con diversos paneles que permiten la conexión de dispositivos externos al equipo. Entre los paneles más comunes están: panel de interconexión de tarjetas de control, paneles de distribución de velocidad primaria y unidades de acceso al medio. En la figura 3.19 se muestra la parte posterior de un conmutador ATM y posteriormente se continua con su especificación.

- **Panel de interconexión de las tarjetas de control.** Es utilizado para proveer una interfaz externa para las tarjetas de control (Figura 3.20) y provee:
 - ◆ Entradas y salidas para temporización del sistema.

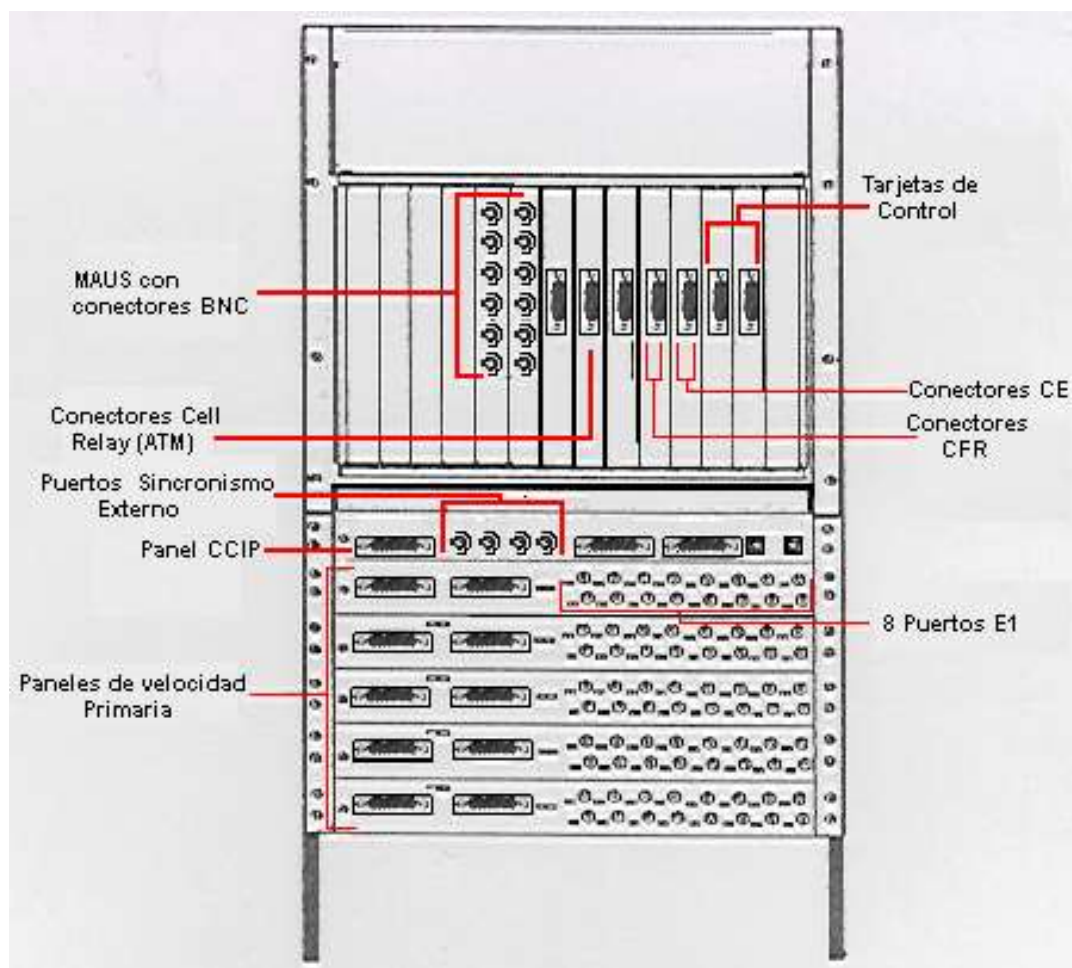


Figura 3.19 Pánel posterior conmutador ATM

- ◆ Interfaces I/O hacia las tarjetas de control activa e inactiva.
- ◆ Interfaces ethernet para gestión del conmutador.

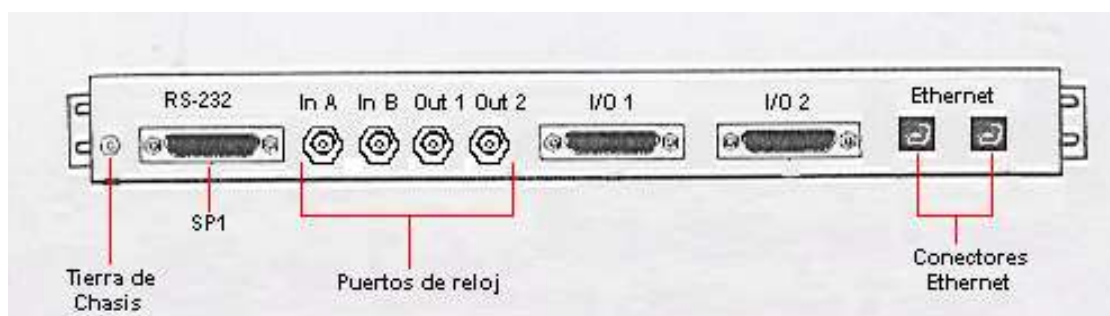


Figura 3.20 Pánel de interconexión tarjetas de control

- Paneles de Distribución de Velocidad Primaria.** Proveen una interfaz externa para las tarjetas que manejan velocidades primarias (velocidades a 2.048 Kbps). Un p nel permite conectar hasta 8 dispositivos a velocidades primarias por cada tarjeta E1 y a su vez est n conectados a su respectiva tarjeta Cell Relay, de tal manera que puedan manipular el tráfico proveniente de los puertos. En la figura 3.21 se muestra el panel de distribución de velocidad primaria.

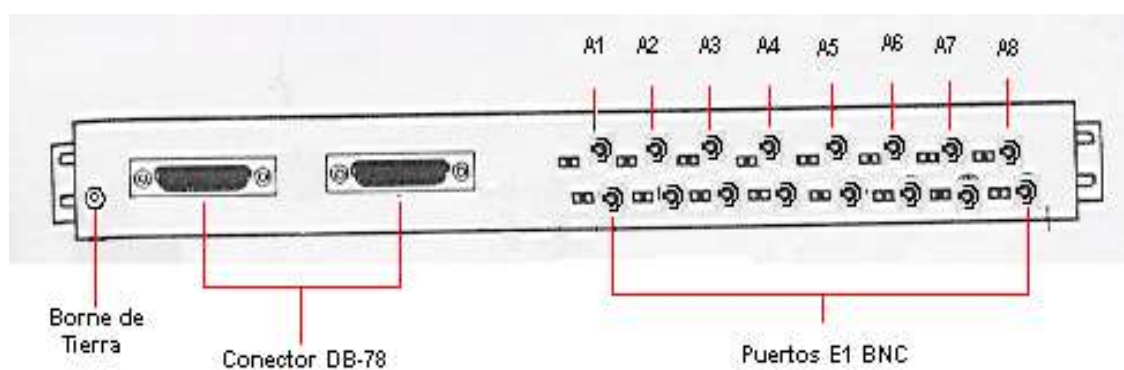


Figura 3.21 Panel de Distribución de Velocidad Primaria

Los conectores DB-78 se utilizan para conectar un panel de velocidad primaria a una tarjeta E1.

- Unidad de Acceso al medio.** Las unidades de acceso al medio MAUS (*M dium Access Unity*) son empleadas para conectar un dispositivo de usuario u otro conmutador a las tarjetas E3 Cell Relay. Los MAUs utilizan conectores BNC y tienen capacidad

para 3 puertos. A diferencia de los paneles de distribución de velocidad primaria, el MAU no necesita de un cable para interconectarse con la tarjeta, debido a que va incrustado en ella. En la figura 3.22 se muestra una unidad de acceso al medio (MAU).

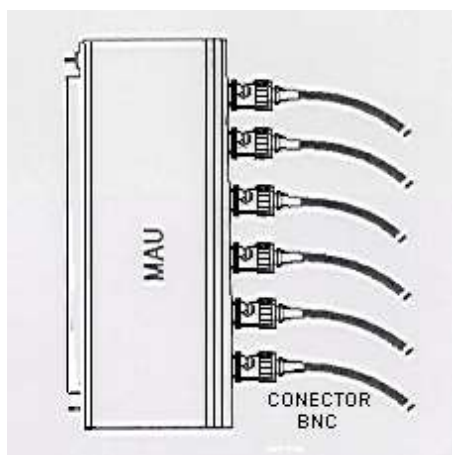


Figura 3.22 Unidad de Acceso al Medio

3.6.9.3.3 Configuración del conmutador ATM

Los conmutadores ATM se pueden gestionar desde un terminal o desde el sistema de gestión de red NMS a través de un terminal. Generalmente esta clase de equipos trae un Software que permite no solo gestionar el conmutador sino que gestiona toda la red.

Este Software permite a los operadores de red monitorear el funcionamiento de la red en tiempo real, establecer y gestionar conexiones extremo a extremo, realizar diagnósticos, entre otras. Un ejemplo de una ventana de gestión del Software de gestión se observa en la figura 3.23.

En la figura se distingue que la red está conformada por tres conmutadores, una estación de trabajo ubicada en la parte superior izquierda y dos concentradores de acceso multiservicio ATM. Las líneas entre los íconos son enlaces físicos que interconectan los nodos. Algunas veces la configuración de los equipos se realizan a través de ventanas y no a través de comandos, que serán desplegadas haciendo doble clic sobre un objeto en donde se despliegan opciones.

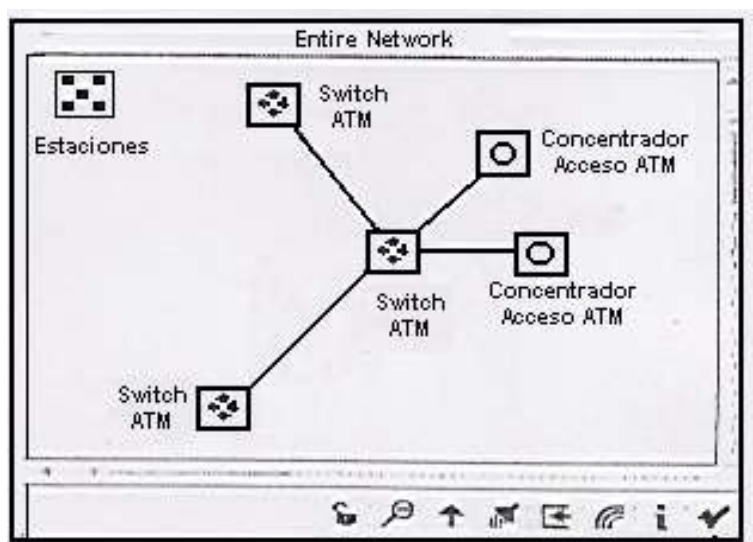


Figura 3.23 Ventana de red

Puesto que el servicio de video tiene características de tráfico CBR, existe la necesidad de crear un PVC que soporte esta categoría de servicio. Los valores ajustados deben corresponder a los valores ajustados en el PVC (VPI/VCI) creados para el transporte de video en los concentradores de acceso multiservicio ATM.

Para crear este PVC se debe seleccionar uno de los puertos de las tarjetas E1 Cell Relay y configurar las opciones que se requieran. Por ejemplo la velocidad de información máxima en Kbps PIR (*Peak Info Rate*) a la cual se puede transmitir sobre la conexión virtual. Como la conexión es simétrica, el valor configurado aplica para ambos sentidos de la conexión. Hay que tener en cuenta que la categoría de servicio CBR solamente utiliza el parámetro de tráfico PCR, o PIR como también se le conoce (la diferencia está en que la PCR esta dada en celdas y la PIR en bps).

Si por cualquier razón se configuran PVCs cuyas velocidades de información garantizada suman más del ancho de banda disponible, el sistema de gestión permite que las conexiones que excedan el ancho de banda disponible sean configuradas pero no las activa (no las conecta) y se despliega un mensaje indicando que se está esperando por recursos para conectar estas conexiones.

Debido a que los datos son de tiempo no real, que se caracterizan por ser de baja prioridad y de bajo costo, la categoría de servicio UBR es la mas indicada para soportar este tipo de tráfico como se indicó en la configuración de los concentradores de acceso.

Al igual que en la configuración para la transmisión de video los valores aquí configurados para los parámetros VPI/VCI deben ser los

mismos que se determinaron para el PVCs de punteo de los concentradores de acceso. En este caso la PIR es la máxima velocidad de información a la cual un usuario puede transmitir. En UBR la PIR no es garantizada; esto es, si hay recursos disponibles en la red la información que sea transmitida a esta velocidad alcanzará su destino, de lo contrario será descartada.

3.6.9.3.4 Conmutador Multiservicio Mainstreetxpress 36170

El conmutador MainStreetXpress 36170 de Newbridge es un dispositivo de alta capacidad diseñado para soportar el tráfico de la RDSI banda ancha y ser usado en el núcleo de una red pública o privada.

El sistema del MainStreetXpress como se observa en la figura 3.24 se caracteriza por contar con una variedad de módulos (*shelves*) de diferentes capacidades, entre los cuales están.

- Módulo periférico de baja velocidad (LSPS).
- Módulo dual periférico (DPS).
- Módulo periférico de alta velocidad (HSPS).

El módulo periférico de baja velocidad tiene una capacidad de conmutación de 800 Mbps y es el de menor nivel dentro de una

jerarquía; el Módulo Dual Periférico tiene una capacidad de conmutación de 1.6 Gbps, mientras que el Módulo Periférico de Alta Velocidad se caracteriza por soportar una capacidad de conmutación de hasta 6.4 Gbps.



Figura 3.24 Conmutador Multiservicio MainStreetXpress 36170

El Newbridge 36170 contiene 14 slots. Los que se encuentran en los extremos del módulo son reservados para las tarjetas de conmutación y los enumerados del 1 al 12 pueden contener tarjetas de servicio, de control o de interfaz.

Las tarjetas que puede soportar un Módulo Dual Periférico son de 2 tipos: tarjetas de sistema y tarjetas de interfaz. Las tarjetas de

sistema son las encargadas de realizar aquellas funciones que están relacionadas con el sistema y las de interfaz son las encargadas de recibir y transmitir la información de usuario.

El 36170 puede ser gestionado desde un terminal o desde el sistema de gestión de red NMS. El NMS de este equipo se denomina 46020 y es una interfaz gráfica que permite no sólo gestionar el conmutador sino toda la red. Este Software se puede conectar al conmutador de las siguientes maneras:

- Conexión directa al puerto ethernet.
- A través de ATM.
- A través de una red ethernet.

Sin importar el tipo de estación utilizada, el 46020 provee una interfaz gráfica (*GUI, Graphical User Interface*) mediante la cual se pueden observar todos los dispositivos de la red.

Al configurar un enlace de video entre dos equipos, por ejemplo dos concentradores de acceso, se debe configurar en el conmutador los indentificadores de la conexión (VPI/VCI). Estos son los indentificadores de la conexión virtual en cada uno de sus extremos conocidos como A y B, y deben ser los mismos VPI/VCI utilizados en

los Cisco MC3810. En el conmutador se debe configurar el punto A con el mismo valor de PVC utilizado en el MC3810 número 1 y para el punto B se debe colocar el valor del PVC del MC3810 número 2. El rango válido para VPIs disponibles está entre 0 y 255, mientras que para VCIs está entre 32 y 511.

Otro de los parámetros a configurar es el tipo de conexión que determina si la conexión virtual es unidireccional o bidireccional. Las opciones son punto a punto simétricas, punto a punto asimétricas y punto multipunto. Seguidamente se debe asignar una categoría de servicio. Este parámetro es de suma importancia ya que determina la prioridad en cuanto a la asignación de recursos (ancho de banda) que recibirá la conexión por parte de la red. Las opciones desde la prioridad más alta a la más baja son: CBR, rt-VBR, nrt-VBR, ABR y UBR.

Otros parámetro es la velocidad de información máxima en Kbps (PIR) a la cual se puede transmitir sobre la conexión virtual y el parámetro *Target CLR*, que es un parámetro de calidad que define el máximo número de celdas perdidas sobre el número total de celdas transmitidas. El parámetro especificado para la categoría de servicio CBR es 1×10^{-10} y es un valor por defecto que no puede ser cambiado. Esto quiere decir que el conmutador pierde una celda por

cada 10.000 millones de celdas transmitidas por el usuario, siempre y cuando el usuario cumpla con el tráfico asignado.

3.6.9.3.5 Ejemplo Red ATM

Como se menciona en el anteproyecto, se hace una relación de los pasos antes mencionados, con el montaje de un Aula Virtual en la Universidad del Cauca.

- En primer lugar se debe seleccionar el lugar asignado a las clases, ya sean para ser tomadas desde un aula virtual distante o para ser distribuidas hacia otras que posean la tecnología para su recepción. Uno de los sitios que pueden ser asignados a tal desempeño es el auditorio situado en el IPET, el cual cuenta con mobiliario cómodo, sistema de sonido adaptable al presentado en el Capítulo II y video proyector para la ampliación de las imágenes del docente que imparte la clase desde el sitio lejano. Hay que tener en cuenta la distribución de las conexiones de los equipos a utilizar, para que estos no sufran daños debido a su ubicación.
- Posterior a elegir el lugar para el desarrollo de las clases, se deben acondicionar los equipos que el docente utilizará para la impartición de esta. Entre ellos están:

- Codificador/decodificador: Se instala un equipo de la marca Polycom el cual se detalla en el Capítulo II, esto debido a las características que provee a diferencia de los otros encontrados en el mercado y el bajo costo frente a los mismos. Su instalación se realiza como se observa en la figura 2.15 del Capítulo II, asignándole posteriormente a sus puertos ethernet una dirección IP, la cual puede estar dentro de la intranet creada para el Aula Virtual (10.1.1.20...10.1.1.30,etc) o ser una dirección real asignada por un Proveedor de Servicio de Internet (ISP) para que la clase pueda ser recibida vía Internet.
- Estación Multimedia: El docente debe tener a su alcance un computador que permita la manipulación de diapositivas electrónicas y puedan ser impartidas a los estudiantes. Este equipo debe estar configurado dentro de la intranet del aula virtual, lo cual se trata mas adelante y sus características mínimas deben ser las nombradas en el Capítulo II.
- Instalación de equipo videograbador y micrófono al codificador/decodificador de video y escáner para la emisión de videos, el audio del docente y material escrito a los estudiantes respectivamente.
- Instalación de los micrófonos omnidireccionales que vienen con el kit del codificador/decodificador Polycom (figura 2.15)

en el área del salón, estos para la recepción del audio de los estudiantes.

- Al tiempo de tener instalados los anteriores equipos, hay que elegir un sitio en donde se alojaran los que corresponden a la red del aula virtual. Este lugar debe ser el salón de gestión de la red de la Universidad del Cauca, ya que en ella se encuentran los servidores, enrutadores y conmutadores que esta utiliza para la formación de la red local de la institución e igual se encuentra fijada en el sector del IPET. Es allí en donde se sitúa el concentrador de acceso multiservicio enlazado con el equipo que provee la última milla con el proveedor de servicio ATM. El concentrador de acceso a utilizar él es MC3810 de Cisco. Su configuración se trata mas adelante.
- Ya que el instalar una red ATM su costo-beneficio no es favorable para la Universidad, se debe pensar en un proveedor de servicio ATM, esto debido a que los conmutadores ATM como el MainStreetXpress 36170 son de un costo bastante elevado que se recuperaría en un plazo demasiado largo. Uno de estos proveedores es la Empresa Nacional de Comunicaciones Telecom y de la cual se da información acerca de sus tarifas posteriormente.
- A continuación se presenta una red ATM con la respectiva configuración global de los equipos. En la figura 3.25 se pueden

apreciar los diferentes equipos de la red así como sus conexiones virtuales.

En ella hay cuatro sitios que se encuentran conectados y forman el aula virtual. Cada concentrador de acceso multiservicio recibe la señal de un codificador/decodificador de video y la encapsula en celdas ATM. La unidad de control multipunto se encuentra instalada en la Universidad del Cauca y recibe todas las señales de video de las diferentes ciudades.

A continuación se describe la configuración real de cada concentrador de acceso y los parámetros que implica la misma:

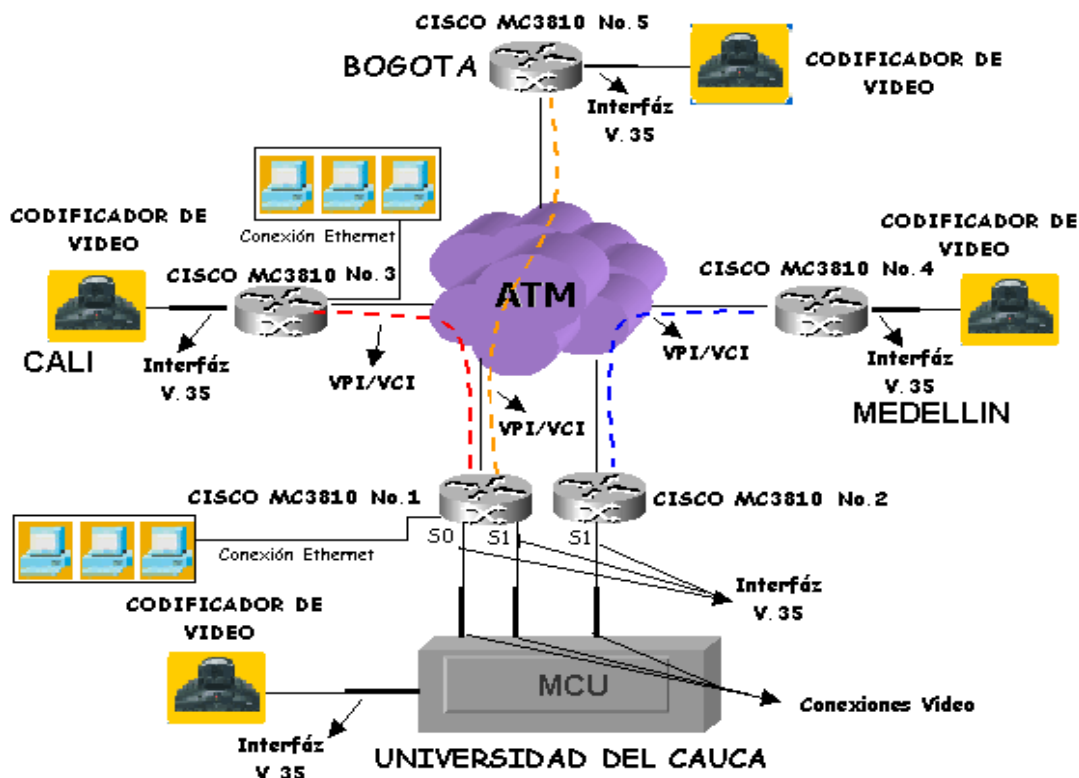


Figura 3.25 Ejemplo Red ATM

El concentrador de acceso multiservicio MC3810 No.1 tiene habilitadas las dos entradas seriales S0 y S1 que corresponden al flujo de video proveniente de las ciudades Cali y Bogotá respectivamente. Este concentrador de acceso tiene la siguiente configuración:

- Controler E1 mode ATM (Controlador E1 en modo ATM).
- Interfaz Serial 0: *encapsulation atm, clockrate network 384000, ces connect ATM0 pvc 3/31*. Los anteriores parámetros significan que la información del puerto serial S0 se encapsula en celdas ATM, la velocidad asignada al PVC que utiliza es de 384 Kbps y el trayecto virtual es el VPI 3 y VCI 31 que se transmite por el puerto E1 ATM. Este es el enlace de video correspondientes a Cali – Universidad del Cauca.
- Interfaz Serial 1: *encapsulation atm, clockrate network 384000, ces connect ATM0 pvc 3/32*. Los parámetros son similares a los del puerto S1 a diferencia del PVC que es VPI 3 y VCI 32. Este enlace de video corresponde al de Bogotá – Universidad del Cauca.
- Puerto Ethernet: *ip address 10.1.1.3 255.255.252.0*. Este parámetro representa la dirección IP asignada al puerto ethernet y submáscara de red de la intranet del aula virtual.

- Posteriormente se deben configurar los circuitos virtuales sobre el enlace que va del puerto E1 ATM hasta el conmutador ATM.
 - *Interface ATM0*. Esta es la interfaz que va al conmutador ATM.
- *Interface ATM0.1. description CONEXIÓN-VIDEO-UNIVERSIDAD, pvc 3/31, cbr 440, encapsulation aal1.pvc 3/32, cbr 440, encapsulation aal1*. Esta interfaz corresponde al circuito virtual para la conexión de video, Cáli - Universidad del Cauca y Bogotá – Universidad del Cauca, en donde se mapea el puerto S0 y S1 respectivamente del concentrador de acceso No.1 sobre la subinterfaz virtual ATM0.1, utilizando los mismos identificadores VPI/VCI de este concentrador de acceso; el tipo de servicio a utilizar, en este caso tasa de bits constante (*CBR*), junto con su velocidad de celda pico (*PCR*) de 440 Kbps es el resultado de la velocidad asignada a cada uno de los puertos mas un 14% de información de cabecera.
- *Interface ATM0.2. Description CONEXION-DATOS-UNIVERSIDAD, pvc 3/33, ubr 128 64, encapsulation aal5. pvc 3/34, 256 128, encapsulation aal5*. La interfaz virtual ATM0.2 es la asignada para el transporte de datos. El PVC 3/33 y 3/34 son los utilizados para los enlaces de la Universidad del Cauca con las ciudades de Cali y Bogotá respectivamente. Al enlace con Cali se asigna una

velocidad de celda pico (PCR) de 128 Kbps máximo y 64 Kbps mínimo, y a la conexión con Bogotá se asigna 256 Kbps máximo y 128 Kbps mínimo; el modo de encapsulación de la información es aal5 y el tipo de servicio es tasa de bits sin especificación (UBR).

- Para la configuración de los otros concentradores de acceso multiservicio se utilizan iguales parámetros a diferencia de la variación en sus circuitos virtuales permanentes. En el caso del MC3810 situado en Bogotá, este debe tener los parámetros asociados con los VPI/VCI ligados a este enlace, o sea VPI 3 y VCI 32 para video y VPI 3 y VCI 34 para datos. Los MC3810 No.2 y 4 se configuran de manera similar teniendo en cuenta los PVCs asignados a dicho enlace.
- Los computadores pertenecientes a la red se les configura direcciones IP que correspondan a la red que se posee, por ejemplo 10.1.1.40, 10.1.1.41,... y con una submáscara de red 255.255.252.0.
- Respecto a la unidad de control multipunto en ella se configuran parámetros propios como el acople de los codificadores/decodificadores, que es la velocidad a la cual está transmitiendo dichos equipos, en este caso 384 Kbps, en cuantas subpantallas se puede dividir la pantalla principal, la dirección IP y la submáscara de red.

- Respecto a la configuración de los conmutadores a continuación se muestra la configuración real de los parámetros del conmutador MainStreetXpress 36170:

- Configuraciones físicas del Puerto E1: *Port 3, Port Name Cisco MC3810-1, Port Type UNI, Header Error Correction Enabled, CRC Framing ON*. Los anteriores parámetros se refieren al puerto del conmutador ATM que se eligió y que contiene una tarjeta E1 ATM; nombre que se le asigna a esta conexión, en este caso el concentrador de acceso No.1; el tipo de puerto que es utilizado para configurar la interfaz que soportará el mismo, UNI puesto que el MC3810 realiza una conexión entre el usuario y la red. El siguiente parámetro se refiere a la manipulación de las celdas que tienen errores en su encabezado, aquí se habilita la corrección. Por último CRC Framing es un chequeo de redundancia cíclico de las tramas, utilizado para monitorear la calidad del enlace de transmisión y está habilitado.
- Configuración de las conexiones virtuales: Para el desarrollo del ejemplo se conectaron los MC3810 No.1 y 2 a los puertos 3 y 4 del conmutador ATM. Aquí se configura los PVCs entre el punto A y B. El punto A corresponde al concentrador de acceso No.1 y el punto B al No.2. Estos PVC son los

asignados para datos y video en cada concentrador. Se determina la categoría de servicio (*Service Category*) que indica la prioridad en cuanto a la asignación de recursos (Ancho de Banda) que recibirá la conexión por parte de la red. Las opciones desde la más alta prioridad a la más baja son: CBR, rt-VBR, ABR y UBR. El parámetro *Peak Info Rate (PIR)* especifica la velocidad de información máxima en Kbps a la cual se puede transmitir sobre esta conexión virtual. Para el ejemplo se configuró 440 Kbps para video y 128 Kbps para datos en el enlace Cali - Universidad del Cauca. Para las demás conexiones a los otros concentradores se realizan las mismas configuraciones a diferencia de los PVCs y las velocidades asignadas que difieran de las anteriores.

3.7 COSTOS APROXIMADOS DE LA PROPUESTA

Los siguientes son los costos aproximados de algunos elementos técnicos nombrados en capítulos anteriores y son requeridos para el montaje del aula virtual.

No se habla de precios de infraestructura del lugar como la edificación, ya que estos son demasiado aleatorios y pueden variar bastante, pero sí de los equipos técnicos más complejos así como de la red.

Tales precios relacionados en dólares (ver Tabla 3.1), son aproximados y mínimos con que empiezan los equipos, como por ejemplo un número mínimo de puertos que podrán aumentar a medida que sus especificaciones técnicas lo requieran.

ELEMENTO	PRECIO US\$
Computadores personales alumnos con software preinstalado.	1.000.00
Puntos de red instalado (c/u)	30.00
Conjunto de sonido aula virtual (Parlantes, amplificador, micrófonos e instalación)	1.400.00
Equipo videograbador VHS	150.00
Televisor de gran formato	8.000.00
Codificador/decodificador de video 128 Kbps	3.000.00
Concentrador Acceso Multiservicio (1 puerto troncal E1, 6 puertos de voz análogos, 2 puertos V.35., 1 puerto Ethernet)	15.342.90
Unidad de Control Multipunto MCU (8 puertos V.35 y 2 RDSI)	90.000.00

Tabla 3.1 Costos elementos técnicos Aula Virtual

El costo de un conmutador ATM no se menciona ya que este se encuentra en la red ATM suministrada por un proveedor de servicios, en este caso Telecom, que es el que tiene mejor implementada la red ATM en el país y tiene los siguientes precios relacionados en la tabla 3.2.

SERVICIO	TARIFA MES US\$	TARIFA AÑO US\$
PUERTO ATM 2 Mbps	1.300.00	15.600.00
PVC para voz privada		
64 Kbps (8 CH)	800.00	9.600.00
128 Kbps (16 CH)	1.400.00	16.800.00
PVC de datos VBR-nrt		
64 Kbps	228.80	2.745.60
128 Kbps	457.60	5.491.20
192 Kbps	643.50	7.722.00
265 Kbps	858.00	10.296.00
PVC		
Videoconferencia – CBR		
128 Kbps	685.71	8.228.57
364 Kbps	1.971.43	23.657.14
Uso del CPE	264.00	3.168.00

Tabla 3.2 Costos proveedor de servicio red ATM

4. CONCLUSIONES

- Una necesidad apremiante de los centros de educación es expandirse a nivel mundial y la teleeducación es una solución que representa grandes ingresos y una inversión significativamente menor que la construcción de sedes en sitios diferentes al de origen.
- La tecnología multimedia provee en el aula virtual realismo a la clase, haciendo que el estudiante no decline ante las cátedras por encontrar en ellas significativas diferencias con el antiguo modelo.
- La selección de los equipos es punto clave en la construcción tanto del aula virtual como la red que la soporta, ya que los costos entre las distintas marcas pueden diferenciarse significativamente.
- Entre una tarjeta de adquisición de video y un codificador de video la selección debe ser el codificador/decodificador, debido a que el ancho de banda que emplea el segundo es menor, lo que acarrea costos menores en el alquiler de la red ATM.
- La ventaja que provee el codificador de video de decodificar la señal recibida desde un equipo similar, hace que las clases se

puedan impartir desde cualquier punto de la red y no regirse a un solo centro de difusión.

- Con ATM se soluciona el problema de ancho de banda para impartir el video de las clases, gracias a que ofrece calidad de servicio dependiendo de la información que se quiera transportar sobre la red.
- ATM es multiservicio, pues no busca reemplazar las redes actuales, sino que puede coexistir pacíficamente con ellas para dar la mejor solución al usuario. La principal razón de esta integración se debe al hecho que existe una base instalada de equipos que se debe mantener.
- ATM es multitecnología, luego es posible integrar diferentes tipos de tecnologías de transporte, así como servicios de usuario de voz, datos y vídeo en una misma infraestructura, lo que permite una administración centralizada de todos los servicios del proveedor y una disminución en los costos de operación
- El servicio de conexión LAN a alta velocidad será un mercado importante dentro de los próximos 3 a 5 años, ya que en el

momento el ancho de banda no se está aprovechando y es utilizado en intranets que sólo comparten archivos e impresoras.

- Los servicios como videoconferencia en banda ancha, ATM al escritorio, telefonía pública, video e-mail e internet con calidad de servicio serán los servicios futuros sobre la red ATM.
- Utilizar ATM como mecanismo para converger todas las redes de telecomunicaciones a una sola infraestructura, disminuyendo costos de operación y facilitando la implantación de nuevos servicios.
- Construcción de una red ATM en fases partiendo de una mediana implementación en pocas sedes universitarias hasta un cubrimiento extensivo a nivel mundial.

ACRONIMOS

AALs : *ATM Adaptations Levels* – Nivel de Adaptación ATM.

ABR : *Available Bit Rate* – Tasa de bit disponible.

ANSI : *American Standar National Institute* – Instituto Nacional de Estandares Americanos.

ASCII : *American Standard Code for Information Interchange* – Código estandar americano para intercambio de información.

ATM : *Asynchronous Transfer Mode* – Modo de transferencia Asíncrono.

AVM : *Analog Voice Module* – Modulo de voz analógica.

B-ISDN : RDSI de banda ancha

CBR : *Constant Bit Rate* – Tasa de bit constante

CCIP : *Control Card Interconnect Panel* – Panel de interconexión de tarjetas de control.

CE : *Circuit Emulation* – Emulación de circuito.

CES : *Circuit Emulation Service* – Servicio de emulación de circuitos.

CFR : *Card Frame Relay* – Tarjeta Frame Relay

CLI : *Command Line Interface* – Interfaz de Línea de Comandos.

DPS : *Dual Peripheral Shelf* – Módulo Dual Periférico.

FDDI : *Fiber Distributed Data Interface* – Interfaz de datos distribuidos por fibra.

FEC : *Forward Error Correction* - Corrección de error hacia delante.

HSPS : *High Speed Peripheral Shelves* – Módulo Periférico de Alta

Velocidad.

IP : *Internet Protocol* – Protocolo de Internet.

IPET : Instituto de postgrados de electrónica y telecomunicaciones.

IPX : *Internet Packet Exchange* – Intercambio de paquetes de internet.

ISDN : *Integrated Service Digital Network* – Red Digital de Servicios Integrados.

ISP : *Internet Service Provider* - Proveedor de servicio de Internet.

JPEG : *Joint Photographic Experts Group* –Grupo de expertos en fotografía unida.

LAN : *Local Area Network* – Red de area local.

LMDS : *Local Multipoint Distribution System* – Sistema de distribución local multipunto.

LSPS : *Low Speed Peripheral Shelf* – Módulo Periférico de Baja Velocidad.

MAC : *Medium Access Control* – Control de acceso al medio.

MAU : *Medium Access Unit* – Unidad de acceso al medio.

MCR (*Minimun Cell Rate*), Velocidad mínima de transmisión de celdas.

MCU *Multipoint Control Unit* – Unidad de control multipunto.

MIB : *Management Information Base* – Base de Información de Gestión.

MPEG – *Motion Pictures Encoding Group* – Grupo de codificación de imágenes en movimiento.

NMS : *Network Management System* - Sistema de gestión de red.

nrt-VBR : *Non Real Time Variable Bit Rate* - Velocidad de bits variable sin requerimientos de tiempo real.

OSI : *Open Systems Inteconnection* : Interconexión de sistemas abiertos.

PCM : *Pulse Code Modulation* – Modulación por Codificación de Pulsos.

PCR : *Peak Cell Rate* – Tasa de celda pico.

PIR *Peak Info Rate* – Tasa de información pico.

pps : Paquetes por segundo.

PVC : *Permanent Virtual Circuit* – Circuito virtual permanente.

PYMES : Pequeña y mediana empresa.

rt-VBR : *real time Variable Bit Rate* - Velocidad de bits variable de tiempo real.

SCR : *Sustainable Cell Rate* - Velocidad de celdas sostenible.

SNMP : *Simple Network Management Protocol* – Protocolo simple de administración de red.

SP : *Serial Port* – Puerto serial.

SRTS : *Synchronous Residual Time Stamp* – Marca de Tiempo Residual Síncrona.

STM : *Synchronous Transfer Mode* – Modo de transmisión síncrona.

UBR : *Unspecified Bit Rate* - Velocidad de bits sin especificación.

UIT : Unión Internacional de Telecomunicaciones.

VCI : *Virtual Channel Identifier* – Identificador de canal virtual.

VPI : *Virtual Path Identifier* – Identificador de camino virtual.

WLL : *Wireless Local Loop* – Loop local inalámbrico.

xDSL : *Digital Subscriber Line* - Subscriptor de línea local.

WAN : *Wide Area Network* – Red de área amplia.

GLOSARIO

ABR : Available Bit Rate – Uno de los tipos de servicio de ATM donde la red no hace absoluta garantía de la celda entregada de la celda entregada, sin embargo este garantiza una mínima velocidad de bit para transmitir.

ADPCM : Adaptative Diferencial PCM – Modulación por Codificación de Pulsos Diferencial Adaptativo.

BNC : Tipo de conector utilizado como terminal en el cable coaxial.

BROADCAST : Se refiere la distribución de la información cuando es enviada desde un punto hacia varios simultáneamente (punto – multipunto).

BROWSER WEB : Software diseñado para navegar en Internet.

Ces Connect : Parámetro de configuración en los Concentradores MC3810 que indica que el flujo de información para dicho puerto es transportado utilizando el Servicio de Emulación de Circuitos.

clockrate network : Parámetro de configuración en los Concentradores MC3810 que indica la velocidad de transmisión asignada al puerto.

CBR : Constant Bit Rate – Una de las cinco clases de servicio de ATM con la cual se soporta la transmisión de una trama de bits de información continua, como voz y video.

CELP : *Code Excited Linear Prediction* – Predicción lineal de código excitado.

CODEC: Equipo codificador que digitaliza la señal de video proveniente de una cámara y decodifica la señal proveniente de un equipo similar para ser vista en un proyector de video.

CPE : Customer Premises Equipment – Equipo de comunicaciones o terminal localizado en las instalaciones del cliente y que es provisto por los proveedores de transporte de datos.

CRC Framing : Parámetro de configuración en los conmutadores ATM que se habilita si se quiere monitorear la calidad del enlace de transmisión.

E&M : *recEive and transMit* - Permite la conexión de un puerto de voz a un puerto troncal de una PBX analógica.

encapsulation ATM : Parámetro de programación en los concentradores de acceso multiservicio que indica que la información de dicho puerto se encapsula en celdas ATM.

E1 : *European Digital Signal 1* – Estandar Europeo para interfaces físicas digitales a 2.048 Mbps.

E3 : *European Digital Signal 3* - Estándar Europeo para interfaces físicas digitales a 34.368 Mbps. Puede soportar simultáneamente 16 circuitos E1.

FIREWALL: Sistema diseñado para prevenir el acceso no autorizado a o desde una red privada.

Frame Relay : Retransmisión de Tramas. tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de

acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones.

FXO : *Foreign Exchange Office* – Permite la conexión de un puerto de voz a la red telefónica pública conmutada.

FXS : *Foreign Exchange Station* – Permite la conexión de un puerto de voz a un teléfono o fax.

G.703 : Estándar de la UIT que reúne las Características físicas y eléctricas de las interfaces digitales jerárquicas.

H.261 : Recomendación H.261 (03/93) – Tratado de la UIT-T que se refiere a la codificación de video para servicios audiovisuales.

H.323 : Recomendación H.323 (02/98) – Tratado de la UIT-T que explica los sistemas de comunicación multimedios basados en paquetes.

Header Error Correction: Parámetro de configuración del conmutador ATM que se refiere a la manipulación de las celdas que tienen errores en su encabezado. Es un campo de un byte en la cabecera de la celda usado para la corrección y detección de errores en la cabecera.

Interface ATM0 : Interfaz virtual que une el Concentrador de Acceso Multiservicio y el Conmutador ATM.

Interface ATM0.1 : Interfaz virtual utilizada para el transporte de un servicio, ya sea datos o video, esto desde el Concentrador de Acceso hasta el conmutador ATM.

JITTER : Es La variación de los tiempos de llegada de los paquetes. El problema se nota en la interferencia, pérdida de calidad de sonido, interrupciones en la transmisión, etc, con la cual llega la señal a su destino.

LAN : Conjunto de dispositivos conectados sobre un solo medio físico para permitir las comunicaciones entre ellos.

MULTICAST : Envío de información de un punto a varios puntos determinados..

Multiplexación Estadística : Es aquella que asigna ancho de banda dependiendo de la cantidad de movimiento que tenga la imagen. Estp es, a mayor movimiento de imágenes mayor asignación de ancho de banda.

NNI : *Network Node Interface* – Estándar especificado por la ITU-T para las interfaces entre nodos de la red.

nrt – VBR : Non Real Time – Variable Bit Rate – Uno de los tipos de servicio de ATM para transmisión de tráfico donde la información en el tiempo no es crítica y es caracterizado por velocidades de celdas promedio y pico, es apropiado para transferencia de paquetes de datos grandes.

PVC : *Permanent Virtual Circuit* – Circuito virtual compuesto de un VPI y VCI por donde se envían los datos ATM.

QoS : *Quality of Service* – Término que establece parámetros de desempeño que caracterizan el tráfico sobre una conexión virtual (VC).

rt-VBR : Real Time – Variable Bit Rate - Uno de los tipos de servicio de ATM para transmisión de tráfico variable que depende de la información y control del tiempo, el cual es caracterizado por velocidades promedio y pico de celdas.

Target CLR : Parámetro de calidad que define el máximo número de celdas perdidas sobre el número total de celdas transmitidas.

T1.403 : Estandar de la ANSI para interfaces físicas digitales a 1.554 Mbps mas conocida como T1.

TDM : Modo de Transferencia Síncrono. Tecnología que transmite la información dividiendo el ancho de banda en espacios de tiempo.

Port Type : Tipo de puerto utilizado para configurar la Interfaz que soporta el puerto del conmutador ATM.

UNI : *User Network Interface* – La interfaz definida como un conjunto de protocolos y características de tráfico (p.e., estructura de la celda) entre el CPE (usuario) y la red ATM (switch ATM).

V.35 : Estandar de la UIT para intercambio de datos síncronos a altas velocidades. Es la interfaz utilizada en la mayoría de *Routers* codificadores/decodificadores para su interconexión con los proveedores de transporte de datos.

VCI : *Virtual Channel Identifier* – Provee una identificación única para el canal virtual (VC) que se asigna en una conexión virtual para el transporte de información sobre una red ATM.

VLANS : *Virtual LAN* – Ambiente de red donde los usuarios de LANs físicamente independientes son interconectados en una forma que parece como si ellos estuvieran sobre el mismo sitio de trabajo LAN.

VPI : *Virtual Path Identifier* – Provee identificación al camino virtual de la conexión sobre una red ATM.

VPN : *Virtual Private Network* – Recursos de la red provistos en demanda a usuarios de proveedores de transporte de datos (*carriers*) públicos de tal forma que los usuarios ven esta partición de la red como una red privada.

UBR : *Unspecified Bit Rate* – Uno de los tipos de servicio de ATM el cual se orienta a aquellos que no requieren relación de tiempo real.

WAN : Red que alcanza grandes distancias geográficas.

X.25 : Tecnología de Conmutación de Paquetes. Interfaz entre equipos terminales de datos y equipos de terminación del circuito de datos para terminales que trabajan en modo paquete sobre redes de datos públicas.

BIBLIOGRAFIA

- CASTILLO, Edgar. Red digital de servicios integrados de banda ancha. Universidad del Cauca. Popayán, 1995.
- HUIDROBO, José M. Comunicaciones de voz y datos. Paraninfo. Madrid. 1995
- LOPEZ, Giovanny. Modo de transferencia asíncrono. Conferencias de clase. Universidad del Cauca. 1996
- TOBAR, Clara Milena y ROMERO, José Jairo, Transmisión de voz y video sobre ATM. Trabajo de grado. Universidad del Cauca. 1998.
- MURRAY TUROFF, Designing a Virtual Classroom. New Jersey Institute of Technology, Newark. 1995.
- CISCO SYSTEMS, Designing ATM Internetworks. 1998. LAN TIMES. Guía de redes de alta velocidad. McGraw Hill. Madrid. 1997.
- ITEC TELECOM, ATM orientación al servicio. Conferencias. 2.000.
- WRIGHT, David. Transport options for video distribution over ATM in residential broadband. IEEE Communications Magazine. 1997.

Sitios Web consultados

www.atmforum.com

www.fundesco.es

www.edunet.com

www.polycom.com

www.cisco.com

www.3com.com

www.dotvsat.com

www.upm.es

www.cphone.com

www.8x8.com

www.picturetel.com

www.vtel.com

www.tandbergusa.com

www.kn.pacbell.com/wired/vidconf

www.satnet.com