

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ABRIL DE 1996

PROJETO DE UMA REDE BANDA LARGA, BASEADA EM TECNOLOGIA DE COMUTAÇÃO
ETHERNET E ATM.

Este exemplar corresponde à redação final da tese
apresentada por Sebastião Borges Barone
Jr e aprovada pela Comissão
organizadora em 08/05/96
Rege Romeu Scarabucci Orientador

por: Sebastião Borges Barone Júnior
orientador: Prof. Dr. Rege Romeu Scarabucci

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica,
da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos
requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre
em Engenharia Elétrica.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

19618431
96

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP
	B268p
V. F:	
TELEFONO BU/	29020
PROC.	667/96
C <input type="checkbox"/>	D <input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	05/11/96
N.º CPD	

CM-00094591-7

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

B268p Barone Junior, Sebastião Borges
Projeto de uma rede banda larga, baseada em tecnologia
de comutação Ethernet e ATM / Sebastião Borges
Barone Junior.--Campinas, SP: [s.n.], 1996.

Orientador: Rege Romeu Scarabucci.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica

1. Redes de computação. I. Scarabucci, Rege Romeu.
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Elétrica. III. Título.

Dedico à
Minha Família: Sebastião, Odília, Jussara

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao Prof. Rege Romeu Scarabucci pela orientação objetiva e atenção especial dedicada a este trabalho e, principalmente, pela amizade e incentivo durante toda a evolução do trabalho.

Gostaria de expressar também minha gratidão ao CPqD - TELEBRÁS pelo apoio institucional e ao amigo Felício Cestari Filho pelo incentivo e atenção.

ÍNDICE

Siglário	III
Resumo	VI
Abstract	VII
1.1 - Motivação	01
1.2 - Objetivo	01
1.3 - Organização do Trabalho	01
2 - Redes Locais ATM	02
2.1 - Introdução	02
2.2 - Tecnologia ATM	02
2.3 - SDH como Transporte para ATM	04
2.3.1 - Mapeamento de Células ATM no VC-4/VC-3	04
2.3.2 - Mapeamento de Células ATM no VC-4Xc	05
2.3.3 - Mapeamento de Células ATM no VC-2	07
2.3.4 - Mapeamento de Células ATM no VC-2mc	07
2.3.4.1 - Concatenação de TU-2s Adjacentes em VC-3	07
2.3.4.2 - Concatenação Sequencial de TU-2s em VC-4	09
2.3.4.3 - Concatenação Virtual de TU-2s em VC-4	09
2.3.5 - Mapeamento de Células ATM no VC-12/VC-11	10
2.4 - ATM em Redes Locais	12
2.4.1 - Redes Virtuais	14
2.5 - Tecnologia DQDB	17
2.5.1 - Controle de Acesso à Sub-rede DQDB	17
2.5.2 - Protocolo de Acesso em Fila Distribuída	18
2.5.3 - Controle de Acesso Pré - Arbitrado	19
2.6 - Vantagens do ATM - LAN com Relação ao DQDB	21
3.0 - Descrição da Rede	23
3.1 - Parque Físico	23
3.1.1 - Implantação de Sistemas Centralizados e Rede de Terminais	25
3.1.1.2 - Migração para Sistemas Departamentais e Rede de Computadores	25

3.1.1.3 - Migração para Sistemas Distribuídos em Rede	25
3.2 - Rede Ethernet	28
3.3 - Rede Atual do CPqD	32
3.4 - Rede de Alto Desempenho	34
3.5 - Proposta de Implantação de Rede de Alto Desempenho no CPqD	34
3.5.1 - Backbone ATM	35
3.5.2 - Ethernet Comutada	35
3.5.3 - Cabeação Estruturada	36
3.5.4 - Redes Virtuais	37
3.5.5 - Redes de Transporte (SDH)	37
3.5.6 - Interconexão com Internet	37
4.0 - Descrição do Projeto	39
4.1 - Cabeação de Fibras Ópticas	39
4.1.1 - Configuração de Redes Virtuais	46
4.2 - Comparação dos Comutadores ATM e Ethernet	50
4.2.1 - Solução para o Cenário de Rede do CPqD - TELEBRÁS	57
5 - Conclusão	58
5.1 - Análise de Desempenho	58
5.2 - Garantia de Crescimento da Rede	63
6 - Algoritmo para o projeto de uma rede ATM	65
7 - Referências	67
7.1 - Referências de Autores	67
7.2 - Referências Empresariais	67
7.3 - Normas Técnicas	68
Anexo 1 - Teste de Desempenho de Comutadores ATM	VIII
Anexo 2 - Catálogos dos Equipamentos Descritos na Tese	IX

SIGLÁRIO

AAL - ATM Adaptation Layer
ACF - Access Control Field
ATM - Asynchronous Transfer Mode
AU - Administrative Unit
AUI - Attachment User Interface
BUS - Broadcast Unknown Server
CPqD - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento
CAD - Computer Aided Design
CAE - Computer Aided Eletronic
CASE - Computer Aided System Engineering
CBR - Constant Bit Rate
CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access/ Colision Detection
DAI - Departamento de Administração e Infraestrutura
DDS - Departamento de Desenvolvimento de Sistemas
DPC - Departamento de Planejamento e Controle
DQDB - Distributed Queue Dual Bus
DRS - Departamento de Redes e Serviços
DSO - Departamento de Sistemas de Operação
DTB - Departamento de Tecnologias Básicas
FDDI - Fiber Distributed Data Interface
GAB - Gabinete da Diretoria
HEC - Header Error Control
HDTV - High Definition Television
IP - Internet Protocol
IPX - Novell Internetwork Packet Exchange
ITU-T - International Telecommunications Union
LAN - Local Area Network

LAT - Local Area Terminal
LAVC - Local Area VAX Cluster
LEC - LAN Emulation Client
LECS - LAN Emulation Configuration Server
LES - LAN Emulation Server
LLC - Logical Link Control
MAC - Medium Access Control
MAN - Metropolitan Area Network
PA - Pre-arbitrary Queue
PC - Personal Computer
PDH - Plesiochronous Digital Hierarchy
POH - Path Overhead
PVC - Permanent Virtual Circuit
QA - Arbitrary Queue
RENAV - Rede Nacional de Alta Velocidade
RTP - Real Time Protocol
SDH - Synchronous Digital Hierarchy
SMDS - Switched Multi-megabit Data Services
SNA - Systems Network Architecture
SONET - Synchronous Optical Network
STM-1 - Synchronous Transport Mode 1 -- 155 Mb/s
SVC - Switched Virtual Circuit
TCP/IP - Transmission Control Program/Internet Protocol
TU - Tributary Unit
TUG - Tributary Unit Group
UNI - User Network Interface
VBR - Variable Bit Rate
VC - Virtual Container
VC - Virtual Channel
VCI - Virtual Channel Identifier

VMS - Virtual Memory System

VP - Virtual Path

VPI - Virtual Path Identifier

WAN - Wide Area Network

Resumo

O presente trabalho é baseado no detalhamento da migração de uma rede *Ethernet* de grande porte, para uma rede do tipo Faixa Larga utilizando tecnologia ATM. A necessidade da transição para uma rede Faixa Larga com previsões de aplicações futuras, surgiu com o aumento do número de equipamentos instalados bem como das aplicações multimídia, também crescentes.

A implantação dessa rede vem se dando no CPqD da TELEBRÁS, pelas condições favoráveis existentes em termos de tráfego real, medidas e recursos, que possibilitam análises de desempenho e comparações de resultados através de experimentos de melhorias de rede.

Inicialmente, a implantação se deu mediante uma prévia análise de demanda de tráfego, uma vez que havia um crescimento do número de estações de trabalho e de aplicações multimídia. Concluída esta fase, optou-se por um tipo de tecnologia de rede que atendesse não somente a presente demanda, mas também possibilitasse flexibilidade para o crescimento da rede.

A solução encontrada foi a utilização da tecnologia ATM juntamente com equipamentos do tipo *Ethernet* Comutado. O ATM é utilizado para construção da rede básica e conexão de alguns equipamentos que são servidores corporativos, enquanto que o *Ethernet* Comutado visa o reaproveitamento total do parque de computadores instalados em rede hoje no CPqD.

Abstract

This thesis is based on a demonstration of a migration project from Ethernet to Broadband Network by using ATM technology.

The increase of installed equipments number, which has created local network, in conjunction to the rising of multimedia applications, became the migration imperative in order to allow a good performance for the existing traffic and the future needs.

This network migration project has been conducted in the R&D Center of TELEBRÁS, because of technical and real traffic conditions present that allows an analysis and developments for future improvements.

Initially, it has been made a preliminary study on the traffic demand related to the increased number of installed workstations and equally growth of multimedia applications. After this study, it was necessary to choose the best technology to provide the needs as well as flexibility for the future applications.

ATM technology was the solution adopted together to Ethernet Switch equipment.

ATM is used for the backbone structure together to servers equipments and Ethernet Switch in order to take all the advantage for the installed nodes in the R&D Center - TELEBRÁS network.

1.1 - Motivação

A informação, como um bem necessário ao crescimento e desenvolvimento de atividades das empresas, está em constante evolução do ponto de vista de facilidades apresentadas aos usuários. Com o crescimento dos recursos computacionais em quantidade e capacidade de processamento, torna-se necessária a mudança da rede básica de transporte destes equipamentos. Esta rede deve possuir uma maior capacidade de transmissão e com algumas características adicionais para suporte dos novos serviços disponíveis por algumas aplicações.

ATM, como nova tecnologia de comunicação em redes de Faixa Larga, desponta como uma solução muito eficiente para estes novos sistemas de informação. O ATM se encontra hoje em estado de padronização. Para que estas padronizações sejam consolidadas de uma forma rápida, foi criada uma organização denominada de ATM FÓRUM, onde as principais empresas fabricantes desta tecnologia fazem parte.

Por estar em estado de padronização, torna-se um desafio a implantação de uma rede de comunicação com tecnologia ATM, pois exige uma complexa análise para a escolha de fabricante, tipo de equipamento e tipo de rede física.

1.2 - Objetivo

Para que o projeto e implantação de uma rede ATM sejam bem sucedidos são necessários estudos comparativos entre fornecedores e tipos de equipamentos reais do mercado.

Estes estudos, visam escolher a melhor solução de rede disponível no mercado, para um cenário definido. O cenário estudado para a implantação de uma rede ATM foi a rede local de produção do CPqD - TELEBRÁS, onde atualmente quase 1200 nós são interligados com tecnologia *Ethernet*.

Este trabalho apresenta uma diferença básica em relação a outros trabalhos de tese de mestrado devido ao fato de a tecnologia ATM ser muito nova e existir uma grande diversidade de equipamentos e de fabricantes, sendo assim, grande parte dos pontos de decisão são analisados baseados em razões qualitativas e não em razões matemáticas.

1.3 - Organização do Trabalho

No capítulo 2 é feita uma breve comparação das tecnologias ATM e DQDB, bem como a introdução do ATM em redes locais e o mapeamento dos sinais ATM na Hierarquia Digital Síncrona (SDH). O capítulo 3 visa descrever o cenário no qual será implantado o projeto de rede ATM, isto é, descrição física e funcional do CPqD, descrição dos serviços de rede e tecnologia de rede utilizada para estes serviços. O capítulo 4 é o projeto propriamente dito, pois descreve o tipo de cabeção utilizada, configuração de redes virtuais e a escolha dos novos equipamentos de rede. No capítulo 5 é mostrado o desempenho atual da rede do CPqD e é feita uma análise de como se comportará o tráfego da nova rede. Também no capítulo 5 é mostrada a flexibilidade para crescimento da nova rede implantada.

2. - REDES LOCAIS ATM

2.1 - Introdução

O objetivo deste capítulo é fazer uma análise sobre duas tecnologias nas quais são utilizadas células para transporte de informação, uma das tecnologias é o DQDB (*Distributed Queue Dual Bus*) e a outra é o ATM. Para esta análise foi feita uma breve descrição sobre estas duas tecnologias, mostrando o porque do destaque de uma em relação a outra no mercado. Para isso foi mostrado quais os requisitos necessários em uma tecnologia de rede, para que esta atenda requisitos desde redes locais (LANs) até redes de longa distância (WANs), e como o SDH pode ser utilizado como um transporte seguro para as células em qualquer dos ambientes de rede.

2.2 - Tecnologia ATM

ATM é um padrão definido na recomendação I.121 do ITU-T, na qual a transmissão é organizada numa sequência periódica de pacotes de tamanho fixo denominados célula (Figura 2.2.1). Neste padrão são definidas as funcionalidades da camada ATM e da camada de adaptação ATM (AAL).

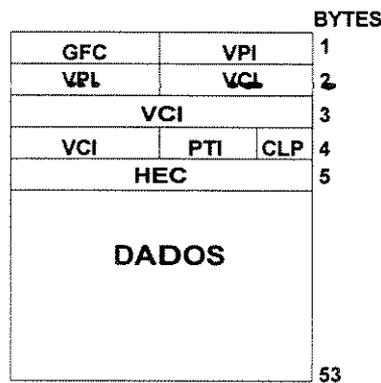


Figura 2.2.1 - Célula ATM

Com relação a camada física ATM, o ITU-T define interfaces para suportar ATM baseado numa rede SDH com velocidades de 155.52 Mb/s e 622.08 Mb/s, bem como interfaces PDH.

A camada ATM é responsável [DE PRYCKER, 1991] pelo roteamento da célula ao longo do caminho virtual VP, estabelecido durante a conexão. Da mesma forma, ela realiza a multiplexação e demultiplexação das células e o controle de erro do cabeçalho.

A camada AAL é responsável pela transformação entre o formato da mensagem usado pelas camadas superiores e o formato de célula de tamanho fixo utilizado na camada ATM. É responsável também pela detecção e correção de erro no fluxo entre as camadas ATM e AAL.

A técnica ATM minimiza o volume de processamento realizado pela rede, permitindo uma transferência rápida da informação. O tamanho da célula ATM de 53 bytes foi a decisão tomada a partir de grandes discussões. Células maiores são melhores para o tráfego tradicional de dados, enquanto que células menores são vantajosas no transporte de serviços isócronos, como por exemplo voz.

As células ATM que apresentarem erro no cabeçalho são automaticamente descartadas pela rede. Neste caso, detecção e recuperação da informação perdida fica por conta das entidades terminais participantes da comunicação. A rede ATM é orientada a conexão, de tal forma que existe uma fase de estabelecimento de conexão antes da transferência dos dados.

Em ATM, as mensagens de sinalização são transformadas em células pela AAL e pela camada ATM e enviadas pela rede para definir o caminho e parâmetros da comunicação que serão utilizados durante a fase de transferência dos dados do usuário. O ATM garante o sequenciamento das células mesmo que algumas células sejam descartadas ou perdidas. As conexões são individualmente identificadas através dos VPIs e VCIs das células.

O Caminho Virtual (*Virtual Path - VP*) é [MOLLOY, 1992] um feixe de circuitos multiplexados entre dois pontos de terminação e identificado pelo valor VPI (*Virtual Path Identifier*). O conceito de VP permite a agregação de múltiplos Canais Virtuais (*Virtual Channel - VC*) que tenham características comuns. Através de VPs e VCs podem ser providas conexões semipermanentes na rede ATM (Figura 2.2.2).

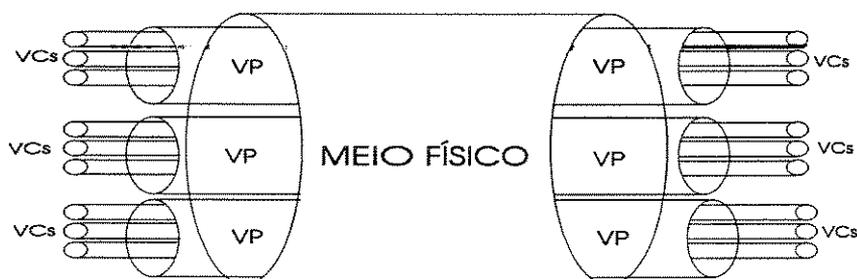


Figura 2.2.2 - VPs e VCs

2.3 - SDH como Transporte para ATM

O SDH é indiscutivelmente a tecnologia de transmissão mais indicada para altas taxas devido a sua confiabilidade, gerência e interoperabilidade, pois é o padrão internacional para transmissão síncrona de dados.

Devido a esta interoperabilidade, os equipamentos de comutação ATM e os de SDH estão se tornando mais próximos uns dos outros, pois pela primeira vez, LANs e WANs podem ser construídas baseadas numa mesma tecnologia, a qual será capaz de fornecer largura de banda suficiente para as mais variadas aplicações.

Com a finalidade de construção de uma rede única, isto é, a mesma tecnologia desde as redes locais até as WANs o ITU-T [ITU-T, I.361] padronizou alguns mapeamentos de células ATM para a Hierarquia Digital Síncrona os quais serão descritos a seguir.

Um feixe de células ATM [ITU-T, I.432] pode ser mapeado em *Containers* Virtuais do tipo VC-4 e VC-4Xc, VC-3, VC-2 e VC-2-mc, VC-12 e VC-11. Antes de serem mapeadas nos *Containers*, as células ATM passam por uma interface onde a taxa das células é adaptada à taxa da SDH, células vazias são inseridas quando a taxa de transmissão é baixa e o fluxo de entrada é controlado quando a taxa de transmissão é alta. Desta forma, o fluxo de células torna-se síncrono com o VC. Além disso, o cálculo do HEC (*Header Error Control*) de cada célula deve ser efetuado e o valor obtido deve ser inserido no campo específico de cada célula. O campo de informações (48 bytes) de cada célula deve ser embaralhado antes do mapeamento. Um embaralhador síncrono com polinômio gerador $X^43 + 1$ deve ser utilizado. ~~O embaralhador deve operar somente sobre os bytes de informação da célula. No processo~~ de desmapeamento, o cálculo do HEC deve ser refeito para se encontrar a delimitação das células. Este método é similar à convencional recuperação de alinhamento de quadro onde a palavra de alinhamento não é fixa.

2.3.1 - Mapeamento de Células ATM no VC-4/VC-3

O fluxo de células ATM é mapeado em um C-4/C-3 com os limites de seus bytes alinhados aos limites dos bytes do C-4/C-3. A seguir, bytes de POH são adicionados ao *container*, gerando-se um VC-4 ou um VC-3, conforme mostra a Figura 2.3.1. Devido à capacidade do C-3/C-4 (756/2430 bytes respectivamente) não ser um múltiplo inteiro do comprimento da célula (53 bytes), uma célula pode cruzar os limites do C-3/C-4.

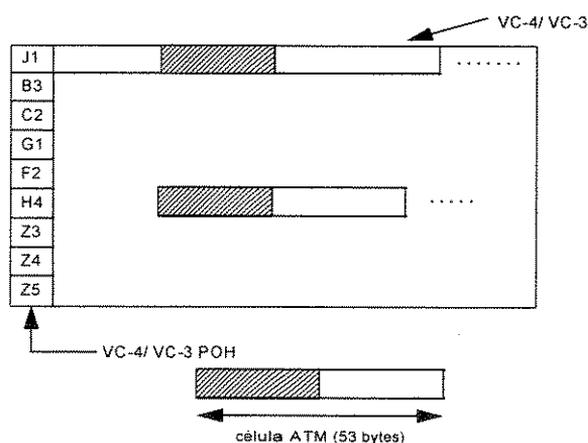


Figura 2.3.1 Mapeamento de células ATM no VC - 4 / VC - 3

2.3.2 - Mapeamento de Células ATM no VC-4Xc

O VC-4Xc corresponde a um VC-4 concatenado. O processo de concatenação é utilizado para transportar cargas úteis que exijam uma capacidade de bytes maior que a oferecida por um *container* C-4. Neste processo, pode-se reunir várias AU-4 consecutivas para se formar uma AU-4Xc. Para indicar que a informação útil é um "multi-C4", o ponteiro de AU-4 contém uma Indicação de Concatenação, conforme mostram as Figura 2.3.2 e 2.3.3. A primeira das AU-4Xc tem os valores normais de ponteiro, enquanto que as subsequentes terão os valores dos ponteiros fixos. A capacidade disponível da AU-4Xc é X vezes a capacidade de um container C-4.

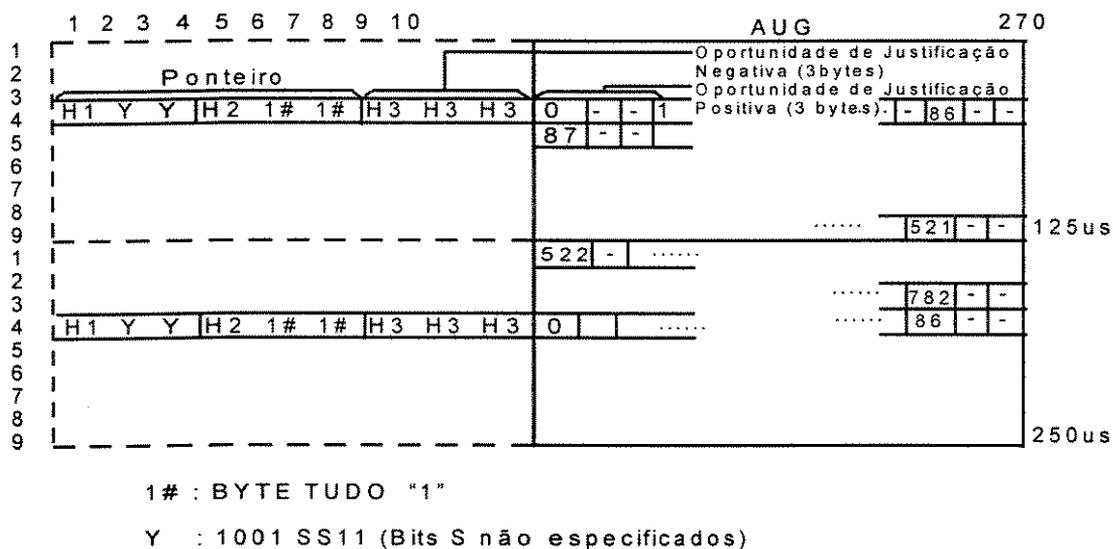
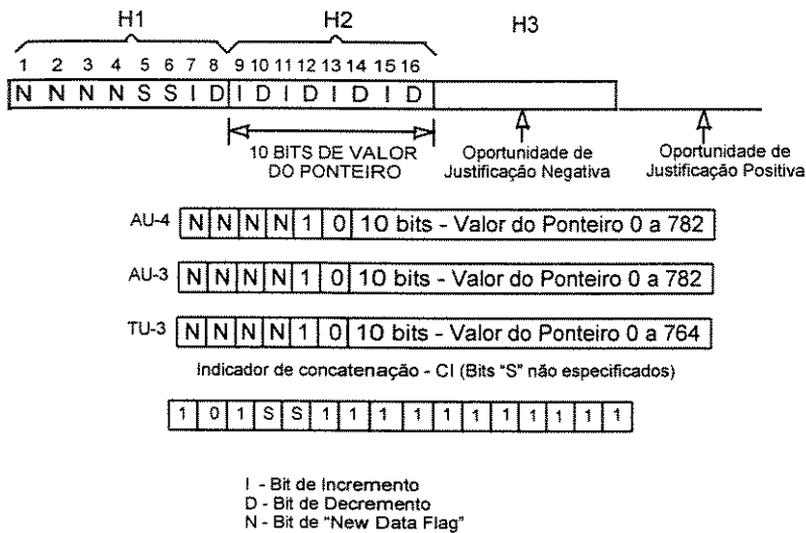


Figura 2.3.2 - Ponteiro de AU - 4



NEW DATA FLAG:

- Ativado "1001"
- Desativado "0110"
- Decisão por detecção de maioria (tres bits coincidentes)

JUSTIFICAÇÃO NEGATIVA:

- Inversão de 5 bits "D"
- Decisão por detecção de maioria

JUSTIFICAÇÃO POSITIVA:

- Inversão de 5 bits "I"
- Decisão por Detecção de Maioria

Nota - O valor do ponteiro torna-se tudo "1" quando ocorre SIA

Figura 2.3.3 - Valores de Ponteiro de AU - 4

O fluxo de células ATM é mapeado em um C-4Xc com os limites de seus bytes alinhados aos limites dos bytes do C-4Xc. A seguir, bytes de POH e X-1 colunas de enchimento fixo, conforme mostra a Figura 2.3.4. Devido à capacidade do C-4Xc(2340.X bytes) não ser um múltiplo inteiro do comprimento da célula (53 bytes), uma célula pode cruzar os limites do C-4Xc.

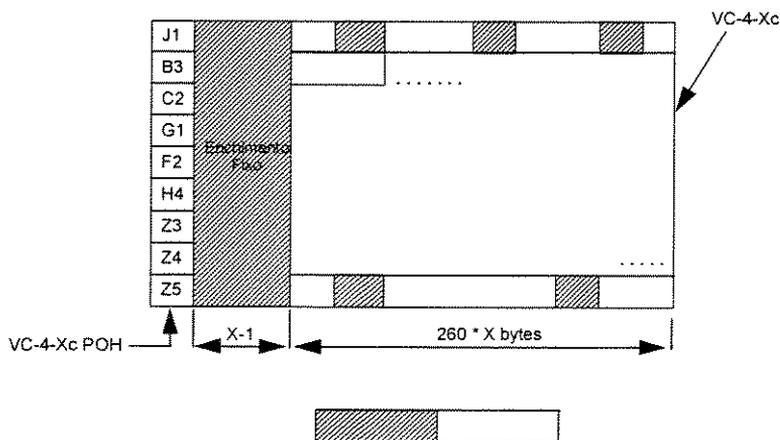


Figura 2.3.4 - Mapeamento de Células ATM no VC - 4 - XC

2.3.3 - Mapeamento de Células ATM no VC-2

A Figura 2.3.5 mostra o mapeamento de células ATM à taxa de 6,784 Mb/s no VC-2. No modo flutuante, o VC-2 é organizado em um multiquadro composto por quatro quadros de 125 μ s. Os quadros deste multiquadro consistem de um byte de POH e 106 bytes de carga útil. As células ATM são carregadas no VC-2 de forma a manterem-se alinhadas aos bytes do VC-2. Devido à carga útil do VC-2 ser equivalente a exatamente duas células ATM a cada quadro de 125 μ s o alinhamento entre estas células e a estrutura do VC-2 permanecem constante. No entanto, células podem cruzar o limite do VC-2.

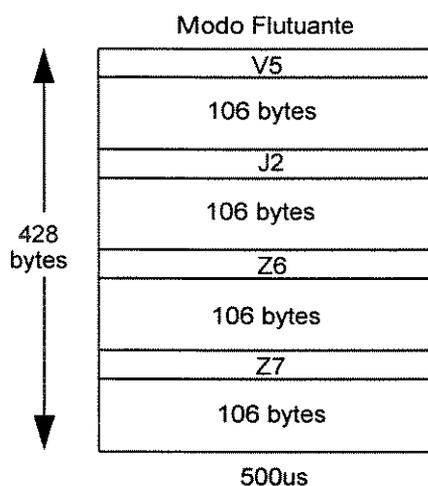


Figura 2.3.5 - Mapeamento de Células ATM no VC- 2

2.3.4 - Mapeamento de Células ATM no VC-2mc

O VC-2mc corresponde a um VC-2 concatenado. Quando a carga útil requer mais que um *Container C-2*, vários TU-2s podem ser concatenados para formar um TU-2mc. Com isto, é possível gerar um "*multi-container-2*", o qual é transportado em um único VC-2mc. Existem três modos para se concatenar TU-2s:

- Concatenação de TU-2s adjacentes em VC-3 de alta ordem;
- Concatenação sequencial de TU-2s em VC-4;
- Concatenação virtual de TU-2s em VC-4.

2.3.4.1 - Concatenação de TU-2s Adjacentes em VC-3

Esse mecanismo é o mesmo que o especificado para concatenação de AU. Os TU-2s adjacentes no tempo dentro de um VC-3, podem ser concatenados colocando-se um Indicador de Concatenação no campo do ponteiro (ver Figuras 2.3.6 e 2.3.7) de todos os TUs concatenados menos no primeiro, denominado líder. O ponteiro do líder contém o valor da diferença de fase entre o VC-2 e o VC-3. Os ajustes indicados por este ponteiro devem ser replicados em todos os VCs concatenados.

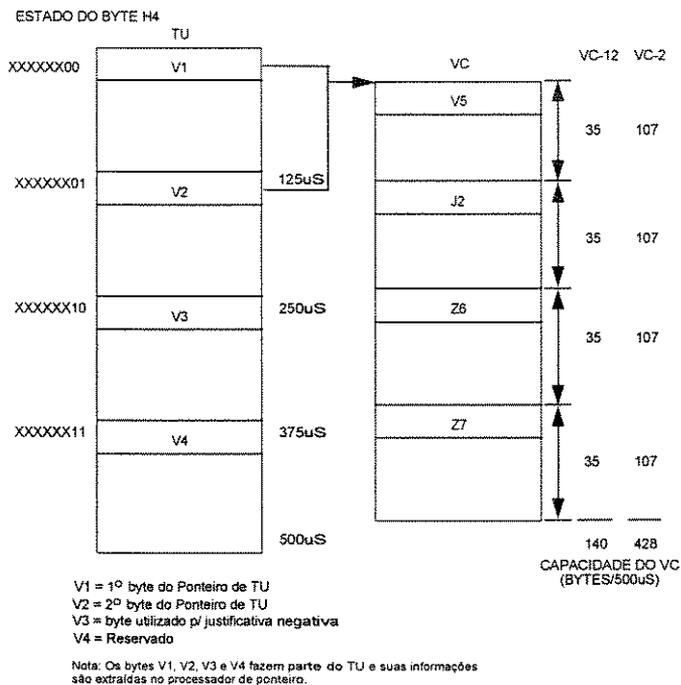


Figura 2.3.6 - Ponteiro de TU - 2

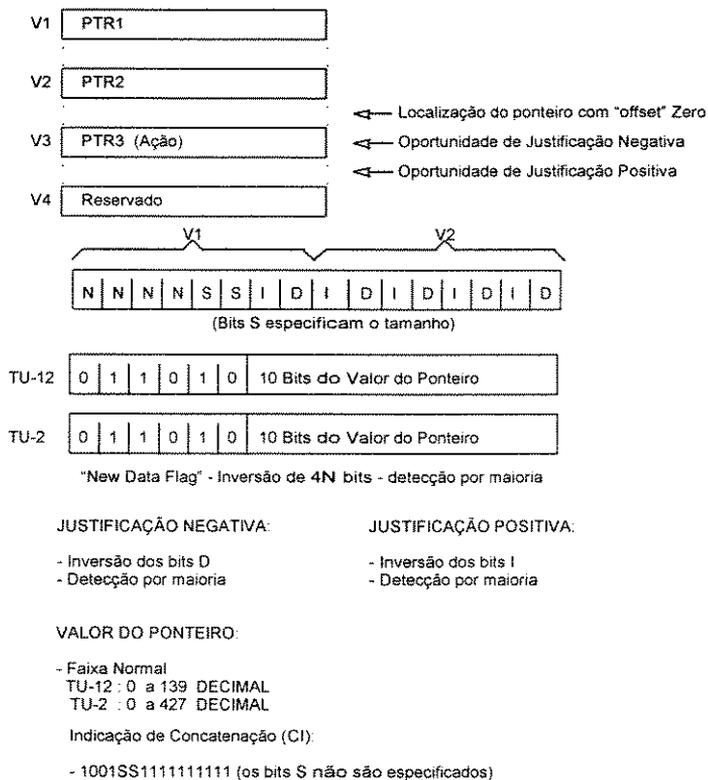


Figura 2.3.7 - Valores de Ponteiro de TU - 2

Uma dificuldade que surge com este tipo de concatenação é a extensão desse mecanismo para TU-2s em VC-4. Os TU2s adjacentes em VC-3 não serão mais adjacentes se forem re-multiplexados em VC-4. Dessa forma, se o mesmo mecanismo de concatenação for utilizado tanto em VC-3 quanto em VC-4, a passagem de grupos concatenados entre redes baseadas em AU-3 e redes baseadas em AU-4 não é direta. Os dois modos descritos abaixo estão sendo desenvolvidos para o transporte de TU-2s em VC-4.

2.3.4.2 - Concatenação Sequencial de TU-2s em VC-4

Este tipo de multiplexação possibilita o transporte de TU-2mcs e TU-3s no mesmo VC-4 e ainda está em estudo. O termo sequencial refere-se ao fato dos TU-2s associados serem sequenciais no mesmo TUG-3, ou seja, em intervalos de três bytes no VC-4.

2.3.4.3 - Concatenação Virtual de TU2s em VC-4

O termo virtual se deve ao fato de não se utilizar a Indicação de Concatenação nos bytes do ponteiros de TU-2s concatenados. O grupo concatenado deve ser lançado na via com todos os seus ponteiros fixados no mesmo valor. Então, sob a condição de que TU's concatenados sejam mantidos no mesmo VC-4, o equipamento de recepção pode armazenar a carga útil até quando a carga útil possua o mesmo valor de ponteiro. Com a concatenação virtual, a adjacência não é mais necessária mas a sequência dos TU's deve ser mantida. Diferenças de atraso entre os VC-2 devem ocorrer devido aos processamentos de ponteiros nos equipamentos intermediários às terminações da via. A máxima diferença permitida ainda está em estudo. Neste tipo de concatenação, cada VC-2 transporta seu próprio POH. Na terminação da via, os BIP-2s de cada VC-2 devem ser agregados para juntos formarem um único BIP para monitoração de erro total. Os detalhes e o desenvolvimento do método de concatenação virtual de TU-2s ainda estão em estudo.

A Figura 2.3.8 mostra o mapeamento de células ATM no VC-2mc, ou seja, com taxa de dados de $m \times 6,784$ Mb/s. "m" é um número inteiro no intervalo entre 2 e 7 para concatenação adjacente e entre 2 e 21 para concatenação virtual e sequencial.

No modo flutuante, o VC-2mc é organizado em 4 multiquadros de 125 μ s. Esta estrutura consiste de um byte de POH, (m-1) bytes de enchimento fixo e $m \times 106$ bytes de carga útil, exceto na concatenação virtual, onde os quadros consistem de m bytes de POH e $m \times 106$ bytes de carga útil. As células ATM são carregadas no VC-2mc com os bytes das células alinhados aos bytes do VC-2mc. Devido ao tamanho da carga útil ser exatamente (m x 2) célula ATM a cada quadro de 125 μ s, o alinhamento entre as células ATM e a estrutura do VC-2mc permanece constante quadro a quadro. No entanto, células podem cruzar o limite do VC-2mc.

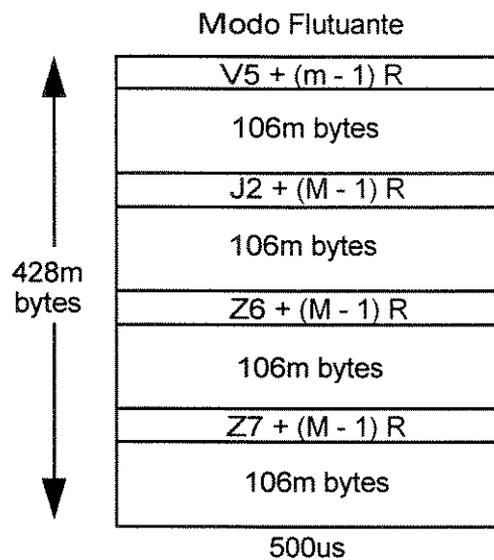


Figura 2.3.8 - Concatenação de TU - 2

2.3.5 - Mapeamento de Células ATM no VC-12/VC-11

As Figuras 2.3.9 e 2.3.10 mostram o mapeamento de células ATM à taxa de 2,176 Mb/s e 1,600 Mb/s no VC-12 e VC-11 respectivamente. No modo flutuante, a estrutura do VC-12/VC-11 é organizada em um multiquadro composto por quatro quadros de 125 μ s. Estes quadros consistem de um byte de VC-12/VC-11 POH e 25 ou 34 bytes, respectivamente, de carga útil. O fluxo de células ATM é inserido no container virtual de forma a manter o alinhamento de seus bytes aos bytes do VC. Devido ao tamanho da carga útil não ser um múltiplo do tamanho da célula ATM, o alinhamento entre as células e a estrutura de transporte do VC deverá se modificar quadro a quadro, formando uma seqüência de 53 quadros. Células podem ultrapassar os limites do VC-12/VC-11.

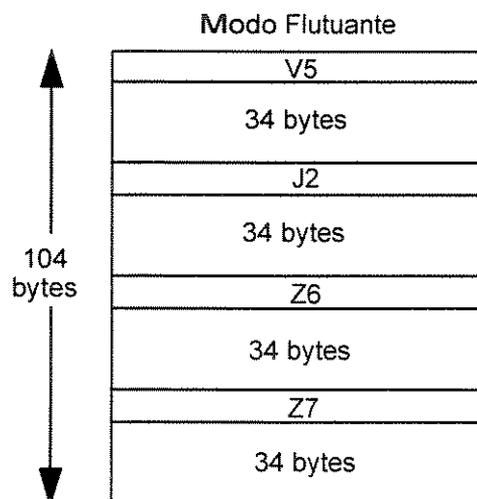


Figura 2.3.9 - Mapeamento de células ATM no VC - 11

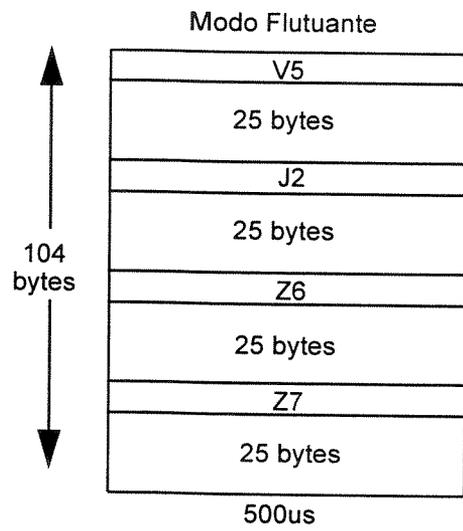


Figura 2.3.10 - Mapeamento de Células ATM no VC - 11

2.4 - ATM em Redes Locais

Para entender a utilização de ATM em redes locais, há a necessidade de conhecer as limitações das tecnologias atuais [CHIPCOM, 1994] para LANs.

Redes de computadores historicamente tem sido baseadas na transferência de dados em unidades de comprimento variável chamados pacotes, onde estes trafegam em um meio compartilhado. Em um meio compartilhado, todas as estações da rede compartilham um canal comum de transmissão. Neste caso, para que uma estação consiga transmitir com segurança o seu pacote, existem métodos de acesso a esse meio compartilhado. No caso da *Ethernet*, o método de acesso é chamado CSMA/CD (*Carrier Sence Multiple Access/Collision Detection*); no caso de *Token Ring* e FDDI o método de acesso é chamado de *Token-Passing Protocol*. As tecnologias atuais de rede compartilhada, operam na velocidade máxima da rede, sem se importar se esta velocidade será suficiente para que a aplicação tenha o desempenho esperado. Com o crescimento da rede em termos de nós, o desempenho torna-se cada vez pior. Devido a este comportamento das redes que utilizam meios compartilhados, torna-se impossível utilizar aplicações onde sejam requisitados garantias de tempo, ou seja serviços isócronos. Sendo assim, as aplicações que utilizam voz e imagem ou mesmo aplicações em tempo real que necessitam de garantia de tempo não podem ser implementadas.

Com o crescimento de aplicações em multimídia, as redes locais estão necessitando de largura de banda cada vez maior e principalmente garantias de tempo. O ATM [IBM, 1993] veio para resolver estes problemas mudando alguns conceitos básicos de redes locais, ou seja:

- ATM é baseado em enlaces ponto a ponto.
- Utiliza tamanho fixo de células.
- É uma tecnologia orientada a conexão.
- Separa os conceitos de rede lógica e rede física, permitindo assim o uso de LANs virtuais.

Além de mudar alguns conceitos de redes locais, o crescimento da produção de equipamentos ATM no mercado, devido ao grande investimento de dezenas de indústrias, fez com que estes equipamentos se tornassem mais baratos, permitindo a migração dos equipamentos de WANs para LANs onde estudos comprovam que 70% do faturamento de vendas de equipamentos ATM serão para redes locais.

Para a implantação de ATM em redes locais tornou-se necessário ser padronizado pelo ATM Fórum o conceito de "LAN *Emulation*", o qual aproveita o parque computacional instalado existente, mesmo porque não seria possível substituir todo esse parque hoje com as tecnologias de rede local que utilizam meios compartilhados, pela tecnologia ATM ao *desktop*. Isto seria muito custoso e desmotivaria o investimento na implantação de ATM LAN.

No conceito de LAN *Emulation*, o equipamento ATM *Switch* deve dar uma aparência de um meio virtual compartilhado para os nós que estão conectados a ele. Do ponto de vista das camadas de protocolo, a camada ATM deve comportar-se como qualquer outro protocolo IEEE 802 MAC (*Medium Access Control*) abaixo do LLC (*Logical Link Control*). As tecnologias de rede mais comuns as quais estão sendo implementadas com o LAN *Emulation protocol* são:

- *Ethernet*
- *Token Ring*
- FDDI

Estas tecnologias são as mais implementadas devido ao grande parque mundial instalado.

Com a implementação [HEINANEN, 1993] de LAN Emulation, a camada MAC suporta transparentemente vários tipos de protocolos como IP, IPX, SNA, NetBios, Apple Talk. A arquitetura do protocolo de LAN Emulation [CHAO, 1994] será mostrada na figura 2.4.1

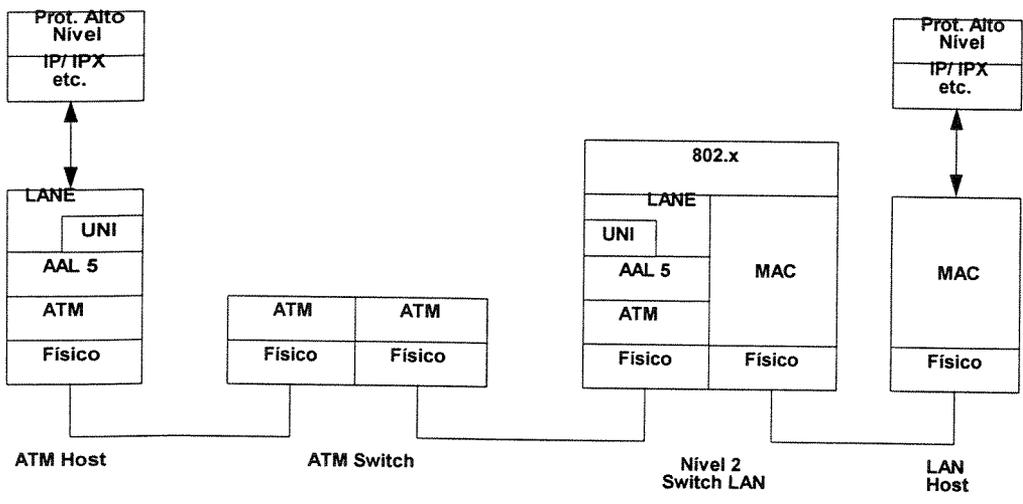


Figura 2.4.1 - Arquitetura do protocolo de LAN Emulation

O serviço de LAN Emulation (figura 2.4.2) é baseado em um modelo cliente-servidor. Os componentes de um LAN Emulation incluem:

- Estações de trabalho ATM
- Bridges ATM/ LAN
- LES (LAN Emulation Server)
- LECS (LAN Emulation Configuration Server)
- BUS (Broadcast Unknown Server).

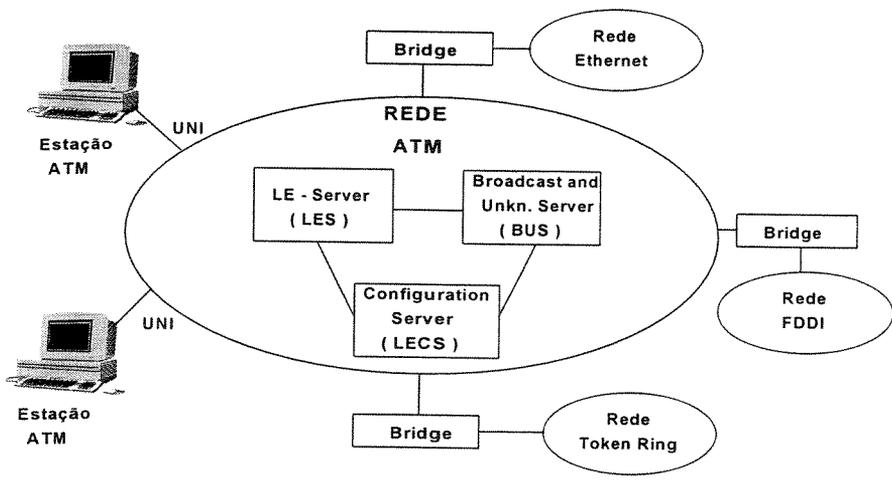


Figura 2.4.2 - Serviço de LAN Emulation

Os LES tem [KAVAK,1995] como função registrar e resolver os endereços MAC das redes que estão sendo emuladas, para endereços ATM.

Os LECS são utilizados para obter as informações de configuração para cada segmento ATM.

O BUS tem como função transmitir os quadros *multicast/ broadcast*, mas também para entrega de um quadro *unicast* para um nó desconhecido ou ainda não registrado na rede.

Para inicializar uma conexão, os clientes (*Bridges/ Routers*) necessitam manter informações sobre o mapeamento dos endereços ATM e MAC [ALLES, 1995]. Na ausência de alguma informação, a função de resolução de endereços provê um método que permite um cliente resolver um endereço MAC em ATM utilizando o LES. O LES converte um endereço MAC em ATM através de uma tabela interna que é sempre atualizada. Esta tabela é exportada aos clientes toda vez que estes entram na rede.

Para enviar um quadro MAC, o cliente necessita de um VPI/ VCI. Este mapeamento deve estar na tabela interna dos clientes, caso este endereço não exista, o cliente faz um pedido para o LES obter o endereço ATM necessário. O LES pode executar dois procedimentos, o primeiro é o de fornecer o endereço caso este esteja em sua tabela interna ou então executar um *broadcast* para outros LES caso não possua o endereço. Caso nenhum dos LES saiba o endereço requisitado é então acionado o BUS o qual enviará um *broadcast* para toda a rede com a finalidade de receber o endereço desejado. Uma vez que o endereço MAC foi traduzido para ATM, é então iniciada a conexão.

Quando um cliente deseja enviar quadros *broadcast* ou *multicast*, o procedimento é um pouco diferente, isto é, o cliente requisita ao LES o endereço de um BUS com a finalidade deste enviar quadros para parte ou mesmo todos os nós da rede.

Com o surgimento do conceito de LAN *Emulation*, o qual implementa redes que utilizam meios compartilhados em uma rede orientada a conexão, um outro conceito que tem como finalidade a contenção e disciplina de tráfegos surgiu, este conceito é denominado de Virtual LANs.

2.4.1 - Redes Virtuais

Devido a conexão virtual de cada nó, torna-se muito fácil e eficiente separar logicamente o tráfego de algumas máquinas que sejam pertencentes a um mesmo domínio, mesmo departamento ou até mesmo com aplicações equivalentes. Sendo assim, aplicações de automação de escritório podem ficar separadas de aplicações de CAD, tudo isto logicamente a partir de um console gerenciador [OLIVER, 1995]. Na figura 2.4.1 é ilustrado os diversos níveis de LANs virtuais sobre uma mesma rede física.

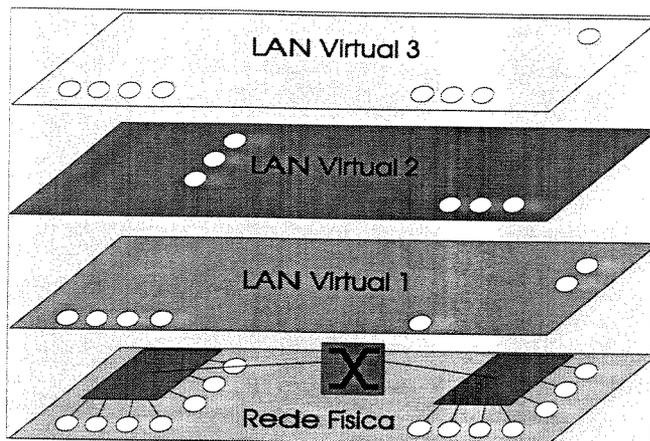


Figura 2.4.1 - Várias LANs virtuais sobre uma única Rede Física

Existem dois métodos de implementação de LANs virtuais: Encapsulamento de MAC (*Medium Access Control*) e Tradução do MAC. É importante ressaltar que LANs virtuais são baseadas em tecnologias MAC que devem ser preservadas.

- **Encapsulamento de MAC**

O encapsulamento de MAC requer que todos os usuários de uma VLAN sejam de mesmo tipo de MAC. Para interconectar diferentes MACs em uma VLAN, há a necessidade de um roteador, ou seja um roteador virtual como é chamado pelos fabricantes. Este roteador, fisicamente pode ser implementado com uma *workstation* ou mesmo um roteador dedicado. Sua função é de encaminhar as informações quando os MACs são diferentes, e está ilustrado na figura 2.4.2. O ATM Fórum definiu dois tipos de encapsulamento de MAC para o padrão de LAN *Emulation*, um baseado no MAC do *Ethernet* e o outro baseado no MAC do *Token Ring*.

O método de encapsulamento de MAC é mais indicado se na rede local existe apenas um tipo de MAC, isto é ou *Ethernet* ou *Token Ring*. Onde existe mais que um MAC diferente, o método de Tradução de MAC é o mais indicado.

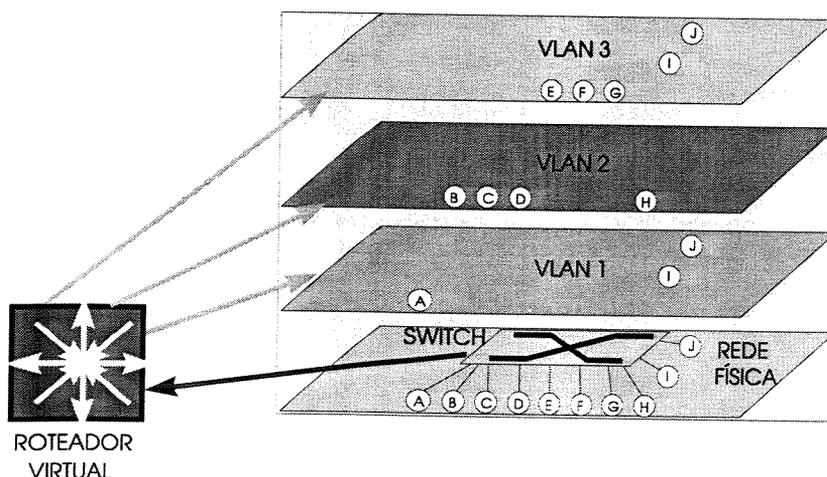


Figura 2.4.2 - Roteador Virtual

- **Tradução de MAC**

Com o método de tradução de MACs, usuários de qualquer tipo de MAC como por exemplo *Ethernet*, *Token Ring*, podem ser definidos [NEWMAN, 1994] em uma mesma rede virtual sem a necessidade de um roteador externo, o qual tem a função de tradução dos diferentes MACs. Isto tornaria a rede virtual mais transparente, sem a necessidade de uma consulta ao roteador antes de ser iniciada uma conexão com máquinas da mesma rede virtual.

Este método é o mais eficiente, pois possui uma menor latência já que não há necessidade de consulta a roteadores, e o de menor *overhead* pois os MACs são traduzidos e não encapsulados, tornando desta forma a rede mais eficiente já que a quantidade de bytes destinados a tráfego de dados é maior.

O grande problema de se implementar o método de tradução de MAC, é que a grande maioria das redes locais espalhadas pelo mundo possui apenas um tipo de tecnologia de rede, sendo assim estas redes possuem apenas um tipo de MAC. Após esta constatação foi verificado que o custo para a implementação deste método poderia ser deixado para uma outra fase de implementação, pois as necessidades do mercado não exigia esta implementação de imediato nos equipamentos.

2.5 - Tecnologia DQDB

A rede 802.6 [NUNES, 1991] que usa tecnologia DQDB (*Distributed Queue Dual Bus*) é composta por nós interconectados por dois barramentos contradirecionais. Ambos barramentos têm função de transporte de informações de dados e controle (Figura 2.5.1).

O tipo de conexão entre o barramento e o nó não permite a este remover dados do barramento, mas apenas copia-lo ou altera-lo, desde que o protocolo lhe permita o acesso.

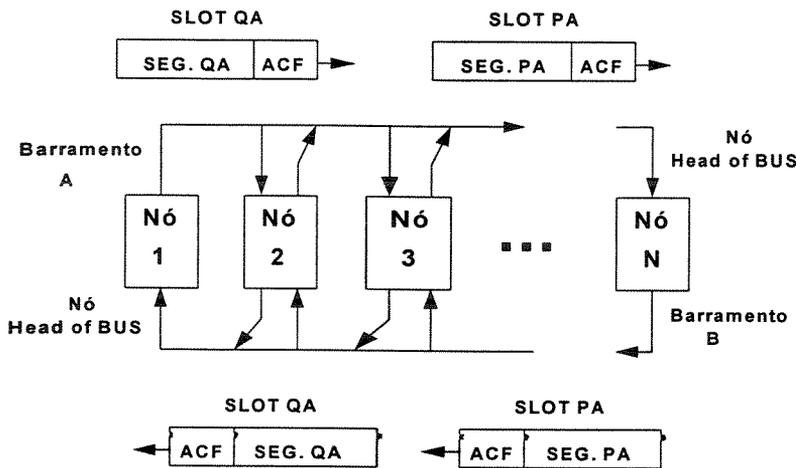


Figura 2.5.1 - Barramentos do DQDB

2.5.1 - Controle do Acesso à Sub-rede DQDB

Na subrede DQDB podem existir dois modos de controle do acesso por parte dos nós aos dois barramentos, cada um associado a um tipo de *slot*, e que podem ser implementados para conviver numa mesma sub-rede DQDB:

- Acesso em fila arbitrado (usa o *slot* tipo QA).
- Acesso pré-arbitrado (usa o *slot* tipo PA).

O *slot* (Figura 2.5.2), uma unidade de dados do protocolo gerado pelo nó denominado "*Head of Bus*", que é o nó localizado no início do referido barramento, é transmitido para os nós subsequentes. Estes dois tipos de *slots* QA e PA, têm o mesmo comprimento em bytes, mapeados da seguinte forma:

- Um byte destinado ao controle de acesso da rede, o qual é denominado de ACF (*Access Control Field*). Este campo é destinado ao esclarecimento da condição do *slot*, isto é, se o *slot* está vazio, ocupado, grau de prioridade, ou se é um *slot* de requisição.
- 4 bytes destinados ao *Segment Header*, onde está a parte de endereçamento propriamente dita.
- 48 bytes disponíveis para conter os dados.

A soma dos 48 bytes de dados com os 4 bytes de *header* é denominado de segmento, o qual pode ser QA ou PA.

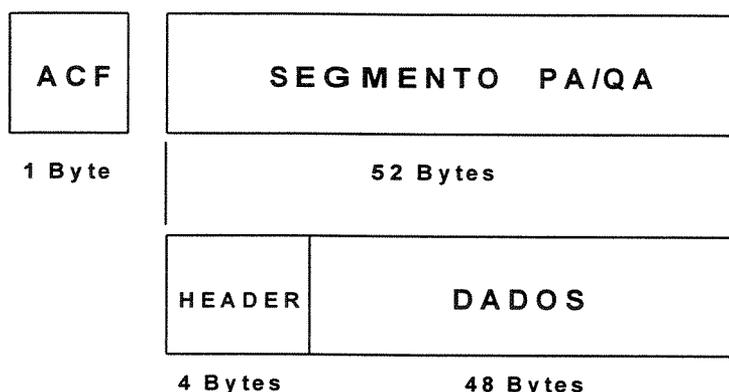


Figura 2.5.2 - Slot DQDB

Uma das informações contidas no cabeçalho, tanto do segmento QA quanto do segmento PA, é o VCI (Identificador de Canal Virtual), o qual irá determinar o acesso do nó àquele segmento ou não.

O acesso em fila arbitrado é controlado pelo protocolo denominado de "Protocolo de Fila Distribuída", e provê recursos aos serviços não isócronos. Já o acesso pré arbitrado é controlado pelo protocolo de mesmo nome e provê recursos para os serviços isócronos.

2.5.2 - Protocolo de Acesso em fila Distribuída

Este protocolo define o acesso ao campo de informação de um *slot* QA vazio no barramento DQDB.

A operação do protocolo em fila distribuída com relação a um dos barramento é baseada na contagem, em cada nó, do número de requisições de acesso ao mesmo barramento e do número de *slots* QA vazios que passam por ele.

Os barramento A e B são independentes e, portanto, qualquer consideração feita para um barramento será válida para o barramento oposto.

O nó que deseja transmitir, de acordo com sua posição em relação à posição do nó de destino no barramento, tem de definir por qual dos dois barramentos deverá transmitir seus dados, partindo-se de que os barramentos têm sentidos opostos.

O barramento x ($x=A$ ou B) pelo qual se necessita transmitir um segmento QA, é denominado de barramento "direto". Por sua vez, o barramento de sentido contrário é definido como barramento "reverso", ($y=B$ ou A , respectivamente). Em relação a um determinado nó que deseje transmitir um segmento QA no barramento direto x ($x=A$ ou B), denominam-se nós "*downstream*" aqueles que estejam numa posição posterior ao nó, no sentido do barramento direto.

Os nós que estiverem numa posição anterior ao referido nó, no sentido do barramento direto, são chamados de nós "*upstream*".

Toda estação tem para cada barramento y ($y=A$ ou B) um contador RQ de requisições "REQ bits". Assim, cada estação mantém-se constantemente atualizada com relação ao número de segmentos QA em espera na fila distribuída, para serem transmitidos no barramento x ($x=B$ ou A , respectivamente) pelo nó "*downstream*" em relação a ela.

Os bits "*BUSY*" (ocupado) presentes no campo ACF dos *slots* QA e os bits "*REQUEST*" contidos também no campo ACF dos *slots* PA ou QA, são fundamentais para a operação deste protocolo.

Para um nó que não tenha nenhum segmento QA a ser transmitido no barramento direto, uma requisição somada ao contador RQ será cancelada cada vez que um *slot* QA vazio passar por ele, no barramento direto. A cada *slot* vazio que passar por um nó, significa que este *slot* será utilizado (preenchido) por um dos segmentos QA em fila de um dos nós "*downstream*".

Quando um estação deseja transmitir um segmento QA no barramento direto, barramento A por exemplo, a unidade de acesso desta estação deverá enviar esta requisição no barramento reverso, barramento B. Esta requisição será sinalizada no primeiro bit REQ disponível de um *slot* PA ou QA no barramento reverso B. Este bit REQ irá portando passar por todos os nós "*upstream*", sinalizando para estes que mais um segmento QA está sendo posto em fila para o acesso ao barramento A. Neste caso a estação copiará o valor corrente do contador RQ em um outro contador, denominado de contador CD "*countdown*". O contador RQ é em seguida zerado.

O valor carregado no contador CD representa o número de segmentos QA dos nós "*downstream*" já em fila, antes da geração desta nova requisição e que ainda não ganharam acesso ao barramento A. A partir daí, o novo segmento QA, sob o ponto de vista da rede, já ocupa um lugar na fila distribuída, no barramento A.

O contador RQ continua sendo incrementado de um a cada bit REQ que passar pelo nó proveniente de requisições de nós *downstream*, mas que foram geradas após a requisição do nó em questão.

A cada segmento QA vazio que passar pelo nó, causará o decremento, não mais do contador RQ, e sim do contador CD. Quando este contador chegar a zero, significa que a unidade de acesso deste nó poderá ocupar o próximo *slot* vazio no barramento A, transmitindo assim seu segmento QA em espera na fila.

2.5.3 - Controle de Acesso Pré-Arbitrado

Os *slots* PA são usados [IEEE DQDB, 1990] para a transferência de octetos de serviços isócronos. Cada octeto, dentro de um segmento PA, provê um canal de 64 Kb/s. O acesso aos *slots* PA é diferente do acesso aos *slots* QA. Os *slots* PA são designados no nó que desempenha a função "*Head of Bus*", e vários nós podem compartilhar o acesso ao mesmo *slot* PA. O campo de informação do segmento PA, "*PA Segment payload*" é subdividido em vários octetos, cada octeto podendo ser usado por diferentes nós da sub-rede.

Uma unidade de acesso de um nó, desde que lhe seja permitido, pode escrever um ou mais octetos dos serviços isócronos numa posição ("*offset*") designada, dentro do campo "*PA Segment Payload*", desde que lhe seja permitido o acesso.

O nó "Head of Bus" deve garantir a geração periódica (a cada 125 μ s) de *slots* PA, para assegurar a largura de banda suficiente ao usuário do serviço isócrono (Figura 2.4.3). Este controle de acesso não foi implementado por nenhum dos dois fabricantes de equipamentos DQDB, portanto os equipamentos hoje fornecidos não implementam serviços isócronos.

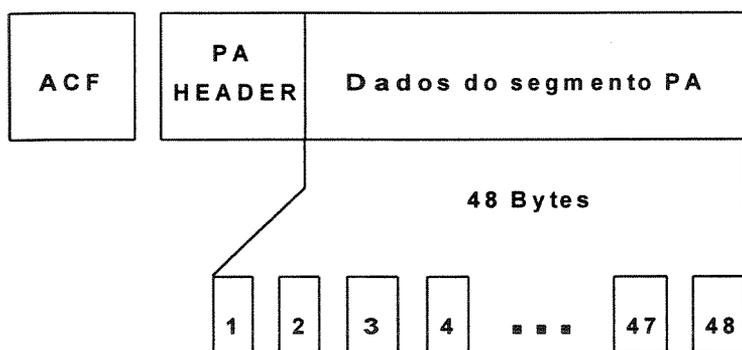


Figura 2.4.3 - *Slot* para serviços isócronos

2.6 - Vantagens do ATM-LAN com Relação ao DQDB

O DQDB é uma tecnologia de transporte de informações, baseado em células de tamanho fixo a qual atende todos os requisitos do ponto de vista técnico e de especificação para transporte de qualquer tipo de dados, sendo eles do tipo isócrono ou não. Porém muitas especificações técnicas para o funcionamento do DQDB como uma rede de transporte não foram implementadas pelas duas únicas empresas que possuem o direito de comércio do DQDB, assim sendo o que existe no mercado hoje como equipamento DQDB não implementa muitas das definições técnicas, como por exemplo o suporte a tráfegos isócronos.

Com a restrição de comércio do DQDB para a SIEMENS e ALCATEL, um investimento muito grande tanto a nível financeiro como de pesquisa foi aplicado por outras empresas para a padronização e construção de equipamentos de um outro tipo de tecnologia denominado de ATM. Devido a quantidade de empresas que investiram em ATM, esta tecnologia desponta hoje no mercado principalmente por atender os requisitos os quais não foram implementados no DQDB. Além disso com o crescimento da escala de produção do ATM, houve um grande decréscimo de preços desta tecnologia a nível de portas (conexões), tornando possível desta forma aplicar o ATM mesmo em redes locais com preços próximos ao *Ethernet* de 6 anos atrás.

Abaixo será mostrado tópicos nos quais há uma comparação de DQDB e ATM:

DQDB não [CABRAL, 1994] é uma tecnologia de aplicação universal, isto é, para ambientes LAN, MAN e WAN, ao contrário do ATM. Esta afirmação é devido a estagnação do DQDB como tecnologia de transporte, não sendo um limite da tecnologia e sim dos equipamentos existentes no mercado, que devido aos preços torna-se inviável a implementação de uma rede do tipo local.

Quando em sua concepção, o DQDB, foi especificado para transporte de dados do tipo isócrono ou não. Porém nos equipamentos disponíveis no mercado, somente a transmissão de dados simples foi implementada.

Um dos problemas sérios do DQDB em relação ao ATM é o de contenção de tráfego devido à competição por um meio de transmissão compartilhado. Esta competição não ocorre no ATM pois o limite de transmissão do *Switch* é a somatória das taxas de todas as portas do equipamento não tendo desta forma bloqueios de transmissão.

Quanto a nível de padronização, o DQDB não é referência ITU-T para BISDN, atributo este exclusivo da tecnologia ATM.

Os altos custos para a implantação de uma rede DQDB, faz com que empresas que estejam interessadas neste tipo de tecnologia procurem outras soluções que sejam tão eficientes quanto esta, porém sejam mais baratas. Desta forma, muitas empresas estão implementando redes ATM mesmo que estas não estejam totalmente padronizadas.

Países que adotaram tecnologias DQDB para prestação dos serviços SMDS, a excluem por estar sendo espremidas por cima pelas WANs ATM e por baixo pelas LANs ATM. Este é o caso da *France Télécom*.

A topologia das redes DQDB está limitada a anel/ barramento, o que pode tornar complexa uma malha para um atendimento especial e individualizado da rede. O problema de uma rede de longa distância do tipo anel ou barramento está na sua manutenção, pois falhas em meios físicos pode acarretar grandes perdas, pois isto afetaria a rede em um modo global e redundâncias em uma rede de grandes dimensões acarretaria em um aumento muito grande a nível de investimento para a implantação. No caso do ATM, as redundâncias são locais e a nível de equipamento. No

caso de falhas a nível físico este afetaria somente o equipamento conectado a este meio não propagando este problema para toda a rede.

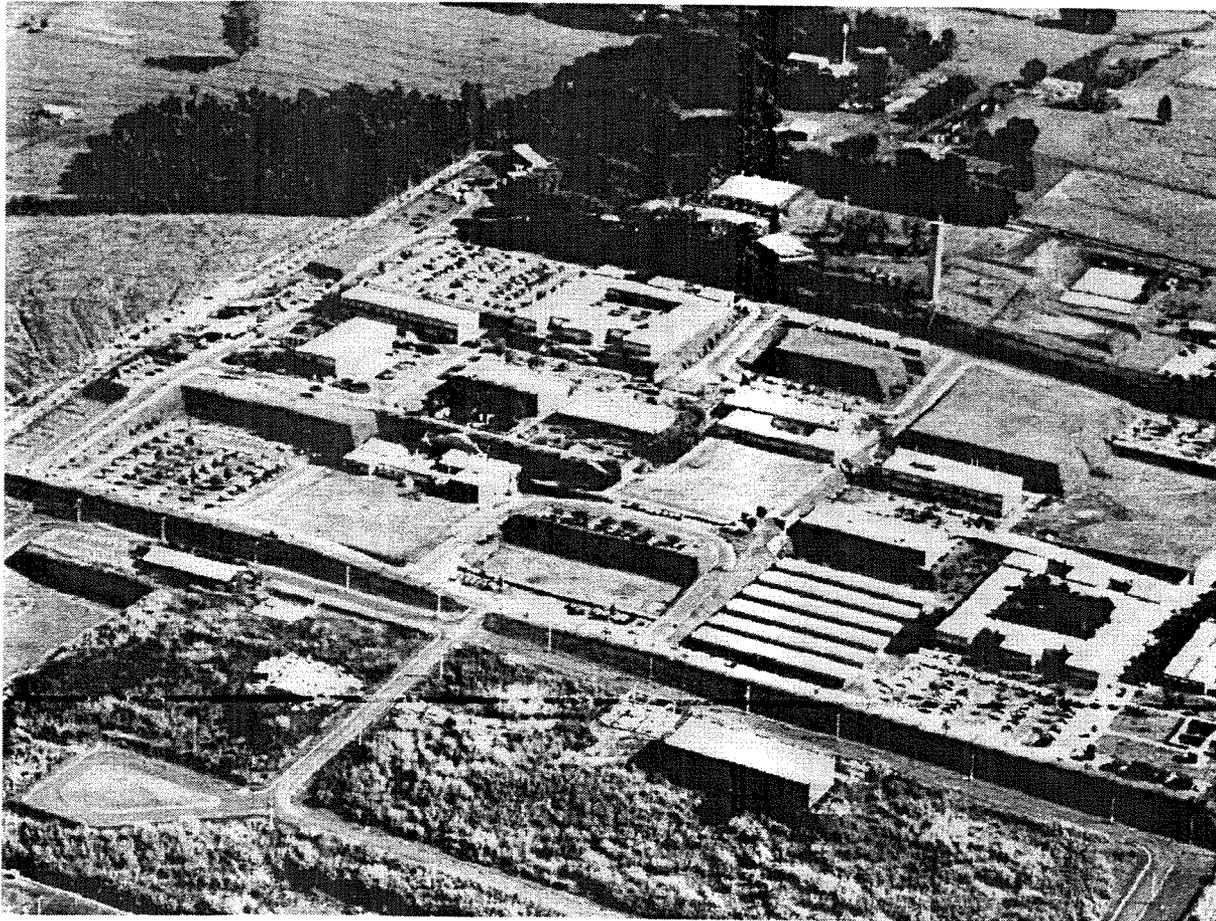
Redes DQDB por serem anel/ barramento, interligam necessariamente clientes que podem ser competidores. Por melhor que sejam os recursos de proteção de sigilo de informação, alguns usuários nunca aceitariam que suas informações passassem por seus vizinhos.

Mas o principal problema com o DQDB, é que em todo o mundo após o fim da QPSX australiana, existem apenas dois fabricantes de equipamentos (SIEMENS e ALCATEL). Ao contrário a tecnologia ATM está disponível hoje através de mais de 20 fornecedores no mundo, o que impulsiona a concorrência, reduz custos e amplia as opções de fornecimento.

3.0 Descrição da Rede

3.1 - Parque Físico

O CPqD possui uma distribuição física de 24 prédios espalhados por uma área de 360.000 m², conforme é mostrado na figura abaixo.



Nestes prédios, existem vários departamentos sendo que alguns ocupam um ou mais prédios conforme é ilustrado na figura 3.1.1. Esta dispersão dos departamentos através do Centro implica diretamente na necessidade de uso de meios rápidos e eficientes de comunicação (telefonía, computadores) para que as atividades de pesquisa, administração e outras, possam ser realizadas.

É óbvio que a dispersão dos departamentos ocorre não somente devido à ocupação dos prédios, mas principalmente devido as necessidades de instalações adequadas para a montagens dos laboratórios, escritórios dos pesquisadores próximos ao local de trabalho (laboratórios), e os escritórios administrativos próximos aos correspondentes locais de sua área de gerência. Em muitos casos, estes fatores determinantes impedem que se possa fazer remanejamentos para uma melhor adequação de *layout*, no caso da implantação otimizada de uma rede de sistema de informação, acarretando algumas vezes na necessidade de adaptar esta rede para atender os prédios e departamentos.

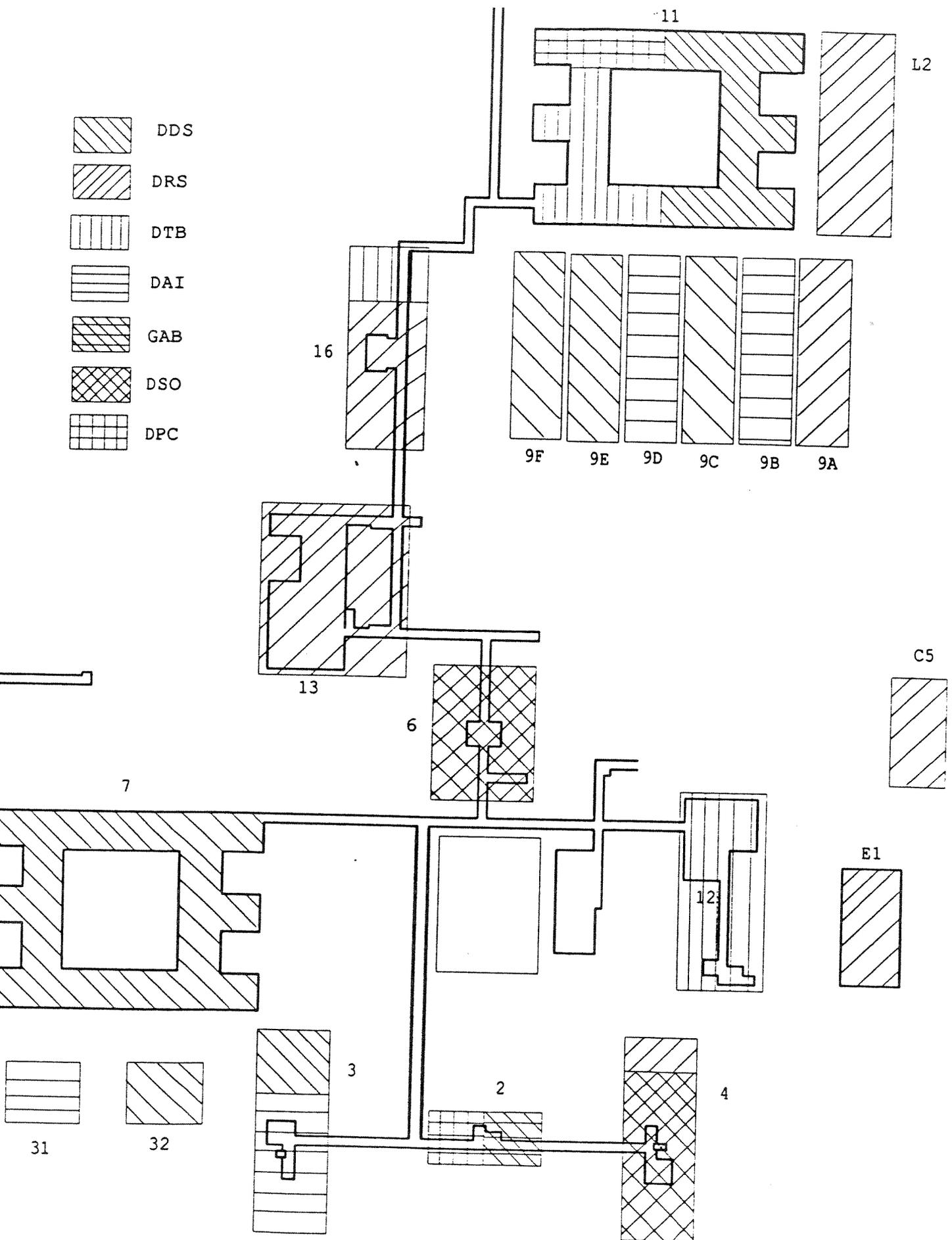


Figura 3.1.1 - Distribuição dos Departamentos pelos Prédios

3.1.1 - Implantação de Sistemas Centralizados e Rede de Terminais

O CPqD, pela sua característica inovadora e fomentador de novas tecnologias, logo na sua fundação passou a utilizar computadores, tanto para as atividades de pesquisa e desenvolvimento, como para as atividades administrativas. O modelo de sistema computacional utilizado era totalmente centralizado, baseado em máquinas PDP11 e DEC10 da DIGITAL, com terminais espalhados pelos locais de trabalho e ligados diretamente a estes sistemas.

Como os sistemas acima descritos possuíam grandes dimensões devido à tecnologia de *hardware* da época, houve a necessidade de criação de salas especiais com controle de temperatura e umidade aumentando desta forma o custo de operação destas máquinas.

A comunicação entre sistemas ocorria eventualmente com modems na velocidade de 9,6 kb/s, porém para transferência de grande quantidade de dados esta taxa de transmissão torna o trabalho um tanto quanto desconfortável do ponto de vista do usuário. Quando havia a necessidade de troca de grande quantidade de informação entre sistemas, o usuário muitas vezes fazia o transporte físico de discos ou fitas magnéticas que possuíam os dados a serem transferidos.

3.1.1.2 - Migração para Sistemas Departamentais e Rede de Computadores

O aumento das aplicações usando sistemas computacionais levou o CPqD a adquirir cada vez mais computadores. Como a estratégia computacional vigente na época era para sistemas departamentais e micros isolados, formaram-se 3 grupos de sistemas, sendo que cada grupo estava localizado em prédios diferentes, sendo estes os prédios 11, 6 e 7.

A necessidade de troca de dados entre os sistemas, associado ao fato dos departamentos estarem distribuídos pelos prédios, implicou na criação da arquitetura de rede. A rede proporcionou, além da conectividade, um certo grau de interoperabilidade entre sistemas distintos de um mesmo fornecedor

3.1.1.3 - Migração para Sistemas Distribuídos em Rede

O que era um conjunto de sistemas departamentais acessados por terminais via servidores de terminais foi gradativamente sendo incrementado por uma infra-estrutura computacional complexa composta por estações de trabalho. Inicialmente manteve-se a arquitetura baseada no sistema operacional dos sistemas departamentais (VMS e *cluster*) e foi iniciado o processo de incorporação de alguns microcomputadores a esta rede, onde o protocolo destes era o DECnet.

Com o surgimento de estações RISC e sistema operacional UNIX (considerado como sistema aberto) houve a possibilidade de expandir o parque computacional, sem dependência a um único fornecedor de *hardware*. Como este sistema é por sua natureza de arquitetura distribuída, a rede passou a ter um caráter fundamental nos sistemas. Os números de nós chegaram a duplicar de um ano para o outro e cada vez mais uma maior quantidade de micros e estações de trabalho passavam a ser conectados à rede conforme é mostrado na figura 3.1.2.

É claro que não houve apenas um aumento do número de equipamentos conectados à rede, mas principalmente houve um aumento acentuado de aplicações que usam sistemas computacionais, tanto nos aspectos técnicos, (projetos de CAD mecânico e eletrônico, desenvolvimentos de *Software* com auxílio de ferramentas CASE, sistemas de auxílio à Sistemas de Operação, documentação, dentre outros) como nas funções administrativas (automação de escritórios, controles patrimoniais e de estoque, contabilidade, atividades jurídicas, etc.). Este aumento constante de aplicações e mudanças tem obrigado a revisões constantes do parque computacional, elevando-se acentuadamente a capacidade de processamento dos computadores, espaço em disco e, conseqüentemente, a necessidade maior de transferência entre os sistemas.

3.2 - Rede Ethernet

O CPqD adotou o padrão *Ethernet* em sua rede local por ser a DIGITAL o maior fornecedor de equipamentos de informática na época da implantação da rede e ter sido uma das empresas a participar do desenvolvimento deste padrão. A rede foi montada inicialmente para interconectar os sistemas departamentais. Portanto a rede era considerada e mantida como parte dos equipamentos DIGITAL. Adicionalmente, com a implantação da rede atingindo os principais prédios, surgiu a possibilidade de instalação de servidores de terminais conectados à rede, minimizando desta forma o uso de cabos multipares entre os prédios, bem como aumentando o alcance de terminais.

A implantação da rede seguiu rigorosamente os padrões IEEE 802.3; sendo assim, efetuou-se a passagem de cabos coaxiais grossos entre os prédios pela rede de túneis do CPqD, como na figura 3.2.1.

A distribuição física dos “backbones” visava a interligação dos principais sistemas, os quais, como citado acima, estavam localizados nos prédios 6, 7 e 11, pois as aplicações estavam distribuídas por estes sistemas, associado ao fato de que os usuários de determinadas aplicações estavam fisicamente próximos ao sistema que utilizavam.

Com o aumento de terminais, micros e estações de trabalho, surgiu a necessidade de irradiar a rede dentro dos prédios, procurando disponibilizar pontos de acesso aos sistemas de forma mais próxima aos locais de trabalho dos usuários. A forma inicialmente utilizada para isto foi a criação de *pools* procurando otimizar a utilização dos recursos computacionais.

Para atingir tal objetivo, se expandiu a rede através do uso de repetidores. Estes equipamentos [ISO 8802.3, 1990] possibilitavam o aumento das distâncias que a rede poderia atingir, bem como multiplicavam o número de segmentos formados por cada ponto de repetição. Porém, devido a problemas relacionados a atrasos de sinais, a norma IEEE 802.3 limita o uso de repetidores a no máximo 2 entre pontos de acesso. Esta restrição tornou-se o primeiro impedimento para o aumento da rede.

Paralelamente aos problemas de expansão da rede, surgiu logo no início da sua implantação o problema de interferência eletromagnética e descargas elétricas. Este problema era acentuado na conexão para o prédio 11. Para resolver tal problema foi adotado a conexão óptica (fibras multimodo 62.5 microns). Esta conexão partia do prédio 6, através de uma “bridge” e terminava em um repetidor óptico no prédio 11.

Havia ainda o problemas de conexão com os prédios mais distantes que não estão interligados pela rede de túneis, como por exemplo 32, 31, L2, E1 entre outros. Para o acesso aos sistemas departamentais eram lançados cabos multipares que permitiam o acesso de terminais aos servidores de terminais. Mais tarde, as ligações para os prédios mais distantes foram substituídas por fibra óptica.

Com o crescimento acentuado do número de nós, o tráfego nos segmentos de rede do CPqD cresceu na mesma proporção, de tal forma que o “backbone” no qual estão conectados os segmentos mencionados estavam entrando em colapso, isto é mostrado na figura 3.2.1. Desta forma, foi necessário a utilização de “bridges” com a finalidade de contenção de tráfego.

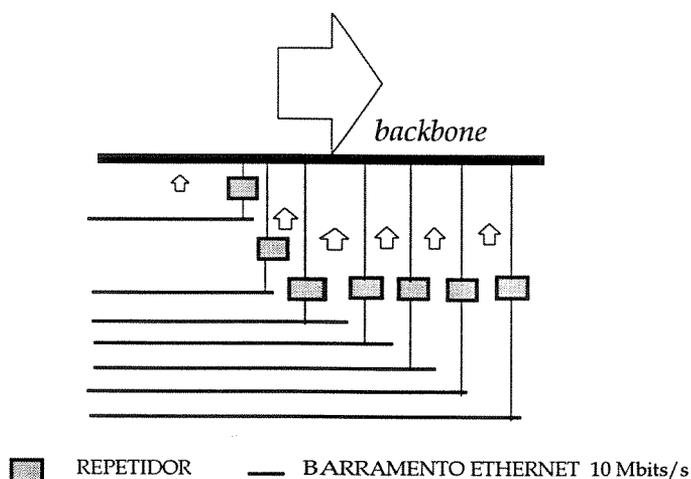


Figura 3.2.1 - Crescimento do Tráfego dos Segmentos Afetando o *Backbone*

Inicialmente foram distribuídas algumas “*bridges*” pelo “*backbone*” procurando isolar os pontos de maior concentração de computadores visando otimizar o acesso às máquinas servidoras. Estas “*bridges*” tem a vantagem de ser gerenciáveis, o que tornou muito mais eficaz a análise de tráfego da rede.

A aquisição de estações UNIX introduziu no CPqD o conceito de sub-rede, que nada mais é que um novo segmento de rede isolado por um equipamento de roteamento ou “*gateway*”. Com algumas estações vieram uma placa adicional de rede o que permitiu formar sub-redes.

Rapidamente o uso deste procedimento se proliferou pois verificou-se de imediato a possibilidade de se isolar tráfego dos projetos ou grupos de trabalho, além de possibilitar uma certa autonomia de cada sub-rede. Assim sendo, num prazo de 2 anos atingimos um total de 31 sub-redes, cada qual atendendo um determinado projeto ou grupo de aplicações. Estas sub-redes podem ser vistas na figura 3.2.2.

Porém, com o aumento do parque computacional e da interação entre as aplicações, verificou-se ser este procedimento muitas vezes inadequado, pois as estações UNIX permitem apenas roteamento de um tipo de protocolo (TCP/IP), além do fato de que cada sub-rede possui seu próprio endereço de rede, dificultando assim o remanejamento de equipamentos.

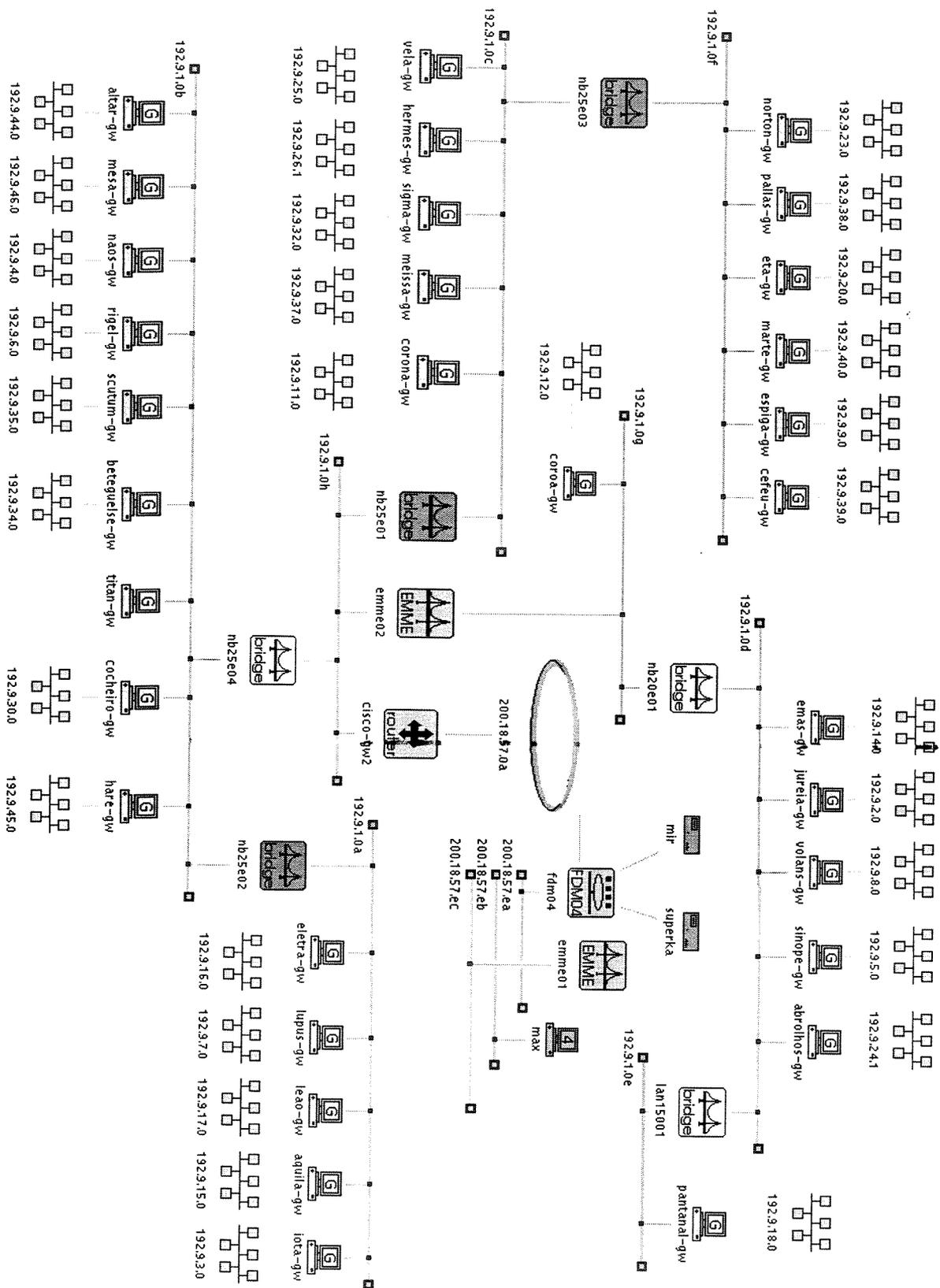


Figura 3.2.2 - Redes e Sub-redes do CPqD - TELEBRÁS

Devido ao crescente aumento de tráfego, e no CPqD este tráfego se concentra cada vez mais nos segmentos das estações de alto desempenho, ou seja as estações servidoras, foi criado um "backbone" FDDI, o qual proporcionou um aumento de aproximadamente 10 vezes à troca de informação entre as estações servidoras e o seu acesso. Este anel pode ser visto também na figura 3.2.2.

A *Ethernet* apoia-se num processo de transmissão probabilístico sem restrição de prioridade. Pacotes de um nó origem são espalhados em todas as direções da rede. É responsabilidade do nó receptor aceitar o pacote, reconhecê-lo e responder para aquelas transmissões. Transmissões simultâneas são permitidas o que acarreta em um conflito no meio de transmissão, o qual é denominado de colisão.

O protocolo de acesso da rede *Ethernet* é o CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection*).

Carrier Sense, significa que quando um nó deseja transmitir uma informação, este deve verificar se o meio de transmissão está disponível.

Multiple Access, significa que todos os nós da rede tem a mesma prioridade de acesso para a transmissão das informações.

Collision Detection, significa que após a transmissão da informação o nó transmissor deve verificar se não houve nenhuma colisão no meio de transmissão.

A figura 3.2.3 mostra o comportamento de uma rede padrão *Ethernet* [MARTIN and CHAPMAN, 1989] através das curvas de dados, quadros e colisões. Como pode ser verificado, as curvas de dados e quadros possuem formas e comportamentos semelhantes, isto deve-se ao fato de que a diferença entre as curvas nada mais é que a adição de campos de controle ao quadro de transmissão e alguns quadros que são enviados pelos nós para controle do protocolo.

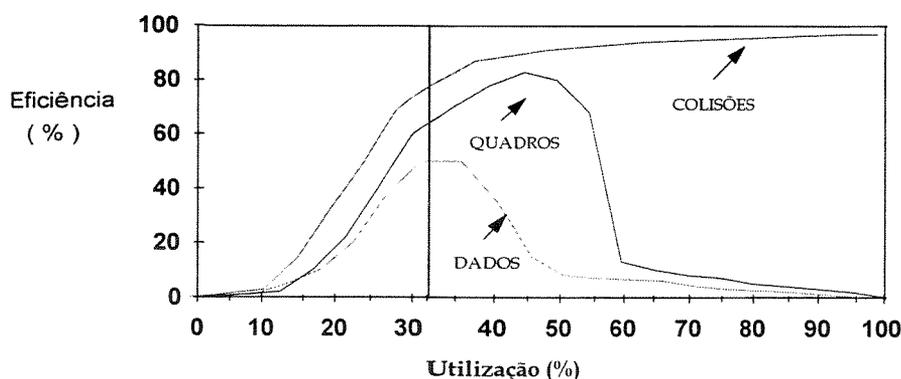


Figura 3.2.3 - Curva que representa o número de pacotes

O padrão *Ethernet* não foi projetado com circuito de proteção para sobrecarga. Quando uma rede *Ethernet* está sobrecarregada, não existe mecanismo para reduzir o tráfego ou impedir os nós de transmitir. Isto leva a rede para a saturação. Quando o tráfego é acima de 60%, as solicitações de transmissão são tão densas que elas colidem. A rede é reinicializada após cada colisão, porém todas as máquinas que estiveram seus pacotes envolvidos em colisão tentam a retransmissão e novas colisões ocorrem. Quando este impasse continua, diz-se que a rede entrou em saturação. Frequentemente, a solução para isto é a retirada dos nós da rede para estabilização da mesma. Se este tipo de problema é contínuo, é necessário uma verificação da rede quanto à problemas de *hardware* ou reconfiguração da topologia.

Conceitualmente, quando a rede *Ethernet* está carregada, a probabilidade de colisão aumenta e a probabilidade de dados enviados corretamente ao destino diminui. Assim, quando o número de pacotes, ou melhor, a carga da rede atinge 55%, significa que a rede está transmitindo pelo menos um pacote 55% do tempo, o que diminui muito a oportunidade de dois ou mais nós de transmitirem ao mesmo tempo. Portanto o número de pacotes com dados válidos é menor e é demonstrado que à 32% do uso da rede é considerado como a taxa de maior eficiência da rede conforme mostrado na figura 3.2.3.

3.3 - Rede Atual do CPqD

- Predominantemente *Ethernet* conforme demonstrado na figura 3.3.1:

- 3 *backbones* de coaxial grosso atendendo os prédios;
4, 2, 3, 6, 12
7, 6 13, 16
11
- 6 segmentos ópticos partindo do prédio 6 para;
32
L2 (2)
E1
5
11
- 1 segmento óptico partindo do prédio 11 para o prédio 9D;

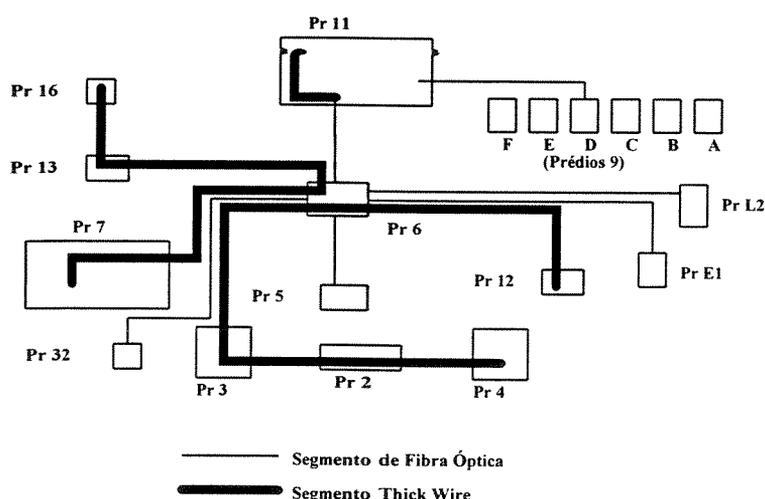


Figura 3.3.1 - Disposição da Rede *Ethernet* do CPqD-TELEBRÁS

- 1 anel FDDI no prédio 6 atendendo máquinas servidoras;
2 SPARC 1000
1 VAX 6000
2 Concentradores de rede
1 Roteador CISCO 7000
- 31 sub-redes com estações roteadoras
- Segmentos de rede principal de coaxial fino por prédio;

Prédio	Segmentos	Repeaters	Bridges	Routers
2	4	1		
3	6	1		
4	8	1	1	
6	12		3	2
7	8	2	2	
9A/B	2	1		
9D			1	
9E	2	1	1	
9F	1	1		
11	12	2	5	
12	2	1	1	
13	4	1		
16	4	1		
32	1	1		
E1	1	1		
L2	4	1		

Tabela 3.3.1 - Disposição de Equipamentos e Segmentos nos Prédios do CPqD

Adicionalmente existem 5 *Hubs* de par trançado com 21 estações conectadas a eles.

- Protocolos:

TCP/IP (Estações UNIX e micros)
 Decnet (Computadores DIGITAL)
 LAVC (*Cluster* DIGITAL)
 LAT (Servidores de terminais)
 Protocolos de operação
 Netbios (Devido ao *Windows Workgroup*)

- Topologia:

Barramento
 Estrela no caso de fibras ópticas
 Barramento interno nos concentradores e *Hubs* de par trançado

- WANs:

Internet (UNICAMP e FAPESP a 64 Kb/s)
 RENPAC (4800 bps)
 Linhas privadas com Brasília (6 linhas a 9600 bps)

- Protocolos WAN:

HDLC (Internet)
 PPP (Brasília)
 X.25 (RENPAC)
 SNA (Brasília)
 BSC3 (Brasília)

3.4 - Rede de Alto Desempenho

Como é conhecido de todos, a evolução das telecomunicações tem sido direcionada para a Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI). Obviamente, a tecnologia em Faixa Larga (FL) tem sido desenvolvida visando atender o aumento crescente dos teleserviços, tais como, TV de Alta Definição (HDTV), vídeo conferência, transferência de dados a alta velocidade, videofone, vídeo biblioteca, educação a distância e vídeo sob demanda, compondo desta forma os futuros serviços de telecomunicações.

Cada um destes serviços gerará outros requisitos para uma RDSI-FL. Este largo espectro de requisitos introduz a necessidade de uma rede universal que seja flexível o suficiente para prover todos estes serviços.

As redes de telecomunicações de hoje são caracterizadas pela especialização. Isto significa que para cada serviço individual de telecomunicação existe pelo menos uma rede que transporta este serviço, por exemplo:- TELEX, Telefone, Rede de Pacotes X.25, TV a cabo, *Ethernet*. Cada uma destas redes foram especialmente projetadas para atender um dado serviço, sendo frequentemente incompatíveis para atender outros.

Este resumido panorama das redes de telecomunicações ilustra exatamente a problemática de rede local do CPqD atual. A rede local foi projetada para atender única e exclusivamente a transferência de dados, sem qualquer requisito ou exigência temporal.

Os novos serviços de rede que estão surgindo atualmente e que se firmarão em um futuro próximo de 2 anos, visam a utilização de multimídia, ou seja, a transmissão de dados, voz e imagem de um único ponto de acesso. Este ponto de acesso hoje pode ser desde um microcomputador até estações de trabalho de alto desempenho. Cabe ressaltar que as estações de trabalho atuais, bem como os microcomputadores, já dispõem de *hardware* e *software* para os serviços de multimídia.

Outro aspecto muito importante é o fato de todos os serviços de telecomunicações descritos acima serem alvo de pesquisa no CPqD. Estas pesquisas são desenvolvidas nos diversos Departamentos, formando, quando necessário, uma rede especializada para cada projeto de pesquisa. Ao término do projeto, estas redes especializadas tornam-se inativas e sem possibilidade de reaproveitamento para outros projetos, pois não foram concebidas com a finalidade de infra-estrutura global do CPqD e sim uma infra-estrutura local e personalizada a qual adiciona custos no desenvolvimento do projeto.

Uma rede baseada em Faixa Larga com tecnologia ATM possibilitará esta integração com equipamentos de mercado, disponibilizando bandas de transmissão para todas as atividades de rotina, de pesquisa e desenvolvimento, sem considerar o fato de poder-se tornar uma rede de demonstração e testes para todo o Sistema Telebrás, além de ser de fácil interconexão com outras redes públicas de alto desempenho, como por exemplo, a RENAVAL.

3.5 - Proposta de Implantação de Rede de Alto Desempenho no CPqD

Com o processo contínuo de atualização dos recursos de informática no CPqD, os equipamentos tais como microcomputadores e estações de trabalho, tem se tornado cada vez mais poderosos quanto à capacidade de processamento, dando margem a utilização de *Softwares* que demandam bandas de transmissão cada vez maiores. Sendo assim, a utilização deste tipo de *software* acarreta o estrangulamento da rede na sua capacidade de transporte das informações.

Considerando a necessidade futura da integração de serviços de telecomunicações e a necessidade atual de altas taxas de transferências de informação, mais o fato de existir uma rede já instalada de porte razoável, decidiu-se adotar a seguinte política de migração para redes de alto desempenho:

3.5.1- Backbone ATM

Utilizando uma malha de fibras ópticas multimodo [AMP, 1992] interligando todos os prédios, devem ser colocados diversos concentradores ATM distribuídos em 4 locais formando o "backbone" que permitirá 1 ou mais enlaces de 155 Mb/s dependendo da necessidade do prédio que a ser atendido.

Cada um destes concentradores possuirá portas adicionais para conexão direta de algumas estações ou servidores de grande porte. Com isto visa-se melhorar o tempo de acesso à maquinas servidoras (ORACLE, CHILL, CAE e CAD) e possibilitar pontos de acesso multimídia.

3.5.2 - Ethernet Comutada

Esta tecnologia é muito adequada para o caso do CPqD, pois contempla de forma transparente ao usuário final um aumento de desempenho no acesso à rede, sem precisar de alteração das estações de trabalho pois utiliza as mesmas interfaces de rede hoje existentes, as quais podem alocar banda de 10 Mb/s.

A tecnologia de Comutação *Ethernet* baseia-se na alocação de banda dedicada a uma estação ou segmentos a 10 Mb/s por porta do equipamento *switching*. Como exemplo deste aumento de desempenho toma-se o prédio 6, onde há 10 segmentos os quais compartilham um concentrador onde sua capacidade máxima de transmissão é de 10 Mb/s. Uma aproximação grosseira, pode-se dizer que tem-se 1 Mb/s por segmento. Como tem-se em média 6 estações por segmento, acarreta em uma banda de aproximadamente 160 Kb/s por estação. Isto é mostrado na figura 3.5.1

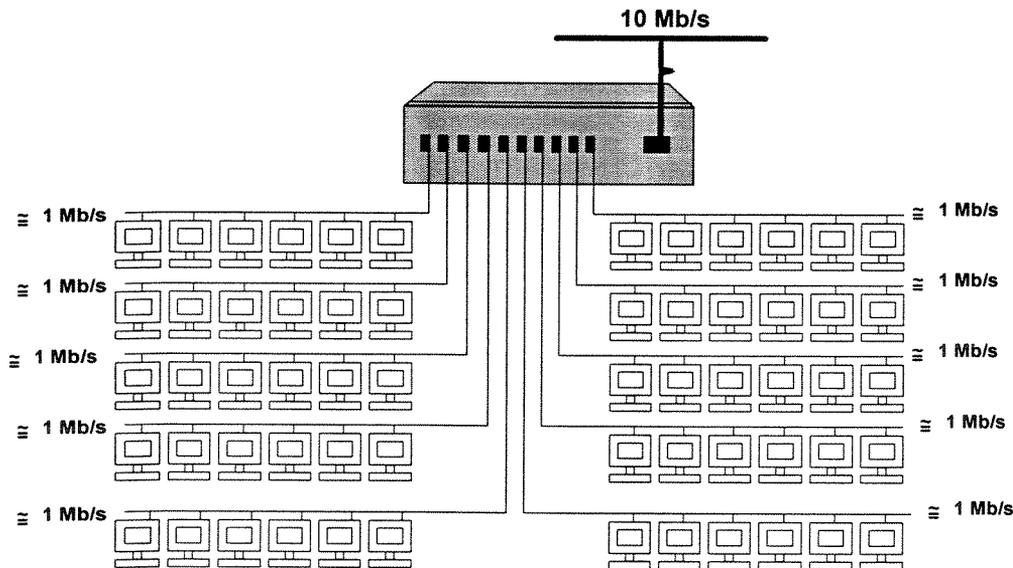


Figura 3.5.1 - Rede *Ethernet* Compartilhada

Colocando-se um *Switching Ethernet*, tem-se 10 Mb/s por segmento. Considerando o mesmo número de estações por segmento tem-se agora 1.6 Mb/s por estação, aumentando nesta caso de 10 vezes a capacidade de transmissão. É claro que este aumento da capacidade de transmissão por segmento não pode ser estrangulado na saída para um "backbone" *Ethernet* a 10 Mb/s. Assim sendo, a proposta de um "backbone" ATM com altas taxas de transmissão adequa-se perfeitamente a manutenção da capacidade de transferência de informação dos nós envolvidos, não existindo neste caso um estrangulamento da capacidade de transmissão.

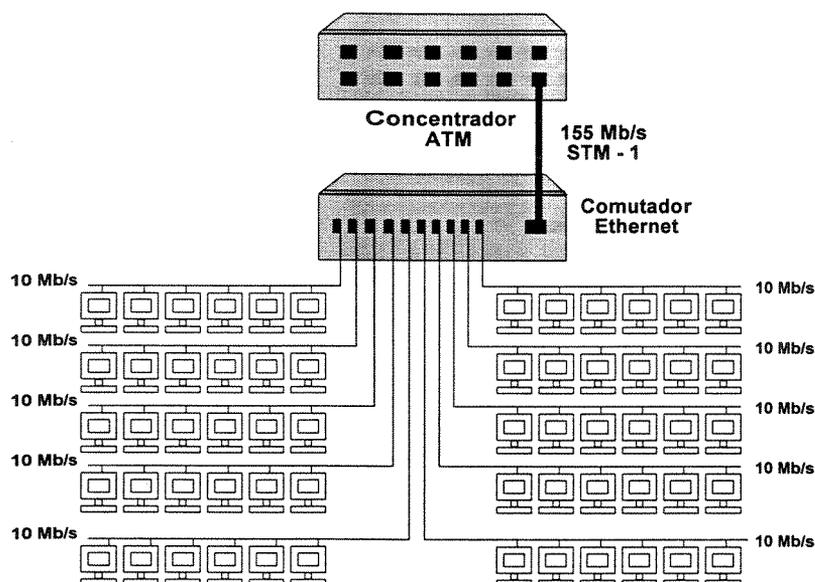


Figura 3.5.2 - Rede *Ethernet* Comutada Conectada a um "backbone" ATM

3.5.3 - Cabeação Estruturada

Como já descrito anteriormente, a distribuição dos pontos de acesso à sistemas computacionais é relativamente disperso no CPqD. Associado a isto, há uma constante troca de posições dos pontos de acesso em função das necessidades de realocação dos recursos computacionais conforme as necessidades dos projetos, atualizações dos recursos ou mesmo a entrada de novos recursos.

É claro que qualquer um dos itens acima citados provoca rearranjos nos locais de trabalho, ou porque os equipamentos mudam de tamanho, ou porque novos equipamentos são adicionados [IBM, 1994]. Como a atualização de recursos de informática gira em torno de 2 a 4 anos, é razoável esperar que hajam alterações de *layout* dos locais de trabalho no mínimo em igual período (se apenas este fosse o fator de alteração).

Nos últimos 2 anos todos os prédios do CPqD sofreram pelo menos uma reestruturação completa de sua rede de dados, sendo que houve casos em que até 3 reestruturações ocorreram neste período. Isto implicou em um gasto de aproximadamente 5 km de cabos coaxiais e 2000 conectores, sem considerar o tempo e mão de obra gasto para realizar estas mudanças.

O objetivo da cabeação estruturada é de montar uma infra-estrutura de cabeação capaz de ser flexível o suficiente para absorver a evolução tecnológica e número de nós das redes por um período de 10 anos, demandando apenas pequenos ajustes nos locais de trabalho do usuário final (quando necessário).

Para isto, é feita uma estimativa do número de pontos de acesso a rede como uma função das áreas dos prédios, prevendo que qualquer local pode se tornar um possível local de trabalho demandando recursos computacionais, ou melhor, recursos de telecomunicações.

Inicialmente foi considerado que devem existir 2 pontos para cada 6.25 m², sendo um ponto de dados, um ponto de telefone e elétrica suficiente para este fim. Assim sendo, uma cabeação estruturada deve comportar 2500 pontos de dados, o mesmo número para telefone e uma rede elétrica compatível para este tipo de instalação.

A cabeção estruturada não se restringe apenas a organizar e flexibilizar a rede para o usuário final, mas incorpora diversos conceitos e padrões (normas EIA/TIA 568, 569 e 570) que envolve tanto a rede de distribuição nos prédios, como salas de distribuição de cabos (centro de fios), "backbones" e equipamentos de distribuição, repetição, roteamento, etc.

3.5.4 - Redes Virtuais

A associação das 3 propostas acima se complementam, possibilitando a formação de redes virtuais.

Rede virtual pode ser definida com um conjunto de computadores formando uma rede lógica [KING, 1994] sobre uma única rede física onde coexiste com outras redes virtuais. Uma rede virtual pode ser formada para compartilhamento de uma dada aplicação, serviço ou grupo de trabalho, conforme visto anteriormente.

A finalidade deste tipo de serviço ou facilidade é no sentido de formar grupos de trabalho sem haver necessidade de implantar uma nova infra-estrutura para cada grupo ou aplicação específica. Exemplos deste tipo de necessidades já se faz presente atualmente com o sistema de CAD eletrônico e automação de escritórios.

3.5.5 - Redes de Transporte (SDH)

O equipamento de SDH terá como função tornar o CPqD um nó da RENAV (Rede Nacional de Alta Velocidade). Esta rede visa interligar as empresas de telecomunicações pertencentes ao sistema TELEBRÁS através de um "backbone" SDH a 622 Mb/s. Desta forma poderá existir uma integração maior do CPqD com as empresas operadoras, onde estas, estando conectadas a uma rede onde a taxa de transmissão possibilita trocas rápidas de informação poderão participar do desenvolvimento de projetos de uma forma mais atuante e incisiva, de tal forma que a distância física entre as empresas e o CPqD não seja um empecilho no desenvolvimento de qualquer projeto.

Um dos serviços que poderia ser utilizado nesta rede *Broadband*, é o serviço de videoconferência, onde as empresas operadoras e o CPqD utilizariam salas de reuniões especiais com equipamentos destinados a este tipo de serviço, onde assuntos de interesse comuns poderiam ser discutidos de uma maneira rápida, evitando desta forma a perda de tempo no transporte de funcionários, bem como o custo associado às viagens.

Um outro serviço que poderia ser disponível, seria o de trabalho de equipe em *workstations* multimídia, tornando o desenvolvimento e até testes de serviços e produtos muito mais rápido pois haveria uma maior participação da empresa operadora envolvida evitando desta forma as repetitivas viagens as quais nem sempre se tornam muito produtivas.

3.5.6 - Interconexão com Internet

A internet, isto é, a maior rede de computadores a nível mundial, utiliza para comunicação o protocolo TCP/IP. Um dos grandes esforços do ATM Fórum, é a padronização do mapeamento do protocolo TCP/IP sobre ATM, possibilitando desta maneira a construção de um "backbone" de alto desempenho para a rede internet com tecnologia ATM, assim que esta tecnologia estiver sendo oferecida por empresas operadoras de telecomunicações.

Com a implantação da rede ATM no CPqD, a interligação do parque computacional atual do CPqD com a internet torna-se praticamente imediata, necessitando apenas da conexão ATM entre o CPqD e a empresa operadora fornecedora deste enlace.

Como consequência desta conexão com a internet, poderá surgir uma maior integração com outros centros de pesquisas e universidades, os quais podem estar localizados em qualquer parte do mundo, aumentando desta maneira a troca de experiências e informações de uma maneira mais rápida e com aplicações mais confortáveis do ponto de vista do usuário, como por exemplo correios eletrônicos multimídia e até videoconferências.

4.0 Descrição do Projeto

4.1 Cabeação de Fibras Ópticas

Para possibilitar que uma rede atinja grandes taxas de transmissão, bem como alta confiabilidade, foi necessária a instalação de uma malha de fibras ópticas para atender a todos os prédios do CPqD. Esta malha é composta por cabos com 8 ou 12 fibras do tipo multimodo e cabos já instalados no parque do CPqD, os quais possuem apenas 2 fibras. Estes cabos, em sua grande maioria, são acomodados em calhas localizadas dentro de túneis que interligam quase todos os prédios do CPqD; porém, existem alguns que são lançados em dutos, como é o caso dos prédios L2, 9D, E1 e 32. Estes cabos entram nos prédios e são instalados em caixas de distribuição, das quais pode-se derivar cordões monofibra para os equipamentos e/ou estações servidoras a 155 Mb/s, ou ser apenas uma caixa de passagem na qual são feitas emendas ópticas, com a finalidade de conexão de um prédio ao outro.

As caixas de distribuição são muito utilizadas para otimizar a trajetória de passagem de cabos ópticos. O antigo conceito de instalação de cabos ópticos baseava-se em fazer passagens ponto a ponto de tal forma que não houvesse muitas emendas, pois com os recursos da época as antigas emendas provocavam muitas perdas. Sendo assim, a cabeação se concentrava em um ponto central, do qual partiam cabos em todas as direções formando a figura de uma estrela. Este tipo de conexão é muito dispendiosa, pois para interligar um prédio com outros que estão dispostos lado a lado, há a necessidade de passagem entre eles de vários cabos com praticamente o mesmo comprimento. Com a utilização de caixas de passagens, a mesma ligação descrita acima, é substituída por uma conexão até um prédio que possua caixa de passagem, e conexões desta, com outras caixas localizadas nos outros prédios. Com esta nova forma de interligação, o comprimento total do cabo óptico nada mais é do que a somatória das distâncias de um prédio ao outro.

Esta cabeação pode ser vista na figura 4.1.1, a qual exhibe a localização das fibras, bem como a quantidade de fibras por prédios e sua respectiva metragem.

Para a integração da rede do CPqD atual em um rede básica de distribuição de alto desempenho foram adquiridos equipamentos de Rede Local ATM e Comutação *Ethernet*. Estes equipamentos foram distribuídos em prédios onde a demanda da rede vem crescendo devido a novas máquinas e aplicações do tipo multimídia.

Como melhor opção custo benefício foram adquiridos 5 Comutadores ATM e 15 equipamentos de Comutação *Ethernet*. Cada Comutador ATM possui 12 interfaces de fibra multimodo a 155 Mb/s padrão STM1 e cada Comutador *Ethernet* possui 12 interfaces padrão AUI a 10 Mb/s e uma interface em fibra multimodo padrão STM1 a 155 Mb/s. Com estes equipamentos foi possível fazer uma integração total do parque do CPqD, que será detalhado abaixo.

Antes da aquisição dos equipamentos foi feito um estudo para estabelecer uma rede básica de distribuição de alto desempenho tomando por base a topologia do CPqD, bem como a utilização da rede e de máquinas servidoras em todos os prédios, projetos e departamentos. Neste estudo foram analisados vários aspectos, tais como as principais estações de trabalho que são servidoras de disco, impressão e/ou *Softwares*, tipos de trabalho por departamento, que podem ir desde simples compilações até serviços de CAD com bibliotecas distribuídas em vários prédios.

Após este estudo chegou-se a conclusão que os Comutadores ATM devem ser distribuídos em 4 prédios (4, 6, 7 e 11) nas seguintes proporções:

- Prédio 4 = 12 portas ATM
- Prédio 6 = 24 portas ATM
- Prédio 7 = 12 portas ATM
- Prédio 11 = 12 portas ATM

e os equipamentos de Comutação *Ethernet* devem ser distribuídos nos prédios 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12, 13, 16 e 32, nas proporções abaixo:

- Prédio 2 = 12 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 3 = 12 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 4 = 12 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 6 = 24 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 7 = 36 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 11 = 36 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 12 = 12 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 13 = 12 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 16 = 12 portas de *Ethernet* Comutado
- Prédio 32 = 12 portas de *Ethernet* Comutado

Com a finalidade de melhorar o fluxo da rede, foi feito um estudo baseado no tráfego entre prédios para verificar se a banda disponível entre os prédios seria suficiente de tal forma que não existissem gargalos nestas comunicações.

Após análise de tráfegos chegou-se a conclusão que determinados prédios necessitariam de bandas superiores a 155 Mb/s devido às características de seus trabalhos; sendo assim foi necessário mais de um canal de 155 Mb/s interligando estes prédios. Os prédios com mais de um canal de 155 Mb/s são listados abaixo.

- Conexão prédio 6 prédio 4

Dois canais de 155 Mb/s devido ao acesso de grande quantidade de máquinas localizadas no prédio 4 à máquinas servidoras localizadas no prédio 6. Além disso há uma grande utilização de correios eletrônicos multimídia, cujo tipo de aplicação exige uma banda mais ampla para funcionamento satisfatório. A máquina servidora deste tipo de correio eletrônico está localizada no prédio 4.

- Conexão prédio 6 prédio 7

Para a conexão do prédio 7 com o prédio 6 foram utilizados 3 canais de 155 Mb/s devido à grande quantidade de recursos computacionais que são compartilhados entre estes dois prédios. No prédio 7 estão localizados grandes projetos (dentre eles o sistema TRÓPICO) e várias estações que são pequenas servidoras e utilizam recursos de uma grande servidora com interface de comunicação ATM a 155 Mb/s localizada no prédio 7 e recursos de outras máquinas de grande processamento do tipo Spark 1000 da SUN e estações Alfa da DIGITAL que estão localizadas estrategicamente no prédio 6. No prédio 6 existem controles de temperatura e de umidade, bem como pessoal especializado para operação e suporte deste tipo de equipamento. Além da característica de ambientação, topologicamente o prédio 6 foi construído na parte central do CPqD, tornando este prédio equidistante dos demais, um requisito importante para um prédio no qual o objetivo é fornecer recursos e suporte para todo o parque do CPqD.

- Conexão prédio 6 prédio 11

Na comunicação do prédio 6 ao prédio 11, foram utilizados 2 canais de 155 Mb/s, pois no prédio 11 estão os projetos de Circuitos Integrados e Processamento de Sinais, sendo que em ambos os casos os recursos computacionais são muito exigidos. Com a finalidade de suprir esta demanda de recursos, foram instaladas 2 estações com grande capacidade de processamento, utilizando interface ATM a 155 Mb/s para aumentar o fluxo de comunicação destas máquinas com as várias máquinas servidoras de menor porte que estão localizadas neste mesmo prédio. Os 2 canais de 155 Mb/s suprirão a demanda da banda que será exigida para a consulta à base de dados no prédio 6, bem como testes de aplicações e algoritmos para processamento de sinais, que com este tipo de rede poderão ter um desenvolvimento mais

acentuado, não necessitando desta forma a montagem de várias redes em laboratórios distintos.

- Conexão prédio 7 prédio 11

Nos prédios 7 e 11 estão distribuídos projetos de um mesmo departamento. Para o desenvolvimento comum destes projetos são utilizadas estações de trabalho de alto desempenho com *Software* de projetos de sistemas que utilizam grandes recursos de processamento e de comunicação, visto que há uma grande troca de informações entre as estações de trabalho tanto no mesmo prédio como entre os prédios. Como estas estações estão conectadas a uma interface do Comutador *Ethernet* para cada estação, há a necessidade de uma grande banda para comunicação entre estas máquinas, pois logicamente pertencerão a um mesmo domínio ou seja uma mesma rede. A Rede Local ATM juntamente com o Comutador *Ethernet*, permite a confecção de redes virtuais mesmo estas estando em locais diferentes. Através desta facilidade será construída uma rede virtual utilizando canais ATM entre os prédios 7 e 11, possibilitando assim uma melhor comunicação entre as máquinas que participam do mesmo desenvolvimento.

- Conexão do prédio 6 com os prédios 2, 3, 12, 13, 16 e 32

Para interligação do prédio 6 com os demais prédios acima, foi necessário apenas um canal de 155 Mb/s para cada prédio com a finalidade de integração dos Equipamentos de Comutação *Ethernet*, os quais substituem os Repetidores de múltiplas portas que utilizavam o *Ethernet* tradicional, ou seja, o *Ethernet* compartilhado.

O tráfego dos demais prédios é do tipo comportado, isto é, o tráfego fica localizado dentro dos prédios e o acesso a outros prédios é esporádico. O único prédio com 2 canais ATM a 155 Mb/s é o prédio 2 onde está localizado a diretoria do CPqD e o *Show Room*, sendo que um enlace é utilizado para conectar o Equipamento de Comutação *Ethernet* e o outro para ligação de uma estação ATM, com a finalidade de demonstração para as entidades interessadas neste tipo de tecnologia de comunicação, além da utilização desta máquina como servidora de vídeo de interesse geral do CPqD.

A figura 4.1.2 mostra como estão distribuídos os equipamentos ATM, os de Comutação *Ethernet*, as estações conectadas em ATM a 155 Mb/s, bem como as ligações entre os prédios para que estes equipamentos se comuniquem da melhor maneira possível no parque do CPqD.

Abaixo será descrito como serão conectadas as interfaces dos equipamentos ATM e Comutadores *Ethernet* bem como os critérios utilizados em cada um dos prédios para que estas conexões sejam feitas da melhor maneira possível.

• PRÉDIO 2

O prédio 2, como mostrado na figura 4.1.3, possui 2 andares, sendo um local basicamente administrativo. Porém este prédio inteiro possui apenas 2 estações, uma situada no piso térreo que é servidora de impressão e outra no piso 1, a qual possui licença de Programas de Computador e também é servidora de disco.

Para cada uma das estações acima foram destinados uma interface de 10 Mb/s dedicada, pois todos os micros deste prédio fazem acesso a essas máquinas, tornando desta forma o tráfego intenso nestas interfaces.

Além destas 2 estações existem 4 segmentos onde em cada segmento existem vários micros que podem compartilhar os 10 Mb/s.

Houve neste prédio também a necessidade de instalação de uma máquina com interface ATM a 155 Mb/s que será utilizada como demonstração e também como servidora de vídeo de interesse comum de todo o CPqD.

• PRÉDIO 3

Este prédio como mostrado na figura 4.1.4, possui 3 andares, onde o piso térreo e o primeiro piso são administrativos. No segundo piso existem projetos, tais como ferramentas CASE, projetos de CAD, análise de projetos a nível sistêmico e documentação.

Para os andares administrativos, não houve a necessidade de ligação de nenhuma máquina diretamente a 10 Mb/s, pois o tráfego é baixo entre as estações que atendem estes andares e os microcomputadores devido ao uso de aplicações locais, sendo que nestas estações apenas estão localizadas as bases de dados, que requisitam pouco recurso de rede. Sendo assim foram utilizadas apenas 6 interfaces de 10 Mb/s para ligação de 6 segmentos compartilhados.

Para o segundo piso, no local onde se desenvolve ferramentas do tipo CASE, foram necessárias uma máquina diretamente a 10 Mb/s e 2 máquinas apenas compartilhando outra interface de 10 Mb/s. Isto foi necessário pois, no caso da primeira máquina, esta é servidora de *software* para 17 outras estações de trabalho e as outras 2 máquinas que estão compartilhando 10 Mb/s, são servidoras de disco e outros programas que são utilizados para desenvolvimento de projetos.

Para o projeto de CAD que está situado também no segundo piso, foram necessárias uma máquina a 10 Mb/s dedicada e outras 2 compartilhando uma interface de 10 Mb/s. A primeira máquina, utiliza uma interface dedicada, devido a grande demanda de banda, pois o desenvolvimento de projetos de CAD eletrônico são executados em microcomputadores, que fazem vários acessos a esta máquina (devido a sua biblioteca) e ao *Software* compartilhado. Já as outras 2 máquinas estão dividindo uma banda de 10 Mb/s, pois nelas são realizados desenhos mecânicos e o fluxo de informação somente é pertinente a estas duas máquinas, não necessitando mais do que o oferecido para cada uma neste momento.

Ainda no segundo piso existem 2 segmentos de rede a 10 Mb/s que são compartilhados com vários micros e estações, porém nestes segmentos o fluxo de dados não é tão intenso e sendo assim não houve a necessidade de colocar mais máquinas em interfaces dedicadas.

• PRÉDIO 4

Este é um prédio como mostrado na figura 4.1.5, onde existe uma grande variedade de projetos. No piso térreo existe um projeto de CAD mecânico que compartilha recursos do prédio 3 onde foi necessário utilizar um segmento de 10 Mb/s para 2 estações de trabalho, devido ao tráfego entre estas máquinas, sendo que uma delas é servidora de *software* de CAD mecânico para as máquinas do prédio 4 e prédio 3. No mesmo piso térreo existem pessoas que fazem documentação e, neste caso, o tráfego é pequeno, não necessitando de muita largura de banda, pois os microcomputadores fazem acessos aleatórios por poucos instantes. Ainda neste piso está localizada uma máquina que será servidora de correios eletrônicos multimídia para o CPqD todo, onde neste caso será utilizada uma interface ATM a 155 Mb/s.

No primeiro piso existem muitas máquinas, porém em sua maioria não fazem muito acesso a rede, visto que são máquinas com grande capacidade de disco e são utilizadas basicamente para confecção de *Software*. Sendo assim, não houve maior necessidade que 2 segmentos de 10 Mb/s para ser compartilhado entre elas. A única máquina onde houve necessidade de alocar uma interface dedicada de 10 Mb/s é responsável por servir *Software* compartilhado pelo prédio todo.

No segundo piso somente em uma máquina foi utilizada uma interface a 10 Mb/s dedicada, pois essa máquina fornece recursos de *Software* para outras 15 máquinas. Para as outras máquinas porém não foi necessário mais que 2 interfaces de 10 Mb/s compartilhados.

• PRÉDIO 6

Este prédio é o coração do CPqD em termos de máquinas servidoras. Nele estão localizadas quase todas as máquinas de grande processamento do CPqD onde todos os prédios e projetos fazem muitos acessos. Sua distribuição é mostrado na figura 4.1.6.

Como o tráfego nas máquinas servidoras de grande porte é muito grande, então foi decidido conectar todas estas máquinas com interface ATM de 155 Mb/s. Desta forma, neste prédio existem 7 máquinas, das quais 5 são servidoras e estão nestas condições. Quanto às outras 2 máquinas, uma é utilizada como sistema de gerenciamento dos equipamentos ATM e Comutadores *Ethernet* de toda a rede do CPqD, e a outra é utilizada como Servidora de Roteamento, isto é tem a finalidade de implementar a Emulação de Rede Local.

Neste prédio foi necessária a utilização de vários segmentos de *Ethernet* Comutado de 10 Mb/s dedicados, pois muitas das estações necessitam de muita largura de banda devido a suas aplicações. Estas estações são itemizadas abaixo:

- 2 Estações onde são executados os *Backups* de todas as estações servidoras de disco do CPqD.
- 1 Estação a qual é servidora de ORACLE.
- 3 Estações servidoras de disco para as pessoas que oferecem suporte em ambiente UNIX.
- 1 Estação utilizada para gerenciamento de falhas e eventos da rede atual compartilhada.
- 1 Impressora de produção utilizada pelo CPqD todo para impressão de grandes documentos.
- 1 Estação que é servidora para os cursos ministrados pelo CPqD às empresas operadoras.
- 1 Estação servidora de *Software* para o prédio todo.
- 1 Estação destinada a execução de novos produtos e testes.

Neste equipamento de Comutação *Ethernet* será utilizado duas interfaces de 10 Mb/s para interligação de dois prédios, sendo os mesmos não possuem muito tráfego.

Há ainda neste prédio 8 segmentos de uso compartilhado que serão conectados a 8 interfaces de 10 Mb/s.

• PRÉDIO 7

Este é um dos prédios com maior concentração de estações de trabalho e microcomputadores do CPqD, como é mostrado na figura 4.1.7, sendo que algumas são estações servidoras de pequeno porte. Há neste prédio também uma grande servidora a qual é compartilhada por todos os projetos do prédio que está conectada a uma interface ATM a 155 Mb/s.

Além das estações servidoras, neste prédio há uma grande concentração de estações, com a finalidade de desenvolvimento de placas para os projetos do CPqD. Estas estações, necessitam de uma grande largura de banda, pois utilizam recursos de CAD eletrônico e compartilham *software* de simulação de circuitos. Sendo assim, estas estações serão conectadas a interfaces dedicadas com taxa de 10 Mb/s.

Porém o departamento que faz uso deste tipo de estação, está dividido em dois prédios, que são prédios 7 e 11. Sendo assim, as estações de ambos os prédios necessitam compartilhar uma grande quantidade de informação, e para que este tráfego não interfira em toda rede básica de distribuição, estas estações deverão pertencer a uma mesma rede virtual.

No prédio 7, existe também outras estações onde o tráfego não é tão grande, sendo possível o compartilhamento de um meio comum.

- **PRÉDIO 11**

Este prédio, como é mostrado na figura 4.1.8, não possui grande quantidade de máquinas, porém os projetos desenvolvidos neste prédio exigem máquinas de grande capacidade de processamento e altas taxas de transmissão. Neste prédio estão localizados projetos de circuitos integrados, processamento de sinais, projeto de rede inteligente e desenvolvimento de circuitos e placas.

Devido a estes projetos, muitas estações são conectadas a 10 Mb/s dedicados. Dentre elas estão as máquinas de projeto de circuitos e placas, que fazem acesso ao prédio 7 e deverão pertencer a uma mesma rede virtual.

Nas outras interfaces do Computador *Ethernet*, serão conectados os segmentos com máquinas que não necessitam de grande largura de banda, tendo como finalidade o compartilhamento de meio de transmissão.

Há ainda 2 estações de alto desempenho, que estarão conectadas em ATM a 155 Mb/s, com a finalidade de servirem todas as estações deste prédio.

- **PRÉDIO 12**

Neste prédio, são desenvolvidos projetos na área de componentes ópticos. Como o tráfego local não é muito intenso, foi necessária a utilização de apenas uma estação servidora com interface de 10 Mb/s dedicado, conforme mostrado na figura 4.1.9.

Uma característica deste prédio é o compartilhamento de recursos com o prédio 16, pois o departamento responsável pelo desenvolvimento de componentes ópticos, está dividido em 2 prédios. Sendo assim, houve a necessidade de instalação de um Computador *Ethernet*, com o objetivo de criação de uma rede virtual na qual fazem parte os prédios 12 e 16. Cabe ressaltar neste caso, que o equipamento de Comutação *Ethernet*, tem como função principal a criação de redes virtuais, e não o aumento de capacidade de transmissão.

- **PRÉDIO 13**

No prédio 13 estão localizados os laboratórios químicos, laboratórios para testes de validação de componentes e laboratórios de manutenção de equipamentos. A topologia da rede utilizada neste prédio pode ser vista na figura 4.1.10.

Com a finalidade de agilizar o acesso de todo o prédio nas duas estações servidoras, estas foram conectadas cada uma em uma interface de 10 Mb/s dedicada. Os outros segmentos do prédio foram conectados compartilhando largura de banda com outras máquinas em interfaces de 10 Mb/s.

- **PRÉDIO 16**

O prédio 16, figura 4.1.11 é um prédio onde se desenvolve basicamente tecnologia de novas fibras ópticas, e tecnologia para dispositivos optoeletrônicos. Visando um melhor desempenho dos recursos computacionais, foram conectadas duas estações servidoras em interfaces dedicadas de 10 Mb/s. As outras máquinas deste prédio, foram conectadas a

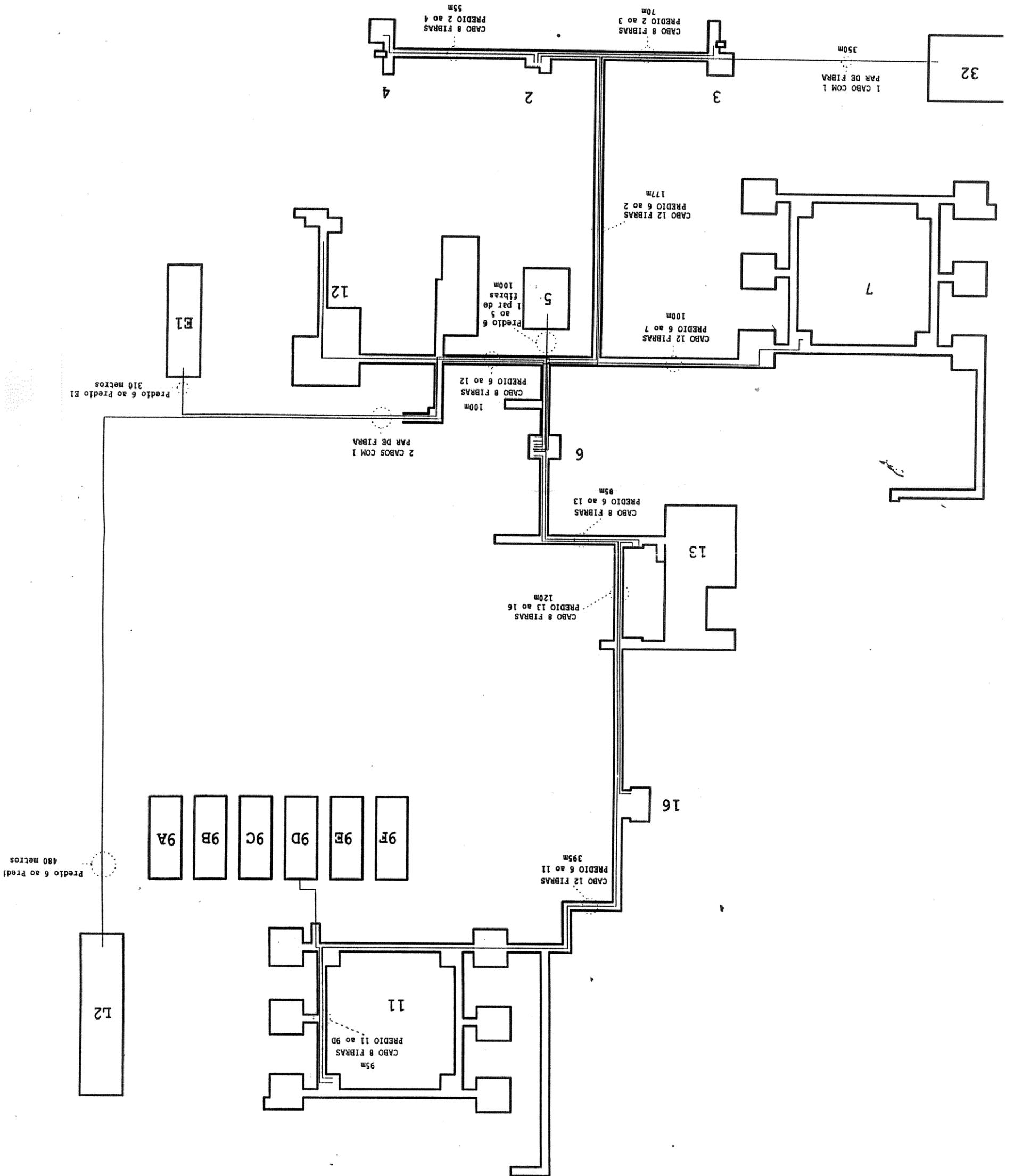
segmentos de rede, de tal forma que compartilhem as outras interfaces do Computador *Ethernet*.

O recurso de criação de redes virtuais, que é oferecido pelos equipamentos de Comutação *Ethernet*, foi fundamental para disciplinar o tráfego de dados deste prédio, o qual compartilha informações com o prédio 12. Assim sendo, estes dois prédios deverão fazer parte de um mesmo domínio, ou seja de uma mesma Rede Virtual.

- **PRÉDIO 32**

Neste prédio, figura 4.1.12 são desenvolvidos projetos de antenas, que necessitam de estações que possuam grande capacidade de processamento devido ao uso de algoritmos recursivos e sejam rápidas no compartilhamento de dados. Visando tornar esta rede mais eficiente, de tal forma que haja um aumento de produtividade, todas as estações de trabalho foram conectadas a interfaces dedicadas de 10 Mb/s, permanecendo apenas os microcomputadores em meios compartilhados.

Figura 4.1.1 - Mapa da distribuição das fibras ópticas no CPQD



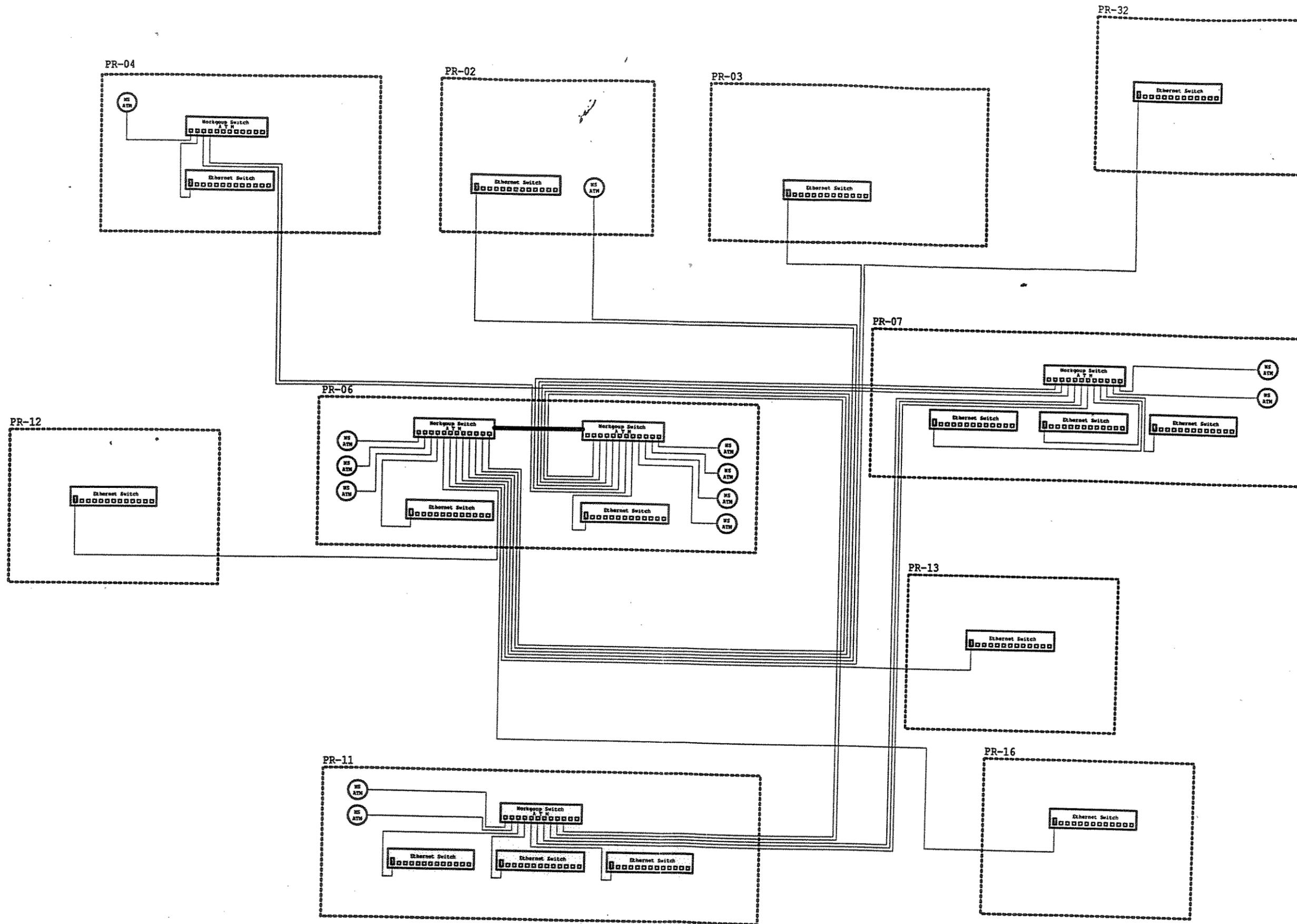


Figura 4.1.2 - Distribuicao dos equipamentos e conexoes

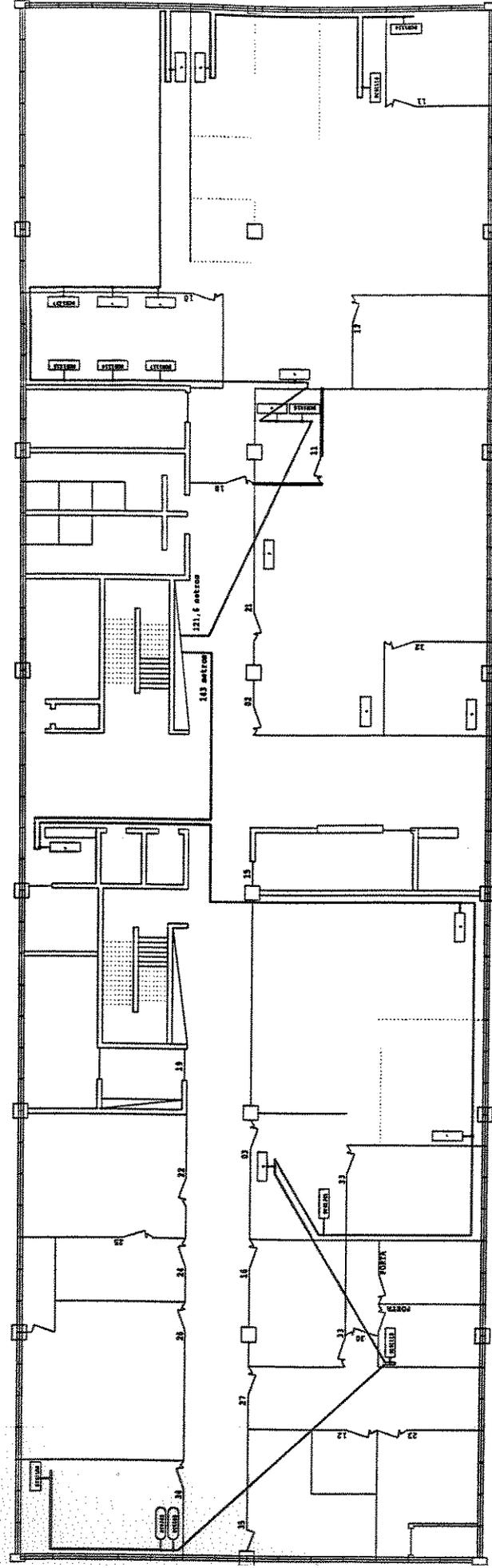
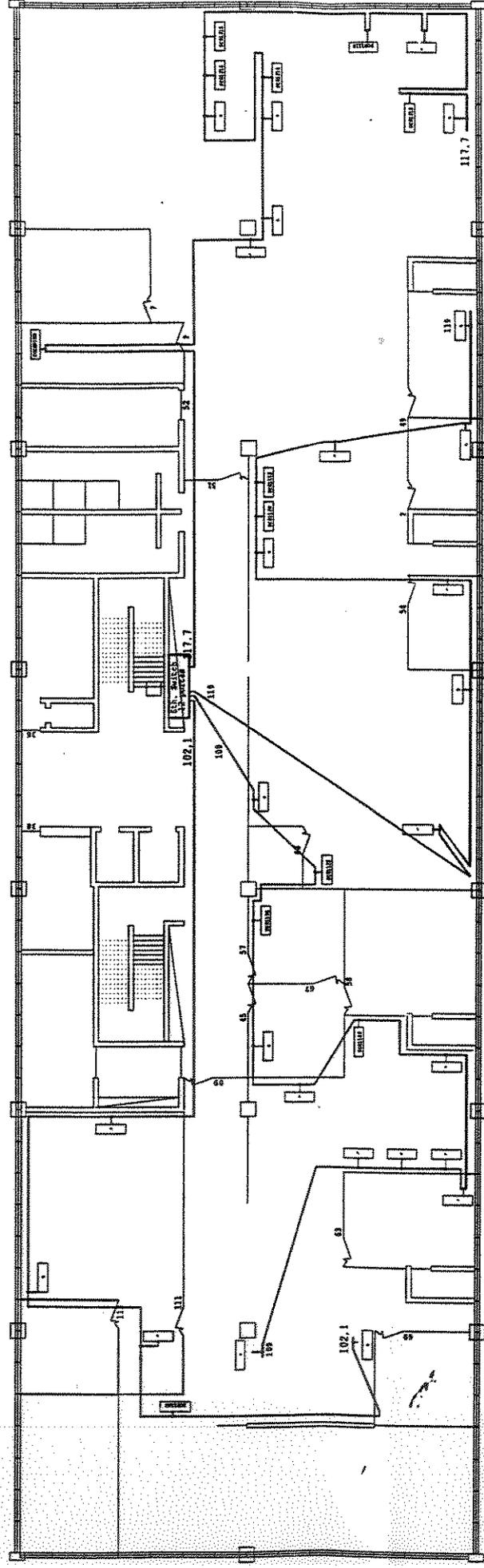
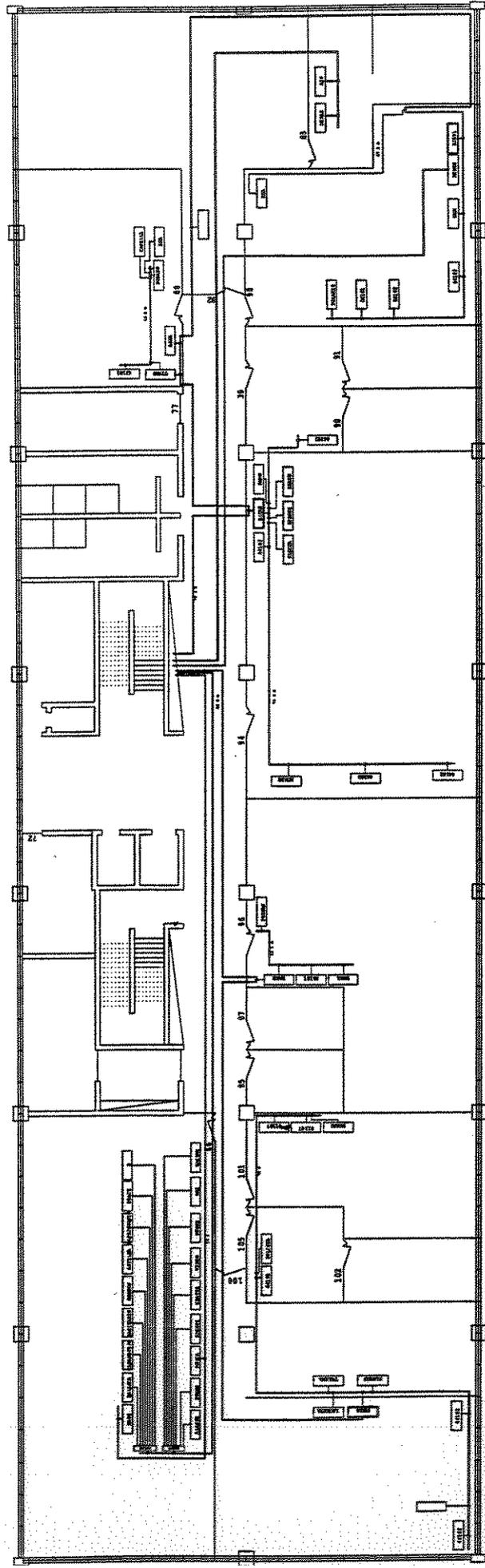
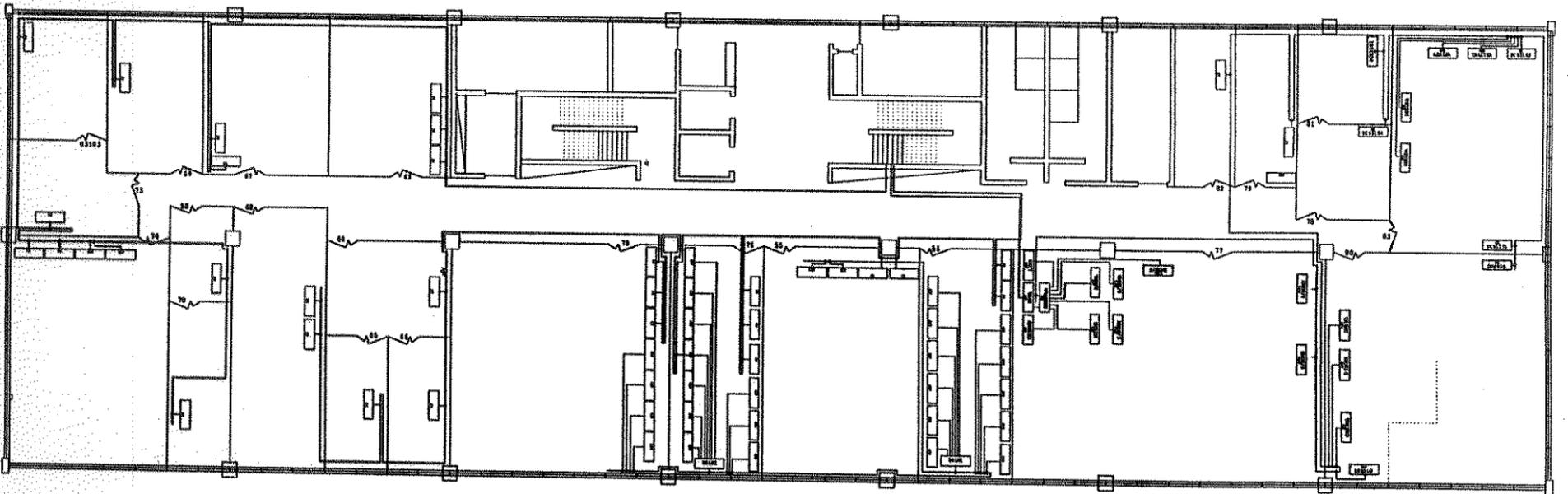
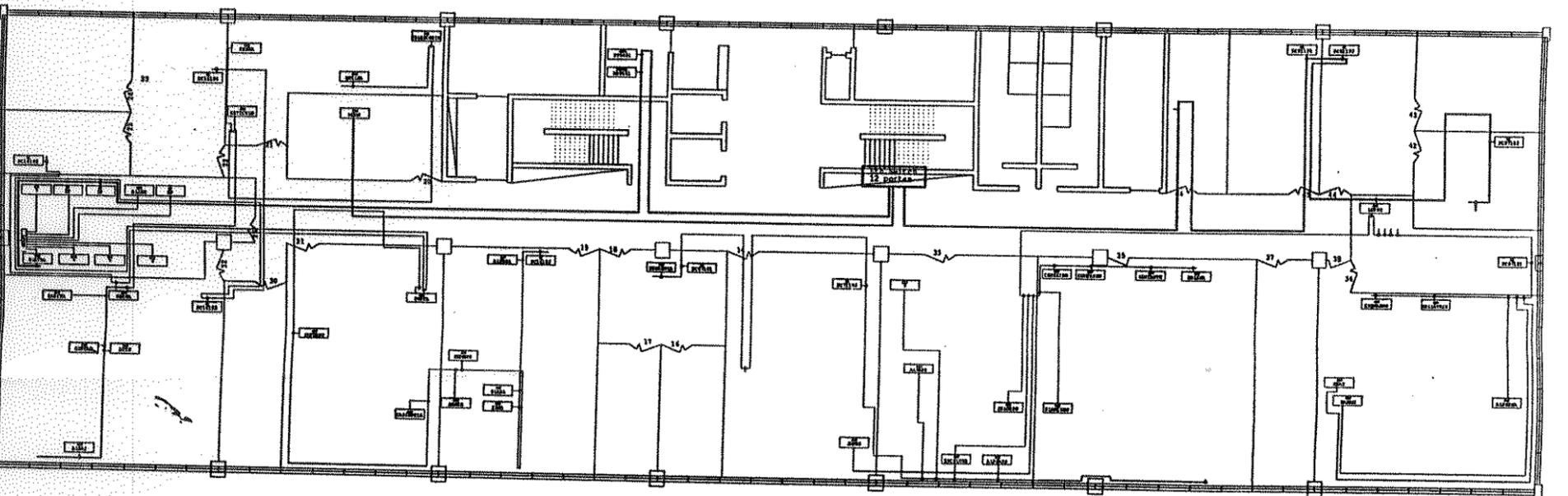


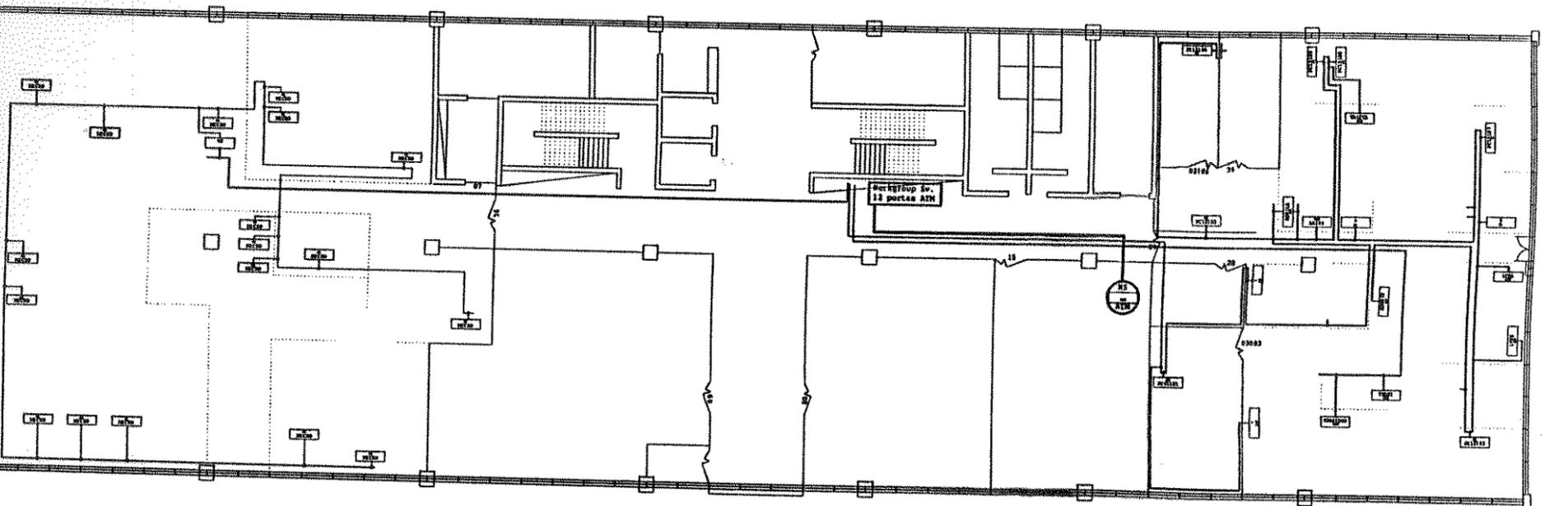
Figura 4.1.4 - Distribuicao da rede no predio 3



PREDIO 4 - 2 ANDAR

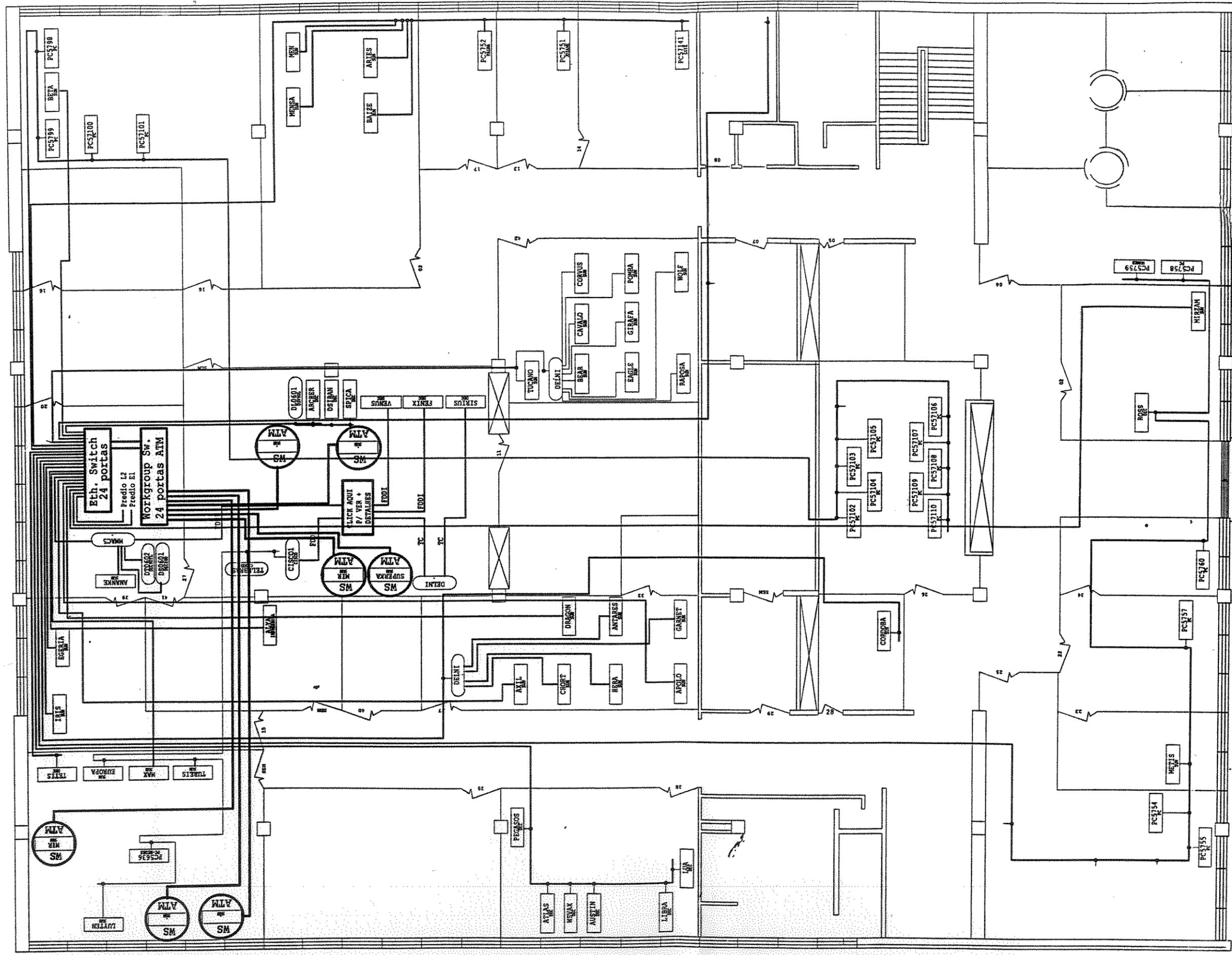


PREDIO 4 - 1 ANDAR



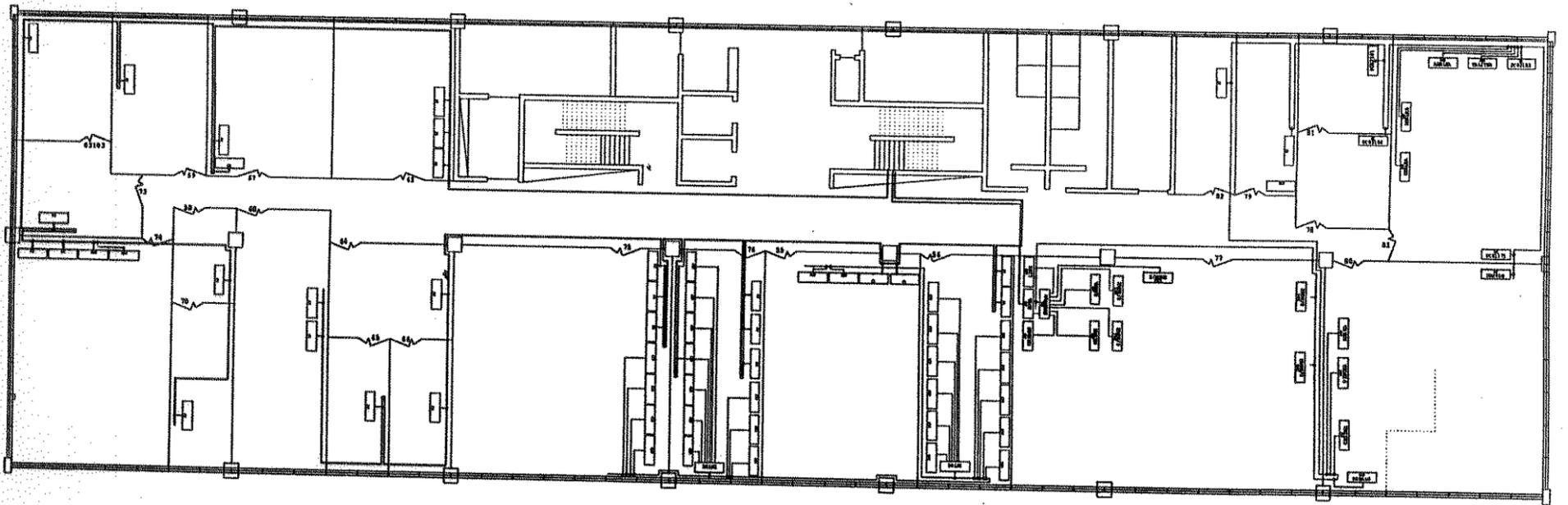
PREDIO 4 - TERREO

Figura 4.1.5 - Distribucao da rede no predio 4

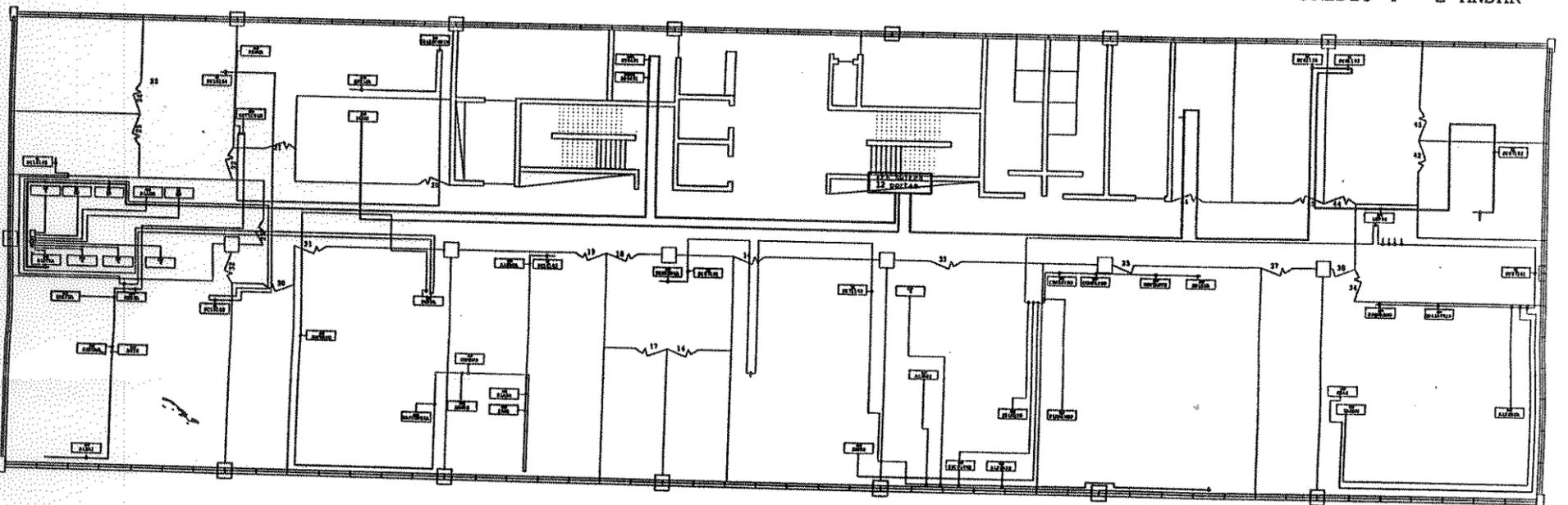


PREDIO 6

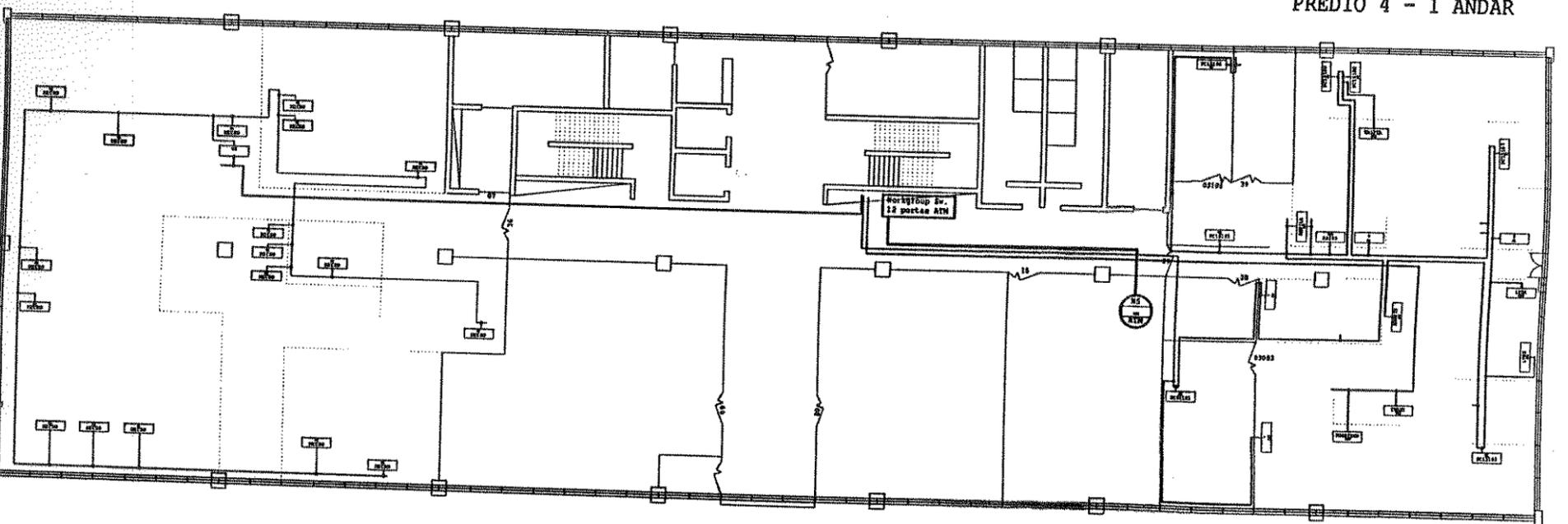
Figura 4.1.6 - Distribuicao da rede no predio 6



PREDIO 4 - 2 ANDAR



PREDIO 4 - 1 ANDAR



PREDIO 4 - TERREO

Figura 4.1.5 - Distribuicao da rede no predio 4

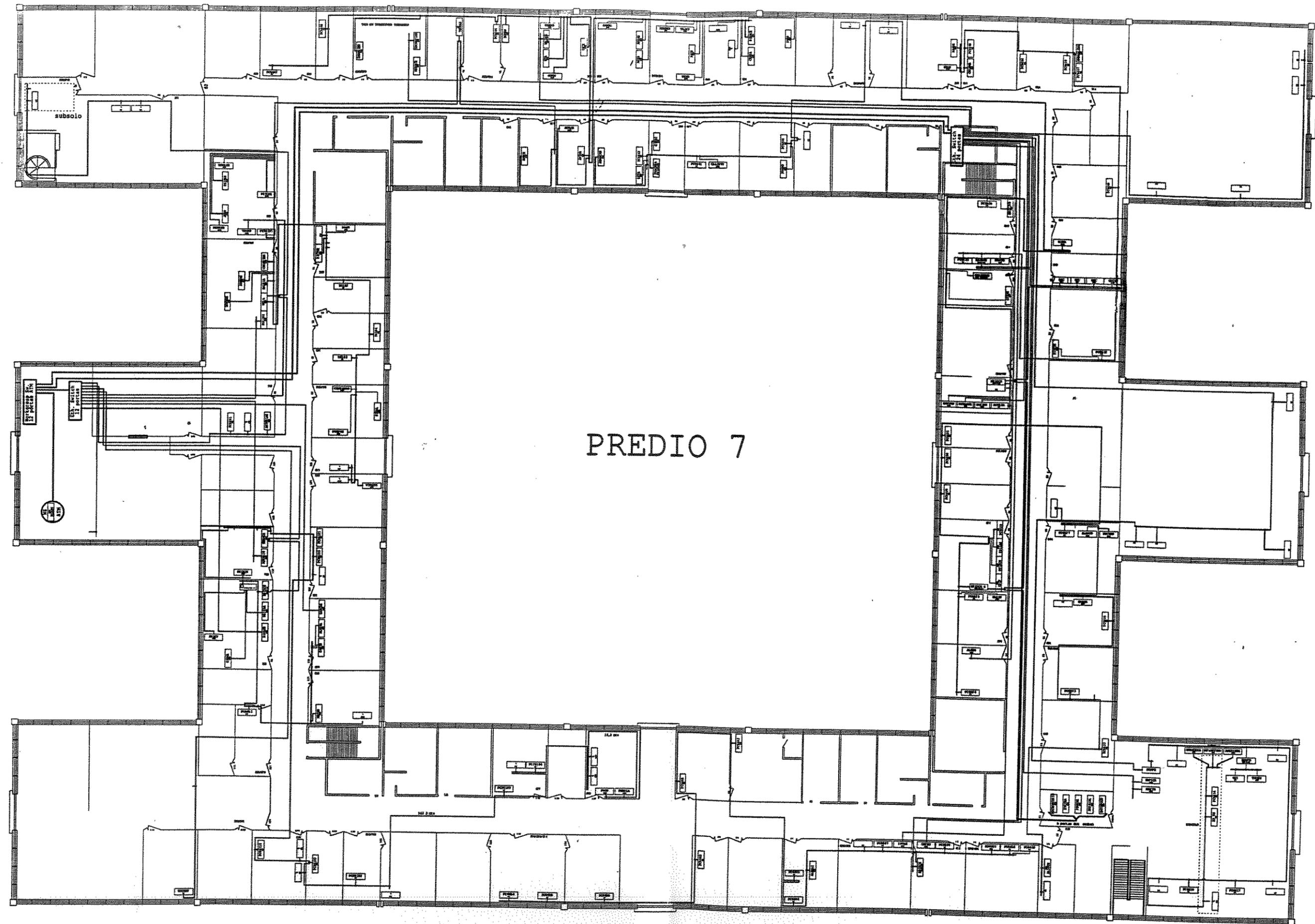


Figura 4.1.7 - Distribuicao da rede no predio 7

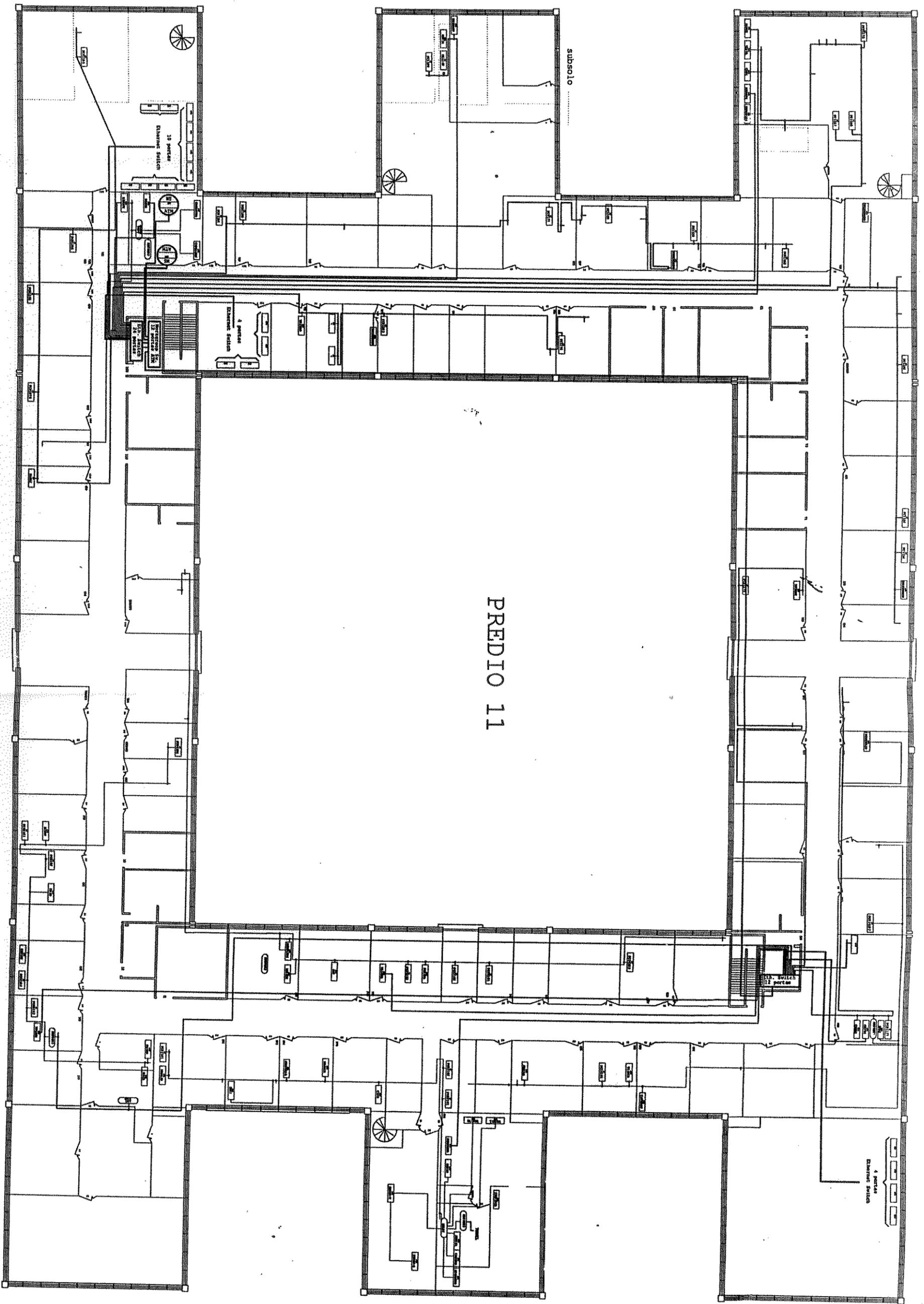


Figura 4.1.8 - Distribuição da rede no prédio 11

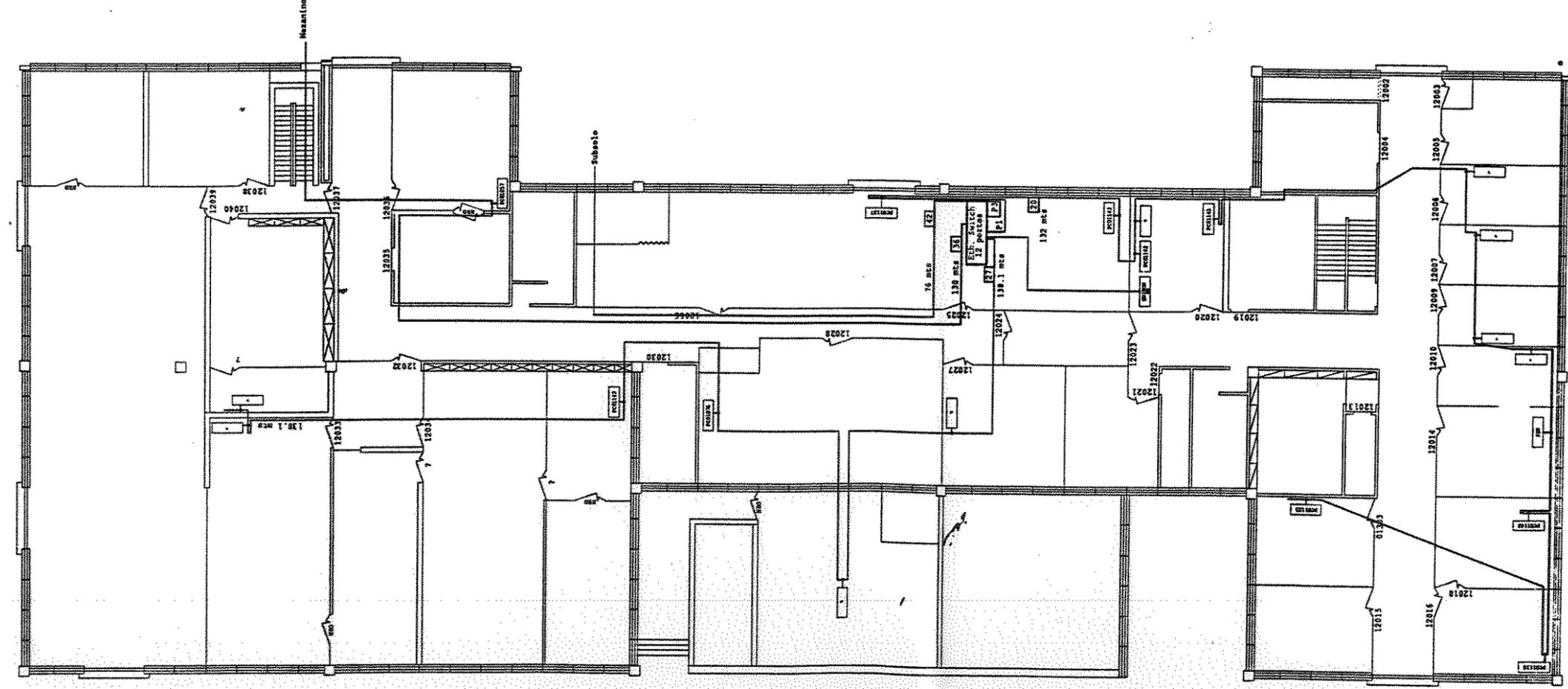
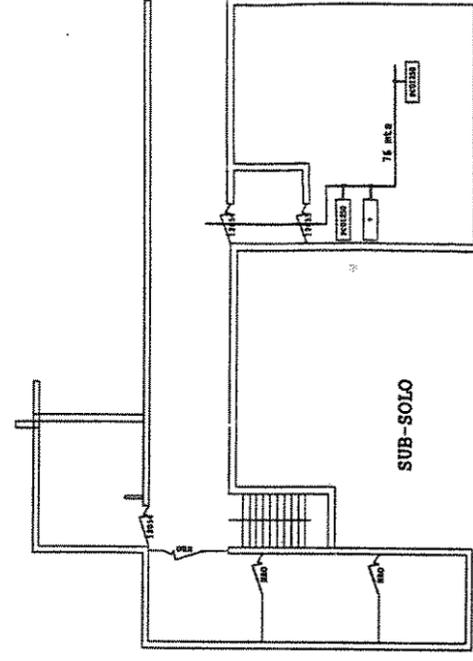
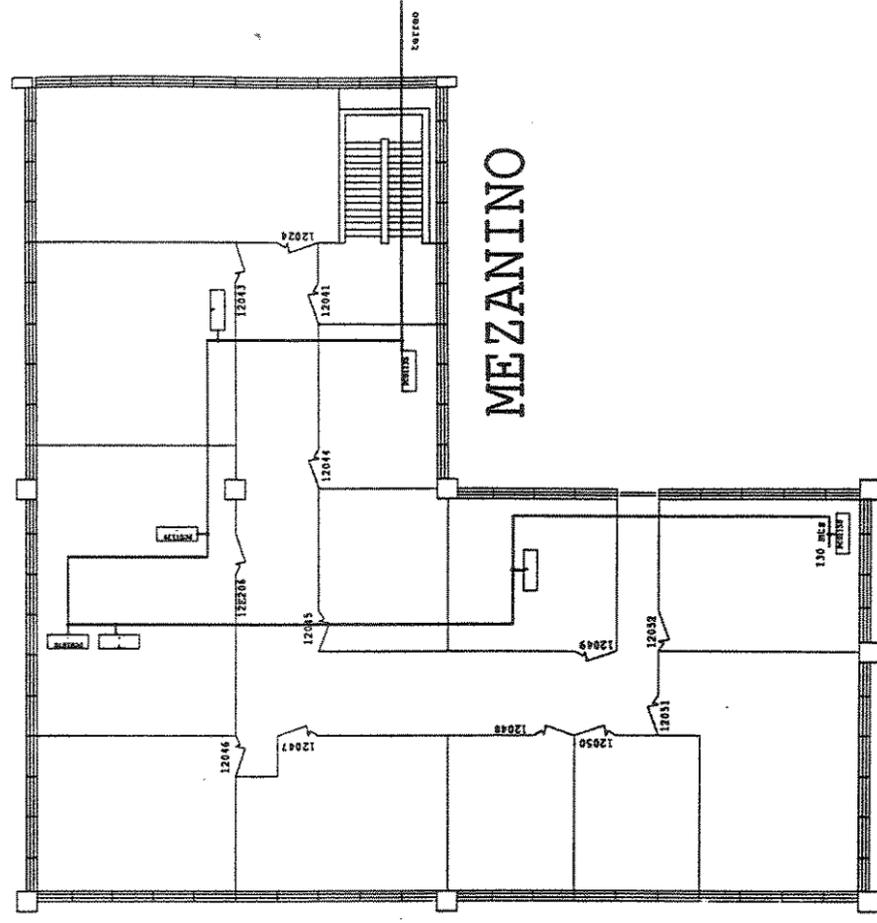
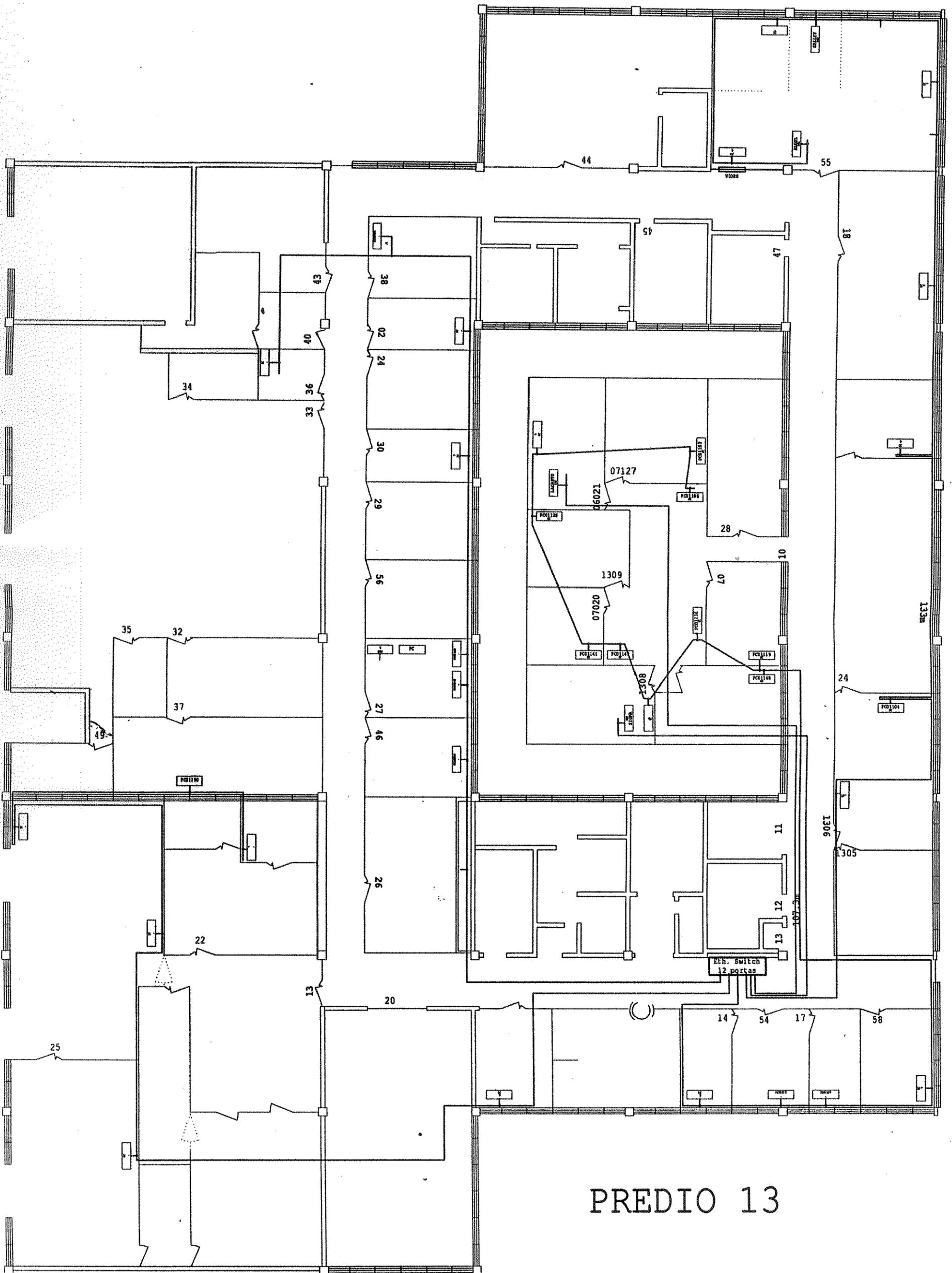
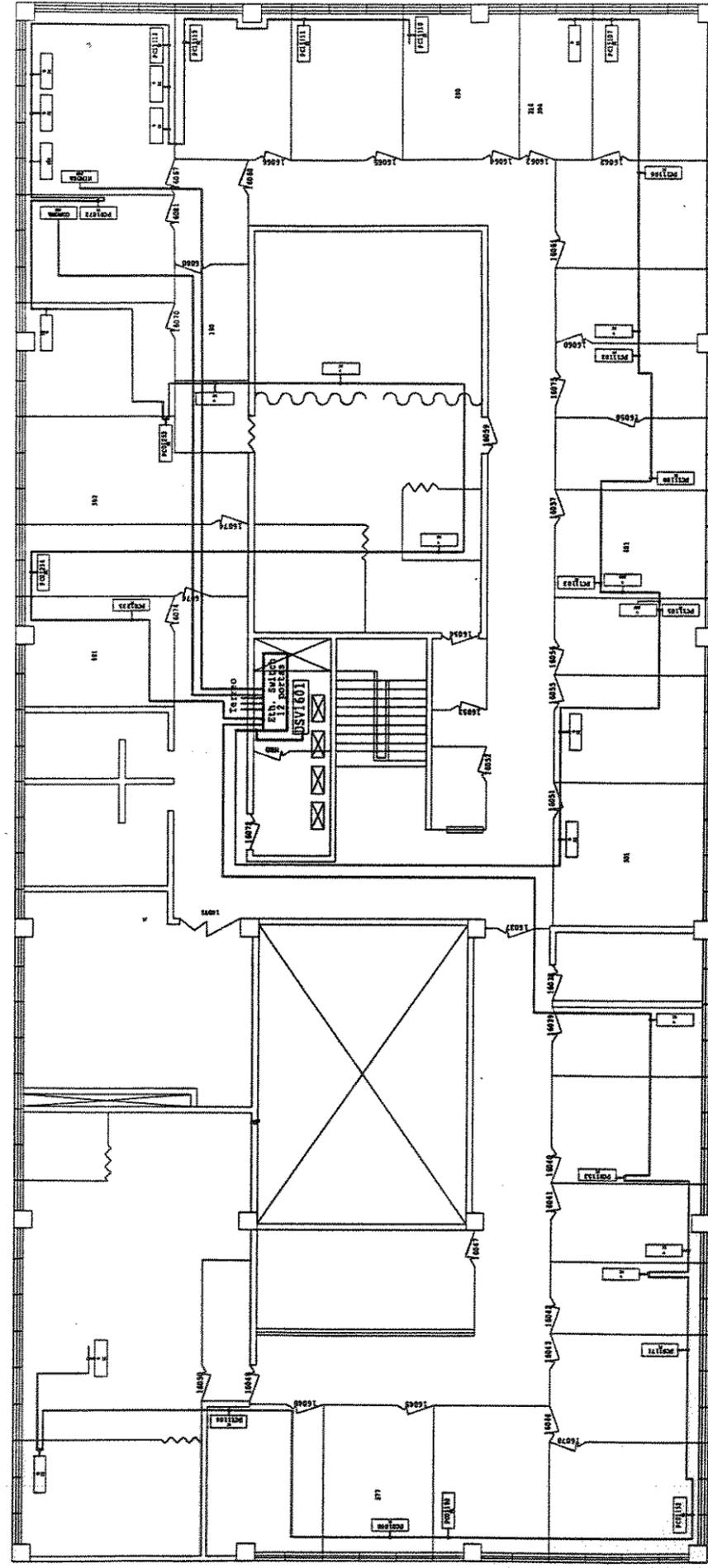


Figura 4.1.9 - Distribuicao da rede no predio 12

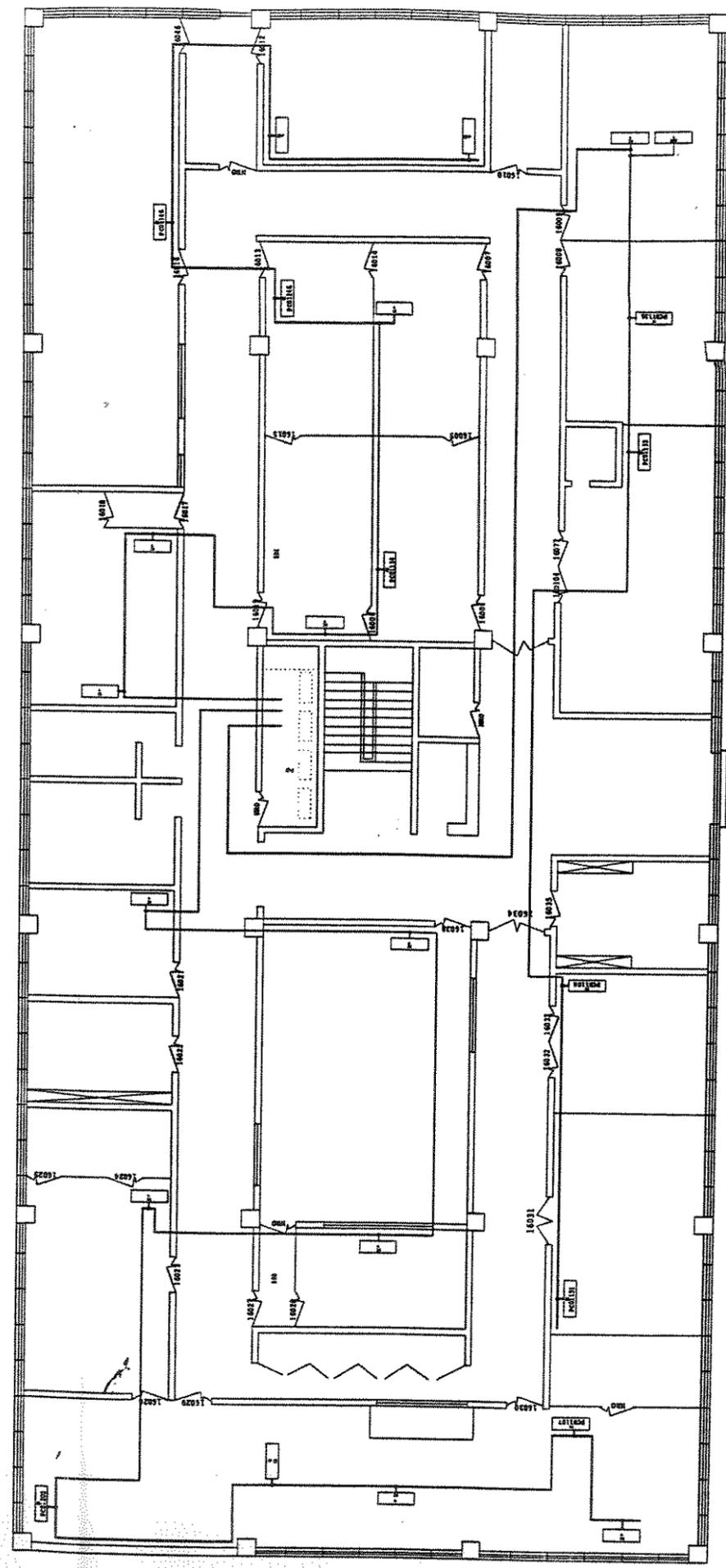


PREDIO 13

Figura 4.1.10 - Distribuicao da rede no predio 13



PREDIO 16 - 1 ANDAR



PREDIO 16 - TERREO

Figura 4.1.11 - Distribuicao da rede no predio 16

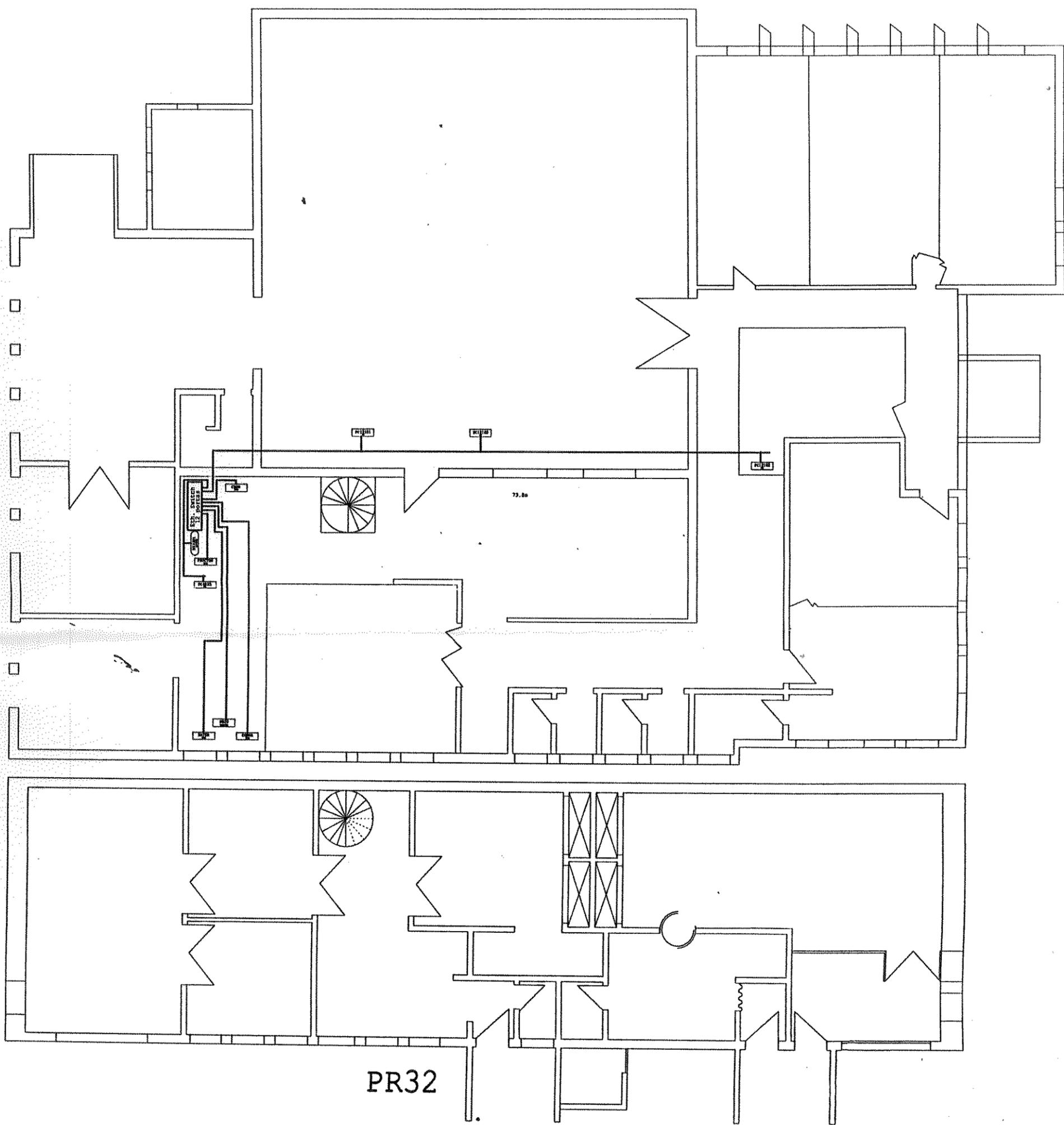


Figura 4.1.12 - Distribuicao da rede no predio 32

4.1.1 - Configuração de Redes Virtuais

Com a instalação dos equipamentos ATM e Comutador *Ethernet*, surgiu a oportunidade de utilizar o recurso de configuração de redes virtuais, as quais são de grande importância para a concepção de uma rede eficiente.

Através das redes virtuais são disciplinados os tráfegos internos dos prédios e inter prédios, tornando desta forma a rede muito mais balanceada a nível de tráfego e possibilitando com isso um aumento de produtividade, uma vez que os tráfegos de diferentes tipos estão em diferentes redes e, desta forma, um tráfego não interfere no outro.

Para a criação das diversas redes virtuais, houve a necessidade de análise dos itens abaixo:

- Levantamento das máquinas servidoras do parque computacional do CPqD.
- Quantidade de máquinas que cada estação servidora atende, tendo como finalidade conceber uma melhor distribuição de carga.
- Tipos de aplicação rodando nas máquinas, pois diferentes aplicações necessitam de diferentes arranjos de rede.
- Verificar se o recurso de serviço prestado pela estação servidora está local, isto é, em um prédio ou distribuído em vários prédios.

Após o levantamento dos itens acima, foram criadas várias redes virtuais no CPqD, de tal forma que atendam de uma maneira eficiente todas as estações de trabalho, juntamente com sua servidora e tipo de aplicação.

A citação das redes virtuais abaixo está dividida por prédios e por andares (quando possível).

- Prédio 02

Neste prédio não houve a necessidade de criação de muitas redes virtuais, pois o tráfego em si é muito baixo. Desta forma, foi criada apenas uma rede virtual, composta de uma estação servidora de disco e outra servidora de impressão para atender a todos os micros instalados no prédio.

- Prédio 03

A configuração de redes virtuais deste prédio foi dividida por andares, pois há vários tipos de aplicação.

No piso térreo foi definida uma rede virtual com a finalidade de atender todos os micros instalados nesta parte do prédio, visto que o tráfego exigido pelos micros nesta rede será baixo, necessitando apenas de uma estação servidora.

Como no piso térreo, o primeiro andar não demanda de muito recurso de rede, bastando a formação de uma rede virtual que atenda os micros deste andar.

O segundo piso é um piso um tanto quanto complicado, pois há vários tipos de aplicações e projetos diferentes que necessitam de servidores diferentes. Sendo assim, foram criadas 4 redes virtuais que foram configuradas da seguinte forma:

- Uma rede virtual foi configurada de tal maneira que englobasse todas as máquinas que utilizam recursos para o desenvolvimento de ferramentas CASE. Para isso foi necessário utilizar duas máquinas servidoras, evitando desta forma uma possível sobrecarga.

- Devido a aplicação de CAD eletrônico, que é utilizada neste andar e gera um tráfego muito grande na rede, foi necessária a criação de outra rede virtual onde vários microcomputadores utilizam uma estação servidora.

- Uma outra rede virtual foi criada para atender as aplicações de CAD mecânico, porém nesta rede o domínio das estações rompem a fronteira de prédios, pois existem máquinas que utilizam aplicações de CAD mecânico em mais 2 prédios do CPqD, sendo eles o piso térreo do prédio 4 e o prédio 11. Sendo assim esta rede virtual é composta de máquinas dos prédios 3, 4 e 11.

- A quarta e última rede virtual deste prédio visa atender as máquinas que não necessitam de muito tráfego e que estão espalhadas pelo segundo piso. Nesta quarta rede foi necessária apenas uma estação servidora para atender de forma eficiente estas máquinas.

- Prédio 4

No prédio 4, da mesma forma que no prédio 3, foi necessário criar várias redes virtuais devido a quantidade e variedade de tráfego. É descrito abaixo como foram criadas as diversas redes virtuais neste prédio.

- No piso térreo deste prédio foram criadas duas redes virtuais, sendo que uma necessita apenas de uma estação servidora, a qual é acessada por diversos microcomputadores que a utilizam apenas para documentação. A outra rede virtual é parte da que foi definida entre os prédios 3, 4 e 11, conforme descrito acima, tendo como finalidade o compartilhamento de recursos de CAD mecânico.

- Para o primeiro andar do prédio 4 foi criada apenas uma rede virtual, onde são utilizadas 2 máquinas servidoras com a finalidade de divisão do tráfego de acesso, evitando desta forma uma sobrecarga.

- No segundo piso deste prédio foi configurada uma rede virtual composta de 2 máquinas servidoras, onde uma está localizada no primeiro piso e a outra no segundo. Porém a máquina servidora do primeiro piso deverá ser compartilhada com algumas estações do primeiro piso também.

- Prédio 6

O prédio 6 será composto de várias redes virtuais, totalizando 5. Estas redes são descritas abaixo.

Criou-se uma rede virtual que contem uma estação de trabalho a que será servidora para todos os micros que estão instalados neste prédio.

Foi necessária a criação de outra rede virtual composta de uma máquina servidora, com a finalidade de restringir o tráfego das estações de trabalho onde são ministrado cursos para as empresas operadoras do sistema TELEBRÁS.

Uma outra rede virtual foi criada para melhorar o desempenho das estações de trabalho, onde as pessoas que visam dar suporte ao ambiente UNIX do CPqD trabalham; esta rede virtual é composta de 2 estações servidoras.

No prédio 6 existem 5 estações da DIGITAL as quais utilizam protocolo de comunicação DECnet. Como estas máquinas são minoria em nossa rede, foi resolvido criar uma rede virtual contendo apenas estas estações.

Há no prédio 6 um grupamento para dar suporte a usuários ORACLE; sendo assim foi interessante criar uma rede virtual para as máquinas que utilizam este tipo de *software*, tendo como base uma máquina servidora locada neste prédio.

- Prédio 7

Este prédio é onde se encontra o maior número de máquinas do CPqD, sendo que estas máquinas são compartilhadas por diversos grupamentos os quais basicamente desenvolvem *software* e *hardware* para a central telefônica TRÓPICO.

Cada grupamento de desenvolvimento possui pelo menos uma máquina servidora, na qual são requisitados acessos a disco e alguns programas de *software*. Sendo assim, foram criadas 12 redes virtuais sendo que cada rede virtual possui pelo menos uma estação de trabalho como servidora, tornando desta forma o tráfego deste prédio bem disciplinado.

Além destas 12 redes virtuais que estão locadas no prédio 7, foi definida uma outra rede onde estações de desenvolvimento e testes de placas que se localizam no prédio 11 compartilham informações do prédio 7.

- Prédio 11

O prédio 11 é um dos prédios com maior troca de informações inter prédios do CPqD, pois foi necessário configura-lo como parte de 2 redes virtuais inter prédios na qual uma é a rede de desenvolvimento e testes de placas onde o prédio 7 faz parte, e outra é a rede na qual são desenvolvidos desenhos em CAD mecânico, sendo que esta rede está espalhada por mais 2 prédios (prédios 3 e 4).

Além destas redes virtuais foram criadas outras 7 internamente ao prédio 11, onde foram distribuídas as cargas para as estações de trabalho servidoras, deixando desta forma o tráfego bem distribuído para as diferentes aplicações deste prédio, sendo que estas aplicações em sua grande maioria geram tráfegos intensos na rede.

- Prédio 12

O prédio 12 possui uma rede local pequena se for verificado sua planta de distribuição de rede. Porém, neste prédio está locado apenas parte de um departamento. Como este departamento deseja se comunicar inter prédios como se fosse um só, tornou-se necessário montar 2 redes virtuais, onde a primeira utiliza uma estação servidora para atender todos os micros deste prédio e a segunda foi criada para interligação da rede do prédio 12 com o prédio 16, onde existe uma série de micros e outras estações servidoras que devem compartilhar recursos com o prédio 12.

- Prédio 13

Neste prédio existem 2 estações servidoras, onde cada uma pertence a um projeto diferente. Sendo assim foram criadas 2 redes virtuais, onde microcomputadores de projetos diferentes fazem acesso a sua estação servidora, não atrapalhando desta forma o tráfego do outro projeto.

- Prédio 16

No prédio 16 serão criadas 3 redes virtuais, onde duas estarão locais ao prédio, e a terceira possuirá máquinas pertencentes ao prédio 12. Esta terceira rede, tem como finalidade a

integração de um Departamento do CPqD que se encontra dividido nestes dois prédios, possibilitando desta forma o compartilhamento dos recursos computacionais distribuídos.

- Prédio 32

Este prédio possuirá apenas 2 redes virtuais, onde da primeira fazem parte os microcomputadores deste prédio e uma estação servidora. A segunda rede conectará todas as outras estações do prédio, formando neste caso uma rede extremamente rápida, condição esta necessária para o seu tipo de aplicação.

4.2 Comparação dos Comutadores ATM e Ethernet

A comparação entre os Comutadores ATM e *Ethernet*, não foi feita visando apontar qual o melhor equipamento que está concorrendo no mercado de redes do ponto de vista de desempenho. A comparação visou selecionar os melhores equipamentos para a integração do parque do CPqD - TELEBRÁS; sendo assim, esta comparação selecionou o melhor para um caso específico. Conseqüentemente esta decisão expressa uma solução analisada para um caso, sendo que outros casos devem ser analisados de forma distinta.

Para que houvesse parâmetros de comparação, foram necessárias análises para elaborar alguns requisitos técnicos, que são muito importantes para o projeto de integração da rede de produção do CPqD em uma rede básica ATM, juntamente com equipamentos de Comutação *Ethernet*.

Os requisitos que foram impostos como necessários para os Comutadores ATM e *Ethernet* bem como para os cartões de adaptação, estão descritos abaixo.

- Comutador ATM

Os equipamentos devem ser construídos internamente com estrutura do tipo malha. Isto foi desejado devido a grande facilidade de expansão da matriz de comutação se comparada a uma estrutura interna confeccionada por BARRAMENTOS. Porém este item não foi considerado eliminatório pois existem bons equipamentos no mercado com estrutura interna em BARRAMENTO.

As interfaces de comunicação dos equipamentos ATM devem ser todas a 155 Mb/s utilizando estrutura de quadro STM-1 da Hierarquia Digital Síncrona (SDH). As conexões destas interfaces devem ser em fibra óptica do tipo multimodo com conectores do tipo SC, porém foi exigido que no equipamento existisse a opção de utilização de interfaces ópticas com fibra monomodo para futuras alterações da rede básica. A exigência para que a interface utilizasse fibra multimodo é devido a cabeção já instalada no CPqD ser deste tipo. Existe porém uma forte corrente para utilização de uma cabeção monomodo futuramente.

Todas as interfaces deste equipamento devem ser compatíveis com a UNI versão 3.0 ou mais recente do ATM Fórum. Este requisito é muito importante, visto que a interface de usuário, ou seja, a UNI, já está totalmente definida pelo ATM Fórum. Portanto, a empresa fornecedora de equipamentos deverá estar em sintonia com as especificações definidas por esta entidade.

Os equipamentos ATM devem implementar PVCs e SVCs, pois estes tipos de conexões são importantes do ponto de vista de uma gerência de rede. Caso os equipamentos implementassem apenas PVCs, o gerente de rede através da estação de gerenciamento, estabeleceria este tipo de conexão e possivelmente não estaria utilizando totalmente o recurso disponibilizado por uma conexão permanente. Assim, seria necessária uma monitoração constante neste tipo de ligação. Por isso, as conexões semi permanentes ou SVCs são mais interessantes em se tratando de uma rede local, onde o tráfego é muito variável com faixa dinâmica de comunicação.

Os equipamentos devem possuir Emulação de Rede Local, isto é, os equipamentos ATM devem se integrar totalmente na rede local atual do CPqD. A rede do CPqD é do tipo *Ethernet* e nela são utilizados muitos tipos de protocolos, por exemplo: TCP/IP, DECnet, LAVC, LAT. Estes protocolos estão presentes na rede devido ao fato de existirem vários tipos de máquinas que são utilizadas para desenvolvimentos de projetos.

Os equipamentos devem possuir capacidade de configuração para definição de redes virtuais. Este requisito é muito importante para o CPqD, visto que há uma quantidade muito grande de equipamentos espalhados por todos os prédios e que compartilham recursos de rede de outros projetos que estão localizados em mais de um prédio. Com a criação de várias redes

virtuais, será possível disciplinar o tráfego dos prédios, tornando-os mais estáveis e seguros para todas as aplicações envolvidas.

Os equipamentos devem ser capazes de propagar quadros do tipo *Multicast* e *Broadcast*. Os quadros do tipo *Broadcast*, são muito importantes quando se trata da comunicação de estações de trabalho UNIX com protocolo TCP/IP, pois estas estações utilizam do recurso de *Broadcast* para se integrar a rede em determinados momentos. Além disso, as estações de trabalho que utilizam o protocolo DECnet, enviam quadros do tipo *Broadcast* de tempos em tempos com o objetivo de informar ao *Cluster* o qual fazem parte, a sua disponibilidade perante a rede. Os quadros *Multicast* devem ser propagados de forma transparente, devido a novas aplicações de audioconferência e videoconferência que estão disponíveis no mercado e serão utilizadas pelo CPqD, estas aplicações utilizam este tipo de quadro juntamente com o protocolo RTP (*Real Time Protocol*) para estabelecimento de comunicação entre as estações envolvidas.

Todos os equipamentos ATM devem ser gerenciados pela plataforma de gerenciamento *SunNET Manager*. Este requisito é necessário, pois esta plataforma de gerenciamento é utilizada hoje no CPqD e nela estão disponíveis e configurados todos os equipamentos da rede atual. Portanto os novos equipamentos devem ser totalmente compatíveis com este tipo de gerenciamento.

- Comutador Ethernet

Os equipamentos de Comutação *Ethernet* devem ser totalmente transparentes quanto ao tipo de protocolo que trafega pela rede, pois no caso do CPqD a rede é muito heterogênea até a nível de protocolos. A inclusão deste item tem como finalidade não deixar restrito o parque computacional a somente um protocolo e desta forma não oprimir a capacidade de crescimento e migração para outros tipos como, por exemplo, o IPX da rede NOVEL.

As interfaces dos equipamentos devem ser a 10 Mb/s dedicados e o padrão de conexão deve ser o AUI. Este padrão de conexão foi exigido em princípio devido ao parque computacional do CPqD estar quase em sua totalidade interligado com cabos do tipo coaxial, ou seja, padrão 10Base2. Sendo assim, as interfaces AUI são muito fáceis e baratas de serem adaptadas para qualquer padrão, inclusive par trançado ou 10BaseT e fibra óptica. Desta maneira então, é possível manter num primeiro momento toda a cabeaço interna dos prédios, evitando desta forma um investimento muito elevado com uma cabeaço estruturada em par trançado.

A interface de interconexão dos Comutadores *Ethernet* com os Comutadores ATM devem ser padrão UNI a 155 Mb/s com estrutura de quadro STM-1 da Hierarquia Digital Síncrona (SDH), sendo a interface física em fibra óptica do tipo multimodo com conectores do tipo SC.

Estes Comutadores *Ethernet*, devem ser totalmente gerenciados pela plataforma de gerenciamento *SunNET Manager* pelos mesmos motivos descritos acima para equipamentos ATM.

- Cartões de Adaptação

Os cartões de adaptação devem ser para o barramento Sbus e devem possuir *drivers* para os sistemas operacionais SunOS 4.1.3 e Solaris 2.3 ou acima. Este requisito se torna necessário, pois as máquinas servidoras que serão conectadas diretamente a 155 Mb/s são da SUN; portanto o barramento interno é do tipo Sbus e o sistema operacional destas máquinas normalmente é um dos acima mencionados.

Estes cartões devem suportar SVCs e PVCs. Estes tipos de conexões são fundamentais para estações que serão servidoras, conforme a explicação acima mencionada para os equipamentos ATM.

A interface de conexão destes cartões com o Computador ATM, deve ser em fibra óptica do tipo multimodo e com conectores do tipo SC. Isto se torna necessário, pois a especificação do equipamento ATM utiliza esta mesma interface com este tipo de conector.

Estes cartões devem ser totalmente gerenciados pela plataforma de gerenciamento *SunNET Manager* pelos mesmos motivos acima apresentados.

Após a consolidação dos requisitos básicos para a análise dos equipamentos, foram realizados trabalhos de busca de informações sobre os equipamentos disponíveis no mercado. As formas utilizadas para conseguir as informações foram basicamente a leitura de catálogos, reuniões com as empresas que possuem Computadores ATM e *Ethernet*, palestras dos fabricantes destes equipamentos no auditório do CPqD - TELEBRÁS e visita a locais no Brasil ou exterior onde estão instalados equipamentos deste tipo, em laboratório ou em redes de produção propriamente ditas.

Para a análise de equipamentos os seguintes fornecedores cederam informações sobre os seus produtos:

- 3COM
- BAY Networks
- CISCO
- FORE System
- NEWBRIDGE

Abaixo são apresentadas informações sobre os equipamentos das empresas acima citadas.

- 3COM

CELLplex 7000 - ATM Backbone Switch

Este equipamento [CELLPLEX 7000, 1994] é modular e pode ser composto de 1 até 16 interfaces a 155 Mb/s tendo como padrões SONET/ SDH. Suas interfaces são para fibra óptica multimodo e com conectores do tipo SC.

LinkSwitch 2700 ATM

Este equipamento [LINKSWITCH 2700, 1994] de Comutação *Ethernet* é composto por 12 interfaces a 10 Mb/s sendo que os conectores são para padrão 10BaseT e uma interface a 155 Mb/s SONET/ SDH UNI em fibra óptica multimodo com conectores do tipo SC.

Maiores informações sobre estes equipamentos encontra-se no catálogo em anexo.

Os Computadores ATM da 3COM são tidos como um dos equipamentos de menor latência do mercado. Porém, sua estrutura interna é constituída de um barramento e não de uma estrutura do tipo Malha. A estrutura em barramento é mais rápida que a estrutura em Malha, pois não possui o circuito de chaveamento, que por mais rápido que seja sempre acrescenta um atraso no tráfego dos dados. Porém o crescimento da rede é comprometido quando utiliza-se a estrutura em barramento, onde o máximo de crescimento está limitado pela taxa máxima do barramento. Porém este item não foi eliminatório na escolha do produto.

Os aspectos que não foram interessantes na formação da rede do CPqD, são os seguintes:

Não ficou clara a integração dos Computadores ATM e *Ethernet*, no que diz respeito a Emulação de Rede Local e a configuração de redes virtuais; estes são os pontos de maior

importância para a elaboração da rede do CPqD, visto que todo o projeto é baseado na acomodação de tráfegos distintos em diferentes redes virtuais e reaproveitamento total do parque computacional.

Um outro aspecto que não foi bem explicado é quanto ao gerenciamento. Este aspecto é de grande importância, pois é através dele que são feitas todas as análises de desempenho, estatísticas de rotas e principalmente composição de redes virtuais.

Um outro problema percebido na solução da 3COM, foi que os equipamentos de Comutação *Ethernet* possuíam interfaces AUI, possuindo somente interfaces para par trançado. Este é um requisito que facilita muito a integração da rede atual para a futura. Porém a 3COM ofereceu como solução a colocação de um equipamento de repetição para cada porta do equipamento de Comutação *Ethernet*. A solução da 3COM do ponto de vista técnico e funcional é válida, porém a colocação destes equipamentos acarretaria vários problemas, desde o ponto de vista de acomodação destes repetidores até mesmo o custo maior do produto, visto que teríamos o custo por porta de um equipamento de *Ethernet* Comutado somado com o custo de um repetidor de par trançado para coaxial.

- BAY Networks

A BAY Networks é a fusão da Wellfleet com a SynOptics, a Wellfleet conhecida pelos seus roteadores e a SynOptics pelos seus equipamentos de rede.

As características principais dos equipamentos da BAY Networks são descritas abaixo.

LattisCell Switch

Este Comutador ATM possui 3 configurações:

- Modelo 10114 [LATTISCELL, 1994] com 16 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET/SDH em fibra óptica multimodo com conectores do tipo ST ou SC.

- Modelo 10114-SM com 14 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET/SDH em fibra óptica multimodo com conectores do tipo ST ou SC e 2 interfaces a 155 padrão SONET/SDH em fibra monomodo com conectores ST ou SC.

- Modelo 10115 com 12 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET/SDH em par trançado categoria 5 e 4 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET/SDH em fibra óptica multimodo com conectores do tipo ST ou SC.

EtherCell

Este equipamento de Comutação *Ethernet* [ETHERCELL, 1994] possui 12 interfaces a 10 Mb/s dedicados com padrão de conexão 10BaseT e 1 interface a 155 Mb/s padrão SONET/SDH UNI em fibra óptica multimodo com conectores do tipo ST ou SC.

Maiores informações sobre estes equipamentos estão no catálogo em anexo.

Os equipamentos oferecidos pela BAY Networks não são os de menor latência do mercado, porém sua latência é bem estável para diferentes tipos de carga. Esta latência não é das menores devido ao fato de que o tráfego de gerenciamento está sempre ativo. Do ponto de vista de gerenciamento isto é muito importante, porém se for analisado do ponto de vista de velocidade ele não seria o mais indicado.

Um dos aspectos muito importantes dos equipamentos da BAY, é a sua construção interna com estrutura do tipo Malha; isto torna o equipamento muito mais flexível quanto ao crescimento pois não está vinculado a um barramento.

A forma de gerenciamento implementado pela BAY, é sem dúvida nenhuma a melhor do mercado devido a sua filosofia.

A filosofia de gerenciamento utilizada pela BAY, é o gerenciamento implementado em camadas, onde a camada mais alta é a visualização do plano da rede como um todo e a camada mais baixa é o console dos Comutadores ATM e *Ethernet*. Desta forma, quando ocorre um alarme na rede, este é mostrado de uma forma global e fica a cargo do gerente de rede procurar nos planos inferiores até a localização do evento do alarme. A filosofia de gerenciamento das outras empresas, nada mais é que a gerência em apenas um plano, ou seja, somente o plano dos equipamentos, não possibilitando uma visão global da rede a ser administrada.

Além disso, a interface homem - máquina deste gerenciador é muito boa, com facilidades para criação de redes virtuais, gerência de tráfego e criação de PVCs.

O gerenciamento proposto pela BAY, necessita de uma estação de trabalho normalmente da SUN do tipo Spark 5 ou de maior capacidade, com interface ATM a 155 Mb/s e plataforma de gerenciamento que pode ser *SunNET manager* ou *HP Openview* para que seja executado o *software* Optivity, responsável por todo o gerenciamento da rede.

Para a implementação de Emulação de Redes Locais e Redes Virtuais, a BAY Networks executa estas funções com uma máquina a qual é tida como um roteador. Esta máquina normalmente é uma estação de trabalho da SUN, Spark 5 ou de maior capacidade com uma interface ATM a 155 Mb/s. Esta estação tem como objetivo estabelecer rotas entre as diversas redes virtuais, resolvendo desta forma a parte de endereçamento entre elas.

Os cartões de adaptação de BAY são fabricados pela Efficient, empresa especialista em cartões de adaptação ATM, sendo que seus cartões são compatíveis com basicamente todos os equipamentos ATM disponíveis no mercado.

Os pontos que não foram muito bons do ponto de vista da formação da rede foram os seguintes:

1. O gerenciador da BAY, embora tenha a melhor filosofia de gerenciamento, somente está disponível para os equipamentos de Comutação *Ethernet*, sendo que a parte de gerência dos equipamentos ATM se encontra na fase final de desenvolvimento, não estando portanto no mercado.
2. Um outro ponto não muito bom dos equipamentos da BAY são as interfaces dos equipamentos de Comutação *Ethernet*, as quais são padrão 10BaseT, ou seja, par trançado e não AUI como de preferência. Como descrito acima, isto acarreta problemas para esta primeira fase de migração da rede atual do CPqD para a futura.

- CISCO

As características dos equipamentos da CISCO são descritas abaixo.

- LightStream 100

Este Comutador ATM [LIGHTSTREAM 100, 1995] possui de 4 até 16 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET /SDH podendo ser estas interfaces em fibra óptica multimodo e monomodo com conectores tipo SC ou em par trançado categoria 5.

- LightStream 2020

Este equipamento é um HUB [LIGHTSTREAM 2020, 1995] que pode ser configurado com interfaces de ATM e *Ethernet* Comutado. Sendo assim, pode ser configurado de 8 a 64

portas de *Ethernet* Comutado com padrão de conexão 10BaseT, sendo que em cada 8 portas 2 podem ser AUI.

Este mesmo equipamento suporta placas ATM com uma ou duas interfaces a 155 Mb/s SONET/ SDH padrão UNI em fibra óptica do tipo multimodo ou monomodo com conectores do tipo SC.

Maiores informações sobre estes equipamentos estão no catálogo em anexo.

A solução apresentada pela CISCO, é muito parecida com a solução apresentada pela BAY Networks. A CISCO possui em seu equipamento a estrutura interna do tipo Malha, garantindo desta forma o crescimento da rede, e é capaz de implementar redes virtuais, Emulação de Redes Locais e ser gerenciado pelo *SunNET Manager*.

Para a implementação de Redes Virtuais e Emulação de Redes Locais, os equipamentos da CISCO necessitam de uma máquina de roteamento externa, exatamente como a proposta da BAY, porém este roteador é um equipamento da CISCO com interface ATM. Esta solução em principio pareceu muito interessante, pois o CPqD possui roteadores da CISCO, dentre eles um CISCO 7000 que é capaz de suportar uma placa ATM conforme o requisito feito pela CISCO para a implementação das diversas redes virtuais e Emulação de Redes Locais. Quando foram cotados a placa ATM para o CISCO 7000, bem como o *software* necessário para a implementação das funções citadas acima, percebeu-se que esta solução estava mais dispendiosa que a solução implementada com estações de trabalho oferecida pela BAY. Porém, este fator não comprometeu em nada a solução técnica apresentada pela CISCO.

A CISCO também possui um sistema de gerenciamento, porém muito simples se comparado a outros fornecedores. Para o gerenciamento, a CISCO necessita de uma estação de trabalho dedicada do tipo SUN Spark 10 ou de maior capacidade, com interface ATM a 155 Mb/s com plataforma de gerenciamento *SunNET Manager* ou HP *Openview* para executar seu *software*.

Os cartões de adaptação da CISCO obedecem todos os requisitos que foram impostos pelo CPqD.

Os aspectos que não foram muito bons tendo como ponto de vista a formação da rede foram os seguintes:

O gerenciamento oferecido pela CISCO não dispunha de uma interface tão amigável quanto a de alguns outros fornecedores.

Os equipamentos de Comutação *Ethernet* da CISCO, não poderiam em sua totalidade possuir interfaces AUI, sendo assim a migração da rede atual para a futura estaria comprometida conforme descrito acima.

- FORE System

As características dos equipamentos da FORE são descritas abaixo.

- ForeRunner ASX-200

Este Comutador ATM [FORERUNNER ASX-200, 1994] possui de 2 até 24 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET/ SDH em par trançado categoria 5 ou em fibra óptica multimodo ou monomodo com conectores do tipo ST ou SC.

- ForeRunner LAX-20

Este equipamento, é um *HUB* [FORERUNNER LAX-20, 1994] no qual podem ser configurados até 16 interfaces *Ethernet* a 10 Mb/s padrão 10BaseT, ou até 40 interfaces *Ethernet* padrão AUI, onde a banda de 10 Mb/s é dividida por 4 e neste caso são denominadas interfaces semi privadas. Este equipamento pode ser configurado também com uma interface ATM a 155 Mb/s, SONET/ SDH padrão UNI em fibra óptica multimodo com conectores do tipo ST ou SC.

Maiores informações sobre estes equipamentos poderá ser visto no catálogo em anexo.

A FORE System possui o equipamento ATM de melhor desempenho no mercado, pois possui a menor latência e menor perda de células por porta. Sua estrutura interna é implementada em forma de barramento, não sendo muito bom quando se trata de facilidade de expansão do Comutador ATM.

A implementação de Emulação de Redes Locais e Redes Virtuais está embutida no próprio Comutador ATM, porém a FORE recomenda uma máquina que implemente roteamento externo dependendo do desempenho que a rede apresentar. Dependendo do tamanho e complexidade da rede, os processadores dos Equipamentos ATM podem ficar sobrecarregados, comprometendo desta forma o desempenho da rede como um todo. Sendo assim, se houver degradação de desempenho, é necessária a utilização de uma máquina roteadora externa ao Comutador ATM.

Para gerenciamento a FORE utiliza os mesmos pré requisitos das empresas acima mencionadas, seu *software* de gerenciamento é de muito boa qualidade, porém não tão amigável como de alguns outros fornecedores.

Os equipamentos de *Ethernet* Comutado da FORE apresentam interfaces do tipo AUI, o único problema porém é que estes equipamentos quando configurados com padrão AUI, não possuem taxa de transmissão de 10 Mb/s.

Os cartões de adaptação da FORE obedecem todos os requisitos que foram impostos pelo CPqD.

A solução FORE apresenta porém um problema que do ponto de vista da formação da rede do CPqD é muito grave. A configuração de redes virtuais é feita somente em um mesmo equipamento, não sendo possível configurar redes virtuais entre equipamentos, ou seja, entre prédios no caso da estrutura da rede do CPqD. Devido a este motivo, a FORE deixou de ser uma boa solução para a migração da rede do CPqD para uma rede básica ATM e *Ethernet* Comutado por se tratar de uma rede onde vários prédios fazem parte de um mesmo domínio de trabalho.

- NEWBRIDGE

As características dos equipamentos da NEWBRIDGE são descritas abaixo.

- VIVID ATM Workgroup Switch

Este Comutador ATM, [VIVID WORKGROUP SWITCH, 1994] possui 12 interfaces a 155 Mb/s padrão SONET/ SDH em fibra óptica do tipo multimodo ou monomodo com conectores do tipo SC. Este Comutador ATM é do tipo *Stackable*, isto é, pode ser conectado em outro Comutador para aumentar a quantidade de interfaces disponíveis sem prejudicar o desempenho.

- VIVID Yellow Ridge

Este equipamento [VIVID YELLOW RIDGE, 1994] de Comutação *Ethernet*, possui 12 interfaces 10BaseT ou AUI a 10 Mb/s e uma interface a 155 Mb/s padrão SONET/ STM1 UNI em fibra óptica do tipo multimodo ou monomodo com conectores ST ou SC.

Maiores informações sobre estes equipamentos estão no catálogo em anexo.

Os equipamentos ATM da NEWBRIDGE apresentam estrutura interna do tipo Malha, facilitando portanto uma futura expansão. A nível de latência é um pouco melhor que os equipamentos da BAY mas deixam a desejar se comparados com equipamentos da FORE ou 3COM.

A implementação de Redes Virtuais e Emulação de Redes Locais é executada por uma estação de trabalho externa, da mesma forma que a solução da BAY.

Para gerenciamento necessita dos mesmos pré requisitos da solução BAY, porém seu *software* de gerenciamento é de qualidade inferior ao da BAY. Por outro lado, é melhor que os dos outros fabricantes acima mencionados. Um aspecto muito importante do *software* de gerenciamento da NEWBRIDGE se comparado com a BAY, é que este *software* está funcionando para as plataformas de *Ethernet* Comutado e ATM, sendo que a BAY até o momento não possui um gerenciamento ATM nos mesmos moldes que o gerenciamento dos seus equipamentos de *Ethernet* Comutado.

Os equipamentos de *Ethernet* Comutado da NEWBRIDGE apresentam interfaces padrão AUI, um ponto importante para a integração da rede do CPqD.

Os cartões de adaptação da NEWBRIDGE obedecem todos os requisitos que foram impostos pelo CPqD.

4.2.1 - Solução para o Cenário de Rede do CPqD - TELEBRÁS

A análise dos equipamentos acima foi feita verificando qual solução seria melhor para o cenário do CPqD, sendo assim a decisão se resumiu em dois fabricantes, NEWBRIDGE e BAY NETWORKS.

Um dos fatores para a escolha da NEWBRIDGE como melhor empresa a integrar uma rede ATM com a rede de produção do CPqD, foi o aspecto de gerência, pois a BAY não estava apresentando um gerenciamento completo em ATM.

Um outro fator para a escolha da NEWBRIDGE foi que os equipamentos de *Ethernet* Comutado da BAY não possuíam interfaces padrão AUI.

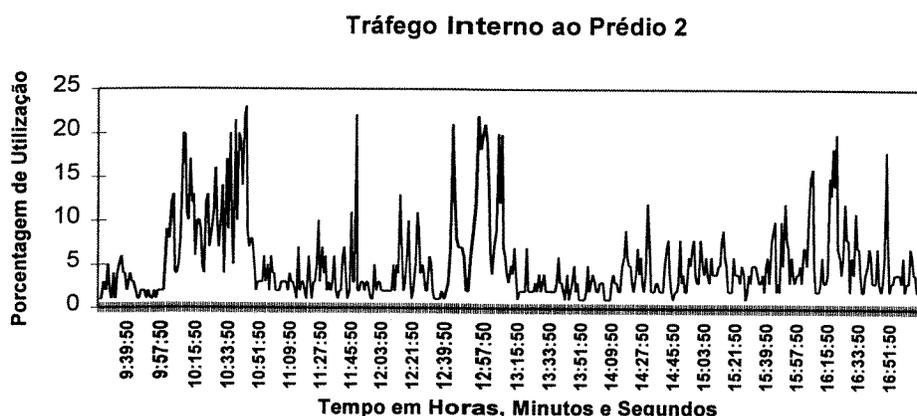
Portanto a escolha técnica para a integração da rede ATM com a rede de produção do CPqD pendeu para a empresa NEWBRIDGE.

5 - Conclusão

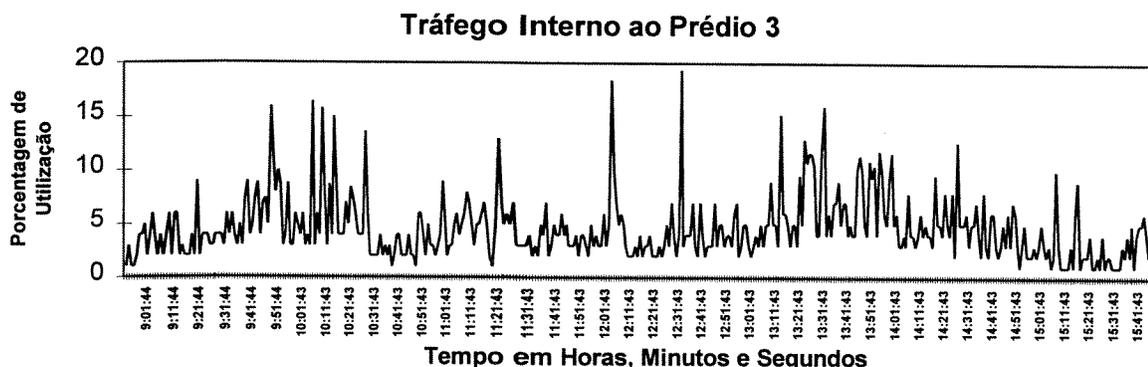
5.1 - Análise de Desempenho

Para se fazer uma análise básica de desempenho da rede do CPqD, foi feita uma monitoração interna com o equipamento *Network Advisor* da HEWLETT PACKARD, nos prédios que receberão os equipamentos ATM e Comutadores *Ethernet*. Esta monitoração tem como objetivo colher dados sobre o tráfego destes prédios, e demonstrar que em muitos locais este tráfego está atingindo a saturação da tecnologia *Ethernet*, a qual está em torno de 40 % da sua utilização. Após mostrar graficamente o tráfego nos prédios, é comentado como a nova rede implantada deverá se comportar.

Abaixo serão mostrados gráficos do tráfego destes prédios.



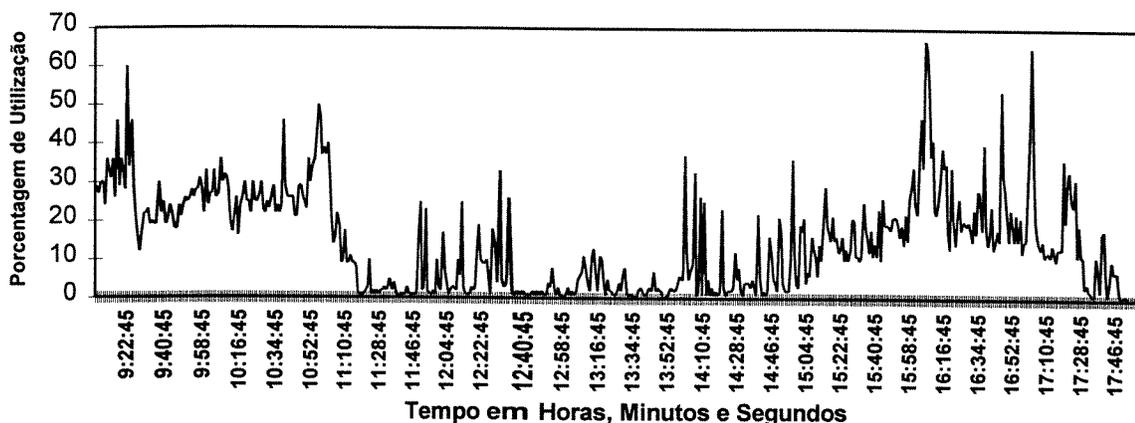
O prédio 2 é um prédio com uma baixa densidade de máquinas, porém seu tráfego em determinados períodos do dia ultrapassa os 20 % de utilização. Caso haja um crescimento do número de máquinas, ou o surgimento de novas aplicações, o desempenho desta rede poderá ser comprometido. Com a instalação de um equipamento Ethernet comutado de 12 portas neste prédio, a banda de transmissão dá um salto de 10 Mb/s para 120 Mb/s. Com esta capacidade de transmissão, a rede atual utilizará no máximo 2 % do total da rede, permitindo desta forma o aumento de aplicações que necessitam de banda de transmissão, bem como aumento da quantidade de máquinas no prédio.



Do ponto de vista de tráfego, o prédio 3 é um prédio muito bem comportado. Este prédio é em sua maioria ocupado com pessoal administrativo. Sendo assim, mesmo possuindo uma grande quantidade de máquinas onde a maioria são PCs, o tráfego utilizado na rede é

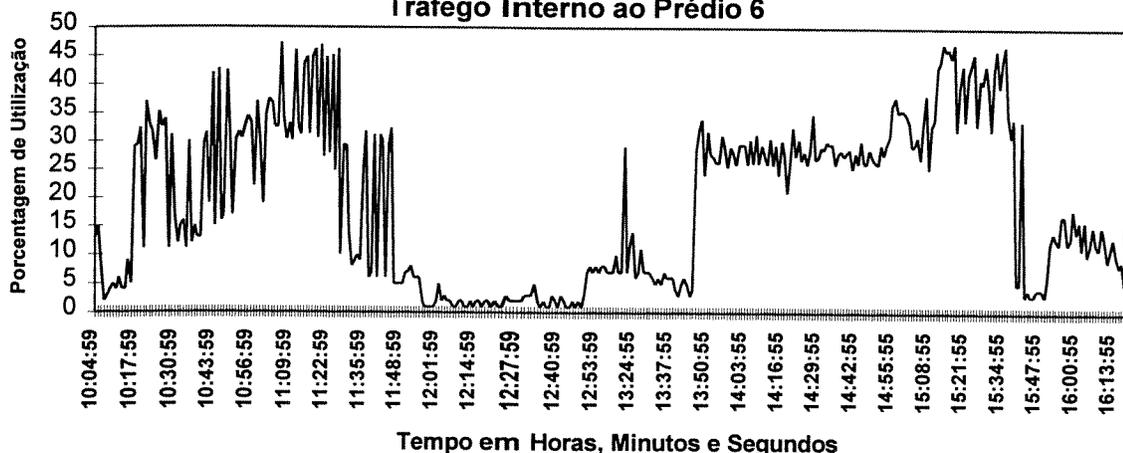
muito pequeno. Com a instalação de um equipamento Ethernet comutado de 12 portas no prédio 3, a expectativa de comportamento do tráfego será igual a do prédio 2, onde o máximo de utilização da rede não ultrapassará 2 % com as aplicações atuais.

Tráfego Interno ao Prédio 4



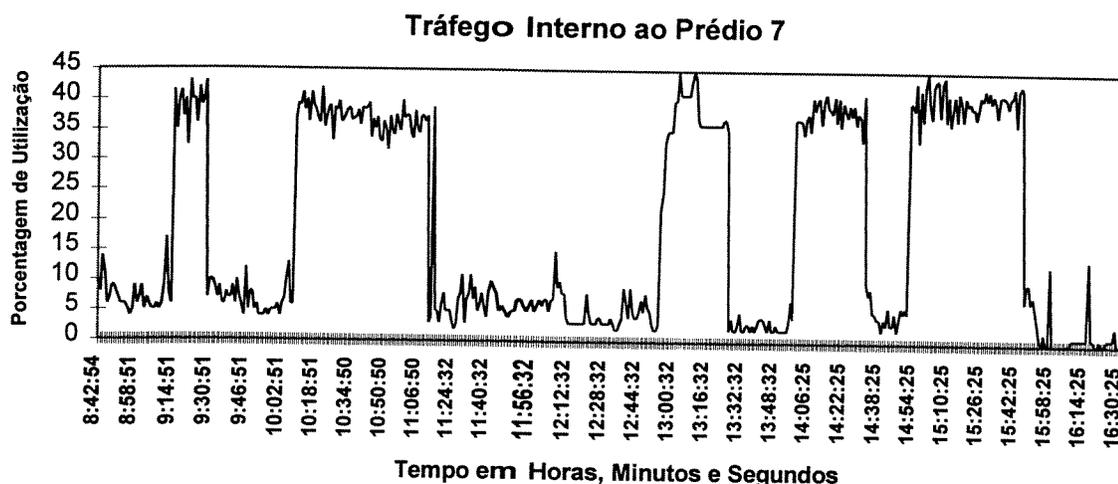
O prédio 4 é um dos prédios de maior concentração de máquinas do CPqD, sendo assim, o tráfego coletado internamente demonstra claramente que este prédio chegou a saturação da banda de transmissão. Como é exibido no gráfico acima, em muitos períodos do dia o tráfego interno deste prédio ultrapassa os 60 % de utilização. Com esta grande quantidade de tráfego, a porcentagem real de utilização começa a decrescer devido a grande quantidade de colisões e retransmissões. Com a implantação de um equipamento Ethernet comutado e um comutador ATM de 12 portas, a capacidade de transmissão do prédio sobe para 1.8 Gb/s e desta forma somente 0,3 % da rede será utilizada em efetivo. Porém somente 2 portas do equipamento de comutação ATM será utilizado nesta fase, sendo assim, a banda efetiva do prédio é da ordem de 120 Mb/s referente ao comutador Ethernet, pois os 155 Mb/s da porta do comutador ATM estão alocados para uma nova estação servidora global ao CPqD. Além disso, com a implantação de redes virtuais utilizando as servidoras a 10 Mb/s e a servidora ATM, haverá uma equalização geral de tráfego no prédio que deve ser da ordem de 5 % da rede.

Tráfego Interno ao Prédio 6

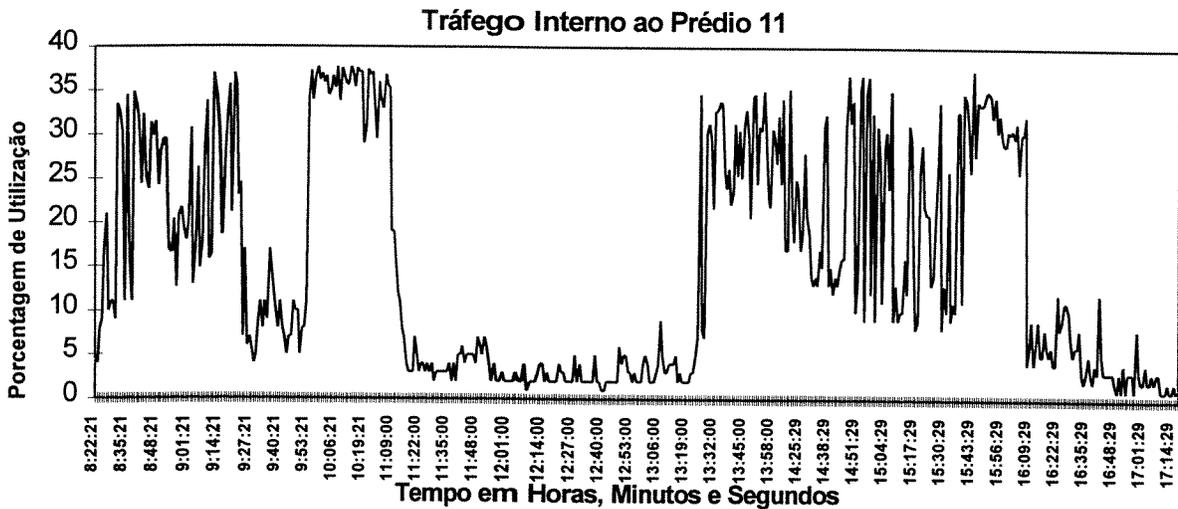


O prédio 6 é onde se concentra o tráfego da rede básica do CPqD, desta forma o seu tráfego reflete como está o tráfego geral do CPqD. Como pode ser observado no gráfico acima, o tráfego da rede básica muitas vezes ultrapassa os 40 % e raramente é menor que 25%. Isto

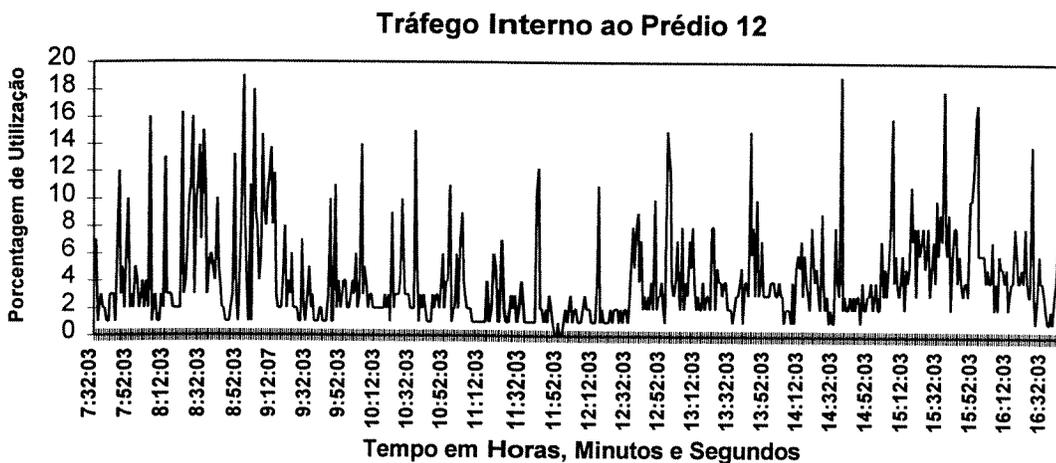
mostra que a rede básica está entrando em saturação, e que dificilmente nesta rede poderá ser implantada qualquer aplicação que necessite de uma banda um pouco maior de rede. Caso uma aplicação deste tipo seja implantada, a rede poderá entrar em colapso. Com a instalação de 2 equipamentos Ethernet comutado, juntamente com as servidoras ATM, e os 2 equipamentos de comutação ATM, a banda de transmissão deste prédio deverá ser da ordem de 220 Mb/s já que 2 portas do comutador Ethernet serão conectadas a 2 prédios distintos e as estações ATM são servidores globais ao CPqD. Desta maneira, a porcentagem de utilização máxima no prédio o qual reflete o tráfego da rede básica do CPqD será de no máximo 2 %. Este decréscimo acentuado deve-se também a configuração de rotas de grande tráfego que serão implantadas entre prédios 7 e 11.

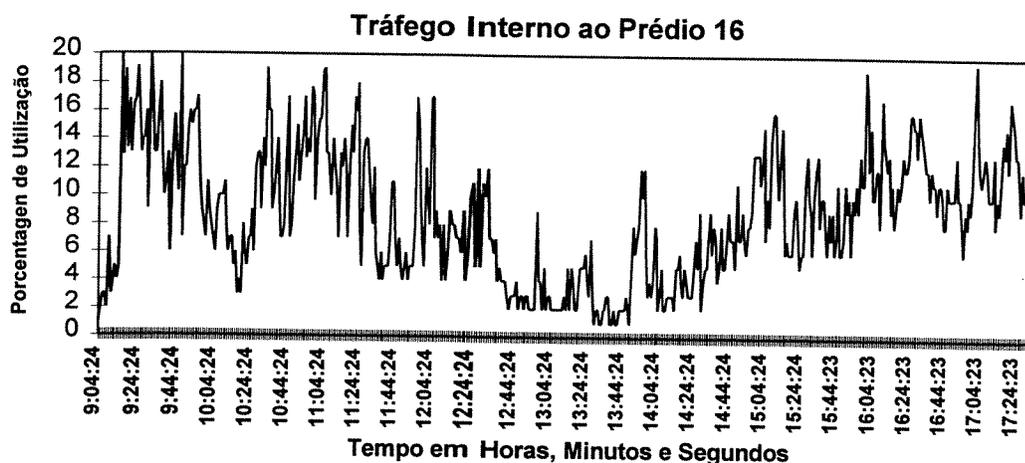
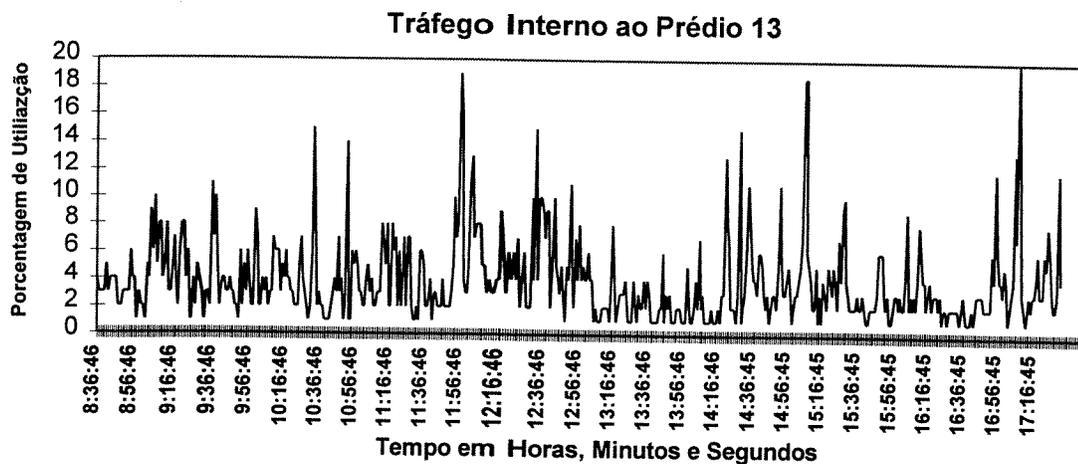


No prédio 7 há uma grande concentração de máquinas. Como é demonstrado no gráfico acima, o tráfego deste prédio é intenso e além disso possui muita oscilação de carga. A oscilação de carga na rede é devido ao tipo de aplicação utilizada neste prédio, onde de tempos em tempos ocorre grandes montagens de discos e compartilhamento de diversas bibliotecas para a concepção de *Softwares*. Com a instalação de um comutador ATM e 3 comutadores Ethernet, a banda total de transmissão do prédio chega a 360 Mb/s distribuídos em diferentes redes virtuais. Se não houvesse a necessidade de instalação de algumas máquinas a 10 Mb/s dedicado que trocam informações diretamente com o prédio 11, a porcentagem máxima de utilização da rede não ultrapassaria 1,3 %. Porém com esta implementação o tráfego geral do prédio não ultrapassará 2 %, pois um equipamento de Ethernet comutado, será basicamente dedicado às que trocam dados com o prédio 11.



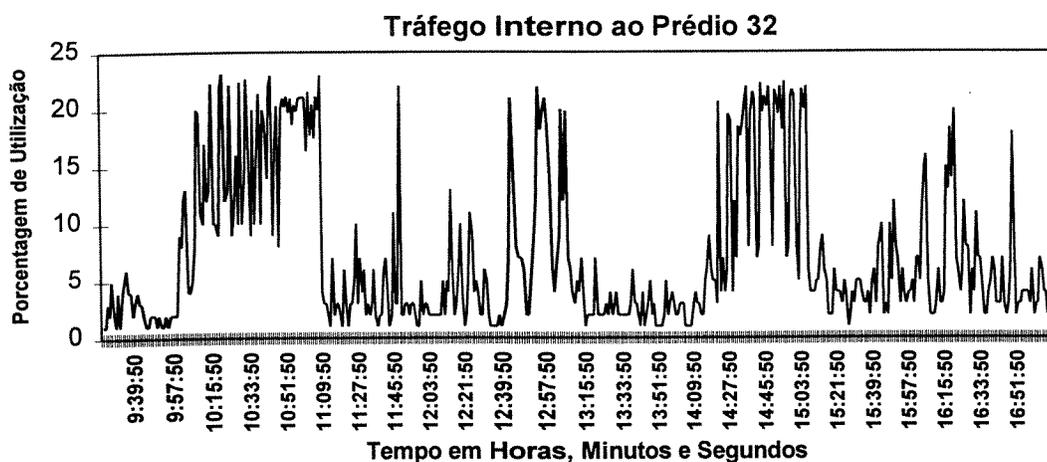
Como pode ser observado no gráfico acima, o tráfego do prédio 11 é muito intenso. Durante todo o tempo de amostragem o tráfego permaneceu entre 30 e 35 %. As aplicações neste prédio são aplicações que exigem grandes trocas de informações em períodos constantes, já que neste prédio são desenvolvidos projetos onde a base é o processamento de sinais. Instalando-se porém, 3 equipamentos de comutação Ethernet e um comutador ATM, basicamente o tráfego atual irá utilizar uma banda de 220 Mb/s já que um equipamento de comutação Ethernet será dedicado a estações conectadas diretamente a 10 Mb/s que trocam informações com o prédio 7. Desta maneira, o tráfego do prédio não ultrapassará 1,5 % da rede.





Nos prédios 12, 13 e 16 o tráfego coletado é considerado de moderado a baixo. Porém estes prédios contribuem muito para o aumento global do tráfego da rede básica do CPqD, sendo assim, a utilização de comutadores *Ethernet* se justifica com a finalidade de criação de redes virtuais.

Como os prédios 12, 13 e 16 possuem um tráfego comportado, que chegam no máximo a 20 % de utilização com uma banda de transmissão a 10 Mb/s. Esta banda sendo aumentada para 120 Mb/s, o tráfego representará no máximo 1,7 % de utilização de rede por prédio.



O prédio 32 é um local onde as máquinas geram uma quantidade muito grande de tráfego. Isto foi concluído devido a pequena quantidade de máquinas instalada neste prédio perante o tráfego coletado. Neste prédio são desenvolvidos projetos de antenas, onde algoritmos matemáticos são muito utilizados por todas as máquinas deste local. O objetivo da implantação de um comutador Ethernet é aumentar a banda de transmissão a 120 Mb/s e desta forma possibilitar um crescimento em termos de máquinas e aplicações que uma rede a 10 Mb/s não suportaria. O tráfego gerado por estas máquinas, com a instalação do novo equipamento de rede não ultrapassará 2 %.

Como mostrado acima, o máximo de utilização da rede em um prédio será aproximadamente 5 %. Desta maneira o tráfego máximo que será permitido em uma conexão é a somatória do tráfego de todos os prédios, o qual seria em torno de 22 % mantendo-se as mesmas máquinas com as mesmas aplicações. Porém a possibilidade do tráfego de todos os prédios passarem por uma única conexão é infinitamente pequena, o que garante em muito o crescimento de tráfego nesta rede.

5.2 Garantia de Crescimento da Rede

Com a implantação da rede básica ATM no CPqD juntamente com os equipamentos de comutação *Ethernet*, haverá um aumento da largura de banda de aproximadamente 10 vezes o valor atual. Este ganho se torna mais significativo com a aplicação de redes virtuais, as quais terão como função disciplinar o tráfego do CPqD.

Como visto anteriormente, a rede atual do CPqD, a qual é baseada em equipamentos *Ethernet* compartilhados, praticamente está entrando em saturação. Atualmente o conceito de crescimento da rede não é somente vinculado a quantidade de máquinas que estão acessando um meio de transmissão, mas também as aplicações que são disponibilizadas para os diversos grupos de usuários desta rede.

Um caso típico da citação acima, é a implantação de correios eletrônicos multimídia. Estudos comprovam que o tráfego de correios eletrônicos tendem a triplicar com esta implantação. Isto não ocorre somente pelo conteúdo de dados de cada arquivo, mas pela facilidade de utilização e comunicação, ocorre um aumento significativo de usuários deste tipo de aplicação.

A tecnologia ATM oferece uma facilidade muito grande para o crescimento de uma rede. Esta facilidade é devido a grande variedade de taxas de transmissão disponíveis no mercado. Os equipamentos disponíveis no mercado atualmente oferecem taxas de 25, 50, 100, 155 e 622 Mb/s. Para 1997 as fabricantes de Comutadores ATM deverão lançar no mercado interfaces a 2,5 Gb/s. Com taxas de transmissão desta ordem, o crescimento da rede utilizando

esta tecnologia é garantido, pois há taxas de transmissão que poderão ser alocadas desde PCs, até Redes Básicas (*backbones*).

Nos equipamentos de comutação *Ethernet*, o crescimento da rede é garantido devido a banda de transmissão ser comutada. Isto significa uma banda real de 10 Mb/s dedicada para cada nó da rede, pois o objetivo a ser alcançado na rede do CPqD é uma interface de 10 Mb/s para cada equipamento. Em média, os nós da rede do CPqD possuem uma taxa de transmissão de aproximadamente 150 kb/s. Com a migração de todas as máquinas para *Ethernet* comutado, há um aumento na banda de transmissão de aproximadamente 60 vezes, garantindo desta forma taxas de transmissão para uma quantidade muito grande de aplicações disponíveis no mercado.

Uma das aplicações que pode ser disponibilizada é a video-conferência. Estudos internos mostram que uma ótima taxa de transmissão para este tipo de aplicação encontra-se na faixa de 2,5 Mb/s. Taxas menores podem ser utilizadas. Para uma video-conferência de boa qualidade, porém, a taxa ideal é de 2,5 Mb/s.

5.3 - Estado atual de implantação

Atualmente, abril de 1996, os equipamentos adquiridos para implantação da nova rede do CPqD estão em testes pré-operacionais em ambiente controlado, onde quaisquer mudanças que sejam feitas na configuração destes equipamentos não venham a interferir na rede de produção do CPqD.

O objetivo destes testes é configurar e interligar todos os novos equipamentos de rede para que a migração da rede atual para a futura seja a menos traumática possível. Além dos testes de configuração e confiabilidade, estão sendo testadas aplicações multimídia desenvolvidas sobre o protocolo TCP/IP em *Ethernet* Comutado a 10 Mb/s e em ATM a 155 Mb/s. Observou-se, entretanto, que o desempenho das aplicações não está vinculado à taxa de transmissão e sim ao processador das estações de trabalho. Para uma comparação de aplicações multimídia, está sendo estudada a aquisição de *softwares* desenvolvidos sobre AAL5 do ATM. Acredita-se que estes *softwares* vão proporcionar um aumento de desempenho das aplicações devido ao seu baixo *overhead*.

6 - Algoritmo para o projeto de uma rede ATM

Para que o projeto e implantação de uma rede ATM sejam bem sucedidos, há a necessidade de seguir algumas fases. Estas fases tem como objetivo mostrar de uma maneira macro, as principais necessidades desde a especificação até a instalação de uma rede ATM. Estas fases estão descritas nos itens abaixo:

6.1 - Monitoração em todos os locais onde ocorrerá a implantação de uma nova rede.

A execução desse item tem como finalidade verificar o comportamento da rede. Isto é, analisar os parâmetros de comunicação que servem para diagnosticar problemas que possam interferir na nova rede.

6.2 - Mapeamento lógico da rede.

O mapeamento lógico da rede é necessário para quantificar as portas de 155 Mb/s e de 10 Mb/s, bem como para configuração de redes virtuais. Este mapeamento esta dividido em alguns itens que serão descritos abaixo:

1- Mapeamento das estações servidoras (Disco, Impressão e Softwares).

2- Mapeamento das estações que necessitam de grande banda de transmissão, isto é, as estações que mais trafegam dados na rede. Esta informação pode ser retirada dos dados de monitoração.

3- Mapeamento de estações de trabalho que virão a ser grandes usuárias da rede. A partir da disponibilidade da banda de transmissão, algumas estações de trabalho poderão ser utilizadas com Softwares que preencham toda a banda disponível. Estes dados podem ser conseguidos através dos responsáveis pela aquisição de novos Softwares e ferramentas para estações de trabalho.

4- Mapeamento das estações que são clientes de uma ou várias estações servidoras.

6.3 - Definição das interfaces de 10 Mb/s e 155 Mb/s.

Após a monitoração e o mapeamento lógico da rede, verificar quais as estações que serão conectadas a 155 Mb/s, a 10 Mb/s dedicado ou irão compartilhar uma porta a 10 Mb/s. Isto é necessário para um dimensionamento da quantidade de portas a 155 Mb/s ATM e portas 10 Mb/s Ethernet dedicadas.

6.4 - Gerenciamento.

Verificar qual o sistema de gerenciamento que está sendo utilizado pela atual rede de produção. Caso não haja sistema de gerência, optar por um que tenha grande participação no mercado. Verificar também a possibilidade de integração do sistema de gerência da rede ATM com o sistema de gerência da rede de produção atual.

6.5 - Estimativa de tráfego entre diferentes localidades.

- Após a coleta dos dados acima mencionados, é possível estimar o tráfego de informação que ocorrerá entre diferentes localidades. Sendo assim, há a possibilidade de especificar a quantidade de cabos ópticos que serão necessários para a confecção da rede básica, a quantidade de cordões monofibra que interligarão os comutadores ATM e Ethernet comutado à rede, e os cordões monofibra que interligarão as estações ATM até os comutadores ATM.

6.6 - Pesquisa de Mercado.

Entrar em contato com os principais fabricantes e fornecedores de soluções ATM do mercado, e conhecer o máximo possível dos equipamentos. Nesta fase é possível verificar qual é a melhor solução que existe no mercado para o projeto de rede a ser implantado. Nesta melhor solução deve ser focado não só as qualidades técnicas, mas também as financeiras.

6.7 - Instalação e configuração da Rede ATM.

Quanto a instalação dos equipamentos, esta deve ser feita em ambiente totalmente separado da rede de produção. Sendo assim, todas as configurações quanto possíveis ajustes devem ser muito bem testados antes da migração da rede antiga para a nova. Estes testes são necessários para que a migração seja a menos traumática possível, não gerando desta forma um descrédito em uma nova tecnologia por problemas de configuração.

7 - Referências

7.1 - Referências de Autores

[CABRAL, 1994] - Cabral, Felix Feichas - Tecnologia ATM como Suporte da TELEMIG para Serviços de Faixa Larga - I Seminário TELEBRÁS Redes e Serviços Faixa Larga. Julho, 1994

[CHAO, 1994] - Chao, H. Jonathan - IP on ATM Local Area Networks - IEEE Communications, August 1994

[DE PRYCKER, 1991] - De Prycker, Martin - Asynchronous Transfer Mode: Solution for Broadband ISDN - Ellis Horwood, 1991

[HEINANEN, 1993] - Heinanen, Juha - Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5 - RFC 1483, July 1993

[KAVAK, 1995] - Kavak, Nail - Data Communication in ATM Networks - IEEE Network, May/June 1995

[KING, 1994] - King, Steven S. - Switched Virtual, Internetworking Moves Beyond Bridges and Routers - Data Communications, September 1994

[MANDEVILLE, 1995] - Mandeville, Robert - The ATM Stress Test - Data Communications, March 1995

[MARTIN and CHAPMAN, 1989] - Martin, J. and K. Chapman - Local Area Networks Architectures and Implementations - Prentice Hall, 1989

[MOLLOY, 1992] - Molloy, Maureen - Asynchronous Transfer Mode: The Future for WANs and LANs - Telecommunications, December 1992

[NEWMAN, 1994] - Newman, Peter - ATM Local Area Networks - IEEE Communications, March 1994

[NUNES, 1991] - Nunes, Edmundo C. - O DQDB como Padrão Para Redes Metropolitanas - Revista TELEBRÁS - TECNOLOGIA V15, Nº 54 Dezembro 1991

7.2 - Referências Empresariais

[ALLES, 1995] - Anthony Alles - ATM INTERNETWORKING - Cisco Systems, May 1995

[AMP, 1992] - Designer Guide to Fiber Optics - Harrisburg, PA - AMP Incorporated, 1992

[CELLPLEX 7000, 1994] - 3COM, Catálogo do Equipamento de Comutação ATM

[CHIPCOM, 1994] - ATM: Expanding The Frontier of Networking - Chipcom White Paper, 1994

[ETHERCELL, 1994] - Bay Networks, Catálogo do Equipamento de Comutação Ethernet

[FORERUNNER LAX-20, 1994] - FORE Systems, Catálogo do Equipamento de Comutação Ethernet

[FORERUNNER ASX-200, 1994] - FORE Systems, Catálogo do Equipamento de Comutação ATM

[IBM, 1993] - ATM FROM IBM: Delivering The High-Speed Network Technology For The 21st Century - IBM White Paper, 1993

[IBM, 1994] - A building Planning Guide for Communications Wiring - International Business Machines Corporation, 1994

[LATTISCELL, 1994] - Bay Networks, Catálogo do Equipamento de Comutação ATM

[LIGHTSTREAM 100, 1995] - Cisco Systems, Catálogo do Equipamento de Comutação ATM

[LIGHTSTREAM 2020, 1995] - Cisco Systems, Catálogo do Equipamento de Comutação Ethernet

[LINKSWITCH 2700, 1994] - 3COM, Catálogo do Equipamento de Comutação Ethernet

[NEWBRIDGE, 1994] - Issues in ATM LAN Emulation - Newbridge White Paper, 1994

[OLIVER, 1995] - Oliver, Christopher - Virtual Networking With Cabletron's SecureFast Switching - Cabletron Systems, 1995

[VIVID YELLOW RIDGE, 1994] - Newbridge Networks, Catálogo do Equipamento de Comutação Ethernet

[VIVID WORKGROUP SWITCH, 1994] - Newbridge Networks, Catálogo do Equipamento de Comutação ATM

7.3 - Normas Técnicas

[IEEE DQDB, 1990] - Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Subnetwork of a Metropolitan Area Network - Project 802.6, October 1990

[ISO 8802.3, 1990] - Local Area Networks - Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications. Second Edition - New York, NY, 1990

[ITU-T, I.361] - Recomendação I.361 - B-ISDN ATM layer Specification, 1990 - 1991

[ITUT, I.432] - Recomendação I.432 - B-ISDN User Network Interface - Physical Layer Specification, 1990 - 1991

ANEXO 1

Teste de Desempenho de Comutadores ATM

A DATA COMMUNICATIONS juntamente [MANDEVILLE, 1995] com o ENL (*European Network Laboratories*) de Paris, aplicaram um teste em comutadores ATM de diversos fabricantes para verificar qual deles possui um melhor desempenho.

O objetivo do teste é verificar o comportamento dos tráfegos de multimídia em um comutador ATM, quando este estiver ao mesmo tempo manipulando tráfego de dados em rajadas. Efetivamente um comutador ATM é mais do que manipular células rapidamente. A habilidade de manipular diferentes tipos de tráfegos, diferentes taxas e diferentes cargas é o que diferencia os comutadores ATM do mercado.

Um comutador deve apresentar uma baixa latência, isto é, o tempo que uma célula leva para atravessar o comutador e uma eficiente *bufeização* de células (Memória e filas necessárias para manipular congestionamentos e tráfegos em rajadas).

Para a realização dos testes, 14 fabricantes de equipamentos ATM foram convidados.

- Bay Networks Inc.
- Cisco Systems Inc.
- Digital Equipment Corp.
- Fore Systems Inc.
- Fujitsu Network Switching of America Inc.
- General Datacomm Inc.
- Hughes Network Systems Inc.
- IBM
- Lightstream Corp.
- NEC America Inc.
- Network Equipment Technologies Inc.
- Newbridge Networks Corp.
- Northern Telecom Ltd.
- 3Com Corp.

Apenas sete aceitaram participar.

- Bay Networks Inc.
- Cisco Systems Inc.
- Digital Equipment Corp.
- Fore Systems Inc.
- Lightstream Corp.
- Newbridge Networks Corp.
- 3Com Corp.

O ENL fez avaliações no desempenho e capacidade de gerenciamento de tráfego dos comutadores ATM. Para a sequência de testes foi utilizado um analisador ATM -100 da Wandel & Goltermann.

Metodologia

Foram executados quatro testes de desempenho e três de gerenciamento de tráfego. Um circuito virtual serviu como a base para todas as medidas. As células neste circuito virtual são comutadas através de duas ou quatro interfaces do comutador ATM em teste. Nestes testes foi utilizada uma técnica chamada (*tromboning*), onde o tráfego injetado em uma interface é devolvido ao comutador ATM através interligações de duas três ou quatro interfaces. Com esta técnica é possível carregar completamente um comutador ATM utilizando somente um gerador de tráfego.

O primeiro teste de desempenho coletou valores para atrasos de células e variações de atrasos de células. O gerador de tráfego transmitiu um único fluxo de 7,488 Mb/s através de um único canal virtual. As células foram transmitidas a intervalos regulares de uma célula para cada 20 períodos de células, como efetivamente é o comportamento de um tráfego CBR. O tráfego em um circuito virtual foi comutado através de duas interfaces. Nenhum outro tráfego foi gerado para o comutador neste mesmo tempo.

O segundo teste de desempenho verifica se existe um aumento no atraso das células quando o tráfego de 7,488 Mb/s é comutado por quatro interfaces.

O terceiro teste de desempenho tem como finalidade verificar a degradação de desempenho quando todas as interfaces do comutador são carregadas completamente. Neste caso o gerador transmitiu 100 fontes de 1,498 Mb/s sobre um único canal virtual, totalizando 149,8 Mb/s. Este circuito virtual é comutado através de quatro interfaces *full-duplex* do comutador ATM totalizando uma carga para o comutador de 1,244 Gb/s.

O quarto teste de desempenho, é o teste de *crosstalk* entre uma interface congestionada e outra não congestionada. O testador gerou dois fluxos paralelos, cada fluxo utilizando interfaces separadas. O primeiro foi gerado por uma fonte de 7,488 Mb/s de tráfego CBR. O segundo consiste de um tráfego VBR com taxas de 1,498 Mb/s até 149,8 Mb/s.

O primeiro teste de gerenciamento de tráfego verificou a habilidade do comutador ATM em proteger o tráfego CBR, quando este for enviado a uma interface congestionada. Dois fluxos de dados são enviados para uma mesma interface, um deles de 7,488 Mb/s CBR e outro de 0 até 149,8 Mb/s de tráfego VBR. O analisador registrou o efeito do congestionamento no desempenho do tráfego de 7,488 Mb/s CBR.

O segundo teste de gerenciamento de tráfego tentou verificar um problema conhecido como (*head-of-line blocking*). Este termo é utilizado quando o tráfego de alta prioridade é atrasado por um tráfego de baixa prioridade, isto é, o tráfego de baixa prioridade está na frente em uma determinada fila. Neste teste foram gerados dois fluxos de dados CBR um a 7,488 Mb/s e outro a 149,8 Mb/s, estes fluxos são comutados de uma única interface para duas interfaces diferentes, uma congestionada por um fluxo de 149,8 Mb/s e outra não congestionada. O teste verifica se o fluxo CBR que não é comutado para a interface congestionada, tem perda de desempenho ou de células.

O terceiro teste de gerenciamento de tráfego, verifica o tamanho dos *buffers* dos comutadores testados. O gerador envia 192 células em rajadas de tráfego VBR correspondendo a 9 kbytes de quadro IP, onde este é o comprimento máximo do quadro IP clássico sobre ATM, para uma interface já saturada por um tráfego de 149,8 Mb/s.

Gerência de Tráfego

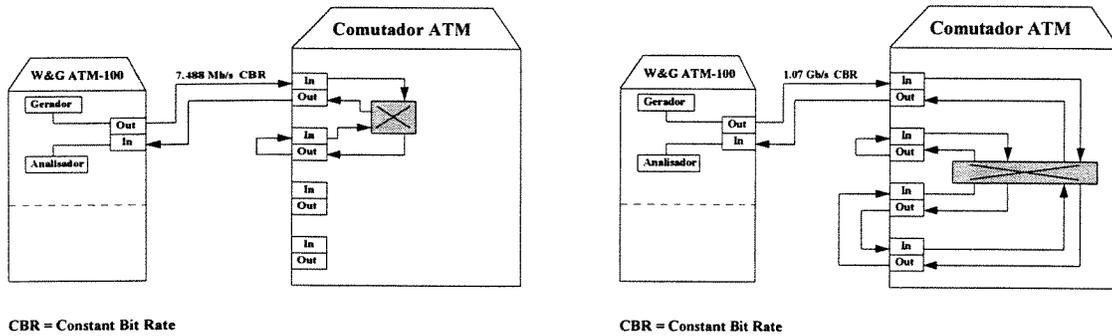
Esta parte do teste teve 2 objetivos, o primeiro foi verificar se o comutador podia garantir a entrega de dados sensíveis a atrasos como voz e vídeo, enquanto também manipulava tráfegos menos críticos. E o segundo foi determinar se o congestionamento de uma interface do comutador afetou os circuitos virtuais de outras interfaces.

O melhor desempenho foi alcançado pelo ASX - 200 da Fore. Mesmo quando as interfaces estão congestionadas, ele continua a alocar a banda necessária para voz e vídeo. O Lightstream 2020 também fez um bom trabalho devido ao seu grande *Buffer*. O LattisCell da Bay Networks protegeu bem o tráfego CBR enquanto manteve o menor aumento proporcional em latência. O Mainstreet 36150 da Newbridge, Cellplex 7000 da 3Com não conseguiram proteger totalmente o tráfego CBR.

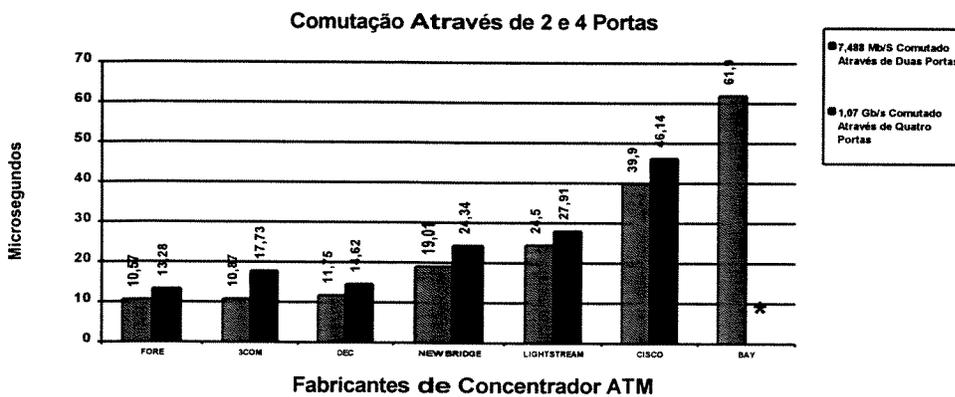
Com exceção do Hyperswitch A100 da Cisco e o Gigaswitch da DIGITAL, todos os comutadores não tiveram os circuitos virtuais de uma interface descongestionada afetados por uma interface congestionada.

Latência

O teste básico de latência executado pelo ENL, foi em um único circuito virtual transportar um fluxo de 7,488 Mb/s de tráfego CBR através de duas interfaces e aumentar este fluxo para 1.07 Gb/s através de quatro interfaces *full-duplex* do comutador, como mostrado na figura abaixo.



Para gerar o tráfego foi utilizado o analisador ATM - 100 da Wandel & Goltermann. Na execução deste teste o tráfego de gerenciamento foi desabilitado em todos os comutadores, com exceção do Lattiscell da Bay Networks que não permite desabilitar este fluxo. Os resultados estão apresentados no gráfico abaixo.



* No equipamento da Bay o Tráfego de gerenciamento não pode ser desabilitado, não sendo possível manipular 155 Mb/s através de quatro interfaces

Desempenho do Jitter

Mas latência não é o único problema para aplicações de tempo real. Os comutadores não somente tem que entregar as células rapidamente, mas também com consistência. O ENL

fez medidas em dois tipos de *jitter*: A variação de atraso das células, e a variação do atraso entre células.

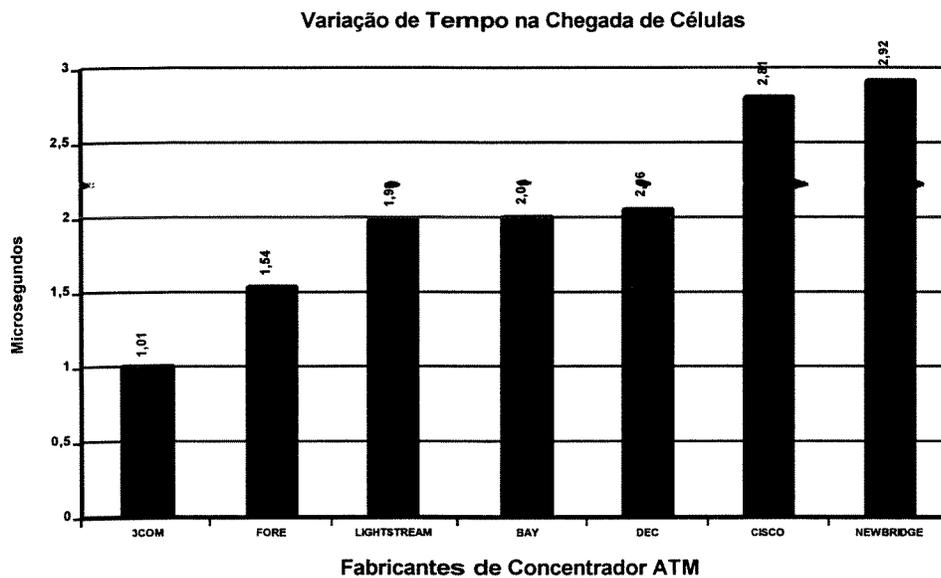
Quando as células possuem diferentes tempos para cruzar o comutador, a variação deste atraso é conhecido como variação de atraso das células. Esta flutuação, pode destruir o tráfego CBR que depende da entrega das células em intervalos precisos de tempo.

Quando a latência é constante, as células são entregues em intervalos constantes, porém se a latência variar o intervalo das células é flutuante.

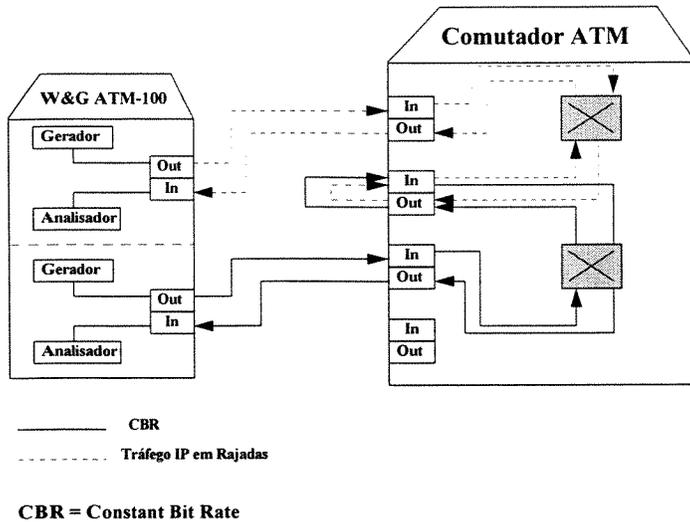
Para executar a medida da variação das células, foi analisada uma amostra de 2,5 milhões de células. O ENL gerou um tráfego de 7,488 Mb/s contendo uma célula de dados a cada 54,6 microsegundos e comutou através de duas interfaces. O fluxo de células transmitido, foi uma célula de dados seguidas de 19 células vazias.

A variação da 3Com foi de 0,96 μ s, Fore 1,25 μ s, DEC 1,39 μ s, Bay 1,41 μ s, Lightstream 1,66 μ s e Newbridge 2,03 μ s. Quando tráfego acima foi comutado através de quatro interfaces, obteve-se os seguintes resultados: 3Com 0,95 μ s, Cisco 3,27 μ s, Bay 2,17 μ s, DEC 3,95 μ s, Newbridge 4,83 μ s.

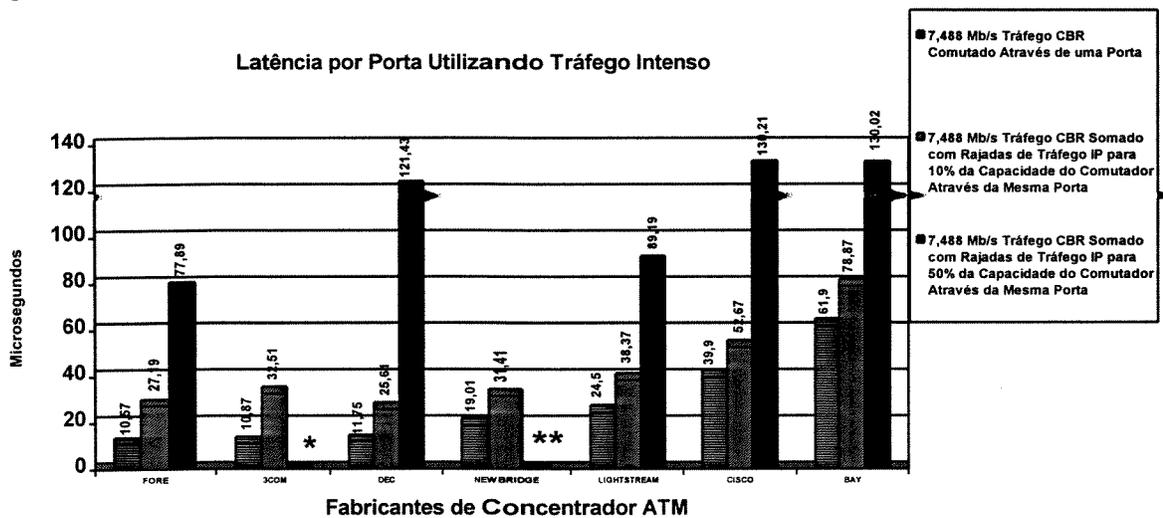
A variação entre células foi baixa quando a taxa utilizada foi de 7,488 Mb/s através de duas interfaces, conforme é mostrado na figura abaixo.



O ENL verificou se estes comutadores podiam manipular tráfegos mistos como encontrados no mundo real. Desta forma foram enviados para uma mesma interface um tráfego de 7,488 Mb/s do tipo CBR e um tráfego em rajadas do tipo IP. O tráfego IP consiste de quadros de 9 kbytes, o maior permitido pelo IP clássico sobre ATM, o qual foi especificado pelo IETF (*Internet Engineering Task Force*). Isto pode ser visualizado na figura abaixo.



O objetivo foi verificar se o comutador podia proteger o tráfego CBR. Na primeira série de testes, os dados em rajadas ocuparam 10 % da banda da interface do comutador. Na segunda série, os dados em rajadas ocuparam 50 % da capacidade da interface do Comutador. Quando o tráfego IP passou pela interface do concentrador, a latência do tráfego CBR deu um salto significativo. Isto pode ser observado na figura abaixo.



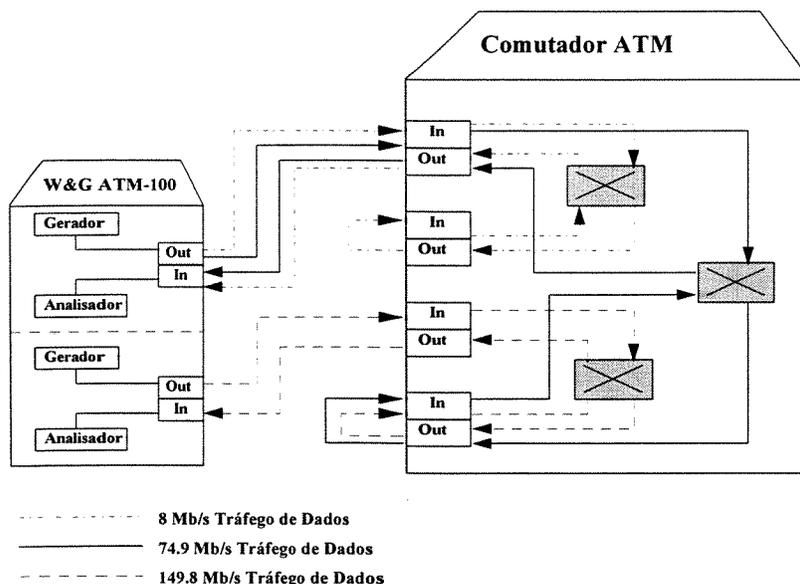
* 3Com perdeu 12 % das células
 ** Newbridge perdeu 8 % das células

Bloqueio pelo Cabeça da Fila

O ENL quis verificar se o congestionamento em uma interface afetaria o tráfego em uma interface descongestionada. Este fenômeno é conhecido como bloqueio pelo cabeça de fila, este tipo de problema pode indicar uma certa fragilidade na arquitetura do comutador.

Para executar este teste o ENL enviou dois fluxos de dados para saídas distintas, sendo uma delas congestionada. Cinco dos sete comutadores manipularam esta situação admiravelmente. Os dados enviados para a interface congestionada foram perdidos, mas isto não afetou o tráfego da interface descongestionada. O equipamento da Cisco e o da DEC por

outro lado tiveram problemas, pois houve derrame de células da interface congestionada para a interface descongestionada. A figura abaixo ilustra como foi executado este teste.



Conclusões

O Forerunner ASX - 200 oferece mais que adequada velocidade de comutação, juntamente com um gerenciamento de tráfego e capacidade de *buffers* necessária para a futura interligação de redes básicas ATM.

O Lightstream 2020 também oferece forte capacidade no gerenciamento de seus dados e enormes *buffers* de entrada e saída.

O Lattiscell da Bay Networks é bem balanceado, porém é lento. O atraso nas células são aproximadamente seis vezes o equipamento da Fore, embora é importante notar que a latência não aumenta acentuadamente com a carga. O Lattiscell possui pouca velocidade, mas parece ser muito confiável.

O Hyperswitch A100 da Cisco manipula baixos tráfegos com atrasos toleráveis. A latência porém aumenta dramaticamente com o aumento do volume de dados.

Alguns comutadores não chegaram perto para uma comparação, Gigaswitch da DIGITAL, Cellplex 7000 da 3Com, Mainstreet 36150 da Newbridge. Estes comutadores demonstraram pouca latência para baixas cargas, mas eles tiveram uma tendência de perder células quando bombardeados com grandes rajadas de dados. Esta perda é devido ao tamanho do *buffer* ser insuficiente para manipulação de tráfegos em rajadas.

ANEXO 2



CELLplex 2000

ATM Backbone Switch

High-speed ATM switching for building/campus network backbones

CELLplex™ 2000 is a high-performance, modular ATM (Asynchronous Transfer Mode) switch designed to dramatically boost performance in building and campus backbones. The switch can interconnect 3Com LinkSwitch™ 2000 ATM workgroup switches or CELLplex 1200 departmental switches. It can also directly attach to high-performance end systems to create a seamless, high-speed Ethernet/ATM network.

In addition, CELLplex 2000 lets you greatly increase the aggregate bandwidth of a backbone using 155 Mbps OC-3 SONET broadband standard interfaces to collapsed backbone devices, such as intelligent switching hubs or high-performance, multiprotocol bridge/routers, as well as to other CELLplex 2000s to form the campus ATM backbone.

The switch features a sophisticated 16x16 ATM switching engine that provides a switching fabric for up to four 4-port interface cards. For added flexibility, each card can accommodate either of two types of interface module: a 155 Mbps OC-3 multimode fiber module for building/campus connections, or a 45 Mbps DS-3 module for WAN links.

The CELLplex 2000 switching engine employs a cut-through, non-blocking, self-routing architecture that can handle up to 2.56 Gbps of traffic. This high-speed architecture makes it possible for each port to support up to 4096 virtual channel connections—both point-to-point and point-to-multipoint. The switch's 20.48 Gbps passive backplane enables future expansion to high port-density interface cards and higher speed ports.

The switching engine's on-board i960 processor handles all advanced software features, including SVC (Switched Virtual Circuit) signaling and SNMP (Simple Network Management Protocol) management.

To meet the stringent reliability requirements of mission-critical networks, the CELLplex 2000 switch provides redundant power supplies, hot-swappable modules, an optional backup switching fabric, and automatic congestion management, making it an ideal building block for the ATM-based campus backbone network.

Key Benefits:

- A 16x16 ATM switching engine provides full-rate, non-blocking switching for complete ATM bandwidth access.
- Choose from OC-3 155 Mbps ATM interfaces for local connectivity or DS-3 SONET interfaces for WAN links.
- Fully redundant unit with dual power supplies, switching engine, and modular design with no single point of failure ensures uptime.
- SNMP management is provided, including support for 3Com Transcend™ management applications.
- Modular design allows configuration with 1 to 16 ATM ports.



LinkSwitch 2000 ATM

Ethernet/ATM Workgroup Switch

Cell-based switching for high-performance Ethernet connections combined with an ATM backbone/server link

LinkSwitch™ 2000 ATM is a 12-port Ethernet workgroup switch with an integrated ATM (Asynchronous Transfer Mode) port for backbone or server connectivity. The switch is ideal for boosting performance for shared Ethernet segments, individual workstations, and servers without requiring equipment upgrades at the desktop.

At the core of the switch is the *ZipChip* 1 ASIC. This state-of-the-art custom ATM processor segments LAN data frames into ATM cells and switches them. The resulting cell-based switching guarantees full wire speeds for all configurations—10 Mbps each for the Ethernet ports, and 45 or 155 Mbps for the ATM port. Since Ethernet switching operates even if the ATM port is not configured, you can implement cost-effective Ethernet LAN switching now and connect the LAN to an ATM backbone when needed.

LinkSwitch 2000 ATM features an on-board i960 RISC processor, which provides standard LAN Emulation and SVC (Switched Virtual Circuit) signaling for extending virtual LANs across the enterprise. Thus, users belonging to a particu-

lar virtual LAN can be connected to one another regardless of their physical location on the network, thereby simplifying administrative tasks.

LinkSwitch 2000 ATM preserves your investment by working with existing hubs, switches, bridges, and routers, as well as with previously installed cabling. Because traffic is switched within the virtual LAN at full rate, routers need only deal with the traffic between virtual LANs, enhancing router capacity. This also simplifies the network by decreasing the number of subnets and the complexity of adds, moves, and changes.

LinkSwitch 2000 ATM switches may be connected to an ATM backbone switch to create a high-throughput building or campus backbone. LinkSwitch 2000 ATM is part of 3Com's SuperStack™ system, an innovative concept that allows you to stack a variety of multitechnology LAN devices together, provide fault tolerance and manage it all using your choice of 3Com Transcend™ SNMP integrated management applications

Key Benefits:

- 12 switched 10BASE-T LAN ports and 1 switched ATM port increase performance to shared and dedicated LAN segments.
- Cell-based switching provides full line speed to all ports.
- Virtual LANs based on LAN emulation and SVC signaling simplify administration.
- Software-selectable cut-through or store-and-forward modes add Ethernet switching flexibility.
- On the ATM port, choose from an OC-3 155 Mbps interface for local connectivity or a DS-3 interface for WAN links.
- SNMP (Simple Network Management Protocol) management is provided, including support for 3Com Transcend™ applications.

Summary

With the announcement and concurrent shipment of SONET/SDH and DS3 interfaces, SynOptics delivers a long-term solution today for asynchronous transfer mode (ATM) premises networks.

LattisCell SONET/SDH switches and adapters offer the industry's best price, performance and functionality mix. DS3 interfaces will allow ATM LANs to readily extend into today's WAN infrastructure. Both new physical interfaces are compatible with the ATM Forum UNI specification Version 3.0, Sections 2.1 and 2.2 respectively. The strength of the FastMatrix™ architecture and silicon integration, coupled with the Connection Management System (CMS) and LattisCell Network Management Application, means competitive alternatives cannot claim superiority with respect to even one of these attributes.

Why SONET/SDH?

The Synchronous Optical Network (SONET) and Synchronous Digital Hierarchy (SDH) are the undisputed worldwide transmission technologies of choice for high-speed networking. SONET and SDH are domestic (U.S.) and international standards, respectively, for an optical fiber-based synchronous data transmission network. Carriers worldwide are installing and providing services on SONET/SDH networks today. Looking forward, it is expected that SONET/SDH will become pervasive. Carriers find SONET/SDH appealing because existing services such as T1, T3, E1 and E3 can easily be mapped into SONET payloads. This means that carriers can implement a long-term, very-high performance future-proof infrastructure

today and continue to provide customers with legacy services over that same network.

In the case of ATM switching systems, SONET/SDH are appealing because for the first time local and wide area data networks can be built based on common switching, multiplexing and transport technologies. Standardized methods for transporting ATM cells over SONET/SDH networks have already been specified, and the use of common technologies for LANs and WANs (and MANs!) will yield less complex, more reliable and less expensive networks because specialized equipment for translation among disparate network types will become simpler or completely unnecessary.

SONET/SDH is also the natural choice for LAN connectivity since it is broadly supported and will offer superior performance and manageability, as well as WAN compatibility. As a result, SONET/SDH will rapidly replace the interim block coded interfaces (4B/5B, 8B/10B) specified for ATM.

When a single product is proposed for both SONET and SDH markets, compatibility is often a question because there are differences between the two standards. In fact, the framing and formatting are identical and the differences between the two are subtle, mainly relating to the way in which the overhead structures are handled by end stations and intermediate systems.

Fortunately the chip SynOptics uses for LattisCell interfaces was specifically designed to support both SONET and SDH, and subsequent testing at SynOptics has confirmed compatibility. Furthermore, intensive study by a workgroup within ANSI verified that compatible systems could be built and it is expected that Forum specifications will always accommodate both standards in a way that enables vendors to offer a single product for both. In other words, standards put in place

today will be designed with compatibility as the ultimate goal.

SynOptics' LattisCell Switches

LattisCell switches are compact and lightweight, reducing ATM technology to a form that can easily fit on a table-top or in an EIA-standard 19" equipment rack. Each consists of 16 interface ports offering up to 155 Mb/s of dedicated network bandwidth.

Employing SynOptics' Fast Matrix architecture, LattisCell switches provide 5 gigabits per second (Gb/s) internal switching capacity. Multiple internal data paths between each input and output port ensures trouble-free, simultaneous transmissions. Embedded multicast and broadcast capabilities enable LattisCell switches to support existing data networking protocols and applications. Buffering at the output ports minimizes the possibility that cells are lost as a result of contention for shared resources in client/server LANs.

Target environments for LattisCell include sophisticated, data-intensive workgroup networks running visualization, multimedia, simulation, imaging or high-performance distributed or parallel processing applications. Switches can also be used to construct a scalable and manageable campus backbone to provide high-speed links between multiport routers connecting network segments. The new DS3 and SONET/SDH interfaces will be useful for private WAN applications. LattisCell switches can be coupled with leased lines from carriers to extend local cell-based networks through the wide area.

LattisCell SONET/SDH Adapter Cards

As an important part of ATM market development, SynOptics is producing ATM adapter cards with SONET/SDH interfaces for Sun SPARCstations. The high performance single-slot SBus cards are based on custom ATM segmentation and reassembly (SAR) silicon developed jointly by Sun Microsystems Computer Corp. and SynOptics. Additional integration in the form of a SONET/SDH frame chip have yielded dramatic reductions in the cost of ATM desktop connectivity. Category 5

unshielded twisted pair and multimode fiber media types will be supported on the adapters for use with the corresponding LattisCell switches described in the next section. More information about LattisCell adapter cards can be found in a related product announcement.

LattisCell SONET/SDH and DS3 Interfaces

The switch fabric, switch module controller and chassis remain completely unchanged for all new LattisCell products. In order to meet a wide range of requirements, SynOptics will produce five new versions of LattisCell switches with different combinations of Physical Layers and media types.

The LattisCell SONET/SDH interfaces operate at a line rate of 155.52 megabits per second (Mb/s), with 149.76 Mb/s available for cell-based data traffic. The remaining 5.76 Mb/s of line capacity is reserved for extensive embedded management capabilities, although only a small portion is actually specified and used. Details of the available management information are in a later section of this document. Connector options will initially be ST type, but will eventually migrate to SC.

The new DS3 physical layer interface operates at a rate of approximately 45 Mb/s and provides 40.704 Mb/s for cell traffic, the balance being reserved for framing and management. It offers a 75 ohm BNC coaxial cable connector. DS3 is the most prevalent high bandwidth WAN transmission service available today and, in fact, is one of the building blocks within the Internet and the new National Data Highway. It is also rapidly becoming more and more affordable; prices for T3 links continue to drop due to intense competition among carriers and because of increasing user demand for high-speed LAN/WAN integration.

SONET/SDH ATM Workgroup

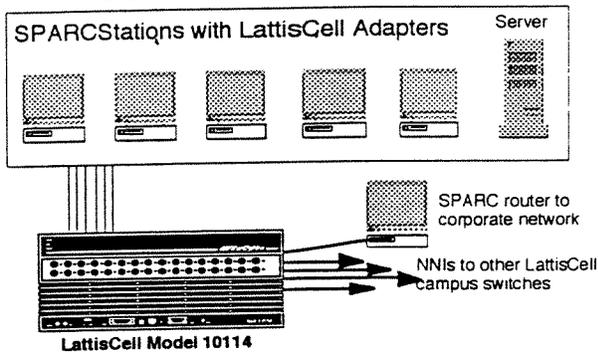


Figure 1: LattisCell Model 10114 Multimode Fiber SONET/SDH ATM Switch

Model 10114 16-port Multimode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch

This LattisCell switch is initially targeted at workgroup networks, followed by campus backbones as internetworking vendors bring out SONET interfaces. SBus adapters from SynOptics will allow for Permanent Virtual Circuit (PVC)- or Switched Virtual Circuit (SVC)-based networks using SynOptics' Access Connection Management Protocol (ACMP). Multivendor networks using other adapters or router interfaces will require the exclusive use of PVCs. When SynOptics and other vendors have implemented the recently-specified ATM Forum Q93.B signaling, then it will be possible to mix and match adapters and LattisCell switches and have all of the advantages of LAN-like dynamic connectivity. A variety of products with Q93.B signaling are anticipated by the middle of 1994.

Model 10114-SM 14-port Multimode, 2-port Singlemode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch

This switch is useful for WAN access where carriers can provide SONET/SDH services or are willing to lease optical fiber. The addition of singlemode fiber optic ports greatly extends the reach* of Network-to-Network Interfaces (NNIs) for LattisCell switches. If the Point of Presence (POP), the carrier demarcation for a leased circuit, is singlemode, this interface will be required. Singlemode may also be useful in

campus implementations where distance requirements exclude multimode.

It is likely that carriers will multiplex 155 Mb/s SONET/SDH paths into 622 Mb/s paths or higher to leverage installed fiber investments. Any multiplexing within the carrier network will be transparent to LattisCell LANs. In a LAN ATM network consisting only of LattisCell switches interconnected with SONET leased lines (or fiber), signaling will function as if all the stations were local. All other aspects of the implementation scenario described directly above also apply.

- * With SONET/SDH distances are not specified; instead, a loss budget is provided. LattisCell singlemode links have a 13dB budget which translates to an "intermediate reach" system in standards parlance. This will translate to distances up to 25 kilometers under optimal circumstances.

SONET/SDH in the LAN and WAN

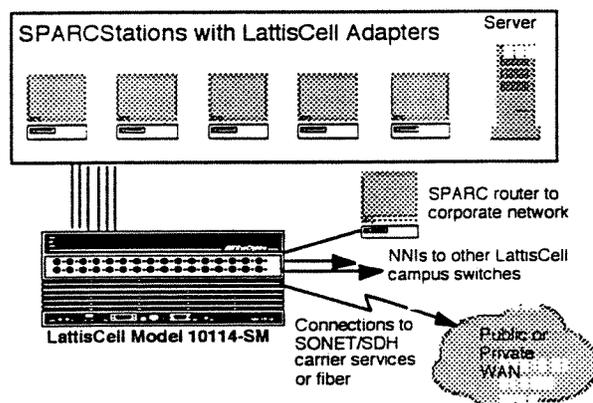


Figure 2: LattisCell Model 10114-SM Multimode/Singlemode ATM Switch

Model 10115 12-port UTP Category 5, 4-port Multimode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch

Category 5 UTP interfaces will provide low-cost, high-performance desktop connectivity. Standards are expected early in 1994 and SynOptics will implement standards-based interfaces. It is expected that UTP interfaces will drop rapidly in price, making ATM connectivity competitive with other high-

performance networking technologies. The 155 Mb/s SONET/SDH interfaces in particular are expected to be very competitive due to very low implementation costs and economies of scale obtained by vendors.

SONET/SDH UTP Category 5 Workgroup

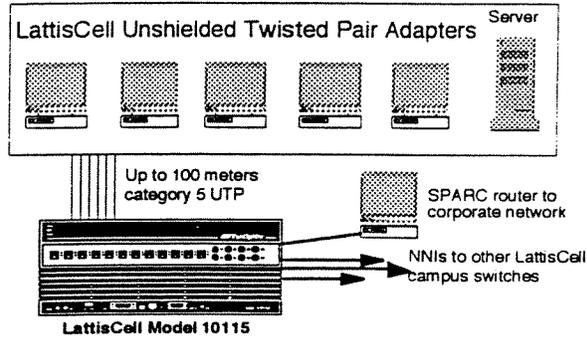


Figure 3: LattisCell Model 10115 UTP/Multimode Fiber ATM Switch

Model 10114-DS3 14-port Multimode Fiber SONET/SDH, 2-port Coaxial DS3 LattisCell Switch

The DS3 interfaces will enable LANs to extend through the WAN with widely-available T3 services. As with SONET/SDH, in ATM networks consisting only of LattisCell switches interconnected with DS3 links, signaling will work transparently. Multivendor LANs, as with other local workgroup or backbone implementations, will require the use of PVCs.

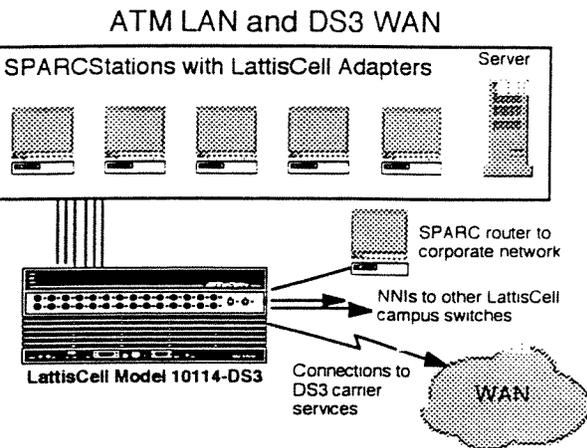


Figure 4: LattisCell Model 10114-DS3 Multimode Fiber/Coaxial ATM Switch

LattisCell Model 10124-S 12-port Multimode Fiber 100 Mb/s 4B/5B, 4-port Multimode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch

This hybrid LattisCell switch with both early 100 Mb/s interfaces and new future-proof SONET/SDH means first generation ATM products can continue to be useful while migrating to SONET/SDH. Nothing needs to be replaced. The Model 10124-S may also be used to make connections to other ATM switches with 100 Mb/s interfaces. In either case, PVCs will need to be used.

Hybrid Switch with SONET/SDH, 4B/5B Interfaces

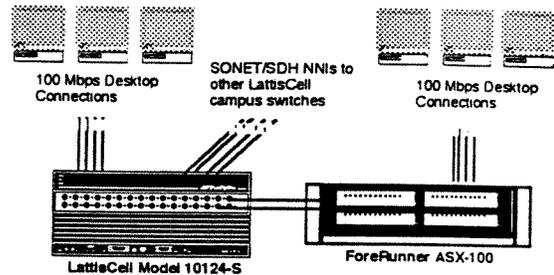


Figure 5: LattisCell Model 10124-S Multimode Fiber ATM Switch

Management for LattisCell SONET/SDH Switches

The LattisCell Network Management Application (NMA) Version 1.1 will provide a detailed window into a network of LattisCell switches. Network managers can observe, monitor and control everything from the network topology to individual ATM connections from a central management station running the LattisCell NMA on top of the SunNet Manager Version 2.0 network management platform. Additional details of the LattisCell NMA capabilities, configuration and system requirements are available in the LattisCell Network Management Application data sheet.

As with all other LattisCell switches, status information for SONET/SDH switches can be obtained at a glance through a color-coded display in the application's Domain View™. Four different states — disabled, down,

marginal and up — are indicated by color changes to individual switch icons in the display. Detailed descriptions of the specific conditions indicated by the different states are contained in *Version 1.1 of the NMA's Network Management Application*.

The new SONET/SDH switches are accurately portrayed in the intuitive and easy to use graphical Expanded View™ application. In mixed LattisCell networks, different switches can be distinguished by the presence or lack of FERF LEDs and changes to the model number that appear in the graphical views. Port status, consisting of Segmented (SEG) and Link (LINK) LEDs, is available at a glance.

Diagnostic information for network troubleshooting can be obtained on a port-by-port basis through Fault, Performance and Configuration pull-down menus activated from the Expanded View. As mentioned previously, SONET/SDH includes extensive embedded management overhead which is referred to as Operations, Administration and Maintenance, or OAM. For LAN environments much of the data is unnecessary, but in the wide area it can be very useful for identifying and precisely isolating faults. The diagram below identifies the generic elements that comprise a SONET/SDH system in the wide area and establishes some of the terminology. Terminal equipment such as LattisCell switches are attached to the SONET muxes on the right and left hand side of the diagram. The diagram shows how LattisCell fits into such a system and how the management information "flows" between end points.

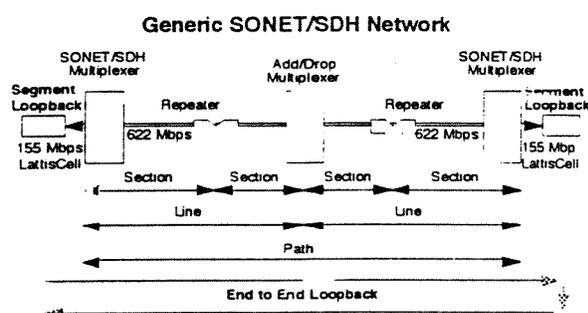


Figure 6: A generic SONET/SDH network.

LattisCell OAM support is compatible with ATM Forum specifications and includes the items described below.

- Bit Interleave Parity (BIP): An error monitoring mechanism at the Section, Line and Path levels.
- Far End Block Error (FEBE): Another error monitoring mechanism that works in the opposite direction toward the end station rather than away from it as with a BIP. FEBE works at the Line and Path levels.
- Alarm Indication Signal (AIS): A fault indication signal to allow for detection and location of physical layer transmission failures at the section level. AIS works in the downstream (away from the network) direction to indicate that a failure has occurred. AIS works at the Line level.
- Remote Defect Indicator (RDI): Another fault indication signal that works in the opposite direction of AIS. RDI works in the upstream direction to indicate that a failure has occurred. RDI works at the Line and Path levels.

Fault and performance monitoring information for both the Physical Layer and ATM layer (cell counts, errors, etc.) is available from pull-down menus in the Expanded View in Version 1.1 of the NMA.

Each LattisCell switch also includes a series of front panel LEDs to indicate switch operation status at a glance, including link status (synchronization) and port segmentation. Per-port LEDs report link quality and port administrative states, while system-level LEDs indicate fan operation and power. An alpha-numeric display reports overall switch status.

LattisCell Interoperability and Standards

Customers get the most value from working with vendors who have a track record of creating, adopting and implementing standards-based products. SynOptics is a leader with respect to standards, extending throughout the entire history of the corporation. SynOptics' standards efforts range from recent heavy participation in the ATM Forum to founding membership in the

Advanced Networking Test Center all the way back to initiation of the effort to standardize 10BASE-T Ethernet. SynOptics will rigorously comply with ATM Forum specifications and contribute heavily to ensuring interoperability with other vendors.

In the past, SynOptics has not hesitated to participate in interoperability demonstrations for ATM products. The most recent example is the InterOp '93 Fall demonstration. In the future, SynOptics will continue to work cooperatively in public interoperability forums. Although such forums are excellent venues for demonstrating interoperability, the work that goes into such displays is rarely sufficient to truly guarantee interoperability in real systems environments — they can only be viewed as an important first step.

SynOptics intends to participate in the recently-announced ATM interoperability lab announced by Bellcore and, in addition, has made substantial investments in staff and equipment for sophisticated lab facilities for ATM and SONET/SDH testing.

LattisCell Switches with SONET/SDH and DS3 Interfaces

Interface Specifications

Data Rates

- 100 Mb/s 4B/5B ATM
- 155.52 Mb/s SONET STS-3c Synchronous Payload Envelope
- 155.52 Mb/s SDH STM-1, VC4 mapping
- 44.736 Mb/s DS3

Connector Options

- 4B/5B ST-type multi-mode fiber
- SONET/SDH ST-type multi-mode fiber
- DS3 75 Ohm coaxial

Power Requirements

- 650 VA for 16 port switch

Environmental Specifications

- Operating temperature: 5°C to 40°C; storage temperature: -25°C to 70°C
- Operating humidity: 85% max relative humidity, non-condensing; storage humidity: 95% max relative humidity, non-condensing
- Operating altitude: 10,000 ft (3,048 m), 40°C max

Free fall/drop: ISO 4180-2, NSTA 1A

Vibration: IEC 68-2-6/34

Shock/bump: IEC 68-2-27/29

Electromagnetic Emissions

- Meets FCC Part 15, Subpart B, Class A
- Meets EN 55 022 (CISPR 22: 1985), Class A
- Meets VCCI Class 1 ITE

Electromagnetic Susceptibility

- Electrostatic discharge (ESD): IEC 801-2, Level 2/4
- Radiated electromagnetic field: IEC 801-3, Level 2
- Electrical fast transient/burst: IEC 801-4, Level 2/3
- Electrical surge: IEC 801-5, Level 1/3

Safety Agency Approvals

- UL listed (UL 1950)
- CSA certified (CSA 22.2 #950)
- TUV licensed (EN 60 950)

Physical Dimensions

- (H) 7 in x (W) 19 in x (D) 19 in
- (H) 17.8 cm x (W) 48.3 cm x (D) 48.3 cm

Weight

- 26 lbs (11.7 kg)

Public Announcement

These products will be publicly announced Nov. 22, 1993.

First Customer Shipments

First customer shipments are scheduled for December 1993 for multimode SONET/SDH (Model 10114); Q1 1994 for multimode and singlemode SONET/SDH, and SONET/SDH with DS3 (Models 10114-SM, 10114-DS3, 10124-S). First shipments for Model 10115 Category 5 UTP switches are tentatively scheduled for Q1 1994 (dependent on ATM Forum specifications).

Ordering Information

Technical Publications are available for LattisCell switches, the CMS, and the LattisCell Network Management Application.

Order Number	Description	U.S. List Price
10114	Model 10114 16-port Multimode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch	\$ 35,950
10114-SM	Model 10114-SM 14-port Multimode, 2-port Singlemode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch	TBA
10115	Model 10115 12-port UTP Category 5, 4-port Multimode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch	TBA
10114-DS3	Model 10114-DS3 14 port Multimode Fiber SONET/SDH, 2-port Coaxial DS3 LattisCell Switch	TBA
10124-S	LattisCell Model 10124-S 12-port Multimode Fiber 100 Mb/s 4B/5B, 4-port Multimode Fiber SONET/SDH LattisCell Switch	TBA

Document	Part Number
LattisCell Network Management	893-673-A
LattisCell CMS	893-655-A
Installing LattisCell	893-674-A

Sales Collateral

Data sheets for the switches described in this product announcement are currently under development and will be available in late December. Data sheets are available for other LattisCell switches and the Connection Management System, the LattisCell Network Management Application, and overall LattisCell ATM solutions.

Document	Part Number
LattisCell Network Management Application	DA505-726US-A
ATM Solutions	DA505-728US-A

Technical Publications

Warranty Information

SynOptics provides a one-year warranty for hardware and 90 days for media from date of delivery to the end-user. Warranty service is provided by customer mail-in exchanges. On-site maintenance, local spares, depot repair, installation and pricing information can be obtained by calling your nearest SynOptics office or reseller. The standard on-site labor fee through SynOptics is \$150 per hour, excluding parts.

After-Warranty Service

After-warranty service is provided by SynOptics through a parts exchange program. This program is available to the end-user through SynOptics resellers or directly from SynOptics. Customers must return the failed unit within 30 days to obtain exchange credit. The customer will be charged the exchange price for the replacement unit. On-site maintenance, local spares, depot repair, installation and pricing information can be obtained by calling your nearest SynOptics or your reseller. SynOptics' standard on-site labor fee is \$150 per hour, excluding parts.

Post Installation Technical Assistance

Support for installed SynOptics products is available from SynOptics' Technical Response Center (TRC). The TRC can be reached in the U.S. and Canada by calling toll-free 800-473-4911, in Europe by calling 011-31-3480-31616 and, for the rest of the world, by calling 408-764-1000.

Technical information is available using the InfoFACTS fax-on-demand system in the U.S. and Canada by calling toll-free 800-786-3228 and internationally by calling (408) 764-1002. Technical information can also be found in the SynOptics forum on CompuServe.

Standards Conformance

- Compatible with the ATM Forum's 155.52 Mb/s, SONET physical layer encoding specification version 3.0, published September 1993.

Corporate Headquarters

SynOptics Communications, Inc.
4401 Great America Parkway
Santa Clara, CA 95054
United States of America
Tel (408) 988-2400
Fax (408) 988-5525

LattisCell and Fast Matrix are trademarks and LattisNet and SynOptics Communications are registered trademarks of SynOptics Communications, Inc. All other brand and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

Membership in a virtual LAN is not constrained by physical location or switched network topology. Virtual LANs can be built, via software configuration, to match network requirements. For example, clients can be remotely located from their servers but reside on the same virtual LAN, lowering latency by eliminating router hops and reducing overall router bandwidth requirements.

Moreover, virtual LAN configuration can be easily changed to meet future requirements. For example, users can be moved, through software control, from one logical network to another without any need for physical rewiring. Also, a feature known as roaming allows users to move around a building or campus, their virtual LAN connection moving with them, without having to change their network layer address. These features will substantially decrease the cost of network operations, which is often greater than capital expenditures on networking equipment.

Network Management

SynOptics' ATM Connection Management System (CMS) and Network Management Application have been upgraded to support EtherCell and virtual LANs. The CMS Model 761 Version 1.1 sets up, maintains and tears down calls in an ATM network and includes new functionality such as the Multicast Server.

The Network Management Application (NMA) Model 698 V1.1 provides the user interface for ATM network monitoring and control. It has been enhanced to include support for EtherCell, including EtherCell Expanded View and Autotopology™, along with per-port dialog boxes that are consistent with the original NMA release. EtherCell Ethernet port management will consist of basic operational status data such as MAC statistics. ATM port management will provide the same operational status and cell level statistics that are available for LattisCell switch ports. The NMA also supports virtual LAN configuration and management features through a drag-and-drop user interface.

Front Panel LEDs

SynOptics' EtherCell switches provide an "at-a-glance" summary of their operational status. Three LEDs on the ATM link—Segment, Link and FERF—serve the same function as similar indicators on the LattisCell 10114/5 switches, indicating link quality (including the far end link status) and

administrative state. Three system-level LEDs indicate Fan, Power and Microprocessor fault status. Additional LEDs on the Ethernet ports are like those on other SynOptics 10BASE-T products, indicating Link and Partition status.

EtherCell Positioning

EtherCell is targeted at applications that require the high performance of Ethernet switching and the scalability of an ATM backbone. The power workgroup application uses EtherCell to deliver high performance directly to 10BASE-T desktop devices. EtherCell can also serve as a cost-effective alternative to routers in highly-segmented backbone networks. EtherCell switching delivers better price/performance, as well as lower cost of operations through virtual LANs.

Power Workgroups

As client workstations become more powerful and demand more information from their servers, two networking needs emerge: the need for more bandwidth to each client; and the need for large pipes into servers, allowing each server to support multiple clients at the same time. EtherCell, in combination with SynOptics LattisCell ATM switches, offers an excellent solution for these requirements.

Summary

SynOptics' new EtherCell™ Ethernet-to-ATM switches deliver high-speed data switching for connecting existing Ethernet networks or end-stations to an ATM network fabric. The EtherCell switch supports 12 10BASE-T Ethernet ports and one ATM Forum-compatible SONET/ SDH UNI port running at 155 megabits per second (Mbps). Multimode fiber and twisted-pair ATM interfaces are supported.

Target applications for EtherCell switches include high-performance workgroups and Ethernet segments requiring connectivity to corporate ATM backbone networks. Together with SynOptics' LattisCell™ ATM switches, EtherCell will lower the cost of network operations by supporting virtual LANs across the combined Ethernet and ATM network fabric.

EtherCell has been designed as a member of SynOptics' LattisSphere™ product family, integrating existing hub and management products. Featuring SynOptics' CelliFrame™ technology, EtherCell switches will provide a key piece of the network fabric, supporting new applications, new levels of performance and seamless integration into large multi-enterprise networks.

EtherCell Model 10328-F/10328-C Ethernet-to-ATM Switch Highlights

- Non-modular 12-port Ethernet-to-asynchronous transfer mode (ATM) switch meets requirements for scalable, high-performance networks while protecting current investments in Ethernet hardware, software and cabling.

- Standards-based SONET/SDH 155 Mbps ATM interface with fiber and twisted pair options allows interconnection between EtherCells and other ATM end-stations using SynOptics' LattisCell switches.
- CelliFrame technology provides hardware-based conversion of Ethernet frames into ATM cells, delivering up to line rate throughput at each Ethernet port.
- Lowers cost of network operations through first scalable, ATM-based virtual LAN solution which envelopes Ethernet users.
- Network Management Application supports EtherCell with SynOptics' leading capabilities, including automatic topology mapping, Expanded View™ and new virtual LAN management capabilities.
- Front-panel LEDs report major operational status of the switch and individual ports.
- Target applications include high-performance workgroups and Ethernet segments requiring connections to corporate ATM backbone networks.

EtherCell Model 10328-F/10328-C Features and Benefits

Non-modular Ethernet-to-ATM Switches

The EtherCell Model 10328-F/10328-C are non-modular Ethernet-to-ATM switches that multiplex 12 10BASE-T Ethernet ports onto one ATM Forum-compatible 155 Mbps SONET/ SDH UNI port (see Figure 1 on page 2), meeting requirements for scalable, high-performance networks. EtherCell, in combination with the LattisCell ATM switches, Connection Management System (CMS) V1.1 and Network Management Application V1.1, delivers dedicated 10 Mbps bandwidth to each of its 12 Ethernet ports.

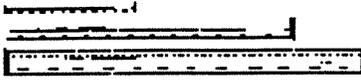


Figure 1: The Model 10328-F Ethernet-to-ATM Switch

The EtherCell transparently performs the functions of dynamic ATM signaling for switched virtual channels (SVCs) and segmentation and re-assembly for its Ethernet stations. This delivers the benefits of ATM, such as enhanced bandwidth capabilities and control functionality (e.g. virtual networking) to existing Ethernet stations without requiring changes to their wiring, hardware or software.

Physical Layer Options

The Model 10328-F offers an ST-type connector for supporting a 155 Mbps ATM SONET/SDH link over 50/125 and 62.5/125 μm multimode fiber optic cabling. The Model 10328-F will most likely be deployed in wiring closets close to the desktop, with the fiber ATM link providing the connection to a backbone LattisCell switch.

The Model 10328-C offers a lower-cost alternative for applications where the LattisCell switch and the EtherCell switch are located within 100 meters of each other. The ATM interface for the Model 10328-C, a shielded RJ-45 modular receptacle, supports 155 Mbps ATM SONET/SDH over Category 5 UTP cable. In environments where a large number of Ethernet segments occupy a single location, multiple Model 10328-Cs can be used to support the Ethernet segments. A local LattisCell switch can provide switching between the EtherCells and multiplexing onto one or more high-speed SONET/SDH trunks to other locations in the network.

The EtherCell ATM interface is compatible with the ATM Forum User-to-Network Interface (UNI) Specification Version 3.0 for permanent virtual channels (PVCs). Therefore, EtherCell can operate with any ATM switch, such as SynOptics' LattisCell switches, which supports the SONET/SDH-based ATM Forum interfaces and PVCs as defined in UNI Version 3.0. However, the initial release of EtherCell will work only with LattisCell switches for SVCs.

In Q2 '94, a new software release will upgrade EtherCell's ATM interface to support SVCs as defined in UNI Version 3.0, using the standard Q.93B signaling for SVC set up. UNI Version 3.0 is recognized by the industry as a key element for ATM interoperability. This software release will enable EtherCell to operate with any ATM switch which supports the SONET/SDH-based ATM Forum interfaces and UNI Version 3.0 for both SVCs and PVCs.

EtherCell Functions

The EtherCell acts as a proxy for attached Ethernet stations, performing three major functions:

- Client registration
- Call setup and tear down
- Segmentation and reassembly (SAR)

The EtherCell client registration informs the CMS of the 48-bit MAC addresses of Ethernet attached stations. When EtherCell sees an Ethernet packet, it stores the source address and maps it to the appropriate port. EtherCell also sends a client registration packet to the CMS over the ATM link. The CMS uses this information for establishing new calls. The CMS also checks newly-registered addresses to determine if they were previously registered on another port. If the address was on another port, it is assumed the station has moved and any existing calls are torn down.

EtherCell sets up connections for Ethernet-attached stations through the ATM network to endpoints in the ATM network (such as servers) or to other EtherCell-attached Ethernet stations. EtherCell will signal the CMS to establish a call whenever it receives an Ethernet packet that is not destined for its source segment and which has a source/destination pair for which there is not yet a virtual channel.

When EtherCell receives a packet from an Ethernet port that is not destined for its source segment, it segments the Ethernet packet into ATM cells and transmits these cells on the ATM link. The segmentation is performed by SynOptics' CelliFrame technology using ATM Adaptation Layer 5 (AAL 5). The Ethernet MAC source/destination address pair is used to determine the virtual channel to use for transmission over ATM.

If no channel exists for the packet's source/destination pair, the EtherCell will set up a call as described above. At the same time, EtherCell will

transmit the packet on to the ATM network over the broadcast channel appropriate for the virtual LAN (see below) in which the source station is configured. Subsequent packets for the source destination pair will be transmitted over the virtual channel that was established when the first packet was received. The process is analogous to an IEEE 802.1d bridge which floods packets when it does not know an address and then sends packets only to the appropriate port once the address is learned.

When EtherCell receives cells from the ATM link, it reassembles them into Ethernet packets and transmits them on the appropriate Ethernet port or ports. Cells may be buffered in the ATM-to-Ethernet direction since traffic passing to a single Ethernet port may exceed the Ethernet bandwidth.

EtherCell's mapping of Ethernet frames to ATM cells and vice versa adheres to RFC 1483

'Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5.' The mapping is compatible with the ATM Forum's evolving LAN Emulation specification. Hence, EtherCell will be interoperable with ATM end stations and EtherCell-like devices from other vendors which support the LAN Emulation specification. Traffic can go, for example, from an Ethernet client through an EtherCell and an ATM network directly to an ATM server. This provides a low-latency, high-performance path between the client on Ethernet to the server on ATM.

Multicast Server

Another feature of the EtherCell and LattisCell solution is support for multicast and broadcast traffic within switched Ethernet and ATM LANs. This is achieved by using a multicast server in the network to assist in the establishment of multicast trees. The SynOptics Multicast Server (MCS) will be shipped as part of the CMS Model 761 V1.1.

The MCS enables switched LANs to be split into broadcast domains that function in the same manner as flat networks in shared-media LANs. A point-to-point connection is set up from each EtherCell port and ATM end station in the switched network to the MCS. EtherCell ports and ATM end stations use these connections to send multicast/broadcast frames to the MCS. The MCS sets up point-to-multipoint connections from itself to the EtherCell ports and ATM end stations in the switched network based on broadcast domain membership. These connections are used by the MCS to forward multicast/broadcast

frames to the appropriate broadcast domain and, hence, the appropriate EtherCell ports and ATM end stations. The MCS uses the multicast properties of the ATM network to do cell replication, so it will not be a performance bottleneck for this type of traffic.

The MCS's ability to split a switched network into separate broadcast domains is crucial for the creation of virtual LANs (see below). Because the MCS assigns EtherCell ports to broadcast domains (rather than the Ethernet stations attached to those port), if a shared Ethernet segment is attached to an Ethernet port, all stations in that segment must belong to the same virtual LAN. The MCS also performs functions that assist in the automatic maintenance and configuration of virtual LANs.

To achieve the full advanced features of EtherCell, such as virtual LAN support and advanced network management, other SynOptics products should be used as part of the solution set. Both the Connection Management System Model 761 V1.1, which includes the Multicast Server and the LattisCell Network Management Application Model 698 V1.1 are required to implement and manage virtual LANs.

Virtual LANs

EtherCell, together with SynOptics' other ATM products, provides the first virtual LAN solution that encompasses both Ethernet and ATM. Using ATM as the backbone network, virtual LANs can now include both Ethernet and ATM end-stations, can cross the wide area, can span any number of end stations, and do not require multiple physical links to interconnect physical LAN segments.

The benefits of virtual LANs are numerous: logical network partitioning is not constrained by physical network topology; the overall performance of the network can be increased without creating new logical subnetworks; and advanced administration features like roaming and security can be supported.

Without virtualization, a network of switches appears as a large, high-bandwidth flat network, i.e., a single multicast/broadcast domain. When virtual LANs are created, the flat network is converted into multiple multicast/broadcast domains, with each multicast/broadcast domain corresponding to a virtual LAN. As with flat networks built using shared-media LANs, traffic, including multicast and broadcast traffic, does not go to nodes outside of the virtual LAN unless routers are used to interconnect the virtual LANs.

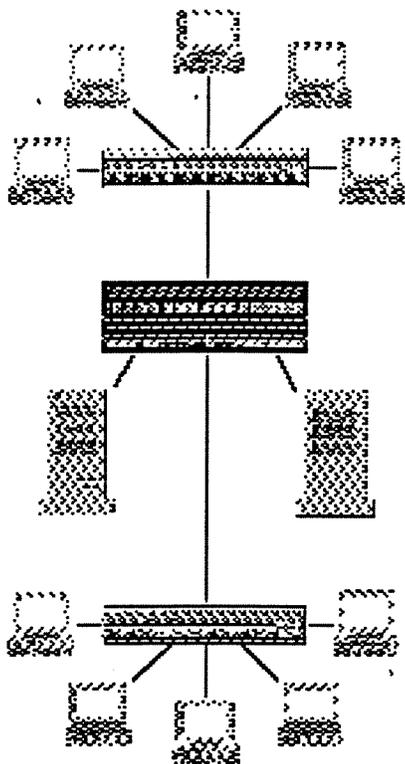


Figure 2: EtherCell in a Power Workgroup

In the power workgroup application, a single Ethernet client is attached to each EtherCell port in the same way a workstation would be connected to a hub (see Figure 2). In this configuration, each workstation has 10 Mbps of dedicated bandwidth available to it. This effectively increases the bandwidth to each client without requiring any changes in the end-station hardware, software or cabling. Servers can be attached to ATM for higher performance and to provide full bandwidth connectivity to multiple Ethernet clients simultaneously. This configuration provides a considerable performance increase to each client without any changes beyond the wiring closet.

Migrating to this power workgroup configuration does not require any dramatic changes to the overall network. Instead, EtherCell and LattisCell can be deployed in the parts of the network that require high performance. Links to the rest of the enterprise network can be established via routers.

Backbone Networks

Many users today are segmenting their networks for performance reasons. The concept is to divide what

was initially a large Ethernet segment into several smaller segments, each with fewer users per segment. Fewer users per segment means an increase in the effective bandwidth per user.

Because stations on one segment will inevitably need to communicate with stations on other segments, internetworking devices will be needed to interconnect these segments. The question is, what kind of internetworking devices?

Microsegmentation based on routers is not the solution because it has high per-port costs, it does not offer high enough performance to handle a large number of stations communicating across segments, and it will increase the cost of network operations due to the fact that each segment will have to be a different subnet.

EtherCell, in conjunction with LattisCell and the virtualization capabilities of the CMS and NMA, offers an excellent solution for this application. EtherCells can interconnect Ethernet segments on hubs such as SynOptics Lattis System 2000™ and Lattis System 3000™ Ethernet products, as well as the Lattis System 5000™ if it is deployed in the wiring closet. LattisCell ATM switches can be used to build an ATM backbone to interconnect the EtherCells and to support centralized, backbone-connected servers. The virtualization features of the CMS and NMA can be used to split the switched network into virtual LANs so that subnets can be implemented for administrative policy reasons and control of multicast/broadcast traffic. Existing Ethernet routers can be connected to EtherCells to provide routing between the virtual LANs.

The EtherCell switches can be either centralized in a collapsed backbone arrangement (see Figure 3) or distributed to the wiring closets (see Figure 4). In both cases, EtherCell switching delivers better price/performance plus lower cost of operations through virtual LANs.

The centralized EtherCell (collapsed backbone) configuration is best suited for environments where there are a limited number of segments per wiring closet (see Figure 3). In this situation, it makes sense to centralize the EtherCell switches so that each EtherCell can support several wiring closets. (Because fiber will often be used in building risers, it may be necessary to front-end the EtherCell with a System 5000, using cluster modules to provide the fiber optic connection.)

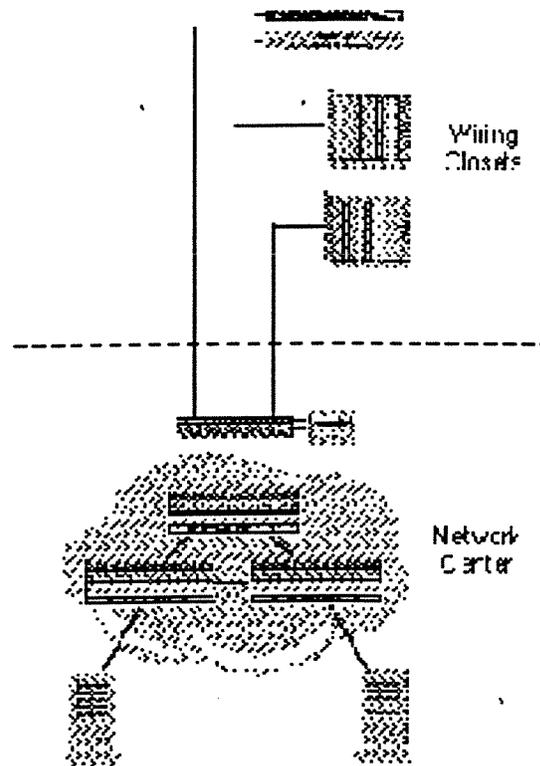


Figure 3: EtherCell in a Collapsed Backbone

The distributed EtherCell configuration is best suited for environments where there are a large number of segments per wiring closet. Here, most or all of EtherCell's ports can be utilized in one wiring closet and the ability of EtherCell (with a fiber ATM connection) to multiplex up to 12 Ethernet segments onto one ATM link can conserve riser fiber (see Figure 4).

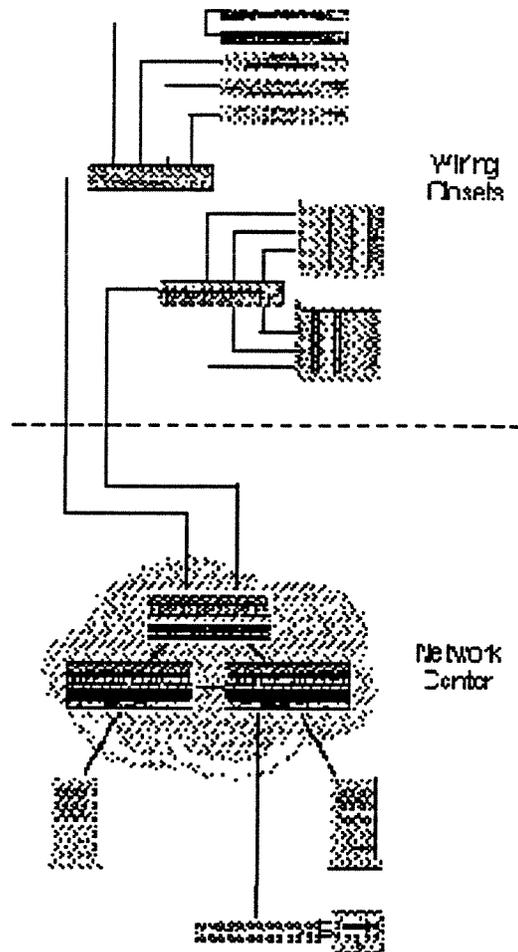


Figure 4: EtherCell in a Distributed Backbone

Conclusion

EtherCell, in combination with LattisCell ATM switches, CMS V1.1 and Network Management Application V1.1, offers increased network performance while lowering users' capital expenditures by preserving the installed base of Ethernet end-station hardware and software, Ethernet hubs, cabling and routers. The implementation of virtual LANs also helps reduce the network's cost of operations.

EtherCell Ethernet-to-ATM Switch

Specifications

Ethernet Ports

10BASE-T Ethernet with RJ-45 connectors

ATM Port Data Rate

155.52 Mbps SONET/SDH ATM

ATM Port Connection Options

Shielded RJ-45 twisted pair (Model 10328-C)

ST-type multi-mode fiber (Model 10328-F)

Power Requirements

90.7 W

Environmental Specifications

Operating temperature: 5°C to 40°C; storage temperature: -25°C to 70°C

Operating humidity: 85% max relative humidity, non-condensing; storage humidity: 95% max relative humidity, non-condensing

Operating altitude: 10,000 ft (3,048 m), 40°C max

Free fall/drop: ISO 4180-2, NSTA 1A

Vibration: IEC 68-2-6/34

Shock/bump: IEC 68-2-27/29

Electromagnetic Emissions

Meets FCC Part 15, Subpart B, Class A

Meets EN 55 022 (CISPR 22: 1985), Class A

Meets VCCI Class 1 ITE

Electromagnetic Susceptibility

Electrostatic discharge (ESD): IEC 801-2, Level 2/4

Radiated electromagnetic field: IEC 801-3, Level 2

Electrical fast transient/burst: IEC 801-4, Level 2/3

Electrical surge: IEC 801-5, Level 1/3

Safety Agency Approvals

UL listed (UL 1950)

CSA certified (CSA 22.2 #950)

TUV licensed (EN 60 950)

Physical Dimensions

(H) 3.5 in x (W) 19.0 in x (D) 16.3 in

(H) 8.8 cm x (W) 48.3 cm x (D) 41.3 cm

Weight

17.5 lbs (8.0 kg)

CMS System Requirements

Sun OS 4.1.3

Sun SPARCstation 2 or above

Non-dedicated Ethernet connection

CD-ROM drive

Public Announcement

This product was publicly announced Feb. 7, 1994.

First Customer Shipments

First customer shipments are scheduled for April 1994.

Ordering Information

Order Number	Description	U.S. List Price
10328-F	Model 10328-F 12 port Ethernet-to-ATM switch with fiber ATM port	\$9,995
10328-C	Model 10328-C 12 port Ethernet-to-ATM switch with twisted-pair ATM port	\$9,495
698	Model 698 Network Management Application version 1.1 with EtherCell and virtual LAN support	\$3,495
761	Model 761 Connection Management System, version 1.1 with EtherCell and Multicast Server support	\$4,495

Sales Collateral

Data sheets are available for the EtherCell Ethernet-to-ATM switch, LattisCell ATM switch/CMS and the LattisCell Network Management Application, as well as an overall ATM solutions brochure. This collateral material may be ordered through the collateral order form.

Document	Part Number
Model 10328-F and Model 10328-C EtherCell Ethernet-to-ATM Switches	DA505-1271US-A
LattisCell ATM Switches and CMS	DA505-724US-B
Network Management Application	DA505-726US-A
ATM Solutions	DA505-728US-A

Warranty Information

SynOptics provides a one-year warranty for hardware and 90 days for media from date of delivery to the end-user. Warranty service is provided by customer mail-in exchanges. On-site maintenance, local spares, depot repair, installation and pricing information can be obtained by calling your nearest SynOptics office or reseller. The standard on-site labor fee through SynOptics is \$150 per hour, excluding parts.

After-Warranty Service

After-warranty service is provided by SynOptics through a parts exchange program. This program is available to the end-user through SynOptics resellers or directly from SynOptics. Customers must return the failed unit within 30 days to obtain exchange credit. The customer will be charged the exchange price for the replacement unit. On-site maintenance, local spares, depot repair, installation and pricing information can be obtained by calling your nearest SynOptics or your reseller. SynOptics' standard on-site labor fee is \$150 per hour, excluding parts.

Post Installation Technical Assistance

Support for installed SynOptics products is available from SynOptics' Technical Response Center (TRC). The TRC can be reached in the U.S. and Canada by calling toll-free 800-473-4911, in Europe by calling

011-31-3480-31616 and, for the rest of the world, by calling 408-764-1000.

Technical information is available using the InfoFACTS fax-on-demand system in the U.S. and Canada by calling toll-free 800-786-3228 and internationally by calling (408) 764-1002. Technical information can also be found in the SynOptics forum on CompuServe.

Standards Supported

- Compatible with the ATM Forum's 155 Mbps SONET/SDH UNI version 2.1, published June 1992
- Compatible with appropriate CCITT and T1S1 recommendations
- Compatible with IEEE 802.3 10BASE-T
- Supports SNMP and MIB II

Corporate Headquarters

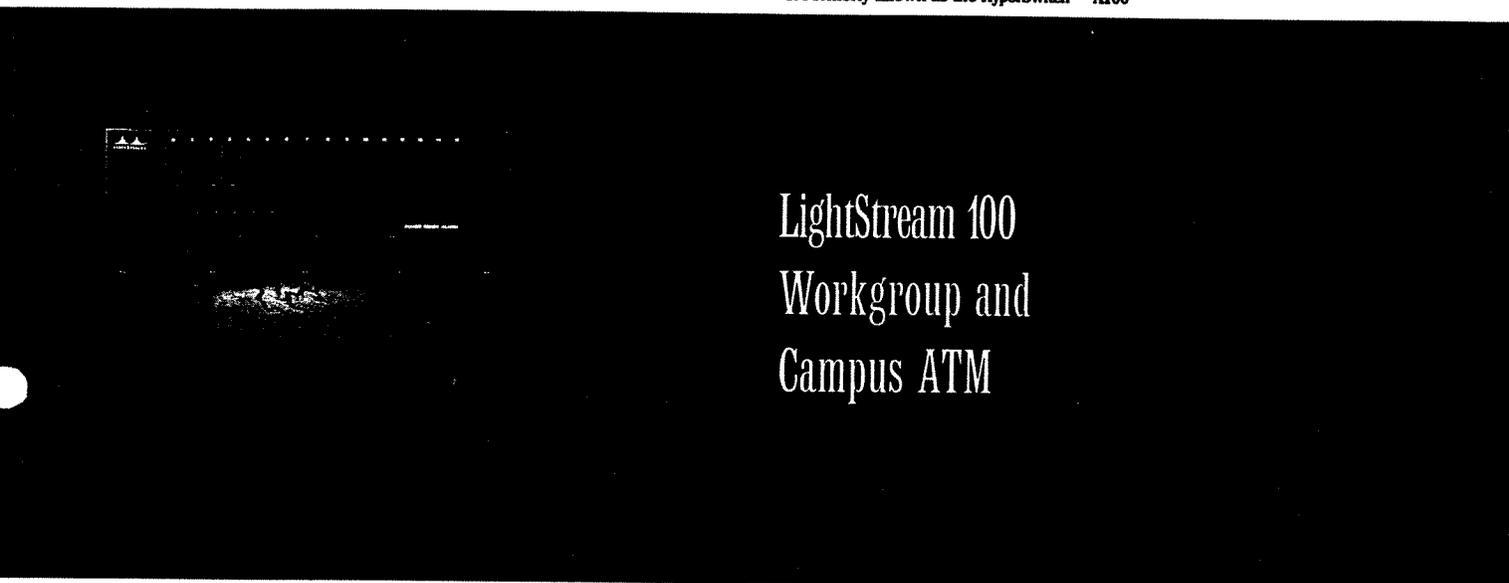
SynOptics Communications, Inc.
 4401 Great America Parkway
 Santa Clara, CA 95054
 United States of America
 Tel (408) 988-2400
 Fax (408) 988-5525

Autotopology, CelliFrame, EtherCell, Expanded View, Lattis System 2000, Lattis System 3000, Lattis System 5000, LattisCell and LattisSphere are trademarks and SynOptics Communications is a registered trademark of SynOptics Communications, Inc. All other brand and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

The LightStream™ 100¹ ATM switch, one of Cisco's LightStream series of ATM switches, is designed for use in ATM workgroups and campus backbones. With the LightStream series, which includes the Lightstream 2020 Enterprise ATM switch, Cisco delivers the complete range of high-performance ATM switching systems. Within an ATM workgroup, the LightStream 100 switch provides up to 155 Mbps to each desktop. As a campus backbone switch, the LightStream 100 links ATM-capable LAN switches such as Cisco's Catalyst™ 5000, or ATM-capable routers such as the Cisco 7000 multiprotocol router, with its native ATM Interface Processor (AIP). Cisco's LightStream 2020 switches can then link the LightStream 100-based workgroups and campus backbones to form a complete, enterprise-scale ATM network.

The LightStream 100 is a fully non-blocking 2.4-Gbps switch that supports up to 16 modular ATM interfaces, each of which can operate at up to 155 Mbps. A full range of both LAN and WAN interfaces are available, including SONET STS3c/STM1 over multimode or single-mode fiber or unshielded twisted-pair copper cable Category 5 (UTP-5), and DS-3 and E-3 ports for WAN connectivity.

1. Formerly known as the HyperSwitch™ A100



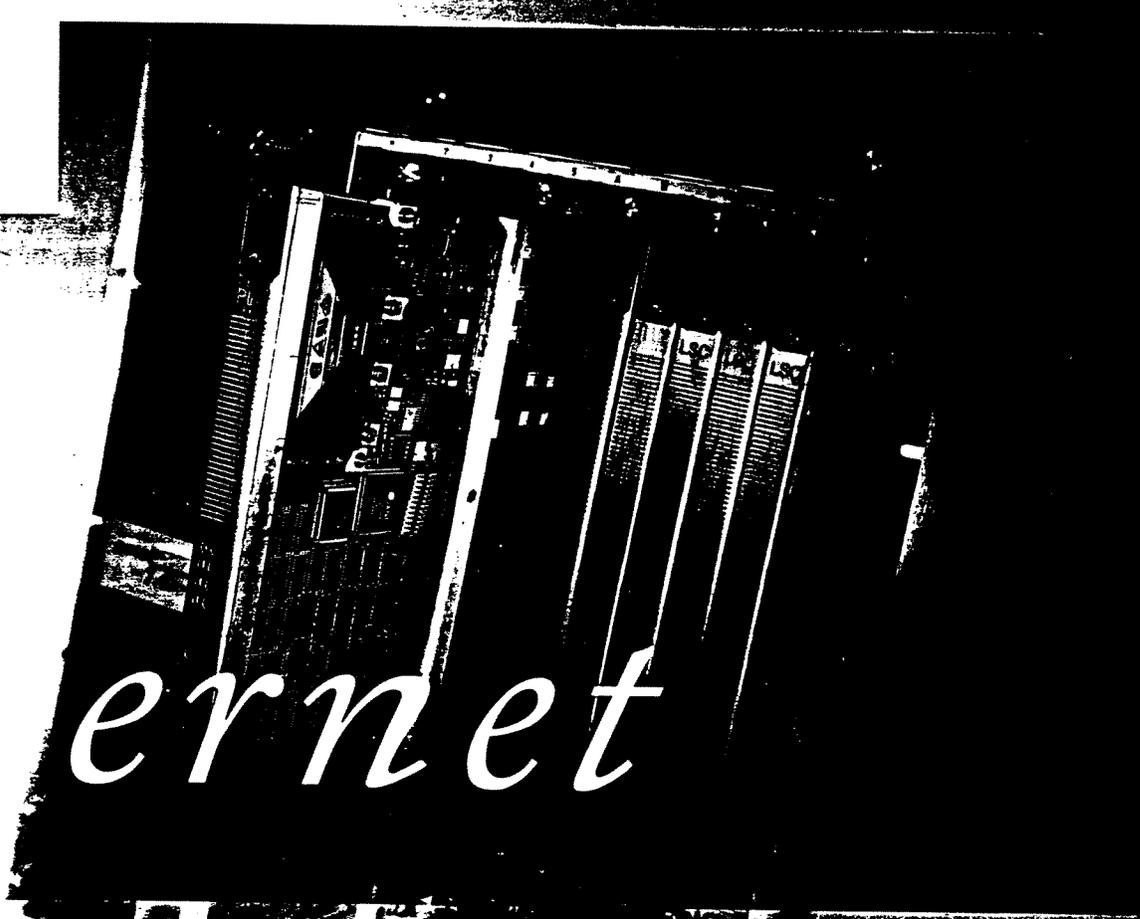
LightStream 100 Workgroup and Campus ATM

LightStream 100 supports some of the most advanced traffic management features and performance of any switch in its class.

The LightStream 100 supports portions of the Cisco Internetwork Operating System™ (Cisco IOS) for switching, an advanced software infrastructure that binds together all Cisco ATM and LAN switching products to enable the deployment of stable, scalable switched internetworks. Included in the Cisco IOS support on the LightStream 100 is full support for the ATM Forum UNI 3.0 signaling protocol for end-system signaling, and the Interim InterSwitch Signaling Protocol (IISP) for switch-to-switch signaling. All signaling protocols are fully integrated into the switch and supported on a high-performance embedded RISC processor, precluding the need for external signaling servers.

The LightStream 100 also supports soft-PVC setup, a feature that eliminates much of the administrative burden in configuring permanent connections across a network of LightStream 100 switches. Advanced capabilities like permanent virtual path tunneling allow LightStream 100 switches to be deployed and signal across emerging public ATM networks.





ernnet

The LightStream 2020 provides a high performance Ethernet/802.3 interface for the LightStream 2020. This module allows up to eight independent Ethernet/802.3 LANs to be interconnected with other networks attached to the LightStream 2020.

- Provides eight (8) Ethernet/802.3 bridge ports, each capable of forwarding and filtering at the full 802.3 data rate.
- Supports RouteStream™, very high performance custom ASIC architecture which performs hardware-based bridging today and will perform routing and LAN Emulation functions in future releases.
- Provides eight 10BaseT connector interfaces, two of which are switch selectable to AUI interfaces.
- Performs broadcast traffic reduction via rate limiting and direct ARP to MAC address resolution at the local network level.
- Provides custom packet filtering based on source address, destination address protocol type, LLC, and SNAP OUI fields.
- Fully Supports IEEE spanning tree, transparent and translation bridging on a per port basis.
- Supports VirtualStream™ global virtual LAN architecture, providing geographically independent port level communities of interest.
- Supports independent management, allowing each port to be reset or configured without a disruption of service on the other ports.
- Provides port level diagnostic capabilities.

LIGHTSTREAM™

ATM for Today's Networks™

OC-3/ STM-1

The LightStream 2020 provides 155 Mb/s ports for both ATM UNI (User Network Interface) and internodal trunk connectivity between LightStream ATM nodes.

- Supports single port or dual port, 155.52 Mb/s full-duplex SONET/SDH OC-3c/STM-1 interface(s) for singlemode or multimode optical fiber.
- Supports ControlStream™ traffic management/congestion-avoidance mechanisms.
- Uses industry consortium, Saturn UNI (SUNI) data link layer chipset.
- Meets all applicable ANSI, Bellcore, ITU-T (CCITT) SONET and SDH standards.
- Provides the option for either sourcing or receiving loop transmit clock timing.
- Independent management, allowing each port to be reset or configured without a disruption of service on the other port.
- Port level diagnostic and loopback mode capabilities.

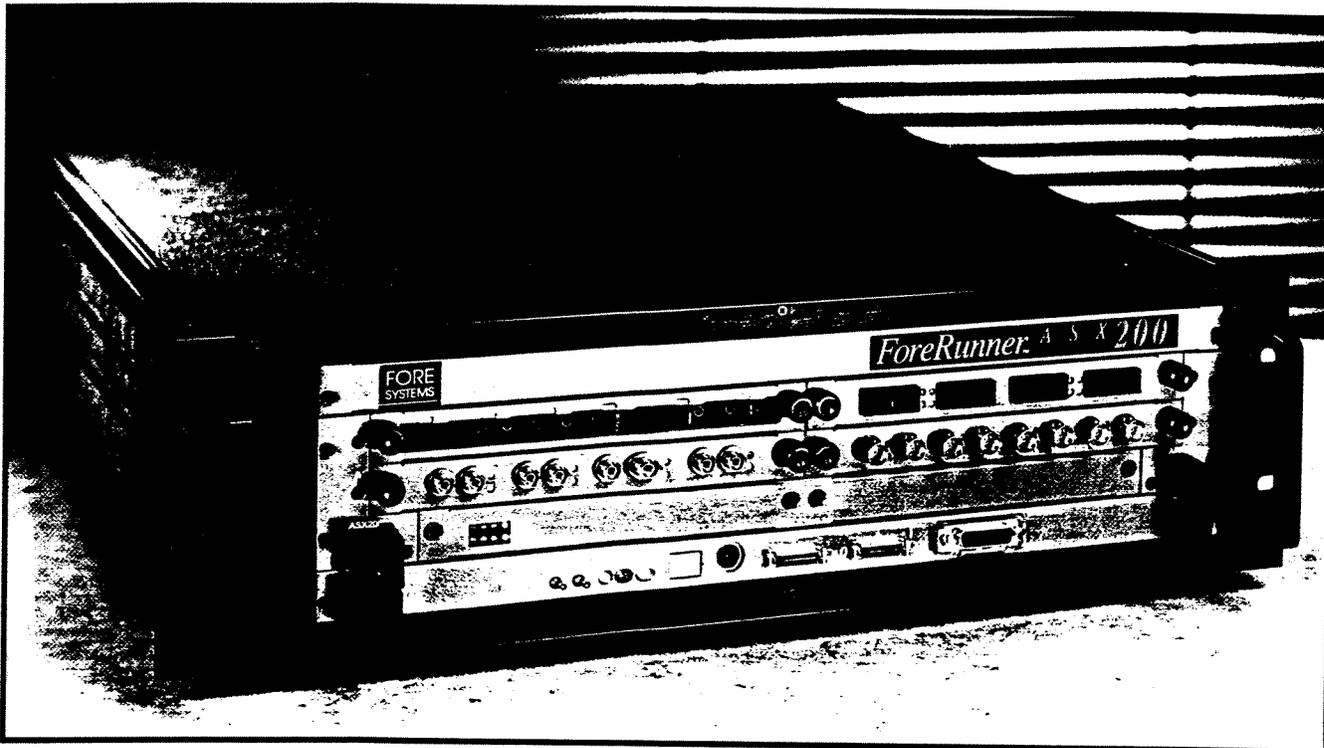
LIGHTSTREAM™

ATM for Today's Networks™

FORE SYSTEMS.

At the Forefront of ATM Networking

ForeRunner[™] ASX-200 ATM Switch



High Performance, Cost Effective ATM Switching

The *ForeRunner* ASX-200 ATM switch brings ATM connectivity to LAN workgroup, LAN backbone, and LAN/WAN internetwork applications. Up to 24 workstations, PCs, or ATM internetworking devices can be connected to this 2.5 Gbps, non-blocking, second generation ATM switching fabric.

The ASX-200 is designed to meet the exacting needs of today's commercial networks—with advanced hardware features such as integral traffic policing and modular LAN/WAN interfaces, and sophisticated *ForeThought* software features such as automatic configuration, on-demand switched virtual circuits (SVCs), and transparent support for existing applications.

Best of all, the ASX-200 switch is available now! With the *ForeRunner* family of ATM network adapters and LAN access switches, FORE offers a complete solution for connecting existing LANs to today's ATM internetworks.

Network professionals implementing ATM as the core of today's internetworks, should consider the ASX-200 from FORE Systems—the leader in ATM networking.

Features

2.5 Gbps non-blocking architecture

From 2 to 24 ports

100/155 Mbps UTP/STP/fiber LAN interfaces

DS-3, E-3 and SONET/SDH WAN interfaces

Full UNI v3.0 compliance

SVCs and PVCs

IP-over-ATM

LAN emulation

Dual leaky bucket (UPC) policing

Multicast and broadcast

SNMP v1 and v2

Advanced Hardware Designed for:

Maximum Performance

The ASX-200 features a second generation, non-blocking, 2.5 Gbps ATM switching fabric and an integral RISC-based processor, which delivers maximum connection management performance.

The ATM switching fabric offers the highest throughput available without cell blocking. It also provides the industry's only complete traffic management feature set including: dual leaky buckets for rate policing, multiple priority output queues, large output buffers, and FECN-based flow control.

These features combine to ensure the highest data integrity throughout the network.

Flexibility and Investment Protection

Field-installable Network Modules provide a complete range of ATM interfaces. This flexible design allows the network manager to choose from a variety of interfaces

today—100 Mbps TAXI, 155 Mbps OC-3c/STM-1, DS-3 and E-3—or future ATM interfaces such as T1/E1 and 622 Mbps. All interfaces work with the same ASX-200 switching fabric.

Reliability

The integrated RISC-based processor in each ASX-200 switch offers scalable, reliable network processing. Unlike centralized "route server" based schemes, this distributed processor approach eliminates a single point of failure within the network, while providing a scalable architecture.

Furthermore, Network Modules can be hot swapped while the switch is operating, minimizing network downtime during maintenance and repair.

Standards Compliance

The ASX-200 is designed to be compatible with all ATM Forum and ITU (CCITT) standards. It complies with the User Network Interface (UNI) v3.0 specification for signaling (Q.2931), addressing, traffic management (UPC Policing), and network management (ILMI and AToM MIBs).

Customers' ATM Product Selection Criteria

Standards-Compliance

Reliability

Network Management

Wiring Types

Support for Conventional LANs:

Ethernet, Token Ring, and FDDI

Applications Support

Case of Use

Investment Protection

Scalability

Experience of Vendor

ASX-200 Product Family Feature List

Interoperability with over 40 vendors' equipment;
ATM Forum UNI v3.0; CCITT Q.2931; RFC 1483 & 1577

Distributed Intelligence, Hot Swappable Modules

ForeView/SNMP using HP OpenView, SunNet Manager, NetView/6000

Copper and Fiber Optic

LAX-20 LAN Access Switch

LAN Emulation, IP-over-ATM, Switched Virtual Circuits, and Virtual Workgroups

ForeThought, ForeView Software

Modular; Backward compatible with ASX-100

2 to 24 ports; Up to 155 Mbps per port

Four years experience implementing ATM networks for customers

Commercial ATM networks must conform to a more stringent set of customer buying criteria. This chart matches these criteria with the features and capabilities of the ASX-200.

**Value Added—
Thought
Networking Software**

Thought Internetworking Software is a complete suite of intelligent software components that works together with the hardware to deliver high-performance, multi-protocol ATM internetworking.

Thought software provides unique internetwork functions: switched virtual circuits (SVCs), LAN emulation, IP-M, and virtual workgroups.

**Virtual Circuits
Simplify Network
Administration**

Resources are dynamically allocated paths are logically built by the ATM network. This greatly simplifies network administration, saving both time and money.

Networks are established using standards-based protocols such as UNI signaling. For advanced services such as IP multicasting, or for features not yet standardized, such as NNI signaling, users can select FORE's SPANS™ on a per connection basis.

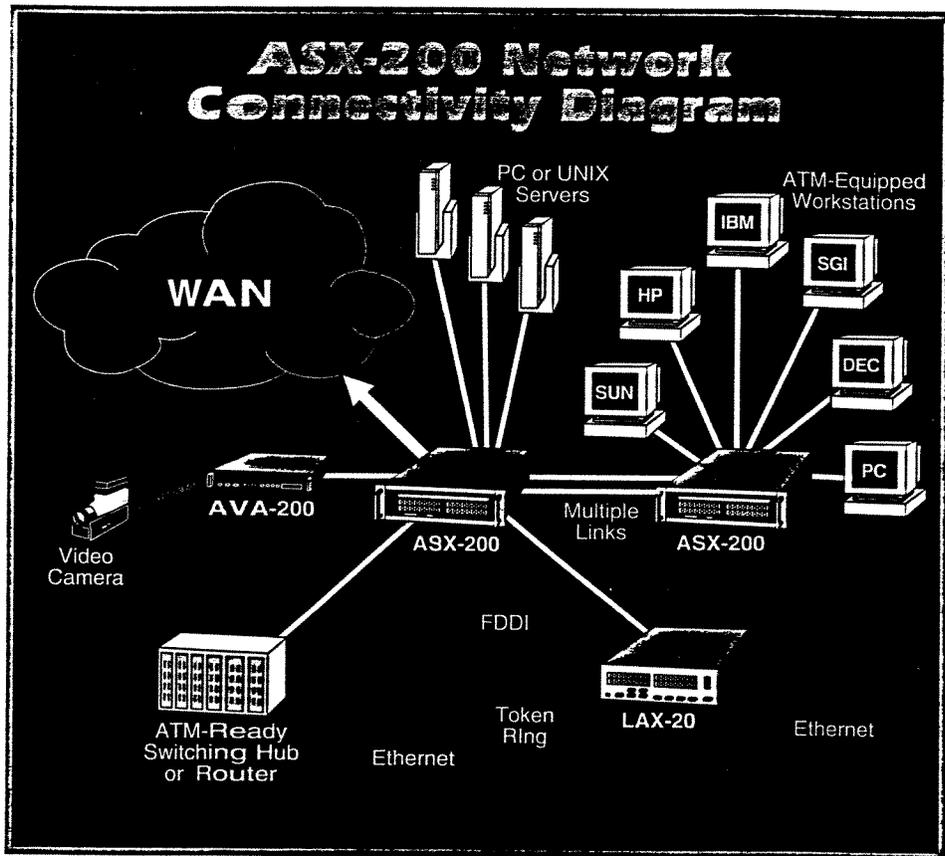
Moreover, ForeThought also supports per-connection virtual circuits (PVCs).

**Even Across PVC-based
Area Networks**

Thought can even provide SVCs across a WAN that offers only PVC services. Its unique SVC-tunneling feature ensures interoperability and preserves the characteristics of SVCs even across PVC-only networks.

Virtual Workgroups

Virtual workgroups give the network administrator the ability to group users and resources in a virtual LAN—even when users are connected to different hubs and scattered across the enterprise network. Broadcast and multicast traffic are restricted to a particular virtual group, simplifying network administration and preserving network security.



ForeRunner ASX-200 ATM Switches provide LAN workgroup, LAN backbone, and LAN/WAN internetwork switching.

**IP-over-ATM and LAN
Emulation Ensure Application
Transparency**

With the IP-over-ATM feature, ATM-based services transparently support the TCP/IP protocol suite and comply with RFC 1483 & RFC 1577.

LAN emulation transparently supports all LAN network operating systems and applications. It connects conventional LAN devices and native ATM devices across the ATM internetwork.

Only the ASX-200 provides an integrated route-server and LAN emulation server for the highest performance ATM internetworking.

**Network Management via
ForeView**

The integral ASX-200 processor continually monitors information about the switch and its ATM connections including bandwidth utilization and error statistics. This information is communicated via standard SNMP (v1 & v2) to the ForeView management software.

ForeView Network Management Software complements ForeThought and works with the entire ASX-200 product family. It is used to create and reconfigure virtual workgroups, monitor network links and devices, perform inventory management, and provide a detailed view of each ASX-200.

ForeView is compatible with HP OpenView, SunNet Manager, and NetView/6000.

ForeRunner™ ASX-200 ATM Switch

Technical Specifications

System Hardware

- Switching fabric: 2.5 Gbps contentionless, non-blocking
- Output Buffers: 512 Kbytes, Dual Priority
- ATM Interfaces: 24 ports (maximum)
- Traffic policing: UPC, dual leaky bucket support
- Switch Transit Delay: < 10 microseconds
- Connection Setup Time: < 10 milliseconds, 100 calls/second
- Control Processor: RISC Engine, 16 Mbytes DRAM
- Maximum Port Speed: 155 Mbps (OC-3c/STM-1)
622 Mbps (OC-12/STM-4) future
- Ethernet Interface: 802.3 compatible, DB15 female connector
- Serial Interface: DB-9 connector
- Front Panel Indicators: Carrier detect, Tx, Rx, diagnostic indicators
- Power (nominal): 120 VAC @ 60 Hz, 2.3 amps maximum
240 VAC @ 50 Hz, 1.3 amps maximum
- Dimensions: Height 5.8 in (15 cm)
Width 19.0 in (48 cm)
Depth 23.3 in (59 cm)
Weight 40 lbs. (18 kg) maximum

System Software

ForeThought Internetworking Software:

- Virtual channels/virtual paths
- Switched Virtual Circuits (SVCs)
- Permanent Virtual Circuits (PVCs)
- Multicast and broadcast
- Multiple levels of cell priority
- Q.2931 and SPANS SVC Protocols
- NNI for interswitch connection establishment
- LAN Emulation
- IP-over-ATM

ForeView Network Management Software:

- Simple Network Management Protocol (SNMP v1 & v2)
- Point-and-click operation
- Automatic discovery and mapping of ForeRunner ATM networks
- Integration into existing network management platforms
- HP Open View, SunNet Manager, IBM NetView/6000

General Specifications

Standards Compliance:

- ITU L361 ATM Layer
- ATM Forum UNI v3.0
- RFC 1483 & RFC 1577
- Q.2931

Emissions:

- FCC Part 68, Sub-part 15, Class A
- VCCI Class A
- CISPR

Safety:

- FCC Part 15A
- UL1950
- CSA225
- EN55022 (CISPR) Class A (CE Mark EMI)
- IEC950 (CE Mark Safety)
- EN50082-1 (CE Mark Susceptibility)
- VDE Safety

Environmental:

- Operating Temperature 0°C to 40°C @ 0-5,000 ft.
- Operating Humidity 0-95% non-condensing

Ordering Information:

ForeRunner ASX-200 ATM Switch

Model #	Description
X-200	2.5 Gbps ATM Switch
1-6/100MM	6-port, 100 Mbps TAXI Fiber Interface
1-155	2-, or 4-port, 155 Mbps OC-3c/STM-1 SONET/SDH Interface
1-DS3	2-, or 4-port, 45 Mbps DS-3 Interface
1-E3	2-, or 4-port, 34 Mbps E-3 Interface

FORE Systems also provides a complete line of ATM networking products, including ATM adapters and LAN access switches. Contact FORE Systems for more details.

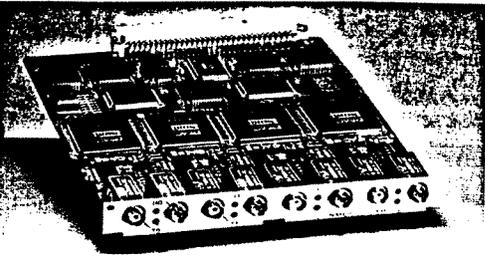


ARTTECH 
SYSTEMS & NETWORKING

Tel./Fax: (011) 533-1222

FORE Systems, Inc.
174 Thorn Hill Road
Warrendale, PA 15086-7535
Phone: 412-772-8686
Fax: 412-772-6500
Email: info@fore.com

ATM Network and I/O Modules



ForeRunner Network and I/O Modules provide high-speed communications using a variety of LAN/WAN interfaces. ASX-200 Network Modules provide dedicated ATM connectivity from the desktop to the WAN. LAX-20 I/O modules provide connectivity to conventional LANs, as well as the ATM network. Both ASX-200 and LAX-20 modules are field-upgradeable to accommodate different physical media and link speeds as shown below.

LAX-20 I/O Modules

- Ethernet (AUI, 10BaseT, BNC)
- Token Ring
- FDDI (DAS, SAS)
- ATM (DS-3, SONET/SDH)

ASX-200 LAN Modules

- OC-3c/STM-1 (155 Mbps)
- TAXI (100 Mbps)

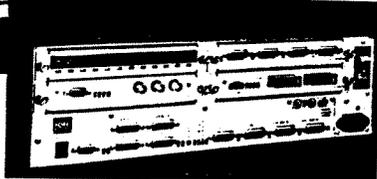
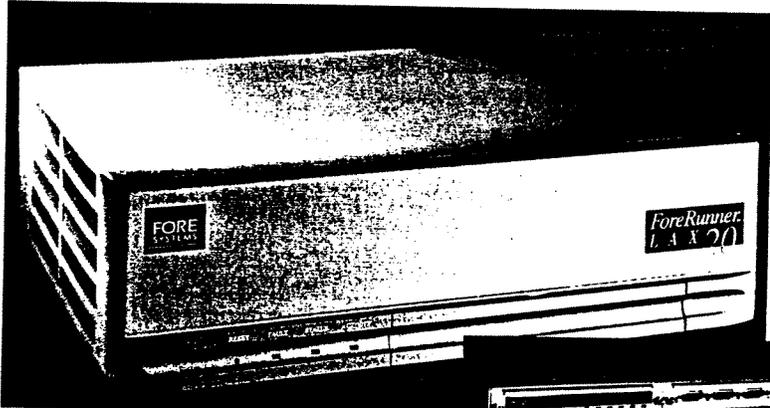
ASX-200 WAN Modules

- E-3 (34 Mbps)
- DS-3 (45 Mbps)
- OC-3c/STM-1 (155 Mbps)

LAX-20 LAN Access Switch



The LAX-20 LAN Access Switch is an internetworking device providing conventional LANs (i.e., Ethernet, Token Ring, and FDDI) access to an ATM inter-network. It offers intelligent local switching of LAN traffic, for up to 16 dedicated 10 Mbps Ethernets, 40 semi-private Ethernets, 12 dedicated Token Rings, or multiple FDDI rings.



LAX-20 features include:

- Built-in ATM interface
- Wire-speed bandwidth switching
- SNMP-based network management
- Optional redundant power supplies
- Integral *ForeThought* Internetworking Software
- Variety of LAN media types including Ethernet, Token Ring, and FDDI

ORE Systems' Internetwork Architecture

ForeThought Internetworking Software

LAN Emulation	Virtual Workgroups
IP-over-ATM	SVCs



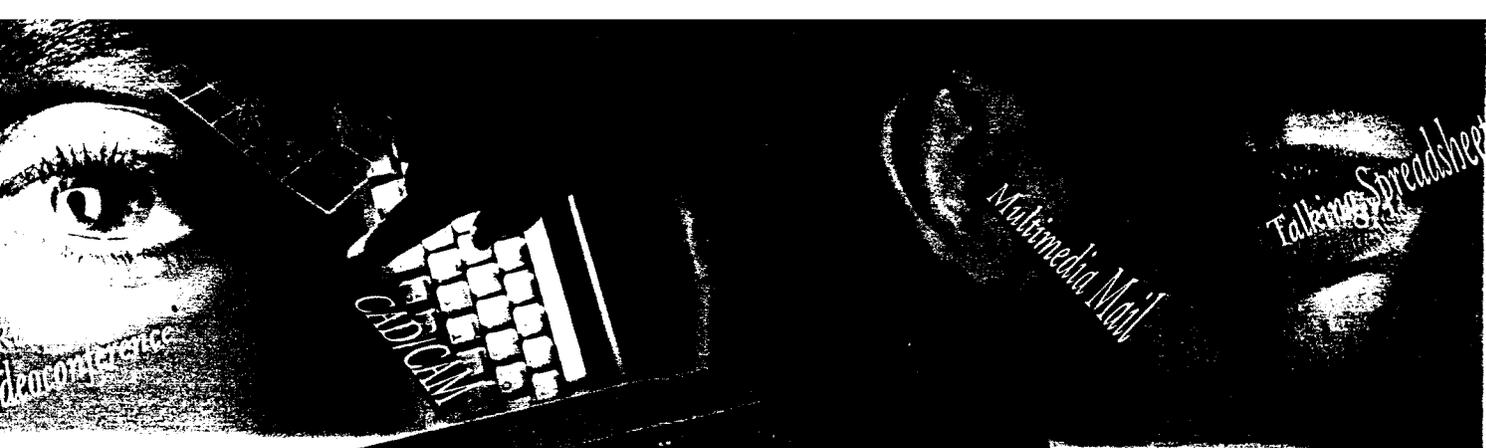
ForeView NMS

- Virtual WG Admin
- Mapping
- Configuration
- Security
- Monitoring
- Fault Management

ForeThought Internetworking Software is a suite of software that runs on all *ForeRunner* ATM hardware products and the key component of a seamless ATM network. Unique features such as switched virtual circuits (SVCs), both UNI and NNI, automatic network configuration, and address administration minimize operator intervention.

ForeThought features include:

- Distributed intelligence and switching
- Standards-compliant Q.2931 UNI signaling
- Advanced SPANS features such as IP multicast and NNI signaling
- Application- and protocol-transparent
- Automatic network configuration
- Supports SVCs, LAN emulation, IP-over-ATM, and virtual workgroups



VIVID ATM Workgroup Switch

The VIVID ATM Workgroup Switch increases the performance of LAN backbones and workgroups and enables Routed LAN Emulation through dynamic connection management.

- 1.6 Gbps Non-blocking Switching Capacity
- Twelve 155 Mbps ATM Interfaces
- Multicast-Capable Architecture
- Switched Virtual Circuits
- ATM Forum User Network Interface
- SNMP Network Management



Newbridge Networks

VIVID A

System Features

Connection Management

- SVC Turbo
- Q.2931 (formerly Q.93B) SVCs
- PVCs
- Virtual Paths

Bandwidth and Congestion Management

- Sustained Cell Rate
- Usage Parameter Control (UPC)
- Connection Admission Control (CAC)

Node Management

- SNMP
- Remote software download (FTP)
- Local diagnostic access
- Telnet
- Out-of-band and in-band

Network Management

- VIVID System Manager

Standards Compliance

- ATM Forum UNI v3.0
- ITU I.361 ATM Layer Specification

Network Interface Cards

Newbridge also supplies a number of NICs compatible with a variety of industry standard workstations and servers.

VIVID ATM Workgroup Switch

The VIVID ATM Workgroup Switch is a stackable ATM switch designed for high performance LANs. The Workgroup Switch increases throughput for congested LAN backbones and provides workgroup connectivity for multimedia and conventional workstations.

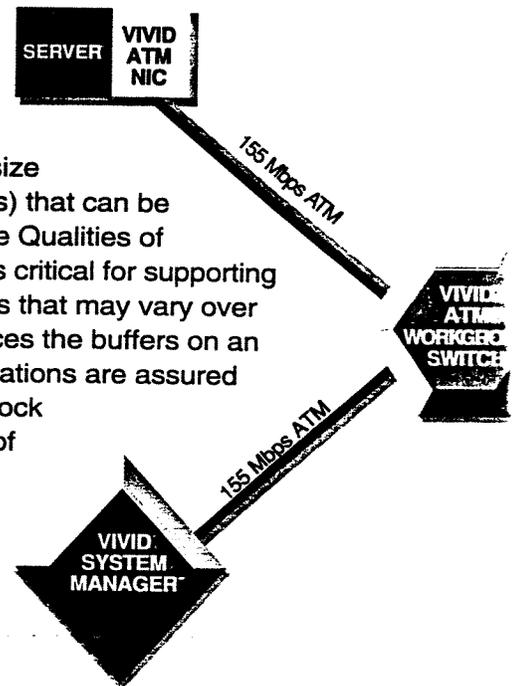
High speed ATM switching is crucial in a VIVID network. To support Routed LAN Emulation, a VIVID network relies on the Workgroup Switch to dynamically set up and tear down switched virtual circuits (SVCs) between endpoints. This capability allows a VIVID network to use connection-oriented ATM technology to provide a data service that appears connectionless to the attached shared media devices.

Architecture

The VIVID ATM Workgroup Switch has 12 ports with industry-standard STS-3c/STM-1 interfaces over multimode fiber (OC-3c). It features an output-buffered, broadcast matrix switch fabric with 1.6 Gbps of non-blocking switching capacity. Each cell is automatically routed to every output port. Circuitry at each output port selectively discards the cells that are not destined for that port. The broadcast architecture of the VIVID Workgroup Switch allows multicast and broadcast to be performed in hardware rather than in software. Hardware-based multicast is more efficient for high-bandwidth LAN and video applications.

Each output port is equipped with buffers to handle simultaneously arriving cells.

Each output has four variable-size buffers (totaling 1024 ATM cells) that can be programmed to support multiple Qualities of Service (QoS). This capability is critical for supporting mixes of priorities or traffic types that may vary over time. Because the switch services the buffers on an exhaustive priority basis, applications are assured that low priority traffic will not block high priority traffic in the event of



T M L A N

work congestion.

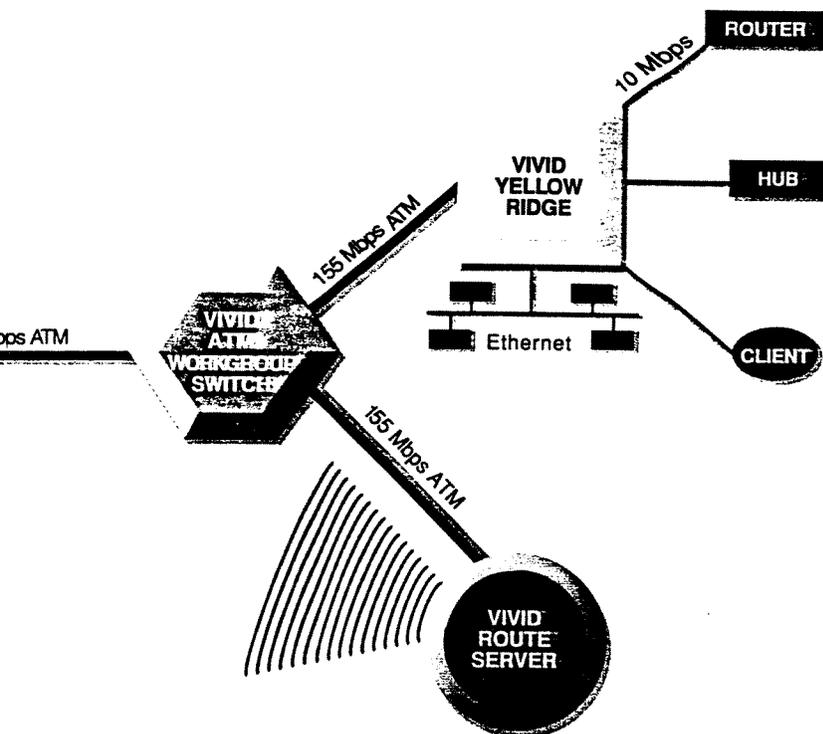
Connection Management

Workgroup Switch software manages available bandwidth as it establishes virtual connections. The ATM switch uses a fast signalling protocol, SVC Turbo, to dynamically establish SVCs among VIVID switches and Network Interface Cards. Rapid SVC call setup is essential to successfully emulating a connectionless LAN service with connection-oriented ATM technology.

Like shared media LANs, where on-demand usage can degrade performance, VIVID LANs with congestion management ensure a predictable service level for all users. SVCs are only established across those paths where enough bandwidth is available to satisfy performance parameters. If required, Permanent Virtual Circuits (PVCs) can also be established.

Remote Access

Workgroup Switch can support collapsed backbone networks in campus LAN environments with widely-dispersed locations. Workgroup Switch can connect to shared media LANs and client-attached workstations within a radius of two kilometers.



VIVID is a division of Newbridge, a world leader in digital networking solutions.

Hardware Features

- **Switching Fabric**
 - 1.6 Gbps switch capacity
 - Non-blocking output-buffered broadcast matrix
- **Output Buffering**
 - 1024 cells per port
 - Programmable as 4 priority queues
 - 3 priority levels for user data and 1 for control
- **ATM Interfaces (12)**
 - 155 Mbps STS-3c/STM-1
 - Multimode fiber (OC-3c)
 - 2 kilometers
 - SC connectors
- **Management Interface**
 - RS-232C
 - RJ-45 connector
- **Non-volatile store**
 - Flash EEPROM
- **Safety Compliance**
 - UL 1950
 - CSA C22.2
 - EN60 950
- **EMC Compliance**
 - FCC Class A
 - CSA DOC Class A
 - VDE Class B
 - EN 55 022,081,082
- **Mounting Options**
 - 19" rack or table mount
- **Dimensions**
 - H 6.1" (3.5 VU) x W 17" x D 14"
 - 15.5 x 43.2 x 35.5 cm
- **Power**
 - 90 - 240 VAC
 - 47 - 63 Hz
 - Power consumption: 150 watts

CORPORATE
HEADQUARTERS

**Newbridge Networks
Corporation**

600 March Road
P.O. Box 13600
Kanata, Ontario
Canada K2K 2E6
Tel. 613 591-3600
FAX 613 591-3680



NEWBRIDGE

VIVID, VIVID logo, VIVID System Manager, VIVID ATM Workgroup Switch, Ridge and Route Server are trade marks of Newbridge Networks Corporation.

Newbridge and logo are registered trade marks of Newbridge Networks Corporation.

North and South America

Europe, Middle East and Africa

Asia Pacific

Newbridge Networks Inc.

593 Herndon Parkway
Herndon, Virginia
U.S.A. 22070-5241
Tel. 1 800 343-3600
703 834-3600
FAX 703 471-7080

Newbridge Networks Limited

Coldra Woods
Chepstow Road
Newport, Gwent
NP6 1JB U.K.
Tel. 0633 413600
+44 633 413600
FAX 0633 413680

**Newbridge Networks
Corporation**

600 March Road
P.O. Box 13600
Kanata, Ontario
Canada K2K 2E6
Tel. 613 591-6300
FAX 613 591-3201



VIVID Yellow Ridge

The VIVID Yellow Ridge combines high performance Ethernet switching with an intelligent ATM interface enabling Routed LAN Emulation.

- ATM-based Routed LAN Emulation
- TCP/IP and Novell IPX Routing
- Conversion Between Ethernet and ATM
- Wire-speed Forwarding and Filtering
- 12 Switched 10BaseT Ethernet Interfaces
- One 155 Mbps ATM Interface
- SNMP Network Management



Newbridge Networks

VIVID

System Features

Routing and Bridging

- TCP/IP
- Novell IPX
- IEEE 802.1d Transparent Bridging

ATM

- ATM Forum UNI 3.0
- Multiprotocol Encapsulation over AAL 5: RFC 1483
- Classical IP over ATM
- Traffic Shaping

Performance

- 178,560 pps forwarding
- 50 microsecond latency

Memory

- Up to 8,000 destination addresses
- Up to 600 source MAC addresses

Management

- SNMP
- Remote software download (TFTP)
- Out-of-band and in-band
- VIVID System Manager
- Telnet
- ICMP support

VIVID Yellow Ridge

The VIVID Yellow Ridge provides high performance LAN interconnect for up to 12 Ethernet segments. In conjunction with the VIVID Route Server, the Yellow Ridge provides routing for TCP/IP and Novell IPX, as well as Spanning Tree bridging. An STS-3c/STM-1 ATM interface provides 155 Mbps connectivity into large enterprise-wide networks using ATM switching technology.

High Performance

The Yellow Ridge performs routing and bridging at wire rate – approximately 178,560 packets per second. The Yellow Ridge forwards LAN packets with extremely low latency providing an optimal solution for client/server environments. The Yellow Ridge switches Ethernet packets between clients attached locally. Ethernet-to-ATM conversion is also supported at full wire speed. Coupled with VIVID ATM switching products, Ridges can be used to build extremely high performance, scalable LAN internetworks.

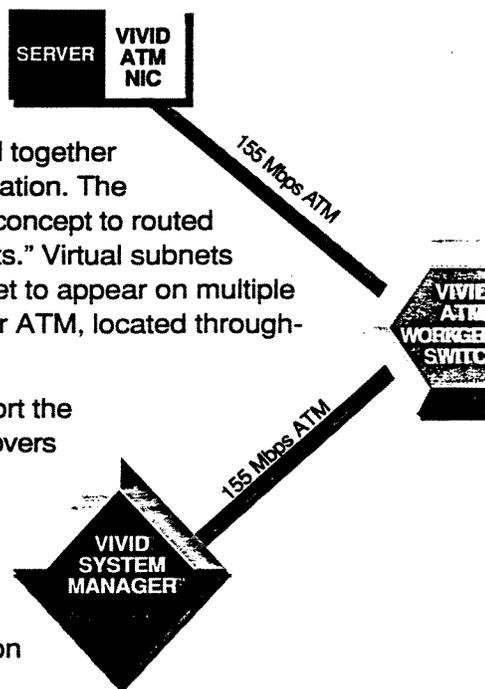
Virtual LANs

Yellow Ridge ports can be dedicated to individual workstations for 10 Mbps of switched bandwidth to the desktop, or they can connect to traditional Ethernet concentrators for linking shared-media environment. In either case, all of the connected users enjoy the benefits of concurrent bridge/router functionality and simplified administration of virtual LANs.

Virtual LANs allow several logical addresses to be grouped together independent of physical port location. The VIVID architecture extends this concept to routed subnets, creating "virtual subnets." Virtual subnets allow devices in the same subnet to appear on multiple physical ports, either Ethernet or ATM, located throughout the network.

As devices move from port to port the VIVID system automatically discovers the changes and maintains the proper network layer address associations. The network administrator is notified that the reconfiguration has taken place. No manual reconfiguration is required. This dramatically simplifies the configuration and administration required in LAN internetworks.

Virtual subnets may also be used to define filtering restrictions between groups of devices, providing powerful security features. Port-level security is also available, allowing administrators to restrict virtual subnets to specific physical ports while excluding others.



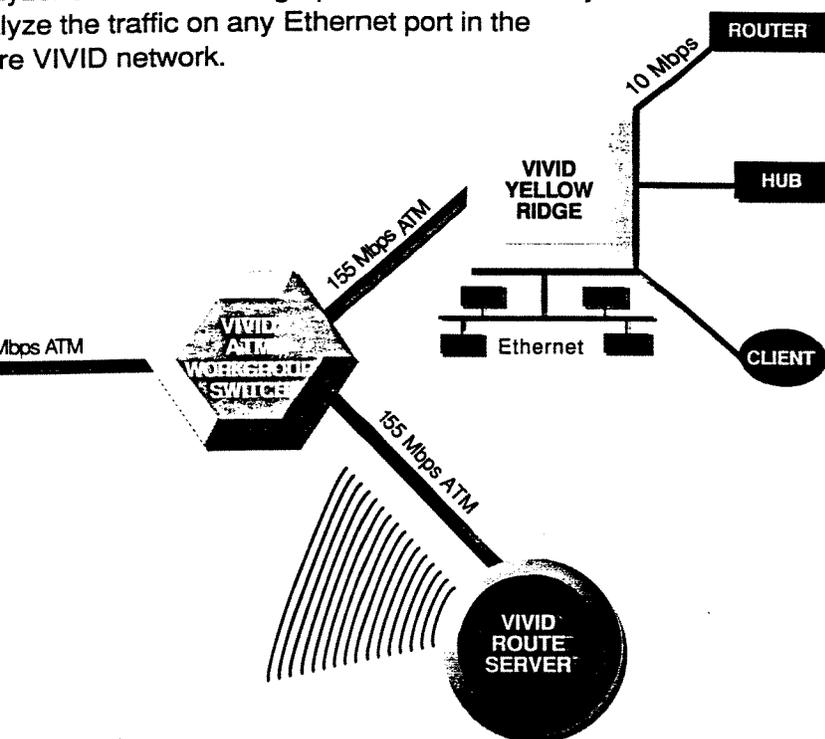
Interoperability

In addition to complete interoperability with today's Ethernet adapters, concentrators, and hubs, the Yellow Ridge also provides interoperability with traditional routers. The VIVID system communicates to attached routers using standard protocols such as RIP and OSPF. Bridges are also supported with Spanning Tree Protocol. This allows complete interoperability between devices connected to routers or bridges and any hosts attached directly to VIVID components, ensuring a smooth migration from traditional LANs to ATM.

Management

The Yellow Ridge has extensive management and maintenance features, including SNMP, that simplify day-to-day operations. It supports in-band and out-of-band management as well as Telnet. Firmware downloading is supported using Flash EEPROM technology. The Yellow Ridge supports physical level loopbacks and ICMP echo for *ping* and *traceroute*.

A unique monitor port feature allows the traffic from any Ridge port in a VIVID system to be directly transmitted to any other port in the VIVID system. An administrator with appropriate privileges can place a LAN analyzer on a central Ridge port, and conveniently analyze the traffic on any Ethernet port in the entire VIVID network.



Hardware Features

- 12 Ethernet Interfaces
 - 10 BaseT
 - RJ-45, UTP
- ATM Interface
 - STS-3C/STM-1, 155 Mbps
 - SC connector, multimode fiber
 - ATM Forum UNI 3.0
 - ITU I.361
- Management Interface
 - Async RS-232C
 - RJ-45
- Non-volatile store
 - Flash EEPROM
- Safety Compliance
 - UL 1950
 - CSA C22.2
 - EN60 950
- EMC Compliance
 - FCC Class A
 - CSA DOC Class A
 - VDE Class B
 - EN 55 022,081,082
- Mounting Options
 - 19" rack, table top, or wall mount
- Physical dimensions
 - H 2.6" (1.5 VU) x W 17" x D 14"
 - 6.6 x 43.2 x 35.5 cm
- Environment
 - Temperature: 0 - 50° C
 - Relative Humidity: 0 - 90% noncondensing
- Power
 - 120 VAC @ 60 Hz
 - 240 VAC @ 50 Hz
 - Power Consumption: 75 watts max



VIVID is a division of Newbridge, a world leader in digital networking solutions.

**CORPORATE
HEADQUARTERS**

Newbridge Networks
Corporation
600 March Road
P.O. Box 13600
Kanata, Ontario
Canada K2K 2E6
Tel. 613 591-3600
FAX 613 591-3680



NEWBRIDGE

UNITED STATES

Newbridge Networks Inc.
593 Herndon Parkway
Herndon, Virginia
U.S.A. 22070-5241
Tel. 1 800 343-3600
703 834-3600
FAX 703 471-7080

CANADA

Newbridge Networks
Corporation
5580 Explorer Drive
Suite 100
Mississauga, Ontario
Canada L4W 4Y1
Tel. 905 238-5214
FAX 905 238-0581

North and South America

Latin America
Newbridge Networks
Corporation
600 March Road
P.O. Box 13600
Kanata, Ontario
Canada K2K 2E6
Tel. 613 591-3600
FAX 613 599-3611

Europe, Middle East & Africa

Newbridge Networks
Limited
Coldra Woods
Chepstow Road
Newport, Gwent
NP6 1JB U.K.
Tel. 0633 413600
+44 633 413600
FAX 0633 413680

Asia Pacific

Newbridge Networks
Corporation
600 March Road
P.O. Box 13600
Kanata, Ontario
Canada K2K 2E6
Tel. 613 591-3600
FAX 613 591-3201

Information subject to change without notice. Patents pending. Newbridge, VIVID and logos are registered trademarks. The following are trademarks of Newbridge Networks Corporation: VIVID ATM Workgroup Switch, VIVID System Manager, VIVID Route Server, VIVID Yellow Ridge, VIVID Red Ridge, VIVID Blue Ridge, 36150 MainStreet ATMnet and 4602 MainStreet Intelligent NetworkStation. Novell is a registered trademark and IPX is a trademark of Novell, Incorporated. Sun is a registered trademark and SunOS, SunConnect, and SunNet are trademarks of Sun Microsystems, Incorporated. SPARCstation is a trademark of SPARC International, licensed exclusively to Sun Microsystems, Incorporated. HP is a registered trademark and OpenView is a trademark of Hewlett-Packard Company. © Copyright 1994 Newbridge Networks Corporation. All rights reserved.