



# **UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROJETO DE ENLACE PARA ARMARIO ÓPTICO E REDE AÉREA DE  
DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA METÀLICA PARA O BAIRRO DO JARAGUÁ  
EM TAUBATÉ – SP**

**por**

**OSVALDO BEZERRA DE MELO**

**ACADÊMICO DA 5ª SÉRIE DO CURSO DE ENGENHARIA DE  
TELECOMUNICAÇÕES**

**PROF. FÁBIO CARLI RODRIGUES TEIXEIRA**  
**Professor Orientador**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Taubaté – SP**  
**2007**  
**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**PROJETO DE ENLACE PARA ARMARIO ÓPTICO E REDE AÉREA DE  
DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA METÀLICA PARA O BAIRRO DO JARAGUÁ  
EM TAUBATÉ – SP**

**por**

**OSVALDO BEZERRA DE MELO**

**ACADÊMICO DA 5ª SÉRIE DO CURSO DE ENGENHARIA DE  
TELECOMUNICAÇÕES**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Taubaté, como parte da disciplina Metodologia Científica e Trabalho de conclusão de curso.**

**Resultado: Aprovado**

**Banca Examinadora:**

---

**Prof. Mc José Valentino Volpato - UNITAU**

---

**Prof. Fábio Carli Rodrigues Teixeira - UNITAU**

---

**ENG**

**Taubaté, 09 de novembro de 2007**

**PROJETO DE ENLACE PARA ARMARIO ÓPTICO E REDE AÉREA DE  
DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA METÀLICA PARA O BAIRRO DO JARAGUA  
EM TAUBATÉ – SP**

Trabalho final de curso apresentado como atividade  
obrigatória para obtenção do grau de bacharel em  
Engenharia de Telecomunicações da Universidade de  
Taubaté – UNITAU

Orientador: **PROF. FÁBIO CARLI RODRIGUES TEIXEIRA**

Taubaté  
2007

M528p

MELO, Osvaldo Bezerra de.

Projeto de enlace para armário óptico e rede aérea de distribuição secundária metálica para o bairro do Jaraguá em Taubaté – SP./ Osvaldo Bezerra de Melo. – Taubaté: Unitau, 2007.

68 f. :il;30 cm.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade de Taubaté. Faculdade de Engenharia Elétrica. Curso de Engenharia de Telecomunicações.

Orientador: Fábio Carli Rodrigues Teixeira.

1. Enlace Óptico. 2. Rede Aérea. 3. Projeto de Rede. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Elétrica. II. Título.

CDD(21) 621.3821

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais em especial ao senhor Luiz Bezerra de Melo que teve a coragem de sair do sertão de Pernambuco para dar um futuro melhor para a sua família, e a Valquíria que me fez encontrar o equilíbrio e a serenidade frente aos desafios que a vida me proporcionou.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus primeiramente por ter me dado a oportunidade de estar escrevendo estas palavras, agradeço a Universidade de Taubaté por ter me concedido através de bolsa de estudo a oportunidade de me formar Engenheiro de Telecomunicações, agradeço em especial ao senhor Claudemir que perdeu varias horas de seu descanso precioso ajudando-nos a executar projetos, estando sempre disposto a ajudar.

**Cientistas olham as coisas como elas são e perguntam, Por quê?  
Engenheiros olham as coisas como elas podiam ser e perguntam, Porque não?**

**Robert F. Kennedy**

## **Resumo**

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo projetar um enlace óptico saindo da Central Telefônica Quinze de Novembro até um armário óptico no bairro do Jaraguá e também o projeto da rede de distribuição metálica secundária para o bairro citado anteriormente.

**Palavras chave: Rede Aérea, Enlace Óptico, Armário Óptico, Projeto de Rede.**

## **Abstract**

This work had with objective project an optic link exiting of the center telephonic Quinze de Novembro to the cabinet at the district Jaragua and also the project of metallic secondary network of the district mentioned.

**Key words: Optic link, Secondary Network, Optic Cabinet, Network Project.**



## Lista de Figuras

- 1.4 – Esquemático da rede de distribuição
- 1.5 – Armário Óptico
- 2 – Infra estrutura de rede existente
- 2.1 – Rede adequada
- 4 – Cronograma do projeto
- 5.1.9 – Esquemático do dispositivo de fusão de fibras
- 5.1.10 – Máquina de emenda por fusão
- 5.1.11 – Conector mecânico tipo FIBRLOCK II explodido
- 5.1.12 – Conector mecânico tipo FIBRLOCK II fechado
- 5.1.13 – Emenda Óptica através de adaptador
- 7.1.1 – Bloco de inserção 50 pares
- 7.1.2 – Bloco de inserção de condutores engate rápido 10 pares
- 7.1.3 – Bloco de conexão de condutores em distribuidores gerais
- 7.2.1 – Conector de topo contato simples e conector de topo contato duplo
- 7.2.2 – Conector par seco
- 7.2.3 – Conector linear de sangria
- 7.2.4 – Conector de topo B1 e B2
- 7.3 – Conector ST
- 7.3.1 – Conector MIC
- 7.3.2 – Conector VF-45
- 7.4.1 – Vista explodida conector ST
- 7.4.2 – Elementos básicos do conector óptico
- 7.8.1 – Deslocamento axial ou lateral
- 7.8.2 – Deslocamento longitudinal
- 7.8.3 – Desalinhamento angular
- 7.8.4 – Perda ou retorno por reflexão
- 7.8.5 – Qualidade da superfície
- 7.9 – Terminal de acesso a rede
- 7.10 – Caixa de emenda aérea ventilada horizontal
- 7.11 – Caixa de emenda aérea selada horizontal
- 7.12 – Caixa de emenda aérea selada vertical
- 7.13 – Conjunto de emenda pressurizada subterrânea
- 7.14 – Conjunto de emenda de galeria
- 7.15.1 – Módulo de Proteção para Centrais Telefônicas
- 7.15.2 – Módulo de Proteção para Redes ADSL
- 7.16 – Filtro de RF
- 7.17 – Terminal de conexão de aterramento
- 7.18 – Conector de blindagem CBV
- 8.4 – Formação dos cabos
- 8.5 – Código de cores para cabos de pares entrançados
- 9.4 – Simbologia de caixa de emenda subterrânea
- 9.5 – Representação de cabo telefônico
- 12 – Alterações de rede
- 13 – Calculo de parâmetros de rede metálica
- 15.1 – Central Telefônica XV de Novembro e Trajeto do Enlace Óptico
- 15.2 – Esboço do Projeto Metálico
- 15.3 – Simbologia de Projeto do Enlace Óptico
- 15.4 – Representação Geral de Postes para Suporte de Rede de Distribuição Secundária Metálica
- 15.5 – Representação geral de cabos secundários e armário de distribuição
- 15.6 – Representação Geral de Caixas de Distribuição ou Terminais de Acesso a Rede

## **Lista de Tabelas**

- 4 – Cronograma
- 9.4 – Cabos
- 9.5 – Capacidade dos cabos telefônicos
- 9.6 – Representação de Cabos Telefônicos em Desenho
- 9.7 – Representação de Emendas de Cabos Telefônicos
- 9.8 – Representação Geral
- 9.9 – Representação Geral de Postes
- 10- Código de Fabricação e Simbologia de Desenho de Cabos Telefônicos
- 11 – Diâmetro dos Condutores de Cabos Telefônicos
- 14 – Dados de Sistema STM - 1

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ARD – O – Armário de Distribuição Óptico  
3M – Fabricante de Conectores e outros Produtos de Fixação  
Ble – Bloco de Ligação Externa  
BP – Balanço de Potência  
Carrier – Sistema de Multiplexação de Assinantes  
CBV – Conector de blindagem Rígido  
CBC – Conector de blindagem flexível  
db – Decibel  
dbm – Decibel  
DGO - Distribuidor Geral Óptico  
Duplex – Método de Comunicação em que a transmissão é possível simultaneamente em ambos os sentidos de um canal de telecomunicações.  
Espinado – Ação de juntar o cabo de suporte ao cabo telefônico por meio de um arame espiralado ao longo da rede aérea.  
FC – Conector usado em fibras singlemode ou multimode para redes de telecomunicações e comunicação de dados.  
FDDI – “Fiber Distributed Data Interface” – Padrão ANSI de LAN de alta velocidade (100 Mbps). Usa fibra óptica e a topologia é um anel duplo, para prover redundância, com sentidos contrários de rotação.  
Giga de Teste – Sistema que possibilita fazer o teste da rede sem que seja preciso a sua desconexão.  
ITU – International Telecommunication Union  
Km - Kilômetro  
LAN – Local Area Network – Rede de alcance local tipicamente construída para operar em ambiente privado.  
Modem – Modulador/Demodulador  
MAN – Metropolitan Area Network – Rede de cobertura metropolitana, rede compreendida para cobertura de uma cidade de grande porte.  
Mbps – Megabits por segundo ou seja milhões de bits por segundo.  
MIC – Conector de Interface Média  
MS – Margem de segurança  
nm – Nanômetro  
NRZ – Codificação não retorna zero  
PABX – Public Automatic Branching Exchange  
PDH – Hierarquia Digital Pleiosíncrona  
Pig – Tail – Tipo de conector Óptico com Trecho de Fibra Óptica Conectado.  
SC – Conector usado em fibras singlemode ou multimode para redes de CATV e equipamentos de teste.  
SDH – Hierarquia Digital Síncrona  
Simplex – método de operação em que a transmissão é permitida alternadamente em cada sentido de um canal de telecomunicações.  
ST – Conector usado em fibras singlemode ou multimode de redes locais.  
STM – Synchronous Transfer Mode – Modo de Transferência Síncrona.  
TAR – Terminal de Acesso a Rede  
Tubete – Tubo termoretratil para proteção de emenda óptica.  
VF - 45 – Conector Óptico com Características de Fixação iguais a conectores metálicos RJ – 45  
XDSL – Tecnologia de Transmissão de Sinais Digitais  
WAN – Wide Área Network

## Sumário

<b>1 – INTRODUÇÃO</b>	14
1.1 - Meio de Transmissão	14
1.2 - Meios de Transmissão Guiados	14
1.3 - Meios de Transmissão Não Guiados	14
1.4 - Rede Telefônica	14
1.5 - Rede Óptica Primária	15
1.6 - Rede Secundária Metálica	16
<b>2 – OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS</b>	16
<b>3 – METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DE FASES</b>	20
<b>4 – CRONOGRAMA</b>	20
<b>5 – CABO ÓPTICO</b>	21
5.1 - Emendas Ópticas	21
5.1.1 – Processo de Emenda	21
5.1.2 – Limpeza	21
5.1.3 – Decapagem	22
5.1.4 – Clivagem	22
5.1.5 – Atenuação em Emendas Ópticas	22
5.1.6 – Fatores Intrínsecos	22
5.1.7 – Fatores Extrínsecos	23
5.1.8 – Fatores Refletores	23
5.1.9 – Emenda por Fusão	23
5.1.10 – Emenda Óptica Mecânica	24
5.1.11 – Emenda Óptica por Conectorização	25
<b>6 – PAR TRANÇADO</b>	26
6.1 - Descrição Física	26
6.2 - Utilização	26
<b>7 – ELEMENTOS DE REDE</b>	27
7.1 - Blocos de Distribuição	27
7.2 - Conectores Metálicos	28
7.3 - Conectores Ópticos	29
7.4 - Elementos de Construção de um Conector Óptico	30
7.5 - Aplicação de Conectores Ópticos	31
7.6 - Atenuação	31
7.7 - Fatores Intrínsecos	31
7.8 - Fatores Extrínsecos	32
7.8.1 - Deslocamento Axial ou Lateral	32
7.8.2 - Deslocamento Longitudinal	32
7.8.3 - Desalinhamento Angular	33
7.8.4 - Perdas por Retorno ou Reflexão	33
7.8.5 - Características Construtivas	34
7.9 - Caixas de Distribuição ou Terminal de Acesso a Rede	34
7.10 - Conjunto de Emendas Metálicas	35
7.11 - Proteção Elétrica	36

<b>8 – INTERPRETAÇÃO DE REDE TELEFÔNICA</b>	<b>37</b>
8.1 - Hierarquia de Pares	37
8.2 - Hierarquia de Grupos	37
8.3 - Hierarquia de Super-Grupos	37
8.4 - Tipos de Formação de Cabos	38
8.5 - Código de Cores para Pares Entrançados	40
8.6 - Identificação de Elementos de Rede Telefônica	41
8.6.1 – Cabo Telefônico e Subida de Lateral	41
8.6.2 – Caixa de Emenda de Subida de Lateral	41
8.6.3 – Caixa de Distribuição ou Terminais de Acesso a Rede	41
<b>9 – DESENHO DE PROJETO DE REDE TELEFÔNICA</b>	<b>42</b>
9.1 - Definição	42
9.2 - Desenho de Projeto de Rede Subterrânea	42
9.3 - Desenho de Projeto de Rede Aérea	42
9.4 - Simbologia	42
9.5 - Nomenclatura Abreviada em Função do Tipo de Cabo	43
<b>10 – TIPOS DE CABOS TELEFÔNICOS</b>	<b>48</b>
10.1 - Descrição dos Tipos de Cabos Telefônicos	48
10.1.1 - Cabo “CT”	48
10.1.2 - Cabo “CT – APL”	48
10.1.3 - Cabo “CTP – APL”	48
10.1.4 - Cabo “CI”	49
10.1.5 - Cabo “CTP – APL/G”	49
10.1.6 – Cabo “CTP – Pb”	49
10.1.7 – Cabo “ C”	49
10.1.8 – Cabo “ CF”	49
10.1.9 – Cabo “CTA”	49
10.1.10- Cabo “ CCE – APL – ASF”	49
10.1.11- Cabo “ CTP- APL – SN”	49
10.1.12- Cabo “ CFOA – SM – APL”	49
<b>11 – DIÂMETRO DOS CONDUTORES DOS CABOS</b>	<b>50</b>
<b>12 – ALTERAÇÕES NA REDE</b>	<b>50</b>
<b>13 – CÁLCULO DE PARÂMETROS DE REDE METÁLICA</b>	<b>52</b>
<b>14 – PROJETO DE ENLACES ÓPTICOS</b>	<b>53</b>
14.1 – Introdução	53
14.2 – Balanço de Potência	53
14.3 – Balanço de Dispersão	54
14.4 – Projeto de Enlaces Ópticos de Longa Distância	55
14.4.1 – Referências	55
14.4.2 – Considerações Sobre Interfaces Ópticas	55
14.4.3 – Seguintes Abreviações na Formação dos códigos de Aplicação (Tabela 14)	55

<b>15 – PROJETO DE ENLACE PARA ARMÁRIO ÓPTICO E REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA METÁLICA PARA O BAIRRO DO JARAGUÁ EM TAUBATÉ – SP</b>	57
15.1 – Esboço do Projeto	57
15.1.1-Legenda	58
15.2 – Enlace Óptico Partindo da CENTRAL XV DE NOVEMBRO com Destino ao Bairro do Jaraguá	58
15.2.1 – Descrição do Sistema	58
15.2.2 – Metodologia do Projeto	60
15.2.3 – Parâmetros dos Componentes do Sistema Óptico	60
15.2.4 – Simbologia do Projeto	60
15.2.5 – Memorial de Cálculos	
<b>16 – REDE METÁLICA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA PARA O BAIRRO DO JARAGUÁ</b>	62
16.1 – Descrição do Sistema	62
16.2 – Simbologia de Projeto	63
16.3 – Memorial de Cálculos	66
16.3.1 – Cálculo do Desequilíbrio Capacitivo	66
16.4 – Considerações Importantes	67
<b>17 – RESULTADOS E CONCLUSÕES</b>	67
<b>18 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	67

# 1 - INTRODUÇÃO

## 1.1 - Meio de Transmissão

O meio de transmissão fornece os canais físicos necessários para interligar os nós de uma rede ou sistema de transmissão. Estes se classificam em meios guiados e não guiados.

## 1.2 - Meios de Transmissão Guiados

Caracterizam-se pelo sinal seguir confinado no meio de transmissão, nesse grupo temos como exemplo o par trançado, cabo coaxial e a fibra óptica, onde os dois primeiros são sensíveis a indução eletromagnética e o último não, pois este é fabricado com materiais dielétricos que não sofrem a ação de campos eletromagnéticos externos.

## 1.3 - Meios de Transmissão Não Guiados

Caracterizam-se pelo sinal não seguir confinado no meio de transmissão, nesse grupo temos como exemplo os sistemas de rádio, microondas e infravermelho. Estes sistemas são extremamente sensíveis a ruído dado que a propagação se faz pelo ar, são sistemas muito aceitos para prestar serviços de telecomunicações em grandes áreas geográficas devido ao seu menor custo de implantação.

## 1.4 - Rede Telefônica

A figura 1.4 mostra o esquemático de uma rede de distribuição telefônica;

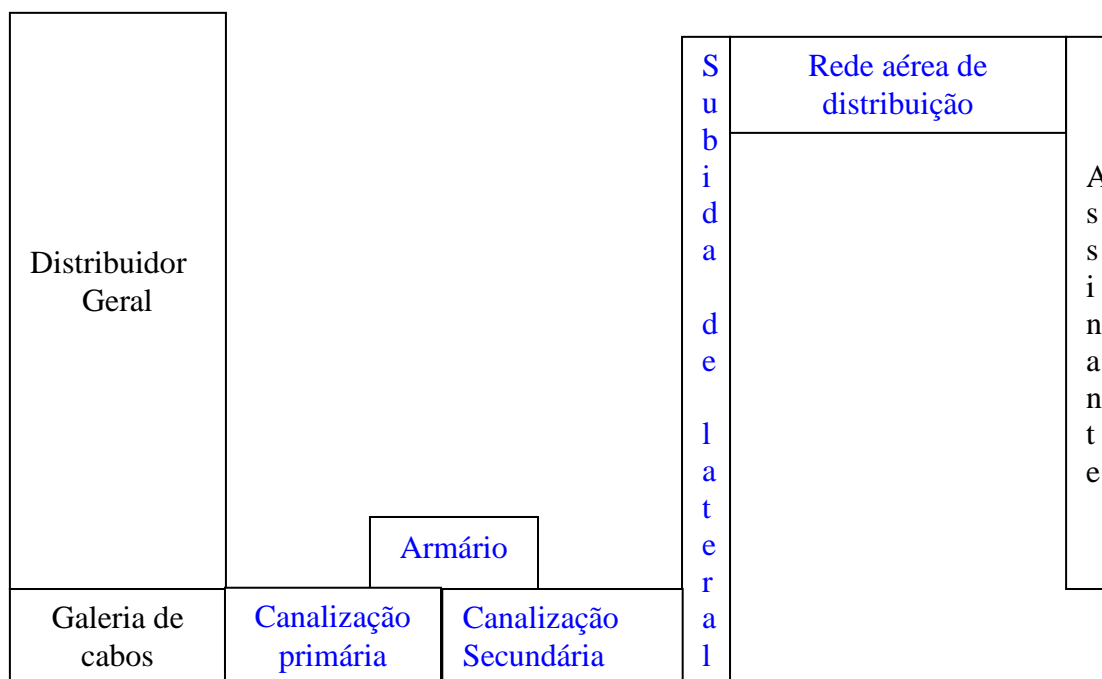


Fig 1.4  
Os segmentos em azul são o foco deste trabalho.

## 1.5 - Rede Óptica Primária

O uso de enlaces ópticos em redes primárias tem por objetivo principal diminuir o gasto com a implantação de infra-estrutura de dutos e também otimizar a estrutura já existente, haja vista que essas soluções adquiriram uma boa relação custo benefício e se tornaram acessíveis em relação a alguns anos atrás quando o preço dessas soluções inviabilizavam o investimento.

Nosso maior desafio é o de fazer a interface entre redes primárias ópticas com redes secundárias metálicas, temos então que usar um facilitador, neste caso os armários ópticos, que é mostrado na figura 1.5.



Fig 1.5

Pois estes desempenham esta função com grande desenvoltura devido às características citadas abaixo:

- Dimensões reduzidas o que propicia uma fácil instalação em praças e calçadas;
- Grande capacidade de primários o que propicia atender a um grande número de assinantes;
- Conexão com a internet coisa que sistemas “Carrier” (sistemas de multiplexação alimentados e conectados por um par metálico que propicia o aumento do número de acessos em detrimento da largura de banda de cada canal), tanto analógicos como digitais não propiciam;

Mas este sistema também tem algumas desvantagens, que são:

- Necessidade de redes elétricas para seu funcionamento, e por esse motivo é sensível a interrupções de fornecimento de energia;



- Profissionais especializados, o que eleva seus custos de manutenção;
- Tempo de resposta a defeitos maior, haja vista que o chamado é primeiramente atendido por um profissional não especializado, e tão logo este constate que o problema não é de sua alçada repassa a informação à central de manutenção, que providencia a vinda do profissional qualificado.

Mas os seus ganhos superam em muito as suas perdas no que diz respeito ao número de assinantes atendidos e conseqüentemente temos um maior ganho comercial e financeiro.

### **1.6 - Rede Secundária Metálica**

A rede secundária metálica vai fazer a ligação do armário óptico (rede primária) com a casa do assinante. Este tipo de rede tem como objetivos:

- Diminuir o comprimento dos cabos que fazem a ligação das caixas de distribuição com a casa do assinante propiciando um melhor padrão estético e de manutenção;
- Menor custo de manutenção, pois a rede é mais capilarizada, o que inviabiliza o uso de redes ópticas que demandariam um investimento muito grande em equipamentos e cabos.
- Uso de mão de obra menos qualificada para expansão, readequação e manutenção da rede.
- Menor concentração de assinantes em relação à rede primária e conseqüentemente uma menor necessidade de banda por canal podendo esta ser suprida por sistemas XDSL.

## **2 - OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA**

Este trabalho tem por objetivo prover uma alternativa para o bairro do Jaraguá de uma infra-estrutura de rede fixa adequada, pois a infra-estrutura de rede fixa existente não condiz com nenhum padrão nacional ou internacional para prestação de serviços de telecomunicações, haja vista a Fig 2 que ilustra a situação atual.



Fig 2 (a)



Fig 2 (b)



Fig 2 (c)

Como proponente deste trabalho acredito que devo apresentar uma proposta de melhoria da situação da rede daquele local, haja vista que é impossível prestar um serviço de telecomunicações adequado com a estrutura acima, pois esta situação gera os seguintes problemas:

- Maior tempo de resposta a defeitos devido à dificuldade de encontrar qual é o cabo do assinante, pois isso só pode ser feito com a ajuda de mais um profissional que ira “bater o cabo” (identificar a linha de assinante correta correndo a rede toda), ação que não seria necessária se dispuséssemos de uma estrutura organizada onde um profissional poderia fazer a manutenção e localizar o defeito em um espaço de tempo menor; outro problema é que ao fazer esta ação podemos ocasionar novos defeitos devido ao uso de força de tração para localizar o cabo desejado;
- Maior comprimento dos cabos de ligação entre a caixa de distribuição e o assinante, aumentando a incidência de problemas de ação externa (linha de pipa, caminhões, etc.);
- Maior custo ao longo da vida útil da ligação, pois a linha que apresentar defeito tem que ser totalmente substituída (emendas são permitidas somente em lances de 400 metros, que é o comprimento de um rolo fio externo determinação das operadoras de telefonia). Outro fator é o da estética, pois não há cidadão que gostaria de ter esta vista em frente a sua residência.



A Fig 2.1 ilustra um exemplo de rede adequada;



Fig 2.1 (a)



Fig 2.1 (b)

Onde é mostrado dois cabos telefônicos e um de TV a cabo a outra fotografia mostra uma caixa aérea de distribuição.



## 5 - CABO ÓPTICO

Cabo óptico constituído por fibras ópticas do tipo monomodo ou multimodo com revestimento primário em acrilato, protegidas por um tubo de material termoplástico. O interior do tubo é preenchido por um composto para evitar a penetração de umidade e garantir à fibra uma maior proteção mecânica. O tubo, juntamente com o elemento de tração dielétrico, são revestidos por material termoplástico.

### 5.1 - Emendas Ópticas

Uma emenda óptica consiste na junção de dois ou mais segmentos de fibras, podendo ser permanente ou temporária. Servem para prolongar um cabo óptico, uma mudança de tipo de cabo, para conexão de um equipamento ativo ou efetuarmos manobras em um sistema de cabeamento estruturado.

Como características básicas, as emendas apresentam as seguintes características:

- **Baixa Atenuação:** típica de 0,2 a 0,02dB por emenda;
- **Alta Estabilidade Mecânica:** cerca de 4 kgf de tração;
- **Aplicações em Campo:** requer poucos equipamentos para sua implementação.

Existem três tipos de emendas ópticas:

- **Emenda por Fusão:** as fibras são fundidas entre si;
- **Emenda Mecânica:** as fibras são unidas por meios mecânicos;
- **Emenda por Conectorização:** são aplicados conectores ópticos, nas fibras envolvidas na emenda.

As emendas ópticas, sejam por fusão ou mecânicas, apresentam uma atenuação muito menor que um conector óptico.

#### 5.1.1 - Processo de Emenda

Quando efetuamos um dos 3 tipos de emendas mencionados, devemos obedecer etapas distintas do processo de emenda, estas etapas são necessárias para que possamos ter o desempenho desejado. O processo de emenda consiste nas seguintes operações:

#### 5.1.2 - Limpeza

Os passos envolvidos nesta etapa são:

1. Remoção da capa do cabo;
2. Remoção do tubo LOOSE;
3. Remoção do gel com o uso de álcool isopropílico, utilizando-se algodão, lenços de papel ou gaze.

### **5.1.3 - Decapagem**

Esta operação consiste em:

1. Remoção do revestimento externo de acrilato da fibra;
2. Limpeza da fibra com álcool isopropílico;
3. Repetir o processo até que todo o revestimento externo da fibra seja removido.

### **5.1.4 - Clivagem**

A clivagem de uma fibra óptica consiste no corte das extremidades das fibras em um ângulo de 90°, ou seja, cada ponta da fibra deve ter sua face paralela. Esta necessidade do ângulo ser de 90° deve-se ao fato de quando fizermos sua emenda, ambas as faces deverão estar paralelas para uma perfeita emenda. É nesta etapa que devemos ter o máximo de cuidado com o manuseio da fibra, é desta etapa que saíra a fibra pronta para a emenda.

A clivagem de uma fibra óptica é feita usando um equipamento que faz um risco na fibra, analogamente ao corte de um vidro pelo vidraceiro.

As operações envolvidas são:

1. Clivagem da fibra;
2. Limpeza das extremidades com álcool isopropílico.

### **5.1.5 - Atenuações em Emendas Ópticas**

Como já mencionado em conectores ópticos, existem 2 tipos de fatores que influenciam o processo de emenda, que são:

- Fatores Intrínsecos;
- Fatores Extrínsecos;
- Fatores Reflexivos.

### **5.1.6 - Fatores Intrínsecos**

São os fatores que envolvem a fabricação da fibra óptica, são os seguintes:

- Variação do diâmetro do núcleo;
- Diferença de perfil;
- Elipticidade ou Excentricidade do núcleo ou casca.

É especialmente crítico a variação do diâmetro do núcleo para as fibras Monomodo.

### 5.1.7 - Fatores Extrínsecos

São os fatores que decorrem do processo de emenda, são os seguintes:

- Precisão no alinhamento da fibra;
- Qualidade das terminações da fibra;
- Espaçamento entre as extremidades;
- Contaminação ambiental.

### 5.1.8 - Fatores Refletores

São os fatores que advém das próprias emendas, estas podem gerar em seu interior, reflexos de luz que irão atenuar os sinais transmitidos, ocasionando perda de potência. Com os equipamentos empregados no processo de emenda, e a constante melhoria na qualidade da fabricação da fibra, este tipo de atenuação é inferior a 50dB.

### 5.1.9 - Emenda por Fusão

É o processo pelo qual, dois segmentos de fibra são fundidos entre si, através de uma descarga elétrica produzida pelo equipamento.

As etapas envolvidas são:

1. limpeza;
2. Decapagem;
3. Clivagem;
4. Inserção do protetor de emenda, "Tubete Termo Contrátil";
5. Colocação das fibras no dispositivo V Groove da máquina de fusão;
6. Aproximação das fibras até cerca de  $1\mu\text{m}$ ;
7. Fusão através de arco voltaico;
8. Colocação do protetor e aquecimento.

A Fig 5.1.9 ilustra o esquemático do dispositivo de fusão das fibras

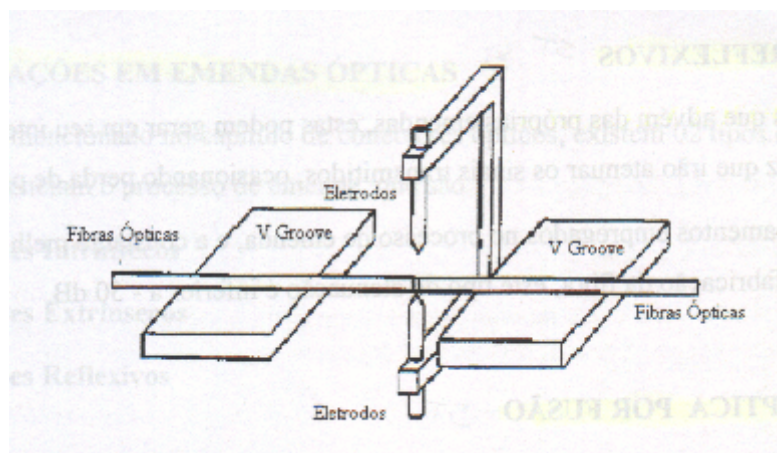


Fig 5.1.9



A Fig 5.1.10 mostra uma Máquina de Emenda por Fusão - Furukawa



Fig 5.1.10

### 5.1.10 - Emenda Óptica Mecânica

É o processo pelo qual, dois segmentos de fibra são unidos usando-se um Conector Óptico Mecânico. Neste tipo de emenda os processos de limpeza, decapagem e clivagem são iguais aos processo por fusão.

As etapas envolvidas são:

1. limpeza;
2. Decapagem;
3. Clivagem;
4. Inserção de cada extremidade da fibra em uma extremidade do conector;
5. Verificação da correta posição das fibras;
6. Fechamento do conector.

A Fig 5.1.11 mostra um Conector Mecânico tipo FIBRLOCK II explodido, fabricação 3M.

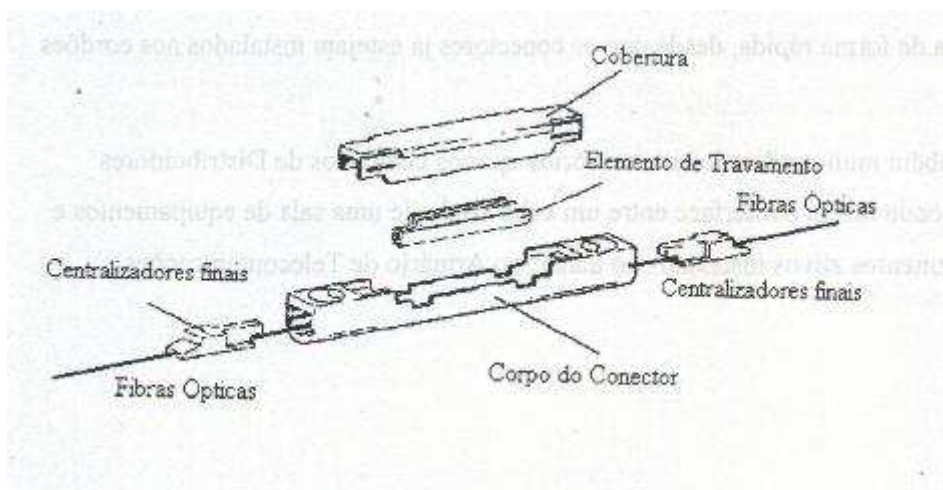


Fig 5.1.11

A Fig 5.1.12 mostra um Conector Mecânico FIBRLOCK II fechado

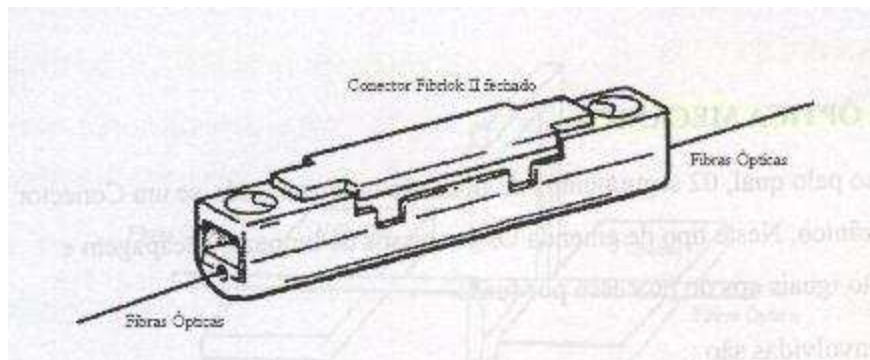


Fig 5.1.12

### 5.1.11 - Emenda Óptica por Conectorização

Neste tipo de emenda, as fibras ópticas não são unidas e sim posicionadas muito perto, isto é conseguido através do uso de outro tipo de conector chamado de Adaptador, mencionado na parte de conectores. Este tipo de emenda é executada de forma rápida, desde que os conectores já estejam instalados nos cordões ópticos.

Ele é também muito usado em acessórios ópticos chamados de Distribuidores Ópticos, onde fazem a interface entre um cabo vindo de uma sala de equipamentos e os equipamentos ativos instalados no andar, no Armário de Telecomunicações.

A Fig 5.1.13 mostra uma Emenda Óptica através de adaptador.

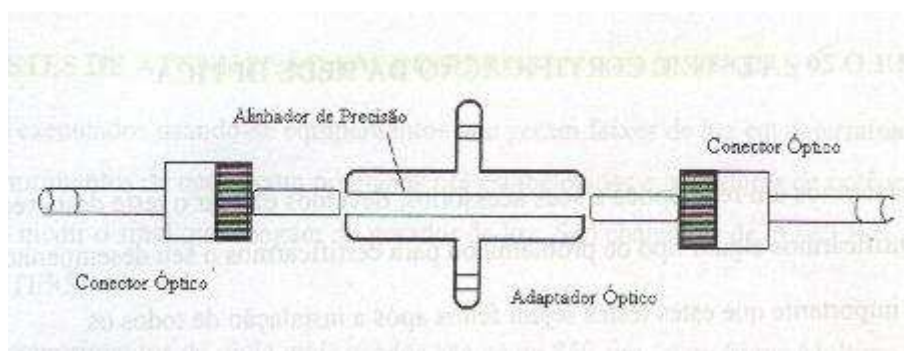


Fig 5.1.13

## 6 - PAR TRANÇADO

### 6.1 - Descrição Física

Consiste em dois fios de cobre (ou outro material condutor) isolados entre si enrolados em espiral. Um cabo contém vários pares trançados, podendo seu número ser da ordem das centenas. O trançamento tem como objetivo diminuir a interferência eletromagnética entre os pares. A seguir temos valores de condutividade dos principais materiais usados como condutores.

$$\text{Cobre (Cu)} - \alpha = 5,7 \times 10^7 \text{ S.m}^{-1}$$

$$\text{Alumínio (Al)} - \alpha = 3,5 \times 10^7 \text{ S.m}^{-1}$$

### 6.2 - Utilização

O cabo de par trançado é muito utilizado em comunicações telefônicas e em redes locais de telecomunicações, para sistemas de transmissão é essencialmente usado para aplicações de baixo custo e desempenho médio/ baixo. Tem como vantagem a fácil instalação e o custo reduzido quando comparado com outros meios de transmissão. No transporte de sinais analógicos em distâncias elevadas, usam-se tipicamente amplificadores distanciados entre si 6 Km.

Na rede telefônica, a largura de banda de canal é de 4000 Hz, não sendo esta uma limitação dos pares trançados. A limitação da largura de banda deste meio de transmissão está vinculada aos fatores de qualidade da rede, distância do assinante à central, isolação dos cabos, etc. Novas tecnologias de transmissão de dados utilizando pares trançados estão exigindo cada vez mais dos cabos da rede atual, pois estes foram projetados exclusivamente para o tráfego de voz. Este meio pode ser usado para transmitir mensagens digitais num canal de voz, usando um modem (**modulador/ demodulador**). Como exemplo ritmos de 9600 bps em PSK por canal podem ser conseguidos, o que dá um ritmo agregado de 230,4 kbps num par com 24 canais. Podem-se também transmitir sinais digitais, no par trançado, com ritmos de até 1 Mbps para distâncias de 1 km ou 10 Mbps para distâncias  $\leq 200$  m, necessitam seguir por longos trechos espinadas em cordoalhas, o que acarreta uma indução eletromagnética da rede elétrica, motivo pelo qual cabos ópticos são indicados para instalações aéreas espinadas em torno de uma cordoalha, ou em instalações subterrâneas em dutos.

## 7 - ELEMENTOS DE REDE

### 7.1 - Blocos de Distribuição

Blocos de distribuição tem como função a organização e a fácil identificação de pares de condutores em armários de distribuição, caixas terminais em edifícios e distribuidores gerais em centrais telefônicas. A seguir temos alguns exemplos destes componentes e suas devidas utilizações.

A Fig 7.1.1 mostra um Bloco de inserção 50 pares aplicado em armários de distribuição

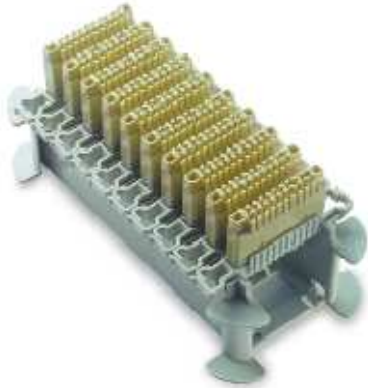


Fig 7.1.1

A Fig 7.1.2 mostra os tipos de Blocos de inserção de condutores de engate rápido, 10 pares aplicado em armários de distribuição e caixas terminais em edifícios.



Fig 7.1.2

A Fig 7.1.3 mostra um Bloco de conexão de condutores e proteção contra descargas elétricas instalado em centrais de distribuição e PABX.



Fig 7.1.3

## 7.2 – Conectores Metálicos

Tem como função fazer a emenda e a derivação de cabos metálicos, protegendo estas emendas e derivações contra a umidade. Pode ter o seu interior preenchido por uma resina destinada a impedir a penetração de umidade.

A Fig 7.2.1 mostra um Conector de topo contato simples e um Conector de topo contato duplo – derivação.



Fig 7.2.1

A Fig 7.2.2 mostra um conector par seco que é utilizado em emendas e reparos em caixas de distribuição ventiladas.



Fig 7.2.2

A Fig 7.2.3 mostra um Conector linear de sangria tem como função fazer a derivação do par metálico sem interromper a continuidade do condutor.



Fig 7.2.3

A Fig 7.2.4 mostra os Conectores de topo (B1 azul) e (B2 laranja) – derivação – família de conectores utilizada em redes mais antigas com caixas de distribuição ventilada, este tipo de conector está sendo substituído gradativamente por conectores de topo.



Fig 7.2.4

### 7.3 - Conectores Ópticos

São dispositivos passivos que servem de interface e providenciam a conexão da fibra óptica, seja de um cabo ou de um cordão, aos dispositivos ativos aos cabos backbones instalados em uma rede.

A Fig 7.3 ilustra um conector ST.

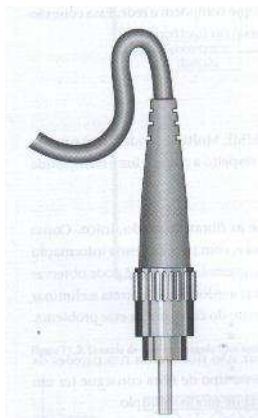


Fig 7.3

Os conectores ópticos servem de interface para vários tipos de equipamentos, por exemplo:

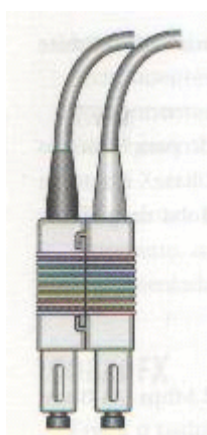
- Interfaces em redes: LAN's, WAN's, ou MAN's;
- Conexão entre cabos do tipo ponto-a-ponto;
- Painéis de conexão para roteamento de cabos;
- Conexão entre equipamentos ativos e rede.

Os conectores ópticos, quando ligados a um equipamento ativo, são conectados em receptáculos que estão ligados diretamente aos dispositivos ópticos transmissores ou detectores instalados nos equipamentos ativos.

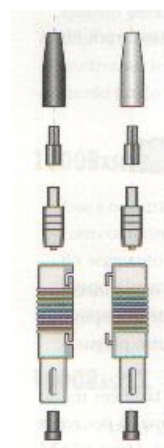
Os conectores ópticos também são usados para ligar dois cabos, quando isto se faz necessário é usado um dispositivo chamado adaptador. Estes dispositivos são instalados em painéis o que permitem que vários cabos sejam terminados e suas conexões estejam disponíveis para qualquer equipamento.



Apesar de o conector ST ser o mais usado, existem outros conectores também muito usados. O conector MIC (Medium Interface Connector) que é mostrado na Fig 7.3.1, basicamente usado por redes FDDI, traz as duas fibras presas em um mesmo conector. Assim não há como instalar um conector no lugar de outro.



Conector MIC



Vista explodida do conector MIC

Fig 7.3.1

Já o conector VF-45 mostrado na Fig 7.3.2 mostrado a seguir, parece ter futuro. Trata-se de um conector para fibras ópticas do tamanho de um conector RJ-45 padrão. Esse conector só é encaixado numa única posição, impedindo a instalação de uma fibra no lugar de outra.

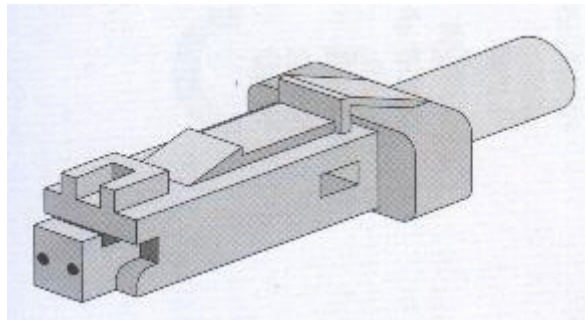


Fig 7.3.2

As principais características dos conectores ópticos são:

- Baixas perdas por inserção e reflexão;
- Estabilidade elétrica da conexão;
- Montagem bastante simples;
- Alta estabilidade mecânica;
- Tipo de conectores padronizados pela indústria;
- Permite várias conexões e desconexões;
- Baixo custo de operação, aplicação e manutenção.

#### 7.4 – Elementos de Construção de um Conector Óptico

Um conector óptico é composto basicamente por:

- Corpo: providência estabilidade mecânica ao conector;
- Ferrolho: faz o acoplamento entre cabos ou dispositivos.

A Fig 7.4.1 mostra a vista explodida de um conector óptico ST.

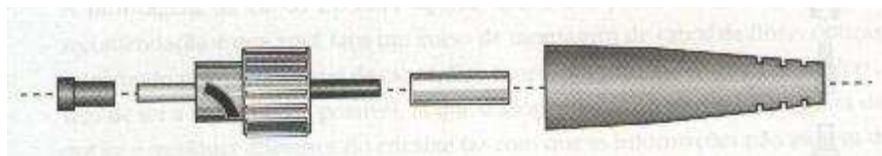


Fig 7.4.1



A figura 7.4.2 demonstra os elementos básicos de um conector óptico.

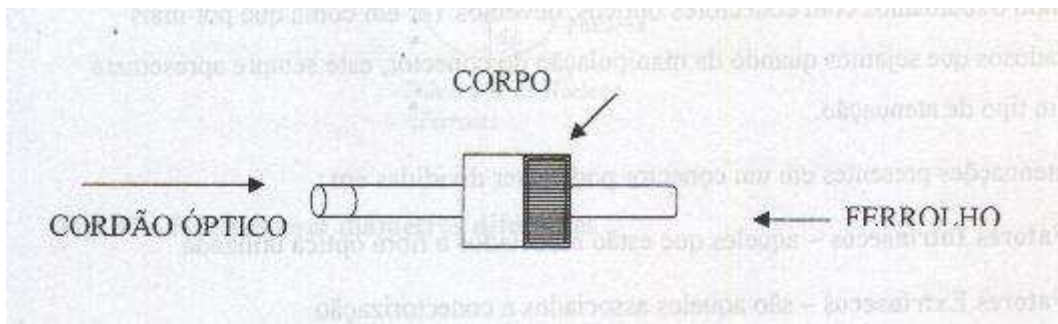


Fig 7.4.2

### 7.5 - Aplicação de Conectores Ópticos

Os conectores ópticos são aplicados nas seguintes situações:

- **Extensões Ópticas ou "Pig-Tail"**: O conector é aplicado em uma das pontas e a outra será conectada em uma fibra óptica vinda de um cabo externo ou interno através de uma emenda por Fusão ou Conector Mecânico;
- **Em Cordões Ópticos com 1 ou 2 fibras - Simplex ou Duplex**: Neste caso o conector é aplicado nas 2 extremidades, dando origem a um Cabo de Manobra ou Path Cord Óptico;
- **Em Cordões Ópticos Adaptadores**: Quando aplicamos em cada extremidade de um cordão óptico 2 tipos diferentes de conectores ópticos;
- **Multi Cordões**: Nesta aplicação são aplicados vários conectores ópticos em um cabo de fibra óptica do tipo TIGHT.

### 7.6 - Atenuação

Quando trabalhamos com conectores ópticos, devemos ter em conta que por mais cuidadosos que sejamos quando da manipulação do conector, este sempre apresentará algum tipo de atenuação.

As atenuações presentes em um conector podem ser divididas em:

- Fatores Intrínsecos: aqueles que estão associados à fibra óptica utilizada;
- Fatores Extrínsecos: são aqueles associados à conectorização.

### 7.7 - Fatores Intrínsecos

Uma fibra óptica é composta por um núcleo e uma casca, quando fazemos a conectorização de uma fibra óptica, esta será ligada a um Dispositivo Óptico ou outra fibra através de um adaptador, existem, por mais perfeitas que sejam as fibras, diferenças entre seus núcleos e cascas, estas diferenças causam atenuações, estas atenuações são motivadas por:



- Diferenças na Geometria do Núcleo;
- Diferenças na Concentricidade entre Núcleo e Casca.

Estas diferenças ocasionam na emissão e recepção dos sinais ópticos, causando Atenuação.

Diferentes tipos de fibras ópticas com diferentes diâmetros da casca necessitam de diferentes tipos de conectores, com diferentes sistemas de travamento de fibra.

## 7.8 - Fatores Extrínsecos

Estes são motivados por imperfeições quando da execução das conectorizações e as principais são:

### 7.8.1 - Deslocamento Axial ou Lateral

A Fig 7.8.1 mostra o tipo de deslocamento axial ou lateral que pode ocorrer quando há uma diferença entre os conectores por deslocamento da fibra instalada no Ferrolho, ou deslocamento entre Ferrolhos causados por Adaptadores de má qualidade.

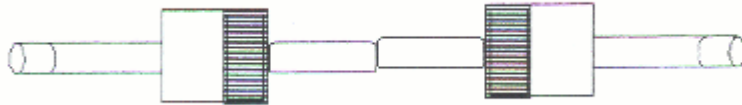


Fig 7.8.1

### 7.8.2 - Deslocamento Longitudinal

Quando conectamos 2 conectores ópticos em adaptador é comum deixarmos um espaço mínimo entre eles para que não haja desgaste mecânico entre eles. Ocorre que quando usamos adaptadores que não são confiáveis, este têm uma folga entre os conectores, o que ocasiona uma reflexão da luz incidente (Efeito de Fresnel).

Este efeito ocorre por que a luz vindo de um meio  $N_1$ , no caso a fibra óptica, atravessa um meio  $N_2$ , no caso o ar, e retorna ao meio  $N_1$ , extremidade do outro conector o que causa o deslocamento longitudinal que é mostrado na Fig 7.8.2.

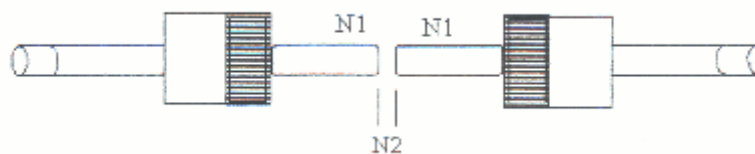


Fig 7.8.2

### 7.8.3 - Desalinhamento Angular

A Fig 7.8.3 mostra o desalinhamento angular, este tipo de desalinhamento causa atenuação do sinal e ocorre quando o alinhamento dos conectores não está dentro das tolerâncias exigidas. Parte da luz incidente não é aproveitada pelo conector receptor.

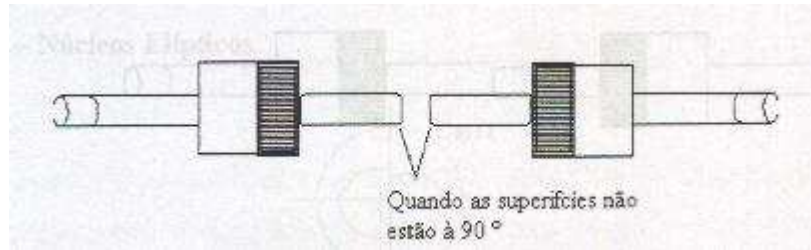


Fig 7.8.3

### 7.8.4 - Perdas por Retorno ou Reflexão:

A perda ou retorno por reflexão mostrada na Fig 7.8.4 ocorre quando há um desalinhamento Longitudinal entre as extremidades dos Conectores, ou seja, há uma reflexão entre as junções.

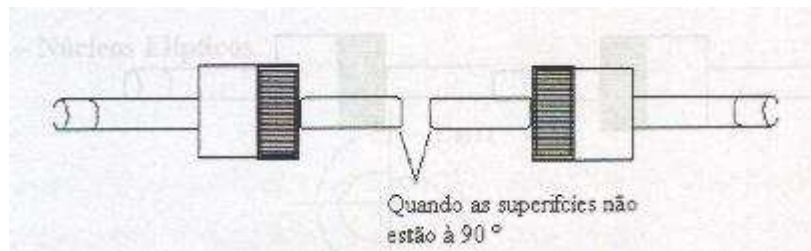


Fig 7.8.4

- Qualidade da Superfície: Mostrada na Fig 7.8.4.1, este tipo de atenuação ocorre quando a clivagem da fibra não foi bem executada, gerando uma superfície não perpendicular ao eixo da fibra ou uma clivagem diferente de 90°. Para evitarmos este tipo de atenuação, devemos efetuar uma clivagem cuidadosa e um polimento na ponta do conector controlada.

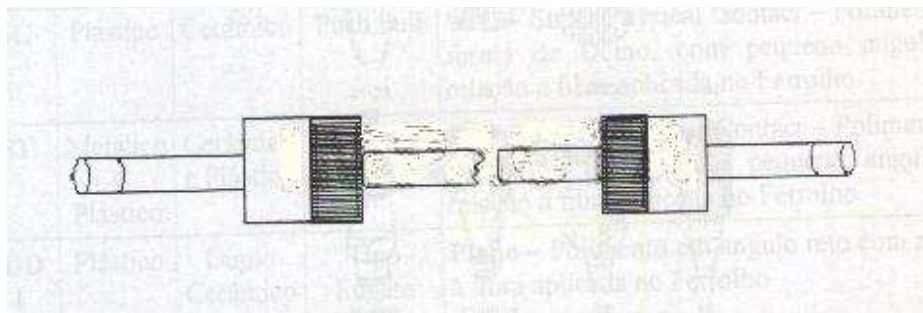


Fig 7.8.5

### 7.8.5 - Características Construtivas

Todos os conectores mostrados apresentam características distintas de construção, polimento e uso, na tabela abaixo encontramos os tipos mais comuns de conectores e adaptadores usados em uma rede local. Entretanto, independente do fabricante, os Conectores e Adaptadores Ópticos entre si.

Tipo	Corpo	Ferrolho	Encaixe	Tipo de Polimento
SC	Plástico	Cerâmico	Push Pull	<b>SPC</b> - Super Physical Contact - Polimento em forma de Domo, com pequeno ângulo em relação à fibra aplicada ao ferrolho.
ST	Metálico e Plástico	Cerâmico e Plástico	Baioneta	<b>SPC</b> - Super Physical Contact - Polimento em forma de Domo, com pequeno ângulo em relação à fibra aplicada ao ferrolho.
FDDI	Plástico	Duplo Cerâmico	Tipo Engate Rápido	<b>Plano</b> - polimento em ângulo reto com relação à fibra aplicada ao ferrolho.
FC	Cerâmico	Cerâmico	Rosca	<b>APC</b> - Angled Physical Contact - Polimento com um ângulo acentuado em relação à fibra na ferrolho.

### 7.9 - Caixas de Distribuição ou Terminal de Acesso a Rede

Mostrada na Fig 7.9 tem como função fazer a distribuição secundária dos pares advindos do armário de distribuição, estes podem ser providos de um, dez, quinze, vinte ou até vinte e cinco pares de conexão.

A Fig 7.9 (a) mostra a caixa TAR de um par que é utilizada na entrada do assinante podendo ser substituído por um BLE.



Fig 7.9



Fig 7.9

O terminal de acesso a rede vem sendo usado em larga escala nos cabearmentos aéreos modernos devido à menor exposição das conexões a ação do tempo, também por proporcionar uma instalação a uma menor altura do solo quando comparado as caixas de distribuição aéreas ventiladas, gerando assim uma maior segurança aos profissionais de manutenção.

### 7.10 - Conjuntos de Emendas Metálicas

Mostrados nas Fig 7.10 a 7.14, tem como objetivo principal proteger as emendas dos cabos metálicos contra a ação corrosiva causada pela umidade, podendo estas ser ventiladas ou seladas tendo sua aplicação tanto em redes aéreas como em redes subterrâneas.



Fig 7.10



Fig 7.11



Fig 7.12



7.13



7.14

## 7.11 - Proteção Elétrica

As Fig 7.15 mostram módulos de proteção contra distúrbios elétricos em distribuidores gerais (DG) e centrais PABX.



Fig 7.15.1



Fig 7.15.2

A Fig 7.16 mostra um filtro de RF utilizado em armários ópticos, o maior desafio é manter este dispositivo na conexão, pois este é constantemente retirado do sistema pelos profissionais de manutenção por ser instalado no bloco de inserção e atrapalhar a inserção da giga de teste no sistema.



Fig 7.16

A Fig 7.17 mostra um Terminal de conexão de aterramento que tem como função fazer a conexão da cordoalha às hastes de aterramento introduzidas no solo.



Fig 7.17

A Fig 7.18 mostra um Conector de blindagem CBV tem a função de manter a continuidade da capa APL em emendas de cabos.



Fig 7.18

## **8 - INTERPRETAÇÃO DE PROJETO TELEFÔNICO**

As redes telefônicas como as outras redes tem regras no que diz respeito à interpretação, tanto em nível de pares de condutores, como a elementos de rede, é importante conhecer estas características de modo a projetar e manter estas redes de comunicação.

### **8.1 - Hierarquia de Pares**

Tem como objetivo classificar em uma hierarquia lógica a seqüência dos pares do primeiro ao vigésimo quinto, de modo a recuperar os mesmos tanto em uma ponta do cabo como na outra, para cabos com capacidade superior a 25 pares usa-se também a hierarquia de grupos e super-grupos.

### **8.2 - Hierarquia de Grupos**

Segue-se as mesmas regras de classificação dos pares, ou seja, forma-se 25 grupos de 25 pares em cada grupo, para cabos com mais de 100 condutores são usados os super-grupos.

### **8.3 - Hierarquia de Super-Grupos**

Tem como objetivo formar super-grupos contendo 4 grupos de 25 pares, ou seja, 100 pares.

Exemplo Prático:

Deseja-se encontrar o par 423 de um determinado cabo com 2400 pares, como foi descrito anteriormente um cabo com 2400 pares tem 24 super-grupos de 100 pares, como o par desejado é o 423 temos que encontrar o 5º super-grupo, pois este contém os pares de 401 a 500, encontrado o 5º super-grupo seguindo a hierarquia de combinação de cores, é necessário encontrar o 1º grupo que contém os pares de 401 a 425, encontrado o 1º grupo é necessário encontrar o 23º par que corresponde à combinação das cores violeta e verde, assim é feita a identificação dos pares de condutores na rede, cabe lembrar que estes pares são trançados por isto a designação par trançado.

Obs.: Cabos antigos seguem formações um pouco diferentes, não são descritos por não fazerem parte deste trabalho.

## 8.4 - Tipos de Formação de Cabos

A Fig 8.4 retirada do catalogo FURUKAWA de cabos telefônicos mostra os tipos de formação dos cabos e as suas hierarquias.

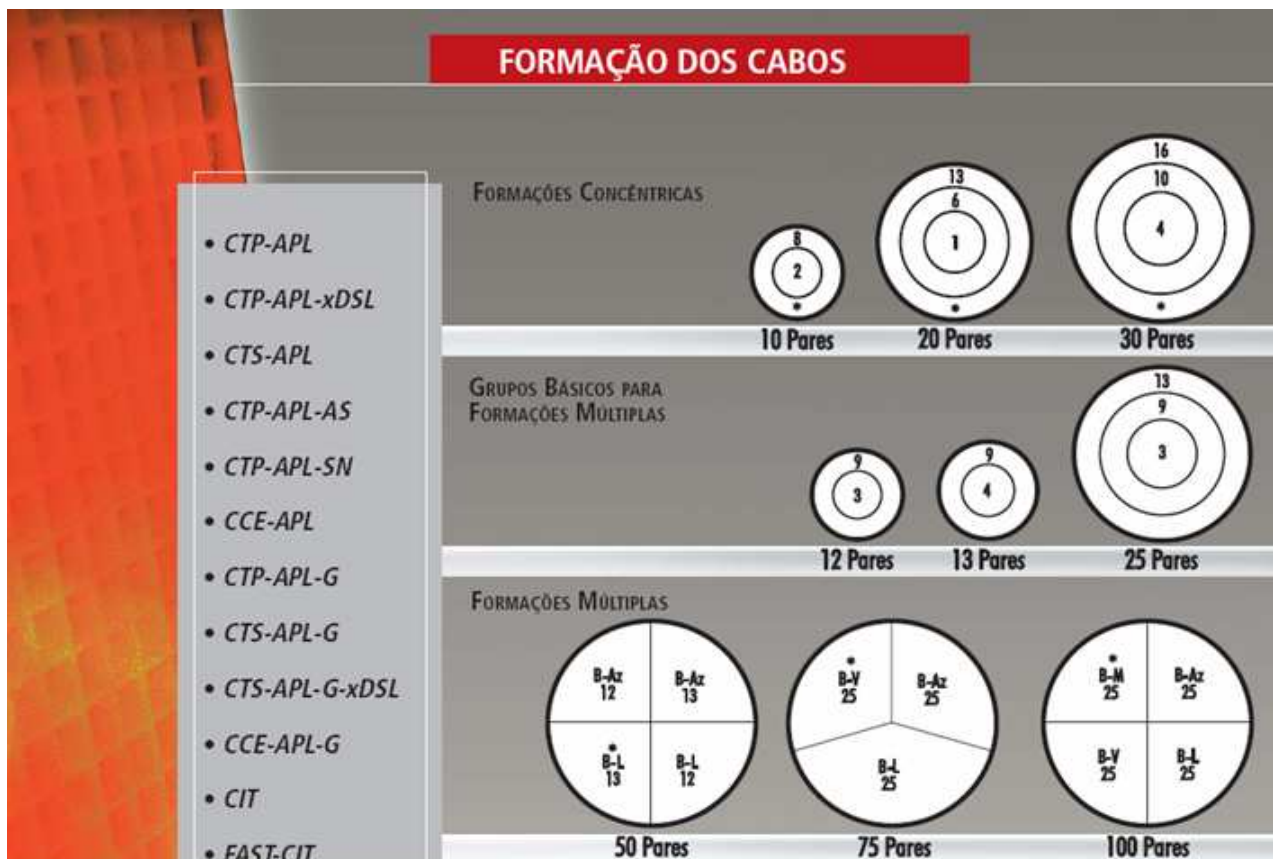


Fig 8.4 (a)



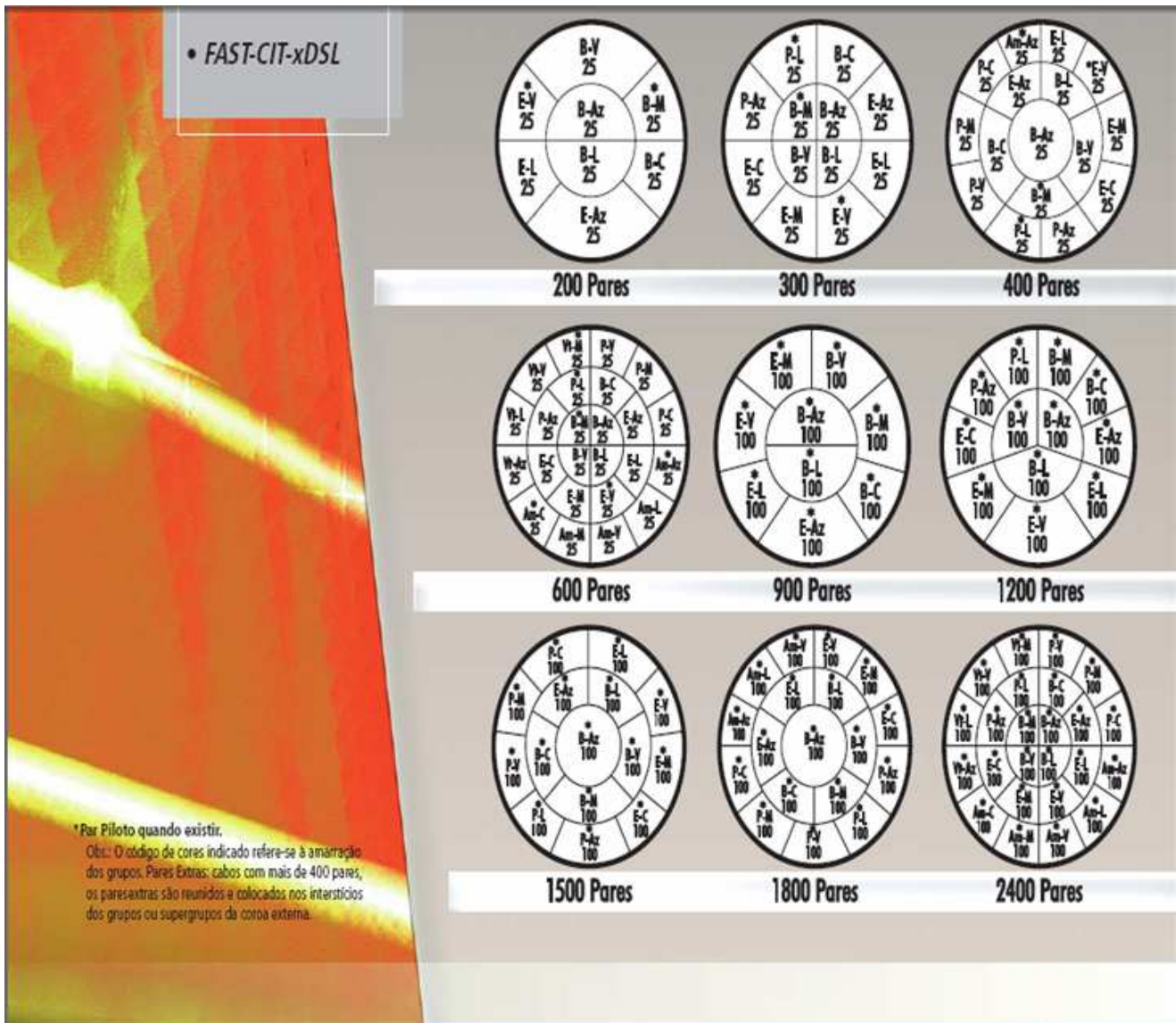


Fig 8.4 (b)

Obs.: Par Piloto é o par destinado a comunicação das empresas de reparo com a central telefônica, foi implantada com o intuito de não fazer uso de telefones públicos neste processo de comunicação, liberando assim este equipamento para seus devidos fins.



## 8.5 – Código de Cores para Cabos de Pares Entrançados

A Fig 8.5 mostra o código de cores para cabos de pares entrançados que tem como objetivo facilitar à recuperação de pares de conexão em casos de defeitos e também ordenar de uma forma lógica a instalação de redes novas.

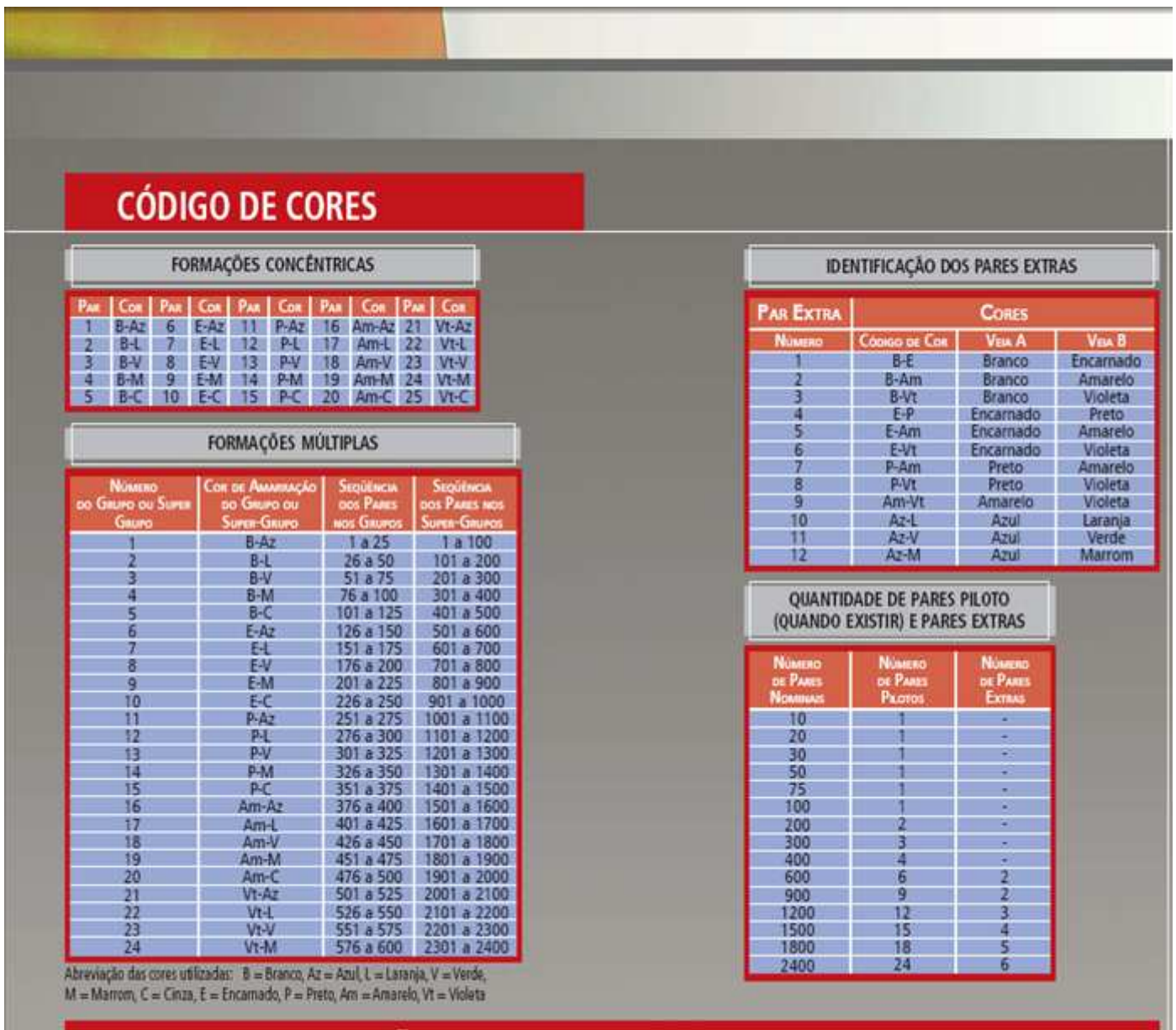


Fig 8.5

Obs.: Par extra é o par destinado ao reparo da rede em casos onde não é possível a recuperação da comunicação, devido ao defeito no cabo se encontrar no meio do lance.

## **– Identificação de Elementos de Rede Telefônica**

Os elementos da rede telefônica seguem regras próprias no que diz respeito a sua identificação e classificação, como será demonstrado a seguir:

### **8.6.1 – Cabo Telefônico e Subida de Lateral**

Os cabos telefônicos após deixar a galeria de cabos subterrâneos levam plaquetas metálicas que classificam o cabo conforme uma ordem crescente de cabos e laterais, ou seja, cabos antigos têm uma numeração menor que cabos mais novos, é importante atentar que um cabo de muitos pares não terá como subida de lateral esta capacidade total, podemos concluir que este cabo será seccionado em diversas subidas de laterais onde esta capacidade será distribuída ao longo da área a ser atendida pelo serviço telefônico, entende-se subida de lateral o momento em que o cabo telefônico deixa de ser subterrâneo a passa a ser aéreo, podendo ser cabos diretos, cabos estes que são classificados numericamente, ou cabos de armários de distribuição, estes levam na posição de indicação do cabo três letras que identificam a qual armário de distribuição aquela subida de lateral pertence.

### **8.6.2 – Caixa de Emenda de Subida de Lateral**

A caixa de emenda tem como função proteger e identificar seções do cabo e a subida de lateral, esta identificação traz em tinta ou etiqueta os seguintes dados cabo/lateral e contagem, entende-se por contagem o par inicial e o par final ao qual aquela subida de lateral pertence. Os motivos desta classificação levam em consideração casos de manutenção da rede telefônica, onde o técnico tem a possibilidade de verificar se o par metálico pertencente aquela contagem está aberto anteriormente à subida de lateral, caso em que o profissional necessita repassar o defeito para profissionais que cuidam da parte subterrânea do sistema, ou manobrar o serviço que esta sendo prestado para outro par metálico que apresente condições normais de funcionamento.

### **8.6.3 – Caixa de Distribuição ou Terminais de Acesso a Rede**

A caixa de distribuição ou terminais de acesso a rede levam a indicação do cabo ou armário a que esta pertence, e também em qual lateral estão enquadradas, seguem a regra que quanto mais afastada da subida de lateral menor é a sua numeração, levam também a indicação de contagem que indica o par inicial e o par final do cabo que esta pertence. Um ponto importante a ser observado e que estas contagens não são específicas daquela caixa de distribuição, pois estas trabalham muitas vezes em paralelo com caixas de distribuição situadas no interior de prédios ou mesmo em ruas paralelas, o que muitas vezes implica em transtornos, em que um acesso desligado que não foi retirado o fio de conexão, quando utilizado por outro assinante ocasiona o

funcionamento da linha de um assinante indevidamente na residência de outro, por este motivo é importante a verificação das laterais.

## 9 - DESENHO DE PROJETO DE REDE TELEFÔNICA

### 9.1 – Definição

Desenho de projeto é o meio utilizado para transmitir informações, através de símbolos e códigos das descrições de serviço e disposições de rede aos órgãos de execução das empresas.

### 9.2 – Desenho de Projeto de Rede Subterrânea

Desenho de projeto de rede aérea é o desenho que mostra a posição do cabo subterrâneo, em relação a um diagrama de rua, auto estrada ou acidentes geográficos, caixas subterrâneas, caixas de passagem e o número do poste de subida de lateral, entre outras informações.

### 9.3 - Desenho de Projeto de Rede Aérea

Desenho de projeto de rede aérea é o desenho que mostra os postes, a rede de cabos aéreos e outros equipamentos a serem instalados, redistribuídos ou removidos, para garantir que os serviços propostos possam ser acompanhados e entendidos com um mínimo de instruções suplementares.

### 9.4 - Simbologia

Em um desenho de projeto de rede telefônica, as informações são fornecidas através de símbolos e códigos padronizados. O conhecimento destes símbolos e códigos é o que possibilita a interpretação de desenhos de projetos de redes telefônicas. Como é mostrado na Fig 9.4 em um exemplo de simbologia de uma caixa de emenda subterrânea e na Fig 9.5 que mostra um exemplo de uma representação de cabo telefônico.

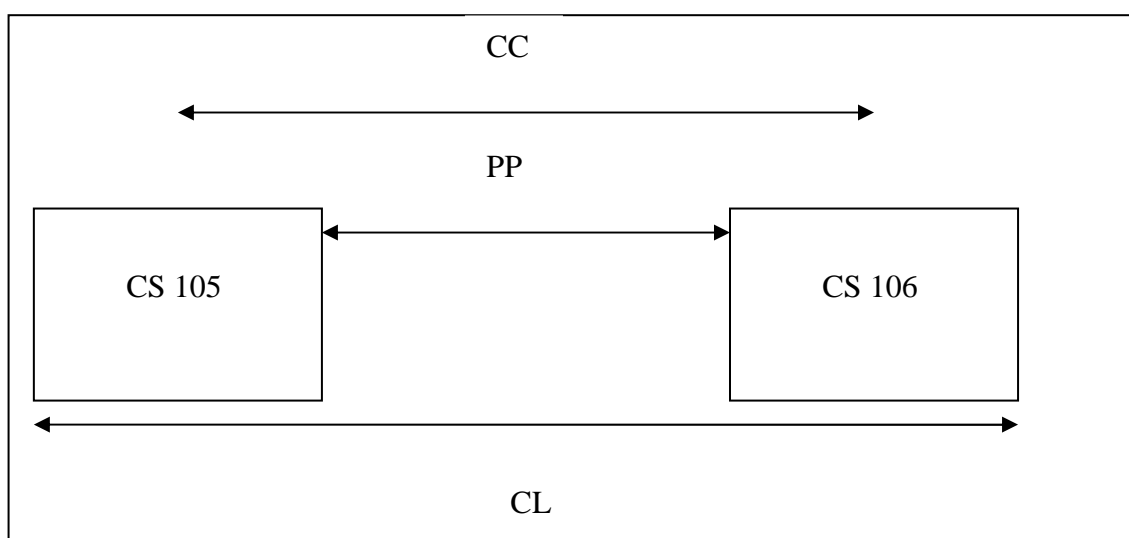


Fig 9.4

Onde:

PP = Distância entre caixa (Parede a Parede)

CC = Distância entre centros

CL = Metragem total do cabo a ser instalado incluindo PP mais o cabo necessário para confecção da emenda e contorno da caixa para fixação do cabo.

CS = Caixa subterrânea.

CP – 40 – 1200		
04	1-600	600M

Fig 9.5

CP = TIPO DE CABO

40 = DIÂMETRO DOS CONDUTORES

1200 = CAPACIDADE

04 = NÚMERO SEQUENCIAL DO CABO

1600 = CONTAGEM DOS PARES A SEREM LIGADOS

600M = TOTAL DE PARES MORTOS (NÃO LIGADOS)

### 9.5 - Nomenclatura Abreviada em Função do Tipo de Cabo

A nomenclatura abreviada mostrada na tabela 9.4 tem a função de identificar o tipo de cabo de uma forma simples e rápida pelos profissionais de telecomunicações, a tabela 9.5 tem a função de mostrar como a capacidade de cabo telefônico é representado em projetos de rede telefônica e a tabela 9.6 tem como função mostrar como o cabo telefônico é representado através de desenhos técnicos.

**CABOS – PROJETO E CADASTRO DE REDE EXTERNA**  
**TIPO DE CABO**

CTP-APL	CA
CT-APL	CP
CT-APL-C	CPC
CT	CT
CTA-APL	AP
CTA-APL-C	APC
CTP-APL-ASF	CAF
FOAM SKIN, COBRE, GELEADO	CSG
FOAM SKIN, ALUMINIO, GELEADO	ASG
FOAM SKIN, COBRE, NÃO GELEADO	CS
FOAM SKIN, ALUMINIO NÃO GELEADO	AS
CTP-APL-SN	CAN
CCE-APL	CAE
CCI	CCI
CCE-APL, GELEADO	CAEG
CTP, APL, GELEADO	CAG
CTP-APL-PCM, NÃO GELEADO	CAP
CTP-APL-PCM,GELEADO	CAPG
CTP-APL-AS	CAS
CI	CI



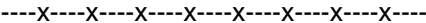


Tabela 9.4

**CAPACIDADE DOS CABOS TELEFONICOS**

CAPACIDADE NOMINAL	SIMBOLOGIA DE DESENHO
10	10
20	20
30	30
50	50
75	75
100	100
200	200
300	300
400	400
450	450
600	600
900	900
1200	1200
1500	1500
1800	1800
2400	2400
3600	3600

Tabela 9.5

### REPRESENTAÇÃO DE CABOS TELEFÔNICOS EM DESENHO

Simbologia de Desenho		Descrição
		Projetado
		Existente
		A Retirar
		A Redispor
		Prolongamento Futuro














REPRESENTAÇÃO GERAL		Descrição	
Simbologia de Desenho		Descrição	
 EN	 CG 65 - 100	 EN	Cabo Enterrado
 AE	 CG 65 - 100	 AE	Cabo Aéreo

Tabela 9.6

A tabela 9.7 mostra como as emendas de cabos telefônicos são representadas.

### REPRESENTAÇÃO DE EMENDAS

Simbologia de Desenho	Descrição
	Emenda de cabos iguais
	Emendas de cabos com capacidade, diâmetro ou tipos diferentes
	Emendas de cabos com capas ou isolamentos diferentes
	Emendas de cabos com coto de transição
	Emendas de cabos com pares isolados
	Emendas de cabos com corte e isolamento
	Emenda aérea de pronto acesso

9.7





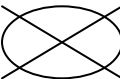



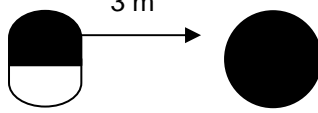
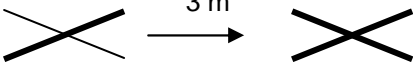
A rede de cabos telefônicos é composta de equipamentos que suportam ou auxiliam o seu funcionamento ou que corrigem distorções causadas pelo meio de transmissão, e estes equipamentos são representados através da simbologia descrita na tabela 9.8.

## REPRESENTAÇÃO GERAL

Simbologia de Desenho	Descrição
	ARMÁRIO DE DISTRIBUIÇÃO
	CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO
	Subida de Lateral
	Reserva de Pares
	Coto
	Vinculação
	Aterramento
	Alcance de supervisão do fuxostato
	Bloqueio à prova de Pressão ou à umidade
	Pressostato
	Válvula de Tomada de Pressão
	Bobina de Pupinização
	Pote de Pupinização
	Pote de Capacitores
	Terminal de Pronto Acesso com Bobina de Pupinização

Tabela 9.8

A tabela 9.9 mostra como os postes são representados em projetos telefônicos, levando em consideração sempre a característica do serviço por ele prestado, e também se o mesmo já existe ou se foi projetado para atender o serviço telefônico.

DESCRIÇÃO ATIVIDADE	SIMBOLOGIA DE DESENHO	
	PRÓPRIO	FORÇA E LUZ
EXISTENTE		
PROJETADO		
RETIRAR		
SUBSTITUIR		
REDISPOR		

**CONVENÇÃO DE POSTES DE TERCEIROS**

**X**  
**T**  
**A**  
**F**  
**P**

FORÇA E LUZ  
TELÉGRAFO  
TROLLEYBUS – ONIBUS ELÉTRICO  
ESTRADA DE FERRO  
PARTICULAR

Tabela 9.9



## 10 - TIPOS DE CABOS TELEFÔNICOS

Os cabos são classificados quanto ao código de fabricação e simbologia de desenho que é ilustrado na tabela 10.

<b>Código de Fabricação</b>	<b>Simbologia de Desenho</b>
CT	CT
CT-APL	CP
CTP-APL	CA
CI	CI
CTP-APL/G	CG
CTP-APL/AS	CAS
CTP-PB	M
	Pb
	QD
C	C
CF	CF
CTA	CTA
CCE-APL-ASF	ASF
CTP-APL-SN	CAN
CFOA-SM-APL	FO

Tabela 10

### 10.1 - Descrição dos Tipos de Cabos Telefônicos

#### 10.1.1 - Cabo “CT”

Cabo com condutores em cobre isolados em papel, blindagem e capa de chumbo e capa externa de PVC, é usado em redes aéreas e subterrâneas.

#### 10.1.2 - Cabo “CT-APL”

Cabo de condutores em cobre isolados em papel e blindagem de alumínio laminado politenado colado a capa externa de polietileno APL este tipo de cabo é usado em redes subterrâneas.

#### 10.1.3 - Cabo “CTP-APL”

Cabo com condutores em cobre isolados em polietileno , blindagem e capa APL cabo usado em redes aéreas de distribuição.

#### **10.1.4 - Cabo “CI”**

Cabo com condutores em cobre isolados em PVC, blindagem de alumínio e capa externa de PVC tem seu uso em redes internas de prédios e centrais telefônicas.

#### **10.1.5 - Cabo “CTP-APL/G”**

Cabo com condutores em cobre isolados em polietileno, preenchido de geléia de petróleo e blindagem e capa APL tem seu uso em redes subterrâneas.

#### **10.1.6 - Cabo “CTP-Pb”**

Cabo de transição, com condutores em cobre isolados em plástico e blindagem e capa em chumbo este tipo de cabo é usado em subidas de lateral.

#### **10.1.7 - Cabo “C”**

Cabo coaxial com tubos 2,6/9,5 mm.

#### **10.1.8 - Cabo “CF”**

Cabo coaxial com tubos 1,2/4,4 mm.

#### **10.1.9 - Cabo “CTA”**

Cabo com condutores de alumínio isolados em papel, blindagem e capa APL.

#### **10.1.10 - Cabo “CCE-APL-ASF”**

Cabo com condutores em cobre isolados em polietileno ou polipropileno blindagem de alumínio e capa APL.

#### **10.1.11 - Cabo “CTP-APL-SN”**

Cabo com condutores de cobre estanhado isolados em polietileno e blindagem de alumínio e capa APL.

#### **10.1.12 - Cabo “CFOA-SM-APL”**

Cabo de fibra óptica monomodo com condutores isolados em acrilato blindagem e capa APL geleado.

## 11 - DIÂMETRO DOS CONDUTORES DOS CABOS

A tabela 11 mostra os diâmetros dos condutores de cabos telefônicos.

DIÂMETRO DOS CONDUTORES DOS CABOS	
Diâmetro Nominal	Simbologia de Desenho
0,32 mm	32
0,40 mm	nenhum símbolo ou 40
0,50 mm	50
0,65 mm	65
0,90 mm	90

Tabela 11

## 12 - ALTERAÇÕES NA REDE

A Fig 12 ilustra como mostrar as alterações na rede, e estas podem ser do tipo corte automático ( CA ), mudança de distribuição (MD) ou transferência de linha ( TL), que significam respectivamente corte de cabo sem necessidade de ação anterior, mudança de contagem de pares visando usar seqüência de pares livres no cabo, tendo como ação anterior a identificação da devida seqüência de contagem, e a transferência de linha onde podemos citar como exemplo a redistribuição de um cabo direto (Cabo que sai direto da central telefônica para rede de distribuição sem passar por armário) para se tornar uma rede primária de alimentação de um armário de distribuição.

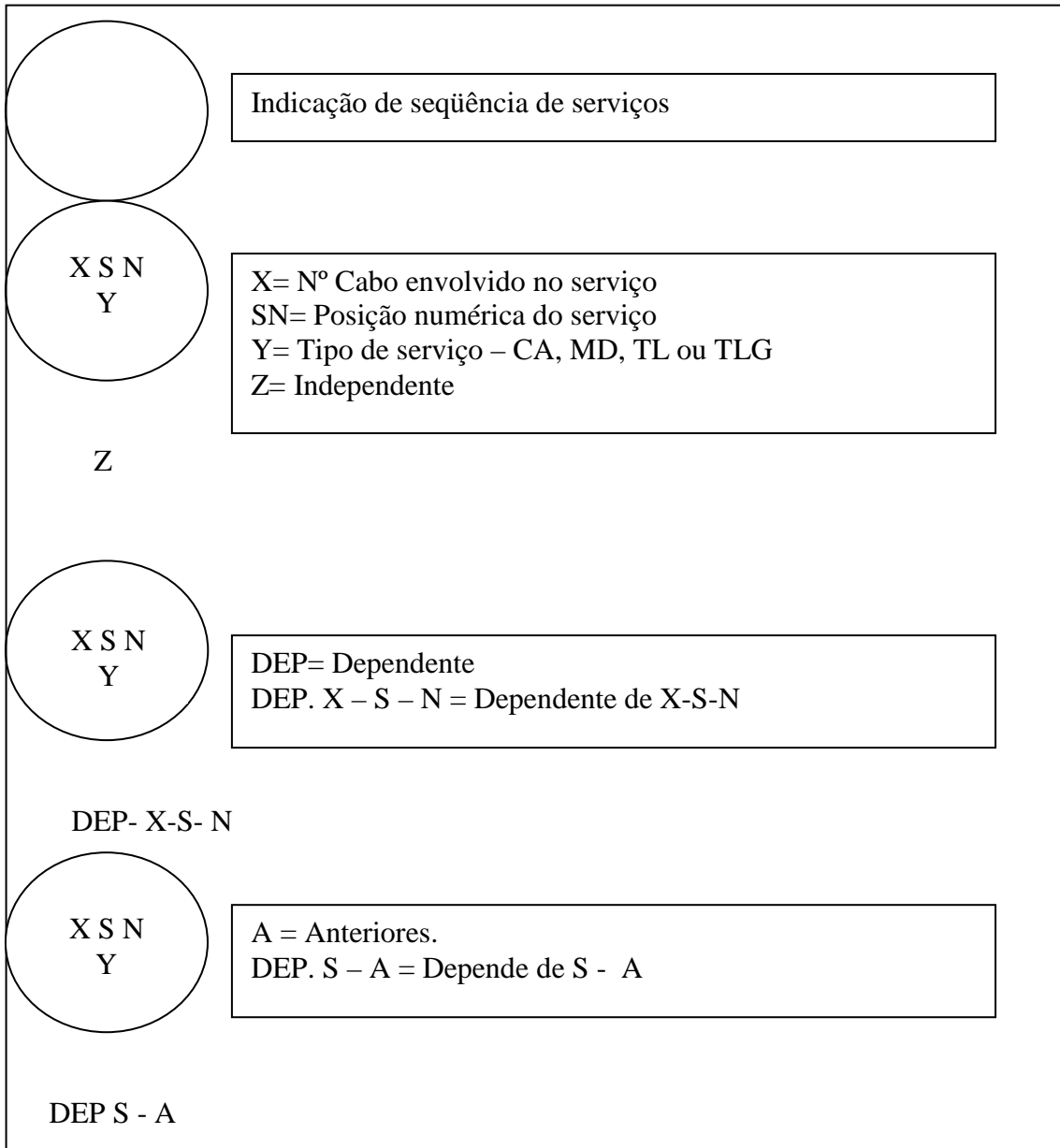


Fig 12

## 13 - CALCULO DE PARÂMETROS DE REDE METÁLICA

A Fig 13 mostra como calcular os parâmetros de uma rede metálica, estes parâmetros tem por objetivo servir de balizador após a rede concluída, quando esta devesse ser testada e apresentar características inferiores aos máximos permitidos através do levantamento de parâmetros.

**FATORES DE CORREÇÕES E CÁLCULO DA SOMA DE POTÊNCIA DE DIAFONIA (POWER SUM)**

**1) Desequilíbrio Capacitivo ( $\Delta C$ )**

**A) Par-Par**  
 Para um comprimento  $\ell$ , em metros, diferente de 1000 m, os limites de desequilíbrio capacitivo ( $\Delta C$ ) são dados pelas seguintes fórmulas:

<b>Média quadrática máxima</b>	<b>Máximo individual</b>
$\Delta C_{(\ell)} = 45,3 \cdot \sqrt{\frac{\ell}{1000}} \text{ (pF)}$	$\Delta C_{(\ell)} = 181 \cdot \frac{\ell}{1000} \text{ (pF)}$

**B) Par-Terra**  
 Para um comprimento  $\ell$ , em metros, diferente de 1000 m, os limites de desequilíbrio capacitivo ( $\Delta C$ ) são dados pelas seguintes fórmulas:

<b>Média máxima</b>	<b>Máximo individual</b>
$\Delta C_{(\ell)} = 574 \cdot \frac{\ell}{1000} \text{ (pF)}$	$\Delta C_{(\ell)} = 2625 \cdot \frac{\ell}{1000} \text{ (pF)}$

**2) RESÍDUO DE TELEDIAFONIA (RT)**

Para um comprimento  $\ell$ , em metros, diferente de 1000 m, os limites de resíduo de telediafonia (RT) são dados pelas seguintes fórmulas:

<b>Média quadrática mínima</b>		<b>Mínima individual</b>	
150 kHz	1024 kHz	150 kHz	1024 kHz
$RT_{(\ell)} = 68 + 10 \log \frac{1000}{\ell} \text{ (dB)}$	$RT = 52 + 10 \log \frac{1000}{\ell} \text{ (dB)}$	$RT_{(\ell)} = 58 + 10 \log \frac{1000}{\ell} \text{ (dB)}$	$RT = 35 + 10 \log \frac{1000}{\ell} \text{ (dB)}$

**3) SOMA DE POTÊNCIAS DE PARADIAFONIA (PS NEXT) E DO RESÍDUO DE TELEDIAFONIA (PS ELFEXT)**

Em cabos para transmissão digital xDSL em que o requisito refere-se à soma de potências (*Power Sum*), o seu valor é obtido da fórmula:

$$PS = 10 \log \sum_{n=1}^n 10^{\frac{(-49n)}{10}} \text{ (dB)}$$

onde **PS** = Power Sum (NEXT ou FEXT) **dB** = Medida da diafonia na frequência solicitada **n** = número de pares medidos menos 1  
 Telediafonia (dB/ℓ) (Ex: para 50 pares; n = 49)  
 Paradiafonia (dB)

Fig 13

## 14 – PROJETO DE ENLACES ÓPTICOS

### 14.1- Introdução

Este TCC desenvolve a metodologia de projeto de enlaces ópticos de curta ou longa distâncias, que utilizam apenas um único comprimento de onda. A diferença entre enlaces de longa e curta distâncias ocorre somente em nível de sistema, portanto os conceitos aqui empregados são de valia para ambos os casos.

### 14.2- Balanço de Potência

Um sinal luminoso ao se propagar por uma fibra óptica é atenuado devido a um conjunto de fatores, como espalhamento Rayleigh, absorção por impurezas, curvaturas, etc. A atenuação faz com que a potência injetada na fibra óptica seja atenuada ao longo do percurso chegando com um valor nominal menor do que tinha na saída do transmissor, o balanço de potência busca fazer com que a potência entregue ao receptor seja capaz de sensibilizá-lo e manter uma taxa de erro de bits dentro de padrões aceitáveis. Com todos esses fatores chega-se na seguinte relação:

$$BP = P_{in} - S_o$$

$$BP = \sum(\text{Perdas}) + MS + P_d$$

$$\sum(\text{Perdas}) = \alpha_f L + \sum \alpha_c + \sum \alpha_e + \sum \alpha_p$$

Onde:

$P_{in}$  = potência média injetada na fibra pela fonte de luz.

$S_o$  = sensibilidade do receptor.

$\alpha_f$  = coeficiente de atenuação da fibra óptica em dB/Km.

$L$  = comprimento do enlace.

$\alpha_c$  = perda de inserção de cada conector em dB.

$\alpha_e$  = perda de inserção de cada emenda da fibra em dB.

$\alpha_p$  = perda de inserção de componente passivo em dB.

$MS$  = Margem de segurança.

$P_d$  = Penalidades decorrentes dos mecanismos de dispersão e da presença de ruído

Através destas relações dado um conjunto de componentes, o balanço de potencia permite calcular o alcance do enlace, limitado pela atenuação, isto é, o comprimento máximo que um enlace pode ter sem a necessidade de se utilizar regeneradores ou amplificadores ópticos.

### 14.3 - Balanço de Dispersão

O balanço de dispersão consiste no calculo do alargamento que um pulso de informação sofre ao se propagar ao longo de um enlace óptico. O alargamento total sofrido pelo pulso deverá ser menor que um valor máximo definido pelas especificações do sistema. Esse valor é usualmente, uma fração do intervalo de tempo correspondente a um bit.

O termo alargamento de pulso está sendo utilizado, por simplicidade, em substituição ao termo alargamento *rms* do pulso. Além disso, todas as explicações feitas utilizando o alargamento do pulso podem ser substituídos por argumentos que consideram o tempo de subida do sinal (óptico ou elétrico) de saída a um degrau de excitação. A relação entre o tempo de subida e o alargamento de pulso depende da resposta impulsiva do subsistema ou, equivalentemente, da sua resposta em frequência.

As origens do alargamento de pulso em um sistema de comunicações ópticas são as seguintes:

- 1 – Tempo de subida do transmissor: o mecanismo de conversão de carga elétrica em fótons, associado à velocidade da eletrônica de excitação das fontes de luz, faz que um sinal luminoso, em resposta a um degrau de corrente elétrica, apresente um tempo de subida maior que zero.
- 2 – Tempo de subida da fibra óptica: um pulso luminoso, ao se propagar ao longo da fibra óptica, sofre dispersão modal e dispersão cromática. A dispersão modal decorre das diferentes velocidades de grupo de propagação, dos diferentes modos que se estabelecem em uma fibra óptica multimodo, entende - se modo de propagação os feixes de luz que seguem na fibra e carregam a informação.

O alargamento total do pulso devido á fibra óptica é, finalmente, dado por:

$$\sigma_{\text{fibra}} = \sqrt{(\sigma_{\text{modal}}^2 + \sigma_{\text{cromático}}^2)}$$

- 3 – Tempo de subida do receptor: o mecanismo de conversão de fótons em corrente elétrica, associado à velocidade da eletrônica de detecção e amplificação dos receptores, faz com que o tempo de subida seja maior que zero.

Ou seja, o alargamento total do pulso é dado pela contribuição dos atrasos causados no transmissor, na fibra e no receptor e seguem a equação definida abaixo:

$$\sigma_{\text{total}} = \sqrt{(\sigma_{\text{tx}}^2 + \sigma_{\text{fibra}}^2 + \sigma_{\text{rx}}^2)}$$

Onde:

$\sigma_{\text{total}}$  – é o alargamento *rms* do pulso devido a contribuição do transmissor, da fibra e do receptor;

$\sigma_{\text{tx}}$  – é o alargamento *rms* de pulso no transmissor óptico;

$\sigma_{\text{fibra}}$  – é o alargamento *rms* de pulso na fibra óptica;

$\sigma_{\text{rx}}$  – é o alargamento *rms* do pulso no receptor óptico;

O tempo de subida total do sistema é dado pela equação abaixo:

$$t_{total} = \sqrt{t_{tx} * t_{tx} + t_{fibra} * t_{fibra} + t_{rx} * t_{rx}},$$

Onde:

$t_{total}$  – é o tempo de subida devido a contribuição do transmissor, fibra e receptor;

$t_{tx}$  – é o tempo de subida no transmissor óptico;

$t_{fibra}$  – é o tempo de subida na fibra óptica;

$t_{rx}$  – é o tempo de subida no receptor óptico;

## 14.4 – Projeto de Enlaces Ópticos de Longa Distância

### 14.4.1 – Referências

As referências existentes no Brasil eram as Práticas Telebrás N° 235-350-711 (Padrão) – Especificações de Cabo de Fibras Ópticas Tipo Monomodo. As fibras utilizadas nos projetos são em geral as que operam nas janelas de comprimento de onda 1300 nm e 1500 nm.

No caso de equipamentos que operam com a Hierarquia Digital Plesiócrona (PDH) deve-se prever uma margem de degradação no seu desempenho, além das especificações dos fabricantes. Esta margem é da ordem de 2 a 3 dB para os equipamentos e componentes ópticos.

Para equipamentos que operam com Hierarquia Digital Síncrona (SDH) os valores fornecidos pelo fabricante ou pelo projetista devem ser o de “pior caso”, considerando no final da vida útil prevista e válidos para as condições de operação. Neste caso a margem de segurança pode ser nula.

### 14.4.2 – Considerações Sobre as Interfaces Ópticas

São normalmente consideradas as interfaces ópticas “Intra-Office” que correspondem às distâncias até 2 Km, “Short Haul Inter-Office” que correspondem às distâncias de interconexão de aproximadamente 15 Km e a interface do tipo “Long Haul Inter Office” que correspondem às distâncias de interconexão de aproximadamente 40 Km para a janela de 1310 nm e de aproximadamente 60Km para a janela de 1550 nm. Este projeto se utilizara da interface “Short Haul Inter Office”.

### 14.4.3 – Seguintes Abreviações na Formação dos Códigos de Aplicação (tabela 14)

#### a) Nível STM

I – Intra-Office

S – Short Haul

L – Long Haul

i. Sufixo branco ou 1 para fontes com comprimento de onda de 1310 nm (fibras tipo I);

ii. Sufixo 2 para fontes com comprimento de onda de 1550 nm (fibras tipo I para aplicações short haul e fibras tipo I e III para aplicações Long Haul);

iii. Sufixo 3 para fontes com comprimento de onda de 1550 nm para fibras do tipo II.



- b) **Fibra do Tipo I (CCITT G.652)** – monomodo com dispersão zero otimizada para a janela de 1310 nm e possível utilização na janela de 1550 nm, sem otimização.
- c) **Fibra do Tipo II (CCITT G.653)** – monomodo com dispersão deslocada e otimizada para a janela de 1550 nm e com coeficiente de dispersão que aumenta monotonicamente com o comprimento de onda.
- d) **Fibra do Tipo III (CCITT G.654)** – monomodo com dispersão zero na janela de 1310 nm e atenuação otimizada na janela de 1550 nm.

A tabela 14 mostra dados de um sistema STM-1 que serão usados posteriormente no cálculo do enlace óptico que tem por objetivo alimentar o armário de distribuição óptico situado no bairro do JARAGUÁ.

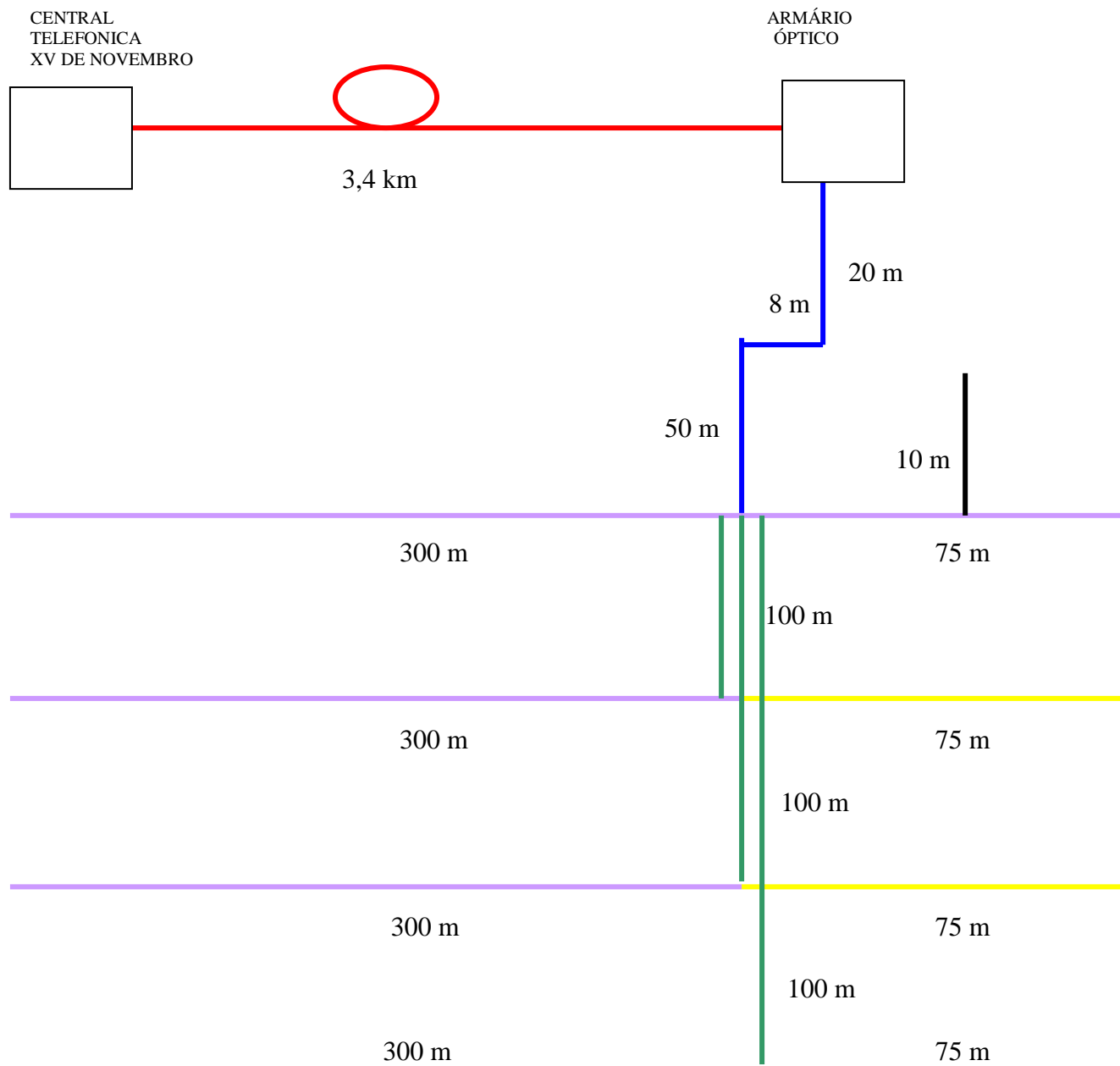
<b>Sinal Digital</b>	<b>STM-1</b>		
Taxa de Transmissão		34,368 Mbit/s	
Código		NRZ	
$\lambda_{tmin}-\lambda_{tmax}$	1273-1355nm	1294-1324nm	1525-1575nm
Transmissor Fonte Óptica	Laser FP	Laser FP	Laser FP
Modo de Oscilação do Laser	MLM	MLM	SLM
P tmin-P tmax	-15 a -8 dBm	-3 a 0 dBm	-3 a 0 dBm
Maxima Largura Espectral	2,5 nm	1,7 nm	0,3 nm
SSR min	-	-	30
r min	0,15	0,1	0,1
Caminho Óptico Atenuação	0 - 18 dB	5 - 30 dB	8 - 33 dB
M	90 ps/nm.KM	200 ps/nm.Km	2300 ps/nm
Max. Reflet. Entre S e R	-	-20 dB	-20 dB
Receptor Detector Óptico	APD Ge	APD Ge	APD III/IV
Pr (TEB = 10exp-10)	-34 dBm	-34 dBm	- 37 dBm
R Max	-8 dBm	-5 dBm	-8 dBm
Max Refletância	-14 dBm	-14 dBm	-14 dBm
Pd	1 dBm	1 dB	1 dB
$t_{tx} = t_{rx}$	2 ns	2 ns	2 ns

Tabela 14

# 15 - PROJETO DE ENLACE PARA ARMÁRIO ÓPTICO E REDE AÉREA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA METÁLICA PARA O BAIRRO DO JARAGUÁ EM TAUBATÉ – SP

## 15.1 – Esboço do Projeto

A Fig 15.2 mostra o esboço do projeto com



### 15.1.1 Legenda

Cabo Óptico



Cabo Metálico 200 Pares



Cabo Metálico 100 Pares



Cabo Metálico 50 Pares



Cabo Metálico 30 Pares



Cabo Metálico 10 Pares



## 15.2 - Enlace Óptico Partindo da CENTRAL XV DE NOVOEMBRO com Destino ao Bairro do Jaraguá

### 15.2.1 - Descrição do Sistema

O cabo óptico utilizado seguirá partindo da central XV de Novembro passando pela Av. Marechal Deodoro da Fonseca onde na bifurcação com a Avenida Francisco Barreto Leme e Avenida Amador Bueno da Veiga, seguirá por esta até a esquina com a Travessa José Teófilo da Cruz onde o armário óptico será instalado. A figura 15.1 mostra a Central Telefônica XV de Novembro e o trajeto do cabo óptico.



15.1 (a) Vista frontal



15.1 (b) Rota do cabo óptico



Av. Marechal Deodoro

15.1 (c) Rota do cabo óptico



Av. Amador Bueno da Veiga

15.1 (d) Rota do cabo óptico



Av. Amador B da Veiga x Trav José Teófilo da Cruz

15.1 (e) Rota do cabo óptico

## 15.2.2 – Metodologia de Projeto

Na execução deste projeto ponto a ponto, foi identificado alguns componentes e seus parâmetros, e foi efetuado também algumas análises importantes.

## 15.2.3 – Parâmetros dos Componentes do Sistema Óptico

### Transmissor Óptico

Potência do transmissor = -20 dBm  
Perdas de acoplamento com a fibra = 0,3 dB  
Comprimento de onda de operação = 1330 nm  
Largura espectral da fonte = 1,5 nm  
Codificação em banda básica = NRZ

### Fibra Óptica

Tipo de fibra = Monomodo com dispersão zero  
Comprimento de onda de operação = 1310 nm  
Atenuação por quilômetro = 0,4 dB/Km  
Dispersão nula = 1310 nm

### Receptor Óptico

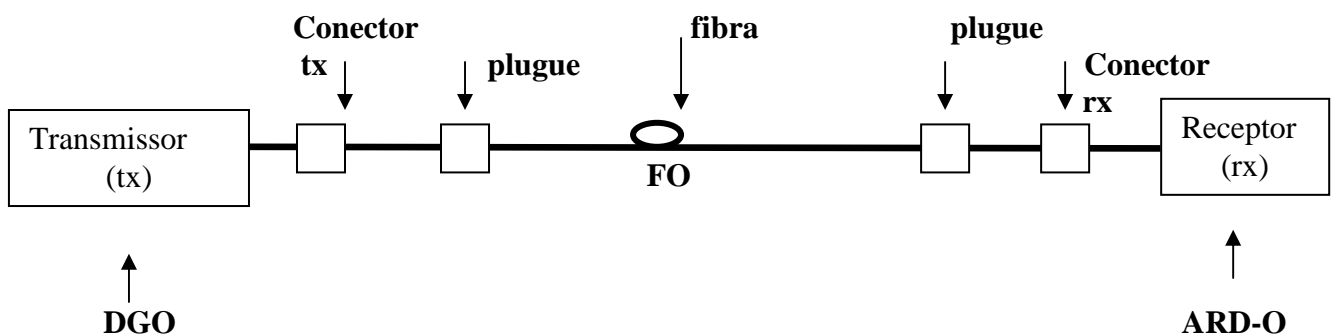
Sensibilidade = -36 dBm  
Banda Passante = 565,148 Mbps  
Taxa de erro (BER) =  $10 \times 10^{-9}$

### Componentes passivos

Perda de conexão (conectores) = 1 dB  
Perda de Acoplamento (fonte x fibra) = 0,3 dB

## 15.2.4 – Simbologia de Projeto

A Fig 15.3 ilustra a simbologia de projeto do enlace óptico.



### 15.2.5 - Memorial de Cálculos

#### Dados do Sistema Óptico

Distância = 3 Km  
Taxa de Transmissão = 34,368 Mbps  
Taxa de Erro =  $(10 \times 10^{-10})$   
MS = 3 dB

#### Balanço de Potência no Sistema Óptico

$$\begin{aligned}BP &= Pin - So \\BP &= \sum(\text{Perdas}) + MS + Pd \\ \sum(\text{Perdas}) &= \alpha fL + \sum \alpha c + \sum \alpha e + \sum \alpha p\end{aligned}$$

Onde:

Pin = potência média injetada na fibra pela fonte de luz.  
So = sensibilidade do receptor.  
 $\alpha f$  = coeficiente de atenuação da fibra óptica em dB/Km.  
L = comprimento do enlace.  
 $\alpha c$  = perda de inserção de cada conector em dB.  
 $\alpha e$  = perda de inserção de cada emenda da fibra em dB.  
 $\alpha p$  = perda de inserção de componente passivo em dB.  
MS = Margem de segurança.  
Pd = Penalidades decorrentes dos mecanismos de dispersão e da presença de ruído

$$\begin{aligned}\sum(\text{Perdas}) &= 0,4 \times 3 + 2 \times 1 + 2 \times 0,3 + 2 \times 0,3 = 4,4 \text{ dB} \\BP &= 4,4 + 3 + 1 = 8,4 \text{ dB} \\Pin &= BP + SO = 8,4 + (-36) = -27,6 \text{ dB}\end{aligned}$$

Como a potência do transmissor é de -20 dBm e está acima do que o enlace necessita para um bom funcionamento ou seja, -27,6 dB podemos concluir que o projeto atende as especificações necessárias quanto ao balanço de potência.

#### Características do Sistema Óptico

Para a codificação NRZ usa-se a equação 15.1 para o cálculo do tempo de subida total do sistema, a equação 15.2 para o cálculo da dispersão modal e este tipo de dispersão só ocorre em fibras multimodo pois fibras mono modo apresentam somente um modo de propagação, e a equação 15.3 calcula a dispersão cromática.

$$T_{\text{total máxima}} = 0,7 / T_{\text{NRZ}} \quad (15.1)$$

$$t_{\text{modal}} = 0,35 * L / 0,71 * B \quad (15.2)$$

$$t_{\text{cromatica}} = L * M * \Delta \lambda \quad (15.1)$$

$t_{tx}$  = Valor Tabelado pelo Fabricante

$t_{rx}$  = Valor Tabelado pelo Fabricante

$$t_{\text{fibra}} = \sqrt{(t_{\text{modal}} * t_{\text{modal}} + t_{\text{cromatica}} * t_{\text{cromatica}})} \quad (15.3)$$

## Balço de Dispersão do Sistema Óptico

O tempo de subida total do sistema é dado pela equação abaixo:

$$t_{\text{total sistema}} = \sqrt{t_{\text{tx}} * t_{\text{tx}} + t_{\text{fibra}} * t_{\text{fibra}} + t_{\text{rx}} * t_{\text{rx}}},$$

Onde:

$t_{\text{total}}$  – é o tempo de subida devido a contribuição do transmissor, fibra e receptor;

$t_{\text{tx}}$  – é o tempo de subida no transmissor óptico;

$t_{\text{fibra}}$  – é o tempo de subida na fibra óptica;

$t_{\text{rx}}$  – é o tempo de subida no receptor óptico;

Portanto temos os seguintes valores encontrados;

$$t_{\text{total max}} = 0,7/\text{TNRZ} = 0,7/34,368 \exp(6) = 20,37 \text{ ns}$$

$$t_{\text{modal}} = 0$$

$$t_{\text{cromatica}} = L * M * \Delta\lambda = 3 \text{ Km} * 200 \text{ ps/nmKm} * 1,7 \text{ nm} = 1,02 \text{ ns}$$

$$t_{\text{tx}} = 2 \text{ ns}$$

$$t_{\text{rx}} = 2 \text{ ns}$$

$$t_{\text{fibra}} = \sqrt{t_{\text{modal}} * t_{\text{modal}} + t_{\text{cromatica}} * t_{\text{cromatica}}} = \sqrt{0 * 0 + 1,02 \exp(-9) * 1,02 \exp(-9)} = 1,02 \text{ ns}$$

$$t_{\text{total sistema}} = \sqrt{t_{\text{tx}} * t_{\text{tx}} + t_{\text{fibra}} * t_{\text{fibra}} + t_{\text{rx}} * t_{\text{rx}}} = \sqrt{2 \exp(-9) * 2 \exp(-9) + 1,02 (\exp(-9) * 1,02 (\exp(-9) + 2 \exp(-9) * 2 \exp(-9)) = 9,0404 \text{ as} = 9,0404 \exp(-18) \text{ s}}$$

Como a dispersão total do sistema é menor que a dispersão total máxima foi concluído que o sistema atende as especificações do projeto.

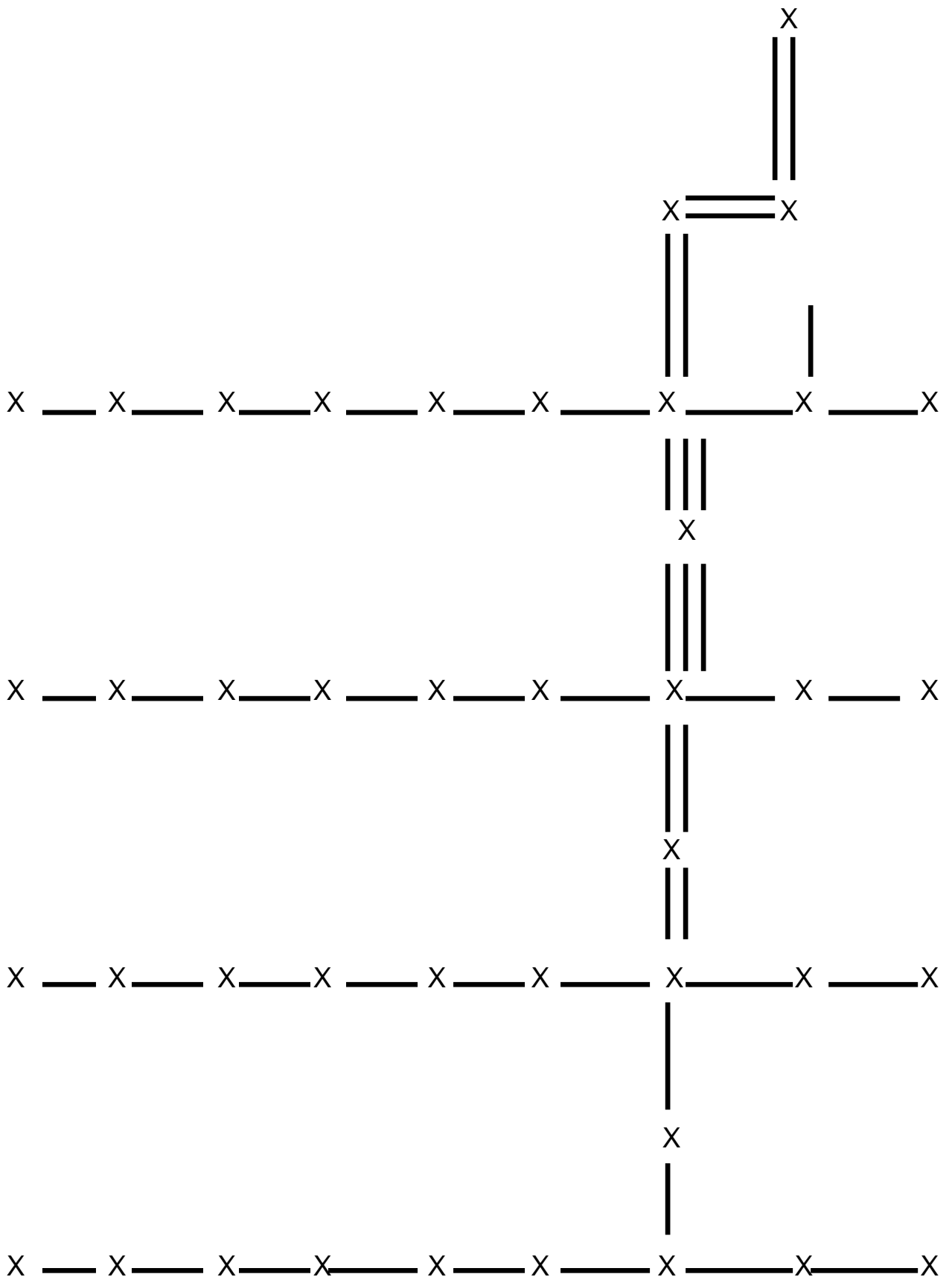
## 16 - REDE METÁLICA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA PARA O BAIRRO JARAGUÁ

### 16.1 - Descrição do Sistema

A rede secundária de pares metálicos terá como ponto inicial o armário óptico localizado na esquina da Avenida Amador Bueno da Veiga com a Travessa José Teófilo da Cruz e seguirá a distribuição e a identificação indicadas no desenho técnico descrito na simbologia do projeto.

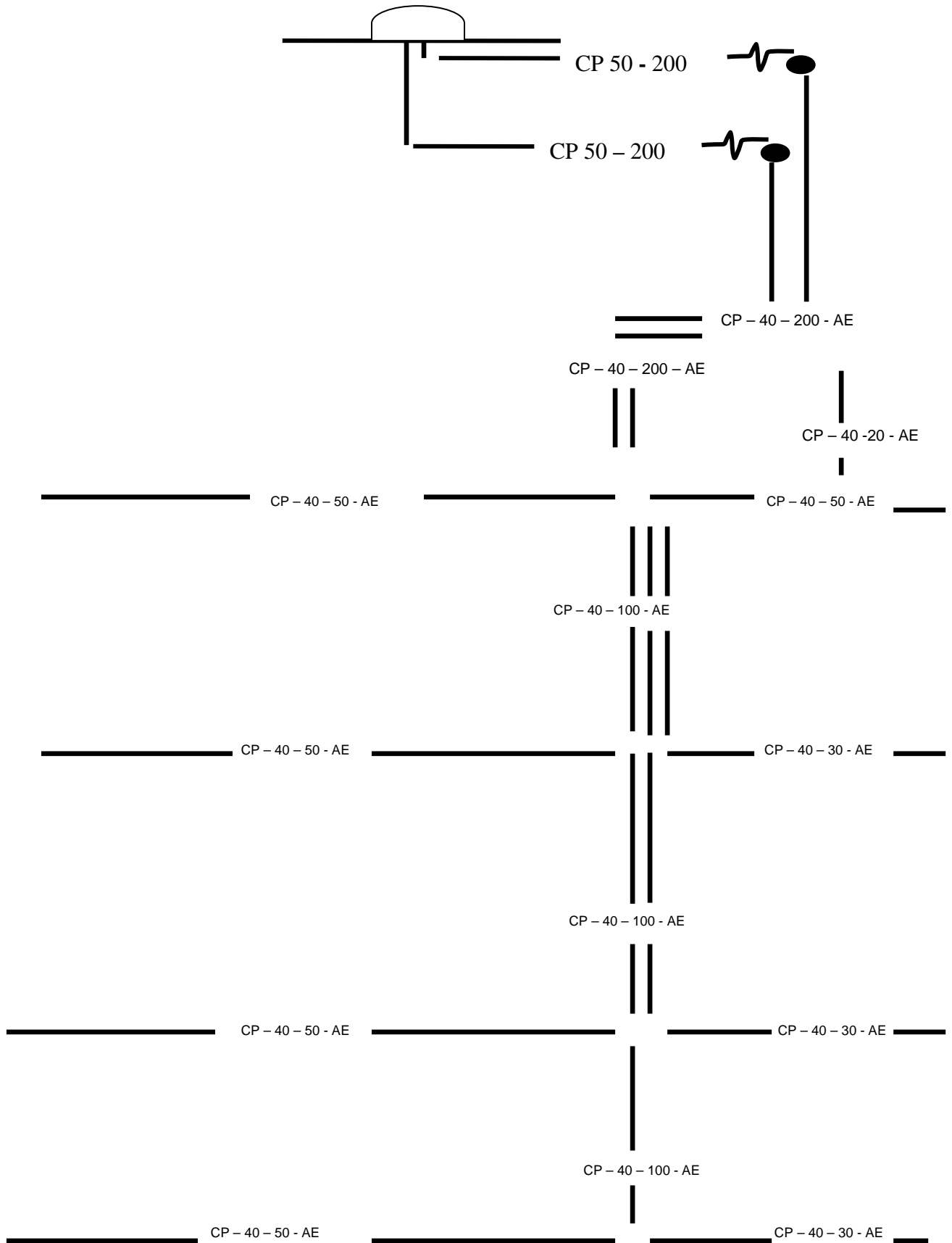
## 16.2 - Simbologia do Projeto

A Fig 15.4 ilustra a representação geral de postes para suporte da rede de distribuição secundária metálica.





A Fig 15.5 ilustra a representação geral de cabos e armário de distribuição secundária metálica.





## 16.3 – Memorial de Cálculos

### 16.3.1 - Calculo do Desequilíbrio Capacitivo

Este projeto leva em consideração o pior caso, ou seja o par metálico com maior comprimento sendo o valor da seguinte soma:

$$L(\text{Max}) = 20+8+50+100+100+100+300 = 678 \text{ m}$$

Que corresponde ao terminal de acesso a rede com a contagem do par 01 ao 10 do terminal de acesso a rede 01.

#### a) Desequilíbrio capacitivo par a par;

Média Quadrática Máxima;

$$\Delta c (L) = 45,3 \cdot \sqrt{(L/1000)} \text{ (pF)} = 45,3 \cdot \sqrt{(678/1000)} = 37,3 \text{ (pF)}$$

Máximo Individual;

$$\Delta c (L) = 181 \cdot L/1000 \text{ (pF)} = 181 \cdot 678/1000 = 122,718 \text{ (pF)}$$

#### b) Par Terra;

$$\Delta c (L) = 574 \cdot L/1000 \text{ (pF)} = 574 \cdot 678/1000 = 389,172 \text{ (pF)}$$

Máximo Individual;

$$\Delta c (L) = 2625 \cdot L/100 = 2625 \cdot 678/1000 = 1779,75 \text{ (pF)}$$

### 16.3.2 – Calculo do Resíduo de Telediafonia (RT);

Média Quadrática Mínima;

150 KHZ

$$RT (L) = 68 + 10 \cdot \log (L/1000) \text{ (dB)} = 68 + 10 \cdot \log(678/1000) = 69,69 \text{ (dB)}$$

1024 KHZ

$$RT(L) = 52 + 10 \cdot \log(L/1000) \text{ (dB)} = 52 + 10 \cdot \log(678/1000) = 53,69 \text{ (dB)}$$

Mínima Individual;

150 KHZ

$$RT (L) = 58 + 10 \cdot \log (L/1000) \text{ (dB)} = 58 + 10 \cdot \log(678/1000) = 59,69 \text{ (dB)}$$

1024 KHZ

$$RT(L) = 35 + 10 \cdot \log(L/1000) \text{ (dB)} = 35 + 10 \cdot \log(678/1000) = 36,69 \text{ (dB)}$$

## 16.4 - Considerações importantes

Os cálculos descritos no item 16.3.1 e 16.3.2 são verificados após a rede terminada pela operadora de serviço de rede fixa, pois na sua grande totalidade o serviço de construção de redes aéreas de distribuição é repassado para empresas de prestação de serviços, e estas muitas vezes não dispõem de equipamentos para a devida medição. O que estas empresas utilizam como parâmetros são práticas já consolidadas, um exemplo destas práticas seria o número de piruetas feitas em emendas de cabos que é padronizada em três o que culmina no final da rede em valores de desequilíbrio capacitivo e resíduo de telediafonia bem próximos dos aceitáveis à nível de projeto.

## 17 – RESULTADOS E CONCLUSÕES

Esta monografia teve como objetivo estruturar o processo de concepção de um projeto de rede de telecomunicações, como tal pode ser aperfeiçoado ou até modificado visando ampliar o número de informações e conseqüentemente melhorar a sua qualidade e também culminar em um melhor resultado do projeto final. A conclusão final é que a monografia cumpriu o seu papel, no que diz respeito a incentivar os novos engenheiros a desenvolver projetos com base em estruturas lógicas e de fácil interpretação.

## 18 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

### Livros:

1. Amazonas, José Roberto Almeida. Projeto de Sistemas de Comunicações Ópticas. – Barueri, SP: Manole, 2005.
2. Toledo, Adalton Pereira de. Redes de Acesso em Telecomunicações. – São Paulo, SP: Makron Books, 2001.
3. Tele Redes. Instalação e Reparo de Linhas e Aparelhos. – Rio de Janeiro: Tele Redes, 1999.
4. Telefônica, Engenharia. Construção de Rede Aérea de Cabos. – São Paulo: Telefônica, 1999.
5. Ferrari, Antonio Martins. Telecomunicações Evolução & Revolução. – São Paulo, SP: Erica, 2005.
6. Anatel. Manual do Agente de Fiscalização – Volume 1 – Introdução, Postura e Ética, Estrutura da Fiscalização e Generalidades. – Brasília, DF: Anatel 20/01/2003.
7. Anatel. Manual do Agente de Fiscalização – Volume 3 – Procedimentos Específicos. – Brasília, DF: Anatel 16/01/2003.
8. Anatel. Manual do Agente de Fiscalização – Volume 5 – Anexos. - Brasília, DF: Anatel 16/01/2003.
9. Coraine, Ana Lúcia S. Curso AutoCAD 14 Básico – Volume 1. – São Paulo, SP: MAKRON Books, 1998.
10. L – com. Master Catalog Connectivity Products Cables, Connectors & Suplies – N. Andover, MA: L – com, 2007.
11. Apostilas da Disciplina Comunicações Ópticas – Taubaté, SP: Fabio Carli Rodrigues Teixeira, 2007.

## Saites:

- 1 – [www.itu.int](http://www.itu.int)
- 2 – [www.furukawa.com.br](http://www.furukawa.com.br)
- 3 – [www.bargoa.com.br](http://www.bargoa.com.br)
- 4 – [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)
- 5 – [www.ericsson.com.br](http://www.ericsson.com.br)
- 6 – [www.siemens.com.br](http://www.siemens.com.br)
- 7 – [www.ptinovacao.pt](http://www.ptinovacao.pt)
- 8 – [www.teleco.com.br](http://www.teleco.com.br)
- 9 – [www.educatorscorner.com](http://www.educatorscorner.com)
- 10 – [www.unisanta.br](http://www.unisanta.br)
- 11 – [www.elmasa.com.br](http://www.elmasa.com.br)
- 12 – [www.cisco.com.br](http://www.cisco.com.br)
- 13 – [www.mc.gov.br](http://www.mc.gov.br)
- 14 – [www.3m.com](http://www.3m.com)
- 15 – [www.agylent.com](http://www.agylent.com)
- 16 – [www.hp.com](http://www.hp.com)