



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica

Relatório de Estágio

Christian Gley Vieira Basílio

Relatório apresentado à Coordenação
de Estágio em Engenharia Elétrica da
UFPB, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do título de
Engenheiro Eletrônico

Campina Grande – PB
10 de Setembro de 1999



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

ESQUEMA DO RELATÓRIO

❖ ESQUEMA DO RELATÓRIO

❖ DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTOS

❖ INTRODUÇÃO

- A empresa
- O estágio

❖ MODEMS EM LINHAS PRIVATIVAS DE COMUNICAÇÃO DE DADOS

- Sistema telefônico e tipos de linhas
- Degenerações do sinal
- Transmissão de dados digitais
- Necessidade de modems
- Transmissões analógica e digital
- Transmissão analógica – métodos de modulação
- Padrões de modems analógicos
- Transmissão digital – codificação em banda-base
- Circuitos especiais utilizados por modems
- Interfaces de modems
- Sinalização dos modems
- Modems disponíveis na Empresa
- Programação, instalação e operação dos modems
- Testes/manutenção de modems

❖ CONCLUSÃO

DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTOS

A Deus, na pessoa de Jesus Cristo, que meu deu a vida;

Aos meus pais, que me deram a oportunidade;

Aos amigos, que me deram força;

Aos professores, que me deram conhecimento;

A todos, meu muito obrigado e sinceros agradecimentos...

INTRODUÇÃO

Como parte do processo de conclusão do curso de **Engenharia Elétrica**, cumpri um período de seis meses como estagiário da empresa **Telecomunicações da Paraíba S/A**, mais conhecida por seu antigo nome de fantasia – **Telpa**. Esta companhia passou a fazer parte do grupo **Telemar** quando do processo de privatização conduzido pelo governo do presidente Fernando Henrique Cardoso no ano passado. A Telemar é uma *holding* composta por 16 empresas, do Rio de Janeiro ao Amazonas.

Fui locado primariamente no setor de **LPCD – linhas privativas de comunicação de dados**, e, posteriormente, assumi funções no setor de administração da rede interna de computadores.

A EMPRESA

Para viabilizar a privatização das operadoras de telefonia fixa do Brasil, o Governo as agrupou em regiões, não necessariamente similares às regiões políticas. Tal divisão teve o objetivo primário de impedir que algumas teles não recebessem propostas de compra devido à baixa taxa de lucratividade que ofereceria a seus eventuais compradores. Deste modo, ao reunir as operadoras em grupos, o Governo o fez de forma que aquelas com menos potencial de venda compartilhassem um grupo com aquelas mais vendáveis.

O grupo Telemar, do qual a Telecomunicações da Paraíba é parte, foi o comprador da Região Norte-Leste, que abrange as operadoras dos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará, Maranhão, Pará, Amapá, Amazonas, Roraima e Acre – 16 empresas.

Devido à rapidez do processo de privatização e à heterogeneidade das empresas que formam o grupo Telemar, era de esperar que houvesse problemas o que, efetivamente, ocorreu. As políticas de administração ainda não se encontram unificadas, ou seja, o processo decisório e os métodos de atuação estão ainda muito atrelados às companhias individuais, desfavorecendo o conjunto. Uma expressão deste problema são as demissões e contratações díspares feitas pelas operadoras: umas contratam e outras demitem, sem um remanejamento que tornaria menos drástico o processo de ajuste do quadro de pessoal.

O ESTÁGIO

Abaixo encontram-se discriminadas minhas atividades principais no setor em que fui alojado – já mencionado acima, atividades estas de caráter subsidiário

e complementar. Segue-se uma breve descrição das funções desempenhadas em cada área:

- *Suporte operacional na área de dados e informática;*
- *Instalação, programação e substituição de modems em LPCDs;*
- *Teste/defeito de modems em LPCDs;*
- *Teste/defeito em terminais de vídeo;*

Suporte operacional na área de dados e informática

- ✓ Programação de rotinas simples no SIDATA VII, um aparelho PCM responsável por interceptação de chamadas, mensagens automáticas pré-gravadas, teledespertador e auxílio à lista, dentre outras;
- ✓ Instalação de adaptadores (placas) de rede e seus respectivos *softwares* e *drivers* em computadores da rede interna;
- ✓ Ajustes de configuração da rede Novell e Microsoft nos computadores da rede;
- ✓ Assistência técnica aos usuários (funcionários da empresa) da rede de computadores quanto a problemas e utilização de programas instalados e a instalar, configurações de rede, vídeo, som, ajustes de desempenho, problemas de impressão e cabeamento e outras tarefas correlatas;
- ✓ Instalação de *hardware* e *software* em computadores a serem utilizados;

Instalação, programação e substituição de modems em LPCDs

- ✓ Configuração de modems segundo as requisições feitas pelos clientes da empresa, envolvendo a programação do aparelho para atender as necessidades destes quanto a características como velocidade (ou taxa) de transmissão, pares de fios (2 ou 4), linha comutada ou não, transmissão síncrona ou assíncrona dentre outras;
- ✓ Instalação de modems previamente configurados nos pontos desejados pelo cliente;
- ✓ Troca de modems defeituosos por outros equivalentes em configuração;

Teste/defeito de modems em LPCDs

- ✓ Teste de funcionamento da placa do modem, do seu gabinete e de suas interfaces antes da instalação do mesmo no cliente;
- ✓ Verificação do funcionamento do modem *in loco* para checagem da possibilidade de correção do problema; após uma análise das possíveis causas do defeito, procede-se à correção, que pode ser caracterizada por uma substituição completa do aparelho ou da linha na qual atua;

Teste/defeito em terminais de vídeo

- ✓ Verificação do funcionamento de terminais Bull antes de sua instalação, conectando-o à rede;

- ✓ Correção de erros de configuração e eventual substituição de terminais defeituosos;

Devido ao fato de que me foram primariamente atribuídas atividades relacionadas aos modems em LPCDs, as quais ocuparam a maior parte do meu tempo de estágio, enfatizarei este aspecto neste relatório em detrimento dos demais.

SISTEMA TELEFÔNICO E TIPOS DE LINHAS

Um sistema de telefonia é basicamente constituído pelos **terminais telefônicos**, as **centrais de comutação** e as **linhas**. Uma linha telefônica é um circuito que une dois terminais entre si, dividindo-se, com relação à aplicação em que é utilizada, em **linha comutada** ou **linha privativa**.

A linha dita **comutada** é aquela fornecida normalmente pela concessionárias do sistema telefônico, geralmente utilizada como **canal de voz** – meio de comunicação que somente garante transportar um sinal contido na faixa de voz (300 a 3.400 Hz).

Chama-se **linha privativa** à linha que une dois pontos fixos sem passar pelos circuitos de comutação da central telefônica; este tipo de linha não possui tensão DC em seus terminais. Como na verdade é uma linha dedicada, seu custo é consideravelmente mais alto do que uma linha comutada mas, em compensação, sua qualidade é superior devido ao fato de que, por não passar pela central, seu nível de ruído ser menor.

DEGENERAÇÕES DO SINAL

Pela características inerentes à estrutura física da linha, o sinal transmitido por ela sofre **degenerações** em seu percurso, isto é, alterações que o descaracterizam em relação à sua forma primeiramente enviada. As mais importantes no caso aqui mais apresentado são:

- ◆ **Atenuação da linha** – o sinal sofre uma degradação em amplitude em todas as frequências;
- ◆ **Distorção de amplitude** – aqui a degradação em amplitude é não-linear, de modo que a atenuação varia desigualmente com a frequência; afeta basicamente, no caso de linhas utilizadas como canal de voz, a inteligibilidade da fala. Para se obter a atenuação total da linha, soma-se à atenuação de linha, normalmente medida a 800 ou 1000 Hz. Há no Brasil três gabaritos para especificação de faixas de atenuação permitidas em linhas de comunicação de dados: N, C e B. O tipo C é o mais rígido e o mais utilizado.
- ◆ **Distorção de retardo** – Também chamada de **distorção de retardo de grupo** ou **distorção de fase**. Cada componente de frequência do sinal transmitido se propaga com velocidades distintas; isto geralmente é

causado por multiplexadores FDM. Em conversações telefônicas é imperceptível, mas torna-se fatal em comunicação de dados, principalmente em modems que utilizam modulação em fase (DPSK ou QAM);

- ◆ **Ruído branco (térmico)** – ruído que possui componentes em todas as frequências; a relação sinal/ruído mínima é de 24 dB para os gabaritos N e B e de 40 dB para o gabarito C.
- ◆ **Ruído impulsivo** – é uma interferência transitória causada principalmente por descargas elétricas e chaveamento nas centrais; Em LPCDs o máximo permitido são de 18 pulsos em 15 minutos para um nível de decisão de 5 dB abaixo do nível do sinal, transmitido a 0 dBm.
- ◆ **Eco** – designa o retardo total do sinal na linha; pode ser percebido em uma conversa telefônica se for maior do que 20 ms em cada sentido de propagação. Para combatê-lo instala-se um **supressor de eco** nos pontos críticos, o qual não passa de um atenuador de 50 dB ativado pelo sinal de voz. Isto praticamente semidúplex a comunicação, pois somente passará o sinal de voz que chegar primeiro ao supressor. Quando um dos interlocutores faz uma pausa, o aparelho libera o tráfego no sentido inverso após 10 ms; desta forma, este dispositivo impede a comunicação de dados que utilize modem dúplex a dois fios. O supressor pode ser desabilitado pelo modem ao receber um tom de 2.100 Hz de no mínimo 0,3 s de duração; se a linha ficar em silêncio por mais de 100 ms, o supressor retorna à atividade.

A linha age como um filtro passa-baixa, atenuando mais acentuadamente as frequências mais altas. Com o intuito de compensar a distorção de amplitude, ou seja, equalizar a resposta em frequência, são inseridas bobinas regularmente espaçadas ao longo da linha; neste caso, diz-se que a linha é **condicionada** ou **pupinizada**.

TRANSMISSÃO DE DADOS DIGITAIS

Dados digitais são informações codificadas sob a forma de dígitos que podem assumir um certo número de estados possíveis. Quando esses dígitos podem assumir apenas dois estados, dizemos que são dígitos binários ou *bits*.

Interligar duas máquinas digitais (ou **ETD – Equipamento Terminador de Dados**) é fazer transmissão de dados digitais entre elas. Basicamente, os dados podem ser transmitidos de duas formas: **transmissão paralela** ou **serial**. Na transmissão serial os bits são transmitidos um após o outro, o que exige apenas um par de fios. Para curtas distâncias a transmissão paralela pode ser

interessante pois permite maior velocidade, mas, para longas distâncias, a transmissão se mostra mais econômica. Enfatizarei aqui a transmissão serial de dados digitais, pois é o modo mais comum de máquinas digitais de comunicarem.

O conceito de sincronismo na transmissão serial é muito importante, pois existe uma necessidade de o receptor poder saber quais bits pertencem a cada mensagem, normalmente codificada por caracteres, e onde está o centro de cada bit a fim de recuperar corretamente a mensagem. Assim, quanto ao sincronismo, a transmissão pode ser feita nos modos **síncrono** ou **assíncrono**.

No modo assíncrono cada caractere do código utilizado possui sua própria informação de sincronismo; a forma mais usual de se fazer isto é a introdução de dois elementos a cada caractere transmitido: um elemento de partida (*start bit*) e um elemento de parada (*stop bit*). Normalmente o elemento de partida tem o comprimento de 1 bit e o elemento de parada tem o comprimento de 1, 1,5 ou 2 bits.

Na transmissão síncrona é necessário que um sinal específico de sincronismo seja transmitido junto com os dados, a fim de marcar o centro de cada bit para o receptor.

As principais vantagens e desvantagens de cada tipo de transmissão estão expostas na tabela abaixo:

TRANSMISSÃO ASSÍNCRONA	TRANSMISSÃO SÍNCRONA
Ineficiente por precisar dos elementos de partida e parada para cada caractere.	Eficiente pois dispensa os elementos de partida e parada.
Não se consegue alta velocidade devido a possíveis erros de sincronismo.	É possível alta velocidade pois o sinal de sincronismo garante a posição dos bits.
Simple de gerar e detectar, permite a construção de equipamentos baratos.	Complexa de gerar e detectar, exige a construção de equipamentos mais caros.

Tab. 1 - Comparação entre transmissão síncrona e assíncrona,

Na prática a maioria das comunicações ocorre nos dois sentidos, isto é, há dados e sincronismo sendo transmitidos entre ambas as pontas do circuito de comunicação. Desta forma, podemos perceber facilmente que são necessários 5 fios para a interligação de duas máquinas digitais, como mostra a Fig. 1 abaixo.

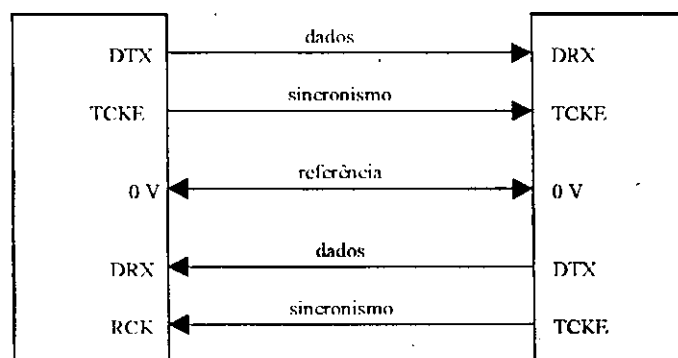


Fig. 1 – Ligação de duas máquinas digitais

Considerando-se então comunicações simplex, semidúplex e dúplex e o modo (assíncrono ou síncrono), obtemos as formas de comunicação possíveis:

SENTIDO	MODO	N.º DE FIOS	SINAIS UTILIZADOS
simplex	assíncrono	2	DTX, 0V
simplex	síncrono	3	DTX, TCK, 0V
semidúplex	assíncrono	2	DTX, 0V
semidúplex	assíncrono	3	DTX, DRX, 0V
semidúplex	síncrono	3	DTX, TCK, 0V
semidúplex	síncrono	5	DTX, TCK, DRX, RCK, 0V
dúplex	assíncrono	3	DTX, DRX, 0V
dúplex	síncrono	5	DTX, TCK, DRX, RCK, 0V

Tab. 2 – Modos de comunicação possíveis

NECESSIDADE DE MODEMS

Como visto, para conseguir efetivar as 8 formas de comunicação mostradas na tabela anterior, as duas máquinas a serem interligadas precisam estar ligadas com 5 fios: algumas formas exigem apenas 2 fios, no entanto, outras exigem 5. Para que essas comunicações, que utilizam transmissão serial, possam ser efetivadas através de uma **linha telefônica**, um série de condições devem ser satisfeitas:

1. Nas transmissões síncronas, o sinal deve possuir, além da informação referente aos bits de dados, a informação de sincronismo. Deste modo, a transmissão síncrona, em um sentido, também pode utilizar somente dois fios;
2. No caso da linha telefônica genérica, o sinal transmitido deve estar contido na faixa de voz (300 a 3.400 Hz);
3. O receptor deve ser capaz de recuperar o sinal caso ele esteja contaminado por uma ou várias degenerações impostas pela linha;

4. Para conseguir uma comunicação duplex a dois fios o sinal de transmissão deve coexistir com o de recepção, simultaneamente.

O **modem** (ou **ECD – Equipamento Comunicador de Dados**) é o equipamento que permite adaptar os sinais da máquina digital à forma necessária para a transmissão pela linha telefônica, como podemos visualizar na Fig. 2 a seguir.

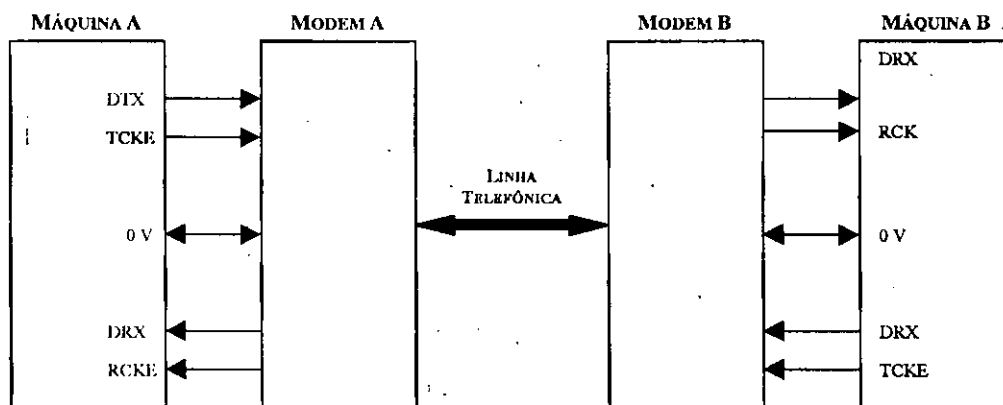


Fig. 2 – Utilização do modem

TRANSMISSÕES ANALÓGICA E DIGITAL

Segundo o meio de transmissão, os modems podem ser **analógicos** ou **digitais**, este últimos também chamados de **banda-base**.

Os modems analógicos são aqueles empregados na transmissão pela linha telefônica convencional (canal de voz); assim, para que o sinal satisfaça a condição 2 acima, torna-se necessário que sofra um processo de **modulação**, de modo que seu espectro de frequência se confine na faixa do canal de voz. Chama-se **transmissão analógica** a esse método onde os dados digitais modulam uma portadora digital.

O outro caso é o da **transmissão digital**, onde o meio utilizado é simplesmente um par de fios (par físico), que não impõe uma limitação abrupta na frequência – não é uma linha condicionada. Neste caso, o sinal gerado pelo modem não precisa satisfazer a condição 2 acima. Aqui, os modems digitais têm como principal função é satisfazer a condição 1 através de uma **codificação de linha** apropriada do sinal digital. Ou seja, o espectro do sinal não é deslocado por nenhuma modulação, mantendo-se em sua banda-base.

Na transmissão analógica, os **métodos de modulação** mais comumente utilizados são:

- Deslocamento de frequência – **FSK**, *Frequency Shift-keying*;
- Deslocamento diferencial de fase – **DPSK**, *Differential Phase Shift-keying*;
- Deslocamento de fase e amplitude (Quadratura) – **QAM**, *Quadrature Amplitude Modulation*;
- Modulação com codificação treliça – **TCM**, *Trellis Code Modulation*.

Alguns modems utilizam a técnica de modulação AM-SSB, sendo chamados de modems faixa-larga, normalmente utilizados para transmitir dados resultantes de uma multiplexação TDM de vários canais de mais baixa velocidade em circuitos privativos. Mas, como é possível demonstrar matematicamente, este método é apenas um caso particular da modulação QAM, como também o é o método DPSK. As provas disto estão fora do escopo deste relatório.

Modular em FSK é alterar a frequência da portadora segundo o bit de dados for 1 ou 0; modular em DPSK é alterar a fase da portadores, em graus diferentes, conforme o bit de dados for 1 ou 0. Na modulação QAM há, segundo o bit de dados, uma variação tanto da amplitude quanto da fase da portadora.

Duas definições importantes que vamos usar serão dadas agora. A velocidade de uma transmissão digital serial (**taxa de transmissão**), V_T , é medida em bits por segundo e indica quantos bits são transmitidos em 1 segundo, ou seja:

$$V_T = 1/T$$

Aqui, T é a duração de 1 bit.

A velocidade em que a portadora é modulada está relacionada com o sinal analógico transmitido pela linha, a **taxa de modulação**, é definida como sendo a quantidade de modulações feitas durante 1 segundo e a unidade é “baud”. No caso de a modulação possuir apenas dois símbolos, a taxa de modulação será igual à taxa de transmissão. Então, a taxa de modulação será menor ou igual à taxa de transmissão segundo a relação a seguir:

$$V_M = \frac{V_T}{N} = \frac{V_T}{\log_2 M}$$

Onde V_M é a taxa de modulação, N é o número de bits por símbolo e M é número total de símbolos.

A vantagem em se agrupar vários bits para formar um símbolo é, justamente, conseguir uma taxa de modulação mais baixa que a velocidade de transmissão. A faixa de frequência ocupada pelo sinal modulado depende basicamente da taxa de modulação, não da velocidade de transmissão.

Pode-se provar matematicamente que a modulação QAM é mais eficiente, me termos da banda passante necessária, em relação às modulações FSK e DPSK.

A modulação TCM consiste em combinar codificação e modulação QAM, gerando uma **constelação redundante**. Esta técnica adiciona símbolos redundantes na constelação, por meio de um codificador convolucional que gera um bit extra a cada grupos fixo de bits de dados. Na modulação QAM original, não existe redundância: para cada combinação dos bits de dados existe apenas um símbolo correspondente na constelação.

Mas qual a vantagem em transmitir uma constelação mais congestionada, que deve gerar uma probabilidade de erros maior? A codificação é realizada de tal forma que somente algumas seqüências de símbolos podem ocorrer; na recepção, a seqüência recebida é comparada com as seqüências válidas, e destas, escolhe-se a que estiver mais próxima da recebida. Este procedimento, pode-se mostrar, permite um ganho de 4 dB, do TCM de 32 pontos para seu equivalente QAM de 16 pontos. Modems com modulação TCM são mais resistentes ao ruído; para uma mesma relação sinal-ruído e velocidade, um modem TCM consegue uma taxa de erro 1.000 vezes menor que um modem QAM, o que significa, aproximadamente, uma taxa de transmissão 1.000 vezes menor.

PADRÕES DE MODEMS ANALÓGICOS

O ITU-T (antigo CCITT) emitiu várias recomendações para modems analógicos, acatadas atualmente em vários países do mundo e, muitas vezes, se faz referência ao tipo de modem conforme a recomendação que ele segue. A tabela abaixo mostra algumas delas:

PADRÃO	VELOCIDADE MÁXIMA (BPS)	SINCRONISMO	MODULAÇÃO	MEIO DE TRANSMISSÃO
V21	300	Assíncrono	FSK	Canal de voz
V22	1.200	Ambos	DPSK	Canal de voz
V22BIS	2.400	Ambos	QAM	Canal de voz
V23	1.200	Assíncrono	FSK	Canal de voz
V26	2.400	Síncrono	DPSK	Canal de voz
V27	4.800	Síncrono	DPSK	Canal de voz

V29	9.600	Síncrono	QAM	Canal de voz
V32	9.600	Ambos	QAM	Canal de voz
V33	14.400	Síncrono	QAM	Canal de voz
V34	19.200	Síncrono	QAM	Canal de voz
V36	64.000	Síncrono	AM-SSB	Grupo básico
V90	56.600	Síncrono	TCM	Canal de voz

Tab. 3— Padrões de modems analógicos

TRANSMISSÃO DIGITAL – CODIFICAÇÃO EM BANDA-BASE

A seqüência de dados a ser transmitida por um modem digital é um sinal banda-base do tipo **NRZ** (*No return to Zero*, não retorna a zero), que, na interface RS-232, assume os níveis 0 e 1. Se for transmitido diretamente pela linha, o alcance será muito limitado devido às suas características intrínsecas, que não são apropriadas para isso. Por exemplo, seu espectro de freqüência vai até zero DC e, qualquer bloqueio dessa região de baixas freqüências vai prejudicar a detecção.

Os modems banda-base executam a **codificação em linha** (ou **codificação em banda-base**) a fim de alcançar os seguintes objetivos:

1. Concentrar o espectro de transmissão dentro de uma faixa de freqüência que possua pouca componente DC;
2. O sinal codificado deve conter boa informação de sincronismo de modo a facilitar sua recuperação no modem receptor;
3. O sinal codificado deve ter boa imunidade ao ruído;
4. A complexidade deve ser a menor possível, a fim de aumentar a confiabilidade e diminuir o custo;

Esses modems se destinam a transmissões em pares físicos não pupinizados, e os objetivos acima visam a conseguir o máximo alcance com o mínimo custo.

O modem banda-base tanto pode ser **síncrono** como **assíncrono**, ou ambos; o modem síncrono é mais complexo, pois deve possuir todos os circuitos referentes ao sincronismo.

A Fig. 3 abaixo mostra algumas codificações utilizadas.

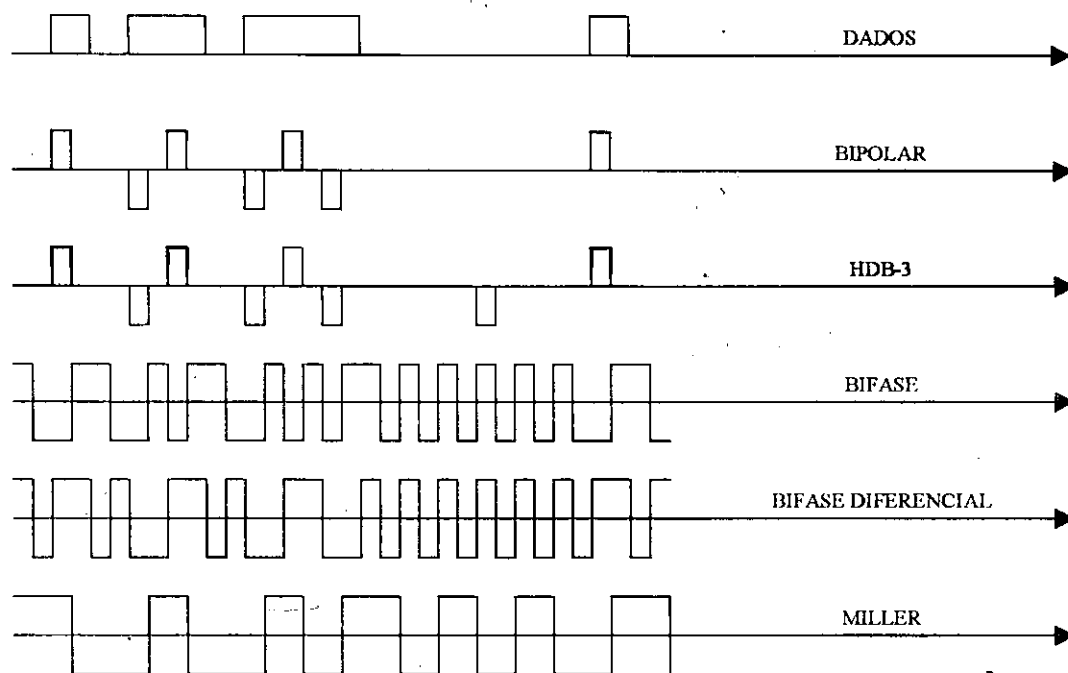


Fig. 3 – Codificações em banda-base

Código bipolar - Também conhecido como código AMI (*Alternate Mark Inversion*), faz uso de três níveis: pulso positivo, pulso negativo e repouso. O processo consiste em emitir um pulso, geralmente da largura do pulso de sincronismo, sempre que um bit 1 for transmitido, de polaridade invertida ao anterior. O bit 0 não provoca nenhuma alteração no sinal de linha e esse fato pode causar problemas na recuperação do sincronismo por parte do modem receptor. Esse problema pode ser minimizado se for utilizado um **randomizador** (a ser visto mais adiante) no caso dos modems síncronos.

Uma forma de se evitar longas seqüências de bits 0 e inserir pulsos sempre que houver uma certa quantidade de bits 0 seguidos; chamamos isso de **violação do código**. A violação garante uma boa informação de sincronismo ao modem receptor.

HDB-3 (High Density Bipolar) - É um dos mais difundidos códigos bipolares com violação, a qual consiste em emitir um pulso de mesma polaridade que o anterior, quando surgir o 4º bit 0 seguido.

O espectro resultante do código bipolar vai até $1/T$, satisfazendo os objetivos iniciais, mas, por fazer uso de três níveis distintos, sua imunidade ao ruído fica um pouco prejudicada.

Código bifase (Manchester) - Faz uso do deslocamento da fase do sinal de sincronismo para carregar informação. O processo consiste em transmitir o sinal de sincronismo com duas fases possíveis, 0 ou 180 graus, mudando na transição entre bits diferentes, ou seja: o bit 0 corresponde a 0 graus e o bit 1 a

180. Dessa forma, o bit 1 corresponde a uma subida no sinal de linha e o bit 0 a uma descida. A desvantagem desse código é uma possível ambigüidade de fase na recepção.

Código bifase diferencial – Elimina a desvantagem da ambigüidade, pois a mudança de fase é diferencial – a fase é deslocada de 180 graus com relação à fase anterior se o bit for 1 e mantida se o bit for 0. Nesse caso, a transição de fase é feita no centro do bit. Esse código apresenta, portanto, um sinal que sempre possui transição entre bits e no centro do bit, e este for 0.

Os códigos bifases são mais imunes a ruídos que os bipolares, mas apresentam o inconveniente de ocuparem uma faixa de frequência maior.

Código Miller – Também faz uso de deslocamentos de fase, no entanto a frequência básica é a metade daquela utilizada na codificação bifase. O método consiste em manter a fase do sinal transmitido, cuja frequência é a metade daquela do sincronismo, em 0 graus quando o bit for 0, de tal forma que essas transições ocorram entre os bits. Quando o bit 1 for transmitido a fase passa a ser de 90 graus, fazendo com que as transições ocorram no centro dos bits 1. Em outras palavras, a codificação Miller consiste em fazer uma transição no centro do bit quando ele for 1 e fazer uma transição entre dois bits consecutivos quando ambos forem 0. Este código apresenta boa imunidade a ruído e apresenta características superiores aos códigos bifases (ocupa uma faixa de frequência menor) e aos códigos bipolares (utiliza somente dois níveis).

CIRCUITOS ESPECIAIS UTILIZADOS POR MODEMS

Passo agora a uma breve descrição de alguns circuitos especiais que alguns modems utilizam, visando a esclarecer algumas características que os modems disponíveis na Empresa têm.

DCD

Tem a finalidade de avaliar se há sinal de recepção acima de um limiar predeterminado; normalmente, os modems permitem selecionar este limiar entre dois valores, geralmente um deles é -43 dBm e outros é -33 dBm. Quando o nível do sinal de recepção está acima do limiar selecionado, este circuito gera um sinal DCD = 1 (*data carrier detected*) que é enviado ao ETD através da interface, informando que o modem está recebendo portadora (recebendo sinal do modem remoto).

Randomizador

Este circuito tem a função de tornar a seqüência de bits de dados a mais aleatória possível, a fim de se garantir um melhor espalhamento da energia transmitida, o

que é bastante relevante quando o modem possui, na recepção, um **equalizador digital adaptativo** (a ser descrito a seguir).

Equalizador

Seu objetivo é compensar as distorções de amplitude e fase introduzidas pela linha telefônica. Basicamente, dois tipos de equalizadores são encontrados em modems:

Analógico fixo → Possuem uma curva de compensação fixa, determinada estatisticamente, compensando a distorção mais provável de ser introduzida pela linha. São chamados também de **equalizadores estatísticos**. Podem ser equalizadores fixos de amplitude ou de fase.

Digital adaptativo → Adaptam-se à condição da linha, ajustando os parâmetros (coeficientes) de seus filtros digitais em função dos erros obtidos nas decisões.

Seleção de sincronismo

Tal circuito fornece o sincronismo de transmissão para o modulador. A origem do sincronismo de transmissão é escolhida dentre as três abaixo:

Interno → Sincronismo interno, normalmente gerado por um oscilador a cristal;

Externo (TCKE) → Gerado pelo ETD;

Regenerado (RCK) → Extraído do sinal de recepção e, normalmente, ajustado pelo PLL (*Phase Locked Loop*).

Montador/interpretador de protocolos

Os modems mais modernos em geral possuem protocolos adicionais de **modem esperto**, **correção de erros** e **compressão de dados**.

Modem esperto → Permite a configuração interna do modem a partir de comandos vindo do terminal; os mais conhecidos são o **Hayes** e o **V25bis**.

Correção de erros → Sua função é corrigir eventuais erros causados pelas degenerações do canal telefônico; os mais conhecidos são o **MNP4** e o **V42**.

Compressão de dados → Aumenta a eficiência na transmissão, eliminando a redundância dos dados a serem transmitidos; os mais conhecidos são o **MNP5** e o **V42bis**.

Para ligar o ETD ao modem utiliza-se um dos adaptadores de interface V.36, V.35 ou G.703, conforme o tipo de interface. Todas são recomendações (padrões) do ITU. Na verdade, os adaptadores apenas fazem um mapeamento das pinagens correspondentes, visto que os sinais têm que ser os mesmos para cada modem em cada ponta.

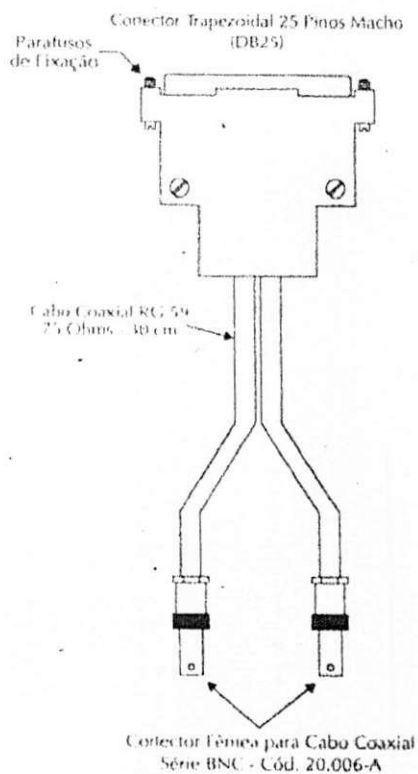


Fig. 4 – Adaptador de interface G.703/75Ω

A interface G.703 é, geralmente, empregada por centrais de comutação, roteadores e DDRs (PortMaster). Nesta e na página seguinte mostramos as interfaces utilizadas:

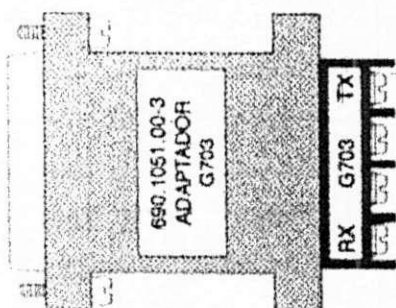


Fig. 5 – Adaptador de interface G.703/120Ω

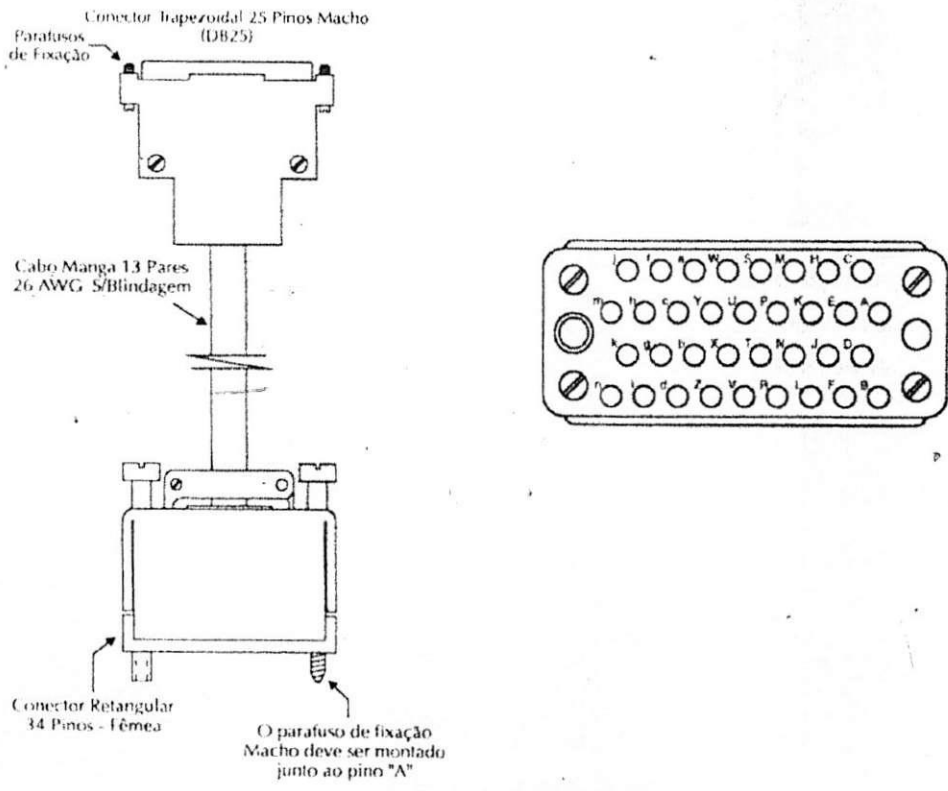


Fig. 6 - Adaptador de interface V.35

SINALIZAÇÃO DOS MODEMS

Para sinalizar as comunicações entre os modems e verificar seu funcionamento, o ITU padronizou alguns sinais de indicação do estado do sistema. Geralmente são identificados por um número e um LED no painel do modem, ou por ambos. As padronizações são as seguintes:

ITU	DESCRIÇÃO
103	Dados transmitidos (TD)
104	Dados recebidos (RD)
105	Solicitação para transmitir (RTS)
106	Pronto para transmitir (CTS)
107	Modem pronto (DSR)
108	Terminal pronto (DTR)
109	Portadora detectada (DCD)
110	Qualidade do sinal/Port. pseudo-controlada
114	Relógio de transmissão (RET)
115	Relógio de recepção (RER)

Tab. 4 - Sinalização dos modems

MODEMS DISPONÍVEIS NA EMPRESA

A partir do exposto acima, descrevo abaixo as características técnicas mais relevantes dos modems mais utilizados na Empresa. Todos os aparelhos abaixo especificados são placas impressas, as quais são encaixadas em um gabinete (GB-8000) que lhe fornece alimentação e a interface com a linha (V.35, V.36, G.703, RS-232C).

UP-22BIS

<i>Fabricante:</i>	Parks Informática
<i>Padrões seguidos:</i>	V.22, V.22bis, V.23, V.21
<i>Velocidades de operação:</i>	0 a 2.400 bps
<i>Modo de operação:</i>	Duplex em linhas privativas e linhas comutadas
<i>Tipo de transmissão:</i>	Síncrono ou assíncrono
<i>Interface:</i>	RS-232-C
<i>Modulação:</i>	FSK (0 a 300 bps, 0 a 1200/75 bps), DPSK (600 e 1200 bps) e QAM (2400 bps)
<i>Potência de transmissão:</i>	De -21 a 0 dBm.
<i>Sensibilidade do receptor:</i>	Limiar em -33, -38, -43 ou -48 dBm.
<i>Protocolos:</i>	MNP-4

DT-22B

<i>Fabricante:</i>	Digitel S. A.
<i>Padrões seguidos:</i>	V.13, V.14, V.22BIS, V.24, V.25, V.28, V.54.
<i>Velocidades de operação:</i>	1200 e 2400 bps.
<i>Modo de operação:</i>	Duplex ou semiduplex em linhas privativas ou comutadas
<i>Tipo de operação:</i>	Síncrono ou assíncrono.
<i>Portadora:</i>	Constante ou pseudo-controlada
<i>Modulação:</i>	DPSK (1.200 bps), QAM (2.400 bps)
<i>Potência de transmissão:</i>	-21 a 0 dBm
<i>Sensibilidade do receptor:</i>	Limiar em -43 ou -48 dBm
<i>Protocolos:</i>	Hayes, MNP-4, MNP-5

UP 32BIS

<i>Fabricante:</i>	Parks Informática
<i>Padrões seguidos:</i>	V.13, V.14, V.22BIS, V.23, V.24, V.25, V.25BIS, V.28, V.54, V.42, V.42BIS, V.32, V.32BIS
<i>Velocidades de operação:</i>	1200 a 14.400 bps
<i>Modo de operação:</i>	Duplex em linhas privativas ou comutadas
<i>Tipo de operação:</i>	Síncrono ou assíncrono (8 a 11 bits por carácter)
<i>Portadora:</i>	Constante ou pseudo-controlada
<i>Modulação:</i>	DPSK (1.200 e 4.800 bps), FSK (1.200 bps), QAM (2.400 e 9.600 bps), TCM (7.200, 9.600, 12.000 e 14.400 bps)
<i>Potência de transmissão:</i>	-22 a -6 dBm
<i>Sensibilidade do receptor:</i>	Limiar em -33 ou -43 dBm

Protocolos: Hayes, MNP-4, MNP-5, V.42BIS

DT-32B

Fabricante: Digitel S. A.
Padrões seguidos: V.13, V.14, V.22BIS, V.23, V.24, V.25, V.25BIS, V.28, V.54, V.32, V.32BIS
Velocidades de operação: 1200 a 14.400 bps
Modo de operação: Duplex em linhas privativas ou comutadas
Tipo de operação: Síncrono ou assíncrono (8 a 11 bits por caracter)
Portadora: Constante ou pseudo-controlada
Modulação: DPSK (1.200 e 4.800 bps), TCM (2.400, 7.200, 9.600, 12.000 e 14.400 bps)
Potência de transmissão: -22,5 a -0 dBm
Sensibilidade do receptor: Limiar em -33 ou -43 dBm
Protocolos: Hayes, MNP-4, MNP-5, V.42BIS
Circuitos especiais: Equalização adaptativa, cancelamento de eco.

DT-34

Fabricante: Digitel S. A.
Padrões seguidos: V.8, V.13, V.14, V.22, V.22BIS, V.24, V.25, V.25BIS, V.28, V.42, V.42BIS
Velocidades de operação: 1200 a 33.600
Modo de operação: Duplex em linhas privativas ou comutadas
Tipo de operação: Síncrono ou assíncrono (8 a 11 bits por caracter)
Portadora: Constante ou pseudo-controlada
Modulação: DPSK (1.200 e 4.800 bps), QAM (2.400 bps), TCM (2.400 a 33.600 bps)
Potência de transmissão: -21 a -6 dBm
Sensibilidade do receptor: Limiar em -43 dBm
Protocolos: Hayes, MNP-4, MNP-5, V25BIS

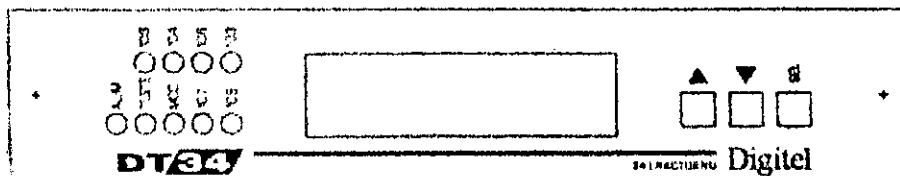


Fig. 7 – Painel frontal do DT-34

Circuitos especiais: Gerenciamento remoto

DT64MI/DT128MI/DT256MI

Fabricante: Digitel S. A.
Padrões seguidos: V.13, V.14, V.22BIS, V.23, V.24, V.25, V.25BIS, V.28, V.54, V.32, V.32BIS
Velocidades de operação: 48.000, 64.000 bps, 128.000 bps, 256.000 bps

Modo de operação: Duplex em linhas privativas tipo B
Tipo de operação: Síncrono
Portadora: Constante
Circuitos especiais: Equalização adaptativa, randomizador
Codificação: HDB-3
Interface: V.11 (V.36), V.35, G.703

UP 64/128/256/384/512

Fabricante: Parks Informática
Padrões seguidos: V.13, V.14, V.22BIS, V.23, V.24, V.25, V.25BIS, V.28, V.54, V.32, V.32BIS
Velocidades de operação: 48, 64, 128, 256, 384 e 512 Kbps
Modo de operação: Duplex em linhas privativas tipo B
Tipo de operação: Síncrono
Portadora: Constante
Modulação: DPSK (1.200 e 4.800 bps), TCM (2.400, 7.200, 9.600, 12.000 e 14.400 bps)
Potência de transmissão: -22,5 a -0 dBm
Sensibilidade do receptor: Limiar em -33 ou -43 dBm
Protocolos: Hayes, MNP-4, MNP-5, V.42BIS
Circuitos especiais: Equalização adaptativa, randomizador
Codificação: HDB-3
Interface: V.36/V.11, V.35 e G.703

UP 2048 - HDSL

Fabricante: Parks Informática
Padrões seguidos: V.13, V.14, V.22BIS, V.23, V.24, V.25, V.25BIS, V.28, V.54, V.32, V.32BIS
Velocidades de operação: 1.024 Kbps (1 linha), 2.048 Kbps (2 linhas)
Modo de operação: Duplex em 1 ou 2 linhas privativas
Tipo de operação: Síncrono (ponto-a-ponto ou multiponto)
Portadora: Constante
Modulação: CAP (*Carrierless AM/PM*)
Potência de transmissão: 13,5 dBm
Espectro utilizado: 4 KHz a 273 KHz

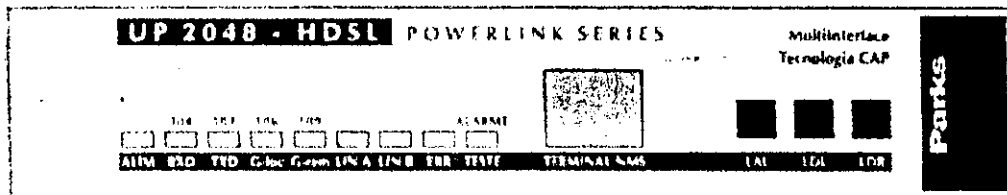


Fig. 8 – Painel frontal do UP 2048 - HDSL

Interface: V.36/V.11, V.35 e G.703

Ao constatar que precisa de uma linha privativa ou comutada para transmissão de dados, o requerente (pessoa física ou jurídica) entra em contato com a Gerência da Empresa, a qual, por sua vez, nos passa o protocolo necessário para a instalação. São fornecidos, assim, as características da linha e dos modems desejadas e os locais (pontas A e B) de instalação dos modems. Geralmente são especificados apenas os dados sobre os seguintes itens:

1. A velocidade de transmissão;
2. O tipo de operação (síncrona ou assíncrona); se assíncrona, quantos bits por caracter e se a paridade é par ou ímpar
3. Utilização ou não de protocolos de compressão de dados e correção de erros;
4. Linha privativa ou comutada; se comutada, qual o telefone a ser utilizado.
5. Pontos de instalação.

De posse dos dados acima, passamos à escolha do modem e à sua subsequente **programação** para que se conforme às especificações requeridas. O tipo de modem adequado é escolhido por sua disponibilidade e adequação aos parâmetros fornecidos, sendo o primeiro critério de seleção a velocidade de transmissão. Utiliza-se, geralmente, o modem mais simples que suporte aquela velocidade, de modo que os mais complexos estejam livre de uso para outros pedidos.

A responsabilidade técnica da empresa se restringe aos modems e às linhas de comunicação; quaisquer eventuais problemas entre os ETDs utilizados pelo cliente são de responsabilidade deste.

A instalação do par físico não era tarefa do nosso setor; outros técnicos se encarregavam de fazer a ligação física entre os pontos de instalação dos modems e nós conectávamos os modems a estes pontos. Quando procedíamos à instalação, todos os teste (impedância, continuidade, nível de ruído, etc.) já haviam sido feitos sobre a linha para assegurar seu desempenho.

A programação dos modems pode ser feita, de acordo com o modelo, por até três maneiras distintas:

1. **Programação por DIPs** – A linguagem técnica utilizada pelos fabricantes de modems chama de DIPs às chaves montadas na placa de circuito impresso. Geralmente vêm impressas nas próprias a qual configuração se referem, mas algumas têm de ser abertas ou fechadas apenas olhando-se o manual.

2. **Programação por estrapes** – Também chamados de *jumpers*; são conectores de plástico que são retirados ou não de seus pontos de ligação na placa de circuito impresso, abrindo ou não alguns circuitos. Em geral são programadas em estrapes as configurações de tipo de linha (LP ou LC) e o número de fios (2 ou 4);
3. **Programação via painel (botões e/ou LCD)** – Aqui toda a configuração é feita pelo pressionamento ou não de botões no painel frontal do modem; alguns possuem displays de cristal líquido (LCD) que permitem a visualização da programação feita.

A instalação propriamente dita do aparelho nas pontas A e B é bem simples, bastando conectar os fios da linha privativa ou comutada no gabinete (2 ou 4) e conectar o ETD do cliente ao modem.

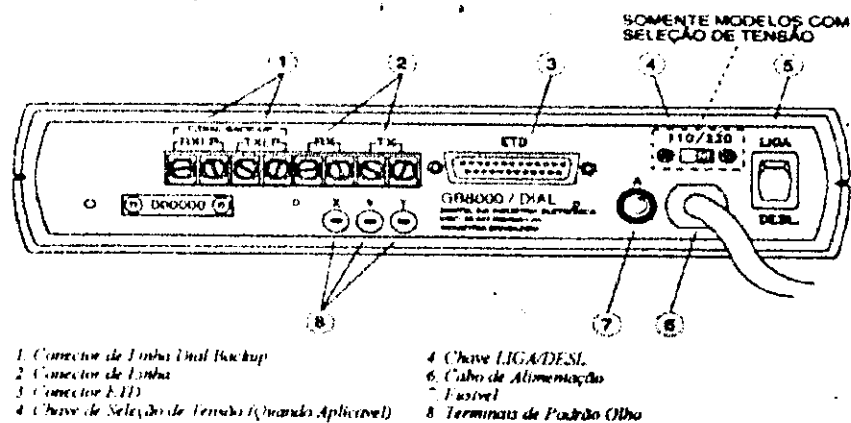


Fig. 9 – Painel traseiro do gabinete GB-8000

Após a instalação física, verificamos se os modems estão se enxergando, ou seja, se o sinal da portadora está presente (109); a partir desta checagem damos a instalação por concluída. Para que isto aconteça, as programações têm que estar compatíveis e os modems programados como resposta e origem e seus relógios configurados corretamente (interno, externo ou regenerado).

TESTES/MANUTENÇÃO DE MODEMS

Normalmente, os modems possuem certas **facilidades de teste** que visam identificar e localizar eventuais falhas no sistema. As mais comuns são os **enlaces** (ou **laços**) e os **geradores de seqüência**.

Enlace (ou laço) – Mudam o curso dos dados, de forma a permitir um teste no sistema. Há dois tipos possíveis:

Enlace analógico – O sinal a ser transmitido, já sob forma analógica, retorna para a recepção. Deste modo, os dados recebidos (DRX) serão os dados

transmitidos (DTX) se o modem estiver operando corretamente. Só é utilizado o enlace analógico local (LAL – laço analógico local).

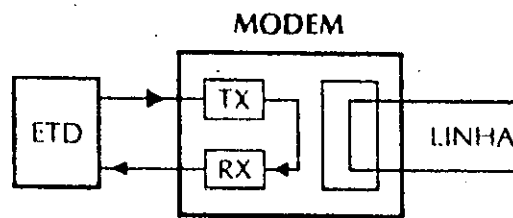


Fig. 10 – Laço analógico local.

Enlace digital – Aqui as mudanças em curso são a nível digital; os dados demodulados, que deveriam ser entregues ao ETD como DRX, têm seu curso mudado e vão ao modulador para serem novamente transmitidos. Ao realizar esta operação, o modem transforma o sinal DCD em RTS e o sincronismo recuperado da recepção RCK é utilizado como sincronismo de transmissão TCK. Desta forma, o ETD remoto vai receber os mesmos dados que transmitiu, podendo fazer um teste similar ao analógico. Este enlace pode ser acionado localmente (LDL – laço digital local) ou remotamente (LDR – laço digital remoto).

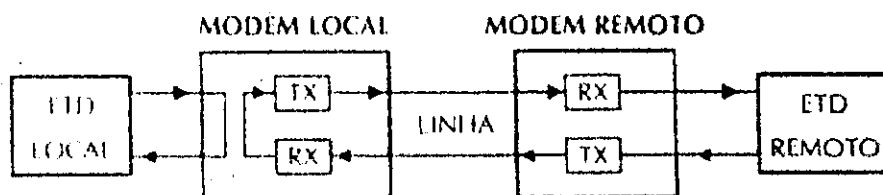


Fig. 11 – Laço digital local

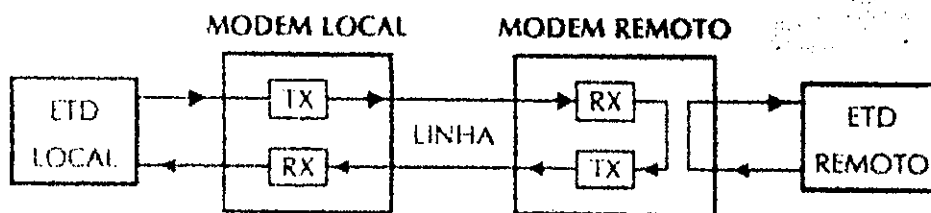


Fig. 12 – Laço digital remoto

Gerador de seqüência – Trata-se de um gerador interno de seqüência de teste e um detetor dessa mesma seqüência; a finalidade desta facilidade é substituir o equipamento de teste externo, no caso de um diagnóstico rápido do sistema. Existem vários tipos de geradores, desde os mais simples que geram uma seqüência de 1 e 0 alternados (seqüência DOT) aos mais complexos que geram uma seqüência pseudo-aleatória segundo algum polinômio preestabelecido (Exemplos: 511, 63, 4095, 2047). Normalmente esta facilidade é utilizada em

conjunto com o LAL a fim de verificar o modem local, ou com o LDR a fim de verificar o sistema.

Para a realização de testes mais completos e confiáveis, a Empresa possui dois aparelhos de teste externos, o Parks TSP-319 e o Network Probe 7100. Ambos são primariamente utilizados para geração de padrões de erro em blocos de bits enviados ao ECD. Eles, simulando um ETD, enviam seqüências de bits para os modems e monitoram seu desempenho quanto aos erros gerados. Além desta possibilidade, o Network Probe é empregado para testar os modems HDSL quanto à sua real taxa de transmissão (1 ou 2 Mbps). Abaixo mostramos os dois aparelhos.

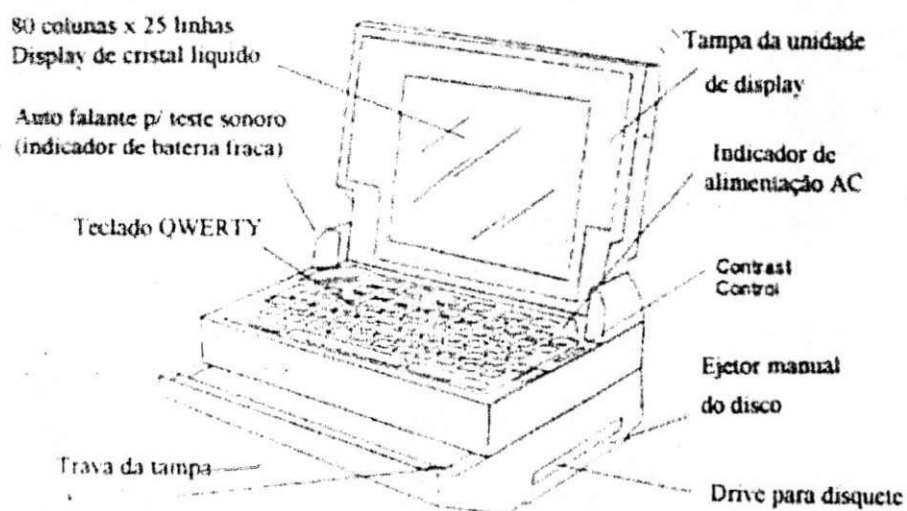
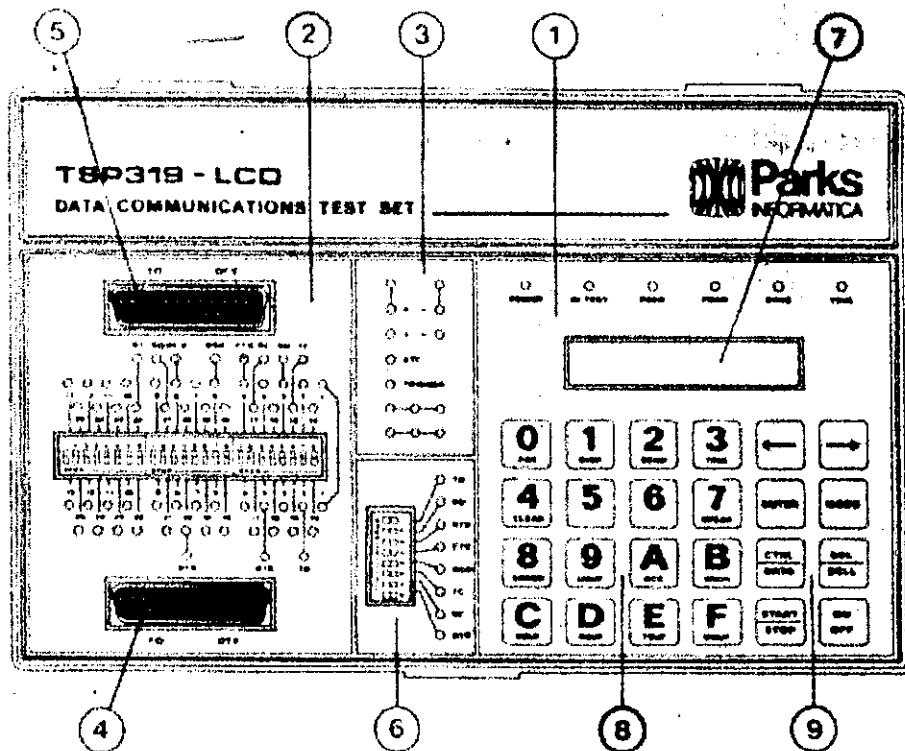


Fig. 13 – Aparelho de testes (Network Probe 7100)



- 1 - Bloco Testador de Dados
- 2 - Bloco Testador de Interfaces
- 3 - Pinos Auxiliares
- 4 - Conector de Interface ligado ao DTE
- 5 - Conector de Interface ligado ao DCE
- 6 - Chaves Auxiliares
- 7 - Display de Cristal Líquido
- 8 - Teclas de Dados (teclas verdes)
- 9 - Teclas de Função (teclas vermelhas)

Fig. 14 - Aparelho de testes (Parks TSP-319)

Quando da verificação de reclamações dos clientes quanto ao funcionamento do modem, percebemos que os principais problemas eram os seguintes:

- Sistema fora do ar – queda de portadora (DCD, 109);
- Queda da velocidade de transmissão;
- Funcionamento intermitente;

A queda de portadora geralmente estava relacionada com problemas na linha física, tais como alta impedância, curto-circuito e alto nível de ruído, problemas que eram passados para o setor responsável.

Alto nível de ruído em geral causa uma degradação da linha que forçava o modem a reduzir sua velocidade de transmissão até encontrar uma com a qual pudesse conversar com o outro modem.

O funcionamento intermitente é o mais difícil problema para se resolver, visto que não é possível prever quando o sistema vai sair do ar e se a manutenção resolveu o problema definitivamente. Muitas vezes sua causa era algum tipo de mal contato.

Ao verificar qual o tipo de problema a ser corrigido, seguíamos alguns passos, tais como os que se seguem:

1. Verificação das conexões para checar a existência de possíveis mal contatos;
2. Verificação básica da impedância da linha (multímetro);
3. Verificação de sinal na linha (fone de ouvido);
4. Verificação da placa do modem (trocando-a por outra com a mesma configuração);
5. Verificação do gabinete (trocando-o por outro);

O gabinete é responsável pela interface e pela alimentação do modem; portanto, problemas deste tipo eram resolvidos através de sua substituição.

CONCLUSÃO

Há muitos detalhes que não foram incluídos aqui exclusivamente por falta de espaço. Não há como descrever o significado desta minha primeira experiência profissional. Adquiri conhecimentos não apenas técnicos, já exposto em quase sua maioria neste relatório, mas também humanos. Afinal, uma Empresa é formada por seus funcionários, seres humanos, dignos de atenção e fontes de sabedoria e conhecimento.

Finalizo dizendo que este estágio foi um período de contínuo crescimento e aperfeiçoamento pessoal e profissional; a base sobre a qual todo o restante irá se firmar e se desenvolver cada vez mais.

Campina Grande, Paraíba, 10 de Setembro de 1999.