

Atas do 6º Simpósio
Brasileiro de Telecomunicações
12-14 setembro 1988
Campina Grande - Pb.
pp 87-92

AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE SINAIS MULTI-FREQUENCIAIS COMPELIDOS (*)

Roberto da Silva Bigonha (1)
Newton Alberto de Castilho Lages (2)
João Eduardo de Resende Dantas (3)
Rudolf Schwaner (4)
Mariza Andrade da Silva Bigonha (5)
Beatriz Góes Mintz (6)

SUMÁRIO

Sinais MFC compelidos produzidos nas centrais telefônicas durante a sinalização entre registradores no processo de comutação são coletados e armazenados em um banco de dados. A coleta é feita por um sistema dedicado, que armazena em memória local os sinais detectados e os transmite via interface serial a um microcomputador. As sequências de sinais MFC armazenadas no banco de dados do microcomputador podem ser consultadas e organizadas em relatórios para dar suporte ao serviço de manutenção, gerência e "marketing" da operadora do serviço telefônico.

- (1) Professor Adjunto do Departamento de Ciência da Computação da UFMG, Phd em Ciência da Computação (1981);
- (2) Professor Adjunto do Departamento de Ciência da Computação da UFMG, Doutor em Engenharia Elétrica (1981);
- (3) Professor Adjunto do Departamento de Ciência da Computação da UFMG, Phd em Ciência da Computação (1980);
- (4) Engenheiro da TELEMIG - Telecomunicações de Minas Gerais S.A.
- (5) Analista do Departamento de Ciência da Computação da UFMG, Mestre em Ciência da Computação (1985);
- (6) Mestranda em Ciência da Computação, UFMG, Bacharel em Ciência da Computação (1985).

Endereço: Caixa Postal 702 - CEP 30.161 - Belo Horizonte - MG
Telefone: (031) 443-4088 - Telex: (031) 2308

(*) Este trabalho foi suportado financeiramente pela TELEMIG, Telecomunicações de Minas Gerais S.A., que detém os direitos de industrialização e comercialização do sistema.

1. APRESENTAÇÃO

CDM é um sistema computadorizado para aquisição e análise de sequências de sinais MFC (Multi-Frequency Code) compelidos (TELEBRÁS 81) produzidos em centrais telefônicas durante o processo de sinalização entre registradores.

Os dados MFC compelidos são detectados e coletados pelo CDM através de um sistema digital denominado COLETOR. O COLETOR é constituído de um conjunto de pares de placas MFE/MFS, que podem ser acopladas simultaneamente a várias centrais de comutação telefônica. Em cada central o COLETOR pode obter os dados MFC em trânsito no KS, IGV, IIGV ou CDU.

O COLETOR realiza a leitura das frequências altas e baixas (sinais MFC) presentes nos pontos de coleta selecionados, identifica e codifica os sinais para frente (pares de frequências altas) e para trás (pares de frequências baixas) e os armazena em uma memória local. Posteriormente, os sinais coletados são transmitidos através de uma interface RS-232C a um microcomputador do tipo PC, que os armazena em um banco de dados, denominados BDMFC.

O hardware do COLETOR utiliza um processador desenvolvido pela Batik Equipamentos Ltda, denominado PCA e constituído por um microprocessador Z80A com clock de 4MHz, possuindo 32 K bytes de EPROM e 16k bytes de RAM (MINTZ 86). A ligação da PCA com o barramento interno onde estão conectados os registradores de entrada e saída (MFE e MFS) é feita através de duas interfaces paralelas (PPI 8255), sendo que uma é utilizada para as vias de entrada e saída de dados e a outra para a via de endereços.

O microcomputador do sistema tem as seguintes funções:

- Programar cada coleta de dados, estabelecendo a hora inicial de coleta e sua duração.
- Comandar a transferência dos dados armazenados na memória local do COLETOR para o BDMFC no microcomputador.
- Emitir relatórios.
- Supervisionar a recepção dos dados MFC, exibindo automaticamente as perdas com fim de seleção (FDS) O (falta de sinal) e/ou 4 (congestionamento) que superarem certos limites estabelecidos.
- Amostrar e exibir, em tempo real, na tela dados MFC com o objetivo de permitir o ajuste do nível dos sinais sendo detectados. Este ajuste é feito atuando-se nos potenciômetros acoplados às placas de aquisição de dados.

Este trabalho descreve aspectos relevantes do software em operação no microcomputador e no COLETOR constituem o CDM. Este software foi desenvolvido pelo Departamento de Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da UFMG (BIGONHA 87) em convênio com a TELEMIG S.A., que idealizou o projeto e forneceu o hardware do COLETOR.

2. PROCESSO DE COMUTAÇÃO

A sinalização entre centrais telefônicas empregam duas categorias de sinais: sinais de registradores e sinais de linha. Os sinais de registradores são usados para transmitir informações necessárias ao estabelecimento de conexão telefônica. Estes sinais são trocados pelos registradores apenas no momento em que se estabelece a ligação. Os sinais de linha, por outro lado, tem como função principal supervisionar a conexão. Eles são transmitidos antes, durante e após o estabelecimento da conexão. Estes sinais são trocados entre os conjuntos de relés associados aos juntores das linhas.

O CDM foi projetado para interceptar e coletar a troca de sinais entre registradores implementada na forma de sequências de sinais compelidos MFC. Este sistema de sinalização emprega sinais na frequência de voz, sendo cada sinal codificado por um par de frequências. Seis frequências altas e seis frequências baixas possibilitam a codificação de 15 sinais para frente e 15 sinais para trás. Os sinais para frente usam as frequências de 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 e 1980Hz. Os sinais para trás usam as frequências de 1140, 1020, 900, 780, 660 e 540 Hz.

3. OPERAÇÃO DO CDM

As seguintes funções do CDM podem ser ativadas a partir de um menu: Copiar banco de dados, Criar um banco de dados, Abrir banco de dados, Apagar banco de dados, Ativar coleta de dados MFC, Receber dados coletados, Extrair relatórios e Mostrar datas e períodos armazenados. A seguir descrevemos algumas destas funções.

3.1. Ativar Coleta de Dados MFC

Função de programação do COLETOR para realizar aquisição de dados MFC e seu armazenamento na memória local. Antes de ativar o COLETOR, o CDM interage com o operador solicitando os seguintes dados: Hora inicial de coleta (hh:mm), Duração da coleta em intervalos de meia hora, Opção por monitorização do nível dos sinais sendo recebidos e Hora corrente (hh:mm).

O COLETOR conectado ao microcomputador ao ser ativado recebe o atraso, em minutos, para início da aquisição de dados e a sua duração, em unidades de intervalo de 1/2 hora. Opcionalmente, permite-se a amostragem e exibição imediata no monitor de vídeo dos sinais sendo coletados, dando ao operador a oportunidade de ajustar convenientemente o nível dos sinais nas placas de coleta.

Uma vez ativada, a coleta de sinais procede de forma autônoma em relação ao microcomputador, o qual fica disponível para executar outras tarefas, ou mesmo ser desligado. Enquanto isto, o COLETOR acumula em sua memória local os sinais coletados.

3.2. Receber Dados MFC Coletados

Após a ativação do COLETOR, pode-se iniciar a transmissão dos dados armazenados em sua memória local para o banco de dados do microcomputador. Caso ainda

não haja dados, no momento em que a transmissão for ativada, o microcomputador entra em estado de espera, monitorando constantemente a interface de comunicação. Quando houver dados MFC, eles são recebidos pelo microcomputador e armazenados no BDMFC especificado. Caso seja desejado, pode-se supervisionar as perdas por FDC 0 e/ou 4 durante a recepção e exibir na tela ou em impressora os ofensores para cada par central origem-central destino.

Antes de se iniciar a transferência de dados do COLETOR, é necessário as seguintes informações: Data inicial da coleta (dd/mm/aa), Hora inicial da coleta (hh:mm) e Opção de supervisão automática de perdas. No caso de se optar por supervisão automática de perdas, deve-se ainda informar: Percentual de perdas a considerar e a Unidade de saída das perdas (Tela ou impressora).

A seguir, para cada par de placas MFE/MFS em operação no COLETOR deve-se informar o ponto de coleta (KS, IGV, IIGV ou CDU) na central em que está conectado. Adicionalmente, para os pontos de coleta KS e IGV deve ser informado o prefixo de A, para o IIGV, o prefixo de B e para CDU, o prefixo e o milhar de B.

Se supervisão automática de perdas foi especificada, um relatório de perdas é produzido para cada hora completa de coleta, exibindo-se para cada par central origem-central destino as perdas encontradas para os FDS especificados.

Se durante a recepção de sinais do COLETOR a tecla S for pressionada, CDM passa a exibir na tela do microcomputador os sinais que estão sendo armazenados no BDMFC. Para interromper esta exibição, deve-se pressionar ESC. Caso o usuário deseje congelar a tela de sinais, que constantemente rola com a chegada de novos sinais, basta pressionar a tecla C, a qual interrompe a exibição de novos sinais, sem contudo interromper a recepção e armazenamento de dados MFC transmitidos para a interface.

Os sinais MFC são transferidos do COLETOR ao microcomputador em pacotes de 67 bytes, contendo uma ou mais sequências de sinais MFC correspondentes a um mesmo par de placas de coleta. Estes sinais são temporariamente guardados em um buffer de recepção, onde são identificados e transferidos para o banco de dados BDMFC.

As sequências MFC que apresentam código de falha de sinal para frente em qualquer uma das posições correspondentes ao prefixo do número chamado são desprezados. Esta providência é tomada no sentido de evitar o armazenamento de dados de pouca utilidade, uma vez que falha na identificação da central destino de uma chamada dificulta a localização de possíveis defeitos.

O CDM consegue identificar sequências MFC contendo até 64 sinais (para frente e para trás). Sequências mais longas que esta são tratadas como erro e a última chamada na sequência é desprezada. Este tipo de

erro pode ocorrer sempre que um ou mais sinais MFC são perdidos, na central ou no COLETOR, impossibilitando ao CDM corretamente isolar todas as chamadas de uma dada sequência. Nesta situação uma sequência de sinais referentes a duas ou mais chamadas pode ser interpretada como uma chamada muito longa.

3.3. Extrair Relatórios

Esta função oferece ao operador a seguinte coleção de relatórios:

- Relatório resumo de chamadas por origem, destino e FDS, DADO destino;
- Relatório resumo de chamadas por origem, destino e FDS, DADA a origem;
- Relatório resumo de chamadas por origem destino, FDS, DADOS origem e destino;
- Relatório de chamadas, DADOS a origem, destino e FDS;
- Relatório de eventos de comutação por origem e destino;
- Relatório de eventos de comutação, DADOS a origem, destino e FDS;
- Relatório resumo de chamadas por GR.mil e FDS, DADO o destino;
- Relatório resumo de chamadas por destino, Gr.mil e FDS;
- Relatório resumo de chamadas por destino e FDS;
- Relatório resumo de eventos DADO o terminal;
- Relatório de exclusão por Número-B, DADOS o FDS, central e GR.mil;
- Relatório resumo de exclusão por Número-B, DADO o FDS;
- Relatório de rotas alternativas DADOS origem e destino.

4. ORGANIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS BDMFC

O banco de dados BDMFC armazena sequências de sinais compelidos MFC e respectivas datas e horários em que foram coletados. Cada registro lógico do BDMFC possui as seguintes informações:

- Prefixo do número do assinante A.
- Prefixo do número do assinante B.
- Milhar do assinante B.
- CDU do número do assinante B.
- Categoria do assinante A.
- Fim de seleção.
- Data e horário em que a troca de sinais foi coletada.
- Detalhe da troca de sinais MFC, com todos os sinais coletados.

O banco de dados BDMFC possui três índices (INDICEA, INDICEB e INDICEC), que implementam caminhos de acesso rápido e meios de recuperação de dados em forma ordenada. O INDICEA permite rápido acesso e recuperação em ordem crescente por chaves formadas pela concatenação do Prefixo de A, Prefixo de B, Milhar de B e Fim de seleção. No INDICEB, as chaves de acesso rápido são formadas pela concatenação de Prefixo de B, Milhar de B, CDU de B e Fim de seleção. No INDICEC,

As chaves de acesso são formadas pela concatenação de refixo de B, Prefixo de A, Milhar de B e Fim de Seleção. Para cada uma das chaves em INDICEA, INDICEB ou INDICEC existem um ou mais registros de chamadas no DMFC armazenados pela ordem de coleta.

O banco de dados, que é constituído de um arquivo mestre, três arquivos de índices e um arquivo de datas e horários, deve residir totalmente em uma mesma unidade. Bancos de dados distintos podem ser armazenados em um mesmo disquete. Preferencialmente, o BDMFC deve ser armazenado em disquete diferente daquele contendo os programas do CDM.

4.1 Arquivo Mestre

O arquivo mestre é organizado em blocos de 128 bytes, sendo as sequências MFC armazenadas contiguamente de forma compactada. Uma sequência pode se iniciar em qualquer posição de um bloco e possivelmente continuar no bloco seguinte. O endereço de uma sequência no arquivo mestre é dado pelo número do bloco (1 a 32767) e a posição relativa (0 a 127) dentro do bloco do byte em que a mesma se inicia. O formato de cada sequência MFC armazenada no mestre é:

← sinais MFC compactados →										
EloA	EloB	EloC	t	F1	F2	T1	T2	T3

sendo:

EloA - endereço de uma outra sequência armazenada no arquivo mestre. Este campo (três bytes) é usado para encadear em lista circular registros de sequências MFC com a mesma chave de acesso via INDICEA.

EloB - endereço de uma outra sequência armazenada no arquivo mestre. Este campo (três bytes) é usado para encadear em lista circular registros de sequências MFC com a mesma chave de acesso via INDICEB.

EloC - endereço de uma outra sequência armazenada no arquivo mestre. Este campo (três bytes) é usado para encadear em lista circular registros de sequências MFC com a mesma chave de acesso via INDICEC.

t - campo de um byte para armazenar o número de sinais para frente (ou para trás) contidos na sequência codificada nos bytes subsequentes.

Fi, Ti - sequência de sinais MFC ocupando 4 bits (um nibble) cada um, sendo todos os sinais para frente (Fi) armazenados antes dos sinais para trás (Ti).

As listas circulares encadeadas pelos campos EloA, EloB ou EloC são acessíveis a partir do arquivo de índice correspondente, que possui ponteiros para o último registro incluído em cada lista.

Com o objetivo de se obter um melhor aproveitamento de espaço no arquivo mestre, as sequências de sinais armazenadas são compactadas substituindo-se sub-sequências com mais de 3 sinais repetidos por uma sequência especial iniciada pelo código ESCAPE=13 seguido do número de vezes que o sinal considerado repeter-

se e pelo próprio sinal. Por exemplo, a sequência

Frente 01679912013529F11111

Trás 11111555555555111135

é armazenada em 23 bytes, ao invés de 29, a partir de qualquer endereço B no arquivo mestre da seguinte forma:

endereço: B		B+3	B+6	B+9	B+10
.....	EloA	EloB	EloC	20	0 1

B+11	B+12	B+13	B+14	B+15
6 7	9 9	1 2	0 1	3 5

B+16	B+17	B+18	B+19	B+20
2 9	15 13	10 1	13 9	5 13

B+21	B+22	B+23	B+24	B+25
4 1	3 5

Observe que

1111111111 é codificado como

13	10	1
----	----	---

555555555 é codificado como

13	9	5
----	---	---

1111 é codificado como

13	4	1
----	---	---

O código MFC 13, que é pouco frequente, é armazenado no arquivo mestre pelo par de nibbles:

13	0
----	---

para distingui-lo do código de ESCAPE, também com valor 13, usado para compactação.

Os registros do arquivo mestre são sempre gravados em ordem crescente de seus endereços. Por isto, não existe no CDM possibilidade (e nem interesse) em remover registros de arquivo mestre.

4.2 Arquivo de Índices

Os arquivos de índices do banco de dados BDMFC estão organizados como B-trees [KNUTH 73, HOROWITZ 76]. Estes arquivos têm um mesmo formato, consistindo em registros de tamanho fixo, que representam os nodos da árvore.

Cada nodo possui espaço suficiente para os dados associados a até 14 chaves ordenadas. Para cada chave, exceto a primeira de cada nodo, são necessários 9 bytes para armazenar a própria chave (4 bytes), o endereço da lista circular de registros com esta chave no arquivo mestre (3 bytes) e o endereço do nodo filho que possui a próxima chave que lhe é imediatamente superior (2 bytes). Para a primeira chave é necessário um campo adicional para o endereço (mais 2 bytes) do nodo do filho que possui a chave que lhe é imediatamente inferior. A Figura abaixo ilustra um nodo da B-tree.

CHAVE	CHAVE	...	CHAVE
-------	-------	-----	-------

Cada nodo da B-tree, exceto o nodo raiz, pode ter no mínimo 7 e no máximo 15 filhos. Portanto, estas B-trees são de ordem 15, o que garante que o número de acesso ao arquivo de índice durante a pesquisa por uma chave qualquer nunca supera ao valor da expressão:

$$1 + \log_8 \left(\frac{N+1}{2} \right) \quad [\text{KNUTH 73}]$$

onde N é o número total de chaves presentes no BDMFC. Por exemplo, em um banco de dados com cerca de 5.000 chamadas, no máximo 4 acessos ao arquivo de índice serão necessários para localizar qualquer chave.

4.3 Arquivo de Datas e Horários

O arquivo de datas e horários provê a data e a hora, em incrementos de 30 minutos, em que cada grupo de chamadas foi coletado. Cada registro do arquivo contém:

- data e hora em que o grupo de chamadas foi coletado;
- endereço no arquivo mestre da primeira chamada coletada, nesta data e neste horário.

O grupo de chamadas coletadas em cada período de 1/2 hora é constituído pelos registros fisicamente contíguos que vão desde o da primeira chamada coletada e termina com o início do grupo associado ao período subsequente. Durante a recepção de sinais, sempre que o fim de um intervalo de 1/2 hora for detectado, um novo registro é automaticamente adicionado no final do arquivo de datas e horários para identificar o grupo de chamadas coletadas a partir deste período.

Em função deste método de armazenamento das datas e horários de coleta de chamadas, somente a adição de chamadas coletadas após a última já incluída no BDMFC é permitida pelo sistema. Em outras palavras, não é permitido, e nem de interesse prático, no CDM atrasar o relógio e tentar incluir novas chamadas em um mesmo BDMFC.

4.4 Buffer de Acesso ao Banco de Dados

De forma a minimizar o número de acessos ao drive do banco de dados, o sistema utiliza um conjunto de buffers associados ao arquivo mestre e a cada um dos arquivos de índices. Cada buffer do MESTRE possui in formação de controle que identifica o bloco do arquivo presente no buffer associado e se o mesmo foi ou não modificado após sua leitura da memória auxiliar. Sempre que um buffer tiver que ser liberado para que se possa trazer um novo bloco à memória, dá-se preferência a um que não tenha sido modificado e que tenha sido lido para a memória há mais tempo. No caso de não ser encontrado buffer não modificado, a escolha cairá sobre um buffer que foi atualizado menos recentemente. Os buffers associados aos arquivos de índice são administrados de forma similar.

4.5 Arquivo Reserva

Se durante uma operação de adição de novos sinais ao BDMFC, houver transbordamento da memória auxiliar, na qual o banco de dados está armazenado, o processa-

mento é automaticamente interrompido e o banco de dados fechado.

Quando se fecha o banco de dados, todos os registros modificados apenas em suas cópias presente no buffer devem ser gravados no banco de dados; e esta operação em geral requer uma certa disponibilidade de espaço em disco. Normalmente após um transbordamento não há espaço disponível em disco, o que impediria o fechamento do banco de dados e a manutenção de sua consistência estrutural. Este problema foi resolvido criando-se um arquivo para reserva de espaço no disco. Assim, o espaço adicional necessário a esta operação é obtido removendo-se este arquivo.

5. PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

As mensagens são enviadas e recebidas via RS232-C taxa de 300bps. O protocolo visto do lado do microcomputador é o seguinte:

- a) Tipos de informações que podem ser transmitidas:
- INITCOL : iniciar aquisição de dados
 - LOATR : "byte" menos significativo do valor do ATRASO.
 - HIATR : "byte" mais significativo do valor do ATRASO, sendo $\text{ATRASO} = \text{LOATR} + 256 \cdot \text{HIATR}$. ATRASO indica quantos minutos deve-se esperar antes de começar a aquisição de dados.
 - NUMINT : número de intervalos de 1/2 hora, durante os quais deve-se fazer aquisição de dados.
 - STOPCOL : suspende aquisição de dados.
 - ENQSIGN : microcomputador requisita transmissão de dados.
 - ACK : sinal de confirmação de mensagem OK.
 - NACK : sinal de confirmação de mensagem não OK.
 - WAITSIGN : suspende a transmissão e passa a aguardar novo ENQSIGN.
- b) Tipos de informações que podem ser recebidas:
- IDEN : identificação da placa.
 - DADO : código MFC.
 - FIM-DADO : sinaliza fim de uma sequência de dados MFC, no bloco de transmissão.
 - SOPSIGN : indica que ocorreu evento de 1/2 hora.
 - NOTSOP : indica que não ocorreu evento de 1/2 hora.
 - CKS : "ou" exclusivo dos 65 primeiros bytes do bloco de transmissão.
 - EOTSIGN : quando não existe dado para ser transmitido.
 - ETX SIGN : quando o COLETOR não estiver coletando dados e sua memória local estiver vazia.
 - ACKSIGN : enviada pelo COLETOR para confirmar a recepção da mensagem INIT de inicialização.

c) Mensagens de dados:

Os sinais são transmitidos em pacotes de 67 bytes com o seguinte formato:

- Primeiro "byte": identificação da placa.
- Segundo ao sexagésimo quinto "byte": dados MFC.
- Sexagésimo sexto "byte": "check-sum" dos bytes anteriores da mensagem.
- Sexagésimo sétimo "byte": indica se houve evento de 1/2 hora ou não.

Todos os bytes das mensagens recebidas que não sejam DADO vêm com o "bit" 7 ligado.

- d) A janela de transmissão é de tamanho 1 e as mensagens são de comprimento fixo.
- e) Existe temporização para retransmissão, se a confirmação não for recebida dentro de um tempo pré-determinado.

7. ALGORITMO PARA AQUISIÇÃO DE DADOS

O algoritmo a seguir mostra como é feita a leitura dos sinais para frente (PF) e para trás (PT), para cada par de placas MFE/MFS:

```
se "existe PF"
  se "pode ler PF" e "espera PF" "armazena sinal"
  se "pode ler PF" e "espera PT" "armazena um 0
    artificial como sinal PT e o sinal lido".
  se "PF ausente" pode ler sinal PF.

se "existe PT"
  se "pode ler PT" e "espera PT" "armazena sinal"
  se "pode ler PT" e "espera PF" "armazena um 0
    artificial como sinal PF e o sinal lido".
  se "PT ausente" pode ler sinal PT.
```

Para validar um sinal MFC, o mesmo sinal é lido consecutivamente três vezes, em nove tentativas, para cada ciclo de varredura.

8. CONCLUSÕES

Durante o ano de 1987, um protótipo do CDM ficou instalado na TELEMIG em regime de teste de campo. Neste período o sistema mostrou-se bastante útil para diversos setores da Empresa e atendeu totalmente às especificações do projeto. Por exemplo, através do CDM foi possível localizar defeitos em centrais, regular juntores eletrônicos que estavam sendo instalados na planta, obter informações sobre o tráfego e ocupação das linhas na planta de telecomunicações da TELEMIG.

Atualmente, as primeiras unidades já industrializadas do CDM estão em operação, destacando-se a ligação de um CDM no Centro de Operação e Supervisão (COS) da TELEMIG. Os diversos relatórios que podem ser extraídos fornecem informações úteis a diversas áreas da Empresa, sobretudo para a Comutação, Tráfego, Planejamento e Manutenção.

Tanto o software do microcomputador quanto o do COLETOR mostram-se bastante flexíveis e robustos, com capacidade de detectar a troca de sinalização MFC entre

diversos tipos de Centrais, inclusive as CPA. Além disso, o software de aquisição de dados filtra diversos tipos de ruídos que podem aparecer na sinalização e suporta diversas taxas de troca de sinais.

9. BIBLIOGRAFIA

1. BIGONHA, R.S., LAGES, N.A.C., DANTAS, J.E.R., SCHWANER, R., BIGONHA, M.A.S. e MINTZ, B.G., "CDM - Coletor de Dados MFC - Manual do Usuário", Relatório Técnico nº 16, DCC/UFMG, 1987.
2. BIGONHA; R.S., LAGES, N.A.C., DANTAS; J.E.R., SCHWANER, R., BIGONHA, M.A.S. e MINTZ, B.G., "CDM - Coletor de Dados MFC - Manual de Lógica", Relatório Técnico nº 17, DCC/UFMG, 1987.
3. HOROWITZ, E. & SAHNI, S., Fundamentals of Data Structures Computer Science Press INC, 1976, Sixth Printing.
4. KNUTH D., The Art of Computer Programming - Volume 3: Sorting and Searching, Addison-Wesley Publishing Company, 1973.
5. MINTZ, R., Projeto e Implementação de Uma Central Telefônica de Pequeno Porte. Tese de Mestrado em Ciência da Computação. UFMG, Junho/86.
6. TELEBRÁS; Especificação de Sinalização entre Registradores para a Rede Nacional de Telefonia via Terrestre; Sistema de Práticas TELEBRÁS - Série Engenharia; Práticas 210-110-707, Emissão 1; Novembro 1981.