

Estação de Avaliação de Desempenho de uma Rede Local "PDV" para  
Aplicações Industriais

Hari Bruno Mohr, M. Sc.

Depto. Eng. Elétrica UFSC

Carlos Alberto Schneider, Dr. Ing.

LABMETRO - Depto. Eng. Mecânica UFSC

Caixa Postal: 476

88049 - Florianópolis - SC

Resumo:

Descreve-se a estação de avaliação de desempenho de uma rede PDV, desenvolvida e operacionalizada no LABMETRO-UFSC.

Após descrever as características básicas do sistema de transmissão de dados PDV, informações estas necessárias ao entendimento da estação de avaliação de desempenho, apresenta-se a arquitetura física, a metodologia, a forma de operação e relatórios produzidos pela estação de avaliação de desempenho.

## 1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REDE PDV

Um amplo programa de desenvolvimento /1,2,3/ realizado na Alemanha, de 1972 a 1981, em controle de processos por meio de computador, deu também início à definição e estruturação de um sistema de transmissão de dados para controle de processos. Em 1978, um dos 20 grupos de trabalho que participaram deste

programa publicou o projeto do sistema de transmissão de dados "PDV", /4/. A sigla provém do nome do programa "Prozesslenkung mit DatenVerarbeitungsanlagen" (controle de processos com sistemas de processamento de dados). A partir da referida publicação uma comissão formada pelo órgão de normalização da Republica Federal da Alemanha elaborou a norma DIN 19241.

Esta norma atualmente consta de três partes /5/. A primeira especifica as características físicas e elétricas da Interface Serial Digital (ISD) (fig. 1.1). A segunda parte especifica as estruturas das mensagens e os elementos do protocolo de transmissão. A terceira parte define o controle do meio de transmissão e a troca de mensagens num sistema centralizado.

A parte fundamental deste sistema é o Controlador de Interface (CIF), a quem podem ser acoplados elementos/meios de transmissão (fibra óptica, cabo coaxial, par trançado, etc) e

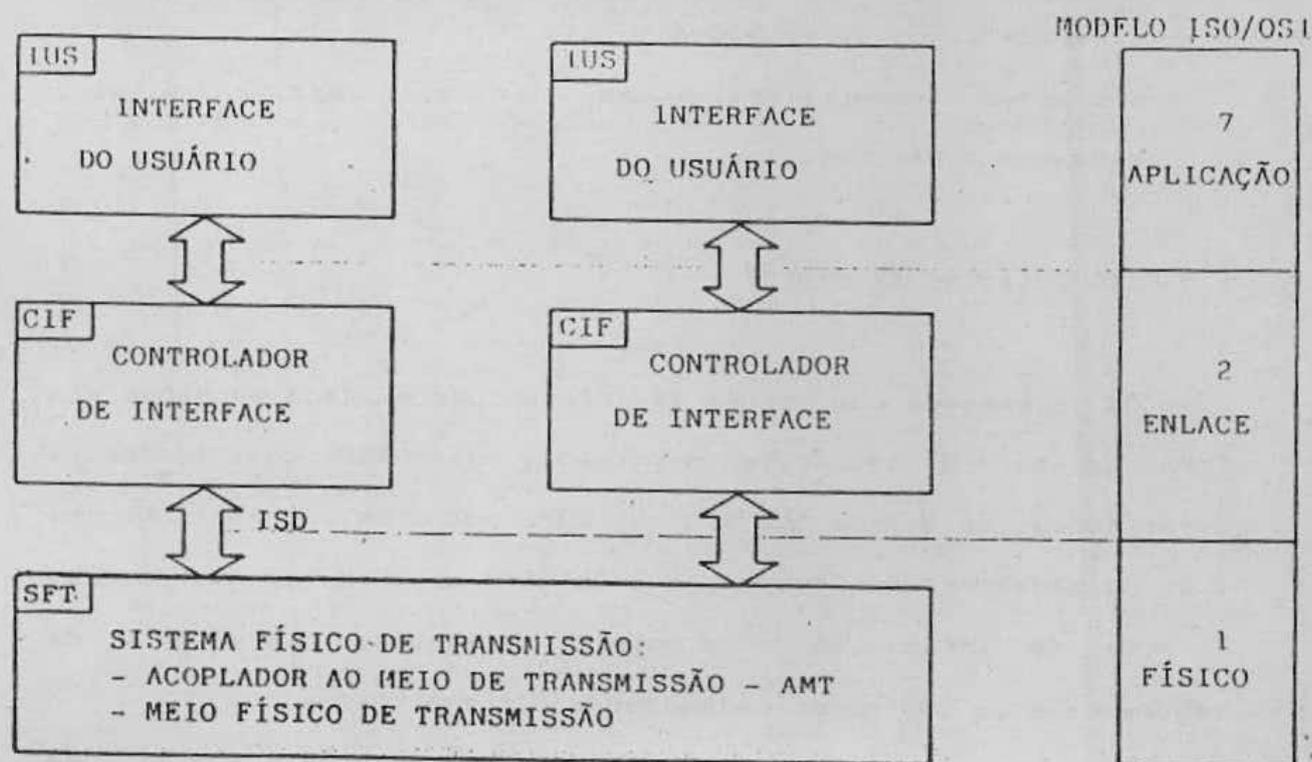


Fig. 1.1 - Estrutura do Sistema de Transmissão de Dados PDV.

interfaces do usuário (serial, paralelo, etc) para atender às aplicações específicas do usuário conforme mostra a figura 1.1.

As principais características do sistema de transmissão de dados PDV são:

- aplicação: industrial (próxima ao processo);
- acesso ao meio físico: controlado por uma estação mestre;
- endereçamento: até 255 estações com 256 subendereços;
- tamanho das mensagens: 2 ou 4 byte e blocos de 2 a 256 byte
- sem tratamento de erro;
- CRC: de 1 byte (a cada informação de 2 byte segue um CRC);
- meio de transmissão: não especificado (típico: cabo coaxial);
- velocidade de transmissão: de 50 kbit/s até 1 Mbit/s;
- distância de transmissão: até 3 km;
- isolamento indutivo com transformador de pulso;
- com reconhecimento imediato;
- ISD (Interface Serial Digital) normalizada;
- diversos tipos de estações;
- operações especiais: (leitura direta, escrita direta, mensagem curta, etc.).

### 1.1 ESTRUTURA DAS MENSAGENS

Os elementos que contém as informações em cada mensagem são formados por 8 bit (byte ou octeto), que são codificados e denominados de acordo com seu conteúdo conforme mostra a figura 1.2. As mensagens são compostas de blocos com 3 byte, que possuem 2 byte de informação e um byte de segurança. Este byte de segurança é um código de redundância cíclica (CRC).

Para as comunicações que transferem um número elevado de

dados foi definida uma mensagem do tipo bloco que pode transferir até 256 byte (além dos byte de CRC). Para muitas aplicações na automação, que necessitam apenas da transferência de alguns dados, foram definidas duas mensagens que transmitem 2 e 4 byte de dados. A mensagem de comando é utilizada para controlar as operações na rede em que não há transferência de dados.

## 1.2 PROTOCOLO DE TRANSMISSÃO

As mensagens são trocadas em forma de chamada e resposta, (fig. 1.3). A cada chamada corresponde uma resposta, com exceção das operações especiais descritas a seguir. Se num intervalo de tempo pré-determinado não houver uma resposta a chamada é repetida.

Para a realização de chamadas a outras estações foram

TIPO DE MENSAGEM	FORMATO NA ISD
MENSAGEM DE COMANDO	EFS
MENSAGEM COM 2 BYTE DE DADOS	EFS DDS
MENSAGEM CCM 4 BYTE DE DADOS	EFS DDS DDS
MENSAGEM COM NÚMERO VARIÁVEL DE DADOS (BLOCO)	EFS F <sub>1</sub> F <sub>2</sub> S DDS... DDS
MENSAGEM CÍCLICA CURTA	E
CODIFICAÇÃO: E - ENDEREÇO DA ESTAÇÃO FONTE OU DESTINO F - TIPO DE MENSAGEM S - SEGURANÇA - CRC D - DADOS (NÚMEROS, CARACTERES, ETC.) F <sub>1</sub> - NÚMERO DE BYTE DO BLOCO (ATÉ 256) F <sub>2</sub> - SUBENDEREÇO	

Fig. 1.2 - Formato das Mensagens no Protocolo de Transmissão PDV.

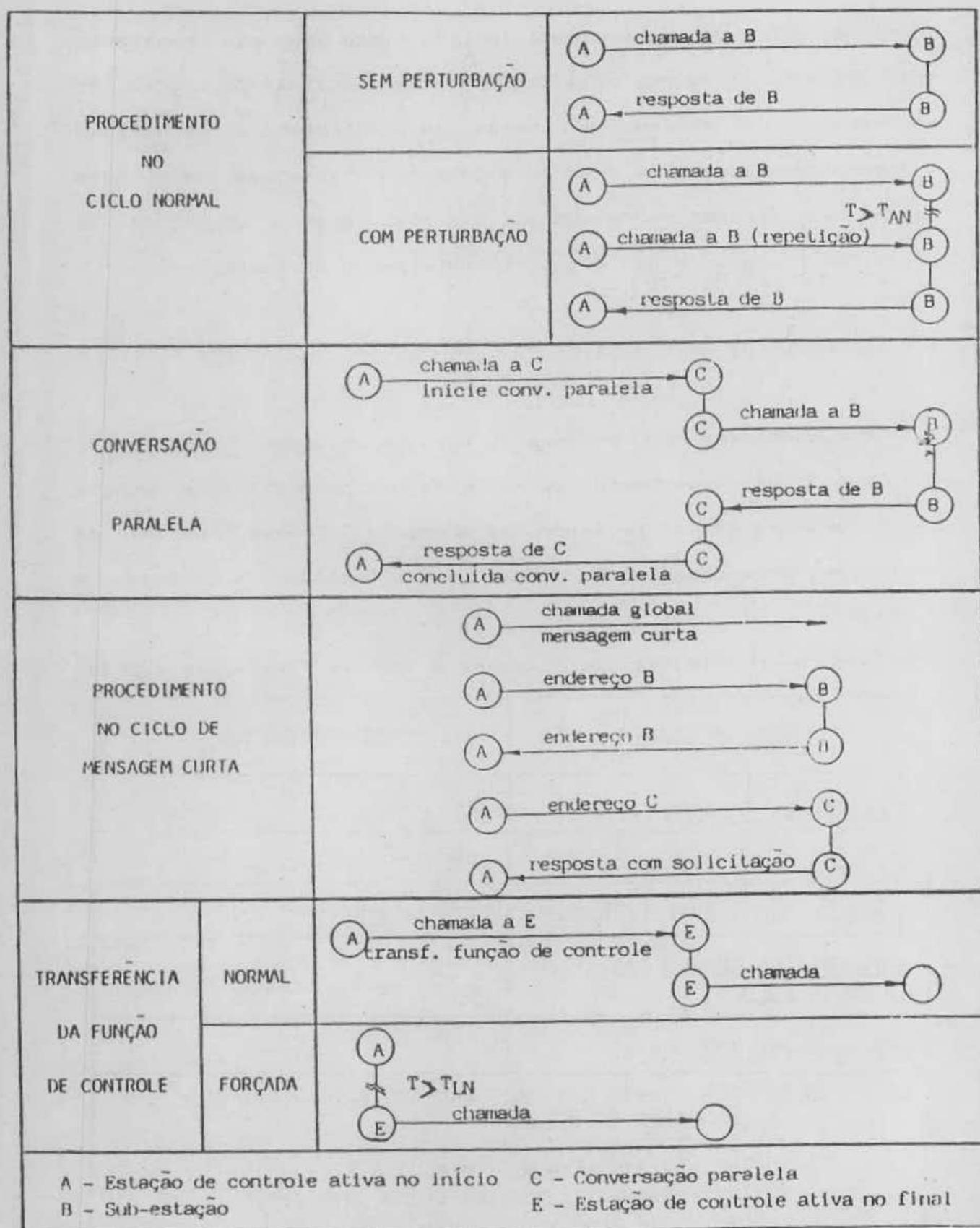


FIG. 1.3 - MECANISMOS DE COMUNICAÇÃO

definidas 4 operações especiais que não seguem o ciclo normal (fig. 1.3) de mensagens definido anteriormente. São elas:

- a) chamada geral - A chamada geral (ou difusão) é dirigida a todas as estações e não possui resposta. Ela é identificada pelo endereço de chamada geral.
- b) conversação paralela - A conversação paralela possibilita a troca de informações entre duas estações sem a intermediação da estação central. Uma estação pode solicitar autorização para uma conversação paralela ou a estação central pode conceder esta permissão no ciclo normal da rede.
- c) transferência da função de controle - A transferência da função de controle só pode ser feita para uma estação com a função de controle implementada. Esta transferência pode se dar de duas formas:

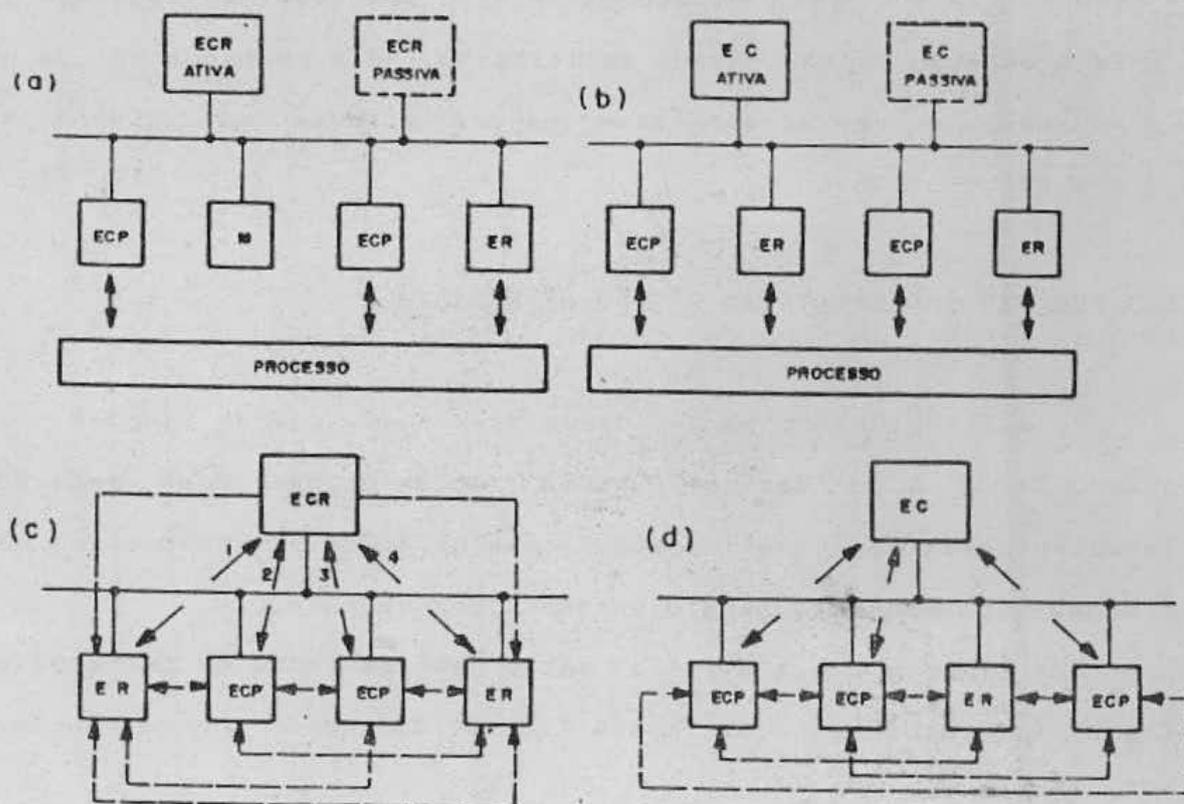


Fig. 1.4 - Tipos de estações e controle.

- por delegação da estação central ativa: A estação central ativa pode ativar uma estação central passiva fazendo com que esta passe a desempenhar a função de controle através de uma mensagem com a função TFC (transfere função de controle).
- automático : Cada estação com função de controle passiva possui uma função de supervisão que faz com que a estação assuma a função de controle após um determinado tempo de inatividade da rede.

d) ciclo curto - O ciclo curto foi previsto para casos de emergências (atendimento rápida as solicitações das estações). O início desta operação é comunicado a todas as estações com uma chamada geral com código de controle de início de ciclo curto. Após esta chamada geral a estação central só envia o endereço da estação sem byte de segurança. Se a estação não possui solicitação, ela responde só com o endereço e nos demais casos com uma resposta que contenha a sua solicitação.

### 1.3 FUNÇÕES IMPLEMENTADAS E TIPO DE ESTAÇÃO

No sistema PDV foram definidos diversos tipos de funções. O número e o tipo destas funções implementadas numa estação caracterizam a sua finalidade. A combinação de diversos tipos de funções implementadas gera diversos tipos de estações.

Nas figuras 1.4.a e 1.4.b estão representados os principais tipos de estações, que são classificadas de acordo com as funções existentes, em:

a) Monitora (M): só recebe informações e não toma parte na troca

de informações.

- b) Estação com Conversação Paralela (ECP): Estas podem receber temporariamente o controle da rede para enviar mensagens a outras estações.
- c) Estação sem conversação paralela (ER): Podem enviar e receber mensagem da estação central
- d) Estação de Controle (EC): Faz o controle da rede sem processar as informações (fig. 1.4.d).
- e) Estação Central da Rede (ECR): Faz o controle da rede e troca informações com qualquer estação de rede ( fig. 1.4.c ).

#### 1.4 DETECÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ERROS

Para garantir a segurança dos dados que são transmitidos existe um sistema de reconhecimento de erros que é feito em dois níveis:

- a) Reconhecimento de erros a nível físico

O acoplador ao meio de transmissão controla os sinais recebidos do meio físico e informa ao controlador de interface sobre a qualidade dos sinais.

O AMT evita que a estação transmita continuamente (Watchdog). Ele controla o tempo de transmissão e interrompe caso este ultrapasse o valor máximo permitido.

- b) Reconhecimento de erros a nível de protocolo

A nível de protocolo não há tratamento de erros, apenas são reconhecidos por meio do byte de segurança, normalmente denominado de CRC por ser determinado por este método. Toda a mensagem que contiver um CRC errôneo é declarada inválida e não é quitada. Para cada 2 byte de dados é inserido um byte de

CRC. Isto gera uma distância de Hamming /6/ de 4 e significa que o código CRC neste caso detecta todos os erros com menos de 4 bit alterados. As mensagens que tiverem um número ímpar de bits alterados na transmissão também são detectadas em sua totalidade /6/. Após o envio de uma mensagem, a estação espera um determinado tempo para receber a resposta correspondente e, caso isto não aconteça, a mensagem é repetida. Os tempos definidos no protocolo são:

TAB - tempo para resposta de leitura de estado, e ciclo curto;

TAN - tempo para resposta de solicitação;

TQV - tempo para conversação paralela;

TLN - tempo após chamada ou resposta até nova chamada.

Os tempos são escalonados de forma a não criar conflitos pela transmissão simultânea de várias estações e devem manter a seguinte relação entre si:

$TAB < TAN < TQV < TLN$ .

## 2. ESTAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E DIAGNÓSTICO

### 2.1 OBJETIVOS

Diversos estudos teóricos sobre desempenho de redes locais têm sido feitos, principalmente sobre redes com método de acesso CSMA mas poucas avaliações práticas, deste método de acesso, foram realizadas /7,8,9,10,11/. Raríssimos trabalhos analisam o desempenho de redes com passagem de ficha /12,13,14/ e nenhuma informação sobre a avaliação prática deste tipo de rede foi

identificada na literatura. A simulação fornece uma série de informações importantes para a comparação e avaliação de métodos de acesso, sem a necessidade física da rede. Uma avaliação prática do desempenho de uma rede local, além de confirmar ou não a simulação, possibilita a determinação das reais condições de operação da rede, entre os quais se destacam:

- taxas reais de utilização em configuração específica;
- comportamento com o uso indevido da rede;
- tendências e evolução na utilização;
- identificação de causas de congestionamentos;
- confiabilidade da rede.

A implantação de uma rede PDV na automação da manufatura, inclusive com funções de controle integradas nas próprias estações da rede, é facilitada através de um sistema de teste e diagnóstico.

O objetivo maior da EAVD (estação de avaliação de desempenho e diagnóstico) é verificar as características do sistema PDV a nível de enlace. Esta estação possibilita a monitoração de todas as mensagens enviadas pelo meio de transmissão, inclusive as de gerenciamento da rede. A estação poderá ser ampliada para atender necessidades específicas do usuário.

A EAVD destina-se ao diagnóstico de falhas, contínuas ou intermitentes, em estações da rede ou no sistema do usuário. Na fase de instalação de um sistema, com utilização da rede PDV, a EAVD pode ser usada como ferramenta para acompanhar todas as comunicações efetuadas entre as estações. Isto proporciona uma facilidade e maior rapidez na localização e diagnóstico de falhas. Para aplicações em tempo real a EAVD pode fornecer informações relevantes sobre o ciclo da rede e outros parâmetros

importantes. Para sistemas em operação normal a EAVD pode fornecer um acompanhamento estatístico de diversos parâmetros de operação da rede.

## 2.2 METODOLOGIA

A EAVD não deve tomar parte nem alterar as condições de operação da rede. Uma estação monitora possui estas características e pode ser utilizada para fazer a recepção do tráfego da rede. A EAVD pode ser instalada em qualquer ponto da rede e é composta de duas partes: uma estação monitora com software específico para a avaliação de desempenho (EMDES) que recebe as mensagens, e um software para diagnóstico e análise (DIANA)

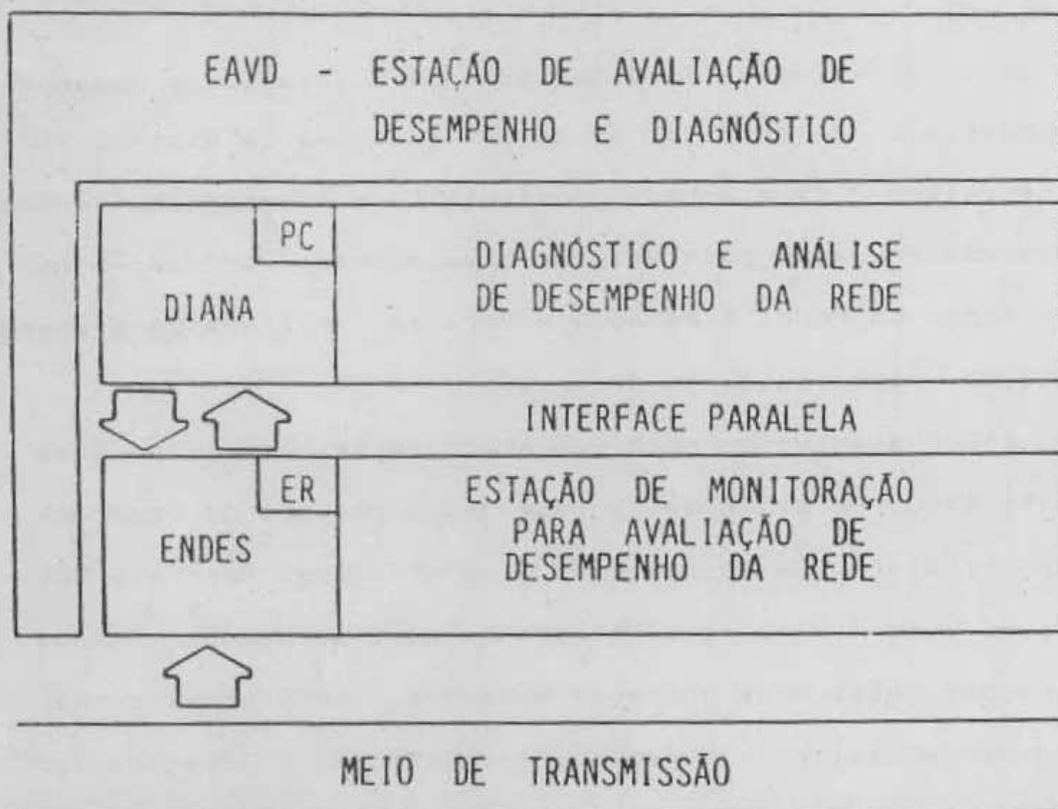


Fig. 2.1 Estrutura da estação de avaliação de desempenho e diagnóstico da rede PDV

instalado num computador do tipo PC (fig. 2.1). A falta de uma estação da rede que pudesse ser conectada diretamente ao barramento do PC forçou a instalação de uma interface paralela entre o PC (DIANA) e a estação da rede (EMDES).

Para evitar o armazenamento de um número excessivo de dados, muitas vezes desnecessários, a estação monitora (EMDES) deve permitir uma seleção entre a monitoração de mensagens e a monitoração geral. Na monitoração de mensagens somente são recebidas as mensagens, para posterior análise, enquanto que na monitoração geral tanto as mensagens enviadas pelos usuários quanto o tráfego de gerenciamento da rede são armazenadas na EMDES, e em seguida enviadas para a estação de diagnóstico e análise (DIANA).

### 2.3 FORMAS DE OPERAÇÃO

A estação monitora (EMDES) permite a seleção entre recepção de mensagens e recepção geral enquanto que o software implantado no PC (DIANA) permite fazer um acompanhamento em tempo real, ou uma análise posterior ("offline") do tráfego na rede.

O sistema DIANA opera de forma iterativa com o usuário. Inicialmente é definido um tempo de análise durante o qual são recebidas as informações da EMDES. Como alternativa pode ser fixado o número de mensagens para análise. Attingido o marco fixado os dados recebidos e os parâmetros do ensaio são gravados.

O acompanhamento em tempo real pode ser feito em uma tela (fig 2.2) em que são colocados diversos totalizadores que indicam o tráfego na rede, ou numa tela em que são mostrados os conteúdos das mensagens transmitidas e o instante em que aconteceu a recepção da mesma. Como base de tempo foi utilizado o relógio





## EAVD - ESTACAO DE AVALIACAO DE DESEMPENHO DA REDE PDV

data do ensaio : 15:12:1988  
 inicio do ensaio : 18:18:32  
 duracao do ensaio : 0: 0:22  
 arquivo de dados : a:down2.DDD  
 arquivo com parametros: a:down2.PAR  
 ESTACOES ANALISADAS : todas

legenda:

tamanho \* Instante \* mensagem ( EF DD ... DD)  
 [byte] \* h:min:s:ms \*

```

2 * 18:18:32:982 * 03 80
2 * 18:18:32:983 * 03 89
8 * 18:18:32:984 * 03 06 04 00 30 4F 52 0D ← Solicitação do programa
6 * 18:18:33:151 * 04 4D E4 03 04 00 ← Leitura de estado
6 * 18:18:33:153 * 04 04 00 00 00 50
6 * 18:18:34:594 * 04 2D E4 03 01 00 ← Inicialização
130 * 18:18:34:648 * 04 2F 7E 00 E4 04 01 86 53 30 30 31 46 45 0A 0D 53
      32 30 36 30 30 30 30 30 30 30 41 30 30 45 46 0A 0D
      53 32 32 34 30 30 30 30 30 32 39 36 30 30 30 30 31
      39 30 44 30 31 39 38 30 30 30 39 43 34 33 33 30 33
      46 31 32 38 30 30 31 30 43 30 44 30 30 30 34 44 42
      41 37 41 36 36 43 44 39 37 33 42 33 33 34 43 39 33
      41 45 33 46 33 43 30 37 0A 0D 53 32 32 34 30 30 30
      30 32 32 46 46 44 35 34 34 43 30
130 * 18:18:34:696 * 04 2F 7E 00 E4 80 46 42 37 37 45 42 42 37 41 46 43
      41 45 35 43 30 42 46 38 36 45 43 42 42 42 41 30 30
      43 41 43 30 46 31 32 38 30 30 31 30 43 30 44 31 39
      39 34 44 42 41 37 43 30 30 43 44 44 43 0A 0D 3 32
      32 34 30 30 30 30 34 32 39 43 35 37 46 46 34 43 39
      33 41 45 33 46 33 43 46 46 44 35 34 34 43 30 46 42
      37 37 45 42 42 37 41 46 43 41 45 35 43 30 42 46 38
      36 45 43 42 42 42 41 30 30 43 41
130 .. 18:18:34:742 * 04 2F 7E 00 E4 FC 43 30 46 31 32 38 30 30 31 30 33
      43 0A 0D 53 32 32 34 30 30 30 30 36 32 43 30 44 33
      33 33 34 44 42 41 37 43 43 43 43 44 44 41 46 31 39
      39 34 43 39 33 41 45 33 46 33 43 46 46 44 35 34 34
      43 30 46 42 37 37 45 42 42 37 41 46 43 41 45 35 43
      30 42 46 38 36 45 43 42 42 33 35 0A 0D 53 32 30 41
      30 30 30 30 38 32 42 41 30 30 43 41 43 30 31 31 30
      30 31 45 0A 0D 53 32 30 36 30 30
24 * 18:18:34:776 * 04 2F 14 00 E5 78 30 30 38 38 30 42 30 30 36 36 0A
      0D 53 39 30 31 46 45
6 * 18:18:34:977 * 04 AD E4 03 02 30 ← Conclusão
64 * 18:18:35:107 * 03 6F 3C 00 0A 0D 20 4F 20 50 52 4F 47 52 41 4D 41
      20 20 4F 52 2E 44 44 44 20 20 46 4F 49 20 45 4E 56
      49 41 44 4F 20 50 41 52 41 20 41 20 45 53 54 41 43
      41 4F 20 44 4F 20 52 4F 42 4F 20 0A 0D
2 * 18:18:43:125 * 02 FB
2 * 18:18:43:126 * 03 FB
2 * 18:18:43:128 * 04 FB
  
```

Mensagem final p/operador

Fig. 2.4 - Matriz completa da monitoração de mensagens de um download

EAVD - ESTACAO DE AVALIACAO DE DESEMPENHO DA REDE PDV

data do ensaio : 10: 1:1989  
 inicio do ensaio : 8:46:32  
 duracao do ensaio : 0: 0:26  
 arquivo de dados : a:down7.DDD  
 arquivo com parametros: a:down7.PAR  
 ESTACOES ANALISADAS : 3

legenda:

tamanho \* instante \* mensagem ( EF DD ... DD)  
 [byte] \* h:min:s:ms \*

```

2 * 8:46:39:519 * 03 11
2 * 8:46:39:520 * 03 00
2 * 8:46:39:536 * 03 11
2 * 8:46:39:537 * 03 00
130 * 8:46:39:557 * 03 2F 7E 00 E5 00 01 86 53 30 30 31 46 45 0A 0D 53
      32 30 36 30 30 30 30 30 30 30 30 41 30 30 45 46 0A 0D
      53 32 32 34 30 30 30 30 30 30 32 39 36 30 30 30 30 31
      39 30 44 30 31 39 38 30 30 30 39 43 34 33 33 30 33
      46 31 32 38 30 30 31 30 43 30 44 30 30 30 34 44 42
      41 37 41 36 36 43 44 39 37 33 42 33 33 34 43 39 33
      41 45 33 46 33 43 30 37 0A 0D 53 32 32 34 30 30 30
      30 32 32 46 46 44 35 34 34 43 30
2 * 8:46:39:587 * 03 00
2 * 8:46:39:591 * 03 11
2 * 8:46:39:591 * 03 00
2 * 8:46:39:597 * 03 11
2 * 8:46:39:597 * 03 00
130 * 8:46:39:620 * 03 2F 7E 00 E5 7C 46 42 37 37 45 42 42 37 41 46 43
      41 45 35 43 30 42 46 38 36 45 43 42 42 42 41 30 30
      43 41 43 30 46 31 32 38 30 30 31 30 43 30 44 31 39
      39 34 44 42 41 37 43 30 30 43 44 44 43 0A 0D 53 32
      32 34 30 30 30 30 34 32 39 43 35 37 46 46 34 43 39
      33 41 45 33 46 33 43 46 46 44 35 34 34 43 30 46 42
      37 37 45 42 42 37 41 46 43 41 45 35 43 30 42 46 38
      36 45 43 42 42 42 41 30 30 43 41
2 * 8:46:39:649 * 03 00
2 * 8:46:39:656 * 03 11
2 * 8:46:39:657 * 03 00
130 * 8:46:39:671 * 03 2F 7E 00 E5 F8 43 30 46 31 32 38 30 30 31 30 33
      43 0A 0D 53 32 32 34 30 30 30 30 36 32 43 30 44 33
      33 33 34 44 42 41 37 43 43 43 43 44 44 41 46 31 39
      39 34 43 39 33 41 45 33 46 33 43 46 46 44 35 34 34
      43 30 46 42 37 37 45 42 42 37 41 46 43 41 45 35 43
      30 42 46 38 36 45 43 42 42 33 35 0A 0D 53 32 30 41
      30 30 30 30 38 32 42 41 30 30 43 41 43 30 31 31 30
      30 31 45 0A 0D 53 32 30 36 30 30
2 * 8:46:39:701 * 03 00
2 * 8:46:39:708 * 03 11
2 * 8:46:39:708 * 03 00
2 * 8:46:39:716 * 03 11
2 * 8:46:39:717 * 03 00
24 * 8:46:39:721 * 03 2F 14 00 E6 74 30 30 38 38 30 42 30 30 36 36 0A
      0D 53 39 30 31 46 45
2 * 8:46:39:727 * 03 00
2 * 8:46:39:730 * 03 11
    
```

Fig. 2.5 - Matriz seletiva da monitoração geral de um download

mensagens recebidas ou enviadas pelas estações selecionadas. Nestas matrizes cada linha representa uma mensagem. O primeiro número indica o número de bytes existentes na mensagem, e os 4 seguintes indicam o tempo (h:min:s:ms) em que esta foi recebida. A mensagem propriamente dita é composta pelo endereço da estação destino ou origem, do caracter de controle, e dos dados conforme descrito em 1.1.

No histograma tamanho de mensagens é feito um histograma das mensagens enviadas segundo o seu tamanho (função, 2 byte, 4 byte ou bloco) enquanto que no histograma do tipo de mensagens

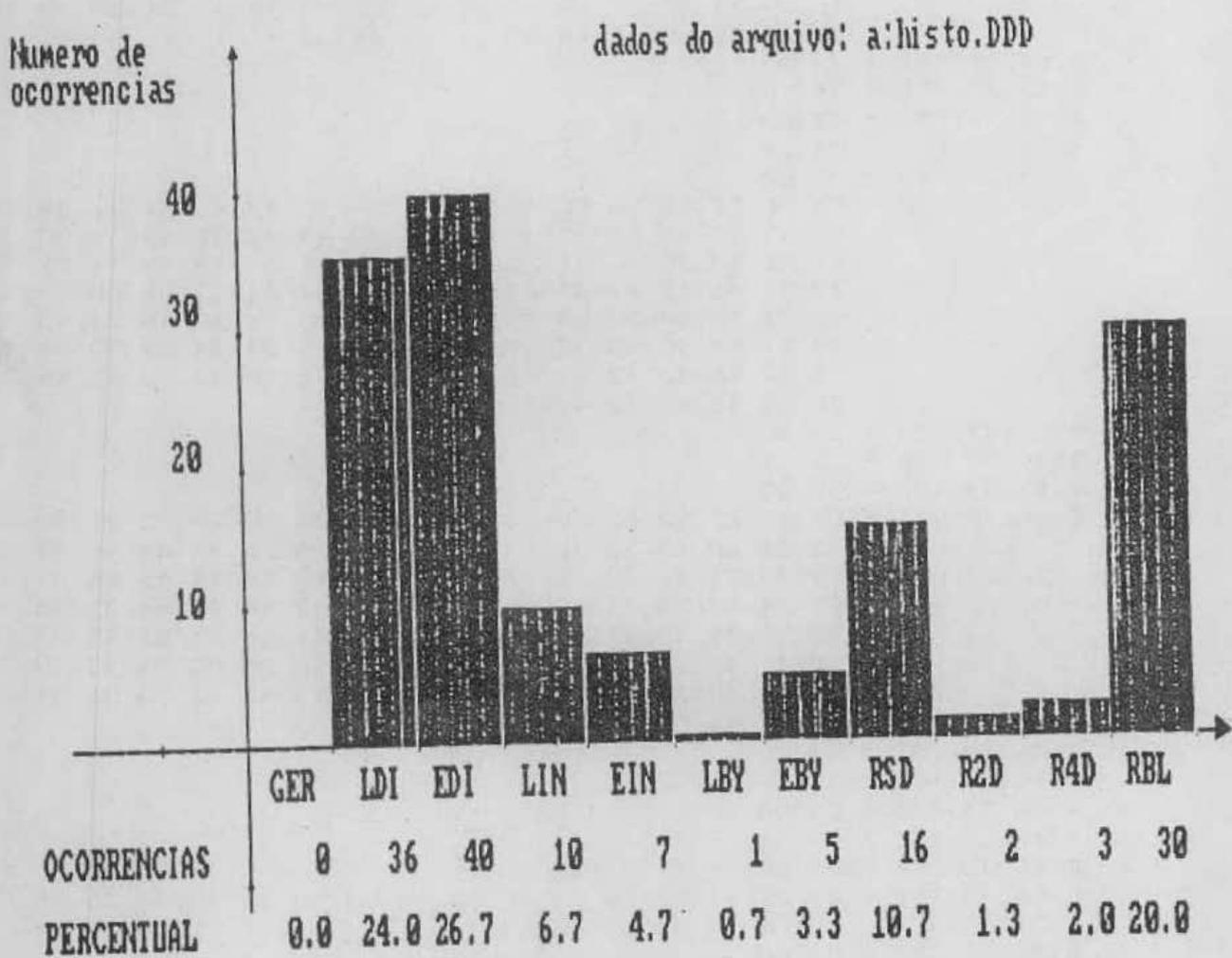


Fig. 2.6 Histograma das mensagens transmitidas em função de seu tipo

(fig. 2.6) elas são classificadas segundo o seu tipo.

Os parâmetros do ensaio fazem a sua identificação (data, hora, tempo de ensaio, nome do arquivo) enquanto que os resultados globais constam das seguintes informações:

- número de mensagens enviadas e recebidas por cada estação;
- número de repetições;
- número de não reconhecimentos;
- número de mensagens segundo seu tipo;
- número de mensagens segundo seu tamanho;
- tempo médio, mínimo e máximo entre operações consecutivas de uma estação [ms];
- taxa média de transmissão [byte/s];
- tamanho médio das mensagens [byte];
- alterações de estado das estações.

As alterações de estado das estações fornecem informações sobre quais as estações que foram ligadas ou desligadas durante o

#### EAVD - ESTACAO DE AVALIACAO DE DESEMPENHO DA REDE PDV

```

data do ensaio      :    1: 1:1980          inicio do ensaio   :    1:38:28
duracao do ensaio  :    0: 3:53          nome do arquivo    :    a:pal .DDD

funcao = 158          gerenciamento = 68          leitura de byte    = 10
2 dados = 44          leitura direta = 99          escrita de byte    = 23
4 dados = 220         escrita direta = 81          resposta sem dados = 64
blocos = 178          leitura indireta = 32        resposta c/2 dados = 34
                                     escrita indireta = 44        resposta c/4 dados = 60
                                     resposta bloco    = 83

nmt[2]= 161  nmr[2]= 129  nak[2]= 64  nmt[3]= 7  nmr[3]= 6  nmt[4]= 0
nmt[4]= 1    nmt[5]= 13  nmr[5]= 13  nmt[6]= 168  nmr[6]= 92

ESTACOES ATIVAS DURANTE O ENSAIO :2 3 4 5 6
ESTACAO  OCORRENCIA  HORA
5        desligou   as  1:41:49:429
5        ligou     as  1:41:49:430

Numero de BYTE/MENSAGEM = 11.9
Numero de MENSAGENS/SEGUNDO = 2.6
TAXA DE TRANSMISSAO MEDIA = 0.2 [byte/s]

```

Fig. 2.7 Parâmetros e resultados gerais de um ensaio

período de análise e o instante em que o fato ocorreu (fig. 2.7).

Para realizar a análise dos dados recebidos pela DIANA existe uma tela de gerenciamento (fig. 2.3) que entre outras funções permite a leitura e a gravação de arquivos, bem como a opção de saída entre o terminal de vídeo e a impressora.

#### 2.4 RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados aqui apresentados se referem a um sistema com 6 estações ativas e uma EMDES (que não altera o sistema), com o número máximo de estações fixado em 6. Foram apresentados exemplos de transmissão de programas de pequeno tamanho para que o conjunto pudesse ser visualizado nas figuras. Como a rede possui um comportamento cíclico e determinístico, o aumento de carga na rede, no tamanho dos programas transmitidos ou no número de estações é proporcional a este incremento.

A figura 2.4 mostra a matriz completa das mensagens transmitidas durante o envio de um programa do computador central para a estação número 4 (download). Nesta figura pode ser visto que o intervalo entre o envio de uma mensagem e a seguinte é de aproximadamente 50 ms. Também podem ser vistas as mensagens de leitura de estado, inicialização e conclusão do download. Qualquer erro em alguma destas mensagens pode imediatamente ser identificado com o auxílio desta matriz de dados.

Para analisar o funcionamento de uma determinada estação pode ser gerada uma matriz seletiva em que aparecem somente as mensagens provenientes ou destinadas a esta estação. A figura 2.5 apresenta a matriz seletiva da monitoração geral de uma operação download e pode ser visto que entre o envio de uma mensagem

(escrita direta) e a seguinte transcorrem 2 a 3 ciclos da rede (50-70 ms). Este atraso tem como causas o tempo de processamento da mensagem anterior no computador central, o tempo de preparação da nova mensagem e o tempo de transmissão entre ECR e o computador central.

Na figura 2.7 estão listados os parâmetros e resultados globais de um ensaio. Estes valores são gravados e indicam as atividades das estações sem guardar os conteúdos das mensagens propriamente ditos. As mensagens são gravadas em um arquivo separado para facilitar a sua inutilização após a análise, pois facilmente chegam a um volume relativamente grande, causando problemas de armazenamento.

### 3 CONCLUSÃO

A utilidade desta EAVD foi comprovada no trabalho em desenvolvimento aqui na instituição (Adequação e Avaliação de Desempenho de uma Rede Local PDV para Aplicações na Automação da Manufatura). Na fase de testes de implantação de novas unidades de controle, e software aplicativo a EAVD tem sido de grande utilidade.

Pelas informações obtidas esta é a primeira estação de avaliação de desempenho para uma rede PDV.

As técnicas e metodologia empregada podem ser utilizadas para a realização de estações semelhantes para outros tipos de redes, especialmente para redes com passagem de ficha.

## 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- /1/ MARTIN, T.: Abschied von der PDV-Spalte; Regelungstechnische Praxis; p. 71; 2/1981.
- /2/ KfK PDV-Entwicklungsnotizen; PDV-E 144; 09/1980.
- /3/ KARL. H.: PDV-Literaturuebersicht - Kurzfassungen der KfK-PDV-Berichte; KfK-PDV-Bericht 190; 08/1981.
- /4/ BUXMEYER, E.,  
e outros: Serielles Bussystem fuer industrielle Anwendungen unter Echtzeitbedingungen (PDV-Bus)-Entwurf fuer einen Standardisierungsvorschlag-Erarbeitet im Arbeitskreis zur PDV-Bus implementierung (API). Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH; Kfk- PDV-Bericht 150; 10/1978.
- /5/ DIN19241 Bitserielles Prozessbus-Schnittstellensystem  
Teil 1: Serielle Digitale Schnittstelle (SDS); 7/1985.  
Teil 2: Elemente des Uebertragungsprotokolls und Nachrichtenstruktur; 3/1986.  
Teil 3: Buszuteilungsverfahren und Datenaustausch in zentralgesteuerten Systemen; 7/1986.
- /6/ BUXMEYER, E.: Pilotinstrumentierung des PDV-busses; ELEKTRONIK Nr. 24; p. 93-99; 12/1979.
- /7/ GIOZZA, W. F.,  
ARAUJO, J:F.M  
MOURA, J.A.B.  
SUAVE, J.P.; Redes locais de computadores: protocolos de alto nivel e avaliação de desempenho; McGraw-Hill Ltda; 1986.

- /8/ SPANGENBERG, S., Views on a Network Analyzer: Byte; p. COTE, R.G.A.: 191-198; 07/1987.
- /9/ AMER, P.: A Measurement Center for the NBS Local Area Computer Network; IEEE Transactions on Computers; Vol. C-31; N. 8; p. 723-729; 08/1982.
- /10/ STOKESBERRY, D. The Design and Engineering of a ROSENTHAL, R.: Performance Measurement Center for a Local Area Network; Proceedings: Computer Networking Symposium; Washington; D.C. p. 110-115; 12/1980
- /11/ AMER, P., Measuring a local networks performance; ROSENTHAL, R., Data Communications; 04/1983.  
TOENSE, R.;
- /12/ ANURA, P.J., Performance Modeling of IEEE 802.4 Token FISCHER, P.D.: Bus; Workshop on Factory Communications; p. 221-253; 1987.
- /13/ LAGES, N.A.C., Análise e simulação de estruturas em anel MENDES, M. J.: e barramento nas redes locais para controle distribuido de processos; 4 Congresso Brasileiro de Automatica; Campinas; p. 558-564; 1982.
- /14/ RZEHAK, H.: Die Abwicklung von Realzeit-Auftraegen in MAP-Netzen; Automatisierungstechnische Praxis; p. 488-495; 10/1988.