

O GERADOR DE TRÁFEGO MULTIPROTOCOLO COMPAC PARA REDE DE COMUTAÇÃO DE PACOTES

Carla Luísa Antonelli Bolsonaro  
PHT Sistemas Eletrônicos

Armando Hiroshi Yoshida  
Splice do Brasil Telecomunicações

Lorraine Mondini Munhoz  
ICA Telecomunicações

Paulo Sérgio Lorena  
CPqD - Telebrás

Ronaldo Gonçalves  
PHT Sistemas Eletrônicos

José Roberto Emiliano Leite  
CPqD - Telebrás

RESUMO:

Para um Equipamento de Comutação de Dados a avaliação de sua capacidade de operação sob condições de carga (tráfego) é tão importante quanto a certeza de seu funcionamento segundo os protocolos recomendados pelo CCITT. Neste artigo é descrito o Equipamento Gerador de Tráfego Multiprotocolo COMPAC para rede de comutação de pacotes que está sendo desenvolvido no CPqD-Telebrás, o qual é capaz de simular, para uma rede, o tráfego gerado por diversos assinantes ao mesmo tempo, permitindo a realização de medidas de performance da rede.

1 - INTRODUÇÃO

Há basicamente duas áreas em que se deve atuar quando existe a necessidade de se avaliar o funcionamento de uma Rede de Comutação de Pacotes: a área dos testes funcionais e a dos testes sob carga.

Os testes funcionais determinam se os equipamentos seguem as especificações, normas e recomendações do CCITT no que se refere a itens como implementação dos protocolos, níveis de tensão, conexões, etc.

Já os testes sob carga avaliam se os equipamentos atendem às necessidades de quem os está comprando ou construindo; em outras palavras, se ele realmente é capaz de tratar as chamadas e comutar os pacotes enviados pelos assinantes previstos para o produto em teste. O objetivo primordial dos testes sob carga é medir a performance do equipamento sob condições de funcionamento real ou sob a carga máxima prevista.

Para a realização destas medidas de performance é necessária a geração de tráfego sobre o equipamento (simulando um conjunto de assinantes se comunicando em condições reais) e o levantamento dos dados para o cálculo de valores que expressem a performance dos equipamentos em teste.

Sob esta filosofia é que foi desenvolvido, em paralelo ao projeto do sistema COMPAC (1) (equipamentos desenvolvidos no CPqD-Telebrás e que formam uma Rede de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes, para expansão da Rede Nacional de Pacotes), o equipamento de que trata este artigo, o Gerador de Tráfego Multiprotocolo COMPAC.

2 - CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO

O equipamento Gerador de Tráfego (TG) tem por finalidade básica medir a performance de uma Rede de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes através do serviço de geração/recepção de pacotes/seqüências de caracteres segundo especificações do operador, oferecendo também mecanismos de supervisão e controle que possibilitam ao operador a visualização das medidas efetuadas em uma determinada situação.

2.1 - DESCRIÇÃO DE CARACTERÍSTICAS

O TG se conecta a uma rede de Comutação de Pacotes simulando assinantes modo pacote (acesso X.25) ou

modo caracter "start-stop" (acesso X.28) (ver fig.1).

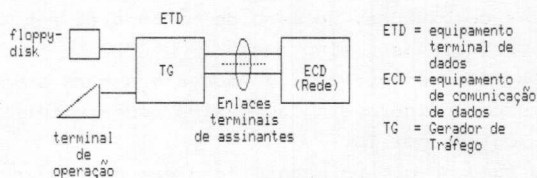


Figura 1: Conexão do Gerador de Tráfego à Rede

Através desta simulação o TG consegue prover sua função de geração/recepção de pacotes, caso assinante X.25, e geração/recepção de seqüência de caracteres, caso assinante X.28.

Além das funções padronizadas para assinantes X.25, o TG tem a capacidade de gerar pacotes específicos a fim de simular, para a rede, situações de saturação dos assinantes e avaliar, com esta saturação, o reflexo na performance da rede.

São armazenados todos os dados referentes às gerações/recepções permitindo o cálculo de valores estatísticos que expressem a capacidade de tratamento de pacotes dos equipamentos da rede. Os valores estatísticos calculados a partir dos dados fornecidos pelo TG são:

a- taxa de tratamento de chamada: valor correspondente ao número de chamadas tratadas por segundo pela rede, onde uma chamada equivale à troca de pacotes mostrada na figura 2.

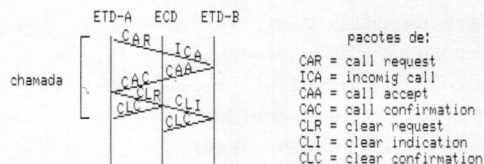


Figura 2: Troca de pacotes utilizados em uma chamada

b- taxa de geração de dados/seqüência de caracteres: valor correspondente ao número de pacotes/seqüência de dados comutados por segundo pela rede, onde um pacote/seqüência de dados comutado equivale à troca de pacotes mostrada na figura 3.



Fisicamente o TG é constituído por três elementos básicos:

- Central de Processamento;
- Unidade de Disco Flexível;
- Terminal de Operação.

#### Central de Processamento

É a unidade responsável pelo desempenho das funções aplicativos de um TG. Fornece recursos computacionais necessários à realização das funções de supervisão e controle.

As principais funções são:

- a) Tratar comandos de operação e mensagens espontâneas;
- b) Coletar dados para medidas de performance: a central de processamento coleta dados referentes ao volume de tráfego gerado/recebido durante uma dada interligação assim como os dados recebidos nas mensagens espontâneas, permitindo a contabilização estatística dos mesmos;
- c) Possuir e controlar interfaces de acesso que suportem:

- acessos dedicados para equipamentos terminais de dados modo pacote, segundo recomendação X.25 do CCITT;
- acessos dedicados para equipamentos terminais de dados modo caracter "start-stop" através de uma função PAD (Packet Assembler/Disassembler) implementada na interface de acordo com as recomendações X3 e X.28 do CCITT.

#### Unidade de Disco Flexível

É a unidade onde é armazenado o software a ser carregado na central de processamento. Contém também os arquivos de dados de configuração que formam a base de dados do equipamento TG.

#### Terminal de Operação

A interação do operador com o equipamento é efetuada através do terminal de operação. Através dele podem ser executadas funções de supervisão e controle por meio de envio de comandos, de recepção de suas respectivas respostas e de recepção de mensagens espontâneas. As principais funções executadas através do terminal de operação são:

- a) Ativação da carga de todo o software do TG;
- b) Administração de todas as portas síncronas/assíncronas existentes no Gerador;
- c) Administração dos SVC's (circuito virtual comutado) existentes entre as portas terminais do Gerador e outros ETD's;
- d) Visualização dos dados coletados pela central de processamento.

### 4.1 - ESTRUTURA HARDWARE

O TG utiliza a mesma estrutura Hardware e mecânica do Concentrador Multiprotocolo COMPAC (2). O TG é constituído de uma estrutura mecânica de suporte e de um conjunto de placas de circuito impresso interligadas. É composto pelos seguintes tipos de placas:

- Placa Processadora Central (PB), com microprocessador INTEL 8086 de 16 bits, clock 8Mhz, 256 Kbytes de memória RAM e 32/64 Kbytes de memória EPROM;
- Placa de Expansão de Memória para PB (MB), com bancos de memória RAM de 256, 512 ou 768 Kbytes;
- Placas Processadoras de Linha (LB), com microprocessa

dor INTEL 8088 de 16 bits com 128 Kbytes de memória RAM e 32/64 Kbytes de memória EPROM; existem 3 tipos de LB's: LB2 com duas linhas síncronas de até 64 Kbps, LB8 com 8 linhas síncronas ou assíncronas de até 9600 bps e LB16 com 16 linhas assíncronas de até 1200 bps, ou 16 linhas síncronas de 2400 bps; o TG pode ter até 5 placas de linha;

- Placa de Alimentação (SB), com as tensões de +5V, -12V, +12V, que alimentam as demais placas;
- Pannel Traseiro (BP), responsável pela distribuição de alimentação e interligação física das demais placas.

Na placa PB existem duas interfaces às quais são conectados o terminal de operação e a unidade de disco. As ligações entre as placas PB e LB's são feitas na velocidade de até 800 Kbps, através de enlaces síncronos do tipo HDLC (ver fig. 6).

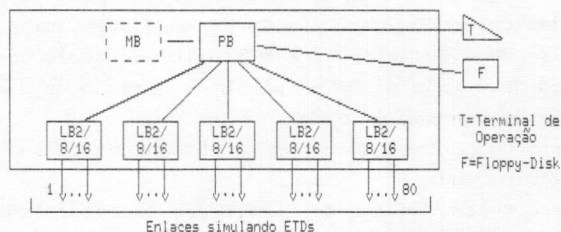


Figura 6: Arquitetura HW do TG

### 4.2 - SISTEMA OPERACIONAL

O TG utiliza o mesmo Sistema Operacional do Concentrador Multiprotocolo COMPAC (2). O Sistema Operacional do TG fornece uma interface que facilita e disciplina o acesso aos recursos de Hardware pelo Sistema Aplicativo; está distribuído em todas as placas processadoras. Suas funções básicas são:

- Gerenciamento dos recursos da placa (memória, tempo de processador e temporizações);
- Comunicação entre processos residentes no mesmo processador ou em processadores diferentes, através de troca de mensagens;
- Comunicação com periféricos (drivers de linha e "floppy-disk");
- Supervisão e controle do Hardware.

### 4.3 - SISTEMA APLICATIVO

O Sistema Aplicativo do TG, desenvolvido em linguagem MÓDULA 2, é composto por 3 módulos, a saber: Módulo Geração Síncrona, Módulo Geração Assíncrona e Módulo Controle e Supervisão. Estes 3 módulos interagem segundo a figura 7.

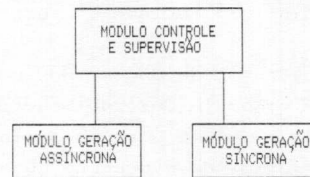


Figura 7: Interação entre os Módulos Aplicativos do TG

O Módulo Geração Assíncrona é responsável pela manipulação da interface de acesso assíncrono conforme Protocolo X.28 do CCITT. O Módulo Geração Síncrona é responsável pela manipulação da interface de acesso síncrono.

crono conforme Protocolo X.25 do CCITT. Devido à possibilidade da existência de combinações de unidades de tratamento de portas síncronas e assíncronas no TG, o Módulo Controle e Supervisão é capaz de gerenciar e contabilizar conjuntamente interligações geradas a partir de protocolos diferentes segundo a figura 8.

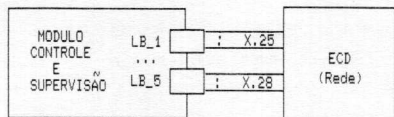


Figura 8: Acessos síncronos e assíncronos no TG

#### 4.3.1 - MÓDULO CONTROLE E SUPERVISÃO

Este módulo monitora e coleta informações sobre o funcionamento do TG e também interpreta, analisa e executa os eventuais comandos emitidos pelo operador. Os dados coletados para avaliação consistem em:

- número de CV's (circuitos virtuais) estabelecidos;
- tempo decorrido desde o início da geração de dados;
- tempo de conexão de SVC;
- número de pacotes de dados recebidos/enviados (para portas síncronas);
- número de sequências de caracteres recebidos/enviados (para portas assíncronas);
- número de CLEAR's recebidos com causas e diagnósticos;
- número de RESET's recebidos com causas e diagnósticos;
- número de RESTART's recebidos (para portas síncronas) com causas e diagnósticos;
- número de X\_ON's e X\_OFF's recebidos pela linha assíncrona.

Este módulo mantém comunicação com os módulos Geração Síncrona e Assíncrona através de trocas de mensagens. As mensagens recebidas contêm informações sobre os eventos que ocorreram na interface com as linhas síncronas e/ou assíncronas, e além do recebimento das mensagens, ele pode enviar mensagens de ação para os módulos Geração Síncrona e Assíncrona. Algumas mensagens de ação são consequência de comandos que o operador executa. Através do terminal de operação o operador pode executar os comandos implementados para supervisionar as linhas, os enlaces e os CV's, além de receber na tela do terminal indicações dos eventos que ocorrem nos módulos Geração Síncrona e Assíncrona. O operador indica a ação a ser executada através da escolha de um dentre os vários comandos mostrados a seguir:

- CAR: Pedido de conexão de SVC; o(s) endereço(s) do(s) assinante(s) chamado(s) poderá(ão) estar em arquivo ou ser(em) fornecido(s) via teclado do terminal de operação;
- GEN: Pedido de geração de dados. São enviados pacotes de dados para o Módulo Geração Síncrona e sequência de caracteres para o Módulo Geração Assíncrona;
- CCVC: Pedido de conexões e desconexões sucessivas de SVC's;
- REA: Pedido de realinhamento dos elementos de comunicação;
- SHOW: Pedido de visualização dos dados coletados;
- PARX3: Pedido de verificação e/ou alteração dos parâmetros dos terminais assíncronos;

- HELP: Pedido de display dos comandos de operação;
- CLEAR: Pedido de desconexão de SVC;
- EPGEN: Pedido de geração de pacotes específicos (RR, RNR).

As mensagens espontâneas/respostas a comandos enviados ao operador são:

- queda de linha/enlace;
- conexão de linha/enlace;
- reinicialização de enlace;
- visualização dos dados coletados.

#### 4.3.2 - MÓDULO GERAÇÃO ASSÍNCRONA

Este módulo é responsável pelo interfaceamento entre as portas terminais configuradas como assíncronas e o Módulo Controle e Supervisão. Todos os eventos ocorridos nestas portas são comunicados ao operador pelo Módulo Controle e Supervisão, que ainda armazena as informações para contabilização e posterior avaliação. O módulo Geração Assíncrona comunica-se com o Módulo de Controle e Supervisão através da troca de mensagens. Estas mensagens indicam os eventos ocorridos nas linhas ou ações que este módulo tomará a pedido do Módulo de Controle e Supervisão. Os eventos ocorridos nas linhas podem ser:

- linha conectada/desconectada;
- circuito virtual conectada/desconectado;
- X\_ON/X\_OFF recebido;
- RESET recebido.

As mensagens recebidas do Módulo de Controle e Supervisão são as que indicam as ações que o Módulo Geração Assíncrona deve tomar a pedido do operador ou a pedido do Módulo de Controle e Supervisão. Estas mensagens são:

- pedido de conexão de linha;
- pedido de conexão/desconexão de circuito virtual;
- pedido de envio de dados;
- mensagem de configuração sobre o número de linhas a serem tratadas na LB em questão.

O perfil padrão dos assinantes assíncronos do TG é o perfil número 5, sendo possível alterar alguns parâmetros que modificam o tempo de resposta do PAD.

#### 4.3.3 - MÓDULO GERAÇÃO SÍNCRONA

Este módulo é responsável pelo interfaceamento entre as portas terminais, configuradas como síncronas, e o Módulo Controle e Supervisão. Todos os eventos ocorridos nas portas síncronas são comunicados ao operador pelo Módulo de Controle e Supervisão, que ainda armazena os dados para contabilização e posterior avaliação. A estrutura do Módulo Geração Síncrona é mostrada na figura 9.

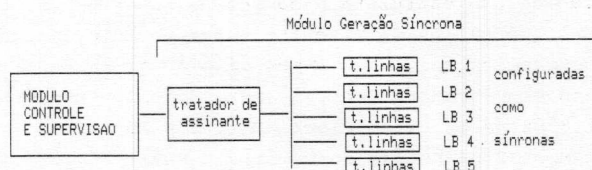


Figura 9: Estrutura do Módulo Geração Síncrona

O processo "t.linhas" (tratador de linhas) é responsável pelo estabelecimento de um enlace para a troca de dados entre uma porta síncrona do TG e o nó de comutação ao qual está ligado. Suas principais funções são:

- conectar, supervisionar e desconectar enlaces;
- supervisionar as linhas que suportam esses enlaces;
- transportar quadros pelo enlace de acordo com o protocolo nível 2 LAPB;
- executar controle de fluxo nos enlaces de acesso à rede.

O processo "tratador de assinante" é responsável pela análise e tratamento dos pacotes recebidos da rede e pela montagem dos que devem ser enviados à rede através do comutador ao qual o TG está ligado. Suas principais funções são:

- montar e enviar (através de "t.linhas") pacotes de in- formação e supervisão para a rede;
- analisar pacotes recebidos da rede;
- estabelecer SVC's entre o TG e ETD's quaisquer onde cada ETD pode ser o próprio TG, um outro TG ou um ETD qualquer;
- executar o controle de fluxo nos canais lógicos sobre os enlaces de acesso à rede.

## 5 - CONFIGURAÇÃO

O objetivo da ferramenta de Configuração do TG (CMSTG) é permitir a atribuição de valores de parâmetros específicos para que o TG possa operar. O CMSTG fornece à Administração da Rede facilidades para a entrada dos valores de parâmetros, pelo uso de programas com telas conversacionais organizadas de modo a permitir a alteração tanto de um subconjunto de parâmetros como de todos eles. O CMSTG estrutura e organiza os dados em arquivos, de modo a permitir seu tratamento, de forma simples, pelos processos aplicativos do TG. Os arquivos de configuração gerados são gravados em disco flexível, formato FMO (Floppy Monitor), compatível CP/M 86.

### Entradas do CMSTG

Os arquivos de entrada do configurador são obtidos por um programa que os agrupa funcionalmente através de "menus". O primeiro nível do "menu" permite ao operador criar uma nova configuração ou alterar a já existente; um ou outro "menu" é ativado, dependendo da opção indicada. Quando se trata da criação de uma configuração, o operador deve informar todos os parâmetros configuráveis. Quando se tratar de uma alteração em uma configuração já existente, informam-se apenas os valores a serem alterados.

São dados de entrada, basicamente, os seguintes:

- quantidade e tipos de placas de linha do TG;
- dados para a criação de enlaces, no caso de geração em portas síncronas;
- string de identificação da Rede;
- informações sobre velocidade das linhas;
- endereços dos assinantes chamados para geração de tráfego, opcional.

Para todo dado de entrada é testada a sua validade e coerência com os demais; mensagens de erros são convenientemente emitidas.

### Saídas do CMSTG

Os dados, uma vez validados, são agrupados funcionalmente e gravados em arquivos que serão, posteriormente, lidos pelos processos aplicativos do TG. O CMSTG gera os seguintes arquivos:

- Arquivos para o Sistema Operacional:
  - . arquivo contendo os nomes dos processos aplicativos a serem carregados em cada placa;
  - . arquivo contendo informações das linhas de cada placa;
- Arquivos para os processos aplicativos do TG:
  - . arquivo com quantidade e tipos de placas;
  - . arquivo com dados gerais acerca do ambiente de geração;
  - . arquivo com dados para criação de enlaces;
  - . arquivo com os endereços dos assinantes chamados para geração de tráfego (opcional);
- Arquivo-relatório com as informações de entrada dispostas de forma a permitir a visualização de toda a configuração do TG, antes de carregá-lo.

O Sistema de Configuração é executado no mesmo hardware do equipamento TG e sua interação com o operador se dá através de terminal assíncrono ligado ao mesmo.

## 6 - CONCLUSÃO

No desenvolvimento e testes do Projeto do Sistema COMPAC, têm sido usados protótipos do TG com as principais funções já implementadas. Com o uso continuado, o TG provou sua utilidade e importância na realização de testes de desempenho de equipamentos de comunicação de dados, preenchendo uma lacuna anteriormente existente em relação a equipamentos para medidas de performance. O desenvolvimento tem se concentrado principalmente sobre o SW de geração (supervisão e controle), uma vez que o equipamento utiliza o mesmo HW e Sistema Operacional do Concentrador Multiprotocolo COMPAC.

Para um futuro próximo estão previstas expansões das funções do TG, tanto para incorporar outros protocolos (X.32, X.75, TEF-Transferência Eletrônica de Fundos, MTP- Message Transfer Part para a Rede de Sinalização por Canal Comum) como para oferecer novas opções de controle tais como protocolos fim-a-fim (entre TG's), geração de dados de maneira aleatória, etc.

## 7 - REFERÊNCIAS

- (1) O Sistema COMPAC para Redes de Comunicação de Dados  
J.R.Emiliano L., Fernando C.A.J., E.C.Grizenđi  
5ª Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 1987
- (2) O Concentrador Multiprotocolo COMPAC  
J.R.Emiliano L., Fernando C.A.J., J.R.P.Navas, Ivo A.F.  
5ª Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 1987
- (3) DATEX-P, The Public Packet Switching Network of the Deutsche Bundespost after five years of Experience  
D.Runkel  
8ª International Conference on Computer Communication ICC86, 1986
- (4) Redes de Computadores  
D.A. Menascé, D.Shwabe  
Edição de 1984