

# 4: SBRC

RECIFE - 24 A 26 DE MARÇO 86

ESTUDO E PROPOSTA DE TESTES DE COMPORTAMENTO DO  
PROTOCOLO DE TRANSPORTE DA ISO

- DENIS GABOS, ITAUTEC Informática S.A.
- HAMILTON FERNANDES DE MATTIAS, ITAUTEC Informática S.A.
- SIDNEI HIDEO TANO, SID Informática S.A.
- STEFANIA STIUBIENER, Escola Politécnica da USP  
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira",  
Caixa Postal 11455, São Paulo, SP

RESUMO

Apresentam-se aspectos da metodologia de teste de comportamento de protocolos para redes de computadores e exemplos de sistemas de teste divulgados na literatura especializada.

Também são apresentados os projetos de dois sistemas de teste de comportamento do protocolo de transporte - Classe 2 da ISO, na Rede Local ITAUTEC e no equipamento SID 3515.

## 1. INTRODUÇÃO

Os projetos, a implementação e o funcionamento de redes de computadores, redes locais ou redes a longa distância, evidenciam ultimamente a necessidade de testes de funcionamento destes sistemas.

No âmbito deste artigo existe a proposta de apresentação dos resultados de estudo de algumas metodologias de teste de comportamento de protocolos para redes de computadores.

Os ambientes de teste foram escolhidos com dois critérios:

a) Tentou-se estudar a problemática de teste do protocolo de transporte, tanto num ambiente de rede local como num plano mais genérico, através de um testador de protocolos de alto nível.

b) Tanto a rede local como o equipamento estudado com fins de utilização como testador de protocolos foram escolhidos considerando o grau de conhecimento destes equipamentos por parte dos autores do artigo. Neste sentido, foi escolhida a rede local Itautec e o equipamento SID 3515.

## 2. METODOLOGIA DE TESTES DE COMPORTAMENTO DE PROTOCOLOS

### 2.1 Generalidades

O conjunto de testes efetivados numa rede de computadores permite distinguir duas categorias de testes [CELL 84] ou seja:

- Testes de circuitos e de funcionamento de componentes da rede envolvidos na comunicação de dados propriamente dita (vias

de comunicação, modems) testes esses que utilizam métodos semelhantes aos usados em sistemas de teleprocessamento;

- Testes de elementos funcionais específicos de uma rede de computadores (nós de comutação, protocolos de alto nível) que exigem uma abordagem específica à arquitetura de cada rede.

Neste artigo, serão observados testes pertencentes à segunda categoria especificamente testes de comportamento de protocolos. Entende-se por estudo do "comportamento" de protocolos a observação do funcionamento em conjunto de vários programas que implementam o mesmo protocolo em diversos elementos integrantes ao sistema distribuído que é a rede de computadores. Considera-se o teste de comportamento do protocolo um estágio de teste precedido pelo teste de conformidade, ou seja o teste local efetivado em cada elemento para comprovar a coincidência entre a implementação do protocolo e a sua especificação.

## 2.2 Métodos de teste de comportamento de protocolos

Na literatura especializada [CELL 84] os métodos de testes de protocolos são classificados de acordo com a forma pela qual os dados são obtidos. Destacam-se os seguintes:

### 2.2.1. Método do usuário padrão

De acordo com este método, as ferramentas de teste e medição são colocadas no nível imediatamente superior ao nível onde encontra-se o objeto testado, desempenhando o papel de um usuário dos serviços fornecidos por ele. No caso de teste de implementação de protocolos deve existir também um usuário remoto para o eco das seqüências de utilização geradas.

### 2.2.2. Método do usuário de referência

De acordo com este método, utiliza-se uma entidade de referência do objeto a ser testado, instalada no mesmo nível de funcionamento do objeto em teste. Além disso, no nível de usuário

existem duas entidades ("driver" e "responder") responsáveis pela efetivação do teste.

Observa-se que o método em questão é o mais utilizado e por esta razão maiores detalhes serão dados no item que segue.

### 2.2.3. Método de monitoração por programa

Consiste em testar entidades que implementam protocolos através da inserção de trechos específicos de teste nas próprias entidades. Os elementos inseridos podem ser:

- a) armadilhas colocadas dentro da própria entidade sob teste;
- b) instrumentos de interceptação de mensagens específicas;
- c) instrumentos de amostragem.

### 2.2.4 Método de monitoração por circuito

É o método mais convencional, sendo caracterizado pela existência de sondas ("probes"), conectadas junto ao objeto a ser testado.

A vantagem do método é a possibilidade de obtenção de dados e informação a respeito de todos os níveis de implementação. Entretanto, o método exige a existência de processos de interpretação.

### 2.2.5 Método de monitoração híbrida

Este método é uma combinação dos dois anteriores.

## 2.3 Outras considerações relacionadas ao método do usuário de referência

Estando as propostas apresentadas na seqüência intimamente relacionadas ao método em questão, considera-se necessário acrescentar outras informações a seu respeito.

Sob o ponto de vista da arquitetura do método do usuário de referência, existem estudos dirigidos no sentido de obtenção de seqüências de teste de protocolos especificados segundo o modelo de diagrama de estados finitos [SAR 82]. Destacam-se as seguintes seqüências:

- "Transition Tour" ou seqüência de cobertura, consistindo em exercitar o objeto de teste no sentido de percorrer todas as transições do diagrama de estados corretamente.

- Método W e Seqüência de Verificação que são dois métodos relativamente equivalentes que visam exercitar o objeto de teste no sentido de que todos os estados sejam devidamente identificados de modo consistente com a especificação desejada.

Em seguida serão apresentados exemplos de realização de sistemas de teste com base no método em consideração.

## 2.4 Exemplos de implementação

### 2.4.1

O primeiro exemplo escolhido é o trabalho desenvolvido por um grupo coordenado por Rayner [RAYN 82] no NPL - National Physical Laboratory, na Inglaterra. A intenção é chegar a procedimentos de teste internacionalmente aceitos para padrões internacionais. Para tanto, o laboratório mantém entendimentos com outros centros que depositam esforços na mesma área.

A estrutura geral de teste, proposta pelo grupo é exemplificada na figura 1.



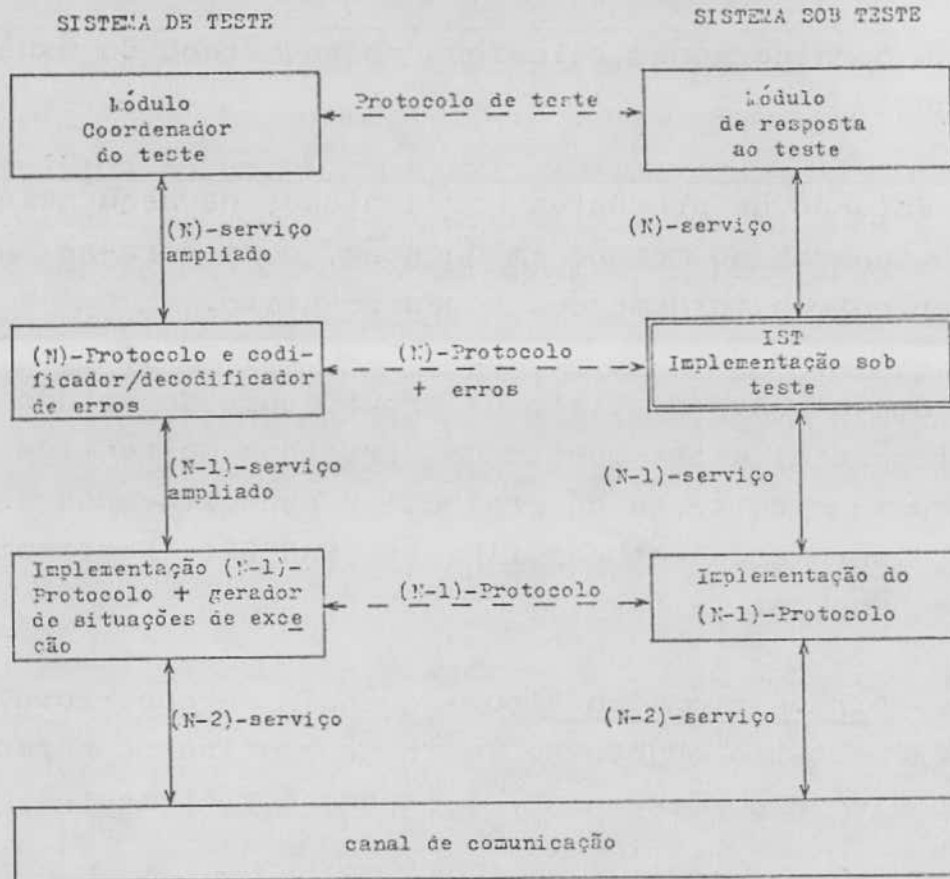


Figura 1 - Estrutura Geral de Teste

Nessa estrutura pretende-se testar uma determinada entidade (N), aqui denominada IST - implementação sob teste.

Os níveis de avaliação são escolhidos de tal forma que cada IST possa ser tratada isoladamente em relação aos protocolos acima e abaixo dela. Assim, se a IST em questão estiver num nível de avaliação (N) que não é o mais alto, ela terá uma interface interna entre ela própria e os níveis mais altos, fornecendo a eles um (N) - serviço. Uma vez que o mesmo precisa estar presente no teste da implementação, faz-se necessário uma entidade (N + 1). Essa entidade deve ter, seguramente, um comportamento previsível para que o teste dependa apenas da entidade que se quer testar. Surge, então, a necessidade de definir uma entidade específica para o nível (N + 1), denominada "Módulo de Resposta ao Teste" (MRT), cumprindo um protocolo específico com sua entidade par, o "Módulo Coordenador do Teste" (MCT), situado no Sistema de Teste. Esse protocolo seria definido apenas para fins de avaliação.

O Sistema de Teste contém a entidade referência em re-

lação àquela que se vai testar. Para o teste completo de uma implementação é necessário sujeitá-la a situações de erro, além das situações normais do protocolo. Por esta razão, a entidade (N) no Sistema de Teste incorpora codificador e decodificador de mensagens de protocolo válidas e inválidas, sendo uma extensão da implementação-referência. O serviço que esse nível fornece ao MCT também é ampliado, permitindo pedidos para gerar erros no (N)-protocolo, controle específico sobre o uso do (N-1)-serviço ampliado e indicações de erros detectados no (N)-protocolo.

A entidade de nível (N-1) também deve fornecer um serviço adicional, como a possibilidade de gerar situações de exceção no nível (N - 1) que podem ser sinalizadas sem violar o (N - 1) - protocolo.

Para uma avaliação completa identificam-se 7 categorias de testes:

- a) Primitivas suportadas: testes que especificam que primitivas de serviço são suportadas pela implementação.
- b) Transição individual de estado: coloca-se IST num dado estado e observa-se sua reação a evento específico. São os testes principais de conformidade.
- c) Variação de parâmetros: identifica a faixa de valores de parâmetros que a IST vai lidar.
- d) Primitivas combinadas - sequência de eventos para investigar quando a reação da IST a um evento específico está correta.
- e) conexão múltipla: efeito que uma conexão pode causar em conexões paralelas. Pode haver teste para determinar o número máximo de conexões.
- f) Desempenho: mede vazão máxima, tempos característicos da IST.
- g) Robustez: comportamento da IST em uma variedade de situações de erro na rede.

## 2.4.2.

Com o objetivo de construir uma ferramenta para testar protocolos de alto-nível, o sistema CERBERE foi desenvolvido para ser utilizado no centro de avaliação do projeto RHIN (da "Agência de Informática" da França). [DAM82]

Dentre as diversas facilidades de monitoração e os diversos modos de funcionamento, cabe destacar a capacidade deste testador de se interpor entre sistemas de comunicações ou entre elementos de uma rede de modo a cumprir as seguintes funções:

- Nos níveis abaixo do transporte, é composto por protocolos que não realizam qualquer interferência no funcionamento do subsistema de comunicação da rede;

- No que se refere aos protocolos de alto nível, implementa os diversos protocolos de interesse que atuarão de acordo com o objetivo do teste, definindo-se os seguintes estados de interferência:

- . Estado transparente: os dados saem do CERBERE sem serem analisados e distorcidos;
- . Estado paralelo: os dados são analisados e simultaneamente transmitidos sem distorção para outro equipamento (eventualmente um monitorador capaz de verificar a atuação do nível de protocolo em estudo).
- . Estado serial: os dados são analisados e podem ser perturbados.

### 3. PROTOCOLO DE TRANSPORTE (CLASSE 2) DA I.S.O.

O protocolo de transporte é responsável pela confiabilidade fim-a-fim na comunicação entre dois usuários de uma rede de computadores. Para desempenhar este papel, o Protocolo de Transporte da ISO [TR.ISO] - Classe 2 - possui um conjunto de serviços oferecidos e funções executadas, tais como:



- Estabelecimento da conexão de transporte;
- Transferência de dados;
- Finalização da conexão de transporte sem o procedimento normal de liberação, processado com a entidade par na ocorrência de uma falha na conexão de rede;
- Seleção de qualidade de serviço;
- Multiplexação de várias conexões de transporte em uma única conexão de rede;
- Concatenação e separação de TPDU's, etc.

#### 4. APRESENTAÇÃO DA ARQUITETURA DE SISTEMAS DE TESTE

##### 4.1. Proposta sobre equipamentos ITAUTEC

##### 4.1.1. Aplicação a que se destina

A intenção é propor um sistema viável de ser implementado em equipamentos ITAUTEC, uma solução factível.

A aplicação que foi dada à implementação do protocolo de transporte em equipamentos ITAUTEC foi a de fornecer essa classe de serviço a usuários da Rede Local ITAUTEC. A implementação seria feita num microcomputador I-7000 interconectado à Rede Local de um lado e à RENPAC (Rede Nacional de Comutação por Pacotes) do outro. Para ligação à RENPAC há necessidade de implementar também o protocolo X.25, o que seria feito por uma placa alojada no mesmo micro. O micro estaria dedicado a esse serviço, ou seja, o de fornecer um serviço de transporte sobre o X.25 em uma rede pública às estações de uma rede local e por isso, passa a ser denominado Servidor RENPAC/Rede Local. Esse micro permitiria comunicação com outras redes locais semelhantes ou com computadores que implementassem o mesmo protocolo. A figura 2, fornece um exemplo desse tipo de ligação.

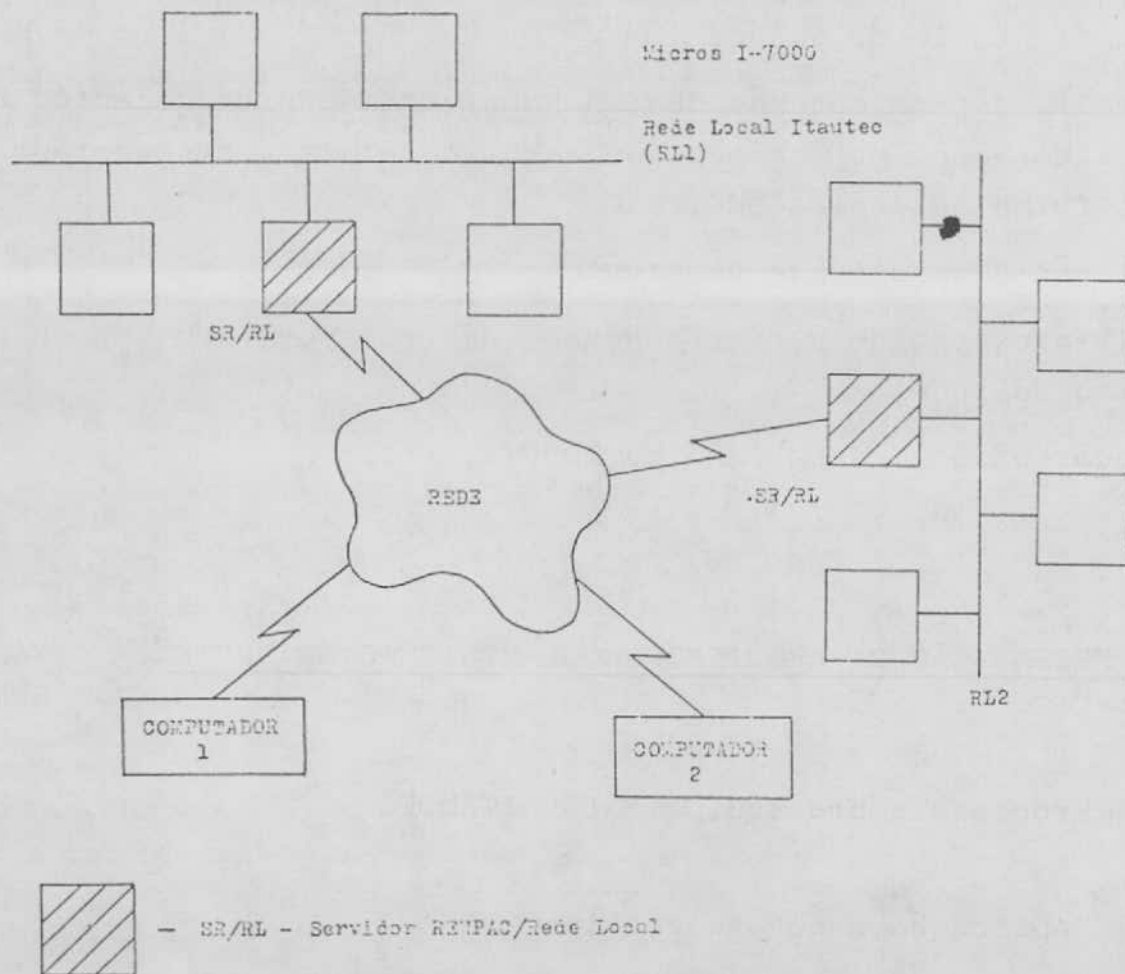


Figura 2 - Ligação entre micros de redes locais distintas, ou computadores, com protocolo de transporte classe 2, através da RENPAC.

### Descrição do ambiente

O Servidor, como colocado, seria implementado num micro computador I-7000 com a seguinte configuração:

- módulo básico (CPU, teclado, vídeo);
- dispositivo de unidade de massa (ex.: unidade de disco flexível);
- placa de expansão de interface com rede local;
- placa de expansão com X.25. (a ser implementada).

A placa de Rede Local possui processador próprio, com programa residente de comunicação com a rede. Conecta-se com o barramento do micro, comunicando-se através de interface paralela.

A placa X.25 também possui processador próprio, com programa residente para implementação de X.25. Comunica-se com o micro por interface serial assíncrona, utilizando-se de um protocolo simples do tipo ENQ-ACK para troca das NSDUs ("Network Service Data Units").

Em termos de software, o micro deveria ter:

- Sistema operacional SIM/M V.1.4;
- Módulo de interface com a rede local;
- Módulo de interface assíncrona para comunicação com a placa X.25;
- Implementação do nível de transporte classe 2 como aplicativo.

A figura 3 resume a interação entre as partes.

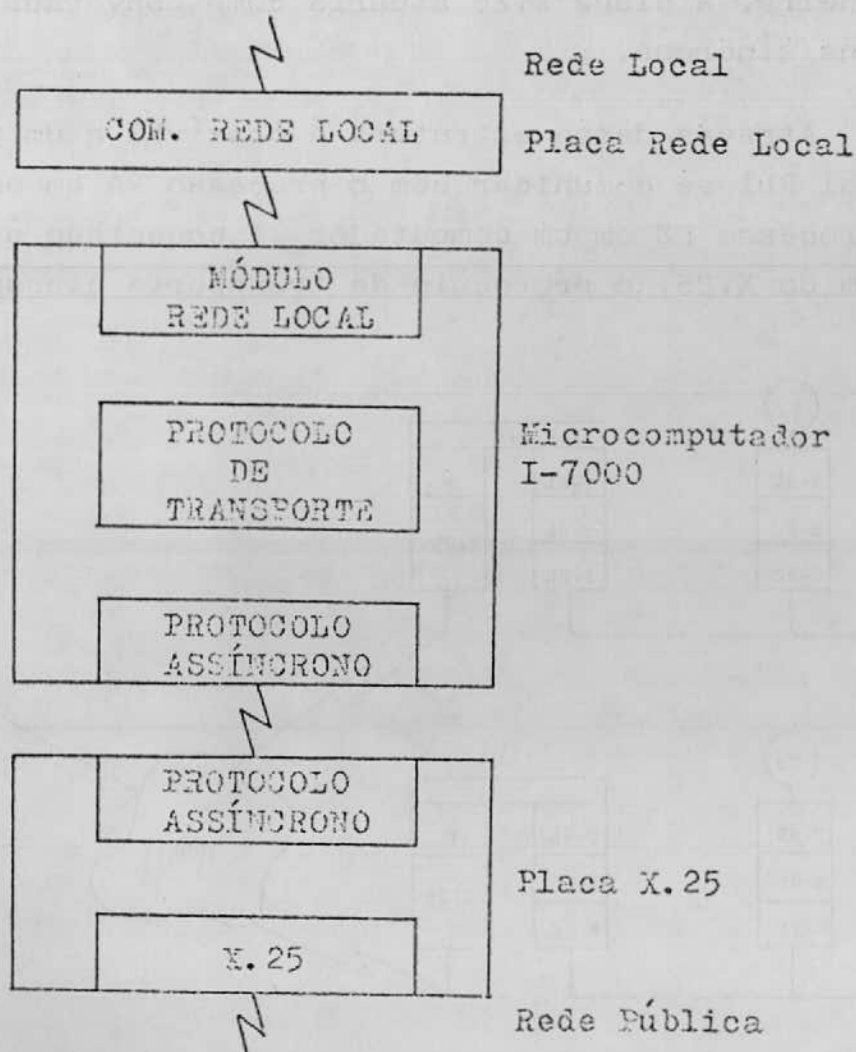


Figura 3 - Módulos que compõem o servidor RENPAC/Rede Local

## Estrutura em níveis

A figura 4 mostra a estrutura em níveis que se organiza a rede local, o servidor e um computador que queira se integrar ao sistema.

O servidor tem a função de fornecer um serviço de transporte, classe 2, aos usuários da rede local. Para isso, integra-se à rede local através dos níveis de transporte, enlace e físico (T-RL, E-RL e F-RL respectivamente).

Uma interface de software se encarregaria de converter os pedidos de comunicação que chegam pela rede local em primitivas de transporte.

A interface assíncrona tem como função apenas transportar as primitivas de rede editadas pelo nível de transporte para a placa de expansão X.25, sendo, portanto, totalmente transparente. Dessa maneira, a placa X.25 atuaria como conversor de comunicação assíncrona/síncrona.

Através dessa estrutura é possível a um processo P1 na rede local RL1 se comunicar com o processo PA em uma rede RL2 ou com um processo PZ em um computador C1 conectado à rede e que tenha, além do X.25, o protocolo de transporte classe 2 da ISO.

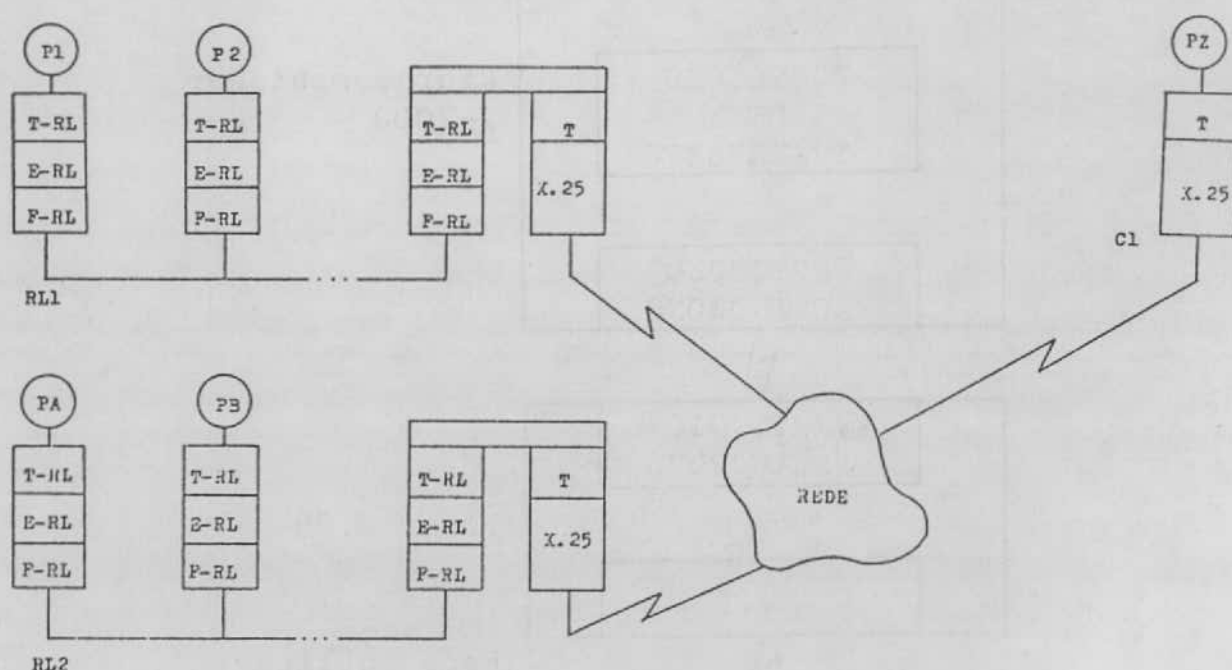


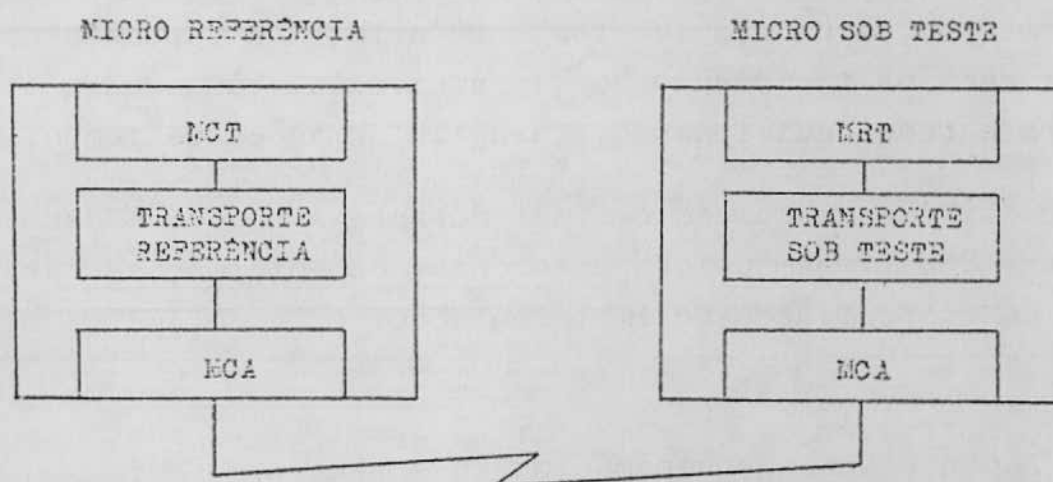
Figura 4 - Estrutura em níveis

#### 4.1.2. Esquema de Teste da Implementação do Nível de Transporte

A implementação do protocolo de transporte classe 2 da ISO no micro "servidor" requer uma fase de testes de conformidade antes de sua utilização.

O método que será utilizado para testar a implementação será a do usuário de referência.

A arquitetura é composta de um outro micro com uma implementação de referência que será conectado ao micro sob teste (figura 5).



MCA - Módulo de Comunicação Serial Assíncrona

Figura 5 - Estrutura de teste da implementação do protocolo.

O testador possui uma arquitetura interna muito semelhante ao próprio micro "servidor".

- a implementação do protocolo de transporte é uma referência, ampliado com mecanismos de geração de situações de exceções e de estatísticas;

- o módulo de comunicação com a placa de expansão para rede local é substituída por um módulo coordenador de testes (MCT);

- o módulo de comunicação com a placa que implementa o protocolo X.25 é substituído por um módulo que implementa uma emulação dos serviços de rede, e que se comunica diretamente com o micro "servidor".

No micro "servidor" é criado um ambiente de teste através da substituição dos módulos de comunicação com as redes local



e pública.

- o módulo de comunicação com a placa de rede local é substituído por um de resposta aos testes (MRT);

- o módulo de comunicação com a placa X.25 é substituída pelo módulo que emula os serviços de rede e que se comunica com o micro testador.

### Arquivos de LOG

O micro testador possui também um sistema de estatística que armazena em um arquivo todas as primitivas de serviço que entram e saem da implementação de referência, tanto para o MCT quanto para a rede, adicionando a elas informações de tempo.

Esses arquivos criados durante a execução das sequências de teste constituem um conjunto chave de informações para a análise final de conformidade de implementação.

## 4.2 Proposta sobre equipamento SID

### 4.2.1. O sistema SID-3515

O sistema SID 3515 é um microcomputador multi-usuário que comporta até 5 usuários. Funcionalmente, cada usuário se encontra conectado a um processador do sistema, utilizando recursos compartilhados (discos "winchester", disquetes e impressoras).

Do ponto de vista de "hardware", é composto por:

- Placas processadoras - até um máximo de 5, cada uma contendo um processador INTEL-8085, alguns periféricos de interface com vídeo, impressora, disquetes e memória compartilhada.
- Placa arbitadora - contendo 256Kb de memória utilizada de modo compartilhado pelos processadores, através de segmentos de 16Kb.
- Placa controladora de "winchester" - possui "hardware" apropriado para interface física com discos "winchester" de alta capacidade e interface de comunicação com as placas processadoras.

Do ponto de vista de software, o sistema operacional utilizado é o SINIX, um sistema compatível a nível de aplicação com a interface CP/M e internamente organizado com base no sistema de arquivos do UNIX. Além disso, é constituído de um núcleo de sistema capaz de implementar estruturas de semáforos e primitivas de exclusão de recursos compartilhados (primitivas P e V de Dijkstra). Todas as estruturas de controle de compartilhamento de recursos é implementada via memória de arbitrador, incluindo os semáforos e informações de sistema.

O sistema contém recursos especiais de comunicação com entidades externas, quer sejam terminais ou computadores de grande porte. Com isso, criam-se os conceitos:

- PA - (Processador de aplicação) - processador na sua configuração primitiva como descrito anteriormente;
- PC - (Processador de Comunicação) - processador que possui seu contexto CP/M destruído dando lugar a um "software" núcleo para comunicação que redefine as interfaces de vídeo e impressora e não utiliza os dispositivos de armazenamento secundário. Além disso torna residente o protocolo a ser utilizado.

#### 4.2.2. Arquitetura do sistema de teste

Nosso objetivo primordial é o de mostrar a viabilidade de transformação do sistema 5 em uma máquina capaz de realizar testes de protocolos arquitetados de modo compatível com o modelo OSI-ISO.

O testador de protocolos proposto se constitui dos seguintes componentes:

- Um PA cuja função primordial é a de realizar a monitoração de dados de protocolo que trafegam no sistema. Na fase de inicialização é de sua responsabilidade configurar os processadores e critérios de monitoração;
- Um a quatro PC's com a função básica de implementar a comutação de dados no sistema;
- Estrutura de compartilhamento em arbitrador para troca de sinais e mapeamento de configuração. Dessa forma, o sistema de monito-

ração se constituirá também num sistema de comutação de dados que será bastante útil em aplicações a serem apresentadas nas próximas seções. A figura 6 evidencia o inter-relacionamento entre os componentes descritos.

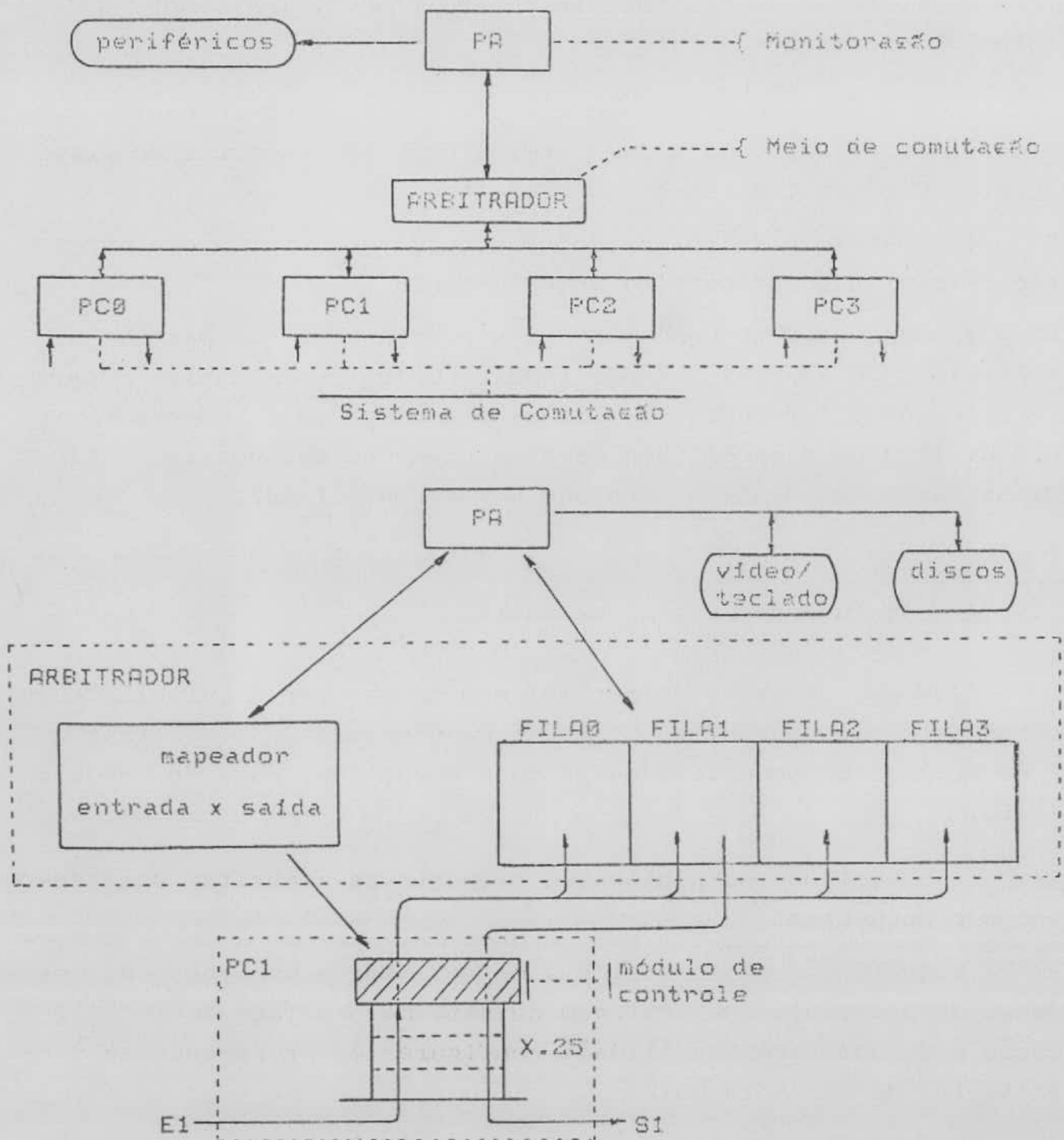


Figura 6 - Inter-relacionamento dos componentes do testador

Cada PC apresenta um protocolo X.25 conectado a um módulo de controle. Do ponto de vista de recepção de dados, cabe a esse módulo de controle as seguintes tarefas:

- a) Receber dados de protocolos do nível de rede através da emulação das funções de interface entre os dois níveis.
- b) Os dados recebidos serão decodificados com vistas a verificação do endereço de destino dos dados.
- c) Com o endereço de destino dos dados, o mapeador entrada x saída existente no arbitrador contém a indicação do número do PC que fará a transmissão dos dados (PC-destino).
- d) O número do PC-destino indicará o número da fila onde o buffer de dados será inserido com exclusividade de acesso.

Do ponto de vista de saída, cabe ao módulo de controle:

- a) Retirar o próximo "buffer" da sua fila.
- b) Transmitir o "buffer" de dados, através da ativação da função de rede adequada.

Assim sendo, são atribuições do módulo de controle:

- a) Implementar as primitivas de interface com o nível de rede: no sentido X.25 - módulo de controle - deve emular primitivas do nível de transporte; no sentido módulo de controle - X.25 - deve realizar ativação das primitivas de rede para transferência de dados.
- b) Realizar consulta ao mapeador entrada x saída com vistas a identificar o destino a ser dado (PC-destino) para um "buffer" recebido.
- c) Realizar acessos exclusivos as filas, inserindo "buffers" recebidos nas filas dos respectivos PC's-destino.
- d) Realizar varredura na sua fila com vistas a consumir "buffers" que serão enviados ao seu canal de saída.

No aspecto de monitoração de dados, a tarefa é realizada pelo PA, cuja função é a de:

- a) Realizar amostragem das filas de interesse, gravando os "buffers" de dados de protocolo em disco (arquivo de LOG dos dados de protocolo ordenados segundo a ordem cronológica de chegada ao

comutador).

- b) Habilitar consumo de "buffers" das filas após sua amostragem controlando assim o fluxo de transferência de dados.
- c) Influir no sistema de acordo com requisições do usuário no instante da configuração (Ex.: atrasos na habilitação de consumo de "buffers", geração de erros, etc.).

#### 4.2.3 Aplicações -

##### - Monitoração simples

A primeira e mais simples aplicação do sistema proposto se constitui de um monitorador que se interpõe entre dois sistemas de comunicação (vide figura 7).

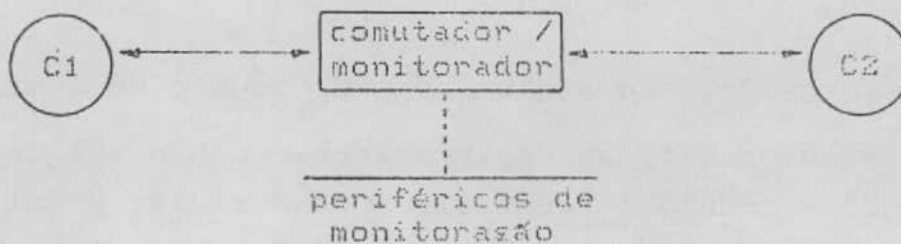


Figura 7 - Comutador simples

Interposto entre dois sistemas de comunicação, o monitorador será capaz de colher informações trocadas entre C1 e C2, as quais devidamente processadas permitirão análise de características de desempenho dos protocolos de transporte devidamente isolados. Essa configuração permite, também, a monitoração de uma sequência de testes de protocolos de transporte. Suponha, por exemplo, que C1 possui um protocolo de transporte de referência e que C2 possui um protocolo de transporte em teste de implementação; no caso de C1 realizar uma sequência de testes do protocolo em C2, todas as informações de transporte trocadas entre os dois sistemas serão monitoradas e gravadas em disco do monitorador, podendo



posteriormente ser processadas em casos de necessidade de depuração mais detalhada dos dados.

#### - Comutação com monitoração

Na configuração de comutador com monitoração, o sistema proposto irá interligar até 4 sistemas de comunicação de modo a simular uma pequena sub-rede, monitorando trocas de informações entre todos os sistemas que por ele se interconectam (vide figura 8).

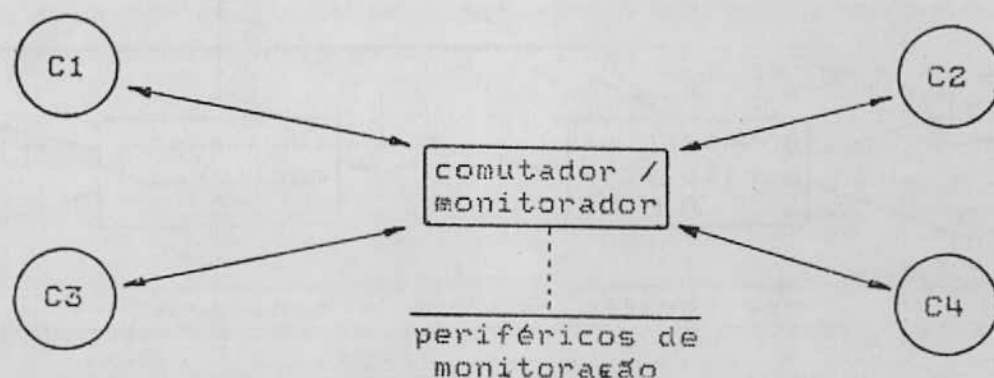


Figura 8 - Comutação com monitoração

Neste caso, o comutador tem a capacidade de monitorar desempenho em nível mais elevado que a configuração do monitorador simples, ou seja, esta configuração permitirá analisar implementações de protocolos em simulações mais próximas do ambiente real de atividades destes. A análise dos dados colhidos durante a monitoração permitirá verificar testes no mecanismo de endereçamento do protocolo, além de permitir medidas de desempenho globais, com simulação de atrasos de algumas comunicações verificando o comportamento global dos protocolos ante esse evento.

#### - Simulação de Sub-rede

Nesta configuração, implementa-se uma simulação de sub-rede de modo algumas vezes mais complexo que nos casos citados anteriormente, onde alguns comutadores são interligados segundo uma configuração conveniente, construindo-se assim uma sub-rede bastante simplificada, capaz de criar um ambiente de simulação bas-

tante interessante para verificação de desempenho de protocolos. A figura 9 ilustra a configuração descrita.

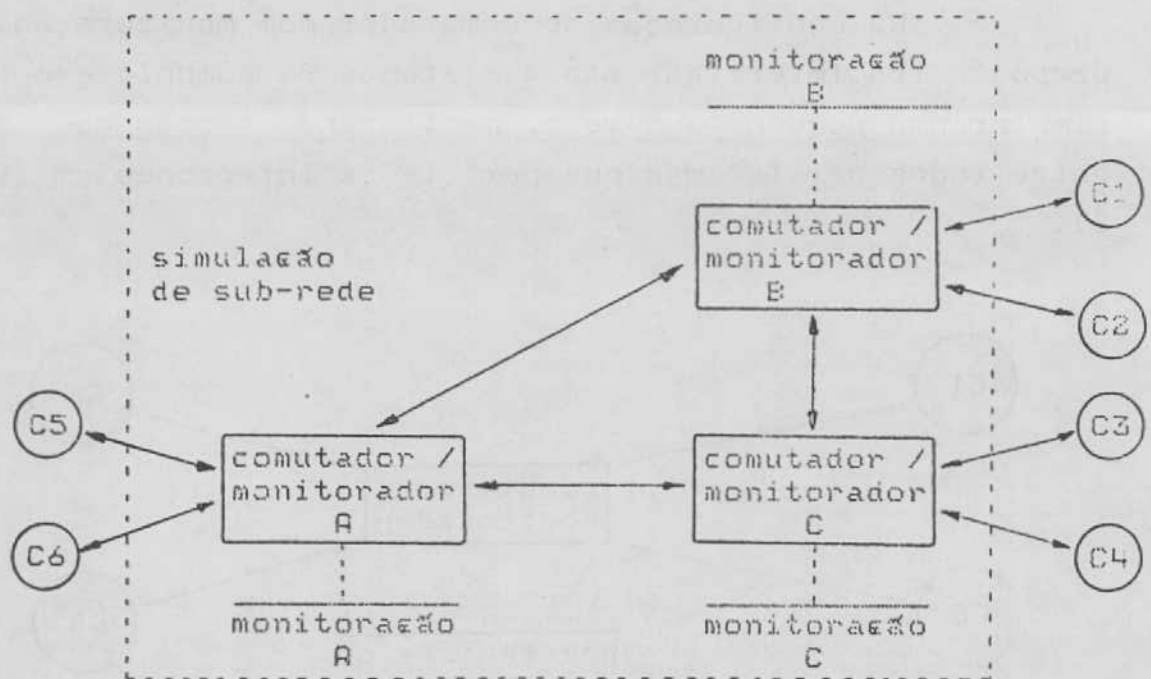


Figura 9 - Simulação de sub-rede

Nessa situação, tem-se a possibilidade de haver monitoração de eventos em cada um dos comutadores com a capacidade de habilitar a construção de situações bastante particularizadas a serem testadas nos protocolos de transporte. Como eventos importantes que poderiam ser observados pode-se citar particularmente a capacidade de simulação de atraso de trânsito em redes, bem como simulação de condições de duplicação de mensagens.

A título de observação final, cabe salientar que a flexibilidade do sistema proposto está no fato de que todas as simulações a serem realizadas dependem basicamente da atuação do PA numa política de habilitação do consumo de "buffers". Além disso, uma restrição a ser feita é a de que, na grande maioria dos casos, o PA não é capaz de realizar análise dos dados monitorados "on-line", uma vez que, para isso, dispenderia um tempo que poderia interferir no desempenho da comutação.

#### 4.2.4. Configuração especial para teste de protocolos

Uma generalização da arquitetura proposta consiste em estender os mecanismos de comutação com vistas a torná-lo capaz de se constituir num testador de implementações de protocolos de transporte. Essa configuração, ilustrada na figura 10, consiste de realizar uma comutação entre um PA e um PC devidamente configurados de forma que esse conjunto se torne um testador simples de protocolos de transporte remotos.

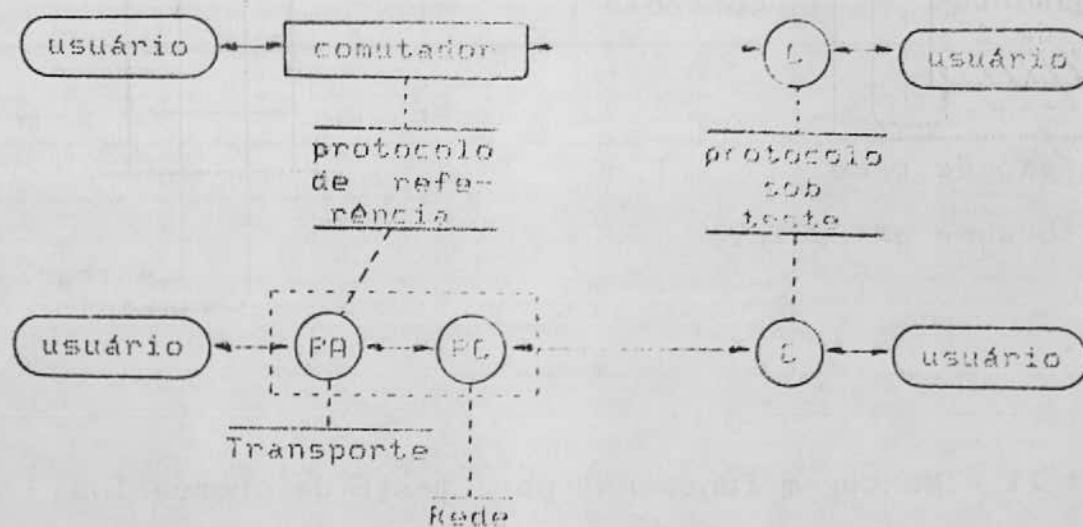


Figura 10 - Extensão do monitorador para teste de protocolos

A implementação desse testador consiste em incorporar um protocolo de transporte de referência no monitorador de forma que este consiga se comunicar com um protocolo de transporte em teste.

Para que essa proposta se torne viável, faz-se necessária uma pequena extensão a configuração estabelecida nas seções anteriores. A figura 11 ilustra a nova montagem funcional dos componentes e das estruturas visando essa aplicação.

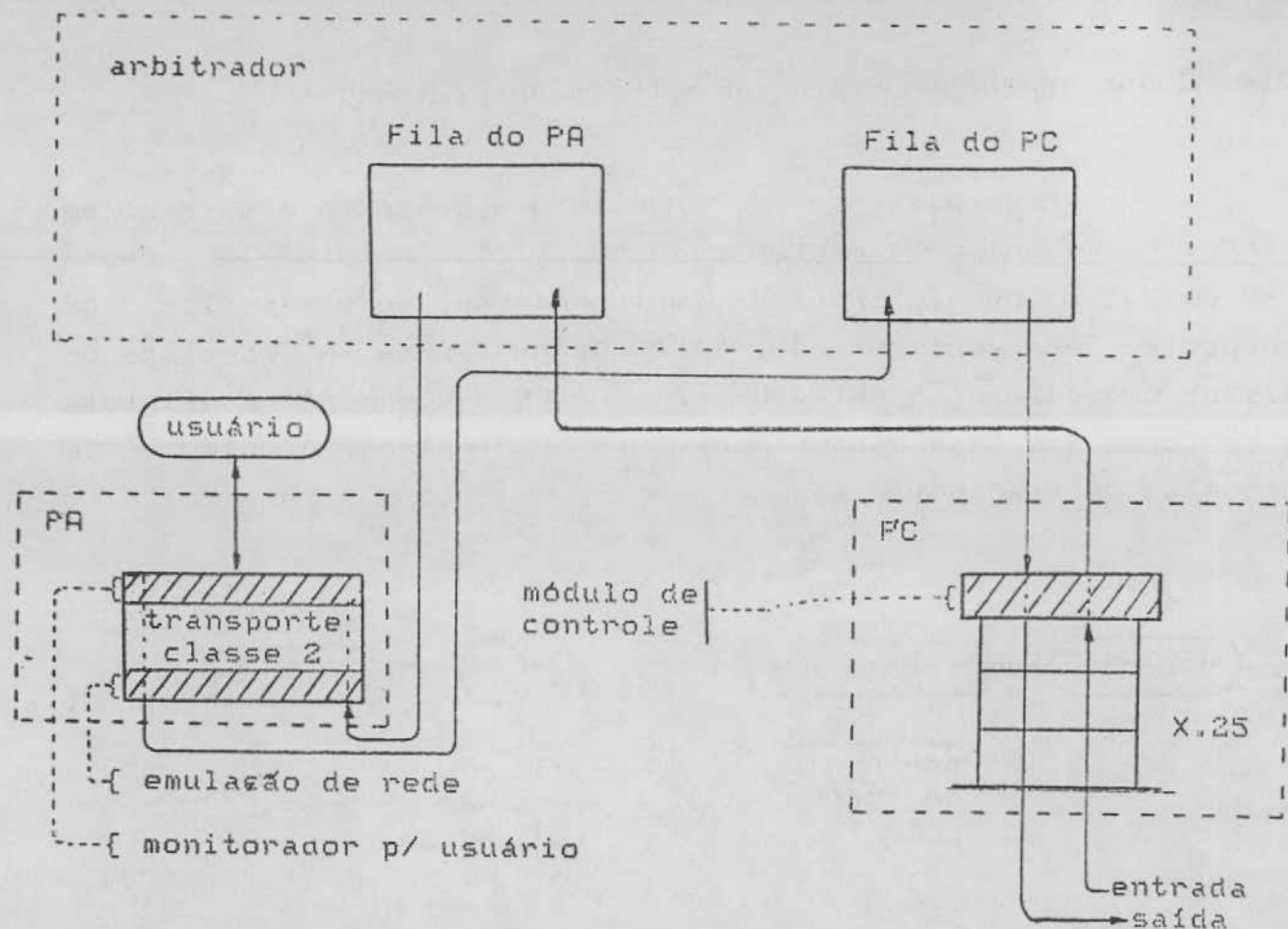


Figura 11 - Montagem funcional para teste de protocolos

A configuração do PC é exatamente a mesma citada para o comutador, sendo que a única novidade consiste na comunicação PA ↔ PC e na arquitetura de software do PA. O mapeador entrada x saída é consultado apenas pelo módulo de controle do PC e se reduz a uma comutação toda direcionada a uma fila onde o consumidor é o PA.

Quanto ao PA, sua configuração de "software" se constitui do protocolo de transporte de referência "enxertado" entre dois módulos (um inferior e um superior).

O módulo inferior emula os serviços de rede oferecidos ao protocolo de transporte e envia os dados fornecidos para a fila do PC.

O módulo superior consiste de um programa a nível de utilitário que tem interface com o protocolo de transporte de forma a solicitar e receber serviços deste e, ao mesmo tempo, reali-

za interface com o usuário oferecendo "trace" de cada teste efetuado.

A filosofia básica da configuração é conseguir que, através de um esforço cooperativo de dois processadores, os níveis de transporte e rede se concatenem com o objetivo de habilitar o sistema como um todo a testar implementações de protocolos de transporte em sistemas remotos.

### CONCLUSÕES

Foram apresentadas várias técnicas de testes de comportamento para protocolos de redes de computadores, como também duas propostas de projeto de testadores de protocolo de transporte da ISO - Classe 2.

Considera-se este trabalho uma abordagem do tema de teste de comportamento, o início de uma pesquisa mais aprofundada, seguida de implementação dos projetos de testadores e de efetivação dos testes propostos.

Observa-se a tendência de proliferação de sistemas de teste elaborados por várias organizações separadamente, fato que pode conduzir a uma situação na qual há possibilidade de se chegar a conclusões diferentes sobre a mesma implementação [RAYN83].

Conseqüentemente, há necessidade de elaboração de uma padronização de testes de comportamento, elaborada por uma organização internacional de padronização.



## BIBLIOGRAFIA

- [CELL84] - Cellary, W., Stroinski, M., Analysis of Methods of Computer Network Performance Measurement, in: Rudian, H., Bux, W. (ed) Performance of Computer Communication System (North-Holland, IFIP, 1984) p. 465-480.
- [SAR82] - Sarikawa, Behcet e Bochmann, Gregor V., "Some Experience with Test Sequence Generation for Protocols" Protocol Specification, Testing and Verification - p. 555-567 - IFIP - WG 6.1 - 1982.
- [RAYN82] - Rayner, D. - "A system for testing Protocol Implementations" in: Protocol Specification, Testing and Verification, C. Sunshine (ed.), pags. 539-554, North-Holland Publishing Company, IFIP, 1982.
- [DAM82] - Damidau, J. e Ansart, J.P. "CERBERE - A tool for Testing High-Level Protocols" Protocol Specification, Testing and Verification - p. 529-537 - IFIP - WG 6.1 - 1982.
- [TR.ISO] - International Organization for Standardization. Connection orientede transport protocol specification. ISO/TC97/SC 10 - DIS 8073. set. 83
- [RAYN83] - Rayner, D. - "Towards an objective understanding of Conformance" Proceedings of the IFIP WG 6.1 - Third International Workshop on Protocol Specification, Testing and Verification, Switzerland, May 1983.