

M.F. VIEIRA*, J.N. CHAME**, A.M. MOREIRA***, L.F.G. SOARES****

SUMÁRIO

Ligações multiponto em uma rede local em barra comum apresentam algumas características especiais. A atenuação introduzida pelo meio de transmissão e as reflexões geradas nas ligações a este são fatores que podem impor limites ao tamanho da rede, em termos de comprimento máximo e número máximo de estações, e à taxa máxima de transmissão. Este artigo faz uma breve análise dos vários tipos de transceptores para redes locais em barra comum (CSMA-CD e "token bus") para depois descrever o transceptor da rede local REDPUC. São apresentados então os acréscimos que este deve sofrer para sua utilização em uma rede com protocolo CSMA-CD. Ao final uma versão simplificada e de baixo custo de um transceptor é apresentada.

ABSTRACT

Multipoint connections on a global bus local area network show some unique characteristics. The attenuation introduced by the means of transmission and the reflections generated by the connections are points that may restrict the maximum transmission rate and the size of the network, in respect to the maximum length and the maximum number of station. For the CSMA-CD and Token Passing global bus local networks, this paper gives a brief analysis of some types of transceivers. The REDPUC local network's transceiver is fully described. Also, the additional features necessary to use this transceiver with a CSMA-CD network are presented. Finally, a low cost and simplified version of the transceiver is derived.

*Engenheiro Eletricista(FEJ/UDESC,1980),mestrando em Sistemas de Comp.; redes de computadores,sistemas para transmissão de voz.

**Engenheira Eletricista(PUC/RJ,1984), mestranda em Sist.de Comp; redes de computadores, teleprocessamento.

***Engenharia Eletricista(PUC/RJ,1984) redes de Comput.,Teleproc.

****Doutor em Informática (PUC/RJ, 1983), Engenheiro Eletricista (PUC/RJ, 1976); redes de computadores, modelos para especificação e validação de protocolos, modelos para análise de desempenho, sistemas para transmissão de voz.

Pontifícia Universidade Católica do RJ, Deptº de Engenharia Elétrica
Rua Marques de São Vicente 225, 22453 - RJ - Tel: 274-9922 - R/334.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de redes locais veio a possibilitar a construção de máquinas de arquitetura distribuída, trazendo como consequência melhor desempenho do sistema, e a viabilizar o compartilhamento de recursos (discos de grande capacidade, impressoras rápidas, banco de dados, etc).

Redes locais se constituem em um conjunto de estações interligadas por um sistema de comunicação. A forma com que as diversas estações são interconectadas é definida pelo arranjo topológico da rede. Entre as topologias mais usuais se encontram as em estrela, em anel e em barra comum [1].

Nas redes com topologia em estrela ou anel as ligações são feitas ponto a ponto enquanto que nas redes em barra comum as ligações são multiponto. As ligações multiponto apresentam algumas características especiais, devido ao fato de que todas as estações (nós) são ligadas a um único meio de transmissão.

A atenuação introduzida pelo meio de transmissão e as reflexões geradas nas ligações a este são fatores que podem impor limites ao tamanho da rede, em termos de comprimento máximo e número máximo de estações.

Em redes de médio custo/médio desempenho e alto custo/alto desempenho o meio de transmissão tipicamente utilizado é o cabo coaxial. Ligações no cabo coaxial geram descontinuidade de impedância, causando reflexões, devido à impedância não infinita apresentada pelo conector (transceptor). Assim, o transceptor deve apresentar uma alta impedância (idealmente impedância infinita) para o cabo coaxial, de forma que a sua ligação a este altere o mínimo possível as características de transmissão. Além disso, a disposição das conexões deve ser controlada de forma que as reflexões não se somem em fase a um valor significativo.

Um outro problema, a inserção ou a retirada de uma estação da rede, pode implicar na necessidade de parada total do sistema, em função da forma, de acoplamento do transceptor com o cabo, utilizada. A escolha para a realização do acoplamento deve ser feita tendo-se em vista as aplicações e necessidades da rede, a simplicidade desejada e o custo.

Este artigo descreve as características de transceptores para redes locais em barra comum, que utilizam como meio de comunicação o cabo coaxial.

Na seção 2 são descritos os tipos de transceptores para redes locais em barra comum e as principais diferenças entre os transceptores utilizados em redes com protocolo CSMA/CD e passagem de permissão.

Na seção 3 é feita uma descrição em blocos de um transceptor para uma rede local em barra comum com protocolo de acesso por passagem de permissão.

Na seção 4 são apresentados os acréscimos necessários ao transceptor descrito na seção anterior a fim de adaptá-lo a uma rede em barra comum com protocolo de acesso CSMA/CD.

Na última seção são apresentadas as conclusões e é proposta uma versão simplificada e de baixo custo para um transceptor a ser utilizado em redes com protocolo de acesso por passagem de permissão.

2. TRANSCÉPTORES PARA REDES LOCAIS EM BARRA COMUM

O transceptor é o responsável pela ligação das estações ao meio de comunicação, e tem como função básica transmitir e receber sinais através deste meio.

Os transceptores podem estar localizados junto as estações ou não, e ambas as configurações apresentam vantagens e desvantagens.

A localização do transceptor fora da estação traz como principal vantagem uma flexibilidade maior para o sistema. As estações podem se situar afastadas do meio de comunicação, estando ligadas ao transceptor por uma linha de comunicação (por exemplo um par trançado). Assim, dentro de limites estabelecidos pelas características do meio de transmissão entre o transceptor e a estação, (como atenuação, por exemplo) esta pode estar localizada em qualquer ponto conveniente, distante da barra comum.

É recomendado que neste tipo de configuração o sinal seja enviado diferencialmente entre o transceptor e a estação, de forma a diminuir o ruído de modo comum. É usual a utilização de par trançado para a ligação ponto a ponto entre as estações da rede e o transceptor, uma vez que este meio de transmissão possui boa imunidade a ruído, uma ligação simples, além de ser o meio de transmissão de menor custo por unidade de comprimento.

A localização do transceptor junto a estação traz algumas simplificações. Além da eliminação da necessidade de um meio de transmissão entre a estação e o transceptor, este pode ser implementado de forma mais simples (por exemplo, um possível circuito de detecção de colisão não necessita enviar um sinal diferencialmente para a estação para garantir imunidade a ruído, podendo portanto ser menos complexo). Por outro lado a estação tem que estar localizada o mais próximo possível do meio de transmissão, para evitar problemas de reflexão e atenuação do sinal. Assim a simplicidade

dade e o menor custo desta configuração implicam em menor flexibilidade para o sistema, em relação à configuração anterior.

Para estas duas configurações a conexão do transceptor ao meio(cabo coaxial) pode ser realizada de mais de uma maneira.

Uma forma de conexão com o cabo coaxial é a utilização de conectores tipo T. Este tipo de ligação apresenta a desvantagem da necessidade de interrupção do funcionamento da rede para cada inserção de uma estação. Em compensação os conectores em T são facilmente encontrados e seu custo é relativamente baixo.

Uma alternativa que permite a inserção ou a retirada de uma estação na rede sem a necessidade de interromper o funcionamento do sistema é a utilização de um conector por pressão ("pressure tap"). Com este conector o acoplamento com o cabo coaxial é feito por meio de um "probe". Este "probe" consiste de uma "agulha" metálica que é inserida no cabo coaxial fazendo contato somente com o seu condutor central. Para impedir que a malha externa entre em contato com a "agulha", esta é revestida com material isolante, com exceção de suas extremidades.

Este método de conexão apresenta ainda a vantagem de realizar o acoplamento com um mínimo de descontinuidade de impedância no cabo, o que se torna tão mais necessário quanto maior for a taxa de transmissão utilizada.

Além das funções (de isolamento, impedância infinita, retirada/inserção fácil, etc) já mencionadas, os transceptores possuem outras funções que vão depender do protocolo de acesso à barra da rede, como a função especial de detecção de colisão.

Em redes em barra comum com acesso por passagem de permissão, a probabilidade de ocorrerem colisões é muito pequena. Assim alguns protocolos podem optar por tratar colisões como erros a serem detectados por um campo do CRC (código cíclico de redundância), como é o caso do protocolo utilizado pela REDPUC [2]. Isto torna o transceptor mais simples, uma vez que ele não precisa realizar a detecção de colisão.

Já em outras redes em barra comum, como por exemplo as que utilizam protocolo de acesso CSMA/CD, existe a necessidade da detecção de colisão, e o transceptor vai ter também esta função. Isto vai implicar na utilização nestas redes de um transceptor mais complexo e consequentemente de maior custo.

Detalhes sobre esta função de detecção de colisão do transceptor são apresentados na seção 4, onde se descrevem os acréscimos necessários pa-

3. TRASCEPTOR PARA UMA REDE LOCAL EM BARRA COMUM COM ACESSO POR PASSAGEM DE PERMISSÃO

O diagrama em grandes blocos do transceptor para REDPUC [4] é apresentado na Fig. 1. Os níveis dos sinais tanto no cabo coaxial quanto no cabo do transceptor seguem as especificações ETHERNET [3].

O bloco de recepção tem como função básica captar o sinal no meio de transmissão e convertê-lo para os níveis de sinal necessários à sua aplicação no par trançado.

O bloco de transmissão é responsável pela conversão do sinal que chega pelo par trançado para os níveis de corrente exigidos à sua aplicação no cabo coaxial.

A utilização de um conversor DC/DC com transformador é necessária devido a necessidade de isolamento DC entre o terra do transceptor e o terra das estações, para evitar que as mesmas fiquem com os terras interligados através da malha externa do cabo coaxial [5].

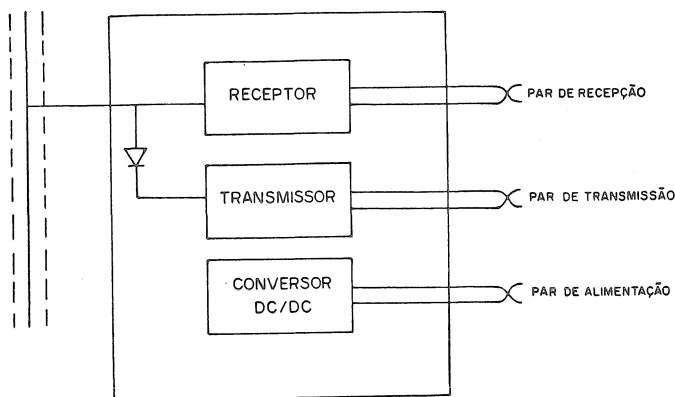


Fig. 1. Diagrama em Blocos do Transceptor REDPUC

Um par trançado é utilizado para a alimentação do transceptor, sendo esta enviada pela estação.

Na Fig. 2 é apresentado o diagrama em blocos do receptor. O estágio de entrada deve possuir alta impedância, de modo a garantir que o acréscimo de uma estação ao cabo coaxial não crie uma descontinuidade na sua impedância característica, evitando-se assim problemas de reflexão no cabo

coaxial.

O estágio conversor diferencial, configurado como "schmitt trigger", consiste de um receptor de linha ECL com saída diferencial e tem como função restaurar o sinal recebido do cabo e convertê-lo para diferencial.

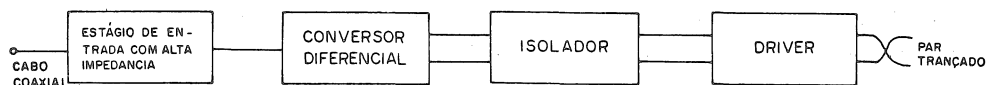


Fig. 2. Diagramas em Blocos do Receptor

Além do isolamento entre o terra do transceptor e o terra da estação também é necessário fazer um isolamento entre os sinais. As técnicas mais utilizadas são: isolamento a transformador e isolamento ótica. Transformadores de pulso possuem baixa impedância para sinais e alta impedância de modo comum para isolamento. Além disto, a sua implementação é relativamente barata. Isoladores óticos ainda não são muito utilizados devido ao custo e a pouca disponibilidade destes componentes para frequências de operação altas. O acoplamento capacitivo é uma técnica de isolamento mais barata que as duas anteriores, porém possui uma baixa rejeição de modo comum.

Após passar pelo bloco isolador o sinal vindo do cabo passa pelo driver, sendo então aplicado no par trançado nos níveis adequados. A implementação do driver pode ser feita utilizando-se um receptor de linha ECL. A utilização de lógica ECL deve-se à capacidade destes circuitos excitarem linhas de transmissão. O uso de linhas de transmissão permite manter a integridade do sinal sobre distâncias longas, possibilitando assim manter o transceptor distante da estação.

Na Fig. 3 é apresentado o diagrama em blocos do transmissor, o qual é composto por quatro blocos.

- (1) O receptor de linha tem como função receber o sinal enviado pela estação através do par trançado e restaurá-lo, compensando assim a atenuação sofrida pelo sinal entre a estação e o transceptor. Um receptor de linha ECL com casamento de impedância na entrada pode ser utilizado para realizar esta função.

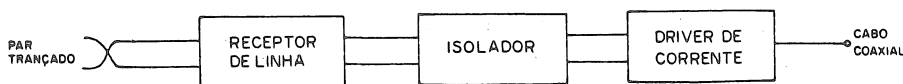


Fig. 3. Diagrama em Blocos do Transmissor

- (2) Transformador de pulso cuja função é isolar os sinais entre o cabo coaxial e a estação, de forma idêntica ao do circuito receptor.
- (3) O driver de corrente tem como função básica converter o sinal diferencial aplicado na sua entrada, para os níveis de corrente necessários a satisfazer as especificações de sinal no cabo coaxial. Com o objetivo de facilitar a explicação do funcionamento da implementação utilizada no transceptor da REDPUC, o mesmo será decomposto em quatro blocos: controle de chaveamento, conversor tensão-corrente, temporizador de transmissão e filtro de saída.

As fontes de corrente I_1 e I_2 são responsáveis pela geração do nível de corrente necessários no cabo coaxial. A posição das chaves CH1 e CH2 é comandada pelo controle de chaveamento, sendo dependente da polaridade do sinal aplicado na entrada do driver. Com as chaves nas posições indicadas na Fig. 4, a corrente no cabo coaxial é igual a I_2 , fornecendo um nível de tensão de aproximadamente $-0,2V |3|$. Com as chaves em posições invertidas, a corrente no cabo coaxial é igual a $I_1 + I_2$, fornecendo um nível de tensão no cabo de $-1,8V$ aproximadamente.

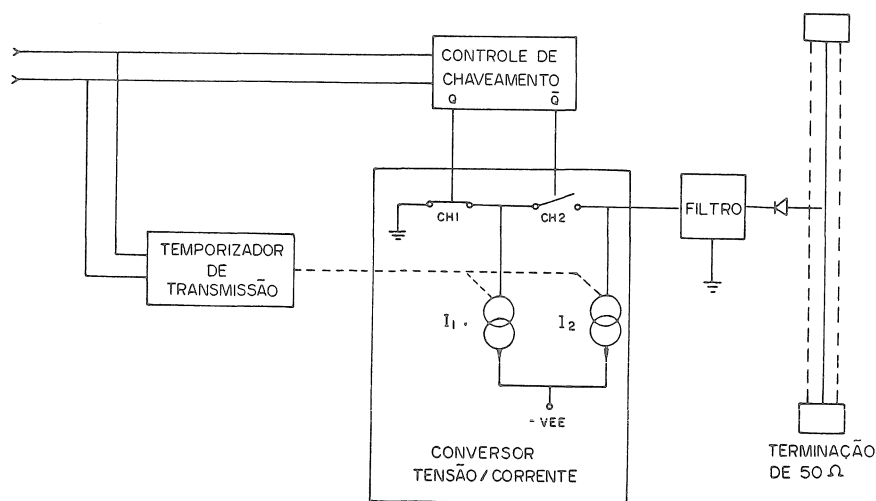


Fig. 4. Diagrama em Blocos do Driver de Corrente

O circuito de controle de chaveamento garante que a chave CH1 esteja fechada e CH2 aberta quando o transceptor é ligado, enquanto que o temporizador de transmissão mantém as fontes de corrente desligadas. Quando um sinal diferencial é aplicado na entrada deste estágio, o temporizador de transmissão é disparado ligando as fontes de corrente I_1 e I_2 durante um

tempo pré-estabelecido, enquanto que as chaves eletrônicas CH1 e CH2 ligam e desligam de acordo com a polaridade do sinal na entrada do estágio.

O temporizador tem como função permitir que a barra seja liberada após um determinado tempo, no caso de uma estação com defeito continuar transmitindo após ser esgotado o seu tempo de transmissão. Este tempo é igual ao tempo necessário para enviar um pacote acrescido de uma tolerância.

Quando uma transmissão é finalizada o controle de chaveamento garante que CH1 e CH2 retornem as condições iniciais; simultaneamente o temporizador de transmissão desliga as fontes de corrente I_1 e I_2 .

(4) O filtro de saída tem como função reduzir as componentes de alta frequência adequando os tempos de subida e de descida (conforme a especificação ETHERNET de $25\text{ns} \pm 5\text{ns}$).

A conexão do transceptor ao cabo coaxial deve perturbar o mínimo possível as características da linha de transmissão. O diodo ligado entre o transceptor e o cabo coaxial tem como função reduzir a capacitância paralela de conexão. O transceptor deve ficar localizado o mais próximo possível do cabo coaxial. Conexões com comprimento maior que 3cm entre o cabo e a entrada do transceptor não são aceitáveis.

4. TRANSCCEPTOR PARA REDES EM BARRA COMUM QUE UTILIZAM PROTOCOLO CSMA/CD.

Adicionando-se mais algumas funções ao transceptor REDPUC visto na seção anterior, o mesmo pode ser utilizado em redes onde é necessário detectar colisão. Na Fig. 5 é apresentado o diagrama em blocos desta implementação.

Este transceptor realiza funções idênticas as daquele apresentado anteriormente. Para realizar as funções adicionais necessárias foram acrescentados os circuitos detector de colisão e temporizador de colisão, este último encontrando-se junto com o bloco de transmissão. Ao ser detectada colisão pelos circuitos responsáveis por esta tarefa, a estação é avisada através de uma sinalização enviada pelo transceptor através do par de colisão.

O temporizador de colisão garante que, quando ocorrer colisão de sinais no cabo coaxial, o transmissor seja desconectado do cabo somente após todas as outras estações terem detectado a mesma.

A detecção de colisão é feita por um circuito que verifica se o nível DC do sinal recebido é correspondente a níveis de transmissão sem colisão; em caso contrário, envia uma onda quadrada para a estação, avisando sua ocorrência. O bloco detector de colisão é composto de:

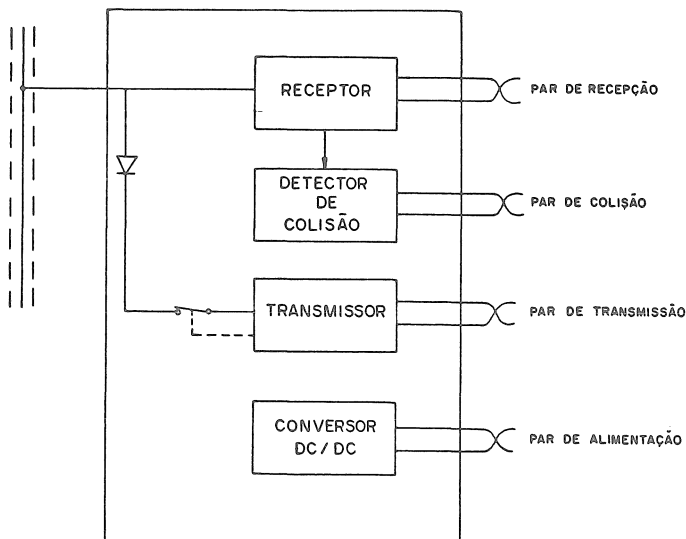


Fig. 5. Transceptor para Redes com Protocolo CSMA/CD

- (1) Um bloco comparador que detecta a presença de colisão no cabo coaxial.
- (2) Um bloco gerador de onda quadrada com saída diferencial que oscila em 10MHz (por exemplo) enquanto persistir a colisão.
- (3) Um transformador de pulso para isolamento dos sinais entre o transceptor e a estação.
- (4) Um driver ECL que manda o sinal para a estação através do par trançado.

O temporizador de colisão tem como função desconectar o transmissor do cabo coaxial no caso de ocorrer colisão, após decorrido um determinado tempo. Este tempo deve ser suficiente de modo a garantir que mesmo a estação mais distante consiga detectar que ocorreu colisão. O circuito temporizador compara o nível dc no cabo coaxial com um valor de referência. No caso de ausência de colisão o nível dc no cabo, menor que o valor de referência, é constante devido as características da codificação manchester. Quando ocorre colisão o nível dc no cabo é alterado ultrapassando o valor de referência, condição esta que faz com que o transmissor seja desligado do cabo.

5. CONCLUSÕES

Uma versão simplificada de um transceptor para fins experimentais ou nos

quais as estações estejam de preferência em um mesmo ambiente é apresentada na Fig. 6.

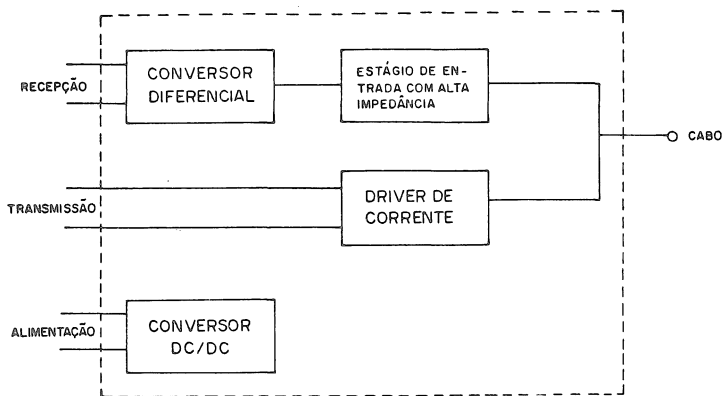


Fig. 6. Versão Simplificada para o Transformador

Os custos de conexão do transceptor com a estação podem ser eliminados colocando-se o transceptor dentro da própria estação. Com isto torna-se desnecessário o uso de conectores tanto do lado da estação quanto do lado do transceptor, assim como os pares trançados de recepção, transmissão e alimentação.

Os dois blocos do receptor, o estágio de entrada com alta impedância e o conversor diferencial possuem funções idênticas às apresentadas nas seções anteriores. Para a utilização deste transceptor é assumido que:

- (1) A detecção de colisão é feita pela estação, como por exemplo erro de CRC, ou ainda, a estação comparar os dados no cabo coaxial com aqueles que está transmitindo. A discordância nesta comparação indicaria colisão.
- (2) A temporização de transmissão é feita somente na estação simplificando consideravelmente os circuitos do driver de corrente.

O circuito de temporização de colisão pode ou não ser acrescentado ao transceptor dependendo da implementação da estação utilizada assim como do protocolo de acesso ao meio de comunicação.

O conversor DC/DC é ainda necessário para manter o isolamento dc entre os terras das estações e a malha externa do cabo coaxial. Em aplicações onde as estações estão próximas e com um mesmo potencial de terra, pode-

se para fins experimentais, sob controle de laboratório, ligar o transceptor sem o conversor DC/DC.

O transceptor descrito no item 3 encontra-se em funcionamento nos laboratórios da PUC/RJ onde vêm sendo submetidos a testes e medidas. A referência (6) descreve minuciosamente o projeto deste transceptor e alguns testes já realizados.

5. BIBLIOGRAFIA

- (1) Soares, Luiz Fernando Gomes, Projeto e Desenvolvimento de Protocolos para Redes Locais de Computadores. PUC/RJ Tese de Doutorado - Departamento de Informática-Dez/83
- (2) Soares, Luiz Fernando Gomes; Ierusalimsky, Roberto; Corrêa, Carlos Henrique C. e Barreto, Marcelo. Interface de Barra Microprogramada para Rede Local REDPUC. Anais do XVII Cong.Nac.Inf. - Nov/84
- (3) Intel, Digital and Xerox The Ethernet. A Local Area Network Data Link Layer and Physical Layer Specifications, September 30, 1980
- (4) Moreira, Anamaria Martins e Chame, Jacqueline Nóbrega, Transceptor para uma Rede Local do Tipo Difusão com Protocolo por Passagem de Permissão PUC/RJ - Trabalho Final de Curso - Departamento de Engenharia Elétrica - Dez/84
- (5) Shoch, J.F., Dalal, Y.K e Redell, D.O. Evolution of Ethernet Local Computer Network, Computer, August, 1982
- (6) Vieira, Marcus Fabio, Chame, Jacqueline Nóbrega. Um Transceptor para a Rede Local - REDPUC, Nota Técnica Departamento de Engenharia Elétrica PUC/RJ, abril/85