

## ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA INTERFACE DE COMUNICAÇÃO INTEGRADA PARA TRÁFEGO DE VOZ E DADOS EM REDES LOCAIS\*

Alexandre M. Moraes e William F. Giozza

Grupo de Redes de Computadores  
GRC/DSC/UFPb - CP 10032  
58100 - Campina Grande - Pb  
Fone: (083) 322.7839  
E-mail: sobral @ brufpb2 / giozza @ brufpb2

**Resumo:** Este trabalho apresenta a arquitetura ("hardware" e "software") de uma interface de comunicação para integração de voz e dados em ambiente de redes locais do tipo Ethernet (CSMA/CD). Os circuitos de implementação da interface de comunicação integrada, baseada essencialmente num ASIC co-processador de pacotes de voz, responsável pelo processamento e controle do tráfego de voz, são descritos. Os protocolos de acesso ao meio e de conexão de voz também são descritos, e um "software" básico para o gerenciamento da interface é proposto.

**Abstract:** *This work presents an architecture for a voice/data integrated local area network based on Ethernet protocol (CSMA/CD). The hardware of the integrated communications interface conceived around an ASIC, responsible for processing and control of the voice traffic, is described. Medium access control and voice connection protocol are also described. A software environment to control the interface is proposed.*

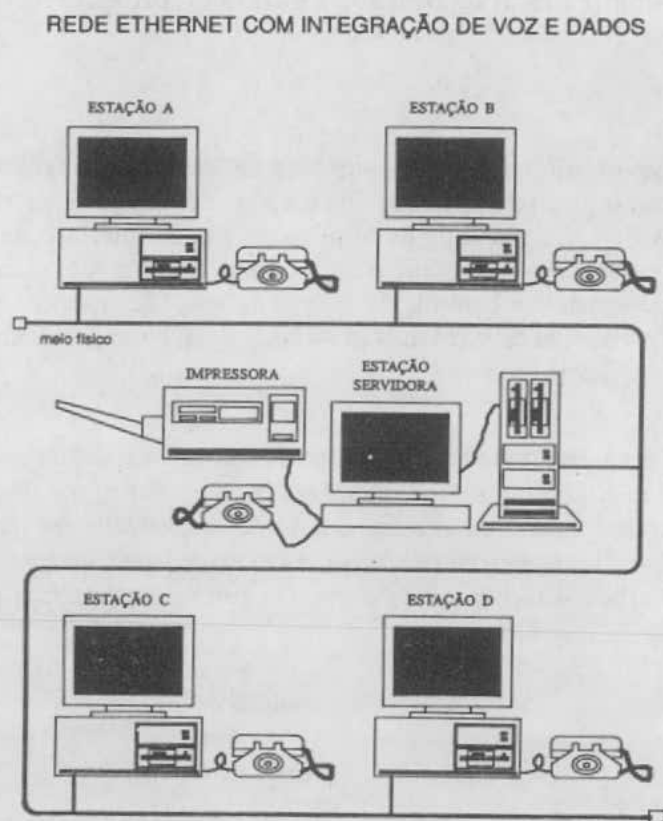
---

\*Trabalho suportado parcialmente pelo projeto ITEEL/RHAE-CNPq

## 1. INTRODUÇÃO

A integração de voz e dados em ambiente de redes locais é um tema de interesse relativamente novo, pois a separação tipicamente existente entre as aplicações de voz e dados tende a incentivar a manutenção de redes independentes para suportar estes serviços de comunicação. Tradicionalmente a comunicação de voz tem sido suportada pela rede pública e privada de telefonia, enquanto que a comunicação de dados é mantida por redes especialmente projetadas para este fim. Além disso, as características eminentemente diferentes dos sinais de voz e dados impõem limitações tecnológicas à integração desses serviços. Entretanto, tais limitações vêm sendo superadas aos poucos com o avanço da tecnologia de computadores e de comunicação, e trabalhos têm sido desenvolvidos indicando possíveis soluções para que os serviços de voz e dados sejam integrados [1,2,3].

Uma interface de comunicação integrando voz e dados em redes locais do tipo Ethernet (CSMA/CD)[4] foi proposta anteriormente em [5]. A rede local em questão é configurada em barramento e existe um telefone acoplado a algumas estações ligadas à rede, conforme ilustrado na Figura 1.



Figural. Rede local com integração de voz e dados.

Para haver uma comunicação de voz, basta que um dos usuários que esteja utilizando uma das estações (que dispõe de telefone), retire o fone do gancho e disque o número do usuário com quem ele deseja se comunicar (o outro usuário também deve estar presente no ambiente). Este tipo de aplicação é previsto como um serviço auxiliar de telefonia para um grupo de usuários de uma rede local não sobrecarregada em termos de tráfego de dados.

Um ASIC (circuito integrado de aplicação específica) com as funções básicas de controle dos sinais do telefone foi desenvolvido a fim de simplificar a implementação da interface de comunicação proposta [6]. A limitação em termos de funções integradas por este ASIC pioneiro deveu-se às restrições quando a área disponível para a sua realização prática (8 mm<sup>2</sup>, via Projeto Multi-Usuário - PMU), Entretanto, atualmente, com a maior disponibilidade de área de silício (via o projeto de cooperação internacional CAPES/COFECUB e o programa CMP francês), é possível se conceber a integração de todas as funções de processamento dos protocolos de voz em uma única pastilha, simplificando bastante a implementação da Interface de Comunicação Integrada (ICI) proposta.

Este trabalho apresenta a arquitetura da Interface de Comunicação Integrada concebida em torno de um ASIC (CPPV) [7], responsável pelo processamento dos pacotes de voz e pelo controle do tráfego de voz na rede local.

Na próxima Seção é feita uma breve descrição dos protocolos de acesso ao meio (CSMA/CD e do anel lógico com passagem virtual de ficha), e do protocolo para conexão de voz. A Seção 3 apresenta os blocos da Interface de Comunicação Integrada: a Interface Analógica e o Co-Processador de Pacotes de Voz (CPPV). Na Seção 4 é descrito um ambiente de rede local bastante difundido no mercado (NetWare/Novell), indicando as funções oferecidas por este ambiente para o fluxo dos pacotes de dados/octetos de voz, gerado pelo ICI. Também nesta seção, é apresentada, sob a forma de diagrama de blocos, uma descrição do "software" básico para o controle da ICI.

## 2. PROTOCOLOS

### 2.1 CSMA/CD

Uma rede tipo Ethernet é caracterizada por um protocolo CSMA/CD ("Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection") para o controle de acesso ao meio físico [4]. Uma estação com uma mensagem pronta para enviar, primeiro "sente" o meio físico para ver se o mesmo está livre. Se a estação "sente" que uma outra estação está enviando uma mensagem naquele momento, ela "escuta" o meio até que ele seja liberado, para então, imediatamente transmitir. Como o tempo de propagação no meio de transmissão não é nulo, com este tipo de procedimento, podem acontecer colisões (duas estações prontas para transmitir no mesmo "momento"). Redes com protocolos CSMA/CD são projetadas para esperar colisões e manipulá-las, retransmitindo as mensagens colididas após um certo intervalo de tempo aleatório ("backoff"). Estas retransmissões são manipuladas automaticamente pela interface controladora de redes na estação e são transparentes para o usuário.

### 2.2 Anel Lógico com Passagem Virtual de Ficha

Para garantir o fluxo síncrono do tráfego de voz em ambiente de rede local CSMA/CD, as estações envolvidas com este tráfego podem ser organizadas em um anel lógico (Figura 2), onde uma ficha circula virtualmente pelo anel, atribuindo à estação que possui a ficha, a maior prioridade de acesso ao meio [8,9].

Todas as outras estações da rede seguem usando o protocolo CSMA/CD para a aquisição do meio. A estação com a posse da ficha transmite com prioridade máxima, isto é, em caso de colisão com uma estação sem ficha, a estação que possui a ficha desabilita seu tempo de "backoff" e volta imediatamente a tentar a transmissão, enquanto que a estação sem a ficha usa normalmente o tempo de "backoff".

## PROTOCOLOS DE ACESSO AO MEIO

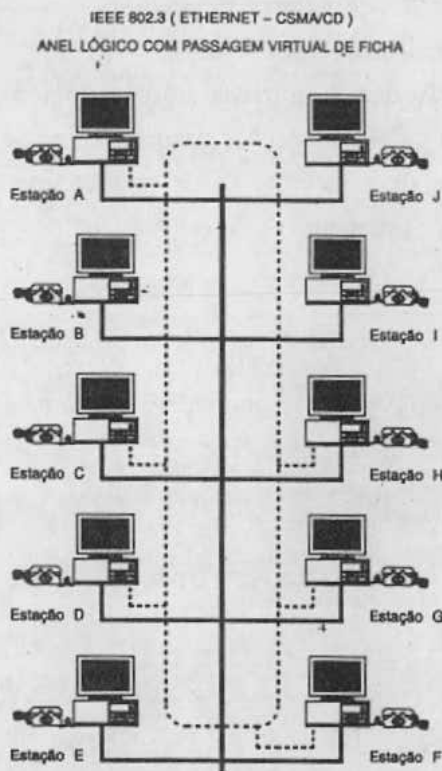


Figura 2. Anel lógico com passagem virtual de ficha.

A passagem da ficha é feita sem que seja necessária a transmissão de um pacote específico. Todas as estações escutam o meio continuamente e, sempre que o meio transitar entre os estados de ocupado para livre, a ficha é implicitamente passada. Para que isto possa acontecer, todas as estações mantêm sempre informações atualizadas sobre duas variáveis de estado:

- $m$ , o número de estações no anel lógico;
- $r$ , o número de vezes que o meio transitará entre os estados de ocupado para livre, antes que esta estação tenha posse da ficha.

No fim de cada período de transmissão todas as estações decrementam o valor de  $r$ . A estação tem a posse da ficha quando  $r$  é igual a zero.

O número de estações que poderão fazer parte do anel lógico é limitado pela parcela da capacidade do meio atribuída ao tráfego de voz. Quando uma estação deseja se inserir do anel lógico (sempre que vai iniciar uma conversação de voz), um pedido de inserção deve ser emitido para todas as estações do anel lógico ("broadcast"), usando o protocolo CSMA/CD. Este pedido, quando recebido pela estação que tem a posse da ficha,

é respondido por um quadro de resposta de inserção, caso haja capacidade suficiente no anel lógico para suportar a carga imposta por esta nova estação (o valor de  $m$ ). A resposta de inserção transportará os novos valores de  $m$  e  $r$ , e todas as outras estações que participam do anel lógico atualizarão esses valores.

Quando uma estação deseja retirar-se do anel lógico, um pedido de retirada é transmitido, de modo a que todas as estações decrementem o valor de  $m$  que possuem e todas as estações com valor de  $r$  superior ao da estação que se retira do anel também decrementem o valor de  $r$  que possuem.

### 2.3 Conexão de Voz

Para que uma estação A possa se comunicar com uma estação B, é necessário que seja estabelecida uma conexão entre ambas (Fig. 3).

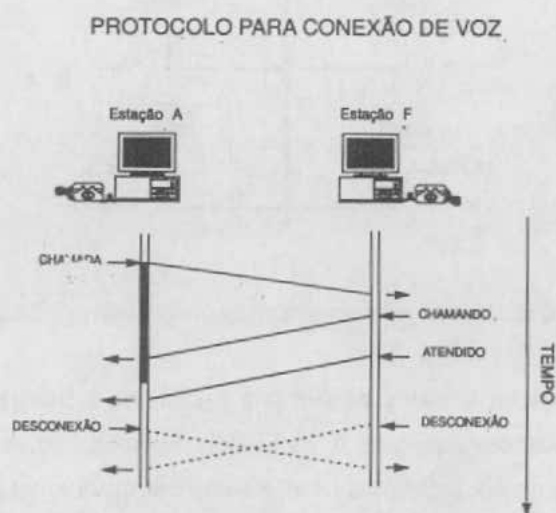


Figura 3. Protocolo para conexão de voz:

Após o usuário da estação A retirar o fone do gancho, disparar o processo de inserção no anel lógico, ser aceito e ouvir o tom de discar indicando a existência de linha livre para si, ele estará habilitado para discar o número que identifica a estação do usuário B. Imediatamente após a discagem, a Interface de Comunicação Integrada (ICI) da estação do usuário A gera e transmite o quadro "CHAMADA" através da rede.

Se o usuário B não estiver envolvido com outra conexão de voz, a ICI da estação do usuário B, ao receber o quadro "CHAMADA", dispara o seu processo de inserção no anel lógico, gera localmente o tom de campainha chamando, e transmite um quadro

"CHAMANDO", através da rede, para o usuário A. Se, após um certo tempo pré-determinado, o quadro "CHAMANDO" transmitido pela estação B não chegar ao destino, a ICI da estação do usuário A gera localmente o tom de telefone ocupado, avisando ao usuário A que a conexão não foi possível. Se, por outro lado, o quadro "CHAMANDO" chegar dentro do intervalo de tempo tolerado, a ICI da estação do usuário A gera localmente o tom de telefone chamando, indicando a este usuário que o pedido de conexão poderá ser aceito (vai depender agora da disponibilidade do usuário B).

Quando o usuário B atende ao pedido de conexão com a retirada do fone do gancho, ele faz com que a sua ICI gere e envie o quadro "ATENDIDO" através da rede, desligue automaticamente o sinal de telefone chamando, e fique pronto para o fluxo dos pacotes de voz. O quadro "ATENDIDO", ao ser recebido e reconhecido pela ICI da estação do usuário A, faz com que a sua ICI desligue o sinal local de telefone chamando e fique pronto para iniciar o fluxo dos pacotes de voz.

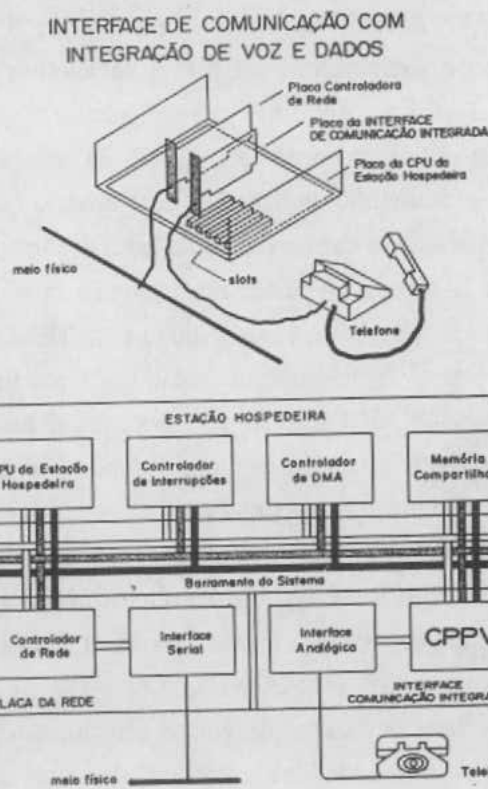
Se o usuário A (inicializador da comunicação) recolocar o fone no gancho, a sua ICI gera e envia um quadro "DESCONEXÃO" para o usuário B (chamado), interrompe o tráfego dos pacotes de octetos de voz, desfazendo assim a conexão de voz. Quando o usuário chamado recebe um quadro "DESCONEXÃO", a ICI da estação deste usuário interrompe o tráfego dos pacotes de octetos de voz, e gera localmente o tom de telefone ocupado. A prioridade no processo de desconexão é dada ao usuário que iniciou o processo de comunicação. Se o usuário chamado tentar a desconexão colocando o fone no gancho antes do usuário inicializador da comunicação, a conexão ainda continua por um determinado período de tempo. Esgotando este tempo, a ICI da estação do usuário chamado procede como se fosse a que iniciou o processo de comunicação:

### 3. ARQUITETURA DA INTERFACE DE COMUNICAÇÃO INTEGRADA

A Interface de Comunicação Integrada (ICI) é composta basicamente por dois blocos (Fig. 4):

- a **Interface Analógica**, que contém a circuitaria analógica discreta;
- e o **Co-Processador de Pacotes de Voz (CPPV)** [7], que é o ASIC responsável pelo controle da ICI.

A ICI é uma placa que está ligada à placa da estação hospedeira através de um dos "slots" de expansão da estação. É por meio desta ligação física que fluem os blocos de octetos de voz a serem transmitidos e recebidos, e os sinais para controle da interface [10].



*Figura 4. Interface de Comunicação Integrada (ICI).*

### 3.1-A Interface Analógica

O Bloco Interface Analógica, mostrado na Figura 5, faz a adequação dos sinais elétricos analógicos gerados:

- pelo telefone, transformando-os em sinais cujos níveis elétricos são aceitáveis pelos circuitos que vão processá-los (transformação dos pulsos de corrente gerados pelo disco do telefone em pulsos digitais e o tratamento do sinal de voz gerado pela cápsula transmissora do telefone, aplicado no conversor analógico/digital); e,

- para o telefone (tratamento do sinal de voz decodificado pelo conversor digital/analógico, geração dos sinais acústicos de linha livre, telefone chamando e telefone ocupado, e a geração do sinal da campainha).



## INTERFACE ANALÓGICA

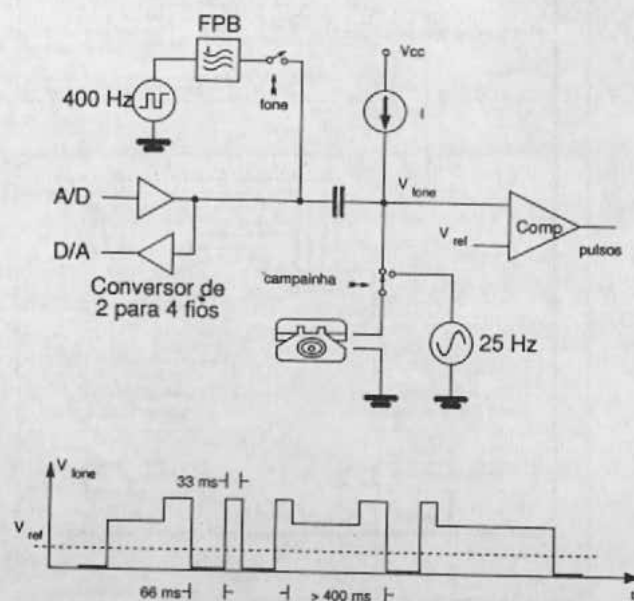


Figura 5. Interface Analógica da ICI.

### 3.2 O Co-Processador de Pacotes de Voz

O circuito ASIC Co-Processador de Pacotes de Voz (CPPV) [7], pode ser dividido em dois blocos principais, conforme ilustrado na Figura 6:

- **Bloco de Controle do Telefone** que é o responsável: pelo gerenciamento dos pedidos de interrupção feitos à CPU da estação hospedeira, pelo controle da aplicação dos sinais acústicos na cápsula receptora do telefone, e pela identificação do número discado pelo usuário; e,

- **Bloco Gerenciador dos "Buffers" Intermediários**, que cuida da codificação, da decodificação e do fluxo dos blocos de octetos de voz entre o CPPV e a Memória Compartilhada.

ARQUITETURA DO  
CO-PROCESSADOR DE PACOTES DE VOZ  
CPPV

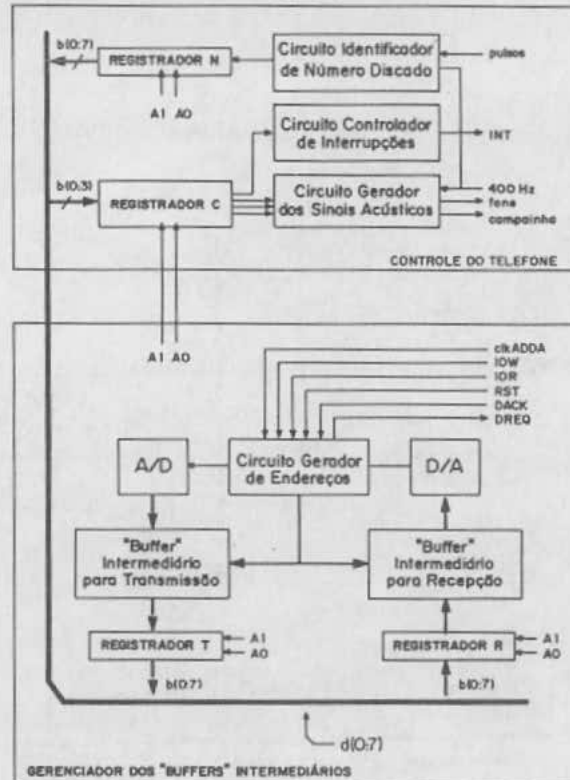


Figura 6. Co-Processados de Pacotes de Voz (CPPV).

#### 4. O AMBIENTE DE "SOFTWARE" DA ICI

##### 4.1 Sistema Operacional de Rede

O "software" NetWare da Novell é o sistema operacional de redes de PCs mais popular usado atualmente, com mais da metade das redes locais instaladas no mundo rodando uma das suas versões [11].

Ambos os programas (IPX e NETn) que compõem o sistema operacional NetWare da Novell em cada estação de trabalho, são residentes na memória [12]. O IPX gerencia as comunicações entre PCs, e entre um PC e o Servidor de Arquivos, através do

protocolo de comunicação IPX/SPX da Novell. O NET3 (ou NET2 ou NET4, dependendo da versão do PC DOS que roda na estação de trabalho) é um "shell"/redirecionador que desvia os pedidos de funções feitos ao DOS local, para o Servidor de Arquivos, designando comandos ao IPX [11].

O protocolo IPX ("Internetwork Packet Exchange") é uma adaptação da arquitetura desenvolvida pela Xerox Corporation, o XNS ("Xerox Network Standard") e suporta apenas mensagens do tipo datagrama. Correspondendo às funções da Camada de Rede do modelo OSI/ISO [4], este protocolo faz o endereçamento, o roteamento, e a comutação para entregar a mensagem (pacote) ao seu destino. Já o SPX ("Sequenced Packet Exchange") é um protocolo orientado à conexão. Antes que os pacotes SPX sejam enviados ou recebidos, uma conexão deve ser estabelecida entre os dois terminais que querem trocar informações. Depois que a conexão é estabelecida, mensagens podem ser enviadas com a certeza que serão recebidas. O protocolo SPX também garante que os pacotes chegarão na ordem correta (se múltiplos pacotes foram enviados de uma vez).

#### **4.2 "Software" Básico de Controle da ICI**

Um programa residente na memória (PR) é o responsável pelo gerenciamento da Interface de Comunicação Integrada. Este programa é ativado por interrupções à CPU, geradas pela ICI. As rotinas que acessam o Controlador de Rede em uma estação para transmissão ou para recepção, e as rotinas para o controle direto da interface, estão implementadas no PR.

O diagrama de blocos da Figura 7 descreve o processo de comunicação de voz visto pelo lado do usuário chamador. Já o diagrama de blocos da Figura 8 descreve o protocolo que implementa o processo de comunicação de voz, visto pelo lado do usuário chamado.

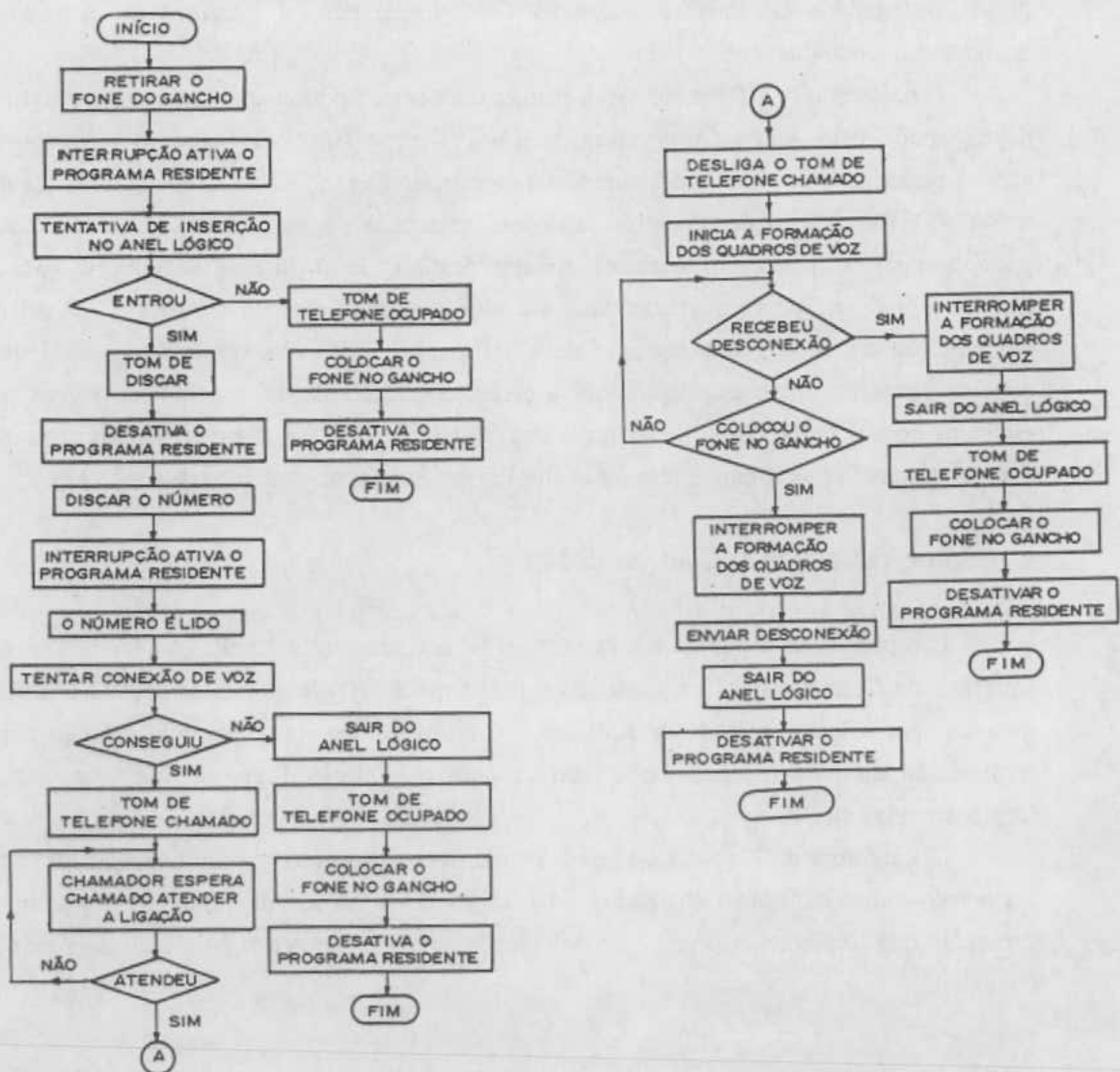


Figura 7. Processo de comunicação de voz, visto pelo lado do usuário chamador.



Figura 8 .Processo de comunicação de voz, visto pelo lado do usuário chamado.

## 5. CONCLUSÕES

A arquitetura ("hardware" e "software") de uma interface de comunicação com integração de voz e dados (Interface de Comunicação Integrada) para redes locais, com sua implementação baseada no uso de um ASIC (Co-Processador de Pacotes de Voz) responsável pelo processamento do tráfego telefônico foi especificada. O ASIC projetado através de uma ferramenta informatizada para projetos tipo "standard cell", ocupando uma área de aproximadamente 16 mm<sup>2</sup>, com um encapsulamento de 42 pinos, dos quais

somente 32 utilizados para o acesso ao circuito, está sendo realizado através do programa CMP francês. O "software" básico se encontra em fase de implementação e a ferramenta utilizada é o compilador Turbo C versão 2.0 da Borland.

### Referências Bibliográficas

- [1] - HARRINGTON, E. A. - "Voice/data Integration Using Circuit Switched Networks". - IEEE Transactions on Communication, Vol 28, No. 6, Jun, 1980.
- [2] - MAXEMCHUIK, N. F. - "A Variation on CSMA/CD that yields movable slots in integrated voice/data local network". - The Bell System Technical Journal, Vol. 61, No. 7, Set, 1982.
- [3] - SOARES, L. F. G. e outros - Sistema de Telefonia para um Ambiente de Rede Local com Voz e Dados Integrados. -Anais do 6º SBRC, Belo Horizonte, MG, Março, 1988.
- [4] - GIOZZA, W. F. e outros. - *Redes Locais de Computadores - Tecnologia e Aplicações*. - McGraw-Hill, São Paulo, 1986.
- [5] - CARVALHO, J. M. e GIOZZA, W. F. - Interface de Comunicação com Integração de Voz/Dados. - Anais do 5º SBT, Campinas, SP, Set., 1987.
- [6] - SILVA, I. S., GIORDANO, O. e GIOZZA, W. F. - Circuito Integrado para Interface de Comunicação com Integração de Voz e Dados em Redes Locais. - Anais do 5º SBMicro, Campinas, SP, Jul., 1990.
- [7] - MORAES, A. M. e GIOZZA, W. F. - Co-Processador de Pacotes de Voz para Redes Locais. - Anais de VI Simpósio Brasileiro de Concepção de Circuitos Integrados, Jaguariúna, SP, Out., 1991.
- [8] - GOPAL, P. M. - "Voice Transmission on Local Area Network". - University of Waterloo. CCNG/REPORT T-131, Abr, 1983.
- [9] - GOPAL, P. M. e WONG, J. W. - "Analysis of a Hybrid Token CSMA/CD Protocol for Bus Network". - International Symposium on the Performance of Computer-Communication Systems. Zurich, Mar, 1984.
- [10] - EGGBRECHT, L. C. - *"Interfacing to the IBM Personal Computer"*. - SAMS, Second Edition, 1991.
- [11] - BALDWIN, H. - "Big Red". - Unix World, Jun, 1991.
- [12] - Nance, B. - *"Network Programming in C"*. - Que Corporation, 1990.