



*Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Curso de Engenharia de Controle e
Automação Industrial*



*Desenvolvimento
de um
Sistema de Aquisição de Dados
voltado para a
Supervisão Remota de Centros Telefônicos*

*Monografia submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para a aprovação da disciplina:
EEL 5901: Projeto de Fim de Curso*

José Paulo de Lucca Ramos

Florianópolis, Dezembro de 1994

*Desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados
voltado para a Supervisão Remota de Centros Telefônicos*

José Paulo de Lucca Ramos

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina
EEL 5901: Projeto de Fim de Curso
e aprovada na sua forma final pelo
Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial

Gilson Luiz Pasternak
Orientador Empresa

Daniel Juan Pagano
Orientador do Curso

Prof. Augusto Humberto Bruciapaglia
Responsável pela disciplina e Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Gilson Luiz Pasternak
Orientador Empresa

Daniel Juan Pagano
Orientador do Curso

Professor Vitório Bruno Mazzola
Avaliador
Prof. Augusto Humberto Bruciapaglia

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO I	1
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II	5
2.1 INTRODUÇÃO	5
2.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	5
2.3. O SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO	6
2.4. O SUBSISTEMA DE TRANSMISSÃO	7
2.4.1. A transmissão via Modem	7
2.4.2. A transmissão via Rede de Pacotes (RENPAK)	7
2.5. O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	8
2.6. CONCLUSÃO	9
CAPÍTULO III	10
3.1. INTRODUÇÃO	10
3.2. O SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO	10
3.2.1. CONCEITOS BÁSICOS	10
3.2.2. O SISTEMA DE MEDIÇÃO DESENVOLVIDO	13
3.3. SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	17
3.3.1. CONCEITOS BÁSICOS	17
3.3.1.1. Componentes de um SAD baseado em Computador tipo PC	17
3.3.1.2.. Parâmetros para especificação de um SAD	20
3.3.1.3. Métodos de transferência de dados para computador	29
3.4. SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DESENVOLVIDO	31
3.4.1. DESCRIÇÃO DO DIAGRAMA DE BLOCOS	31
3.4.2. O CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL (ADC 0808/0809)	32
3.4.2.1. Descrição Geral	33
3.4.2.2. Diagrama de Blocos do ADC 0808	33
3.4.2.3. Descrição Funcional	33
ADC 0808/0809 - SOFTWARE E PROGRAMAÇÃO	34
3.4.3. A INTERFACE 8255	35
3.4.3.1. Descrição Geral	35
3.4.3.2. Diagrama de Blocos da Interface 8255	36
3.4.3.3. DESCRIÇÃO FUNCIONAL	36
3.4.3.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS	36

3.4.4. O TEMPORIZADOR 555	37
3.4.5. O COMPARADOR E O DEMULTIPLEXADOR	37
3.4.6. O SOFTWARE DE CONTROLE	37
3.4.7. CIRCUITO COMPLETO IMPLEMENTADO	38
3.5. O SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS DESENVOLVIDO	38
3.6. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	38
CAPÍTULO IV	40
4.1 INTRODUÇÃO	40
4.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	40
4.2.1. No Sistema de Medição	40
4.2.2. Equipamentos utilizados no Sistema de Aquisição de Dados	40
4.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	41
4.3.1. Resultados do Sistema de Medição	41
4.3.2. Resultados do Sistema de Aquisição de Dados	41
4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
4.5. CONCLUSÃO	42
CAPÍTULO V	43
CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS	43
Apêndice A	46
A GERÊNCIA INTEGRADA DE REDE NA TELESC	46
1. INTRODUÇÃO	46
2. GERÊNCIA INTEGRADA DE REDE - CONCEITOS E EXPECTATIVAS	47
3. AÇÕES	49
4. RESULTADOS OBTIDOS ATÉ O MOMENTO	50
5. GIRS x TMN	51
6. CONCLUSÃO	51
Apêndice B	52
REDE DE PACOTES	52
1. INTRODUÇÃO	52
2. O CONCEITO DE PACOTES DE DADOS	53
3. O CONCEITO DE CIRCUITO VIRTUAL	54
ANEXO1. CIRCUITO ELÉTRICO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS	56
ANEXO 2. LISTAGEM DO PROGRAMA	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

AGRADECIMENTOS

Há algumas pessoas às quais devemos agradecer por sua contribuição e assistência prestada nesta monografia. Primeiramente, quero agradecer a todos os professores do curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial - ECAI pelo grande aprendizado transmitido durante estes cinco anos de graduação. Agradeço também, a Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC e a empresa de Telecomunicações de Santa Catarina -TELESC S.A., por propiciarem a realização deste trabalho.

Ao prof. Daniel Juan Pagano e ao Eng. Gilson Luiz Pasternak, que além de nos orientar neste trabalho, foram pessoas amigas e pacientes, dedico um agradecimento especial.

Finalmente, gostaria de exprimir a minha apreciação aos amigos Giovanni e Luciana, por sua compreensão, apoio e encorajamento durante as muitas horas deste trabalho.

RESUMO

A presente monografia aborda o problema de desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados voltado para a supervisão remota de centros telefônicos baseado em uma placa de aquisição de dados conectada a um microcomputador.

Este projeto, destaca como pode ser realizado o monitoramento de algumas variáveis críticas do sistema de energia da empresa de Telecomunicações de Santa Catarina - Telesc através de um sistema de aquisição de dados.

É importante ressaltar, que esta experiência foi a nível de laboratório. Tendo como objetivo maior, propiciar estudos sobre os serviços de suporte que podem ser prestados à atividade de Operação da Telesc, visando um aumento da qualidade dos seus serviços.

São destacados aspectos relativos a metodologia de ajuste implementada e as simulações e testes realizados durante o projeto.

ABSTRACT

This work is about a data acquisition system for remote supervision of telephonic centers, monitoring critical variables of de Telesc's power system. This was a laboratory experience and the goal is a quality increase of Operational team service.

Implemented methodology , similations and tests of the system are demonstrated.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A presente monografia aborda o problema do desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados em Centros Telefônicos. Tal sistema está dentro de um contexto mais amplo de Supervisão Remota em tempo real com vista a possibilitar uma melhoria na qualidade do serviço prestado. Neste sentido o projeto tem a sua importância e origem, devido à precariedade dos sistemas de supervisão e controle que a TELESC possui atualmente. A Empresa não dispõe de informações suficientes, em tempo real, sobre a qualidade do serviço prestado. Muitas vezes, o usuário é quem informa a Empresa de paralizações ocorridas ou falhas graves.

O projeto em questão foi desenvolvido na empresa de Telecomunicações de Santa Catarina - TELESC S.A., como requisito para a aprovação da disciplina Projeto Fim de Curso. Esta disciplina é cursada na última fase do curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial - ECAI e dispõe de 450 horas (quatro meses) para a sua conclusão.

O crescimento e diversificação do sistema TELESC, a persistir a tendência de organização da operação e manutenção segmentada ou por "ilhas" tecnológicas, forçariam a TELESC a um crescimento do quadro de pessoal, custos e limitações tecnológicas inaceitáveis. Além disso, o tráfego telefônico crescente, a pressão de usuários por maior qualidade e serviços, a possibilidade de um ambiente competitivo, impelem a TELESC na direção de uma nova filosofia de gerência do sistema e da própria Empresa. Portanto a TELESC, assim como as grandes operadoras, em nível mundial, está implementando uma nova filosofia, denominada Gerência Integrada de Redes e Serviços de Telecomunicações (GIRS), a ser suportada pela Rede de Gerência de Telecomunicações (TMN).

O uso de padrões TMN definem uma arquitetura para gerência de rede de telecomunicações, a TMN - Telecommunications Management Network. Fortemente baseada na gerência de sistemas OSI, possibilita a interoperação dos equipamentos com os sistemas de operações e destes entre si.

Esta Gerência Integrada de Redes e Serviços tem como um dos principais objetivos, a Gerência de Falhas e Desempenhos, que consiste no desenvolvimento e automação dos processos existentes de detecção, localização e acionamento, visando a eliminação das causas de defeitos e portanto reduzindo a insatisfação dos usuários, agindo proativamente.

É neste ambiente global de inovação tecnológica que se insere o projeto, que tem como objetivos principais:

- diminuição das falhas do sistema de energia da TELESC;
- permitir o acesso, interpretação, análise e utilização dos dados de forma mais efetiva, possibilitando uma melhor visualização e localização dos defeitos;
- possibilitar um melhor funcionamento da planta, melhorando a qualidade final dos serviços oferecidos pela TELESC;
- assistir a manutenção na rápida detecção das falhas do sistema, permitindo a rápida correção dos defeitos;
- e principalmente, permitir a prevenção dos defeitos, que se torna possível devido aos sinais de telemedidas (medidas realizadas à distância).

Uma importante observação é que o projeto está voltado principalmente, para a área de infra-estrutura da Empresa, no entanto, o mesmo pode vir a ser utilizado e expandido para as outras áreas da empresa, como as áreas de transmissão e comutação.

Duas hipóteses para a resolução do problema foram inicialmente sugeridas, a primeira consiste no desenvolvimento de um sistema dedicado, exclusivo para a aquisição e transmissão dos dados. Já a segunda alternativa, consiste no desenvolvimento de uma placa de aquisição de dados, que conectada a um microcomputador do tipo PC, possibilita a execução dos objetivos citados anteriormente.

A primeira hipótese seria menos custosa que a segunda, se o projeto estivesse resumido simplesmente a aquisição de dados, no entanto, a TELESC tem em vista um sistema amplo de Telesupervisão, que consiste em uma interface homem-máquina mais amigável, com Telas Gráficas representativas do processo, agindo interativamente com um Banco de Dados capaz de possibilitar a avaliação dos dados adquiridos pelo sistema de aquisição.

Tem-se ainda como um outro objetivo a visualização direta dos processos existentes nos centros telefônicos através de câmeras de TV.

Todos estes sistemas justificam então a escolha da segunda hipótese, e o uso de um microcomputador tipo PC neste projeto. Além destas justificativas, tem-se ainda a vantagem de o técnico responsável pelo funcionamento da estação poder via microcomputador da estação telefônica fazer um monitoramento das variáveis desejadas possibilitando a correção de algum defeito encontrado.

O presente trabalho visa então, a resolução do problema de desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para a Supervisão Remota de Centros Telefônicos utilizando a segunda alternativa.

Neste primeiro capítulo realizou-se uma breve introdução apresentando o problema que originou o trabalho, mencionando algumas propostas existentes como solução prática. Também procurou se destacar os objetivos que se desejam alcançar com o desenvolvimento do projeto e sua localização diante do projeto global da TELESC.

O Capítulo II será dedicado a apresentar a formalização do projeto, assim como, as técnicas para sua solução. Também, neste capítulo, se justificará a abordagem adotada para o desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para a Supervisão Remota de Centros Telefônicos

No capítulo III, serão identificadas as características do problema, abordando-se a implementação da solução escolhida.

Já no capítulo IV, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no decorrer do desenvolvimento do trabalho, através de simulações e testes em laboratório.

Finalmente, o capítulo V será dedicado a uma síntese pessoal e objetiva, à interpretação dos resultados do trabalho, e às perspectivas de continuidade do trabalho, assim como, de trabalhos futuros que poderão surgir deste.

CAPÍTULO II

2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo procurar-se-à formalizar o problema do desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para supervisão remota de centros telefônicos. Serão apresentadas soluções e as técnicas disponíveis para cada solução. Serão ainda, discutidos os subsistemas de medição e transmissão de dados.

2.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Como já foi citado anteriormente, este projeto consiste no desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para Supervisão Remota de Centros Telefônicos. O projeto está inserido em um conjunto de ações realizadas pela TELESC visando obter a máxima produtividade da planta e dos recursos disponíveis.

A situação atual do sistema TELESC é caracterizado por uma infra-estrutura de suporte às atividades de operação e manutenção muito aquém do necessário para viabilizar o ambiente de gerência pretendido pela empresa. Desta forma, o projeto procura integrar de forma organizada as funções de medição, aquisição e transmissão de dados para todo o sistema de energia da empresa TELESC S.A., com o objetivo de ampliar a cobertura dos sistemas atuais, que nem sempre apresentam uma cobertura abrangente, isto é, não conseguem supervisionar muitas das causas de falhas do sistema TELESC. Isto, muitas vezes faz com que muitos problemas fiquem na rede até que o cliente reclame, sem que seja possível uma manutenção proativa.

O nosso problema consiste então em medir, adquirir e transmitir, a um centro de controle (GIR), os valores de algumas variáveis desejadas. Podemos então, subdividir o problema do desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para a Supervisão Remota de Centros Telefônicos em três subsistemas principais a saber:

1. medição;
2. transmissão;
3. placa de aquisição de dados.

2.3. O SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO

O sistema de medição é o responsável por realizar as medições das variáveis desejadas do processo, e enviar os sinais analógicos e/ou digitais para a placa de aquisição de dados. As variáveis mais importantes a serem medidas no sistema estudado são:

- temperatura ambiente de um centro telefônico;
- tensão da bateria de um centro telefônico;
- densidade da bateria;
- nível do ácido da bateria ;
- correntes em geral;
- umidade da sala de um centro telefônico.

Todas estas variáveis devem ser monitoradas neste projeto, porém, a TELESC visa futuramente também poder controlá-las à distância. A importância de monitoração destas variáveis vem do fato de que das suas condições, depende o bom funcionamento de um centro telefônico. A medição destas variáveis, possibilita a Empresa, o acionamento de alarmes, uma maior agilidade na manutenção, assim como uma economia de energia. Pois em determinados locais, pode-se dependendo do clima, desligar o sistema de ar-condicionado de um centro telefônico automaticamente.

Para a realização destas medidas serão usados componentes chamados de transdutores, e/ou transmissores, ou ainda simplesmente sensores. A diferença básica destes instrumentos é que os sensores não possuem a característica de representação da variável medida a nível de tensão. Já os transdutores e/ou transmissores possuem esta característica de conversão.

2.4. O SUBSISTEMA DE TRANSMISSÃO

Este sistema é o responsável pela comunicação entre os centros telefônicos e o centro de controle (GIR). Deste sistema depende a velocidade do recebimento das informações, e a confiabilidade dos dados recebidos, que em muitos casos podem vir a ser essenciais para o sistema, já que se um erro for transmitido, pode-se gerar falhas no sistema, podendo ocasionar a parada de algum centro telefônico. Os dados já digitalizados e devidamente tratados, podem ser transmitidos ao centro de controle das seguintes formas a saber:

- via modem;
- via rede de pacotes;

2.4.1. A transmissão via Modem

Este método de transmissão utiliza como meio de transmissão uma linha telefônica, e equipamentos já conhecidos e enormemente difundidos na transmissão de dados, - os *modems*. Este tipo de transmissão é a mais utilizada pelas empresas em geral, por ser um sistema dedicado a usuários que necessitam enviar dados permanentemente, como é o caso do monitoramento das variáveis desejadas neste projeto. Desta forma, teria-se uma linha telefônica dedicada para a transmissão dos dados neste projeto, permanentemente ocupada, tornando possível monitorar todo o sistema. Uma linha discada poderia ser também utilizada, porém, com a desvantagem de que em momentos de congestionamento, existe a impossibilidade de se conseguir fazer a transmissão por não haver linha disponível. Cabe aqui ressaltar que este tipo de transmissão esta disponível para todas as localidades do estado, pois basta ter-se dois modems e uma linha telefônica.

2.4.2. A transmissão via Rede de Pacotes (RENPAK)

Este é um sistema de transmissão adotado e implantado no ano de 1994 pela TELESC, é um sistema que possibilita ao usuário enviar muitos dados em forma de pacotes. É um método que proporciona vantagens aos usuários que necessitam e podem enviar um grande número de informações (dados) de uma única vez. São empresas que não precisam

em geral, de informações em tempo real. O método de transmissão via rede de pacotes oferece ainda a vantagem de ser mais confiável do que o sistema de transmissão via linha modem, o que tornaria o sistema de supervisão mais confiável. No entanto, para este projeto, o sistema de transmissão via rede de pacotes não é passível de ser utilizado, pois nem todas as localidades tem acesso a rede de pacotes. Por isso, o sistema de transmissão escolhido é o via modem, que é um sistema barato, e tem a velocidade e a confiabilidade desejados para a maioria das aplicações. A linha telefônica deve no entanto ser dedicada, para evitar problemas com o congestionamento. A transmissão via rede de pacotes, será utilizada como um sistema alternativo, em caso de falhas do sistema principal de transmissão ou na execução de testes no sistema que necessitem de uma confiabilidade maior. É claro que isto só é possível para as localidades que dispõem do serviço.

2.5. O SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Este é o sistema responsável pela aquisição dos sinais analógicos e sua posterior conversão em dados digitais. Os sistemas de aquisição de dados ajudam a medir informações representadas por sinais analógicos. Os sinais analógicos vem de sensores ou transdutores que convertem sinais de temperatura, pressão, som ou luz em sinais de tensão. A conversão analógico-digital que este tipo de sistema executa possibilita a um computador o armazenamento e o processamento destes códigos digitais. Permitindo ao computador o controle de serviços, como por exemplo o controle de processos. Muitos destes sistemas de aquisição de dados possuem os dois tipos de conversão, a conversão analógico-digital (A/D) e a conversão digital-analógico (D/A). Isto permite ao computador medir e controlar os processos industriais e experimentos laboratoriais, ou ainda gravar sinais de áudio no tempo, para uma análise posterior.

Duas formas para a resolução deste problema foram inicialmente levantadas. A primeira visa o desenvolvimento de um sistema dedicado baseado em microcontrolador, enquanto a segunda visa o desenvolvimento de uma placa de aquisição de dados conectada a um microcomputador tipo PC.

O método do sistema dedicado tem como principal vantagem o seu reduzido custo, quando comparado com a outra alternativa. Este sistema, consiste de um microprocessador e/ou controlador com funções exclusivas de aquisição e transmissão de dados. No entanto, como já foi citado no capítulo I, este projeto está inserido em um projeto global, com objetivos mais amplos do que a simples aquisição de dados. É um projeto que visa não só o monitoramento, mas o controle, atuação e correção via microcomputador das variáveis desejadas, assim como, a visualização do processo através de telas gráficas e via câmeras de TV instaladas nos centros telefônicos. Desta forma, o uso de um microcomputador torna-se obrigatório.

2.6. CONCLUSÃO

Neste capítulo formalizou-se o problema do desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para Supervisão Remota de Centros Telefônicos de forma clara e objetiva. Citou-se também as possíveis técnicas que podem ser utilizadas para sua implementação. Procurou-se mostrar, que o projeto envolve além de suas características técnicas, problemas de ordem financeira, que também influenciam na escolha da execução do mesmo. Desta forma, justificou-se de forma clara, o porquê, da escolha do sistema de transmissão via modem com linha telefônica dedicada, assim como, a escolha da placa de aquisição de dados conectada a um microcomputador tipo PC ante o sistema dedicado. O capítulo seguinte abordará a implementação da solução escolhida, especificando as características gerais deste projeto.

CAPÍTULO III

3.1. INTRODUÇÃO

Como já foi citado nos capítulos anteriores, a nossa escolha consiste de um sistema contendo três subsistemas:

- o subsistema de medição através de transdutores;
- o subsistema de aquisição de dados baseado em uma placa de aquisição conectada a um microcomputador tipo PC e;
- o subsistema de transmissão via modem ou via rede de pacotes (Transpac). Neste capítulo será descrita em detalhes a implementação da solução escolhida.

A figura 3.1 mostra a estrutura básica de um sistema de aquisição de dados baseado em microcomputador tipo PC, incluindo o sistema de transmissão de dados via modem ou via rede de pacotes.

A seguir serão descritos os diferentes subsistemas.

3.2. O SUBSISTEMA DE MEDIÇÃO

Para um melhor entendimento do que consiste o subsistema de medição deste projeto, é necessário introduzir alguns conceitos básicos.

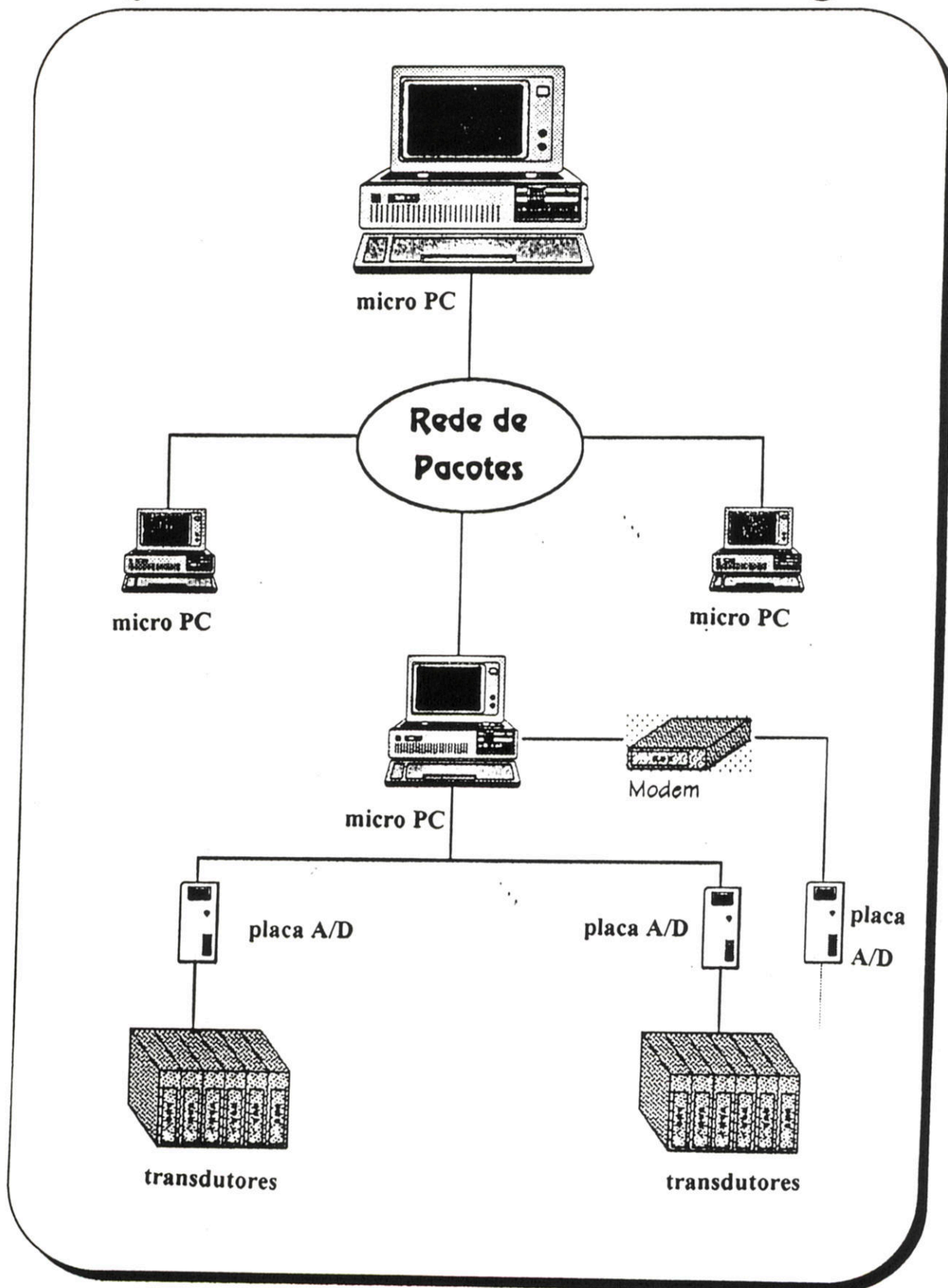
3.2.1. CONCEITOS BÁSICOS

Entende-se por medir, o procedimento experimental pelo qual o valor momentâneo de uma grandeza física (grandeza a medir) é determinado como um múltiplo ou submúltiplo de uma unidade, estabelecida como padrão. A grandeza a medir pode ser: temperatura, força, umidade, intensidade luminosas, pH, comprimento, etc. Onde operação de medição é realizada, genericamente, por um sistema de medição. [Flash, 1993].

O subsistema de medição pode ser dividido em alguns módulos básicos:

- a) Transdutor;
- b) Tratamento do Sinal ou circuito Condicionador de Sinal;
- c) Indicador ou registrador.

Supervisão de centros analógicos



a) Transdutores: são dispositivos que sensam grandezas físicas e as transformam em sinais elétricos (corrente ou tensão). Tem-se como exemplo os: termopares, sensores de corrente contínua, termistores, que são componentes que transformam temperatura em sinais analógicos elétricos (tensão). Os sinais elétricos produzidos são proporcionais às grandezas físicas medidas. Os transdutores podem ainda ser divididos em ativos e passivos. Os transdutores passivos são aqueles que necessitam de energia auxiliar que é suprida na ocasião da aquisição do sinal. Este tipo de transdutor (passivo) exige uma ligação simultânea da energia auxiliar. Já o transdutor ativo pode ser diretamente conectado à unidade de medição, por não precisar de energia auxiliar.

b) Circuito Condicionador de Sinal: os sinais elétricos gerados pelos transdutores devem ser tratados e convertidos em valores compatíveis com a entrada das placas de aquisição de dados. Os circuitos condicionadores de sinais permitem:

- amplificar sinais de nível reduzido;
- isolar sinais elétricos;
- filtrar sinais elétricos;
- excitar e linearizar certa classe de transdutores.

Amplificação: para obter um razoável grau de exatidão na medição, os sinais gerados nos transdutores devem ser amplificados, de forma a que o máximo valor do sinal seja igual ao máximo valor de entrada da placa conversora A/D. Ex.: sinais de termopares são de pequena amplitude, portanto devem ser amplificados. Neste caso, o amplificador deve ser colocado tão perto quanto possível do transdutor de modo a reduzir os efeitos do ruído.

Isolamento: um problema bastante comum tratado através do circuito condicionador de sinais é o isolamento, por razões de segurança, entre os sinais gerados no transdutor e o computador. O sistema sob medição pode apresentar transitórios de elevada voltagem que poderiam comprometer a operação do computador. Uma razão adicional para a utilização de circuitos isoladores é garantir que as medições não sejam afetadas por diferenças em tensões de *modo comum*. Problemas surgem quando existe uma diferença de tensão entre os aterramentos do sistema de medição e do sistema de aquisição. Esta diferença pode levar a um problema conhecido como *laço de terra* ("ground-loop"), que pode causar uma representação

inexata do sinal adquirido assim como, se a diferença for muito grande, provocar danos no sistema de aquisição.

Filtragem: os circuitos condicionadores de sinais contêm filtros do tipo passa-baixo para rejeitar sinais de alta frequência. São aplicados antes dos sinais analógicos serem digitalizados pela placa A/D. Em geral, a frequência de corte (de 4KHz a 16 KHz) destes filtros é programável pelo usuário. Também podem existir outros tipos de filtros: passa-altos, rejeita-banda, etc.

Excitação: os circuitos condicionadores de sinais também geram sinais de excitação para alguns tipos de transdutores. Ex.: extensômetros ("strain-gauge") requerem sinais de excitação externa para poder operar.

Linearização: muitos transdutores, tais como termopares, são não-lineares (resposta não-linear a mudanças no sinal medido) portanto a característica destes elementos deve ser linearizada via hardware ou software. Pode-se assim, destacar as funções principais do circuito condicionador de sinais.

c) Indicadores ou Registradores: Estes equipamentos são os responsáveis pela centralização da informação do estado de cada uma das variáveis controladas, medidas e registradas. Exemplos clássicos de indicadores são os indicadores de níveis e os indicadores de pressão.

3.2.2. O SISTEMA DE MEDIÇÃO DESENVOLVIDO

Após estes estudos, e como já foi destacado no capítulo anterior sabe-se que o projeto visa a medição de grandezas como:

- temperatura da sala de um centro telefônico;
- nível de uma bateria ;
- densidade da bateria;
- tensão da bateria;
- umidade da sala do centro telefônico.

Cada uma destas variáveis, implica na escolha adequada de um tipo de transdutor. Desta forma, chega-se aos seguintes transdutores:

Medição de Nível da Bateria

Para a medição do nível da bateria o transdutor escolhido é o modelo DLT do fabricante DAILER, que consiste em um transmissor contínuo de nível operando pelo princípio de rádio frequência admitância. O seu princípio de operação é o seguinte: a sonda sensora é energizada com um sinal de rádio frequência (aproximadamente 1 MHz). Quando ocorre a variação de nível do processo, esta resulta em uma pequena variação da frequência. Esta variação é detectada e comparada com valores pré-setados no circuito eletrônico de medição. Depois de uma amplificação adequada, ela é utilizada para operar a saída de 4~20 mAdc ou 0~5 Vdc. O principal motivo da escolha deste transdutor é que o seu corpo é formado por materiais como teflon e polipropileno. Estes materiais, não sofrem corrosão com o meio ácido da bateria, e isto é de importância vital, haja visto que o transdutor estará permanentemente em contato com o meio ácido da bateria (ácido sulfúrico).

Medição de Temperatura

Para medição de temperatura, será usado o circuito da figura 3.2, que consiste de um termômetro linear.

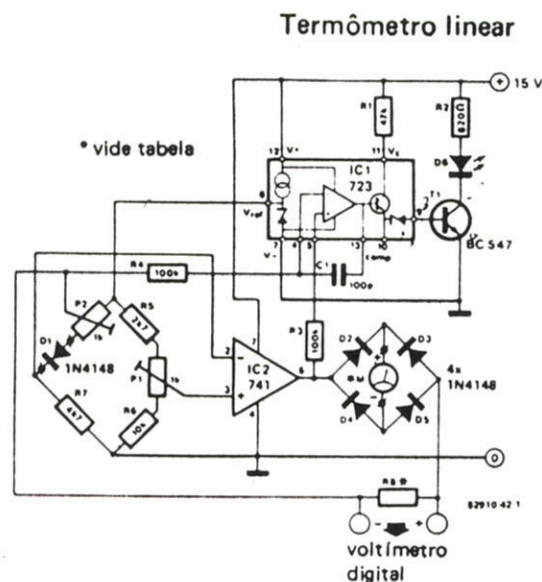


fig 3.2. Termômetro linear

escala	galvanômetro M	R1 = R2	P1	R3	voltímetro digital
0- 3 %	0- 60 μ A	1k2	100 Ω	5 k	- 0,3 ... + 0,3 V
0-10 %	0-200 μ A	1k2	100 Ω	5 k	- 1 ... + 1 V
0-10 %	0-500 μ A	475 Ω	50 Ω	2 k	- 1 ... + 1 V
0-10 %	0-200 μ A	1k2	100 Ω	500 Ω	- 0,1 ... + 0,1 V
0- 1 %	0- 50 μ A	475 Ω	50 Ω	2 k	- 0,1 ... + 0,1 V

tabela a

O circuito aqui descrito utiliza um diodo polarizado inversamente como captador de temperatura. A tensão inversa de um diodo diminui aproximadamente 2 mV para um aumento de temperatura de 1 °C. Como este coeficiente de temperatura negativo é constante em relação a temperatura ambiente, a escala deste termômetro é linear. O emprego de um diodo se justifica, pela grande característica linear que se pode obter e pela grande facilidade de calibração.

O diodo captador D1 é um 1N4148 que pode facilmente ser montado fora do circuito. Ele é colocado em um ponto formado igualmente por P1, P2, R5, R6, R7 como mostrado na figura 3.2. Uma tensão de referência é fornecida por um CI 723. Pode-se, portanto, aplicar à entrada não inversora de IC1 uma tensão de referência variável por meio de R5 e de P1. Supondo que a ponta tenha sido inicialmente equilibrada ajustando P1 e P2, as variações da tensão inversa do diodo, devidas às variações de temperatura, farão variar a tensão de saída de IC2 positivamente ou negativamente, conforme a temperatura seja positiva ou negativa.

Utilizando uma ponte de diodos (D2...D5), mostra-se somente o valor da temperatura. Seu sinal é obtido utilizando o CI 723 como comparador: a tensão de saída de IC2 é aplicada à entrada não inversora, e a tensão de referência à entrada inversora. Se o circuito for calibrado para um limite a 0°C, quando a temperatura diminuir, a tensão inversa do diodo aumenta e, portanto, a tensão na entrada inversora de IC2 diminui. A tensão de saída de IC2 aumenta, por conseguinte, ao mesmo tempo que a entrada não inversora de IC1. Sua saída satura o transistor T1, o qual acende o LED. Quando a temperatura passa para abaixo de zero, produz-se o inverso e o LED é, portanto, apagado.

A resistência R8 permite utilizar um voltímetro numérico (de entrada flutuante). A tabela α , dá os valores de R8 conforme a gama de temperatura e as características dos instrumentos utilizados. Bem entendido, se se utiliza um voltímetro digital, o galvanômetro, D2...D5, R1...R4, T1 e o LED são omitidos.

O circuito pode ser calibrado colocando o diodo no gelo em fusão. estando P2 provisoriamente no meio curso, P1 é ajustado para obter 0 V na resistência R8. Mergulha-se em seguida D1 na água em ebulição e atua-se sobre P2 de modo a encontrar a tensão de 1 V

em R8. Repete-se tudo novamente até o resultado ótimo. É preferível, para obter uma boa precisão, utilizar água destilada ou desmineralizada. Seria necessário que as resistências R5...R8 fossem do tipo 1% de camada metálica. No entanto, neste projeto utilizou-se como método de calibração, a aferição da temperatura desejada com um termômetro padrão. A faixa de temperatura desejada, fica em torno da temperatura ambiente.

Medição da Densidade

Quanto a variável densidade, é bom se destacar que não foi encontrado um transdutor que fizesse este tipo de medida. Por isso, o mesmo teve que ser desenvolvido pela TELESC.

Este desenvolvimento consistiu em um experimento constituído de:

- pipeta de medição de densidade, (esta já utilizada em campo);
- circuito elétrico- eletrônico com uma bobina;
- haste de material condutor;

A haste de material condutor foi fixada a pipeta de medição de densidade. Este novo conjunto foi introduzido no interior da bateria, ficando apenas uma parte da haste para fora. Esta ponta da haste, foi introduzida no interior da bobina, podendo assim, variar o fluxo magnético gerado pela bobina e conseqüentemente a tensão proporcionada pelo circuito ligada a bobina. Desta forma teria-se uma medição da densidade. No entanto verificou-se que quando o nível varia, a pipeta de medição de densidade se desloca com a variação deste nível, podendo indicar então, uma variação de densidade quando apenas houve uma variação do nível. Por motivos de tempo, não se buscou a solução para este problema.

Outras medidas

Quanto aos outros transdutores, umidade e tensão da bateria, não foram testados neste projeto, no entanto, sabe-se que existem inúmeros tipos disponíveis no mercado que podem ser utilizados.

3.3. SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS [BRU 94]

Para um melhor entendimento do que é o sistema de aquisição de dados, e interessante apresentar alguns conceitos básicos.

3.3.1. CONCEITOS BÁSICOS

Os Sistemas de Aquisição de Dados (SAD's) permitem medir informações do mundo real representadas por sinais analógicos. Os sinais analógicos são gerados por sensores ou transdutores que convertem grandezas físicas como: temperatura, pressão, velocidade, vazão, posição, etc., em grandezas elétricas (valores de tensão ou corrente). A amostragem e posterior conversão dos sinais analógicos em códigos digitais, para processamento e armazenagem num computador, é denominada de Conversão Analógica-Digital ou A/D. O processo complementar, Conversão Digital-Analógica ou D/A, permite converter dados digitais em voltagens analógicas, possibilitando o controle via computador. Em geral os SAD possuem conversores A/D e D/A, o que possibilita a medição computarizada e o controle de processos industriais assim como a realização de experiências de laboratório.

Nestes ambientes (industrial e de pesquisa), os computadores do tipo PC são muito utilizados em atividades tais como:

- experimentos de laboratório;
- controle industrial;
- medição e teste.

3.3.1.1. Componentes de um SAD baseado em Computador tipo PC

Um Sistema de Aquisição de Dados baseado em PC (SADPC) é composto dos seguintes elementos básicos, como mostrado na figura 50:

- a) computador tipo PC;
- b) transdutores;
- c) condicionador de sinal;
- d) hardware para aquisição de dados;
- e) software para aquisição de dados.

a) **Computador PC:** a velocidade de processamento é determinada pelas características do computador utilizado. Para aplicações onde se requer processamento em tempo real de sinais de alta frequência é necessário utilizar um processador de 32 bits junto com um coprocessador ou, caso seja necessário, um DSP ("Digital Signal Processor"). Se a aplicação requer somente a aquisição e apresentação dos sinais a uma taxa de operação de alguns segundos, um simples computador tipo PC é suficiente.

b) **Transdutores:** como já foi citado antes, os transdutores sensam grandezas físicas e as transformam em sinais elétricos compatíveis com o hardware de aquisição. Ex.: termopares, RTD, sensores IC, termistores convertem temperatura em sinais analógicos elétricos (tensão). Os sinais elétricos produzidos são proporcionais às grandezas físicas que são medidas.

c) **Circuito Condicionador de Sinal:** como também já foi anteriormente citado, os sinais elétricos gerados pelos transdutores devem ser tratados e convertidos em valores compatíveis com a entrada das placas de aquisição de dados. Os circuitos condicionadores de sinais permitem:

- amplificar sinais de nível reduzido;
- isolar sinais elétricos;
- filtrar sinais elétricos;
- excitar e linearizar certa classe de transdutores.

d) **Hardware para aquisição de dados:** na figura 3.3 é mostrado o diagrama em blocos correspondente a estrutura básica de uma placa de aquisição de dados para computador tipo PC.

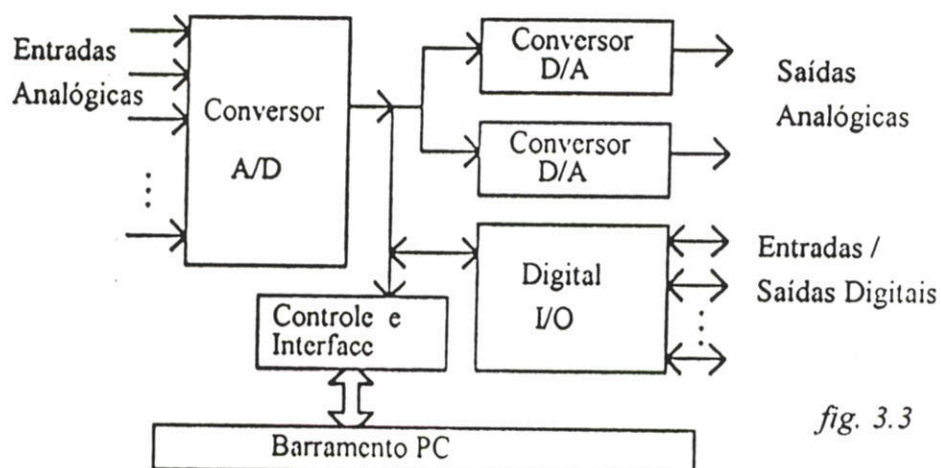


fig. 3.3

O conversor A/D transforma tensões analógicas provenientes dos transdutores em códigos digitais para serem processados ou armazenados em um computador. O conversor D/A realiza o processo complementar, transformando sinais digitais em sinais analógicos permitindo ao computador controlar diferentes dispositivos (registradores, atuadores, amplificadores, etc.) cuja entrada é analógica. Para operações de comunicação ou de execução de acionamentos de segurança, muitas placas de aquisição de dados possuem entradas/saídas digitais ("digital I/O"). Estas linhas podem ser programadas como entradas ou saídas em grupos denominadas portas (em geral 8 linhas por grupo).

A interface com o computador pode ser realizada através: do próprio barramento ("bus") do computador (implica que a placa deve ser conectada num "slot" vazio do computador ou deve ser utilizado um chasis de expansão externo do bus do computador); da entrada serial do computador (convertendo previamente a informação paralela em serial); ou da entrada paralela do computador. As operações de conversão A/D e D/A, assim como a transferência de dados para ou desde o computador são gerenciadas pelo módulo de controle e interface da placa.

e) Software para aquisição de dados: A programação dos registros internos da placa de aquisição de dados é denominada de "programação de baixo nível". Neste nível, o usuário deve programar os registros da placa de aquisição de dados, determinando os valores binários que devem ser carregados nestes registros. Para tal deve utilizar um linguagem de programação que lhe permita escrever e ler dados da placa de aquisição conectada ao barramento do computador. Neste nível de programação (programação a nível de registros), o desenvolvimento do software torna-se uma tarefa ingrata, complexa e que, além disso, consome muito tempo. Para solucionar este problema, existem pacotes de software que permitem programar os registros da placa através de funções especiais, que podem ser usadas com software convencional, a nível de funções ("driver-level" software) e a nível de aplicação do software ("application-level" software).

Na figura 3.4 são mostrados diferentes níveis de programação do software para sistemas de aquisição de dados.

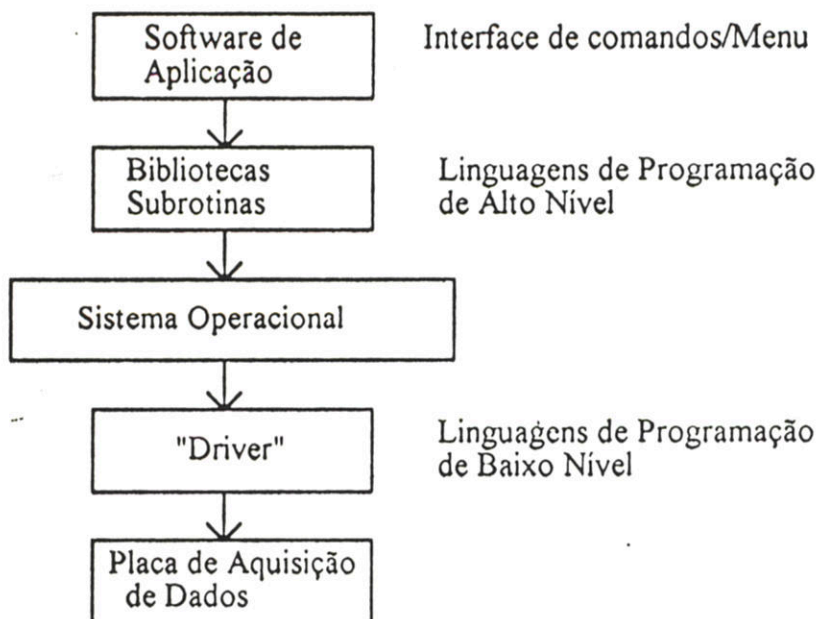


fig 3.4 níveis de programação de software

3.3.1.2.. Parâmetros para especificação de um SAD

A especificação de um SAD inclui a definição (tanto para as entradas como para as saídas do circuito) dos seguintes parâmetros :

- número de canais;
- taxa de conversão;
- resolução;
- alcance (na bibliografia inglesa "range") de entrada e de saída;

Estes parâmetros serão definidos, a seguir, em função das entradas e saídas analógicas do circuito.

a) Entradas analógicas: o primeiro elemento que deve ser levado em conta na especificação de um sistema de aquisição de dados é o *alcance* de tensão que se deseja medir. Esta informação pode ser obtida verificando a tensão de saída do transdutor (sensor) utilizado.

Alcance refere-se aos valores limites máximo e mínimo dos níveis de tensão que o conversor A/D pode quantizar. Em geral, uma placa de aquisição multifunção oferece *alcances* selecionáveis de forma que a placa possa ser configurada para operar sobre diferentes níveis de tensão. Os *alcances* podem ser *unipolar* (tensões positivas) ou *bipolar*

(tensões positivas e negativas). Por exemplo, para uma dada aplicação onde a saída do sensor varia entre 1-3 volts, o *alcance* deverá ser de 0-5v; esta escolha permitirá duas vezes mais de amostras do que utilizando um *alcance* de ± 5 V ou 0-10 V.

A escolha de um alcance menor (0-2.5 V) não contemplará o máximo valor da saída do sensor (3 V).

Muitas placas de aquisição de dados possibilitam trabalhar com múltiplos *alcances* de entrada através de amplificadores de ganho programável por software. Na tabela 1, são mostrados diferentes alcances de entrada para distintos valores de ganhos programáveis. Por exemplo, utilizando um ganho de 500 é possível medir sinais tão pequenas como 20 mV com máxima resolução.

Ganhos	1	2	4	8	10	100	500
Unipolar	0-10V	0-5V	0-2.5V	0-1.25V	0-1V	0-0.1V	0-0.02V
Bipolar	$\pm 10V$	$\pm 5V$	$\pm 2.5V$	$\pm 1.25V$	$\pm 1V$	$\pm 0.1V$	$\pm 0.02V$

Tabela 1. Alcances de entrada e ganhos programáveis.

Mudanças de ganho implicam no acréscimo de mais uma instrução extra de software e podem reduzir a velocidade de aquisição de dados. Uma solução para este problema é trabalhar com uma lista de ganhos por canal. Esta lista é implementada através de um pequeno "buffer" de memória que é carregado com os números dos canais e seus respectivos ganhos. Durante o processo de aquisição, é selecionado em forma automática o canal e o seu correspondente ganho a partir da lista pré-carregada.

Tipos de entradas: o *número de canais* de entrada disponível determina o número de dispositivos que podem ser conectados ao conversor A/D. Em geral, o número de canais varia de 4 até 32, porém pode ser aumentado (até 256) utilizando multiplexadores.

Os canais de entrada podem ser do tipo "singled-ended" (SE) ou "differential" (DI). Em geral, as placas tem 16 canais SE ou 8 canais DI, conforme definido pelo usuário. As entradas do tipo SE são todas referenciadas a uma mesma *referência de terra*. Estas entradas são usadas quando: os sinais de entrada são de nível de amplitude maior que 1v; o

comprimento do cabo que conecta a fonte do sinal com a entrada analógica da placa é menor que 5m; todos os sinais compartilham o mesmo terra comum.

Se os sinais não se encontram incluídos dentro do critério anterior, então as entradas DI devem ser utilizadas. Cada entrada DI tem a sua própria referência de terra. As entradas DI oferecem uma espécie de imunidade ao ruído denominada de *rejeição de modo comum*, especificada como CMRR ("Common-Mode Rejection Ratio") e dada em [db]. Como o nome o indica, as entradas DI respondem a diferenças de níveis de tensão entre os dois fios de entrada e melhoram a exatidão nos seguintes casos: em conexões onde se precisem longos cabos de conexão; para sinais de entrada de pequena amplitude (<1v); quando conversores de alta resolução são utilizados (>12 bits). Também são utilizadas quando existem diferentes sinais de entrada, provenientes de distintos dispositivos, que estão a diferentes referências de terra.

Multiplexação dos sinais de entrada: é uma técnica comum para medir vários sinais de entrada utilizando um único conversor A/D. Os sinais são multiplexados no tempo, amplificados, sustentados (circuito "Sample-Hold" SH) durante um certo tempo, necessário para efetuar a conversão, e convertidos em valores digitais. Na figura 3.5 é mostrado um módulo convencional (amostragem sequencial) de conversão A/D.

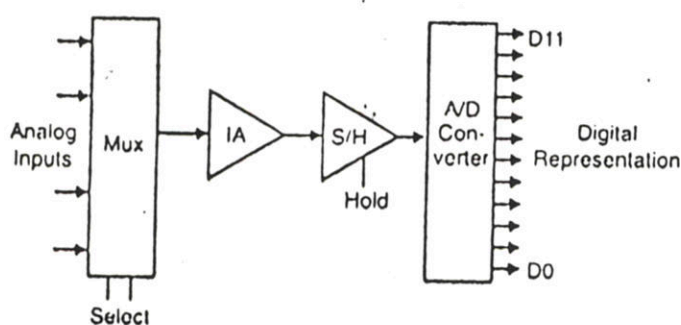
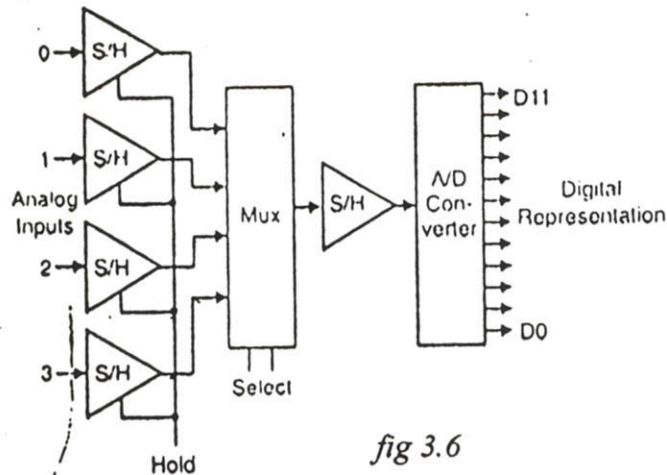


fig 3.5

Em algumas aplicações, tais como ensaios destrutivos, é necessário amostrar ao mesmo tempo vários canais. Isto requer a utilização de uma técnica de amostragem paralela (*simultaneous Sample-and-Hold*) (Figura 3.6), que consiste em colocar um circuito SH por cada canal de entrada.



Taxa de conversão: A taxa de conversão de um dado ("throughput rate") é um dos parâmetros mais importantes na escolha de uma placa de aquisição de dados. Este parâmetro está relacionado basicamente com a velocidade do sistema de aquisição. Geralmente se expressa em KHz. Por ex.: uma placa com uma taxa de conversão de 60 KHz pode amostrar uma entrada 60.000 vezes por segundo, transferindo o dado para a memória do sistema.

Segundo o Teorema de Shannon, um sistema de aquisição de dados deve amostrar um sinal de entrada com uma frequência de amostragem pelo menos duas vezes maior que a frequência da componente de maior frequência do sinal. Por ex. para medir um sinal de freq. 20KHz, a frequência deve ser de 40 KHz. A observação rigorosa do teorema da amostragem permite eliminar uma condição de erro denominada de "Aliasing", fenômeno pelo qual as componentes de alta frequência de um sinal aparecem no código digital como erros de baixas frequências. Na figura 3.7 abaixo, é mostrado o sinal real e o sinal amostrado a uma baixa frequência de amostragem, evidenciando o problema do *aliasing*.

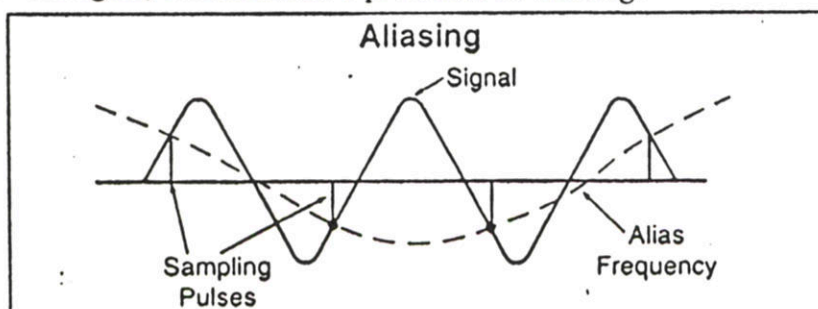


fig 3.7

Se a frequência do sinal a ser amostrado não é conhecida "a priori", então uma possível solução consiste em amostrar o sinal com a maior frequência possível e colocar um filtro passa-baixos na entrada analógica para filtrar as componentes de alta frequência do sinal ("anti-aliasing filter").

Três elementos determinam a *taxa de conversão A/D*:

tempo de aquisição: tempo necessário para adquirir o sinal (circuitos mux, amplificador, SH);

tempo de conversão: tempo necessário para realizar uma conversão A/D;

tempo de transferência: tempo necessário para transferir o dado desde a placa à memória do sistema.

Normalmente a placa primeiro adquire o sinal analógico e depois o converte a digital, isto implica em um tempo equivalente à soma do tempo de aquisição mais o tempo de conversão. Para reduzir este tempo, alguns sistemas permitem sobrepôr ("overlapping") o tempo de aquisição sobre o amostrador ("sample-hold") com o tempo de conversão da amostra anterior. Desta forma, o circuito A/D permite trabalhar com dois sinais ao mesmo tempo.

O número de canais que compartilham o mesmo conversor A/D afeta também a taxa de conversão. Dado que vários canais são amostrados pelo mesmo conversor A/D, a taxa de conversão efetiva de cada canal individual é inversamente proporcional ao número de canais amostrados. Por ex.: se a frequência de amostragem é de 100KHz sobre 10 canais, então a taxa efetiva de conversão para cada canal será de: $100 \text{ KHz}/10=10\text{KHz}$.

Outro fator que afeta a velocidade de conversão é o ganho do amplificador do circuito A/D. Como em qualquer circuito amplificador, a largura de banda diminui quando aumenta o ganho do amplificador e a largura de banda está relacionada com a velocidade de conversão. Por ex., ganhos associados com alcances de entrada de 0.1v e 0.02v necessariamente reduzem a velocidade de conversão. Para minimizar esta limitação, algumas placas permitem mudar automaticamente a taxa de conversão quando ganhos elevados são selecionados. Por ex. para

alcances de 1 e 10 v a taxa de conversão será a máxima, já para alcances de 0.1 e 0.02 v a taxa será menor.

Resolução: é outro parâmetro importante quando da escolha de uma placa de aquisição de dados. O principal componente da exatidão de uma placa é a *resolução*. Este parâmetro é definido como o número de bits que um conversor A/D utiliza para representar um sinal analógico. Este determina a quantidade de números binários usados para representar um sinal analógico. Por ex. conversores de 12 bits permitem discretizar um sinal analógico em $2^{12}=4096$ níveis diferentes, logrando uma resolução do alcance de 0.024%. O aumento do número de bits do conversor produz um incremento exponencial da resolução deste.

Exemplo: na figura 3.8 é mostrado um sinal analógico e seu correspondente sinal discretizado usando um conversor de 3 bits de resolução.

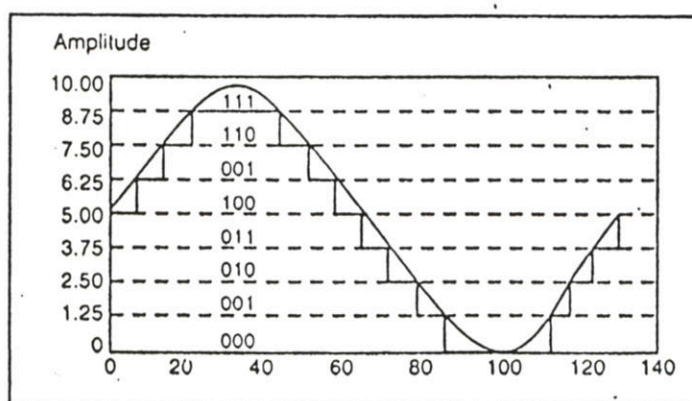


fig 3.8

Este conversor divide o alcance analógico em $2^3=8$ níveis diferentes. Cada nível é representado por um código binário de 3 bits (de 000 a 111). A representação com 3 bits não é boa devido a que uma certa quantidade de informação é perdida na aproximação realizada. Incrementando o número de bits de 3 para 16, o número de níveis passa de 8 para 65536, e portanto pode ser obtida uma exatidão consideravelmente melhor.

O *alcance*, a *resolução* e o *ganho* disponíveis em uma placa de aquisição determinam a menor mudança detectável do sinal analógico. Esta mudança está associada ao bit menos significativo (LSB "Least Significant Bit") do valor digital e é denominado frequentemente de

largura de código ("Code Width"). A largura de código ideal é determinada a partir da seguinte expressão:

$$Bw = A / (G 2^n)$$

onde :

Bw: largura de código ideal

A: alcance de entrada

G: ganho do amplificador

n: nº de bits de resolução

Exemplo: uma placa multifunção de 16 bits, tem alcances de: 0-10v, +/-10v, e ganhos programáveis de 1,5,10, 20, 100. Se escolhermos alcance de 0-10v e ganho de 100, temos:

uma resolução teórica de 1 bit no valor digitalizado equivalente a:

$$10v / (100 2^{16}) = 1,5 \mu V$$

Na tabela 2 é mostrada a exatidão de um circuito A/D para diferentes valores de resolução e alcance.

Resolução	Nº de dígitos	% do alcance	+/-10V alcance	+/-5V, 0-10V alcance	0-2.5V, +/-1.25V alcance	+/- 0.02V alcance
8	256	0.39	78 mV	39 mV	9.8 mV	0.16 mV
10	1024	0.098	20 mV	9.8 mV	2.4 mV	0.04 mV
12	4096	0.024	4.9 mV	2.4 mV	0.61 mV	0.01 mV
16	65536	0.0015	0.31 mV	0.15 mV	0.04 mV	0.0006 mV

Tabela 2. Resolução e exatidão.

b) Saídas analógicas: o circuito de saída analógico em geral apresenta dois conversores D/A separados e um buffer de dados por cada canal. Isto permite que as saídas possam ser atualizadas uma por vez ou simultaneamente (por ex. para mudar simultaneamente ambos canais de um plotter XY). Quando os dois conversores são atualizados simultaneamente, o tempo de conversão D/A será pelo menos duas vezes o tempo de um só conversor.

Vários parâmetros determinam a qualidade da saída analógica: *tempo de estabelecimento* ("*settling time*"), *taxa de subida* ("*slew rate*") e *resolução*. Os dois primeiros determinam a velocidade de atualização do sinal de saída. O *tempo de estabelecimento* é o tempo requerido para a saída chegar a regime permanente. Em geral é especificada em [us] para uma mudança da saída em tensão a fundo de escala. O parâmetro "*slew rate*" é a máxima taxa de mudança que o conversor D/A pode produzir sobre o sinal de saída. Portanto, um conversor D/A que apresente um pequeno *tempo de estabelecimento* e uma alta *taxa de subida* poderá gerar saídas de alta frequência. A *resolução* de saída é semelhante à resolução de entrada. Isto é, o número de bits no código digital que geram a saída analógica. Portanto, uma alta resolução produzirá sinais de saída que mudam suavemente.

Os conversores D/A produzem "*glitches*": pulsos rápidos causados por pequenas diferenças de tempo, na comutação das chaves do próprio conversor D/A. Para eliminar este problema algumas placas possuem circuitos "*deglitching*" que mantém a saída constante durante um breve período, então reconectam a saída do conversor D/A depois de ter passado o pulso de "*glitch*".

c) Calibração: vários erros podem afetar a exatidão da conversão A/D e D/A, por exemplo erros de ganho e offset do amplificador. Erros deste tipo afetam a amplitude do sinal antes de alcançar o conversor A/D ou D/A. Para eliminar estes erros, mantendo a exatidão, ambos circuitos A/D e D/A requerem uma periódica *calibração* via hardware ou software.

A *calibração via hardware* é realizada: para o conversor A/D, aplicando um sinal de tensão conhecida a uma entrada e ajustando o offset e o ganho do amplificador (através de potenciômetros na placa) até alcançar o valor correto na escala de conversão; para o conversor D/A, enviando uma palavra correspondente a um nível de tensão conhecido para o conversor D/A e ajustando (também via potenciômetros) o offset até alcançar o valor correto na escala de conversão. Alternativamente, existem placas de aquisição de dados comerciais nas quais a calibração pode ser realizada de forma automática via software ("*self-calibration*").

d) Circuito temporizador: Para desempenhar múltiplas conversões automaticamente a intervalos de tempo precisos, os circuitos de aquisição de dados possuem um ou mais *circuitos temporizadores* ("pacer-clock"). Na figura 3.9 é mostrado um típico circuito temporizador. Estes circuitos são construídos a partir de uma fonte de frequência (oscilador de 400KHz - 10 MHz) e uma rede de divisores de frequência que divide (por passos) a frequência fonte (base de frequência) em valores de frequência pre-determinados (desde menos de 1Hz até a frequência máxima de conversão).

Os circuitos temporizadores são inicializados por sinais de disparo "triggers", que podem ser de dois tipos: originados em uma instrução de software ("software Trigger") ou provenientes de sinais digitais (pulsos) ou sinais analógicos, externos ao circuito ("external trigger"). Estes últimos permitem sincronizar a conversão de dados com algum evento externo.

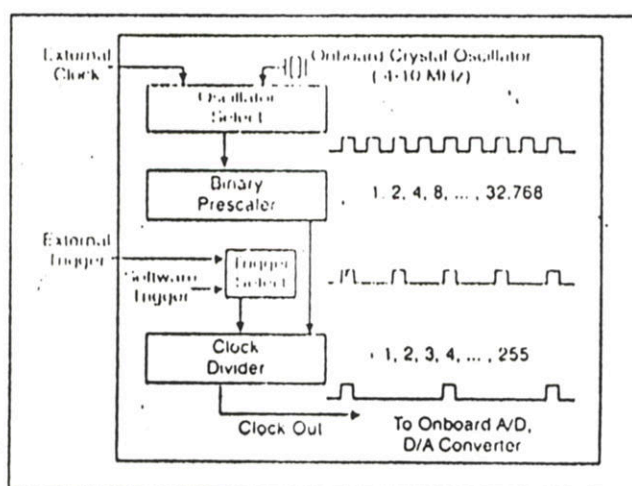


fig 3.9

Neste projeto utilizou-se o temporizador CI 555. Sabe-se que não é o circuito ideal para ser usado neste projeto, no entanto era o que se dispunha no momento. Posteriormente, deve-se adquirir como um circuito temporizador um oscilador, que é o mais recomendável para o projeto por ser um tipo de temporizador mais preciso do que o CI 555.

Alguns circuitos também possuem contadores programáveis de forma a serem utilizados em diferentes configurações, inclusive para gerar o disparo de conversão do circuito. Este não é o caso da placa de aquisição de dados desenvolvida.

3. 3.1.3. Métodos de transferência de dados para computador

Para aquisição de dados a uma taxa de conversão elevada, o método de transferência adotado é tão importante quanto a própria velocidade dos conversores A/D e D/A utilizados.

Existem diferentes formas de realizar a transferência de dados entre a placa de aquisição de dados e a memória do computador. Os principais métodos são:

Entrada/Saída Programada ("programed I/O (PIO)") via "software polling"

Entrada/Saída Programada via Interrupções

DMA ("Direct Memory Access")

a) Entrada/Saída Programada via "Software Polling": é utilizada em aplicações onde a frequência de operação é menor a 40KHz. Neste método, a transferência de dados é realizada palavra por palavra (8 bits para PC/XT/AT), uma de cada vez. Para cada transferência, o software deve realizar várias operações: verificar o estado do barramento, executar a transferência, liberar o barramento. A execução destas tarefas consome muitos ciclos da CPU do computador. Para detectar uma conversão é necessário que o software continuamente verifique o estado da placa. Esta operação é denominada "Polling". Se o software utilizado desempenha outras funções além da operação de *polling*, então o estado da placa será testado em intervalos de tempo grandes, reduzindo portanto a taxa de conversão a frequências menores a 20KHz.

c) Entrada/Saída Programada via Interrupções: neste método, a placa de aquisição deve gerar *interrupções de hardware* que permitam interromper o programa sendo executado pela CPU do computador. Desta forma, o software continua executando outras tarefas até ser interrompido por uma *interrupção de hardware* proveniente da placa de aquisição de dado. Então realiza a operação de transferência de dados, retornando, a seguir, a execução normal do programa. A necessidade de verificar o estado da placa desaparece liberando o computador para a realização de outras tarefas, enquanto a aquisição de dados acontece. No entanto, ainda existe a restrição de transferência de uma palavra de dados de cada vez.

d) DMA: através deste método ("single-channel DMA") é possível transferir conjuntos de dados a uma alta velocidade (até 100KHz), chegando a quantidade de dados transferidos até 32Kbytes, sem intervenção da CPU. Como o nome indica, os dados são transferidos

diretamente para ou desde a memória do computador sem intervenção da CPU. Inicialmente e após cada transferência de dados o canal de DMA deve ser reprogramado, isto ocasiona um certo "overhead" computacional (operação computacional necessária porém não produtiva) limitando a velocidade do sistema.

Portanto para frequências de operação mais elevadas (até 250 KHz) é necessário utilizar dois canais de DMA ("dual-channel DMA"). Quando dois canais de DMA são usados, o "overhead" associado com a reprogramação de um canal de DMA é realizado no mesmo tempo que a operação de transferência de dados pelo outro canal de DMA. Isto permite à placa realizar a operação de transferência de dados sem interrupções.

Na tabela 3 são comparados os diferentes métodos de transferência de dados em função da taxa de conversão máxima.

Método de Transferência	Computador	Taxa de conversão (máx.)
PIO com Polling	PC/XT/AT	20 KHz
PIO via Interrupções	PC/XT/AT	40 KHz
DMA	PC/AT	100 KHz
Dual-channel DMA	PC/AT	250 KHz

Tabela 3. Métodos de transferência de dados para computador.

3.4. SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DESENVOLVIDO

Para este projeto é importante ser destacado que o objetivo é fazer somente a aquisição dos dados, e por isto, a nossa placa só terá o conversor analógico-digital. Sendo assim, depois de alguns estudos chegou-se a conclusão que o melhor conversor a ser utilizado neste projeto é o conversor ADC 0808/ ADC 0809.

3.4.1. DESCRIÇÃO DO DIAGRAMA DE BLOCOS

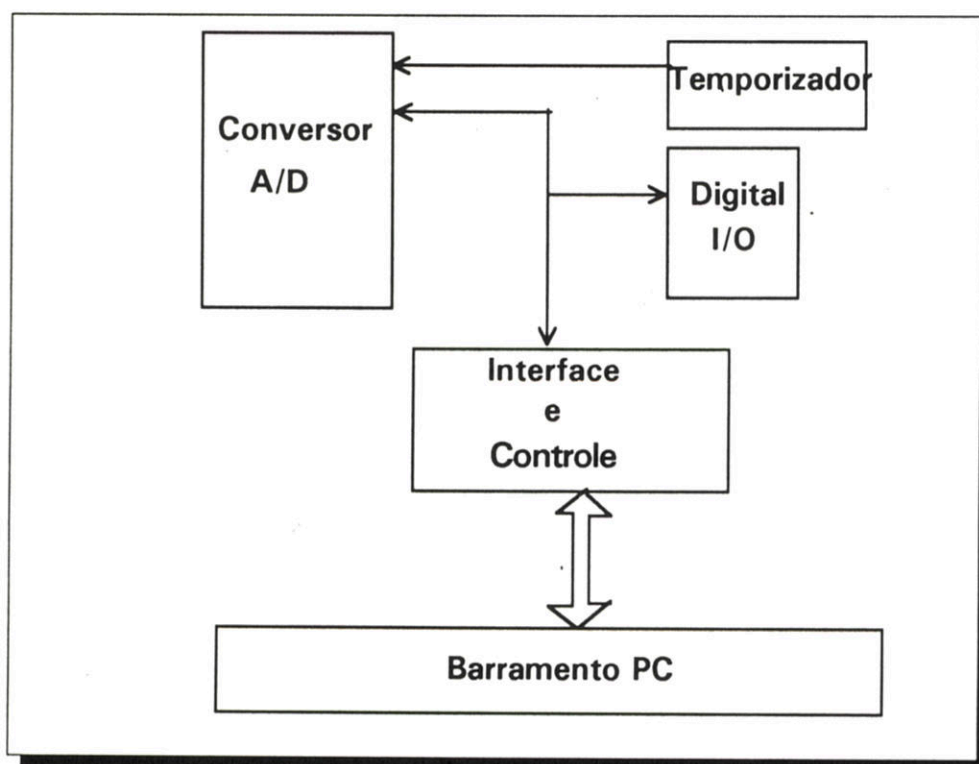


figura 3.10. Diagrama de blocos placa desenvolvida

Como pode ser notado, temos como principais componentes desta fase do projeto:

- a) o conversor analógico-digital (A/D);
- b) a interface ;
- c) o temporizador;
- d) o comparador e o demultiplexador;
- e) o software de controle;

3.4.2. O CONVERSOR ANALÓGICO-DIGITAL (ADC 0808/0809)

3.4.2.1. Descrição Geral

O componente de aquisição e conversão de dados ADC 0808/0809 é um dispositivo CMOS "monolítico" com um conversor analógico-digital de 8(oito) bits, 8(oito) canais multiplexados e lógica de controle compatível com qualquer microprocessador. O conversor ADC 0808/0809 usa como técnica de conversão a aproximação sucessiva.

Os oito canais multiplexados podem diretamente acessar qualquer um dos oito sinais analógicos de entrada.

O dispositivo elimina a necessidade de ajuste de zero e fundo de escala externo.

O ADC 0808/0809 oferece alta velocidade, alta precisão, dependência mínima da temperatura, excelente precisão e repetibilidade ao longo do tempo, com um mínimo consumo.

Estas características fazem este dispositivo ser idealmente utilizado em aplicações de processamento e controle de processos voltados para aquisição de dados.

As características principais deste dispositivo são:

- resolução: 8 (oito) bits;
- tempo de conversão: 100us;
- fonte de suprimento: 5 V;
- nº de canais: 8 (oito) canais multiplexados;
- fácil interfaceamento com todos os microprocessadores;
- entrada analógica na faixa de 0 V a 5 V;
- não requer ajuste de zero ou fundo de escala;
- padrão hermético ou modelos em pacotes de 28 pinos;
- faixa de temperatura entre -40 °C a 85°C (ADC 0808) e -55°C a 125°C (ADC 0809);

- baixo consumo, na faixa de 15 mW.

3.4.2.2. Diagrama de Blocos do ADC 0808

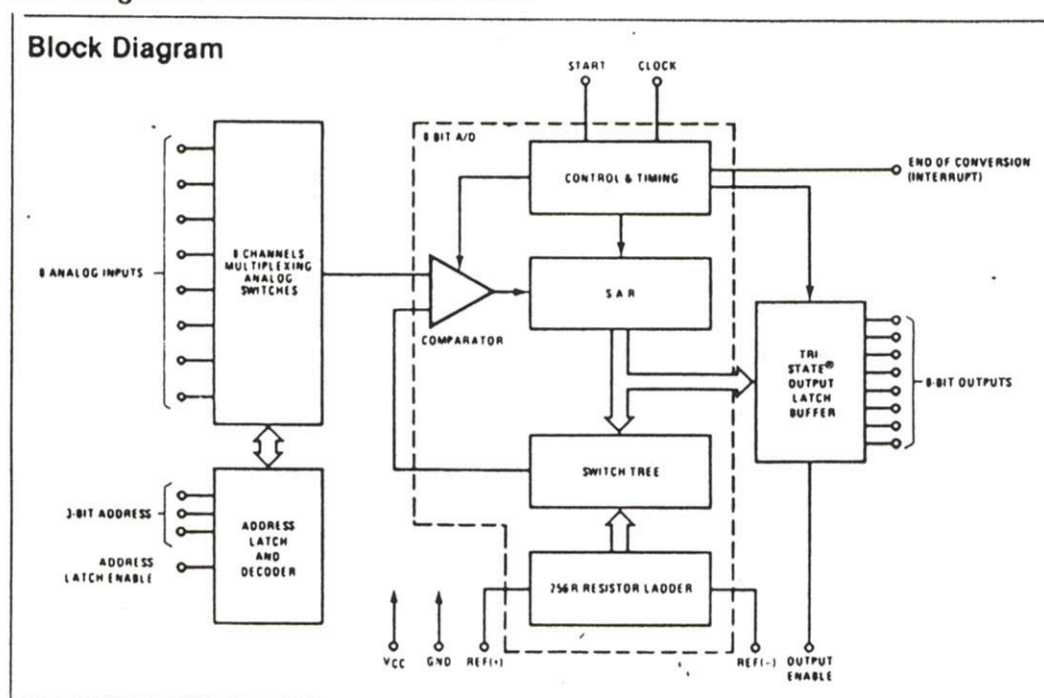


fig 3.11 Diagrama de blocos do ADC 0808.

3.4.2.3. Descrição Funcional

Como fica evidenciado no diagrama de blocos, este conversor é formado por um multiplexador, um latch de endereçamento, um comparador, um latch de saída, um registrador de aproximação sucessiva (S.A.R.), um circuito de controle e um diagrama de escada de resistores.

As medidas analógicas estão disponíveis através das entradas analógicas no multiplexador. Como tem-se oito entradas disponíveis, pode-se fazer a medida de oito variáveis desejadas. No entanto, deve ser notado, que estas entradas são multiplexadas. Quem define qual entrada deve ser convertida em determinado instante é o usuário através do software de controle. O componente responsável pela escolha da entrada, é o latch de endereçamento. Após esta escolha a entrada analógica está pronta para ser digitalizada. O circuito responsável por esta conversão é composto pelo diagrama de escada de resistores, o comparador, e o componente que faz o controle desta conversão. Após a entrada convertida, o latch de saída já pode indicar o valor digital correspondente à variável analógica de entrada, bastando para isto ser habilitado.

ADC 0808/0809 - SOFTWARE E PROGRAMAÇÃO

Tabela de endereços de controle do ADC

Start	OE	ALE	C	B	A	Hexa	leitura/escrita
endereços de leitura							
0	1	0	0	0	0	10	-> leitura canal 0
0	1	0	0	0	1	11	-> leitura canal 1
0	1	0	0	1	0	12	-> leitura canal 2
0	1	0	0	1	1	13	-> leitura canal 3
0	1	0	1	0	0	14	-> leitura canal 4
0	1	0	1	0	1	15	-> leitura canal 5
0	1	0	1	1	0	16	-> leitura canal 6
0	1	0	1	1	1	17	-> leitura canal 7
endereços de escrita							
1	0	1	0	0	0	28	-> escreve canal 0
1	0	1	0	0	1	29	-> escreve canal 1
1	0	1	0	1	0	2a	-> escreve canal 2
1	0	1	0	1	1	2b	-> escreve canal 3
1	0	1	1	0	0	2c	-> escreve canal 4
1	0	1	1	0	1	2d	-> escreve canal 5
1	0	1	1	1	0	2e	-> escreve canal 6
1	0	1	1	1	1	2f	-> escreve canal 7

tabela 4

Algumas Funções do Software de Controle

escreve - função que escreve o endereço em uma porta;

lê - função que mostra o conteúdo de um determinado endereço;

escreve (0x126, 0x92) - escreve o endereço de controle 0x92 no controlador da interface, que está em modo 0(zero).

escreve (0x124, 0x28) - leva o bit START e o bit ALE a nível lógico 1 (um);

escreve (0x124, 0x00) - leva o bit START e o bit ALE a nível lógico 0 (zero);

escreve (0x124, 0x10) - permite a leitura do canal zero e transporta o valor para a porta B da interface;

lê (0x1f22) - lê e mostra o conteúdo determinado da porta B da interface; leva o bit START e o bit ALE a nível lógico 1 (um);

A listagem do programa segue no anexo 2

3.4.3. A INTERFACE 8255

3.4.3.1. Descrição Geral

Neste projeto optou-se pela escolha da interface 8255, fabricada pela Intel, não tanto por suas características técnicas, mas sim por que já existem muitos projetos na Telesc que usam com sucesso esta interface. Desta forma, acredita-se ser a interface 8255, a melhor para o projeto, haja visto, que já existe o contato com o seu esquema de ligação na empresa, e também com o esquema de ligação com o barramento do PC, facilitando o seu controle e programação.

Este é um dispositivo de entrada e saída programável projetado pela Intel para ser usado com a maioria dos microprocessadores da própria Intel. É encapsulado em uma pastilha de 24 pinos de entrada e saída, que podem ser individualmente em dois grupos de 12 e utilizado em três modos de operação. No primeiro modo (MODO zero), cada grupo de 12 pinos de entrada e saída pode ser programado em um conjunto de 4. Sendo estes, utilizados como entrada ou saída. No MODO 1, cada grupo programado pode ter 8 linhas de entrada ou saída. O terceiro modo de operação é o MODO 2, que é um modo de barramento bidirecional. Neste projeto será utilizado o MODO 0.

3.4.3.2. Diagrama de Blocos da Interface 8255

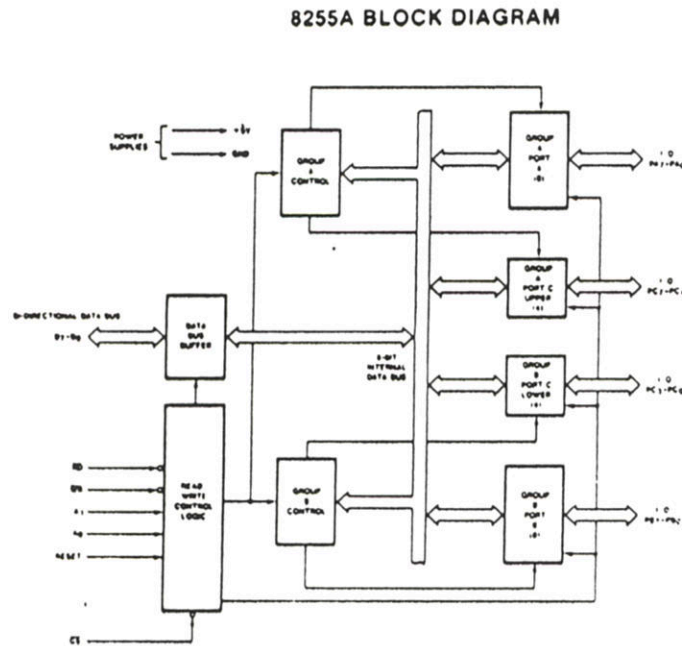


Fig. 3.12 Diagrama de blocos da Interface 8255

3.4.3.3. DESCRIÇÃO FUNCIONAL

Pode-se para resumir, dizer que a interface 8255 é composta de 3 portas programáveis. As portas A, B e C. Estas portas podem ser definidas hora como entradas, hora como saídas. Isto é possível através de palavras de controle. A figura abaixo, visa mostrar como podem ser algumas das configurações desta interface no MODO 0 de operação.

Para esta configuração (MODO 0), foi usada a palavra de controle 0x92 (valor em Hexadecimal), que define as portas A e B como entradas e a porta C como saída.

Esta configuração é porque a porta C servirá para enviar comandos ao conversor A/D e a porta B receberá o dado digital para ser transmitido ao barramento PC.

3.4.3.4 CARACTERÍSTICAS GERAIS

- composta por 24 pinos de entrada e saída programáveis;
- completamente compatível com a lógica TTL;

- totalmente compatível com a família de microprocessadores Intel;
- encapsulada em 40 pinos;
- fácil controle.

3.4.4. O TEMPORIZADOR 555

Este é um circuito, que não será detalhado neste trabalho. Ele tem por função fornecer pulsos de clock ao conversor A/D. É importante ressaltar que este foi um circuito utilizado, por não se ter disponível um oscilador, que é muito mais preciso e confiável.

3.4.5. O COMPARADOR E O DEMULTIPLEXADOR

Estes dispositivos são componentes digitais que têm por função fazer o endereçamento, via barramento PC. São estes componentes que possibilitam a comunicação da interface com o barramento PC. O seu funcionamento não será detalhado neste trabalho.

3.4.6. O SOFTWARE DE CONTROLE

O programa deste projeto foi desenvolvido em linguagem C, por ser esta uma linguagem já conhecida pelo acadêmico, no entanto, houve a necessidade da conversão da linguagem do programa para a linguagem C++, por ser esta a linguagem utilizada pelo software que fará o gerenciamento da rede e que está sendo desenvolvido como uma outra parte do projeto total em paralelo.

É interessante dizer, que este software consiste na verdade de uma rotina de aquisição que será utilizada pelo software de gerenciamento da rede. Esta rotina além das funções que permitem acesso (escrita e leitura) de portas (*inport()*, *outport()*) se preocupa com o tratamento e controle de erros.

Esta função de controle de erro, foi necessária por verificar-se na prática erros de conversão devido à ruídos no sistema. Esta função consiste em fazer a média das últimas três medidas e compará-la a cada medida. Se algum valor medido estiver muito fora desta média, ele é desprezado. A listagem do programa está no apêndice

3.4.7. CIRCUITO COMPLETO IMPLEMENTADO

O circuito completo implementado é mostrado na figura 3.13.

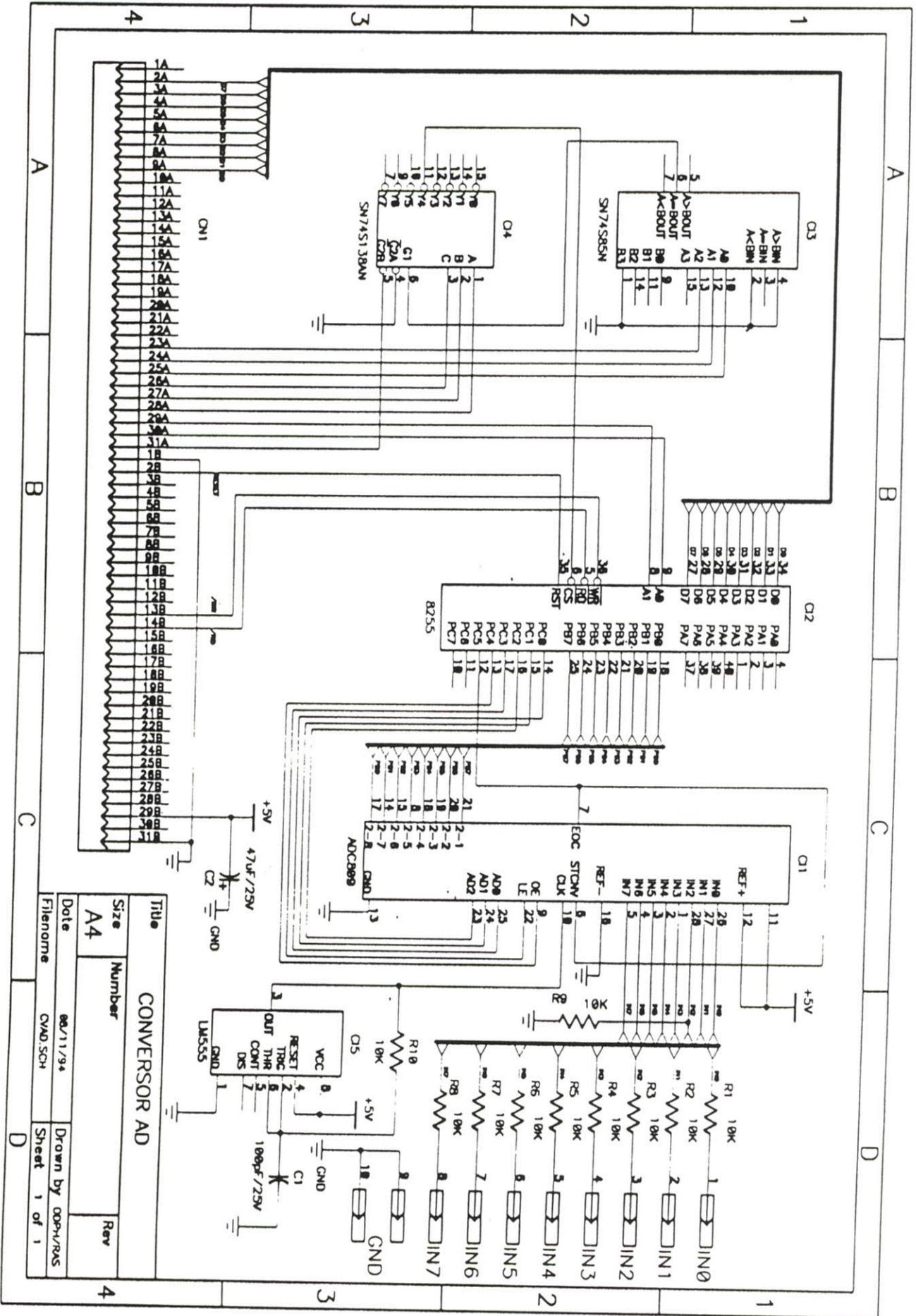
3.5. O SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS DESENVOLVIDO

Não foi possível neste projeto, a implementação deste sistema, sendo transferida esta responsabilidade para um outro projeto que estava sendo desenvolvido em paralelo, por ser este voltado para o gerenciamento e controle da transmissão dos dados.

3.6. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Neste capítulo a preocupação foi em detalhar a implementação do projeto, nos três subsistemas. Com relação ao sistema de medição foram destacadas as principais variáveis a serem supervisionadas. Na parte do sistema de aquisição de dados foi descrito o funcionamento da placa A/D de forma geral, e após detalhou-se o funcionamento a nível de cada componente. Desta forma, foi mostrado como é feita a conversão A/D e como se dá o interfaceamento com o barramento do PC. Já quanto ao sistema de transmissão, foram descritos os conceitos básicos, de modo a dar uma visão geral de todo o sistema de aquisição de dados. No entanto, este sistema não pode ser desenvolvido em conjunto com o projeto em questão por motivos de tempo.

fig 3.13



Title		CONVERTOR AD	
Size	Number	Rev	
A4			
Date	86/11/94	Drawn by 00P-V/RAS	
Filename	GMV.SCH	Sheet 1 of 1	

CAPÍTULO IV

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão discutidos os resultados obtidos, que ocorreram no laboratório de desenvolvimento da Telesc. É importante se ressaltar que os testes dos sistemas de medição e aquisição de dados desenvolvidos foram elaborados em separado. Não conseguindo-se a total integração do projeto.

4.2. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

4.2.1. No Sistema de Medição

Os equipamentos utilizados nos testes do sistema de medição foram:

- a) bateria de um centro telefônico;
- b) termômetros;
- c) voltímetros digitais;
- d) soluções de baterias com densidades diferentes;
- e) componentes eletrônicos (resistores, capacitores, bobinas, e diversos circuitos integrados)

4.2.2. Equipamentos utilizados no Sistema de Aquisição de Dados

Os equipamentos utilizados nos testes de laboratório do sistema de aquisição de dados foram:

- a) microcomputador tipo PC;
- b) fonte regulável de tensão contínua;
- c) placa A/D;
- d) voltímetros digitais;

A seguir, a figura 4.1 mostra o circuito utilizado nos testes em laboratório.

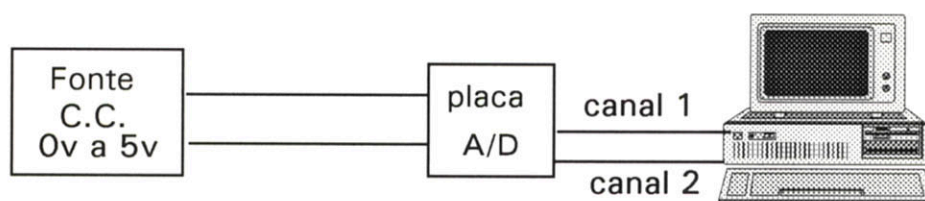


fig 4.1. Esquema de ligação da fonte, placa A/D e PC

O uso de uma fonte regulável de tensão contínua se deve ao fato de ela simular os transdutores, que no momento não se dispunha. Esta fonte foi utilizada para gerar tensões analógicas de 0(zero) a 5(cinco) Volts, simulando assim as entradas da placa A/D.

4.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos, não podem ser visualizados por meio de gráficos. No entanto, pode ser mostrado o esquema elétrico da placa de aquisição de dados desenvolvida, no anexo 1. Além disto, outros resultados do sistema de medição e do sistema de aquisição de dados também podem ser descritos.

4.3.1. Resultados do Sistema de Medição

Simulações e testes de laboratórios com os transdutores desenvolvidos permitem dizer que:

- O transdutor de temperatura desenvolvido, permite medidas de temperatura na ordem de 0°C a $\sim 50^{\circ}\text{C}$, possibilitando uma leitura no voltímetro digital de 0V a 5 V.
- Transdutor de densidade, desde que o nível permaneça constante, também possibilita uma leitura da densidade no voltímetro. Esta medida também é de 0V a 5V.

4.3.2. Resultados do Sistema de Aquisição de Dados

Com relação a placa de aquisição de dados, os testes foram primeiramente no sentido de conhecer como ocorria a programação da interface. Após isto, partiu-se para a montagem da placa. Em seguida, testes de leitura e escrita nas portas foram realizados com sucesso. Os testes permitem dizer que:

- a placa desenvolvida permite a leitura de variáveis analógicas;
- a placa permite a conversão desta medida em valores digitais;
- a placa faz com sucesso a conversão multiplexada de diversos canais;
- o software de interface, permite a visualização das últimas dez medidas feitas em cada entrada, com uma precisão de duas casas decimais (podendo esta precisão ser alterada);
- a comparação dos valores fornecidos pela fonte de tensão contínua e dos valores mostrados pelo programa permite dizer que os erros são mínimos e a velocidade de resposta é instantâneo.

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Todos os testes vieram a comprovar que o desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para a Supervisão Remota dos Centros Telefônicos é viável. Sendo que o sistema desenvolvido já pode ser usado a nível real (em campo). Faltando apenas, a integração entre os projetos desenvolvidos, e o desenvolvimento e aquisição de novos transdutores, permitindo a aquisição de novas variáveis.

4.5. CONCLUSÃO

Neste capítulo, foram mostrados e formalizados os resultados obtidos. Estes resultados são, no entanto, decorrentes de testes em laboratório, e não de situações reais, que sabemos ser o ideal. Todavia, o sistema desenvolvido mostrou estar apto para ser experimentado em caráter real. No próximo capítulo, serão apresentadas as perspectivas de trabalhos futuros.

CAPÍTULO V

CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Apresentou-se neste trabalho um Sistema de Aquisição de Dados (SAD) voltado para a Supervisão Remota de Centros Telefônicos.

Primeiramente, foram discutidos os dois métodos de solução propostos inicialmente. O sistema dedicado baseado em microcontrolador, e o sistema de aquisição de dados baseado numa placa conectada a um microcomputador. Com base neste estudo e dadas as características não só do problema em questão, mas tendo em vista o projeto global da TELESC S.A. foi determinada a abordagem adotada. Esta abordagem consiste então, no desenvolvimento de um Sistema de Aquisição de Dados voltado para a Supervisão Remota de Centros Telefônicos baseado numa placa de aquisição de dados conectada a um computador tipo PC, possibilitando a supervisão desejada, assim como, um possível controle remoto das variáveis desejadas via microcomputador.

A realização deste trabalho foi dividida em três fases:

- Desenvolvimento de um sistema de medição através de transdutores.
- Desenvolvimento de um sistema de transmissão de dados.
- Desenvolvimento da placa de aquisição de dados conectada a um microcomputador tipo PC.

Na fase escolhida para estudar o sistema de medição, chegou-se a pensar em desenvolver todos os transdutores em laboratório, no entanto, a TELESC não detém tecnologia suficiente para esta opção. Assim, através deste trabalho, foram escolhidos os transdutores que medem o nível da bateria, e a temperatura de um centro telefônico. Um deles foi desenvolvido em laboratório e o outro será ainda adquirido. Com relação ao transdutor de densidade são necessários estudos no sentido de eliminar a interferência do nível na medição da densidade.

Na fase de estudo do sistema de transmissão, dois sistemas foram estudados. Foram eles, o sistema de transmissão via modem com uma linha telefônica dedicada e a transmissão via rede de pacotes. Ao final, chegou-se a conclusão que deve ser usada a transmissão via linha telefônica, por ser esta a opção disponível em todas as localidades do estado. No entanto, a transmissão via rede de pacotes deve ser utilizada como rota alternativa em caso de falhas do sistema de transmissão principal. É claro, que isto só é válido para as cidades que possuem acesso a rede de pacotes. Como Florianópolis, Blumenau, Criciúma, Lages e Joinville.

A fase do desenvolvimento da placa de aquisição de dados foi a mais importante deste projeto, pois foi a fase que realmente demandou esforços, sendo a única fase devidamente concluída. Através desta placa de aquisição de dados, a TELESC já tem condições de fazer a Supervisão Remota dos Centros Telefônicos usando os sinais de telemédidas (medidas realizadas à distância). Esta placa já possibilita a TELESC saber algumas medidas desejadas nos centros telefônicos, como temperatura do centro telefônico e nível do ácido da bateria. A placa desenvolvida tem condições de indicar medidas com uma precisão de até 4 casas decimais, bastando para isto ter-se adequados transdutores. Desta forma, com o uso da placa A/D, a TELESC pode obter um aumento da qualidade dos serviços prestados, dado que, ela possibilita uma correção mais rápida dos defeitos, assim como a sua prevenção. A TELESC também conseguirá uma redução nos custos operacionais e uma melhor racionalização das atividades de manutenção, pois os dados são adquiridos em tempo real, possibilitando a correta detecção das falhas e agilizando a manutenção.

Deve-se ressaltar, que este projeto foi um primeiro passo no sentido da total automação dos processos da TELESC. A placa desenvolvida não chegou a ser testada em campo, apenas testou-se a nível de experiências de laboratório. No entanto, simulações e testes, usando-se uma fonte contínua de tensão foram extensivamente realizadas. Desta forma, espera-se ter contribuído com a empresa na busca do seu objetivo, que consiste na melhoria da qualidade dos serviços e conseqüentemente aumentar o número de clientes plenamente satisfeitos, que hoje está na faixa de 65%.

Partindo-se desta primeira versão do sistema da placa projetada, propõem-se como perspectiva de continuidade de estudos e pesquisas nesta área:

- Aperfeiçoar o sistema de medição, procurando-se desenvolver mais especificamente o transdutor de densidade, que é uma variável importante a ser monitorada para o sistema de energia da TELESC.

- Incluir nesta placa de aquisição de dados, o conversor digital-analógico, possibilitando desta forma, um possível controle remoto da variável medida via microcomputador e não apenas a sua supervisão, possibilitando com isso além da correção mais rápida dos defeitos, uma melhor prevenção das causas de defeitos do sistema.

- Com o acoplamento do conversor D/A na placa abre-se um campo enorme no que diz respeito a área de instrumentação. Pois muitos controladores terão de ser especialmente projetados para a melhoria contínua do sistema.

- A empresa TELESC S.A. deve continuar a desenvolver métodos novos de supervisão, não somente para o sistema de energia, mas expandido-os para os outros sistemas, como os de transmissão e operação.

- O sistema de transmissão poderá vir a ser via rede de pacotes, eliminando o sistema atual de transmissão via modem, desde que este sistema de transmissão esteja plenamente instalado, cobrindo todas as localidades do estado.

Apêndice A

A GERÊNCIA INTEGRADA DE REDE NA TELESC

1. INTRODUÇÃO

A organização da operação e manutenção na TELESC, assim como em outras empresas do grupo telebrás, desenvolveu-se sempre extremamente de forma segmentada. Orientava-se por modelo de equipamento, área técnica (comutação, transmissão, etc...) e região geográfica. Em 1991, com 270.000 terminais, a TELESC dispunha de seis Centros de Operações do Sistema (COS).

Devido à precaridade dos sistemas de supervisão e controle, não se dispõe de informações suficientes, em tempo real, sobre a qualidade do serviço prestado. Muitas vezes, o usuário é quem informa a Empresa de paralizações ocorridas ou falhas graves.

Até 1994, a TELESC, com apenas 400.000 terminais, terá 10 modelos diferentes de centrais CPA, sistemas de transmissão digital (rádio e fibra), redes de dados determinística e de pacotes, telefonia celular fixa e móvel, plataformas de serviços e 55% da planta ainda analógica.

O crescimento e diversificação da planta, a persistir esta tendência de organização da operação e manutenção segmentada ou por "ilhas" tecnológicas, forçariam a TELESC a um crescimento do quadro de pessoal, custos e limitações sobre o sistema inaceitáveis.

Além disso, o tráfego telefônico crescente, a pressão de usuários por maior qualidade e serviços, a possibilidade de um ambiente competitivo, impelem a TELESC na direção de uma nova filosofia de gerência do sistema e da própria Empresa.

A TELESC, assim como as grandes operadoras, em nível mundial, está implementando uma nova filosofia, denominada Gerência Integrada de Redes e Serviços de Telecomunicações (GIRS), a ser suportada pela Rede de Gerência de Telecomunicações (TMN).

2. GERÊNCIA INTEGRADA DE REDE - CONCEITOS E EXPECTATIVAS

Esta gerência promove:

- máxima produtividade da planta e seus recursos, integrando de forma estruturada as funções de operação, manutenção, administração e provisionamento.
- introdução de sistemas de suporte à operação que "conversam", através de interfaces padronizadas, com os diversos equipamentos de diversos fornecedores.

Esta é a estrutura mais adequada, pois permite:

- a integração entre sistemas, evitando a multiplicidade de sistemas de suporte à operação.
- a utilização de recursos operacionais mais sofisticados, tais como visualização gráfica, inteligência artificial, etc...
- introdução de um número de fornecedores de sistemas de operações independente do fabricante do equipamento.
- ação efetiva sobre o sistema de forma global, permitindo uma melhor qualidade e produtividade com o quadro de pessoal existente.
- provisionamento de serviços e recuperações sob o comando do cliente. Ele será no futuro o verdadeiro Gerente da Rede, configurando-a conforme o serviço e qualidade desejados.

A Gerência Integrada de Rede é muito mais que ações de integração voltados à Gerência de equipamentos. Ela pretende integrar as ações, processos, plataformas e arquiteturas, visando à integração de Gerência de Redes e Serviços de Telecomunicações com a Gerência da Prestação do Serviço ao nosso usuário com a Gerência do Negócio de Telecomunicações.

Na TELESC, o esforço de introdução da Gerência Integrada de Redes e Serviços de Telecomunicações, visa o desenvolvimento e integração das seguintes gerências e seus propósitos:

GERÊNCIA DE FALHA E DESEMPENHO

Desenvolvimento e automação dos processos de detecção, localização e acionamento, visando a eliminação das causas raízes de tráfego espúrio (congestionamento, defeito, uso incorreto, erro de projeto e implantação) e insatisfação dos usuários, agindo próativamente.

GERÊNCIA DE FORÇA DE TRABALHO

Dimensionamento, agilidade, disponibilidade, capacitação, execução da atividade, produtividade, acesso a informação e qualidade do quadro de pessoal. Formação de um novo perfil de pessoal (especialistas e generalistas). Todo o quadro técnico será capacitado para novas tecnologias e para o futuro.

GERÊNCIA DE TARIFICAÇÃO

O desejo dos usuários e a realidade conjuntural impelem a TELESC na direção da automação dos processos de registro, coleta, processamento, faturamento e cobrança.

Desde o faturamento em tempo real, o acesso dos clientes aos dados, ao custo do processo de faturamento, até suas consequências como bloqueio e liberações automáticas, etc...

GERÊNCIA DE MATERIAIS

Planejamento, compra, disponibilidade e sincronização automática com as demais gerências. Otimização, controle de consumíveis, de sobressalentes, de instrumental, conserto de unidades, rastreabilidade, controle de garantia, etc.

GERÊNCIA DE SEGURANÇA

Integridade e confiança dos dados e processos.

GERÊNCIA DE CONFIGURAÇÃO

-Provisionamento de Recursos: Toda atividade de projeto e implantação da expansão da planta, capacitação de reconfiguração, etc...

- Provisionamento de Serviços: Controle e uso da planta instalada. Implantação de novos serviços, agilidade no provisionamento de serviços existentes ao usuário, preferencialmente de forma automática.

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE REDE

Planejamento da expansão do sistema.

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE MERCADO

Planejamento de serviços, marketing, etc...

3. AÇÕES

O trabalho na TELESC, foi iniciado em 1991, com a criação do grupo de implantação da GIRS. Este grupo definiu as linhas mestras e atuou, emergencialmente, para a criação do Centro de Gerência e na organização da operação desta fase.

A TELESC, visando a implantação da GIRS, planejou a sua introdução, a partir de 1991.

Atualmente a TELESC está procedendo a aquisição de Terminais Portáteis para permitir que os técnicos acessem a via linha discada ao "main-frame" para ações de despacho, atualização dos dados e conexão com os equipamentos. Dessa forma, o técnico que atende a estações onde não há terminais dedicados, poderá comunicar-se com o Sistema de Gerência de Equipamentos e da Força de Trabalho (SGE). Plantões poderão ser feitos das residências dos técnicos. No futuro, quando cada técnico possuir o seu terminal portátil, não haverá necessidade de comparecer à sua base para acessar ao SGE. Sairá diretamente da sua casa para o lugar agendado.

Uma série de sistemas de suporte à operação estão em desenvolvimento, por exemplo:

- Sistema de Análise da Bilhetagem: Determinação de destinos críticos em tempo real;
- Teste Automático de Alarmes de Centrais e de Postos de Serviços (PS);
- Gerência de Facilidades;
- Sumarização e tratamento dos alarmes e defeitos das centrais CPA.
- Sistema de Teste da Rede de Acesso e Sistema Integrado de Gerência da Rede de Acesso, etc...

As ações de curto prazo, desenvolvidas até o momento pela TELESC, concentram-se, basicamente, nas atividades de manutenção e operação, procurando aumentar a eficiência do processo de detecção, localização, acionamento e remoção das causas raízes de tráfego espúrio.

Com a automação gradual dos processos de detecção-localização e acionamento, pretende-se que o CGIR dedique-se àquelas ações de mais alto nível ou de extrema exceção.

4. RESULTADOS OBTIDOS ATÉ O MOMENTO

A implantação da GIR na TELESC é, essencialmente um retorno ao mercado, e atenção ao cliente. Além do aspecto da qualidade e produtividade, o novo perfil definido para as Superintendências Regionais reforça este conceito de ação sobre o mercado.

Na TELESC, 17% dos clientes representam 70% do seu faturamento. Portanto, as Superintendências estão liberadas dos aspectos de manutenção e operação e passam a , prioritariamente, dedicar-se a estes 17%. No ano de 1991, a média obtida para a taxa de chamadas completadas (TAXA de OK) foi de 46,9%. No mês de agosto de 1993, a TELESC atingiu 58,9%. Essa evolução foi graças à atuação do CGIR e Divisões Regionais, controlando a produtividade da rede de telecomunicações (congestionamento e defeito), em conjunto com as ações das Superintendências Regionais, na redução do PAB (Perda do assinante B) e o esforço de expansão da planta pela Diretoria Técnica.

A decisão de implantação da GIR foi estratégica e, para ser efetiva, deverá promover o repensar da organização. Reorganizar (ou repensar) ou fazer a reengenharia da organização é muito mais que galar em estruturas ou organogramas (o que habitualmente fazemos), mas redefinir a relação futura da organização com o mercado. Em função dessa nova visão da Empresa, deverão ser redefinidas as funções, os fluxos de informações, os métodos de trabalho e suas inter-relações.

Dessa forma a Empresa poderá, gradativamente, investir com o conhecimento e segurança, construindo uma arquitetura TMN que irá suportar a integração dos processos e sistemas de informações. A Gerência Integrada de Rede busca a integração das Gerências de Rede, do Serviço e do Negócio. Não é apenas um esforço de automação de processos. É de mudança de processos. Se este não for o enfoque, corre-se o risco de construir uma arquitetura TMN para automatizar processos antigos.

5. *GIRS x TMN*

Em um ambiente multi-fornecedor, como é o caso da TELESC, é absolutamente necessária a adoção de padrões de modo a reduzir o custo da implementação dos múltiplos interfaces requeridos para essa integração. Isto está se tornando viável atualmente pela adoção dos padrões TMN do ITU-TS. Estes padrões definem uma arquitetura para gerência de rede de telecomunicações, a TMN - Telecommunications Management Network. Fortemente baseada na gerência de sistemas OSI, possibilitando a interoperação dos equipamentos com os sistemas de operações e destes entre si.

6. *CONCLUSÃO*

A crescente introdução de equipamentos "inteligentes", e de automação na planta, e a disponibilização cada vez maior de recursos computacionais são duas tendências bastante significativas. A Gerência Integrada de Redes e Serviços se apóia nessas duas tendências, combinando os recursos disponíveis nos equipamentos de tecnologia digital com os recursos de informática e ferramentas de automação de maneira a obter a máxima produtividade da planta e assegurar a qualidade do serviço.

Apêndice B

REDE DE PACOTES

1. INTRODUÇÃO

O serviço é gerenciado pela Divisão de Comunicação de Dados (ODSD) e interliga redes de microcomputadores com a vantagem para o usuário de pagar só pelo tempo real de uso para as transmissões. Na forma convencional como o serviço de comunicação de dados é prestado, o pagamento é feito através de uma taxa fixa mensal, independente da quantidade das transmissões. Do ponto de vista econômico, além do sistema de tarifação atraente e da agilidade e rapidez no processamento ou envio de informações, o usuário ganha também porque não há cobrança de taxas adicionais em função da distância.

O serviço pode transmitir arquivos de dados, integrar pequenas redes de micros e buscar informações a partir de micro pessoal ou de terminal de computador. O acesso à Rede de Pacotes, conforme a natureza da atividade profissional do usuário, pode ser dedicado - quando ele está permanentemente ligado à rede - ou via telefone - quando há a necessidade de discar, ou teclar, no aparelho telefônico para acessar a rede. O Transpac está disponível na maior parte dos municípios catarinenses.

Estrategicamente distribuídas no Estado e interligadas existem 19 centrais de comutação exclusivas da Rede de Pacotes do Transpac. Os técnicos da ODSD chamam essas centrais de "Nó de Rede", que são controladas a partir de Florianópolis pela Gerência Integrada de Rede e Serviços de Telecomunicações (GIRS). Isso permite que qualquer anormalidade possa ser detectada automaticamente e garante soluções rápidas, oferecendo rotas alternativas quando houver algum problema em um "nó" da rede.

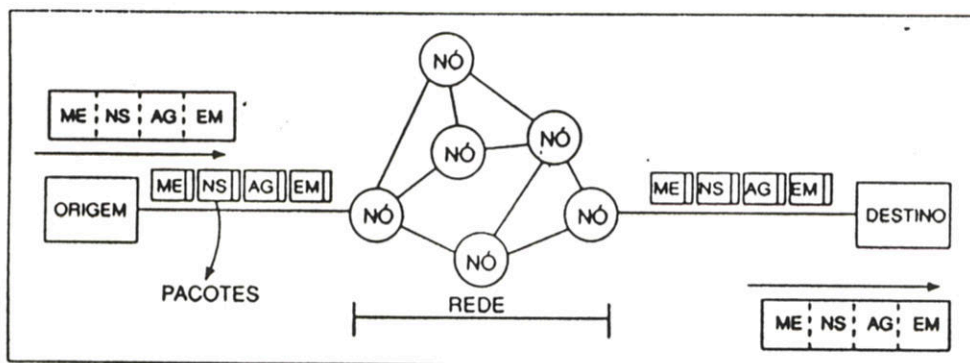
O usuário potencial da Rede de Pacotes pode ser desde um profissional autônomo ou uma pequena cadeia de lojas até uma grande empresa, bancos ou

veículos de comunicação que têm sucursais espalhadas pelo Estado. Pelo serviço, entre outras facilidades, ele pode também receber informações como "cotação de bolsa de valores", "indicadores econômicos", etc.

De acordo com os técnicos do ODSD um investimento deste tipo normalmente é recuperado em cinco anos, mas como eles acreditam que a procura vai ser muito grande, é possível que a empresa tenha o retorno antes. Até o lançamento do serviço, 80 "portas de acesso" atendiam alguns clientes em caráter experimental, entre eles o BESC e o Centro de Informática de Santa Catarina (CIASC). O sistema da Telesc, segundo os técnicos, tem capacidade para 1200 "portas de acesso" e é o quinto do País a entrar em operação (RJ, MG, GO e DF já dispõem do serviço).

2. O CONCEITO DE PACOTES DE DADOS

Para que uma mensagem seja transmitida via rede de pacotes, é necessário dividi-la, independentemente do seu tamanho original, em blocos de tamanho máximo limitado. Estes segmentos de mensagem de tamanho predeterminado, contendo informações que permitem o seu encaminhamento, receberão a denominação de pacotes, conforme ilustrado na figura B.1



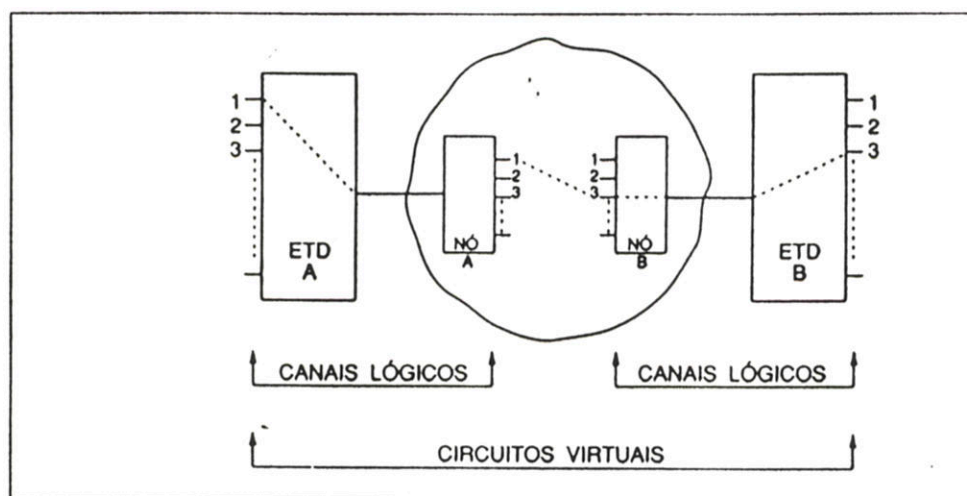
Um pacote é então, a unidade de informação tratada pela rede, contendo, além do campo de dados, um cabeçalho onde estão registradas todas as informações necessárias ao seu correto encaminhamento através da rede:

Os nós da rede executam a concentração e distribuição dos pacotes, decidindo qual o melhor caminho para transmissão dos mesmos pela rede.

3. O CONCEITO DE CIRCUITO VIRTUAL

Os meios de transmissão somente são ocupados por uma ligação durante a efetiva transmissão dos dados. Neste caso, intercalando-se pacotes de diferentes mensagens, obtém-se um desejado compartilhamento de recursos da rede entre diversos usuários, que se traduz em otimização do uso e conseqüente redução de custos.

O que se verifica na prática, é a criação de vários canais lógicos, dentro de um meio físico, entre o usuário e a rede, de modo a estabelecer caminhos virtuais independentes para o transporte dos dados. O circuito virtual é, portanto, a associação de dois canais lógicos especificamente designados para o encaminhamento do tráfego correspondente a uma determinada comunicação, conforme a figura B.2

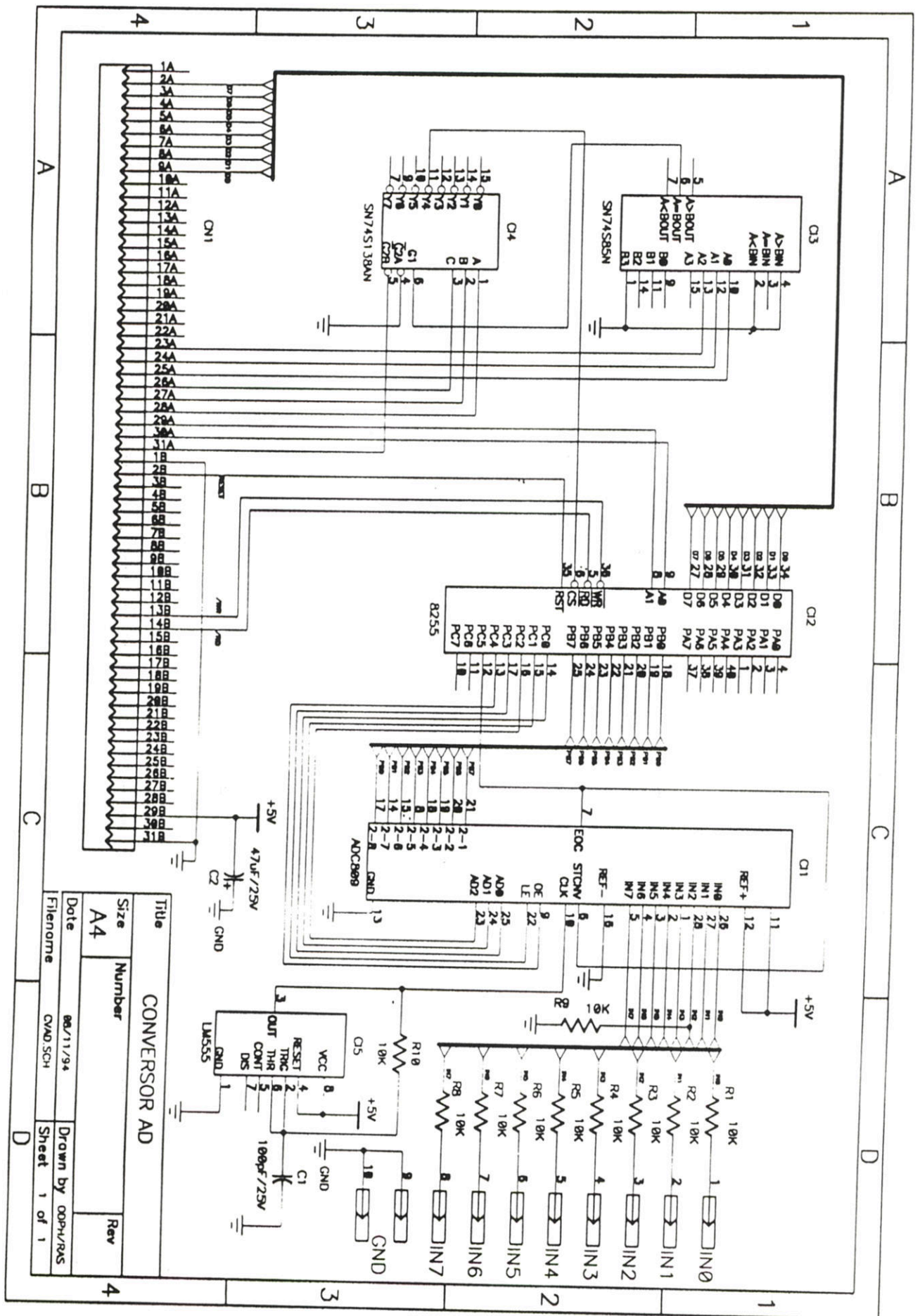


As ligações lógicas assim obtidas podem ser de natureza permanente ou estabelecidas quando desejado, caracterizando, respectivamente, um CIRCUITO VIRTUAL PERMANENTE (CVP) ou uma CHAMADA VIRTUAL (CV) também conhecido como CIRCUITO VIRTUAL COMUTADO (CVC).

Como cada circuito virtual é estabelecido de forma independente, torna-se possível ao usuário manter diversas ligações simultâneas em um só meio físico, bastando, para isso, utilizar um número adequado de canais lógicos.

ANEXO 1. CIRCUITO ELÉTRICO DA PLACA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

fig 3.13




```

#include <iostream.h>
#include <conio.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <dos.h>

void escreve(int canal);

int i;
float tab[8][10],med[8];

void main()
{
int j,k;

i=0;
outportb(0x126, 0x92);
while(kbhit())
{
if (i==0)
{
clrscr();
cout << "
CANAIS DE ENTRADA\n\n";
cout << " | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
cout << " | | | | | | | |
gotoxy(1,5);
};

gotoxy(3,wherey());
escreve(0x00);

gotoxy(11,wherey());
escreve(0x01);

gotoxy(19,wherey());
escreve(0x02);

gotoxy(27,wherey());
escreve(0x03);

gotoxy(35,wherey());
escreve(0x04);

gotoxy(43,wherey());
escreve(0x05);

gotoxy(51,wherey());
escreve(0x06);

gotoxy(59,wherey());
escreve(0x07);

cout << "\n";

```

```

if (i==10)
{
    cout << "\n";

    cout << "\n
    cout << " |           |           |           |           |           |
    cout << " |           |           |           |           |           |

    for (k=0;k<8;k++)
    {
        med[k]=0.0;
        for (j=0;j<10;j++)
            med[k] += tab[k][j];
        med[k]/=10;

        gotoxy(3+(k*8),wherey());
        printf("%2.2f",med[k]);

    }
    delay(3000);
    i=0;
}
}

void escreve(int canal)
{
    int Ale,LeCanal,r=0;
    float k;

    switch(canal)
    {
        case 0x00: Ale=0x08;
                  LeCanal=0x10;
                  r=0;
                  break;

        case 0x01: Ale=0x09;
                  LeCanal=0x11;
                  r=1;
                  break;

        case 0x02: Ale=0x0a;
                  LeCanal=0x12;
                  r=2;
                  break;

        case 0x03: Ale=0x0b;
                  LeCanal=0x13;
                  r=3;
                  break;

        case 0x04: Ale=0x0c;
                  LeCanal=0x14;
                  r=4;
                  break;

        case 0x05: Ale=0x0d;
                  LeCanal=0x15;
                  r=5;
                  break;

        case 0x06: Ale=0x0e;
                  LeCanal=0x16;
                  r=6;
                  break;
    }
}

```

```
case 0x07: Ale=0x0f;
          LeCanal=0x17;
          r=7;
          break;

default:  exit(0);
};

outportb(0x124,canal);
outportb(0x124,Ale);      /* habilita ALE          */
outportb(0x124,0x28);    /* habilita START      */
delay(10);
outportb(0x124,0x20);    /* desabilita ALE      */
outportb(0x124,0x00);    /* desabilita START    */
delay(5);
outportb(0x124,LeCanal); /* permite a leitura do canal */

k=inportb(0x1f22);
tab[Er][Ci]=(5.0 * k) / 255.0;
// cout << tab[Er][Ci];
printf("%2.2f",tab[Er][Ci]);
}
```


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boylestad, R., Nashelsky L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. **Prentice-Hall do Brasil**, 1984.
2. Chorafas, D. N. Data Communications and Computer Networks, **McGraw-Hill**, 1991.
3. Catálogos da **DAILER** Instrumentação Industrial, SP, 1994.
4. Industrial Transmitters Handbook, **OMEGA**, 1993.
5. Flash. Apóstila do curso de Metrologia, 1993.
6. Rebelles, P.R.L. Freitas J.P., Introdução aos Modelos Genéricos de Arquitetura para Rede de Gerência de Telecomunicações (TMN). **Revista Telebrás**, Vol. 17, Nº 59, Dezembro de 1993.
7. Ramalho, E.A. Gerência Integrada de Redes e Serviços. **Revista Telebrás**, Vol. 17, Nº 59, Dezembro de 1993.
8. Capella, Ayrton. A Gerência Integrada de Rede na Telesc. **Revista Telebrás**, Vol. 17, Nº 59, Dezembro de 1993.
9. Launand, C. A. Circuitos - Idéias e Sugestões Práticas em eletrônica para hobistas e profissionais. **Hemus editora limitada**, SP.
10. **Data Translation Handbook**, 1993.
11. **National Instrument Handbook**, 1993.

12. Peripheral Design Handboook. **Intel**, agosto de 1980.
13. Component Data Catalog. **Intel**, 1982.
14. Borland-Osborne. Turbo C/C++ The Complete Reference. **McGraw-Hill**, 1990.
15. Mizrahi, V.V. Treinamento em Linguagem C, módulos 1 e 2. **MacGraw-Hill**, 1990.
16. CMOS DATABOOK, **National** Semiconductor.