

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ELETRÔNICA
CURSO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**BRUNO RENAN SCHOEMBAECLER
TADEU RODRIGUES**

**SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTA DO MÓDULO DE CONTROLE
DE UM GRUPO GERADOR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Ponta Grossa - PR
2013**

BRUNO RENAN SCHOEMBAECLER

TADEU RODRIGUES

**SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTA DO MÓDULO DE CONTROLE
DE UM GRUPO GERADOR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação de Eletrônica no Campus Ponta Grossa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção da conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial.

Orientador: Prof.Dr. Joaquim de Mira Junior.

Ponta Grossa - PR

2013



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Diretoria de Graduação e Educação Profissional



TERMO DE APROVAÇÃO

SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTA DO MÓDULO DE CONTROLE DE UM GRUPO GERADOR

por

Bruno Renan Schoembaecler
Tadeu Rodrigues

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 17 de Setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial. Os candidatos foram argüidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Joaquim de Mira Junior
Prof. Orientador

Prof. Ms. Julio César Guimarães
Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso

Prof. Paulo Sérgio Parangaba Ignácio
Membro titular

Prof. Dr. Marcio Mendes Casaro
Coordenador do Curso
UTFPR - Campus Ponta Grossa

AGRADECIMENTOS

Bruno R. Schoembaecler.

Primeiramente a Deus, aos meus pais e as minhas duas irmãs que me apoiaram e incentivarão desde o início desta etapa da minha vida.

Ao Doutor e professor orientador Joaquim de Mira Junior por seu apoio na execução e conclusão deste trabalho.

Aos amigos e colegas pelo apoio e incentivo. Ao meu amigo e colega de trabalho Tadeu Rodrigues pelo apoio, incentivo e cooperação durante a execução e conclusão deste trabalho.

Tadeu Rodrigues.

Primeiramente a Deus, a minha esposa e meus dois filhos que souberam entender a trajetória na realização de mais este objetivo da minha vida.

Ao Doutor e professor Joaquim de Mira Junior por sua compreensão e apoio na execução e conclusão deste trabalho.

Aos amigos e colegas de empresa pelo apoio e incentivo também como ao colega Bruno R. Schoembaecler que foi companheiro cooperando e incentivando a execução e conclusão deste trabalho.

RESUMO

Schoembaecler, Bruno Renan; Rodrigues, Tadeu. **Sistema de supervisão remota de um módulo de controle de um grupo gerador**. 2013.53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

Este trabalho apresenta uma abordagem prática e teórica da elaboração de um sistema de supervisão remota do módulo de controle de um grupo gerador em uma concessionária de rodovias, utilizando o protocolo *TCP/IP*, uma rede *LAN* e *VPN* para comunicação remota com os equipamentos de campo. O trabalho apresenta o desenvolvimento de algumas ferramentas que foram utilizadas na elaboração do protótipo do sistema de supervisão remota, bem como os resultados obtidos.

Palavras chaves: Grupo gerador, módulo de controle, supervisão remota, VPN, LAN, Microcontrolador PIC.

ABSTRACT

Schoembaecler, Bruno Renan; Rodrigues, Tadeu. **Remote Supervision System of a Control Module of a Generator Group**. 2013.53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.

This paper presents a theoretical and practical approach to the development of a monitoring system remote control module of a generator in a highway concession, using the TCP / IP network LAN and VPN for remote communication with field devices. The paper presents the development of a few tools that were used to prepare the prototype system remote monitoring, as well as the results obtained.

Keywords: generator set, control module, remote monitoring, VPN, LAN, PIC microcontroller.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Grupo Motor Gerador _____	17
Figura 2 – Módulo de Controle Aberto _____	19
Figura 3 – Módulo de Controle _____	22
Figura 4 – Diagrama Resumido de um Microcontrolador _____	24
Figura 5 – Estrutura de Referencia do Modelo OSI _____	26
Figura 6 – Plataforma.NET _____	29
Figura 7 – Grupo Gerador _____	32
Figura 8 – Bancos de Baterias _____	32
Figura 9 – Níveis de Rede _____	34
Figura 10 – Ferramenta de pesquisa de microcontroladores da Microchip _____	37
Figura 11- Diagrama do reset do módulo lógico _____	38
Figura12 – Diagrama da estrutura para o gerenciamento do módulo _____	38
Figura 13 – Ligações CI MAX232 _____	40
Figura 14 – gerador de clock do PIC 16f877a _____	40
Figura 15 – Diagrama de Pino do PIC 16F877a _____	41
Figura 16 – Fonte de Alimentação _____	42
Figura 17 – Placa de Aquisição de dados _____	42
Figura 18 – Instalação da Placa de Aquisição _____	43
Figura 19 – Seqüência de bits do modo RTU _____	45
Figura 20 – Protocolo Próprio _____	45
Figura 21 – Microsoft Visual C# 2010 Express _____	46
Figura 22 – Trecho do Código Fonte da Comunicação Serial _____	48
Figura 23 – Tela do Software de supervisão _____	49
Figura 24 – Fluxograma das mensagens Software de Supervisão _____	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADC	CONVERSOR ANALÓGICO DIGITAL
API	APPLICATION PROGRAMING INTERFACE
CCR	CONCECIONÁRIA DE RODOVIAS INTERGRADAS
DAC	CONVERSOR ANALÓGICO DIGITAL
EEPROM	ELETRICAL-ERASABLE PROGAMMABLE READ-ONLY MEMORY
EUA	UNIT ESTATE AMERICAN
FTP	FILE TRANFER PROTOCOL
GMG	GRUPO MOTOR GERADOR
ISO	ORGANIZAÇÃO INTERNACIOANAL PARA PADRONIZAÇÃO
LAN	LOCAL ÁREA NETWORK
MCU	MICROCONTROLADOR
NET	INTERNET(abreviatura)
OTP	ONE TIME PROGAMMABLE
OSI	OPEN SYSTEMS CONNECTION
PIC	CONTROLADOR DE INTERFACE PROGAMÁVEL
PC	COMPUTADOR PESSOAL
QTA	QUADRO DE TRANTFERÊNCIA AUTOMÁTICA
RISC	REDUCED INSTRUCTION SET CUMPUTER
RUT	REMOTE TERMINAL UNITED
SMTP	SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL
SCADA	SUPERVISORY CONTROL and DATA ACQUISITION
TI	TECNOLOGIA E INFORMAÇÃO
TCP/IP	TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL
UPS	UNIDADE DE PROTEÇÃO SELETIVA
VPN	VIRTUAL PRIVATE NETWORK
VNC	VIRTUAL NETWORK COMUNICATION
USCAMAQ	UNIDADE SUPERVISÃO DE CORRENTE ALTERNADA
MAQUIGERAL	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	TEMA DA PESQUISA.....	12
1.1.1	Delimitação do Tema	12
1.2	PROBLEMA	12
1.3	HIPÓTESE.....	13
1.4	OBJETIVOS.....	13
1.4.1	Objetivo Geral	13
1.4.2	Objetivos Específicos.....	13
1.5	JUSTIFICATIVA.....	14
1.6	MÉTODO DA PESQUISA.....	14
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	15
2	DESENVOLVIMENTO	16
2.1	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1.1	Grupos Motores Geradores (GMG).....	16
2.1.2	Sistemas de Supervisão.....	22
2.1.3	Microcontroladores.....	23
2.1.4	Protocolos.....	25
2.1.5	Plataforma .NET.....	28
2.2	ESTRUTURA DA PRAÇA DE PEDÁGIO.....	31
2.2.1	Utilização do Grupo Gerador.....	31
2.2.2	Rede Local ou LAN.....	33
3	SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTA.....	36
3.1	Aquisição de dados.....	38
3.2	Comunicação de Dados.....	44
3.3	Software de Supervisão.....	46
3.4	RESULTADOS OBTIDOS.....	50
4	CONCLUSÃO.....	52
4.1	Trabalhos futuros.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54

1. INTRODUÇÃO

A atual postura do mercado empresarial exige pensamento e ação estratégica para que as atividades de manutenção se integrem ao processo produtivo de maneira eficaz e assim contribuindo para o crescimento da empresa. Para que isso ocorra arranjos e improvisos não tem mais espaço neste cenário: criatividade, flexibilidade, cultura de mudança e o trabalho em equipe, são algumas das características básicas para quem tem o objetivo de ser competitivo. Na visão moderna a manutenção preventiva tem que ser eficaz para que não haja manutenção corretiva, analisando melhor o assunto é melhor prever e evitar do que corrigir falhas, sendo assim, surge à necessidade de profissionais mais qualificados e principalmente de ferramentas que auxiliem e dêem mais confiabilidade em todo processo de manutenção.

Estas ferramentas permitem a manutenção baseada na detecção de falhas no funcionamento, utilizando as medições e diagnósticos dos equipamentos monitorados, sendo possível tomar ações através da predição dos sintomas do equipamento, fornecendo assim informações para identificar as causas e onde esta à falha no equipamento. Para gerenciar essas informações com mais eficiência é necessário um sistema de monitoramento dos equipamentos envolvidos, onde possam obter dados em tempo real, sendo possível assim agir de maneira mais eficaz e dar apoio a um plano de melhoria continua.

As praças de pedágio operam vinte e quatro horas por dia e dependem de energia elétrica para que seja possível o funcionamento do sistema de cobrança de pedágio. Devido ao fato de ocorrerem interrupções programadas ou não no fornecimento de energia elétrica, há a necessidade de cada praça de pedágio ter um grupo gerador para suprir o fornecimento em caso de falta.

Cada um desses grupos geradores tem um módulo que controla e protege os mesmos nas suas aplicações. Neste módulo é possível visualizar as tensões, correntes e freqüência, além de, indicar grandezas analógicas,

registrar eventos, efetuar calibrações, efetuar o procedimento de partida no motor diesel e alimentar a carga em caso de falta de energia.

A equipe de técnicos de manutenção de pedágio da empresa é responsável por esses GMG's. Porém, tais equipes permanecem somente em horário administrativo nas praças de pedágio, e fora deste horário, nos dias úteis e em todo o fim de semana, o atendimento é feito através do plantão dos próprios técnicos. Nos plantões são encontradas algumas dificuldades pelos técnicos quando ocorrem falhas tais como: falha no procedimento de partida do motor, transferência de carga ou parada súbita do gerador que estava em funcionamento. Nestes casos há necessidade de atuação no módulo de controle e quadro de transferência, sendo necessário o deslocamento do técnico até o local que se encontra o gerador ou a própria equipe da praça de pedágio atuar com a orientação do técnico.

A proposta deste trabalho é disponibilizar para a equipe de manutenção um sistema de atuação e monitoramento remoto do módulo de controle do grupo gerador, possibilitando assim que o técnico de manutenção identifique de maneira mais rápida e atue no problema, passando informações com mais segurança ao colaborador que não possui o conhecimento necessário sobre o equipamento possa realizar procedimentos e até resolver o problema sem a necessidade de deslocamento até o local em que está o grupo gerador.

1.1 TEMA DA PESQUISA

O projeto consiste em desenvolver um sistema de supervisão remota do módulo de controle de um grupo motor gerador.

1.1.1 Delimitação do Tema

O sistema de supervisão remota do módulo de controle de um GMG pode ser definido como um sistema de telemetria, onde é feita a leitura dos dados, adquiridos e tratados dos sensores instalados no grupo geradores sendo esta leitura visualizada através de telefone, redes de computadores ou enlaces óticos. O desenvolvimento e implementação do projeto foram autorizados pela empresa. A proposta desde seu início visa à maximização dos recursos tecnológicos já existentes na empresa para a elaboração da solução para a supervisão dos grupos geradores.

O projeto foi desenvolvido em uma Praça de Pedágio, do interior do estado Paraná. A escolha veio ao encontro de uma necessidade, pois esta localidade é atendida por eletrificação rural e a falta de energia é mais freqüente neste local exigindo assim mais do grupo gerador.

1.2 PROBLEMA

A empresa possui GMG's dispersos geograficamente em suas sub-sedes, ou seja, praças de pedágio dificultando assim a supervisão local e tornando o custo elevado para manter vários técnicos em tempo integral nas mesmas. Por mais robusta que seja a estrutura de autonomia do grupo gerador, nem todos os fatores que intervêm no desempenho do equipamento podem ser calculados. As ações para compensar as interferências externas, autonomia energética, fatores climáticos, etc., tendem a um valor financeiro elevado quando se concentram em somente ampliar os recursos existentes, tais como manutenções programadas e periódicas feitas por empresas contratadas. A gravidade da falha afeta o tempo de restabelecimento do sistema, onde o deslocamento da equipe

técnica até o local para um diagnóstico e posteriormente uma intervenção também deve ser considerado.

Por esses motivos, se faz necessária a implementação de um sistema de supervisão em tempo real com objetivo de identificar as falhas que estão interferindo na disponibilidade do grupo gerador de uma praça de pedágio, fornecendo melhores recursos para os processos de manutenção e segurança para a equipe que opera a praça de pedágio, minimizando assim o transtorno para os usuários e colaboradores.

1.3 HIPÓTESE

Utilizando um sistema de supervisão remota haverá uma facilidade de acesso aos módulos de controle dos grupos geradores, melhorando a atuação dos técnicos de manutenção quando ocorrerem falhas no funcionamento do GMG.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Tornar possível a supervisão remota do módulo de controle do GMG utilizando um sistema de monitoramento com comunicação através de uma rede LAN e um supervisor para gerenciamento de alarmes, o sistema possibilitará a previsão de futuras falhas, através da coleta e levantamento de dados na empresa para explorar o controle da manutenção preventiva e corretiva de falhas operacionais de um grupo gerador de energia.

1.4.2 Objetivos específicos

Desenvolver um mecanismo de aquisição de dados que faça a leitura dos sinais do módulo de controle do GMG, tais como: tensão, pressão de óleo, temperatura, corrente, frequência, sobrecarga e alarmes, como: falha de partida, falta de energia da concessionária, falta de fase e tensão de bateria que são apresentados pelo módulo de controle do grupo gerador.

Elaborar para análise e gerenciamento dos alarmes uma interface gráfica de dados que serão visualizados em um computador que pode ser acessado remotamente através da VPN com o auxílio do UltraVNC em qualquer computador ligado a rede da empresa utilizando a internet como meio de comunicação.

Viabilizar ações preditivas através do acompanhamento remoto do módulo de controle do grupo gerador.

1.5 JUSTIFICATIVA

Situações anormais como: superaquecimentos, falhas na partida ou falhas na geração de energia, podem ser detectadas e logo corrigidas, minimizando o tempo de falta de energia e evitando a utilização constante do banco de baterias.

Outro aspecto envolve a redução de custos, assim não tendo a necessidade de um superdimensionamento do banco de baterias e visitas da equipe técnica em horários fora do expediente para resolução de problemas.

A melhora no tempo de atendimento para a resolução das falhas é outro fator importante, pois o sistema de monitoramento passa a informar os estado do equipamento, auxiliando em medidas preventivas e corretivas mais eficazes.

1.6 MÉTODO DE PESQUISA

O ponto inicial da pesquisa foi com o levantamento das características dos equipamentos existentes nos GMG das praças de pedágio, bem como as principais falhas que interferem no funcionamento do sistema. Aplicando o método de foco no resultado, observou-se que mais de vinte por cento das falhas recorrentes no GMG são falhas que podem ser resolvidas remotamente ou com o auxílio do colaborador da praça de pedágio sem a necessidade de deslocamento do técnico até o local. Com monitoramento contínuo há a possibilidade de reduzir o desgaste do plantonista e também diminuir o tempo de resposta com a rápida solução do problema. E, atuando

antes mesmo que a falha venha a interferir na operação da praça de pedágio.

Com o desenvolvimento de um módulo de supervisão próprio verificou-se a possibilidade de agregar mais elementos ao monitoramento sem maiores modificações, sendo assim ampliando o campo de atuação de falha com a telemetria de outras variáveis. Nos equipamentos com maior índice de falhas buscou-se; avaliar as condições em que se encontravam como, por exemplo, o estado de conservação e obediência das técnicas para cada equipamento.

O resultado obtido nesta fase não apresentou nenhuma irregularidade, visto que todos os equipamentos estavam operando em condições normais concluindo assim, que as falhas analisadas eram inerentes ao uso contínuo dos equipamentos. Porém facilmente reparáveis sem causar maiores danos quando identificadas imediatamente.

Com estas observações foi proposto um sistema de supervisão remota para obter as falhas que os grupos geradores apresentam em tempo real possibilitando aos envolvidos nos processos de manutenção uma tomada de decisão imediata, reduzindo assim os danos causados por uma falha nos equipamentos.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo deste trabalho é constituído pela apresentação do tema da pesquisa e sua delimitação, o problema e a hipótese para solução do mesmo, dos objetivos gerais e específicos a serem buscados, pela justificativa e método de pesquisa.

O segundo capítulo traz uma revisão da literatura e uma descrição do estado da arte quanto ao sistema de monitoramento desta classe. Já as fases de desenvolvimento do projeto fazem parte do terceiro capítulo. O quarto e último capítulo apresentam as análises dos resultados obtidos, bem com as conclusões sobre o trabalho.

2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

2.1 REVISÃO LITERATURA

2.1.1 GRUPOS MOTORES GERADORES (GMG)

O que é um GMG?

Segundo Rosique (2009) é uma máquina capaz de transformar energia mecânica, que é gerada de um motor a gasolina ou a diesel, em energia elétrica, através de um alternador. O conjunto do motor diesel e gerador de corrente, denominado alternador, convenientemente montados, dotados do componente de supervisão e controle necessários ao seu funcionamento autônomo e destinado ao suprimento de energia elétrica produzida a partir do consumo de óleo diesel. (Pereira, 2006).

Em função dos consumidores de energia elétrica a que se destinam, os grupos geradores são construídos com características especiais que os tornam apropriados para diversas aplicações. (Pereira, 2006). Podem ser utilizados como fonte principal ou fonte auxiliar, para suprir a necessidade de energia de forma confiável em empreendimentos de todo e qualquer porte, para quaisquer aplicações, como indústrias, supermercados, shopping centers, hospitais, edifícios comerciais e residenciais, hotéis e outros. (Stemac, 2011). A figura 1 apresenta a imagem de um grupo motor gerador, onde pode se observar os diversos componentes do conjunto.

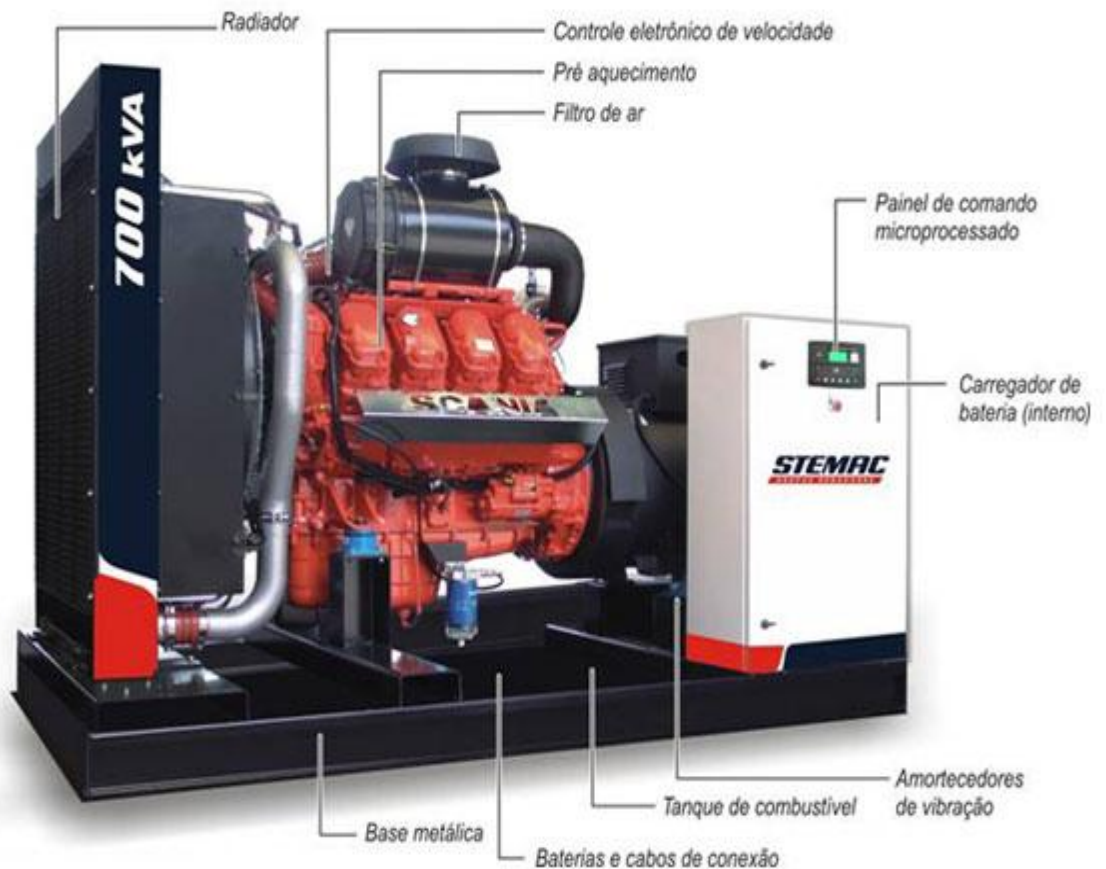


Figura 1: Grupo Motor Gerador

Fonte: Artigos Técnicos (blogStemac), 2011

2.1.1.1 MÓDULO DE CONTROLE ELETRÔNICO

O mercado brasileiro não era receptivo aos controles eletrônicos para grupo geradores até o advento da tecnologia digital para este segmento. (Pereira, 2006). As primeiras unidades lançadas no mercado apresentavam desempenho medíocre e falhas constantes, acabando por cair no descrédito do consumidor. (Pereira, 2006). Somente em 1996 os controles eletrônicos para grupos geradores alcançaram o segmento de telecomunicações, quando a Embratel adquiriu a sua primeira Unidade de Supervisão de Corrente Alternada eletrônica, fabricada sob encomenda e sob supervisão dos engenheiros do Departamento de Energia da Embratel, resultando daí o equipamento padrão Telebrás. (Pereira, 2006).

As principais funções do módulo eletrônico são:

- Monitorar tensão da rede principal;
- Atuar no procedimento de partida e parada do motor diesel;
- Alimentar a carga em caso de falta de energia. (Auxiliar).

Atualmente, encontram-se diversos módulos de controles para os grupos geradores comercializados no mercado brasileiro, dentre os quais destacam-se:

- K30 Genset – KVA Indústria e Comercio;
- Detector e Power Command – Cummins Power Generation;
- EMCP II e EMCP II+ - Caterpillar;
- DEC 340 – Kohler;
- ST200 – Stemac;
- SmartGen – Atos Automação Industrial;
- Rgam – Lovato;
- Uscamaq – Maquigeral;
- DPC 560 e DPC 650 – Leon Heimer.

2.1.1.2 USCAMAQ 20

Segundo o manual do fabricante o USCAMAQ 20 é formado por um quadro metálico onde estão instalados os seguintes componentes:

- Módulo USCAMAQ responsável por toda lógica e processamento de informações.
- Botão de emergência (BE).
 - Chave by-pass de emergência que permite a partida e parada manual do GMG independente do módulo lógico da USCAMAQ.
- Internos:
 - Relés auxiliares.
 - Carregador de baterias CAB III – 3A.
 - Regulador de velocidade eletrônico (opcional).
 - Régua de bornes.
 - Disjuntores termomagnéticos de proteção.
 - Placa de diodos.

A figura 2 apresenta um módulo de controle aberto onde se pode observar o conjunto de seus componentes.

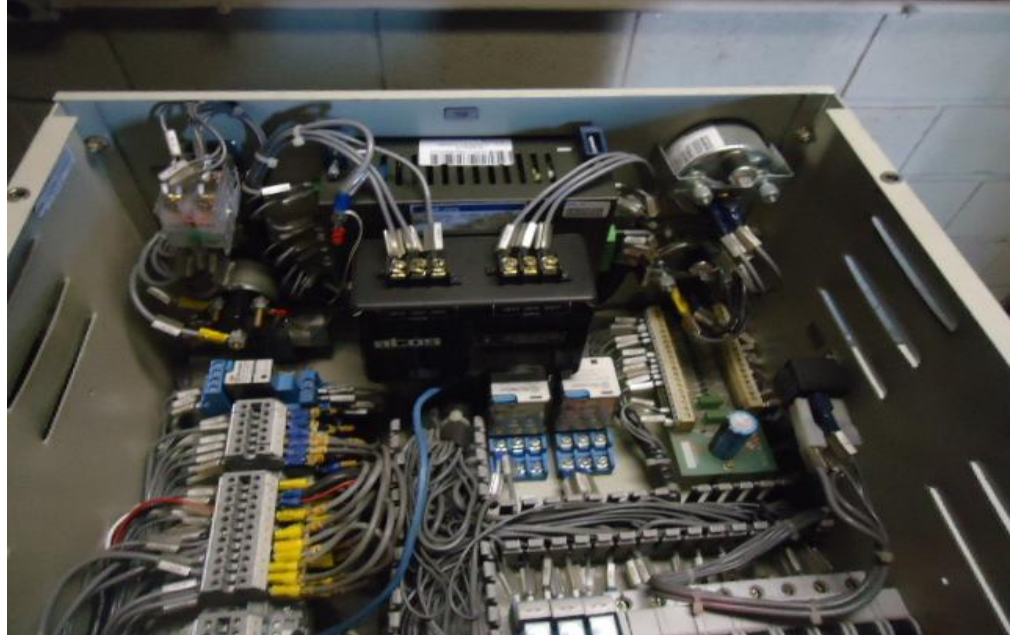


Figura 2: Módulo de Controle aberto

Fonte: Aatoria Própria

A energia elétrica controlada pela USCAMAQ20 é formada por duas fontes distintas: uma fonte principal, fornecida pela concessionária local, denominada de energia comercial, e outra fonte chamada de emergência, fornecida por um grupo gerador.

Estando a energia comercial em condições normais, e tendo prioridade, alimentará a carga. Ocorrendo alguma anormalidade na referida fonte, após um tempo pré-determinado, será comandada a partida do grupo gerador, que passará a alimentar a carga. Voltando a energia comercial às condições normais, após o tempo determinado para confirmação da normalidade, a carga será transferida automaticamente para comercial e o grupo funcionará em vazio por um tempo pré-fixado para resfriamento, voltando a posição de repouso.

A Unidade de Supervisão de Corrente Alternada, tem também a função de proteger o sistema contra possível sobrecarga e evitar que o grupo opere com defeito. O sistema de emergência de fornecimento de energia elétrica é basicamente formado por um motor diesel, acoplado

diretamente a um alternador, bateria de partida do grupo, uma USCAMAQ 20 e um QTA, tendo como função alimentar uma carga pré-determinada pelo cliente.

2.1.1.2.1 Características Técnicas

Para a instalação dos quadros de comando, USCAMAQ e QTA, deve-se verificar o manual de instalação do fabricante que acompanha o equipamento. As interligações elétricas deverão atender às normas elétricas locais. O fabricante recomenda para tal serviço a utilização de condutores de isolação mínima de 1000V para tensões de trabalho de até 480V. Recomenda-se ainda a utilização da sílica gel para evitar umidade. Como foi dito, as interligações constituem um item bastante importante no perfeito funcionamento do conjunto, para tanto, recomendado a utilização dos diagramas que acompanham os equipamentos, os quais permitem a execução do serviço com grande facilidade.

Modos de Operação do Módulo Lógico:

- Manual;
- Automático;
- Teste com transferência ou sem transferência de carga (tempo de teste ajustável);
- Programador semanal, habilita e desabilita através do Software;
- Exercitador semanal, quinzenal e mensal;
- Parada programada;
- Partida remota;
- Parada remota;

2.1.1.2.2 Transferência Carga

A transferência rede/grupo é efetuada por dois contadores/disjuntores de rede e grupo. Para proteção do sistema, existe intertravamento elétrico e mecânico entre estes dispositivos. E pode ser feita de dois modos:

Modo Manual: Selecionada esta condição, a USCAMAQ permite fazer a operação de transferência, mediante os comandos de teclas no módulo

como: Conexão da carga na rede, Partida do grupo gerador, Desconexão da carga da rede, Conexão da carga do grupo gerador, Desconexão da carga do grupo gerador e Parada do grupo gerador.

Modo Automático: Selecionada esta condição a USCAMAQ processará automaticamente as operações descritas no modo manual e toda operação manual da USCAMAQ fica inibida.

2.1.1.2.3 Lógica de Controle do GMG

A lógica de controle do GMG é processada pelo módulo microprocessado, e tem a função de supervisionar alarmes e todas as funções do GMG, comandar partida e parada, e liberar o fechamento do contator/disjuntor do GMG no QTA. De acordo com o manual do fabricante da Uscamaq 20 algumas das funções lógicas de controle são:

Tentativa de partida do GMG : partida do GMG em modo de operação manual é executada pela tecla “PARTIDA”. Em modo de operação automática, o sinal de partida automática é enviado pelo sensor de tensão de REDE quando estiver fora dos parâmetros.

Falha na partida do GMG: esta situação ocorre quando o GMG, não atinge as condições de operação (rotação ou pressão mínima) depois de ocorrer à última tentativa de partida, que pode ser ajustado de um a três ciclos (partida e descanso), tanto para manual quanto para automático.

Inibição de Partida: Quando o GMG entra em funcionamento, normalmente durante o ciclo de tentativa de partida, a inibição do motor de arranque é sensorizada através de três circuitos descritos: Pressão mínima de operação, detectado por um pressostato do óleo lubrificante do motor “P1”. Rotação mínima de operação, detectado pelo sensor taquimétrico, com informações de um PICK-UP instalado no motor, quando o motor atinge 360 RPM .Tensão e frequência dentro das faixas especificadas .Este recurso serve como proteção adicional ao sistema de partida.

OBS: O sistema de inibição de partida ocorre quando um dos itens descritos acima entra em operação, não importando a ordem.

GMG em operação: Esta situação ocorre quando o GMG atinge condições de operação, depois de ocorrer à tentativa de partida, e a inibição de partida.

Com a ocorrência deste evento, o módulo do GMG inicia a contagem do tempo de estabilização, ajustável de 3s a 30s. A partir do momento em que o GMG entra em operação e se finda o tempo de estabilização é liberada as proteções do GMG, e logo em seguida caso não exista nenhum defeito de GMG é liberado o comando para fechamento do contator/disjuntor do GMG, tanto em manual como em automático. A figura 3 apresenta a parte frontal do módulo e sua Interface Homem Máquina.



Figura 3: Módulo de Controle

Fonte: Autoria Própria

2.1.2 SISTEMAS DE SUPERVISÃO

Os sistemas de supervisão, conhecido também como sistema SCADA que é o acrônimo de Supervisory Control and Data Acquisition, segundo Barr (2004) são usados para monitorar e controlar uma planta ou equipamentos em uma indústria, tais como telecomunicações, água e controle de resíduos, energia, refino de petróleo e transporte. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e posteriormente, apresentadas ao usuário. (Silva e Salvador, 2005).

Inicialmente os sistemas SCADA permitiam informar periodicamente o estado de processo industrial, monitorando sinais representativos de medidas e estados de dispositivos, através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem qualquer interface aplicacional com o operador. (Quintas, 2004).

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle de processos industriais, efetuando a coleta de dados em ambientes complexos, eventualmente dispersos geograficamente, e a respectiva apresentação de modo amigável para o operador, com recursos gráficos elaborados (interfaces homem-máquina) e conteúdo multimídia. (Silva e Salvador, 2005).

Hoje em dia, num ambiente industrial cada vez mais complexo e competitivo, os fatores relacionados com a disponibilidade e segurança da informação assumem elevada relevância. Os sistemas SCADA melhoram a eficiência do processo de monitoração e controle disponibilizando em tempo útil o estado atual do sistema, através de um conjunto de previsões, gráficos e relatórios, de modo a permitir a tomada de decisões operacionais apropriadas, quer automaticamente, quer por iniciativa do operador. (Quintas, 2004).

2.1.3 MICROCONTROLADORES

Um **microcontrolador (MCU)** é um computador-num-chip, contendo um processador, memória e periféricos de entrada/saída. É um microprocessador que pode ser programado para funções específicas, em contraste com outros microprocessadores de propósito gerais (como os utilizados nos PCs). Eles são embarcados no interior de algum outro dispositivo (geralmente um produto comercializado) para que possam controlar as funções ou ações do produto, outro nome para o microcontrolador, portanto, é controlador embutido.

Os microcontroladores se diferenciam dos processadores, pois além dos componentes lógicos e aritméticos usuais de um microprocessador de uso geral, o microcontrolador integra elementos adicionais em sua estrutura

interna, como memória de leitura e escrita para armazenamento de dados, memória somente de leitura para armazenamento de programas, EEPROM para armazenamento permanente de dados, dispositivos periféricos como conversores analógico/digitais (ADC), conversores digitais/analógicos (DAC) em alguns casos; e, interfaces de entrada e saída de dados. A figura 4 apresenta diagrama resumido de um microcontrolador.

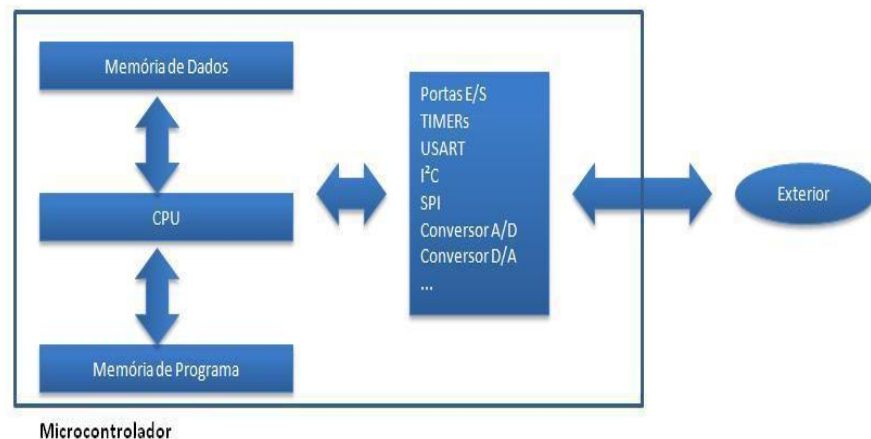


Figura 4: Diagrama resumido de um microcontrolador.

Fonte: MIYADAIRA, 2009.

Os PIC (**PICmicro**): são uma família de microcontroladores fabricados pela Microchip Technology, que processam dados de 8 bits, de 16 bits e, mais recentemente, de 32 bits. Seu nome é oriundo de "Programmable Interface Controller" (Controlador de Interface Programável). Contam com extensa variedade de modelos e periféricos internos. Possuem alta velocidade de processamento devido a sua arquitetura Harvard e conjunto de instruções RISC (conjuntos de 35 instruções e de 76 instruções), com recursos de programação por Memória flash, EEPROM e OTP. Os microcontroladores PIC têm famílias com núcleos de processamento de 12 bits, 14 bits e 16 bits, e trabalham em velocidades de 0kHz (ou DC) a 48MHz e velocidades de 16 MIPS em alguns modelos. Há o reconhecimento de interrupções tanto externas como de periféricos internos. Funcionam com tensões de alimentação de 1.8 a 6V e os modelos possuem encapsulamento de 6 a 100 pinos em diversos formatos (SOT23, DIP, SOIC, TQFP, etc).

2.1.4 PROTOCOLOS

Toda a rede de computador tem sua comunicação dependente de um protocolo, ou até mesmo vários. Protocolo é um acordo que especifica o formato e significado das mensagens a serem trocados em uma rede, ou seja, para que os dados trafeguem de uma origem até um destino é necessário que usem a mesma linguagem.

Em vez de definir um protocolo único que lide com todos os detalhes de todas as formas de comunicação possível, os problemas são decompostos e organizados em módulos independentes, e ao invés de desenvolver estes vários protocolos isoladamente, o desenvolvimento é integrado originando uma família de protocolos. E estruturar em camadas é uma forma de dividir o problema em partes e uma família de protocolos pode ser desenhada de forma que cada protocolo corresponda a uma camada específica da rede. (Nunes, 2006).

Para que isso seja possível a ISO lançou um modelo de referência OSI, que se trata de um modelo e não um padrão estabelecendo a forma como os dados são transmitidos.

2.1.4.1 Modelo de Referência OSI

No modelo de referência OSI existem sete níveis numerados e cada nível representa uma função particular da rede. Essa divisão de camadas nada mais é do que separar as funções da rede, problemas de interoperabilidade podem ser solucionados com essa divisão em sete camadas que tem vantagens como:

- decompor as comunicações de rede em partes menores e mais simples, facilitando sua análise;
- padronizar os componentes de rede, permitindo o desenvolvimento e suporte por parte de vários fabricantes;
- possibilitar a comunicação entre os tipos diferentes de hardware e de software de rede;
- evitar que as modificações em uma camada afetem as outras, possibilitando maior rapidez no seu desenvolvimento. O modelo de referência

OSI esta dividido em sete camadas verticais cada uma com sua função específica e funcionando uma independente uma das outras e as quais se dividem em dois grupos, quatro camadas superiores que são usadas quando a informação passa de ou para o próprio elemento de rede, e três camadas que são usadas quando a informação é destinada a outro elemento de rede. A figura 5 mostra a estrutura do modelo de referencia OSI.

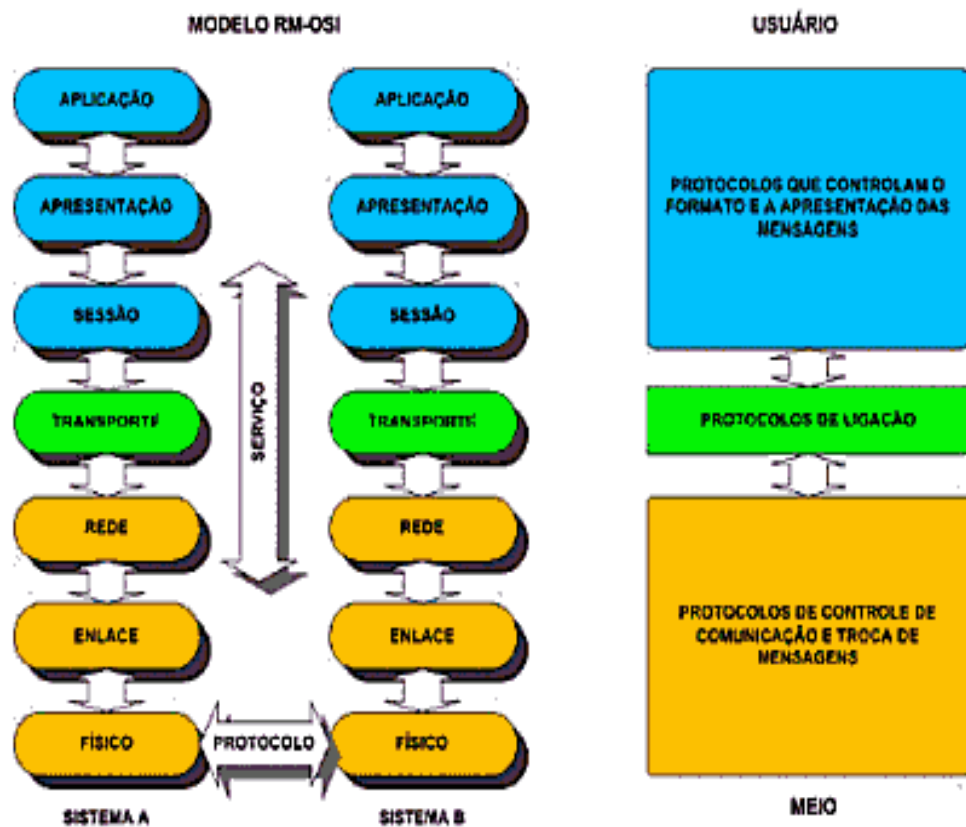


Figura 5 - Estrutura do Modelo de Referência OSI

Fonte: OSI um modelo de referência.

- Física – equipamento básico de rede. Características mecânicas, elétricas e funcionais da interface física entre os sistemas.
- Enlace – organização de dados em pacotes e transmissão dos pacotes pela rede.
- Rede – atribuição de endereços e encaminhamento de pacotes através da rede.
- Transporte – transferência fiável de dados.

- Sessão – estabelecimento das sessões de comunicação entre duas partes. Especificações para segurança e autenticação.
- Apresentação – representação de dados. Estes protocolos são necessários porque diferentes fabricantes de computadores utilizam representações internas diferentes.
- Aplicação – especifica como uma aplicação em particular utiliza a rede. Por exemplo, a especificação do FTP e SMTP.

2.1.4.2 Protocolo TCP/IP

Conhecido como Protocolos Internet TCP/IP ou simplesmente TCP/IP é um dos mais importantes protocolos desenvolvidos para interligação de redes. Seu desenvolvimento teve início na década de 70 com apoio do Exército dos EUA que foram as primeiras organizações a ter múltiplas redes físicas e, atualmente só é possível uma internet global graças à tecnologia do TCP/IP.

A necessidade de conectar redes de maneira uniforme foi o que forçou a criação de uma nova arquitetura de referência e, com a criação de redes de rádio e satélite começaram a surgir problemas com os protocolos existentes. Dessa forma, o principal objetivo desde o início do projeto foi à conexão de várias redes de forma uniforme, mais tarde, essa arquitetura ficou conhecida como modelo de referência TCP/IP, graças a seus dois principais protocolos. (Tanenbaum,2003). Esse modelo foi definido pela primeira vez Cerf e Kahn (1974).

Esses dois protocolos são complementares (TCP inserido na camada de transporte e IP na camada de rede) e não podem ser dissociados. É por isso que usamos o termo TCP/IP, como se os dois fossem uma coisa só.

Os cabeçalhos do protocolo IP incluem o endereço IP de origem e de destino, enquanto os cabeçalhos TCP incluem a porta de origem e de destino. Em resumo podemos dizer que o IP se encarrega da entrega dos pacotes, enquanto o TCP se encarrega da verificação de erros, numeração de porta entre outros.

2.1.4.3 Sockets em conexão TCP/IP

Segundo Kurose e Ross (2006), um socket é a interface de aplicação e a de transporte dentro de uma máquina, e também é denominada API (application programming interface) – interface de programação da aplicação entre a aplicação e a rede. O socket nada mais é do que a interface de programação pela qual as aplicações de rede são inseridas na internet. Para entendermos melhor como funciona sockets e processos kurose e Ross (2006) fazem uma analogia a uma casa e seu socket como sendo sua porta.

Quando um processo quer enviar uma mensagem a outro processo em outro hospedeiro, ele empurra a mensagem porta (socket) a fora para dentro da rede. Esse processo emissor admite que exista uma infraestrutura de transporte do outro lado da sua porta que transportara a mensagem pela rede até a porta do processo destinatário. Ao chegar o hospedeiro destinatário, a mensagem passa através da porta (socket) do processo receptor, que então executa alguma ação sobre a mensagem.

O desenvolvedor da aplicação controla tudo o que existe no lado da camada aplicação do socket, mas tem pouco controle do lado da camada de transporte do socket. Os únicos controles que o desenvolvedor da aplicação tem do lado camada de transporte são a escolha do protocolo de transporte e, talvez, a capacidade de determinar alguns parâmetros de camada de transporte. Uma vez escolhido o protocolo de transporte, a aplicação é construída usando os serviços de camada de transporte oferecidos pelo protocolo. (Kurose e ROSS, 2006).

2.1.5 PLATAFORMA. NET

A Microsoft. Net é uma plataforma para desenvolvimentos Web Service baseados em XML, mas como plataforma vai muito além de serviços Web. A Microsoft. Net vai permitir desenvolver qualquer tipo de aplicação usando a linguagem de sua preferência. C#, VisualBasic. Net, C++, COBOL, Perl, Pascal são apenas algumas das linguagens suportadas na Plataforma.Net, que não apenas permite o uso de múltiplas linguagens, mas

também a completa integração entre componentes desenvolvidos em linguagens diferentes. Por exemplo, é possível acessar objetos desenvolvidos em C# a partir de um programa feito em COBOL. (Lima e Reis, 2002).

Para Lima e Reis (2002) transcende ao que nos conhecemos como páginas dinâmicas, as quais podem ser acessadas a partir de um browser. A idéia central consiste em permitir que as aplicações se comuniquem e troquem dados de forma simples e transparente, independente do sistema operacional ou linguagem de programação.

Segundo Lima e Reis (2002) a idéia de um Web Service é oferecer um solução uniforme, independente do cliente que estiver solicitando um serviço qualquer: uma página dinâmica (ASP, CGI, JSP), um “cliente gordo” no desktop, ou simplesmente um programa de terceiros que requeira o serviço, o que interessa é que todos os clientes possam usufruir do mesmo serviço.

Toda nova plataforma de desenvolvimento, o que envolve linguagem de programação, compiladores e modelos de objetos, torna-se necessária para que consiga englobar de uma forma completamente integrada todos esses requisitos, e essa é a proposta de .Net conforme a figura 6.

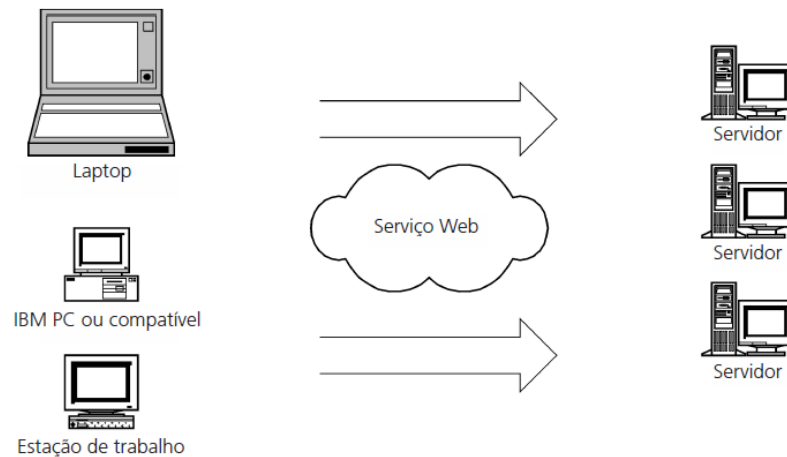


Figura 6: Plataforma. NET.

Fonte: LIMA, Edwin; REIS, Eugênio. C# e .NET – Guia do desenvolvedor. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

2.1.5.1 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO C#

A Microsoft define C# como a principal linguagem de programação para o uso da tecnologia. Net. Por ser uma derivação da linguagem C++, sem as suas limitações, e é uma linguagem bem simples de programar. (Vamberto, 2004). Fazendo parte do conjunto de ferramentas oferecidas na plataforma. Net surge como uma linguagem simples, robusta, orientada a objetos, fortemente tipada e altamente escalável a fim de permitir que uma mesma aplicação possa ser executada em diversos dispositivos de hardware, independentes destes serem PC's , handhelds ou qualquer outro dispositivo móvel. (Lima e Reis, 2002).

Para Lima e Reis (2002), as principais características essenciais do C# são:

- *Simplicidade*; tão simples quanto o Visual Basic e tão poderosa quanto o C++.
- *Completamente orientada a objetos*;
- *Fortemente tipada*; isso ajudara a evitar erros por manipulação imprópria de tipos, atribuições incorretas etc.
- *Gera código gerenciado*; assim como o ambiente. Net.
- *Tudo é um objeto*; System. Object é a classe base de todo o sistema de tipos C#.
- *Controle de Versões*; cada assembly gerado, seja como EXE ou DLL, tem informações sobre a versão do código, permitindo a coexistência de dois assemblies homônimos, mas de versões diferentes no mesmo ambiente.
- *Suporte a código legado*; o C# pode interagir com o código legado de objetos COM e DLLs escritas em uma linguagem não gerenciada.
- *Flexibilidade*; se o desenvolvedor precisa usar ponteiros, o C# permite, mas ao custo de desenvolver código não gerenciado, chamado "unsafe".
- *Linguagem Gerenciada*; os programas em C# executam num ambiente gerenciado, o que significa que todo o gerenciamento é feito pelo runtime via GC (GarbageCollector), e não diretamente pelo programador, reduzindo as chances de cometer erros comuns a linguagem de programação onde o gerenciamento da memória é feito diretamente pelo programador.

A última versão do C# é o C# 4 que está incluído na versão 4 do quadro. Net baseia-se no existente sucesso do anterior e adiciona funcionalidades ainda mais atrativas para o programador.

2.2 ESTRUTURAS DA PRAÇA DE PEDÁGIO

Neste capítulo serão abordadas algumas características do sistema de funcionamento do grupo gerador assim como a infraestrutura da praça de pedágio, rede local da empresa e VPN.

2.2.1 Utilização do Grupo Gerador

Todas as praças contêm um grupo gerador e uma UPS (No-Break), pois devido o seu funcionamento ser vinte e quatro horas por dia deve garantir que a praça mantenha o seu funcionamento normal, caso ocorra uma interrupção de energia elétrica da rede local, com o grupo gerador fornecendo energia suficiente para isso.

O Grupo Gerador utilizado é da Maquigeral com um módulo de controle da Uscamaq que é constituído por motor Scania e um tanque de combustível de 300 litros que garante uma autonomia de no mínimo 12 horas contínuas.



Figura 7: Grupo Gerador

Fonte: Aatoria Própria

O sistema de UPS da Merlin Gerin é composto por dois conjuntos de baterias (estacionarias) de 12V- 150 A, um carregador e um inversor. Esse sistema de UPS fornece 220 V estabilizados e autonomia de até 2 (duas) horas, sendo sua principal função manter somente o sistema de cobrança e rede de dados em funcionamento até o grupo gerador fornecer energia suficiente para o funcionamento.



Figura 8: Bancos de Baterias

Fonte: Aatoria Própria

2.2.2 Rede Local ou LAN

Atualmente cada praça de pedágio contém um servidor da rede com sistema operacional Windows Server 2003 S.E, Oracle Database Workgroup 7.3, onde se conectam os computadores de todo sistema de cobrança e administrativos através de uma rede local LAN (Local Área Network) em topologia estrela, ligada a “switches ópticas” interligadas via fibra óptica (padrão 802.3 da ISO) ao roteador local CISCO (MC 3800 Series), que está ligado ao modem óptico que utiliza um canal de 2MB alugado da OI Telecom que é transmitido até um servidor central que se localiza na sede da empresa na cidade de Ponta Grossa.

No total toda a rede é dividida em três níveis: 1,2 e 3. No nível 1 ou pista se localizam todos os computadores que fazem parte do sistema de cobrança os quais, se comunicam com nível 2. No nível 2 ou controle está o servidor de rede e computadores que monitoram, supervisionam e conferem os dados que são transmitidos do nível 1. O nível 3 ou administração está localizado na sede da empresa, onde há um servidor central que administra toda a rede e recebe todos os dados dos demais níveis.



Figura 9: Níveis da rede

Fonte: Documentos da empresa

Neste projeto, o computador utilizado foi inserido no nível 2 com um número de IP fixo, sistema operacional Win 7 (padrão da empresa) e software de acesso remoto UltraVNC.

2.2.2.1 VPN

Todo o acesso remoto a rede interna da empresa é feito através da utilização do VPN (Virtual Private Network) ou rede privada virtual. Utilizando a internet com ligação local a algum provedor de acesso, é possível criar uma rede virtual privada entre o usuário remoto e o servidor VPN. Eliminando assim a necessidade de links dedicados para longas distâncias. Através do VPN e o software UltraVNC utilizado pela empresa, possível o usuário acessar qualquer computador que esteja conectado a rede da empresa em qualquer nível da atuação somente com o endereço IP da máquina e uma senha predefinida pelo setor de TI.

No projeto em questão o acesso dá-se da mesma forma, cada usuário tem um usuário e uma senha para o acesso a rede da empresa e, após acessa o computador através do IP e senha utilizando o UltraVNC.

2.2.2.2 UltraVNC

O UltraVNC é um software fácil de usar e gratuito, que permite o acesso remoto de outro computador que esteja ligado à internet ou rede. O programa exibe a tela do outro computador e permite que o usuário tenha total controle do computador, ou seja, pode-se trabalhar neste computador como se estivesse sentado a sua frente.

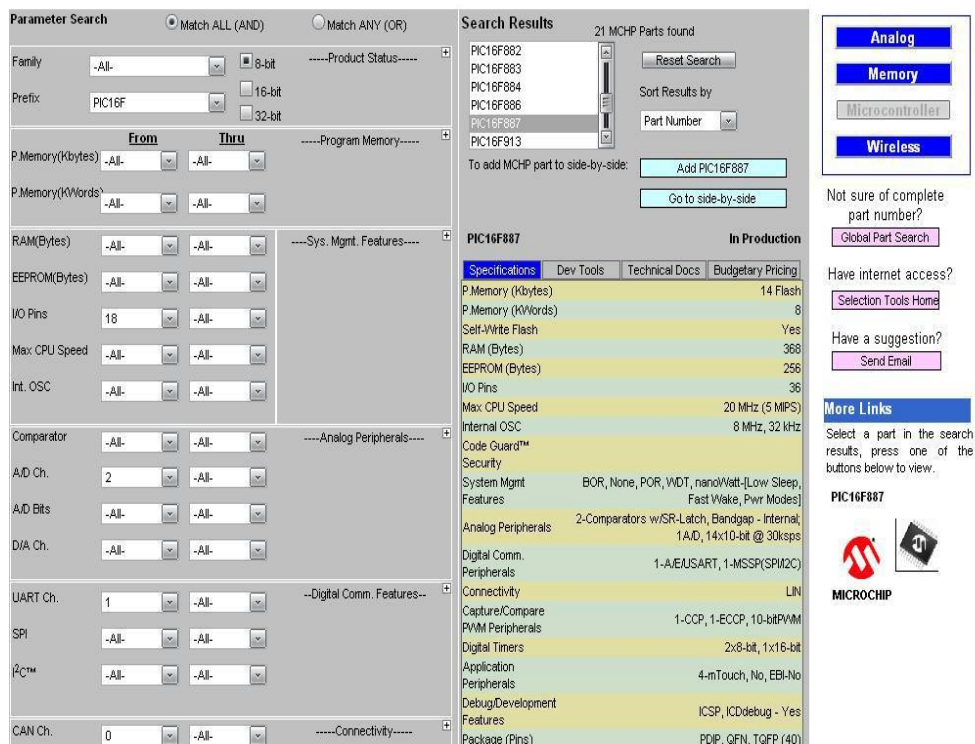
Atualmente todos os computadores da empresa possuem este software instalado, e permite que qualquer computador seja acessado de outro computador da rede ou, até mesmo de um computador fora da rede, sendo desta maneira então com a utilização do VPN. No computador utilizado no projeto foi utilizado um IP fixo e senha, seguindo os padrões da empresa, possibilitando o acesso aos dados contidos nele.

3. SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTA

Após algumas pesquisas de equipamentos com tais características, observou-se que os custos envolvidos não se enquadravam no modelo de proposta deste projeto. Sendo assim outra estratégia deveria ser adotada. A opção foi o desenvolvimento de um módulo de aquisição de dados com base na tecnologia dos microcontroladores da Microchip Technology Inc., pois apresenta baixo custo, fácil disponibilidade no mercado nacional, alto fator de processamento e maior maleabilidade às necessidades desejadas.

A Microchip é líder do Mercado de microcontroladores RISC de 8 bits, além de abastecê-lo com PIC de 8 e 16 bits agora expande suas atividades na linha 32 bits.

Dentre as diversas opções de microcontroladores no portfólio da Microchip, uma ferramenta é essencial para escolha do componente adequado a cada aplicação. Hospedada na página *Web* da Microchip encontra-se a ferramenta de pesquisa MAPS14 (Figura 10), que traz a possibilidade de, através do preenchimento do formulário com as características desejadas do microcontrolador, obter uma lista detalhada dos componentes relacionados à pesquisa.



Parameter Search Match ALL (AND) Match ANY (OR)

Family: -All- 8-bit 16-bit 32-bit

Prefix: PIC16F

P.Memory(Kbytes): From -All- Thru -All-

P.Memory(KWords): -All-

RAM(Bytes): -All-

EEPROM(Bytes): -All-

I/O Pins: 18

Max CPU Speed: -All-

Int. OSC: -All-

Comparator: -All-

A/D Ch.: 2

A/D Bits: -All-

D/A Ch.: -All-

UART Ch.: 1

SPI: -All-

I²C™: -All-

CAN Ch.: 0

Search Results 21 MCHP Parts found

PIC16F882
PIC16F883
PIC16F884
PIC16F886
PIC16F887
PIC16F913

Reset Search

Sort Results by: Part Number

Add PIC16F887
Go to side-by-side



PIC16F887 In Production

Specifications	Dev Tools	Technical Docs	Budgetary Pricing
P.Memory (Kbytes)			14 Flash
P.Memory (KWords)			8
Self-Write Flash			Yes
RAM (Bytes)			368
EEPROM (Bytes)			256
I/O Pins			36
Max CPU Speed			20 MHz (5 MIPS)
Internal OSC			8 MHz, 32 KHz
Code Guard™ Security			
System Mgmt Features	BOR, None, POR, WDT, nanoWatt-[Low Sleep, Fast Wake, Pwr Modes]		
Analog Peripherals	2-Comparators w/SR-Latch, Bendgap - Internal		
Digital Comm. Peripherals	1-AEUSART, 1-MSSP(SPI2C)		
Connectivity			LIN
Capture/Compare PWM Peripherals			1-CCP, 1-ECCP, 10-bitPWM
Digital Timers			2x8-bit, 1x16-bit
Application Peripherals			4-mTouch, No, EBI-No
Debug/Development Features			ICSP, ICDDebug - Yes
Package (Pins)			PDP: QFN, TQFP (40)

More Links

Select a part in the search results, press one of the buttons below to view.

PIC16F887

MICROCHIP

Figura 10: Ferramenta de Pesquisa de Microcontroladores da Microchip
Fonte: Microchip technology Inc.

O projeto começa a tomar forma com a pesquisa dos componentes necessários para montagem do módulo de aquisição de dados. Uma vez escolhidos foi necessária a verificação das características necessárias para interpretação do módulo.

Obtendo sucesso nas simulações de leitura dos dados partiu-se para integração do módulo de aquisição de dados com o microcomputador para posteriormente serem realizados os testes em campo do equipamento utilizando a rede TCP-IP. As leituras dos dados do ponto remoto de monitoramento foram registradas e analisadas e os métodos de apresentação dos alarmes visual adicionados ao programa.

Um ponto a se levantar foi à exigência de uma solução de baixo custo para elaboração do projeto de monitoramento, sendo assim não foi feito um levantamento apurado dos melhores equipamentos disponíveis no mercado, mas sim um reaproveitamento dos recursos existentes na empresa.

3.1 Aquisição de dados

O projeto do módulo de aquisição de dados que tem o objetivo de coletar os sinais dos sensores do módulo de controle do GMG para que sejam apresentados remotamente no microcomputador que está instalado o software para a visualização destes dados. O circuito de controle é responsável pela geração do pulso que fará o reset do alarme no módulo lógico do GMG, mostrado na figura 11.

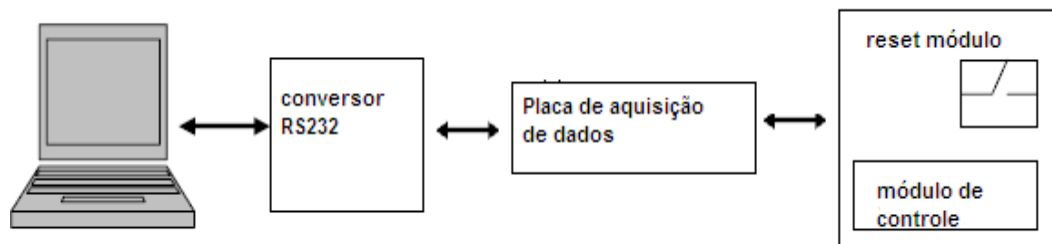


Figura 11: diagrama do reset do módulo lógico

Fonte : Autoria Própria

O qual foi feito utilizando um transistor BC548 um resistor 4,7 k Ω e um de 10k Ω para o acionamento do botão reset, o qual foi obtido com um pulso que é obtido através de uma saída analógica do Pic16f877 cortando a alimentação do relê assim desligando o módulo de controle do GMG que ao reiniciar apaga os alarmes existentes.

E se o alarme voltar a aparecer no módulo e no software de supervisão, assim se confirma que existe algum defeito no GMG.



Figura 12: Diagrama da estrutura para o gerenciamento do módulo

Fonte autoria própria

No primeiro protótipo a comunicação entre micro e a placa não se completava, então foi pesquisado e descoberto que teria que sincronizar o clock da placa com o microcomputador, onde foi implementado o circuito MAX232 como apresentado na figura 13. O MAX232 converte os níveis dos sinais RX, TX, CTX, RTS.

A tensão mais alta (tipicamente de $\pm 12V$ do RS232 para 5.0 ou 3.3V TTL) é gerada por um circuito inversor interno, que utiliza quatro capacitores (normalmente de 10 microfarads). Com este sistema, evita-se a necessidade de uma fonte de alimentação com saídas de +12 e -12V, como acontece com outros circuitos integrados conversores de nível RS-232/TTL (como ocorre, por exemplo, com os GD75232, comuns em computadores PC) já que o próprio circuito interno do MAX232 gera as tensões necessárias para o funcionamento a partir de uma única fonte de +5V, já existente na grande maioria dos circuitos digitais.

O MAX232 é um transmissor/receptor duplo que fornece níveis de voltagem de uma única fonte de tensão de 5V. Cada receptor converte entradas para níveis de 5V TTL/CMOS. Estes receptores têm um limiar típico de 1.3V, uma histerese típica de 0.5V e pode aceitar $\pm 30V$ de entrada. O DB9 define o padrão físico da comunicação RS232 utilizando o pino 2 com RX, o pino 3 como TX e o pino 5 como GND. A saída do sinal do botão de reset foi conectada a porta A0 do módulo conversor A/D do microcontrolador através de um resistor de 1k Ω . O microcontrolador faz a leitura dos dados do módulo lógico processa os dados que obteve e disponibiliza para o software.

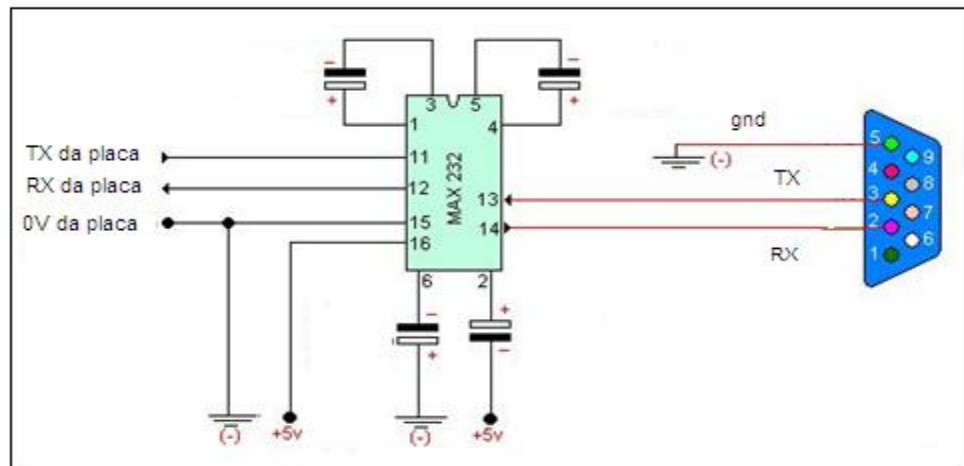


Figura 13: Ligações do max232

Fonte : software proteus

A leitura é feita através das portas de entrada digital do PIC 16f877 que são as portas RDO a RD7 e as mensagens estão nas portas RA1 a RA3. Para gerar o *clock* foi montado um circuito com dois capacitores de 22 pF e um cristal de 10 MHz conectados aos pinos OSC1 e OSC2. Conforme mostrado na figura 14

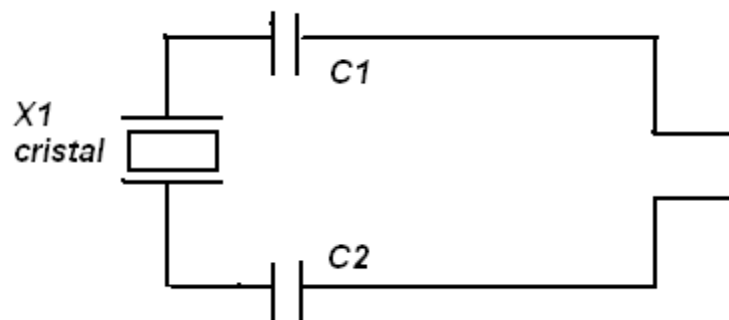


Figura 14: gerador de colck para o Pic 16F877a

Fonte: Autoria Própria

As portas C6 e C7 foram disponibilizadas junto com nível de tensão de 5 volts e o terra para alimentar um circuito de comunicação serial.

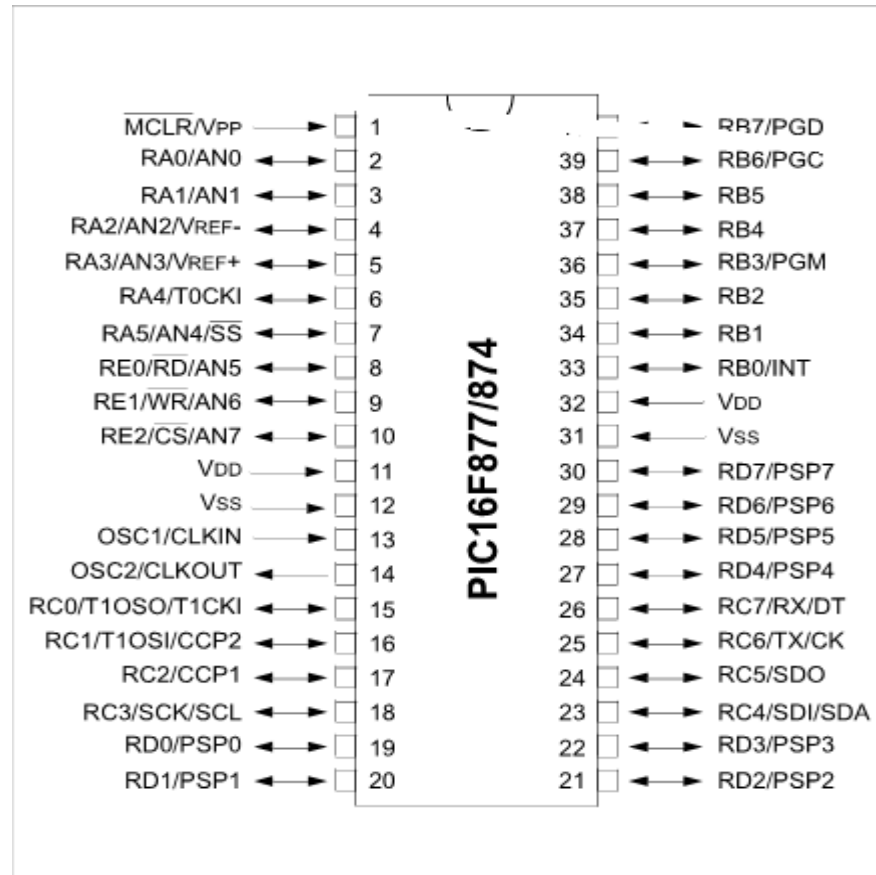


Figura 15: diagrama dos pinos do Pic 16f877a

Fonte: Manual CLP PIC40-v3

No esquema da fonte de alimentação, um nível de tensão de 12volts contínuos é obtido através de uma fonte de alimentação externa que foi retirado do carregador de baterias do grupo gerador. Um regulador de tensão L7805CV produz um nível de tensão de 5 volts para alimentar a placa de aquisição de dados. A partir do nível da tensão de 5 volts, um divisor de tensão resistivo produz um nível de tensão de 1,5 volts que serve como referência do conversor analógico-digital do microcontrolador.

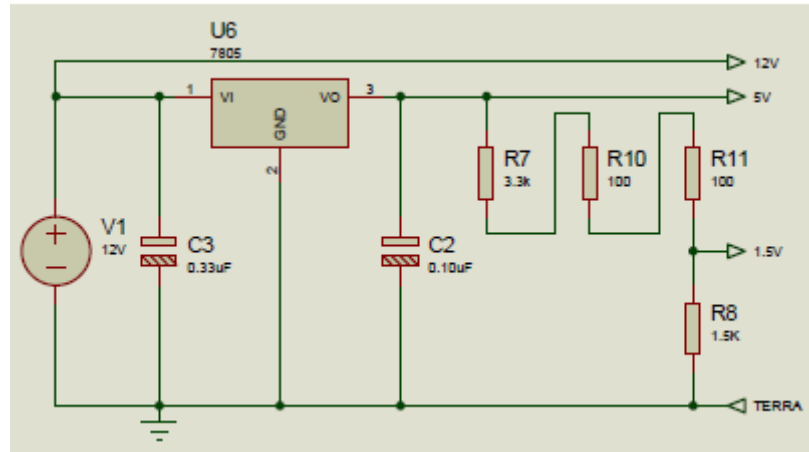


Figura 16: Fonte de alimentação
Autoria própria

Com a placa instalada, foram feitos testes de comunicação com o módulo e o computador e funcionou corretamente.

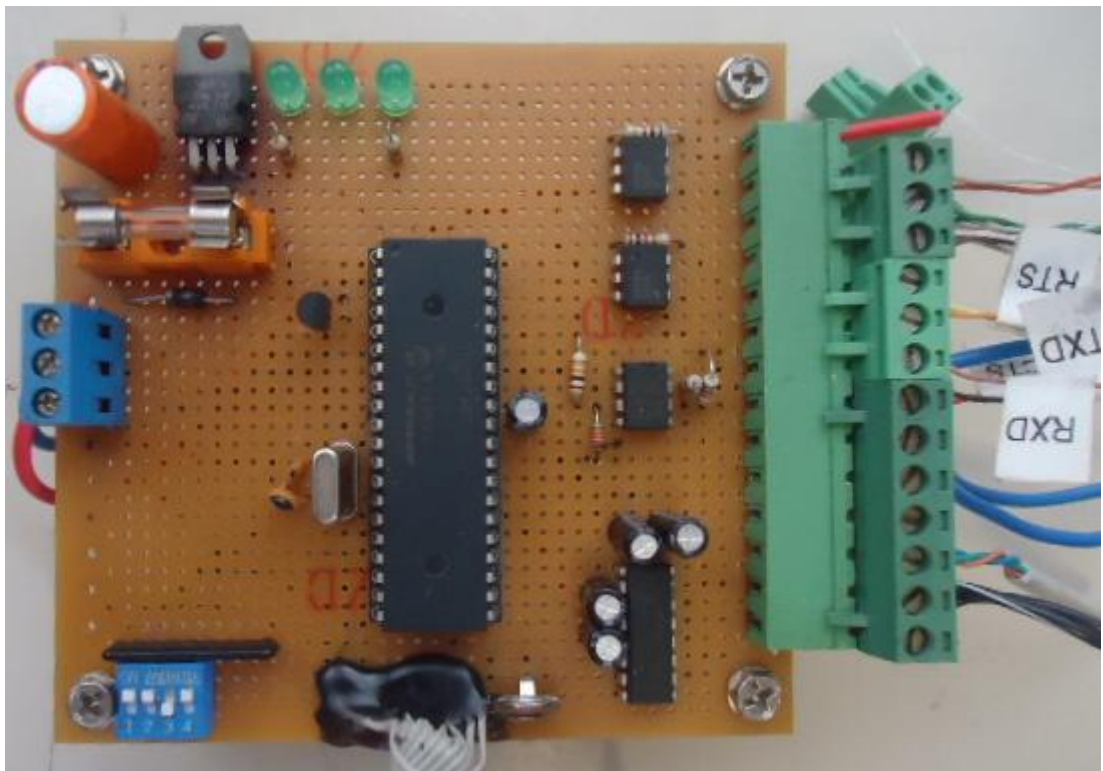


Figura17: placa de aquisição de dados
Fonte: Autoria Própria



Figura 18: Instalação da placa de aquisição de dados

Fonte: Autorial Própria

A comunicação entre o supervisor e a placa de aquisição de dados é feita através de uma interface de Sockets, disponibilizado pelo próprio software da Microsoft (Visual Studio). A partir do momento em que a placa de aquisição de dados se conecta, dados são enviados ao supervisor que utiliza um protocolo próprio para interpretá-los. Assim que os dados enviados são interpretados, verifica-se a existência de alguma anomalia na transmissão dos dados.

A placa de aquisição está conectada diretamente ao módulo lógico do grupo gerador, sendo assim possível enviar dados do supervisor para a placa de aquisição que, vai interpretar esses dados e enviá-los diretamente ao módulo de controle. Esses dados contêm o estado do grupo gerador e, caso seja verificado alguma anomalia um alerta em forma de alarme é visualizado na tela de supervisão do grupo gerador.

Podendo assim atuar em alguns comandos disponibilizados pelo módulo de controle do Grupo Gerador na resolução de algumas falhas e através destes comandos é possível atuar na resolução de alguns defeitos que ocorrem na operação do Grupo Gerador de forma remota.

Quanto à partida e parada do GMG não foi possível implementar devido à atuação destes comandos estarem inseridos no módulo lógico e este receber os sinais do QTA (quadro de transferência automática), onde se inserido um comando pode gerar um conflito entre os dois sistemas, vindo a danificar o QTA(queimar o relé de comutação e falta de fase do QTA) .

3.2 Comunicação de Dados

Para comunicação entre o módulo de aquisição de dados e o computador foi necessário definir uma comunicação e o protocolo a ser utilizado. Após um levantamento sobre os tipos de comunicação optou-se por uma comunicação serial via RS 232 e um protocolo serial Modbus mestre/escravo visto que, o próprio módulo de controle do grupo gerador já os utiliza para fazer a sua comunicação de dados.

O padrão Modbus define um protocolo de mensagens na camada de aplicação do modelo de referência OSI e pode também especificar um protocolo de comunicação serial para requisições entre um mestre e um ou vários escravo na 2ª camada OSI, onde é definido como protocolo serial Modbus.

Na camada física os sistemas Modbus em linhas seriais podem usar diferentes interfaces físicas como: RS485, RS232 e etc. A interface RS485 de dois fios é a mais comum, no entanto também pode ser implementado com quatro fios. A interface RS232 é utilizada quando se requer uma comunicação ponto a ponto de curta distância, que é o caso do projeto envolvido.

Os dois modos de transmissão serial são definidos como: RTU (Remote Terminal Unit) e modo ASCII. Estes modos definem o conteúdo de bits dos campos das mensagens transmitidas serialmente no barramento. Embora o modo ASCII seja requerido em algumas aplicações específicas, ele é opcional. Todos os dispositivos devem ser configurados para implementar o modo RTU.

Utilizando o modo RTU, cada byte (8 bits) na mensagem irá conter 2 caracteres hexadecimais de 4 bits. O formato para cada byte do modo RTU o sistema de codificação binário de 8 bits fica dessa forma:

- 1 bit de início;
- 8 bits de dados, sendo o de menor significado enviado primeiro.
- 1 bit de paridade;
- 1 bit de parada.

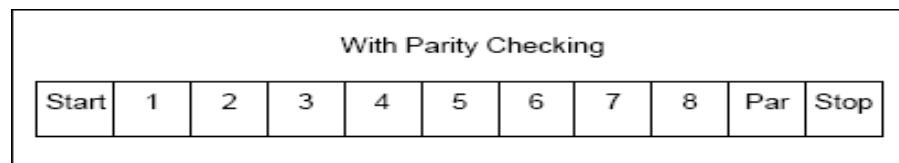


Figura 19: Seqüência de bits no modo RTU.

Fonte: Modbus_Apostila.

Apesar de o protocolo Modbus ter vários recursos disponíveis, para o protótipo desenvolvido muitos deles não seria usado então, optou-se fazer um protocolo simplificado utilizando apenas conceitos como base. Neste protocolo o software tem a função mestre e a placa de aquisição de dados como escravo, a comunicação é feita através de mensagens com códigos pré-estabelecidos onde, o software faz a solicitação e recebe os dados da placa de aquisição conforme figura 20.

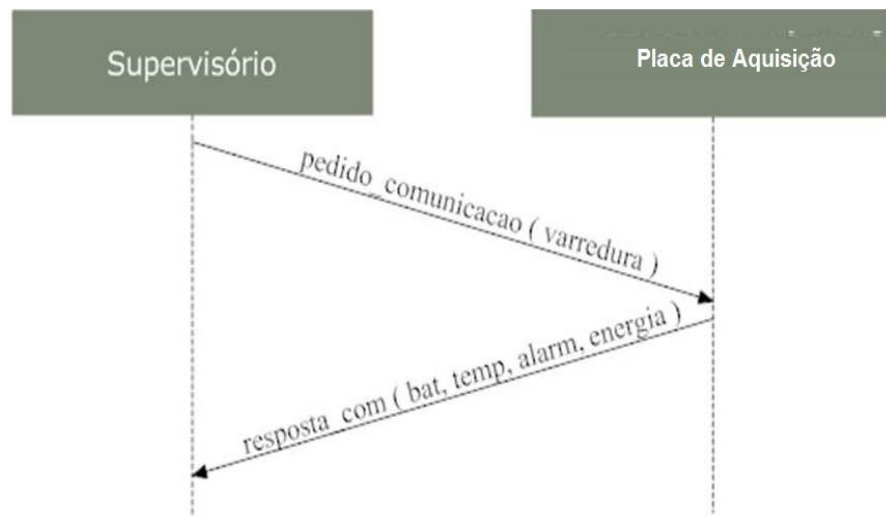


Figura 20: Protocolo Próprio

Fonte: Autoria Própria.

3.3 Software de Supervisão

Além das suas características funcionais, um software de supervisão também necessita um apelo visual. O C# que é uma evolução do C e C++ foi desenvolvido pela Microsoft especificamente para trabalhar com a Plataforma. NET e junto com Microsoft Visual Studio C# 2010 Expresso oferecem ferramentas de criação bem atraentes e sofisticadas.

O Visual Studio C# é uma ferramenta de desenvolvimento criada pela Microsoft direcionada para a criação de aplicações em formulário, console bibliotecas de classes e. NET Framework. Sua interface é simples e intuitiva, possibilitando a criação de ricos aplicativos Windows, integrando gráficos 2D e 3D, além de áudios e vídeos de controle. Por isso, essa ferramenta é recomendada para usuários iniciantes na linguagem em programação C#, já que com esta interface o desenvolvimento de todas as aplicações fica mais rápido. Uma excelente opção para criar interfaces de usuário é o recurso de arrastar e soltar durante a criação de aplicativos.

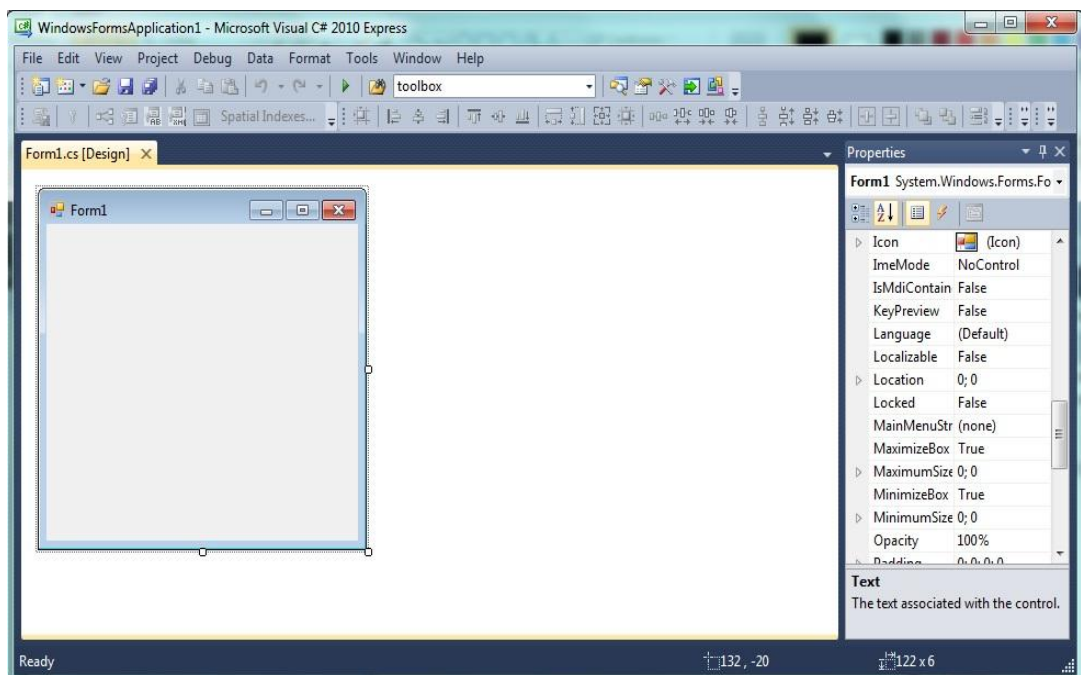


Figura 21: Microsoft Visual C# 2010 Express

Fonte: Microsoft, 2010

A ferramenta garante a inclusão de serviços web em XML aos seus aplicativos, bem como apresenta diversas opções de controle de formulários, oferece também um navegador interno para ser realizada pesquisa na internet sem sair da tela do programa, além de oferecer uma documentação completa para auxiliar todos os passos dos iniciantes em programação C#.

A comunicação entre o supervisor e a placa de aquisição de dados é feita através de uma interface de Sockets, disponibilizado pelo próprio software da Microsoft (Visual Studio). Primeiramente foi inserido um objeto SerialPort, encontrado nas ferramentas do software, e alterado o PortName e BaudRate que são, o número da porta que o microcontrolador está conectado e baudrate que está configurado no microcontrolador. A figura 22 mostra o trecho do código fonte que foi utilizado nas três funções que são:

- **Open()**; onde será estabelecido a conexão serial a partir do momento que o programa foi carregado.
- **Write()**; para receber a informação do microcontrolador.
- **Close()**; para que seja encerrada a conexão com a porta serial assim que o programa for fechado.

```

        private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
        {
            try
            {
                Porta.Open();
            }
            catch
            {
                MessageBox.Show("Cabo desconectado","Erro");
                Close();
            }
        }
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            try
            {
                if (button1.Text == "Off")
                {
                    Porta.Write(comando, 1, 1);
                    button1.Text = "On";
                }
                else
                {
                    Porta.Write(comando, 2, 1);
                    button1.Text = "Off";
                }
            }
            catch
            {
                MessageBox.Show("Cabo desconectado", "Erro");
                Close();
            }
        }

        private void Form1_FormClosing(object sender,
        FormClosingEventArgs e)
        {
            try
            {
                if (Porta.IsOpen)
                {
                    Porta.Close();
                }
            }
            catch
            {
            }
        }
    }

```

Figura 22: Trecho do Código Fonte da Comunicação Serial

Fonte: Autoria Própria

Além da visualização dos alarmes de anomalias do grupo gerador, foi inserido também um botão de reset para os alarmes. Através deste comando é possível que a equipe de manutenção possa atuar no reset de algumas falhas que ocorrem na operação do Grupo Gerador de forma remota, abaixo segue a figura 23 demonstrando como vai ser visualizado o software.



Figura 23: Tela do Software de Supervisão

Fonte: Autoria Própria

A tela de visualização foi desenvolvida de maneira objetiva e com dados visuais que já indiquem o tipo de falha que está ocorrendo e os sinais indicando as fases da rede e GMG, temperatura da água, pressão do óleo, tensão da bateria e se está em modo automático ou manual que são os mais essenciais para o funcionamento do grupo gerador. Na figura 24 demonstra o fluxograma de como as mensagens de falhas e dados vão ser lidos pelo software de supervisão.

Inicialmente o software está fazendo a leitura do módulo de controle e verificando se há mensagem de falhas, se houver, ela valida de acordo com os dados que recebeu e indica na tela a falha que está ocorrendo. Foram definidas quatro falhas principais que são:

- Falha na partida; normalmente ocorre por falha na bateria, temperatura elevada da água (aquecimento), pressão de óleo anormal ou falta de combustível.
- Falta de fase; uma das fases de entrada da rede esta em falta, sendo necessário partir o grupo gerador em manual.

- Sobretensão; há uma sobretensão na rede e o módulo não parte o grupo gerador automaticamente, sendo necessário partir em manual.
- Subtensão; há uma subtensão na rede, o módulo entra em falha e não aciona o funcionamento do grupo gerador, sendo necessário partir em manual.

Na leitura dos dados, o software busca a informação dos sinais da placa de aquisição de dados, eles podendo ser verdadeiro ou falso. Para isso, no software essas variáveis foram declaradas como booleanas (sinal digital) e, através da seqüência de bits que chega até o software é possível saber quais os sinais estão normais ou não.

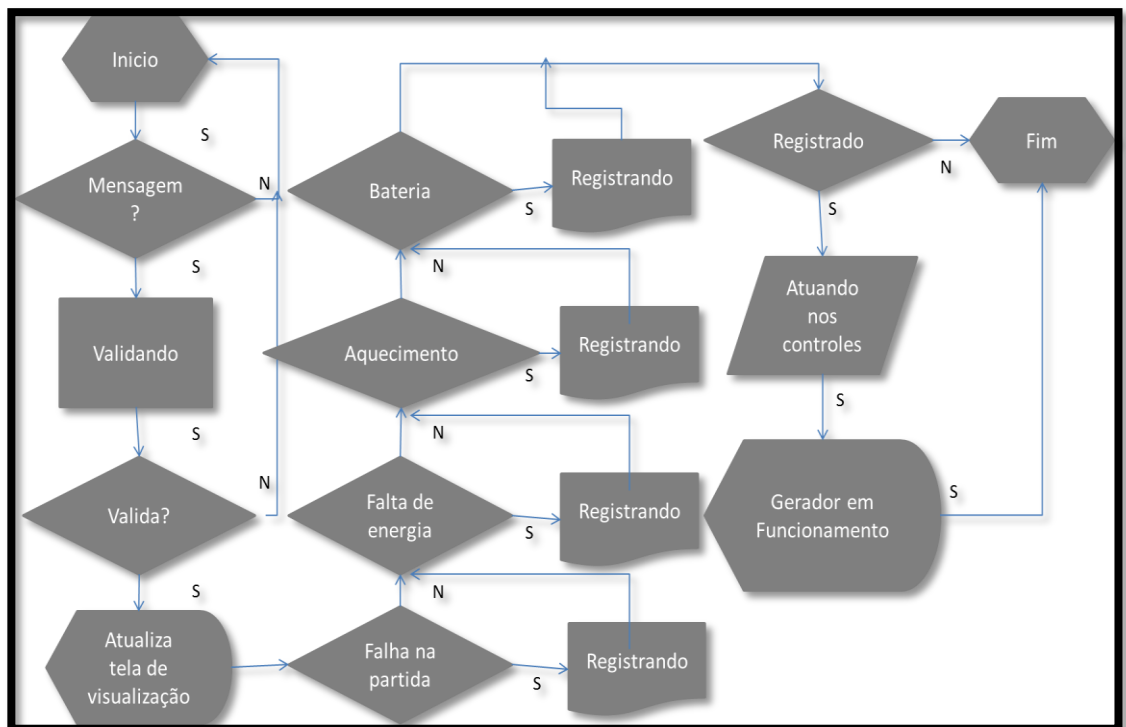


Figura 24: Fluxograma do software de supervisão

Fonte: Autoria Própria

3.4 RESULTADOS OBTIDOS

Apesar da pesquisa deste trabalho ser ainda um protótipo em teste, é possível observar alguns resultados. Falhas no grupo gerador já podem ser visualizadas de forma que se possam tomar medidas para sanar o problema.

É possível fazer um histórico das falhas mais frequentes que ocorrem no grupo gerador, visualizar se o local está com interrupção de energia elétrica por fator externo, orientar a equipe que está no local como proceder diante de algumas falhas que ocorrem na operação do grupo gerador.

No dia oito de agosto de 2013, pode-se utilizar esta ferramenta com eficácia quando de uma falha na bomba injetora do GMG, o plantonista acessando remotamente pode observar que era defeito do GMG, assim já solicitando o GMG reserva e acionando dos técnicos da Maquigeral onde minimizou o tempo de reparo do mesmo e o desgaste do plantonista evitando assim uma viagem desnecessária.

As quedas de energia são identificadas e imediatamente comunicadas à concessionária de energia.

Outro objetivo alcançado foi em relação ao custo de desenvolvimento do projeto, devido à maioria dos recursos estarem disponíveis na própria empresa, e o custo de um novo módulo da Maquigeral com a supervisão remota e em média 100 vezes o custo deste protótipo. O resultado foi um custo de:

<i>Produto</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Custo</i>
<i>Pic 16f877</i>	<i>01</i>	<i>R\$ 30,00</i>
<i>Placa de circuito</i>	<i>01</i>	<i>R\$ 12,00</i>
<i>Diversos</i>		<i>R\$ 80,00</i>
<i>Total</i>		<i>R\$122,00</i>

4. CONCLUSÃO

Em razão da necessidade de um monitoramento dos grupos geradores que ficam distantes da sede da empresa, dada a importância destes equipamentos para o funcionamento das praças de pedágio, é possível entender a necessidade de se monitorar de forma remota estes equipamentos. Este trabalho mostrou como implementar uma solução em supervisão remota do módulo de controle do grupo gerador com um baixo custo de investimento.

Com o conhecimento adquirido em grupo gerador e o módulo de controle na empresa, pode-se dimensionar e especificar um sistema de supervisão funcional e que atendesse a necessidade da empresa. Todos os recursos de comunicação de dados utilizados no trabalho não relacionaram custo algum visto que, todas as estruturas de comunicação já estavam disponíveis na empresa para outros fins.

O desenvolvimento do software de supervisão iniciou-se através do estudo de linguagens de programação que oferecessem uma interface gráfica. No início foram estudadas as linguagens Visual Basic, Delphi, Java e C#, considerando que o C# é um C++ melhorado e com bom recurso visuais e, levando em consideração um conhecimento básico de C++, optou-se pelo C#.

Ao longo do desenvolvimento foram encontradas algumas dificuldades no protocolo de comunicação entre a placa de aquisição e o software de supervisão. A princípio optou-se por um protocolo aberto modbus serial, porém simplificado, levando em consideração que o módulo de controle utiliza o mesmo protocolo e devido ao estudo da supervisão ser feita somente de um ponto. Outra dificuldade foi definir se usaríamos um computador ou outro equipamento para o software de supervisão, optou-se por um computador pela facilidade que teríamos em somente configurá-lo e conectarmos na rede privada da empresa .

Outra dificuldade encontrada foi obter as autorizações necessárias para a realização deste projeto por se ter que mexer em algo vital para a empresa que é a energia onde tudo depende dela para uma boa operação

das praças de pedágio, também como por parte da Maquigeral, pois teríamos que mexer com seus protocolos, assim podendo se tornar concorrentes dentro de seu próprio produto.

Apesar de serem feitos somente alguns testes de funcionamento, não foi possível gerar dados que comprove a adoção desta ferramenta como solução para o monitoramento do módulo de controle dos grupos geradores, mas, o sistema de supervisão remota mostrou-se capaz de monitorar variáveis e coletar dados que podem ser utilizados de forma a gerar uma estratégia preditiva e prevenção de falhas e conseqüentemente prejuízo e transtorno para empresa.

4.1 Trabalhos Futuros

Foram observadas durante o desenvolvimento algumas possibilidades de melhorias no sistema de supervisão. A principal foi à possibilidade de integrar um sistema de atuação no software de supervisão, inserindo alguns comandos que possibilitam partir e parar o grupo gerador remotamente.

Outro ponto de melhoria é implantar no software visualização de gráficos com dados da operação do grupo gerador, para que, se planeje de forma mais estratégica as manutenções preditivas e preventivas além da tentativa de eliminar as falhas mais comuns, também como a implementação deste protótipo nas outras unidades da empresa.

REFERÊNCIAS

Rosique, Martín. Grupos Geradores Energia sem Fronteiras. África, Mosa Infraestrutura, 2009. Disponível em: <http://www.mosa.pt/media/File/noticias-prensa/articulo-MOSA-Infraestruturas-Africa-n01-Outubro09.pdf> acesso em 17 de Out. 2011.

Pereira, Jose Claudio. Grupos Geradores. Brasil, Eng. José Claudio Pereira, 2006. Disponível em: http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_5.html Acesso em 17 de Out. 2011

Stemac, Artigos Técnicos. O que são Grupos Geradores? Brasil, Stemac Grupo Geradores, 2011. Disponível em: <http://www.blogstemac.com.br/artigos-tecnicos/o-que-sao-grupos-geradores> Acesso em 17 de Out. 2011.

Pereira, Jose Claudio. Grupos Geradores-Sistemas de Controle. Brasil, Eng. José Claudio Pereira, 2006. Disponível em: <http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/controles.pdf> Acesso em 17 de Out. 2011.

SILVA, Ana Paula Gonçalves da; SALVADOR, Marcelo. O que são sistemas supervisórios? Porto Alegre: Elipse Software S/A, 2005. v.2 . Disponível em: http://www.wectrus.com.br/artigos/sist_superv.pdf Acesso em 14 de Out. 2011.

QUINTAS, Antonio Rocha. Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados SCADA. Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2004. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/aiwww_apel/files/Movicon_TUTORIAL_guiiao_fev2006.pdf Acesso em 14 de Out. 2011.

Barr, Dale. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems. Arlington, VA: National Communications System NCS, 2004. Disponível em: http://www.ncs.gov/library/tech_bulletins/2004/tib_04-1.pdf Acesso em 14 de Out. 2011.

LIMA, Edwin; REIS, Eugênio. C# e. NET – Guia do desenvolvedor. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

VAMBERTO, Carlos. Apostila C# - Modulo 1. 2004.

WATSON, Karli; NAGEL, Christian; PEDERSEN, Jacob Hammer; REID, Jon; SKINNER, Morgan. Beginning Visual C# 2010. Wiley Publishing, Inc.

CHIN, Liou Kuo. Boletim Bimestral sobre Tecnologia de Redes. RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa. 13 de novembro de 1998. Volume 2, numero 8.

Remote Control Software for all. Disponível em: <http://www.uvnc.com/> acesso em 04 de julho de 2012.

Especificação da fabricação da Unidade de Supervisão de Corrente Alternada - USCA. Prática. TELEBRÁS -240-475- 701/93.

Internet - TCP/IP - Protocolo de Comunicação da Internet. Disponível em: <http://www.algosobre.com.br/informatica/internet-tcp-ip-protocolo-de-comunicacao-da-internet.html> acesso 06 de novembro de 2011

Protocolos de Comunicações. Disponível em: <http://www.criarweb.com/artigos/533.php> acesso em 06 de novembro de 2011

Nunes, Sergio. Redes de Comunicação. FEUP. 2006

OSI um modelo de referencia. Disponível em: http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_osi_um_modelo_de_referencia.php acesso em 04 de julho de 2012.

TANENBAUM, Andrew S. Redes de computadores. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2003.

PEREIRA, Fábio. Microcontroladores PIC: Programação em C. São Paulo: Érica, 2007.

Kardec, Alan; Lafraia João Ricardo. Gestão Estratégica e Confiabilidade – Rio de Janeiro; Qualitymark; ABRAMAN, 2002.