



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

GESUÊNIO COSME DE OLIVEIRA

**SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTO PARA GRUPOS  
GERADORES EMPREGANDO TECNOLOGIA GPRS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPINA GRANDE-PB  
OUTUBRO - 2009

GESUÊNIO COSME DE OLIVEIRA

## **SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTO PARA GRUPOS GERADORES EMPREGANDO TECNOLOGIA GPRS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetida à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção da graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador  
Prof. Luis Reyes Rosales Montero

CAMPINA GRANDE - PB

2009

GESUÊNIO COSME DE OLIVEIRA

## **SISTEMA DE SUPERVISÃO REMOTO PARA GRUPOS GERADORES EMPREGANDO TECNOLOGIA GPRS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial necessário para a obtenção da graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande.

Data de Aprovação: \_\_\_/\_\_\_/2009

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.  
Universidade Federal de Campina Grande  
**Orientador**

---

Prof. Benedito Antonio Luciano, D. Sc.  
Universidade Federal de Campina Grande  
**Convidado**

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por todas as coisas maravilhosas que tem feito por mim.

Agradeço também aos meus pais, Gerônimo Cosme de Oliveira (in memorian) e Maria Suely Cosme Oliveira, por toda a dedicação e amor dispensados a mim.

Ao meu orientador prof. Luis Reyes Rosales Montero, pela oportunidade de trabalho. A todos os colegas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho .

Ao prof. Benedito Antonio Luciano, pelas relevantes informações que me concedeu para a correção deste relatório.

## **Epígrafe**

“Os sonhos trazem saúde para a emoção, equipam o frágil para ser autor da sua própria história, renovam as forças do ansioso, animam os deprimidos, transformam os inseguros em seres humanos de raro valor. Os sonhos fazem os tímidos terem golpes de ousadia e os derrotados serem construtores de oportunidades.”

“Augusto Cury”

## **Resumo**

Este trabalho de graduação tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de monitoramento remoto e gerenciamento de grupos geradores que utilizam módulos de controle microcontrolados, utilizando a rede GSM e a tecnologia GPRS, consistindo de um protótipo composto por uma aplicação para dispositivo embarcado e um sistema de gerenciamento a ser executado em PCs comuns. Para isso foi utilizado o terminal GSM/GPRS JAVA TC 65.

Palavras-chave: Grupos Geradores, TC 65, Monitoramento Remoto.

## **Abstract**

The aim of this graduate work is develop a system for remote monitoring and management of generator sets that use control modules, microcontroller, using the GSM and GPRS technology. This system consists of an application prototype for an embedded device and system management to be run on common PC's, using GSM / GPRS JAVA TC 65.

Key Words: Generator, TC 65, Monitoring System

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 – Introdução.....</b>	<b>12</b>
1.1 - Objetivo.....	14
1.2 - Os Grupos Geradores.....	15
1.3 - Motivação.....	16
<b>Capítulo 2 – Noções de Internet.....</b>	<b>17</b>
2.1 – Introdução a Internet e TCP/IP.....	17
2.2 – Arquitetura TCP/IP.....	19
2.2.1 – Camada de rede.....	20
2.2.2 – Camada Inter-Rede.....	20
2.2.3 – Camada de transporte.....	22
2.2.4 – Camada de aplicação.....	22
2.3 - Exemplos de aplicação de redes com arquitetura TCP/IP.....	23
<b>Capítulo 3 – A Tecnologia GSM/GPRS.....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo 4 – Controle de Grupos Geradores.....</b>	<b>29</b>
4.1 – Introdução.....	29
4.2 – Tipos de operação.....	33
4.2.1 – Manual.....	33
4.2.2 – Automático.....	33
4.3 – Os Módulos de Controle.....	33
4.4 – O Módulo K30.....	34
4.4.1 - Hardware do K30.....	35
4.4.2 - Software do K30 .....	35
4.4.3 - O Software de Gerenciamento Remoto.....	35
4.4.4 - Conexões elétricas.....	36



<b>Capítulo 5 – O Módulo TC 65 da – Siemens.....</b>	<b>38</b>
5.1 – Funcionamento do módulo TC 65 – Siemens.....	42
5.2 – Funcionamento via comandos AT.....	43
5.3 – Comunicação com o módulo de controle do gerador.....	44
<b>Capítulo 6 – Outros tipos de modems GSM/GPRS.....</b>	<b>46</b>
6.1 – Modem GSM/GPRS – Urmet Daruma.....	46
6.2 – GPRS 100 - ADVANTECH.....	46
<b>Capítulo 7 – O Sistema de Gerenciamento Remoto.....</b>	<b>47</b>
7.1 – Introdução.....	47
7.2 – Arquitetura do Sistema de Gerenciamento.....	49
<b>Capítulo 8 – Outros Sistemas de Gerenciamento.....</b>	<b>50</b>
8.1 – Sistema de Telemetria Atos – GITS.....	50
8.2 – Gerenciamento Remoto do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica usando Web Services sobre tecnologia GPRS.....	51
<b>Capítulo 9 – Considerações finais e sugestões futuras.....</b>	<b>52</b>
9.1 – Considerações finais.....	52
9.2 – Sugestões futuras.....	52
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>53</b>

## Lista de Figuras

Figura 1: Rede de convergência Digital.....	13
Figura 2: Grupo Gerador Diesel (Stemac).....	16
Figura 3: Turbo gerador a gás.....	16
Figura 4: Arquitetura TCP/IP.....	19
Figura 5: Camada Inter-Rede.....	21
Figura 6: Exemplo 1 de rede com arquitetura TCP/IP.....	24
Figura 7: Exemplo 2 de rede com arquitetura TCP/IP.....	24
Figura 8: Topologia do sistema de comunicação via GPRS.....	28
Figura 9: Pilha do protocolo GPRS.....	29
Figura 10: Pressostato de óleo lubrificante.....	30
Figura 11: Termostato para a água de refrigeração.....	30
Figura 12: Sensor de sobrevelocidade.....	30
Figura 13: Sensor de nível do líquido de refrigeração.....	31
Figura 14: Sensor Taquimétrico.....	31
Figura 15: Sensor de tensão/frequência trifásico.....	32
Figura 17: Painél de instrumentos.....	32
Figura 18: Quadro de comando.....	33
Figura 19: Painel frontal módulo de controle K30.....	35
Figura 20: Interface do software de gerenciamento do K30.....	36
Figura 21: Diagrama elétrico básico – Módulo K30.....	37
Figura 22: Módulo GSM/GPRS TC 65 – Siemens.....	39
Figura 23: Vista interna do Módulo TC 65 – Siemens.....	40
Figura 24: Hardware do TC 65.....	41
Figura 25: Conexões externas TC 65.....	41
Figura 26: Comandos AT para discagem.....	42
Figura 27: Comandos AT para ativar cliente TCP.....	42
Figura 28: Comunicação TC 65 – Módulo K30.....	44
Figura 29: Convenções utilizadas para comunicação RS232.....	44
Figura 30: Pinagem dos conectores DB9 e DB25 – RS232.....	45
Figura 31: Modem GSM/GPRS – Urmet Daruma.....	46

Figura 32: GPRS 100 – Advantech.....	47
Figura 33: Diagrama de blocos do sistema.....	48
Figura 34: Topologia do Sistema de Gerenciamento.....	49
Figura 35: Arquitetura do Sistema de Gerenciamento.....	49
Figura 36: Arquitetura do Sistema de Telemetria - Atos.....	50
Figura 37: Sistema de monitoração da qualidade de energia elétrica para o Setor de Distribuição de Energia.....	51

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Modelo TCP/IP e Modelo OSI.....	26
---	----

## 1 - INTRODUÇÃO

Com o aumento crescente das redes de telefonia móveis em todo o mundo elevaram-se também o número de aplicações desenvolvidas utilizando a tecnologia GSM<sup>1</sup>/GPRS<sup>2</sup>. A tecnologia de comunicação GSM é a que apresenta o maior crescimento de todos os tempos, sendo utilizada por quase 30% da população mundial. Esse crescimento proporciona o crescimento paralelo de todas as tecnologias associadas a ela. Atualmente, quase todos os celulares já permitem o acesso à internet devido à tecnologia GPRS.

Fazendo uma análise comparativa com tecnologias anteriores, enquanto as taxas de transferência eram de 12Kbps, com GPRS podemos ter taxas que ultrapassam a marca dos 170Kbps, mas na prática chega-se apenas a 64Kbps, devido às limitações dos canais de telefonia empregados atualmente. Com a tecnologia GPRS, os custos de transmissão de dados tornam-se menores, pois paga-se apenas pela quantidade de dados transmitidos, o que antes era feito levando-se em conta o tempo de conexão.

Com o crescimento da rede GSM, abrem-se portas para o desenvolvimento de aplicações embarcadas em celulares ou dispositivos que a utilizem. Entre todas as linguagens possíveis para programar tais aplicações, uma que merece destaque é a plataforma J2ME<sup>3</sup>, sendo a mais utilizada no mundo<sup>[3]</sup>.

Estamos agora na terceira geração da computação, a chamada geração pós-PC. Esta terceira geração envolve o acesso remoto através da Internet para dispositivos não-PC, como controladores industriais, medidores de utilidade, máquinas de venda, terminais financeiros, veículos e muito mais. Um nome genérico para esta computação é M2M, ou comunicação máquina-máquina.

Nós também estamos na terceira geração de comunicações celulares. Conectividade de dispositivos não-PC para o Internet Protocol (IP)-redes habilitado está rapidamente se tornando popular como a infra-estrutura cresce para o novo IP baseado em redes celulares, como o 2.5G (segunda e meia geração) GPRS

---

<sup>1</sup> GSM (*Global System for Mobile Communications*) – Sistema global para comunicações móveis.

<sup>2</sup> GPRS (*General Packet Radio Service*) – Tecnologia utilizada na rede GSM que aumenta a taxa de transferência de dados.

<sup>3</sup> J2ME(Java 2, Micro Edition) – Plataforma Java para dispositivos com recursos de hardware e software limitados.

de rede, e a rede 3G (terceira geração) da rede CDMA2000. Ambas as redes usam o IP como o protocolo de comunicação básica. Como o uso destas infra-estruturas de celular se torna mais popular, existentes e novas aplicações e hardware devem ser habilitados para a Internet a fim de utilizar uma rede. Na figura 1 vemos o ecossistema Convergência Digital, que é repleto por hiatos tecnológicos ainda não resolvidos, cada um deles representando oportunidades para desenvolvimento de novos softwares, novos serviços e novos dispositivos.

O trabalho apresentado corresponde a proposta de um sistema de telemetria que utiliza as tecnologias citadas anteriormente para realizar o monitoramento e controle de dispositivos microcontrolados, neste caso, *módulos de controle de grupos geradores*.

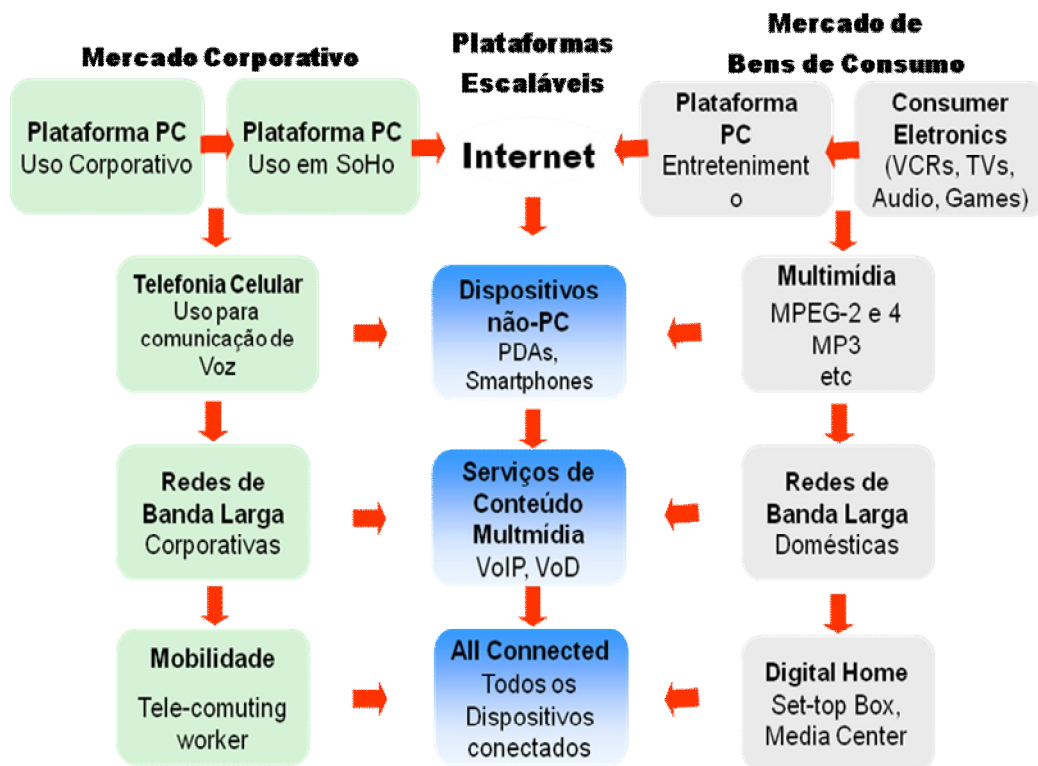


Figura 1 – Rede de convergência digital.

## 1.1 – Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo que permita que um determinado equipamento, no caso o módulo de controle de grupos geradores, seja conectado a uma rede GPRS (rede sem fio) e permita o seu controle e monitoração remota.

Para o desenvolvimento do projeto é necessário criar uma plataforma de hardware, neste caso, a proposta é utilizar o módulo celular da SIEMENS TC65 (SIEMENS, 2005). Este módulo permite acesso a rede GPRS e pode a comunicação com o módulo de controle do grupo gerador, que será responsável pela supervisão dos parâmetros tanto da rede comercial quanto do grupo motor-gerador.

Este trabalho apresenta ainda os componentes de hardware e software que são utilizados no projeto. A partir da rede GPRS o módulo de controle poderá ser monitorado por um operador localizado em uma estação remota e, caso necessário, realizar determinadas ações corretivas que se façam necessárias. Este módulo fará a comunicação via interface serial RS232 com o módulo Celular que será responsável pelo acesso e envio de dados via rede GPRS.

As principais proposituras deste trabalho são:

- Criar um sistema que se comunicará com o módulo, para um acesso remoto ao mesmo, permitindo a um usuário definir padrões e perfis de usuários para a comunicação e monitoramento;
- Utilização da tecnologia GPRS para troca de dados entre o módulo de controle do grupo gerador e o software de monitoramento à distância;
- Enviar e receber telecomandos.

Com isso, vemos que esse sistema irá permitir uma grande flexibilidade aos operadores de estações remotas que possuam grupos geradores instalados em sua planta, funcionando como fontes emergenciais de energia elétrica, uma vez que permitirá intervenções sem que haja a necessidade do mesmo deslocar-se fisicamente até o local. Este fato pode significar uma grande economia de tempo e dinheiro.

## 1.2 – Os Grupos Geradores

Denominamos grupo gerador ao conjunto composto por um motor diesel, turbina hidráulica, turbina a gás, turbina eólica, etc, associado a um gerador de corrente alternada denominado alternador, convenientemente montados, dotado dos equipamentos de supervisão e controle necessários ao seu funcionamento autônomo e destinado ao suprimento de energia elétrica produzida a partir de qualquer uma das forças motrizes supracitadas. 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.<sup>[2]</sup>

Podemos classificar os grupos de geradores conforme o motor que aciona o respectivo alternador (gerador de eletricidade para corrente alternada) obtendo desta forma dois grupos:

- **Grupos Turbo-Geradores:** Acionados por vapor gerado em caldeiras através da queima de combustível (gás natural, óleo BPF, bagaço de cana, carvão, bio gás e etc.), estes equipamentos são acionados por turbinas a vapor e são utilizados em sistemas de grande porte. Tem seu custo de implantação elevado por exigir uma pesada infraestrutura, além da necessidade de uma grande área física.

- **Grupos Motor-Geradores:** Acionados por motor a explosão (Ciclo Otto) estes equipamentos se diferenciam pela queima direta do combustível sem a necessidade de utilização de caldeiras. Podem ser implantados em sistemas de médio e grande porte e utilizam combustíveis fluidos (gás natural, óleo diesel, bio gás e etc.)

Sistemas considerados de pequeno porte são sistemas até 1 ou 1,2 MVA e os sistemas ditos de médio porte são sistemas de 1 a 5 MVA. O tipo de gerador focado neste trabalho será apenas o GMG (sigla que define o Grupo Motor-Gerador) instalado nas dependências do consumidor, fornecendo energia em baixa tensão.<sup>[3]</sup>

A seguir, vemos exemplos de um grupo gerador com motor diesel e de um turbo gerador, conforme mostrados nas figuras 2 e 3 respectivamente.



Figura 2: Grupo Motor-Gerador Diesel [6].



Figura 3 – Turbo Gerador a gás [7].

### 1.3 - Motivação

A motivação para este trabalho advém da utilização cada vez maior de grupos geradores, nas mais diversas modalidades de empreendimentos, tais como: condomínios, hospitais, indústrias, hotéis, etc. O uso deste tipo de fonte de energia elétrica não se limita apenas a situações emergenciais, devido à ocorrência de falta de energia CA comercial, mas também para ser utilizado em horário de ponta, a fim de se evitar ultrapassagem de demanda contratada e eventuais pagamentos de multas por parte dos consumidores, a depender da modalidade tarifária na qual o mesmo se



encaixa. Além destes fatos, a utilização deste tipo de sistema de energia oferece uma maior segurança quanto ao fornecimento ininterrupto de energia para o empreendimento, o que em muitos momentos torna-se algo indispensável. Em hospitais existem setores, como a UTI, por exemplo, que não podem ficar sem energia por períodos maiores do que cinco minutos, o que viabiliza consideravelmente a implantação de um grupo gerador como fonte emergencial de energia elétrica.

Por isso, grandes shoppings, hipermercados e muitas unidades industriais nos ramos alimentício, químicos e muitos outros, não podem prescindir de um grupo-gerador de emergência. O valor do investimento numa fonte de emergência equivale, na maioria dos casos, a algumas poucas horas de produção, que seriam perdidas por falta de energia elétrica. Os hotéis e motéis em geral não podem deixar de proporcionar aos seus hóspedes o conforto do ar condicionado nos dias quentes, bem como todos os outros benefícios da energia elétrica. Hospitais, edifícios comerciais, emissoras de rádio e televisão, shows, eventos, etc. também teriam seu funcionamento seriamente comprometido, por ocasião de possíveis falhas da rede da concessionária local, se não recorressem aos grupos-geradores de emergência.

## **Capítulo 2 – Noções de Internet**

### **2.1 – Conceitos de internet e TCP/IP**

A Internet é uma rede pública de comunicação de dados, com controle descentralizado e que utiliza o conjunto de protocolos TCP/IP como base para a estrutura de comunicação e seus serviços de rede. Isto se deve ao fato de que a arquitetura TCP/IP fornece não somente os protocolos que habilitam a comunicação de dados entre redes, mas também define uma série de aplicações que contribuem para a eficiência e sucesso da arquitetura. Entre os serviços mais conhecidos da Internet estão o correio-eletrônico (protocolos SMTP, POP3), a transferência de arquivos (FTP), o compartilhamento de arquivos (NFS), a emulação remota de terminal (Telnet), o acesso à informação hipermídia (HTTP), conhecido como WWW (World Wide Web) <sup>[5]</sup>.

A Internet é dita ser um sistema aberto uma vez que todos os seus serviços básicos assim como as aplicações são definidas publicamente, podendo ser implementadas e utilizadas sem pagamento de royalties ou licenças para outras instituições. O conjunto de protocolos TCP/IP foi projetado especialmente para ser o protocolo utilizado na Internet. Sua característica principal é o suporte direto a comunicação entre redes de diversos tipos. Neste caso, a arquitetura TCP/IP é independente da infra-estrutura de rede física ou lógica empregada. De fato, qualquer tecnologia de rede pode ser empregada como meio de transporte dos protocolos TCP/IP, como será visto adiante.

Alguns termos utilizados frequentemente, são explicados de forma resumida adiante:

- A Internet (nome próprio) é a denominação da rede mundial que interliga redes no mundo. É formada pela conexão complexa entre centenas de milhares de redes entre si. A Internet tem suas políticas controladas pelo IAB (Internet Architecture Board), um fórum patrocinado pela Internet Society, uma comunidade aberta formada por usuários, fabricantes, representantes governamentais e pesquisadores.

- Uma intranet é a aplicação da tecnologia criada na Internet e do conjunto de protocolos de transporte e de aplicação TCP/IP em uma rede privada, interna a uma empresa. Numa intranet, não somente a infraestrutura de comunicação é baseada em TCP/IP, mas também grande quantidade de informações e aplicações são disponibilizadas por meio dos sistemas Web (protocolo HTTP) e correio-eletrônico.

- Uma extranet, ou extended intranet é a extensão dos serviços da intranet de uma empresa para interligar e fornecer aplicações para outras empresas, como clientes, fornecedores, parceiros, etc. Desta forma a extranet é a utilização de tecnologias como Web e correio-eletrônico para simplificar a comunicação e a troca de informações entre empresas.

- World Wide Web é a designação do conjunto de informações públicas disponibilizadas na Internet por meio do protocolo HTTP. É o somatório das informações que podem ser acessadas por um browser Web na Internet. As informações internas de uma empresa que são acessíveis via um browser Web são enquadradas no termo intranet.

## 2.2 – Protocolos TCP/IP

TCP/IP é um acrônimo para o termo Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite, ou seja é um conjunto de protocolos, onde dois dos mais importantes (o IP e o TCP) deram seus nomes à arquitetura. O protocolo IP, base da estrutura de comunicação da Internet é um protocolo baseado no paradigma de chaveamento de pacotes (packet-switching).

Os protocolos TCP/IP podem ser utilizados sobre qualquer estrutura de rede, seja ela simples como uma ligação ponto-a-ponto ou uma rede de pacotes complexa. Como exemplo, pode-se empregar estruturas de rede como Ethernet, Token-Ring, FDDI, PPP, ATM, X.25, Frame-Relay, barramentos SCSI, enlaces de satélite, ligações telefônicas discadas e várias outras como meio de comunicação do protocolo TCP/IP. A arquitetura TCP/IP, assim como OSI realiza a divisão de funções do sistema de comunicação em estruturas de camadas. Em TCP/IP as camadas são:

- Aplicação;
- Transporte;
- Inter-Rede;
- Rede.

A figura 4 ilustra a divisão em camadas da arquitetura TCP/IP:

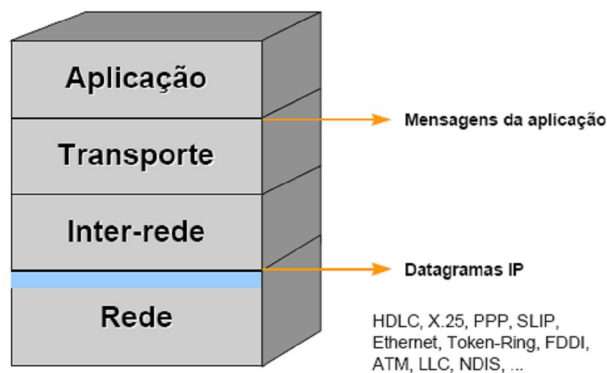


Figura 4 – Arquitetura TCP/IP [5].

### **2.2.1 - Camada de rede**

A camada de rede é responsável pelo envio de datagramas construídos pela camada Inter-Rede. Esta camada realiza também o mapeamento entre um endereço de identificação de nível Inter-rede para um endereço físico ou lógico do nível de Rede. A camada Inter-Rede é independente do nível de Rede.

Alguns protocolos existentes nesta camada são:

- Protocolos com estrutura de rede própria (X.25, Frame-Relay, ATM)
- Protocolos de Enlace OSI (PPP, Ethernet, Token-Ring, FDDI, HDLC, SLIP, ...)
- Protocolos de Nível Físico (V.24, X.21)
- Protocolos de barramento de alta-velocidade (SCSI, HIPPI)
- Protocolos de mapeamento de endereços (ARP - Address Resolution Protocol) - Este protocolo pode ser considerado também como parte da camada Inter-Rede.

Os protocolos deste nível possuem um esquema de identificação das máquinas interligadas por este protocolo. Por exemplo, cada máquina situada em uma rede Ethernet, Token-Ring ou FDDI possui um identificador único chamado endereço MAC ou endereço físico que permite distinguir uma máquina de outra, possibilitando o envio de mensagens específicas para cada uma delas. Tais rede são chamadas redes locais de computadores. Da mesma forma, estações em redes X.25, Frame-Relay ou ATM também possuem endereços que as distinguem uma das outras.

As redes ponto-a-ponto, formadas pela interligação entre duas máquinas não possuem, geralmente, um endereçamento de nível de rede (modelo TCP/IP), uma vez que não há necessidade de identificar várias estações.

### **2.2.2 - Camada Inter-Rede**

Esta camada realiza a comunicação entre máquinas vizinhas através do protocolo IP. Para identificar cada máquina e a própria rede onde estas estão situadas, é definido um identificador, chamado endereço IP, que é independente de outras formas de endereçamento que possam existir nos níveis inferiores. No caso de existir endereçamento nos níveis inferiores é realizado um mapeamento para possibilitar a conversão de um endereço IP em um endereço deste nível.

Os protocolos existentes nesta camada são:

- Protocolo de transporte de dados: IP - Internet Protocol;
- Protocolo de controle e erro: ICMP - Internet Control Message Protocol;
- Protocolo de controle de grupo de endereços: IGMP - Internet Group Management Protocol;
- Protocolos de controle de informações de roteamento.

O protocolo IP realiza a função mais importante desta camada que é a própria comunicação inter-redes. Para isto ele realiza a função de roteamento que consiste no transporte de mensagens entre redes e na decisão de qual rota uma mensagem deve seguir através da estrutura de rede para chegar ao destino.

O protocolo IP utiliza a própria estrutura de rede dos níveis inferiores para entregar uma mensagem destinada a uma máquina que está situada na mesma rede que a máquina origem. Por outro lado, para enviar mensagem para máquinas situadas em redes distintas, ele utiliza a função de roteamento IP. Isto ocorre através do envio da mensagem para uma máquina que executa a função de roteador. Esta, por sua vez, repassa a mensagem para o destino ou a repassa para outros roteadores até chegar no destino.

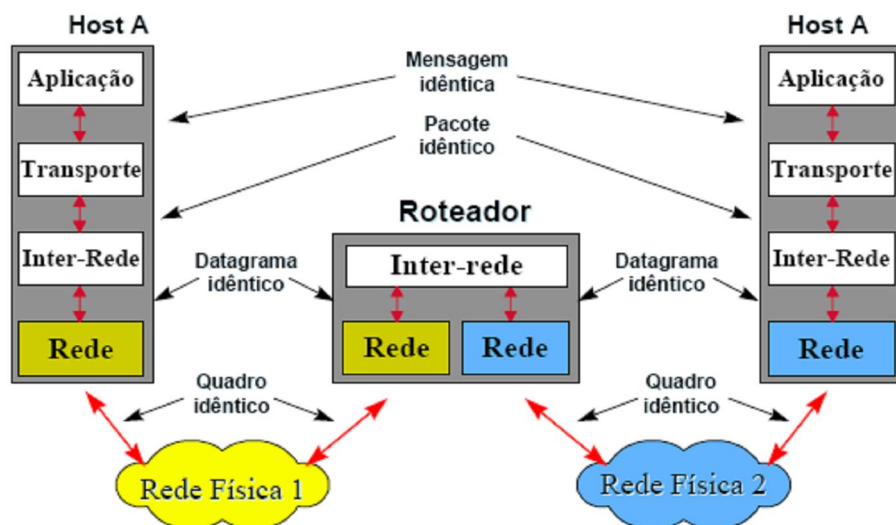


Figura 5 – Camada Inter-Rede<sup>[5]</sup>.

### **2.2.3 - Camada de Transporte**

Esta camada reúne os protocolos que realizam as funções de transporte de dados fim-a-fim, ou seja, considerando apenas a origem e o destino da comunicação, sem se preocupar com os elementos intermediários. A camada de transporte possui dois protocolos que são o UDP (User Datagram Protocol) e TCP (Transmission Control Protocol).

O protocolo UDP realiza apenas a multiplexação para que várias aplicações possam acessar o sistema de comunicação de forma coerente.

O protocolo TCP realiza, além da multiplexação, uma série de funções para tornar a comunicação entre origem e destino mais confiável. São responsabilidades do protocolo TCP: o controle de fluxo, o controle de erro, a sequenciação e a multiplexação de mensagens.

A camada de transporte oferece para o nível de aplicação um conjunto de funções e procedimentos para acesso ao sistema de comunicação de modo a permitir a criação e a utilização de aplicações de forma independente da implementação. Desta forma, as interfaces socket ou TLI (ambiente Unix) e Winsock (ambiente Windows) fornecem um conjunto de funções-padrão para permitir que as aplicações possam ser desenvolvidas independentemente do sistema operacional no qual rodarão.

### **2.2.4 - Camada de Aplicação**

A camada de aplicação reúne os protocolos que fornecem serviços de comunicação ao sistema ou ao usuário. Pode-se separar os protocolos de aplicação em protocolos de serviços básicos ou protocolos de serviços para o usuário:

- Protocolos de serviços básicos, que fornecem serviços para atender as próprias necessidades do sistema de comunicação TCP/IP: DNS, BOOTP, DHCP;
- Protocolos de serviços para o usuário: FTP, HTTP, Telnet, SMTP, POP3, IMAP, TFTP, NFS, NIS, LPR, LPD, ICQ, RealAudio, Gopher, Archie, Finger, SNMP e outros.

### 2.3 - Exemplos de aplicação de redes com arquitetura TCP/IP

A seguir vemos alguns exemplos de aplicações de arquiteturas distintas de rede baseadas em TCP/IP, como por exemplo, redes internas de empresas baseadas em transporte TCP/IP, serviços de redes de empresas conectados à Internet, provedores de acesso à Internet.

**Exemplo 1:** Redes internas à empresa utilizando protocolos TCP/IP para formar a estrutura de comunicação e a base das aplicações de rede (correio-eletrônico), compartilhamento de arquivos, distribuição de informação via hipertexto, etc... e chamadas de intranet:

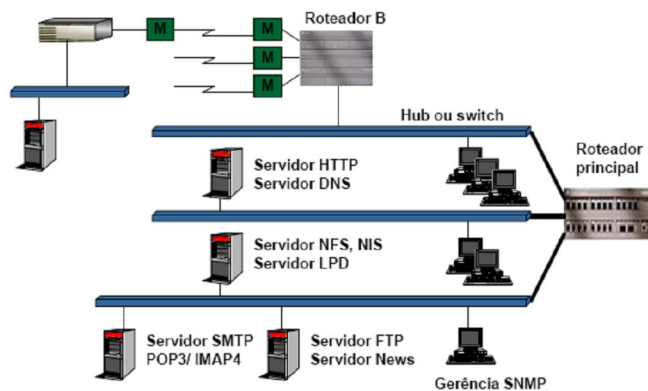


Figura 6 – exemplo 1 de rede com arquitetura TCP/IP<sup>[5]</sup>.

**Exemplo 2:** Uma estrutura de rede TCP/IP conectada à Internet de forma segura, através da utilização de um firewall, que realiza o filtro de pacotes IP e o transporte de protocolo de aplicações por meio de um gateway (proxy):

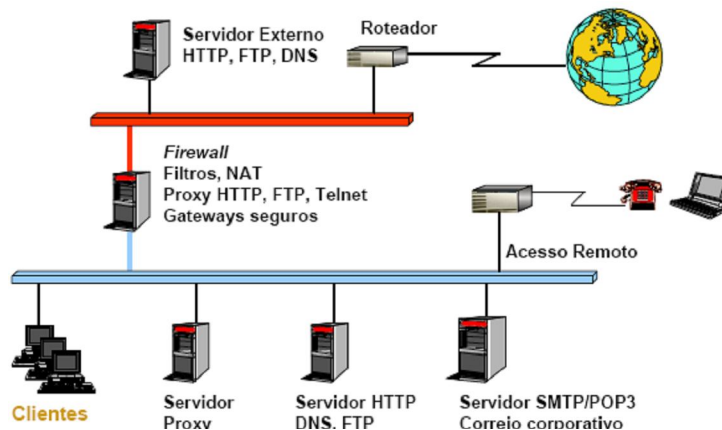


Figura 7 – exemplo 2 de rede com arquitetura TCP/IP<sup>[5]</sup>.

## Capítulo 3 – A Tecnologia GSM/GPRS

O GPRS é uma tecnologia baseada em uma rede de pacotes (suportando IP e X.25), para o tráfego de dados em redes de comunicações móveis como, por exemplo, redes GSM e não um padrão de tecnologia de redes sem fio que requer equipamentos proprietários. A tecnologia GPRS é freqüentemente chamada de tecnologia 2.5G porque representa a primeira etapa que uma operadora GSM empreende quando inicia a transição à terceira geração (3G) dos sistemas de comunicação móveis.

Como utiliza o mesmo padrão universal utilizado na Internet (o protocolo IP), o GPRS otimiza as comunicações de dados através das redes móveis. Sendo baseado em pacotes, permite que a utilização da infra-estrutura da rede de comunicação existente se dê somente quando uma operação de transmissão e ou recepção é requerida ao invés de estabelecer um link permanente. Isto incrementa a eficiência do meio de comunicação e melhora a qualidade dos serviços de conexão.

O grande atrativo da tecnologia GPRS está na possibilidade de se manter uma conexão "permanente" de dados ("always on") e assim, os usuários não precisam conectar o sistema toda vez que necessitarem de acesso aos serviços. Outra vantagem é que a tarifação é feita apenas sobre os dados efetivamente transmitidos e dessa forma o usuário não paga pelo tempo de conexão. Sendo uma tecnologia de rede sem fio, o GPRS oferece velocidades de dados de 115kbps e uma taxa de transferência efetiva de 30kbps a 40kbps.

Uma rede baseada em GPRS permite o acesso à Internet em qualquer tempo e lugar, possibilitando a navegação em páginas WEB, o envio e recebimento de e-mails e outras facilidades. Entretanto, para estabelecer um acesso Internet via GPRS é necessário um aparelho celular que suporte a tecnologia GPRS e ativar esse serviço junto à operadora de telefonia celular. Também é possível acessar a Internet via GPRS a partir de um PDA ou computador portátil. Neste caso, é necessário instalar no equipamento um programa que permita a comunicação com o telefone celular (através de raios infravermelhos ou via cabo), o qual funcionará como um modem. Esse programa normalmente é oferecido pelo fabricante do aparelho celular ou pela operadora que oferece o serviço. O passo seguinte é configurar o sistema para acessar a Internet através da rede GPRS e navegar normalmente.



Existem no mercado cartões de comunicação de dados para PC's portáteis que possibilitam o acesso, com completa mobilidade, aos serviços de e-mail, Internet e demais aplicações com velocidades de banda larga. Os fabricantes desses cartões de comunicação oferecem diversas possibilidades de operação, por exemplo, operação em tri-banda em redes GSM de 900/1800/1900MHz, permitindo velocidades máximas de até 56kbps para transferência de dados e ainda com capacidade de transmissão de voz GSM.

A conectividade aos periféricos de uma rede local ou às redes GPRS pode ser estabelecida em conjunto com outras tecnologias sem fio como o Bluetooth, por exemplo, para reduzir as conexões através de cabos. Já existem no mercado vários modelos de telefones e modems com cartão PC GPRS de fabricantes como Motorola, Nokia, Siemens, Sony Ericsson, etc. Os telefones GPRS estão disponíveis com diferentes conjuntos de funções e incluem modelos com telas coloridas e câmeras digitais integradas. Porém é importante salientar que, em todos os casos, é necessária a assinatura em uma operadora de redes móveis para ter o acesso aos serviços de Internet via GPRS.

Uma das grandes vantagens da tecnologia GPRS é a sua possibilidade de comunicação com a internet, o que abriu várias portas para o desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis que acessam a web. Hoje em dia todos os celulares modernos já possuem browsers para acesso à internet graças ao GPRS.

Uma vez que o sistema GSM/GPRS suporta as comunicações do protocolo TCP/IP, é possível utilizar os protocolos de internet de mais alto nível, como o HTTP, stp, smtp, etc. Com isso, será interessante falar em protocolos de comunicação. Estes implementam a pilha de protocolos sobre o qual a internet e a maioria dos serviços funcionam. Um protocolo de comunicação é um conjunto de regras e convenções necessárias para estabelecer a comunicação entre computadores.

O protocolo TCP/IP pode ser entendido como um grupo de chamadas, onde cada uma dessas chamadas resolve um conjunto de problemas, devolvendo à camada acima um serviço bem definido. Este protocolo é denominado dessa maneira porque os dois principais protocolos deste modelo são o TCP e o IP. Uma outra maneira de designar estas camadas é utilizando o Modelo OSI (Open Systems Interconnection), a possível comparação entre duas formas de se descrever as várias camadas que compõem a interligação entre as máquinas pode ser analisada na tabela 1.

As camadas superiores são aquelas mais perto do utilizador final. Um exemplo disso é a camada de aplicação, na qual se utilizam os protocolos de HTTP, FTP, smtp, pop, etc. É possível definir as várias camadas da arquitetura da internet, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Modelo TCP/IP e Modelo OSI.

Camada	Descrição	Protocolo
4 - Camada de Aplicação (Camadas OSI 6 e 7)	Interface entre o protocolo de comunicação e o serviço que receberá os dados através da rede	http, SMTP, FTP, SSH, RTP, Telnet, SIP, RDP, IRC, SNMP, NNTP, POP3, IMAP, BitTorrent, DNS, Ping ...
3 - Camada de Transporte (Camadas OSI 4 e 5)	Transferência de dados entre Estações	TCP, UDP, SCTP, DCCP
2 - Camada de Rede (Camadas OSI 3)	Encaminhamento e expedição de mensagens	IP (IPv4, IPv6) , ARP, RARP, ICMP, IPsec ...
1 - Camada Física (Camadas OSI 1 e 2)	Transferência de bits entre máquinas vizinhas	Modem, RDIS, RS-232, EIA-422, RS-449, Bluetooth, USB, ...

No GPRS os pacotes de dados também são enviados através de múltiplos slots de tempo, como no GSM, mas não existe reserva. Os slots são alocados conforme a demanda dos pacotes enviados ou recebidos. Consegue-se desta forma um serviço de dados com conexão permanente, sem a necessidade de reservar permanentemente slots de tempo para o transporte de dados.

As principais características do GPRS são:

- Taxa de transporte de dados máxima de 26 a 40 kbit/s, podendo chegar na teoria a 171,2 kbit/s.
- Conexão de dados sem necessidade de se estabelecer um circuito telefônico, o que permite a cobrança por utilização e não por tempo de conexão e faz com que o serviço esteja sempre disponível para o usuário (always on).
- Implantação implica em pequenas modificações na infra-estrutura instalada, o que facilita a sua adoção pelos operadores de GSM.
- Padronizado para transporte de dados definidos pelos protocolos IP e X.25<sup>[1]</sup>.

Na figura 8 abaixo vemos a topologia de um sistema de comunicação que emprega a tecnologia GPRS.

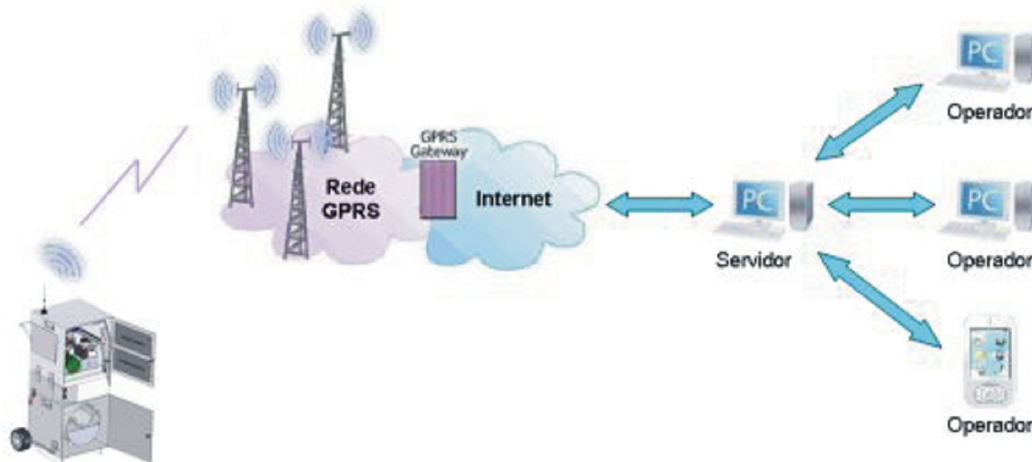


Figura 8 – Topologia do sistema de comunicação via GPRS<sup>[8]</sup>.

<sup>1</sup> X.25 - É um conjunto de protocolos padronizado pela International Telecommunication Union (ITU) para redes de longa distância e que usam o sistema telefônico ou Integrated Services Digital Network (ISDN) como meio de transmissão.

O GPRS permite uma configuração rápida sessão e rápidas velocidades de transmissão de dados - até uma velocidade máxima teórica de 171,2 kbps, quando usando todos os oito timeslots ao mesmo tempo. Estações de base GPRS e nós apoiar o uso do protocolo Internet para transmitir mensagens. Isso requer que o GPRS dispositivos habilitados apoio PPP e IP.

A tecnologia GPRS utiliza os protocolos X.25 e IP para transferência de dados. A Figura 9 mostra a pilha de protocolos utilizadas nas redes GPRS e suas respectivas interfaces de comunicação.

### GPRS Protocol Stack

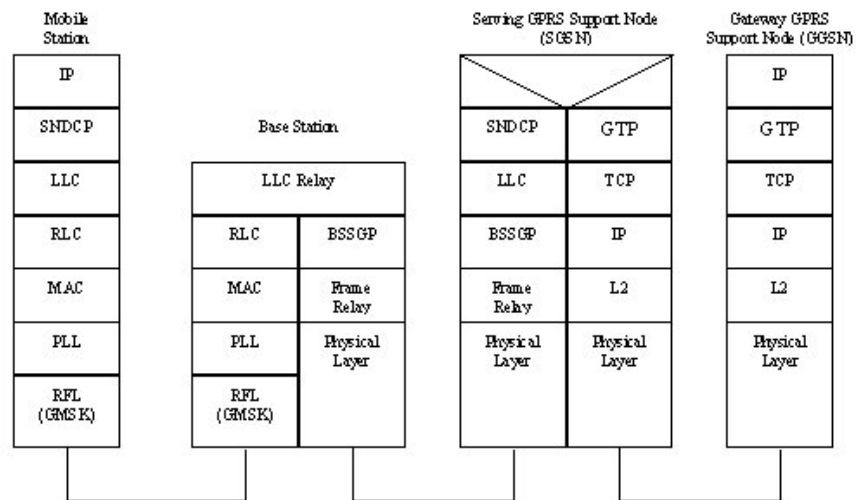


Figura 9 – Pilha de protocolo GPRS<sup>[1]</sup>.

## Capítulo 4 – O Controle de Grupos Geradores

### 4.1 – Introdução

Os grupos geradores diesel trabalham sem a supervisão constante dos operadores, fornecendo energia elétrica aos consumidores e automaticamente corrigindo a tensão e a frequência fornecidas. As informações referentes à pressão do óleo lubrificante, temperatura da água de refrigeração, velocidade de rotação, etc. Essas informações são constantemente monitoradas pelo módulo de controle. Se ocorrer uma falha proveniente de algum desses sensores, o motor diesel deverá ser imediatamente parado a fim de se evitar possíveis avarias no mesmo. Para prevenir estas falhas, os motores Diesel para aplicação em grupos geradores são dotados de sistemas de proteção, que incluem:

- **Pressostato do óleo lubrificante:** tem a finalidade comandar a parada do motor Diesel quando a pressão do óleo lubrificante cai abaixo de um valor predeterminado. Em algumas aplicações, utilizam-se dois pressostatos (ou sensores de pressão) sendo um para alarme, quando a pressão do óleo atinge determinado valor e o outro para comandar a parada, calibrado para um valor imediatamente abaixo;



Figura 10 – Pressostato de óleo lubrificante<sup>[14]</sup>.

- **Termostato para a água de refrigeração:** com função idêntica à acima, também, em algumas aplicações, são utilizados dois sensores, para atuarem quando a temperatura do meio refrigerante ultrapassa valores predeterminados;



Figura 11 – Termostato para a água de refrigeração<sup>[15]</sup>.

- **Sensor de sobrevelocidade:** para comandar a parada do motor Diesel quando a velocidade de rotação ultrapassa valores predeterminados, (geralmente 20% acima da rotação nominal). Em algumas aplicações, onde há o risco de aspiração de gases inflamáveis, o sensor de sobrevelocidade é interligado a um dispositivo de corte do ar de admissão, para parar o motor por abafamento, além do corte de combustível.



Figura 12 – Sensor de sobrevelocidade<sup>[18]</sup>.

- **Sensor de nível do líquido de refrigeração:** na maioria dos casos, é utilizado para acionar um dispositivo de alarme, indicando a necessidade de completar o nível do sistema de refrigeração;



Figura 13 – Sensor de nível do líquido de refrigeração<sup>[16]</sup>.

- **Sensor taquimétrico:** tem a finalidade de desligar o motor de partida quando a rotação do motor Diesel ultrapassa determinado valor, em geral 500 rpm. Em muitos casos, esta função é também inerente ao sensor de sobrevelocidade, quando este permite o controle de mais que uma faixa de operação. Este dispositivo impede acionar o motor de partida com o motor funcionando;



Figura 14 – Sensor taquimétrico<sup>[18]</sup>.

- **Sensor de ruptura da correia:** Em algumas aplicações, é exigido que a parada do motor Diesel seja comandada antes da temperatura da água se elevar, no caso de ruptura da correia da bomba d'água. Esse sensor pode ser simplesmente uma chave (botoeira) que é acionada no caso de ruptura d correia;



Figura 15 – Sensor de ruptura da correia<sup>[19]</sup>.

- **Sensor de tensão/freqüência trifásico:** pode ser utilizado para supervisionar tanto a tensão e freqüência do grupo gerador quanto da rede local. Nos grupos geradores equipados com sistema de partida automática, comanda o desligamento da rede local e aciona a partida automática do grupo gerador, ou vice-versa, comanda a parada do grupo gerador e transfere a carga para a rede local quando há anormalidade na freqüência do alternador. No caso da utilização de um módulo de controle microcontrolado para supervisão do grupo gerador, a utilização deste sensor é dispensada, já que o módulo já realiza as funções de monitoração dos parâmetros de tensão e freqüência da rede e do grupo gerador;



Figura 16 – Sensor de tensão/freqüência trifásico<sup>[17]</sup>.

- **Painel local de instrumentos:** o motor diesel é dotado de um painel de instrumentos com manômetro para o óleo lubrificante, termômetro para o sistema de refrigeração, chave de partida, comando de parada manual, indicador de carga de bateria e outros instrumentos tais como voltímetro e amperímetro para a bateria, tacômetro, termômetro para o óleo lubrificante e horímetro, conforme o caso é instalado junto ao motor diesel. Em algumas aplicações, componentes do sensor eletrônico de rotações são também instalados no painel local.



Figura 17 – Painel de instrumentos do grupo gerador <sup>[21]</sup>.

- **Quadro de comando:** abriga os componentes elétricos afetos ao alternador, rede local e às cargas, conforme o caso. Normalmente é dotado de uma chave seccionadora com fusíveis ou disjuntor para a entrada dos cabos provenientes do alternador, voltímetro, frequencímetro, amperímetros, chave seletora de voltímetro, regulador automático de tensão do alternador e demais componentes elétricos, tais como partida automática, sensores de tensão e frequência, chaves de transferência automática de carga, interface para comunicação e transmissão de dados, carregador/flutuador de baterias, voltímetro e amperímetro do sistema de excitação ou outros instrumentos, conforme requerido para a aplicação.



Figura 18 – Quadro de comando <sup>[20]</sup>.



## **4.2 – Tipos de operação**

A operação de grupos geradores de emergência pode ser feita de duas formas:

### **4.2.1 Manual**

Denomina-se manual, a forma de operação onde se precisa da presença de um operador para efetuar todos os procedimentos que por ventura sejam necessários, tais como: partida e parada de grupo gerador, transferência de carga, medição de parâmetros, etc.

### **4.2.2 Automático**

No sistema automático, os parâmetros da rede e do grupo gerador são continuamente monitorados por um módulo de controle e proteção, que realiza todas as operações necessárias de partida e parada de grupo, transferência de carga, etc. sem que seja necessária qualquer intervenção do operador.

A propositura deste trabalho é em cima deste modo de operação, sendo uma ferramenta de acesso remoto para auxiliar o operador a acompanhar o funcionamento do sistema de uma estação remota.

## **4.3 – Módulos de Controle**

Existem atualmente diversos modelos de módulos de controle de diversos fabricantes, nacionais e importados e que na prática desempenham basicamente as mesmas funções.

Dentre os módulos mais utilizados no mercado podemos destacar:

- K30 Genset – KVA Indústria e Comércio Ltda;
- Detector e power command – Cummins Power Generation;
- EMCP II e EMCP II+ - Caterpillar;
- ST2000 - Stemac;

- Smart Gen – Atos Automação Industrial;
- RGK 60 – Lovato;
- USCAMAQ – Maquigeral;
- DPC 560 e DPC 650 – Leon Heimer.

#### 4.4 – O Módulo K30

Por ser um dos módulos de controle que possibilitam uma grande interação do usuário com o equipamento, e ser uma empresa nacional, este módulo foi escolhido para o desenvolvimento deste trabalho.

O módulo de controle automático K30 foi especialmente desenvolvido para controle e proteção de um grupo gerador em operação singela, atendendo às principais especificações industriais. Em modo automático, o K30 monitora continuamente a tensão e a frequência da rede elétrica, estando pronto para partir o grupo gerador e alimentar a carga sempre que houver alguma falha na rede. Neste caso, o K30 executará todos os procedimentos de partida e transferência de carga, indicando a posição operacional, instrumentação e diversas outras informações através de um display alfanumérico.

O painel frontal do módulo K30 é mostrado na figura 4.

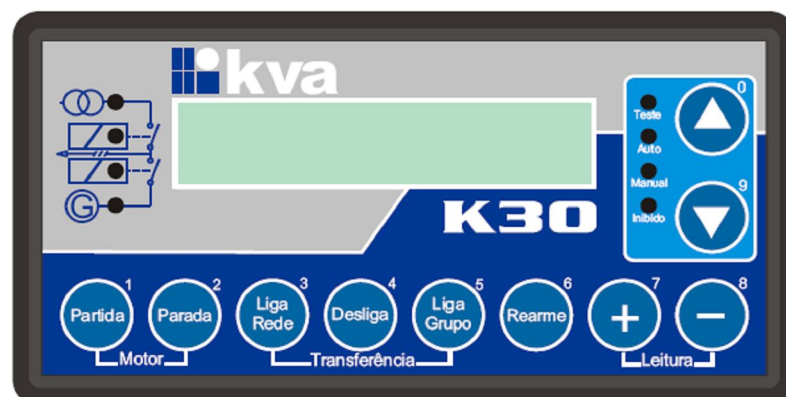


Figura 19 – Painel frontal do módulo K30<sup>[10]</sup>.

#### 4.4.1 Hardware do K30

O fabricante deste módulo não fornece informações mais detalhadas sobre o hardware do K30. Mas, de uma forma geral, ele é essencialmente formado por:

- Conversores analógico/digital: responsável por receber sinais analógicos coletados pela supervisão da rede elétrica, do gerador e do motor e transformá-los em sinais digitais;
- Conversor TTL/RS-232: possibilita a conversão do padrão de comunicação RS-232 para o padrão lógico do módulo K30, fazendo com que ele entenda os sinais que estão sendo mandados pela supervisão remota;
- Microcontrolador.

#### 4.4.2 Software do K30

O software de controle do microcontrolador do K30, também segue um padrão fechado pelo fabricante, onde sabemos apenas que foi desenvolvido em linguagem C.

#### 4.4.3 O Software de Gerenciamento Remoto

A Kva Industria e Comércio ([www.kvaweb.com.br](http://www.kvaweb.com.br)) oferece gratuitamente para *download* o software de gerenciamento remoto através do PC para o Módulo de Controle Automático K30, através do qual se tem a possibilidade de acompanhar e alterar, simultaneamente, todas as informações e parâmetros que são abertos para acesso do usuário (operador).

A interface com o usuário é bastante interativa tanto a interface manual como a do PC as teclas de comando tem a mesma função, com uma diferença que no software se tem uma interface mais atrativa com voltímetros, amperímetros e frequencímetros. A tela da interface do software é mostrada na figura 20.



Figura 20 – Interface do software de gerenciamento remoto da KVA<sup>[10]</sup>.

Este software possibilita o monitoramento simultâneo de até 5 grupos geradores, conforme mostrado na parte inferior da interface gráfica.

#### 4.4.4 Conexões elétricas

O diagrama mostrado na figura descreve sucintamente como devem ser feitas as ligações de todos os dispositivos conectados ao módulo de controle, tais como: contactores de carga de rede e de grupo (CR e CG), incluindo o intertravamento elétrico<sup>1</sup>, transformadores de corrente (TC-1, TC-2 e TC-3), entradas auxiliares, bateria, sensores (pressostato, termostato, pick-up magnético, etc). O diagrama mostra ainda as portas de comunicação RS 232 e RS 485 do módulo de controle. Cada relé de comando possui contatos sem potencial (contato seco) que suportam uma corrente de até 5A/240 Vca.

<sup>1</sup> Artificio utilizado para evitar que uma chave ou contactor feche quando a outra estiver fechada.

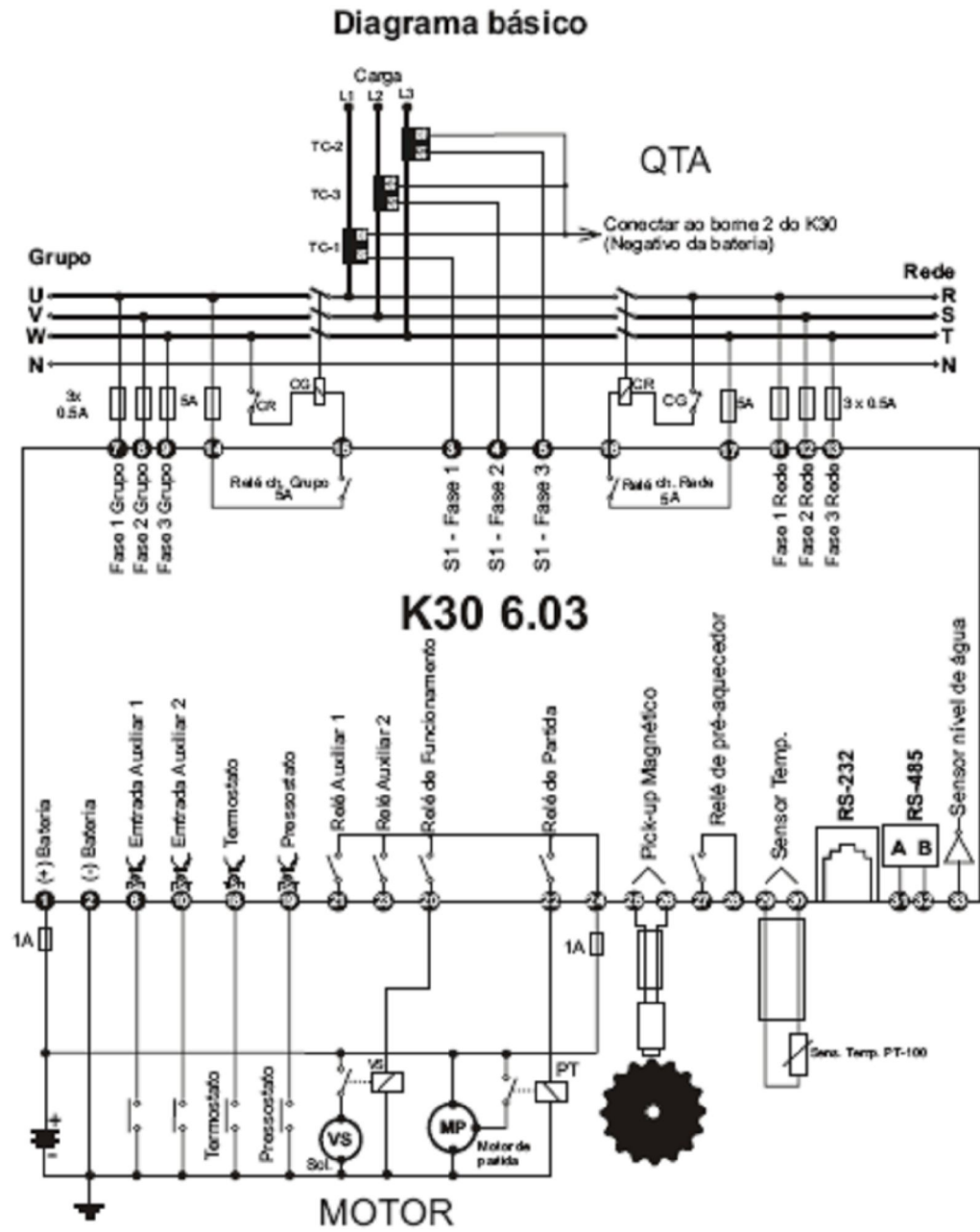


Figura 21 – Diagrama elétrico do módulo K30<sup>[10]</sup>.

## Capítulo 5 – O Módulo TC 65 – Siemens

As empresas de tecnologia produzem módulos GSM/GPRS prontos que oferecem o sistema completo, pois são vários os equipamentos que utilizam GSM/GPRS. Estes módulos são programáveis e possuem interfaces padrão para comunicação, como serial, i2c ou *ethernet*. Desta maneira, é possível desenvolver um equipamento GSM/GPRS e utilizá-lo da forma que preferir. De acordo com o avanço da tecnologia, os módulos GSM/GPRS começam a incorporar outras tecnologias e, é cada vez mais comum encontrar GPS integrado a estes módulos.

Diversas marcas de módulos estão disponíveis com preços parecidos e qualquer um poderia ser utilizado para este sistema. Por motivos de disponibilidade, GPS integrado e fácil programação em uma linguagem de alto nível, o módulo TC65 da Siemens foi escolhido.

Este módulo foi especialmente desenvolvido para ser embebido em diversas aplicações, dadas as suas diversificadas características como GPRS Classe 12, interfaces padronizadas (I<sup>2</sup>C, SPI, ADC, RS232), pilha TCP/IP integrada, Java IMP 2.0. Apresenta ainda um socket para Sim Card.

A pilha TCP/IP integrada é uma característica muito relevante, pois desta forma é possível se trabalhar na camada de aplicação, o que facilita muito o desenvolvimento do sistema na sua componente de software. Sem esta característica seria obrigatório a implementação da camada de rede e transporte por via de software, o que seria muito complicado.

Este módulo possui ambiente Java™ permite aos usuários executar o software de aplicação diretamente através do microprocessador do TC65T. Isto, por sua vez, permite ao usuário controlar a aplicação M2M que está em funcionamento. Os dados dos sensores e dos atuadores podem, por exemplo, ser transmitidos a um servidor através da Internet por meio da pilha TCP/IP integrada. Trabalhar em um ambiente de software conveniente e protegido como o Java™, facilita a utilização de recursos de comunicação e diminui o número de componentes externos na aplicação.

O IMP Next Generation (NG) permite a atualização da aplicação remotamente de uma maneira simples e segura, bem como transferir e receber dados confidenciais em um ambiente seguro utilizando a criptografia HTTPS ou

PKI. Além disso, o Terminal TC65 possui LED, que indica o status de operação corrente do aparelho.

As principais características do terminal TC65 são:

- Java, IMP 2.0;
- GSM quad-band (850/900/1800/1900 MHz);
- GPRS Classe 12;
- Caixa robusta;
- Interfaces padronizadas: Barramento I<sup>2</sup>C, Barramento SPI, conversor analógico-digital (ADC), saída serial, áudio, 10GPIOs e interface para SIM Card;
- Processador de alta performance ARM7 e alta capacidade de memória;
- Pilha TCP/IP integrada;
- Transferência de dados segura e fácil atualização da aplicação remotamente (over the air - OTA)<sup>[11]</sup>.

Na figura 22 temos uma visão geral do módulo TC 65 da Siemens que foi utilizado no projeto:



Figura 22 – Módulo TC 65 – Siemens.

A figura 23 mostra uma vista interna do módulo TC 65, com as respectivas conexões internas e os componentes associados. Podemos observar claramente as dimensões reduzidas deste equipamento, denotando a alta tecnologia empregada em sua fabricação.



(a)



(b)

Figura 23 – Vista interna do módulo TC 65 – Siemens

Na figura 24 vemos o diagrama de hardware do TC 65, que é bastante completo em termos de recursos, auxilia o profissional de tecnologia na hora do



desenvolvimento da aplicação. Este diagrama esquemático dos recursos do hardware módulo para telemetria o TC65 é mostrado na figura 8.

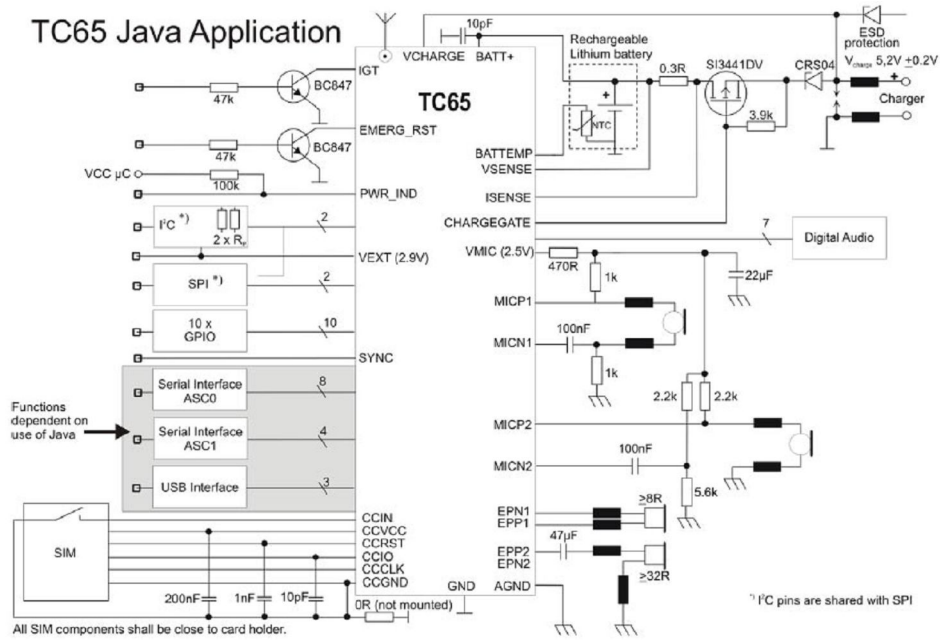
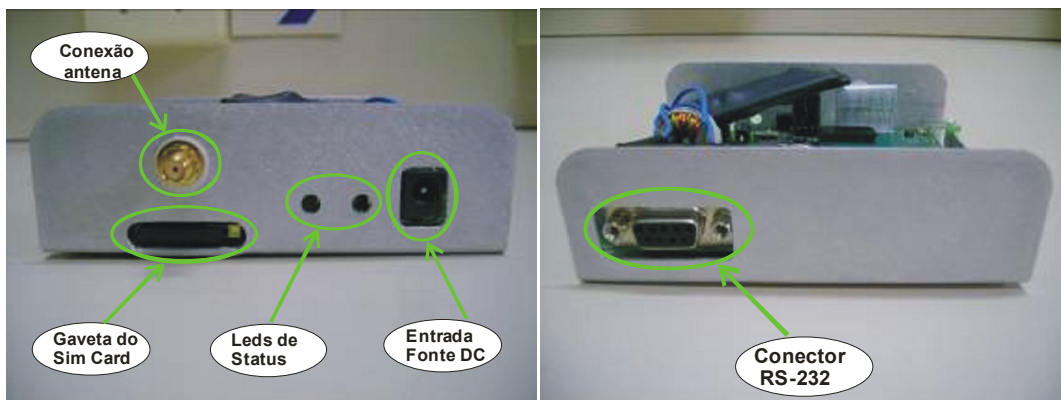


Figura 24 – Hardware do TC 65<sup>[4]</sup>.

As conexões externas do módulo TC 65 utilizado no projeto são mostradas na figura 25 a seguir.



(a) Vista traseira

(b) Vista frontal

Figura 25 – Conexões externas do módulo TC 65.

Os recursos disponíveis no módulo TC65 são os mesmos encontrados em um aparelho celular convencional, mas neste existe a predisposição para a integração com os circuitos externos, apenas em nível elétrico. Para a realização de uma tarefa simples, como por exemplo, uma chamada de voz, é necessário o desenvolvimento de circuitos para captação e reprodução do som, além de uma série de Comandos AT para realizar a chamada, conforme mostrado na Figura 8. O conjunto de comandos AT para realizar a discagem. Usando um hardware tão completo e complexo em termos de recursos, que auxilia o profissional de tecnologia na hora do desenvolvimento da aplicação. Onde se possui acesso a 27 todos os níveis do hardware e interfaces externas na Figura 10 têm-se um diagrama esquemático dos recursos do hardware módulo para telemetria o TC65.

Enviando. : ATD88664269;	# Discando número
Recebendo : ATD88664269;	# Eco
Recebendo : OK	# Resposta
Enviando : ATH	# Desligado
Recebendo : ATH	# Eco
Recebendo : OK	# Resposta

Figura 26 – Comandos AT para discagem<sup>[4]</sup>.

## 5.1 – Funcionamento do Modem TC 65

A Siemens desenvolveu duas formas básicas de interface com o core do modem, são elas:

- Usando a Switch completa de comandos AT, desenvolvida pela própria Siemens e incorporada no sistema operacional e utilizada a partir do J2ME;
- Desenvolvendo um *Firmware* em Java (J2ME) para esta plataforma usando como camada de interface a própria camada de comandos AT, mas agora via Java ou usando as bibliotecas nativas do J2ME e recompiladas pela Siemens para funcionarem com o TC65.

Para exemplificar o funcionamento de ambos os modos (comandos AT e aplicação Java), será mostrado a seguir de forma separada o interfaceamento de cada um dos modelos para uma aplicação case de uso onde será enviado um pacote TCP via rede GPRS.

## 5.2 - Funcionamento Via Comandos AT

Primeiramente será mostrado de forma reduzida a maneira mais comum de abrir um *socket client* TCP para envio e recepção de pacotes usando a API de Comandos AT do modulo TC65. Para o perfeito funcionamento da abertura do objeto TCP é executado os comandos listados na Figura 11, conforme a seqüência demonstrada mantendo apenas os comandos AT digitados no terminal serial.

Enviando	: AT^SISS=0,svType,socket	#Serviço do Tipo Socket TCP
Recebendo:	AT^SISS=0,svType,socket	#Eco
Recebendo:	OK	#Resposta
Enviando	: AT^SISS=0,alphabet,1	#Define tipo de dado (ASCII)
Recebendo:	AT^SISS=0,alphabet,1	#Eco
Recebendo:	OK	#Resposta
Enviando	: AT^SISS=0,tcpMR,15	#Número de retransmissões
Recebendo:	AT^SISS=0, tcpMR,15	#Eco
Recebendo:	OK	#Resposta
Enviando	: AT^SISS=0,tcpOT,3000	#TimeOut para receber enviar

Figura 27 – Comandos para ativar o cliente TCP<sup>[4]</sup>.

No exemplo acima o comando AT^SISS que é usado e se refere aos parâmetros de conexão onde sempre utiliza o parâmetro igual a zero (AT^SISS=0), que indica que o tipo de conexão é um cliente TCP.

Neste momento o modem se encontra pronto para iniciar o envio e recebimento de pacotes TCP com o servidor e porta especificados. Tudo o que for enviado para a serial será transmitido para o servidor TCP, onde tudo que for enviado por este será enviado pela serial do modem.

No código acima foi usado uma abordagem de modo transparente onde pode ser aplicada a equipamentos que possuem um controlador ou uma inteligência capaz de gerenciar e controlar os comandos AT do modem. Este modelo não é considerado seguro nem o mais otimizado por necessitar de uma intensa interação para controlar se a rede está no ar, se o pacote realmente foi transmitido, ou seja, uma máquina de estados complexa e com muitos pontos de falha.

### 5.3 – Comunicação com o módulo de controle do gerador

A comunicação do módulo de controle do grupo motor gerador (K30) com o modem GPRS (TC 65) é feita mediante a interface serial RS232, seguindo-se todos os parâmetros recomendados pela norma EIA232. RS é uma abreviação de “Recommended Standard”. Ela relata uma padronização de uma interface comum para comunicação de dados entre equipamentos, criada no início dos anos 60, por um comitê conhecido atualmente como “Electronic Industries Association” (EIA).



Figura 28 – comunicação entre módulo K30 e modem GPRS.

Em uma interface serial os bits de dados são enviados seqüencialmente através de um canal de comunicação ou barramento. Diversas tecnologias utilizam comunicação serial para transferência de dados, incluindo as interfaces RS232 e RS485.

As norma que especifica o padrão RS232, no entanto, não especifica o formato nem a seqüência de caracteres para a transmissão e recepção de dados. Neste sentido, além da interface, é necessário identificar também o protocolo utilizado para comunicação. Dentre os diversos protocolos existentes, um protocolo muito utilizado na indústria é o protocolo Modbus-RTU, que foi o adotado para este projeto.

O padrão RS232 especifica as tensões, temporizações e funções dos sinais, um protocolo para troca de informações, e as conexões mecânicas. Os sinais de temporização de transmissão e recepção são utilizados somente quando o protocolo de transmissão utilizado for síncrono. Para protocolos assíncronos, padrão 8 bits, os sinais de temporização externos são desnecessários. Os nomes dos sinais que implicam em um direção. Como “Transmit Data” e “Receive Data”, são nomeados do ponto de vista dos dispositivos DTE (Data Terminal

Equipment). Se a norma EIA232 for seguida a risca, estes sinais terão o mesmo nome e o mesmo número de pino do lado do DCE (Data Circuit-terminating Equipment). Infelizmente, isto não é feito na prática pela maioria dos engenheiros, provavelmente porque em alguns casos torna-se difícil definir quem é o DTE e quem é o DCE. A figura 13 a seguir apresenta a convenção utilizada para os sinais mais comuns.

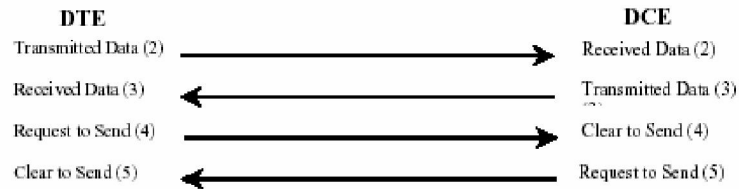


Figura 29 – convenção utilizada para RS232<sup>[13]</sup>.

A pinagem dos conectores DB25 e DB9 são mostradas na figura 13 abaixo.

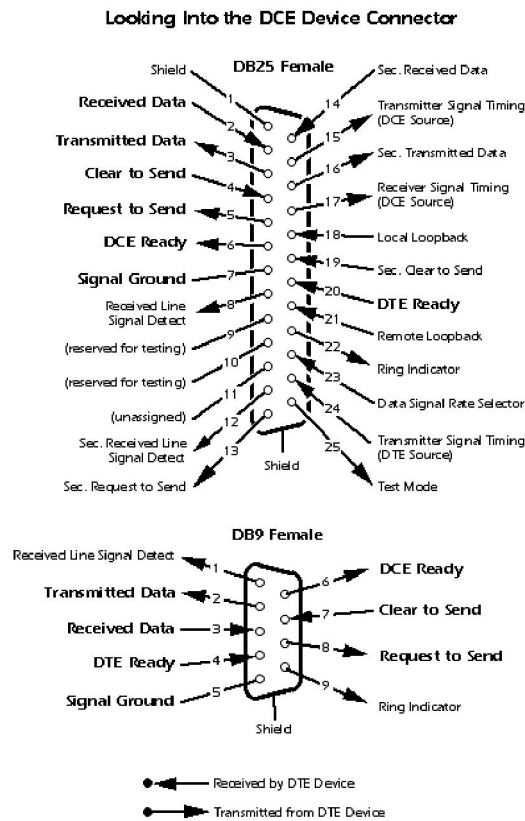


Figura 30 – conector DB25/DB9 – RS232<sup>[13]</sup>.

## Capítulo 6 – Outros tipos de modems GSM/GPRS

Existem outros modelos de modems GSM/GPRS que podem ser utilizados na implementação deste projeto. Tais equipamentos desempenham basicamente as mesmas funções que o modem TC 65 descrito anteriormente.

### 6.1 – Modem GSM/GPRS – Urmec Daruma

O modem GSM/GPRS da Urmec Daruma é um equipamento para transmissão de dados, usando tecnologia celular GSM . Recomendado para uso em ambientes industriais e afins, pode ser conectado a um CLP (Controlador lógico programável), PC's, Notebook e outros equipamentos por comunicação serial V24/RS232. Conexão GPRS e CSD. Esse equipamento é de fácil instalação, possui Dual band 900/1800 Mhz e recebe e envia mensagens de texto SMS.



Figura 31 – Modem GSM/GPRS – Urmec Daruma <sup>[22]</sup>.

### 6.2 – GPRS 100 - ADVANTECH

GPRS-100 permite a implementação através de redes móveis e é projetado para melhorar PCs industriais com comunicação de longa distância. É uma relação custo-benefício, solução turnkey celular.

Alguns recursos do GPRS-100 são descritos a seguir:

- Frequency band: 900/1800/1900 MHz;
- 50-pin modem incorporado;
- GPRS Classe 10;
- Serviço de Internet: TCP, UDP, HTTP, FTP, SMTP, POP3;



Figura 32 – GPRS 100 – Advantech <sup>[23]</sup>.

## Capítulo 7 – O Sistema de Gerenciamento Remoto

### 7.1 – Introdução

A idéia de se implementar um sistema de monitoramento/gerenciamento remoto de grupos geradores localizados em estações distantes, por meio de um módulo GSM, possibilitando assim o envio de dados via GPRS é um desafio dentro do ambiente de telecomunicações voltado a segurança de instalações elétricas com grupos geradores funcionando com fontes emergências/auxiliares de energia. O sistema de celular GSM hoje no Brasil tem grande cobertura em extensão territorial. Assim, um sistema que integre uma instalação deste tipo e um sistema GSM o monitoramento e controle por via remota, desde um simples alarme proveniente de uma falta de energia comercial na estação, até alterações mais complexas nas configurações/parâmetros de funcionamento do equipamento instalado, utilizando o sistema GPRS.

O módulo deverá permitir o envio imediato um aviso no caso em que se verifique algum tipo de alarme da natureza urgente relacionados ao sistema de energia instalado a fim de que medidas corretivas sejam adotadas pelo operador do sistema.

Uma visão geral do sistema de energia a ser monitorado e gerenciado é mostrado na figura 15.

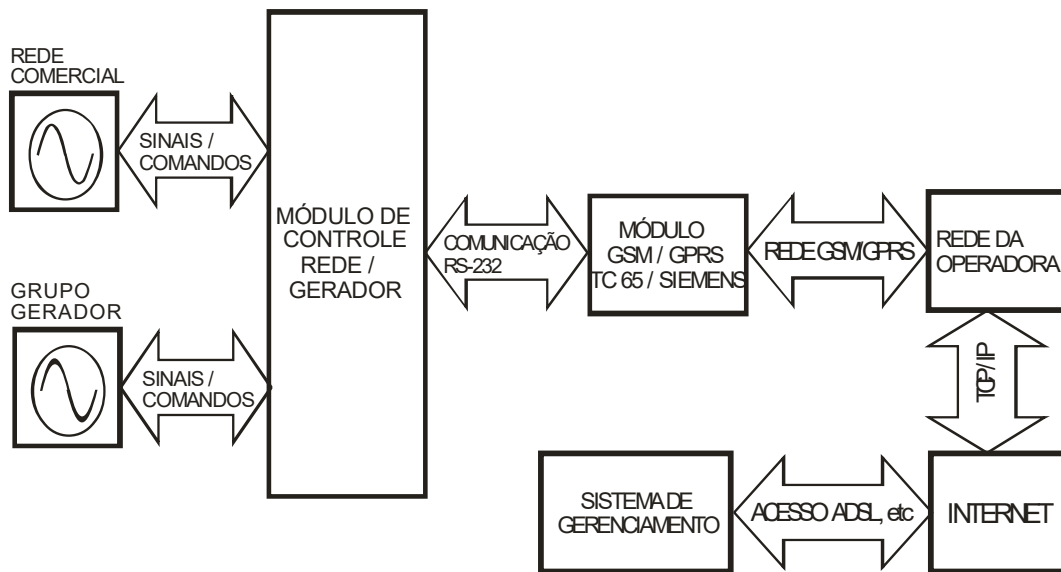


Figura 33 – Diagrama de blocos do sistema de energia monitorado via GPRS.

O diagrama de blocos anterior permite visualizar de uma forma geral como se dá o funcionamento do sistema. O módulo de controle (K30) recebe todas as informações provenientes tanto da rede comercial (concessionária), quanto do grupo gerador e executa automaticamente todas as decisões e/ou comandos que se façam necessários. Por intermédio da comunicação com o modem GPRS (TC 65) via interface RS232, todo o processo pode ser visualizado na estação remota pelo operador do sistema, sendo permitido ao mesmo, realizar as intervenções necessárias (leituras, telecomandos, etc).

Podemos perceber na figura 32, uma visão sistêmica do projeto, onde por intermédio de um terminal remoto pode-se monitorar o funcionamento de um grupo gerador instalado em uma estação distante, permitindo enviar e receber informações referentes a eventuais alarmes ou até mesmo enviar telecomandos, caso seja necessário.

Toda a interação do operador com o módulo de controle deverá ser feita mediante a utilização do próprio software do fabricante, software este que é disponibilizado gratuitamente na página do mesmo, conforme citado anteriormente.



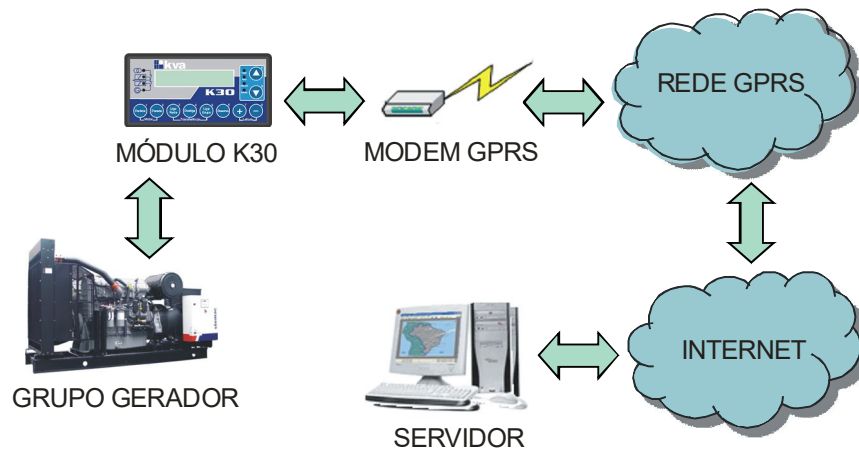


Figura 34 – Topologia do Sistema de Gerenciamento.

## 7.2 – Arquitetura do Sistema de Gerenciamento

Para que se estabeleça a comunicação com os módulos do sistema é necessário que se crie uma Estação de Gerência (EG), de forma a se otimizar a comunicação entre os componentes do sistema. A Estação de Gerência é um componente de software que opera em rede cuja principal função é a de gerenciar os dispositivos. A comunicação entre os componentes está detalhada nas subseções seguintes. A seguir vemos uma proposta para a arquitetura do sistema de gerenciamento.

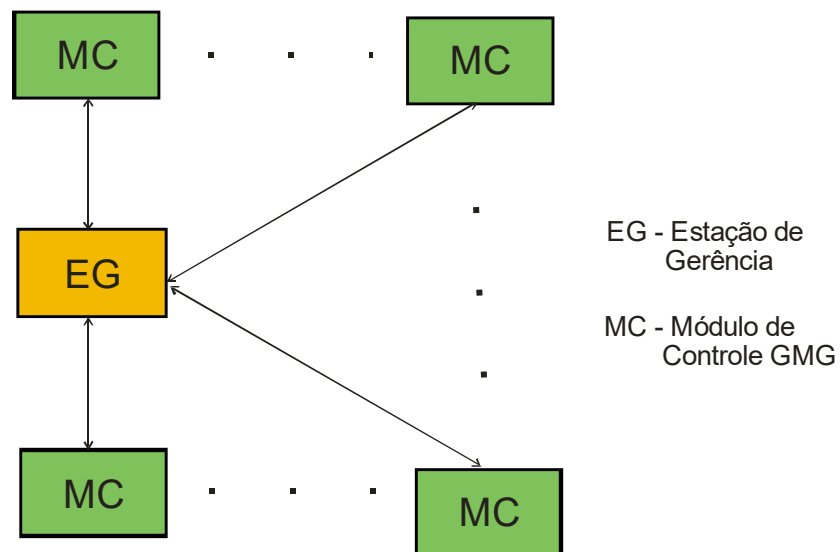


Figura 35 – Arquitetura do Sistema de Gerenciamento.

A estação de gerência (EG) pode se comunicar com os módulos de controle através do protocolo TCP/IP e utilizar o protocolo de aplicação SNMP (*Simple Network Management Protocol*) [SNMP] para realizar o controle dos dispositivos do sistema.

## Capítulo 8 – Outros Sistemas de Gerenciamento

Outros Sistemas de Gerenciamento por telemetria também funcionam de forma semelhante. A filosofia principal destes tipos de sistemas é a de gerenciar remotamente dispositivos, equipamentos, etc.

### 8.1 – Sistema de Telemetria Atos – GITS

Este sistema de telemetria denominado GITS (Gwyddion Interactive Telemetry) é um ambiente integrado para telemetria interativa de equipamentos baseados na tecnologia de comunicação sem fio de alta velocidade GPRS ou 1xRTT e componentes de software multiplataforma para gerenciamento, manutenção e teleoperação e interface com softwares supervisórios. A figura 34 mostra a arquitetura básica e os produtos relacionados do Sistema de telemetria Atos.

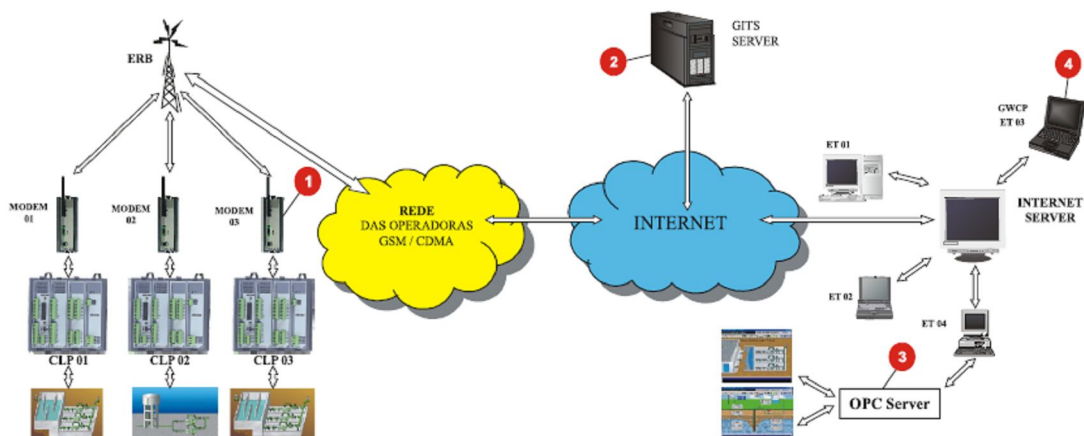


Figura 36 – Arquitetura do Sistema de Telemetria – Atos<sup>[23]</sup>.

## 8.2 – Gerenciamento Remoto do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica usando Web Services sobre tecnologia GPRS.

Trata-se de um sistema de gerenciamento remoto do sistema de distribuição de energia elétrica em média e baixa potência, empregando a arquitetura de *Web Services* sobre tecnologia de comunicação GPRS. Neste trabalho é descrito um modelo lógico de infra-estrutura de comunicações que permita a tele supervisão dos dispositivos que compõe o sistema de distribuição de energia. Para validação do modelo foi desenvolvido um sistema protótipo de telemetria da conformidade da energia fornecida por transformadores de baixa e média potência do sistema de distribuição de energia elétrica. Neste trabalho são apresentados os resultados de utilização do sistema de telemetria piloto em transformadores da CELESC<sup>[24]</sup>.

O sistema de aquisição, pós-processamento e transmissão de dados, proposto neste trabalho é programado para se comunicar com um *Web Service* utilizando o método de *HTTP Binding*. Um *Web Service* é instalado dentro da rede local da concessionária de distribuição de energia. Neste *Web Service* estão implementados dois métodos que dão suporte as funcionalidades do sistema: o primeiro deles fornece uma interface de inserção de dados e o segundo uma interface de consulta de dados.

O serviço do *Web Service* responsável por fornecer a interface de inserção de dados é utilizado pelos dispositivos de coleta de dados para inserir os dados coletados do transformador em uma base de dados.

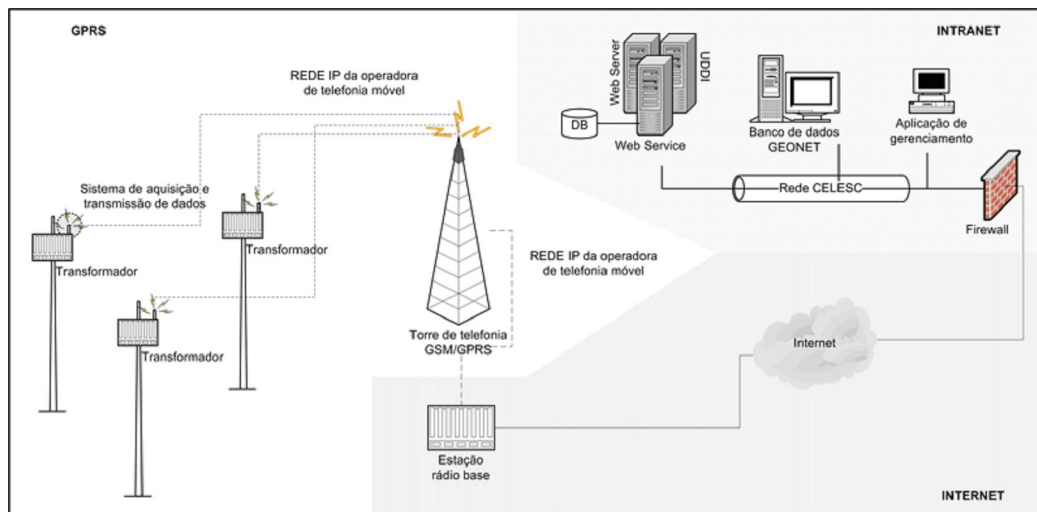


Figura 37 – Sistema de monitoração da qualidade de energia elétrica para o Setor de Distribuição de Energia<sup>[24]</sup>.

## **Capítulo 9 – Considerações Finais e Sugestões Futuras**

### **9.1 – Considerações Finais**

Neste relatório foi apresentado um estudo sobre uma proposta de implementação de um sistema de gerenciamento remoto de grupos geradores utilizando a tecnologia GSM/GPRS. Todos os dispositivos empregados no sistema foram mostrados no decorrer deste relatório.

Devido a algumas dificuldades encontradas, principalmente de ordem financeira, não conseguimos adquirir todos os dispositivos integrantes do sistema, como o módulo de controle, por exemplo, por isso, não foi possível a implementação do sistema e a realização de uma etapa de testes mais elaborada, resumindo-se quase totalmente ao ambiente teórico

Para fins de realização deste trabalho foi adquirido o módulo TC 65 da Siemens, conforme mostrado na figura 22 deste relatório.

### **9.2 – Sugestões Futuras**

Num primeiro momento, a proposta com esse sistema era a de atender clientes que possuem grupos geradores a diesel atuando como fontes auxiliares/emergenciais de energia elétrica AC em seus empreendimentos. Porém, essa proposta pode ser expandida e empregada e aplicada a outros tipos de equipamentos e sistemas, possibilitando sua utilização para o controle de turbo geradores, controle para utilização da fonte (GMG) em horário de ponta, etc.

Com isso, concluímos que existem inúmeras possibilidades de utilização deste sistema que podem ser exploradas, bastando apenas que se conclua a sua implementação e a fase final de testes do mesmo.

## Referências

- [1]. MARQUES, RENATO B. de SÁ – Um Framework de Telemetria utilizando a rede GSM – Universidade Federal de Pernambuco - UFPE – Julho de 2008.
- [2]. SILVA, ALEXANDRE. N.; VIEIRA, MAURÍLIO. J. M. – Autogeração com grupo motor gerador diesel – Universidade Federal de Goiás - 2004.
- [3]. FIGUEIREDO, R.: SUPPA, M. R. – Sistema inteligente para controle, supervisão e gerenciamento de grupos geradores – Revista Eletricidade Moderna – Outubro 1998.
- [4]. LIMA, W.L.; - Sistema de telemetria e automação remota utilizando a rede GSM/GPRS – Universidade Luterana do Brasil - ULBRA – Julho de 2008.

## Webliografia

- [5]. Homepage:  
<http://www.manutech.com.br/download/tcp.pdf>  
- Acessado em 30/07/2008.
- [6]. Homepage:  
<http://catalogo.stemac.com.br/conteudo/Main.asp>  
- Acessado em 21/08/2009.
- [7]. Homepage:  
<http://www.weg.net/files/products/WEG-turbogerador-686- catalogo-portugues-br.pdf>  
– Acessado em 22/08/2009.
- [8]. Homepage:  
[http://limc\\_server.dee.ufcg.edu.br/semetro/www/pdf/52066\\_1.pdf](http://limc_server.dee.ufcg.edu.br/semetro/www/pdf/52066_1.pdf)  
- Acessado em 24/08/2009.
- [9]. Homepage:  
<http://www.connectone.com>  
- Acessado em 25/08/2009.
- [10]. Homepage:  
<http://www.kva.com.br/Downloads/K30-Manual-V603.pdf>  
- Acessado em 25/08/2009.
- [11]. Homepage:

- <http://www.siemens.com.br/templates/produto.aspproduto=18170> –  
Acessado em 01/09/2009.
- [12]. Homepage:  
<http://www.wmocean.com/cinterion-siemens-tc65j>  
- Acessado em 05/09/2009.
- [13]. Homepage:  
[www.coinfo.cefetpb.edu.br/professor/leonidas/irc/apostilas/comun\\_serial.pdf](http://www.coinfo.cefetpb.edu.br/professor/leonidas/irc/apostilas/comun_serial.pdf)  
- Acessado em 06/09/2009.
- [14]. Homepage:  
[http://www.egemaf.com.br/catalogos/instrumenta%E7%E3o%20e%20control\\_e.pdf](http://www.egemaf.com.br/catalogos/instrumenta%E7%E3o%20e%20control_e.pdf)  
- Acessado em 06/08/2009.
- [15]. Homepage:  
[http://www.zurichpt.com.br/?pagina=produtos2.php&categoria\\_id=25&categoria\\_nome=Termostatos](http://www.zurichpt.com.br/?pagina=produtos2.php&categoria_id=25&categoria_nome=Termostatos)  
- Acessado em 08/09/2009.
- [16]. Homepage:  
[http://www.nivetec.com.br/nivetec2008/docs/manual/080\\_chave%20de%20nível%20bóia%20lateral%20port.pdf](http://www.nivetec.com.br/nivetec2008/docs/manual/080_chave%20de%20nível%20bóia%20lateral%20port.pdf)  
- Acessado em 08/09/2009.
- [17]. Homepage:  
<http://www.kronweb.com.br/br/produtos.php?id=9>  
- Acessado em 10/09/2009.
- [18]. Homepage:  
[http://www.joseclaudio.eng.br/grupos\\_geradores\\_3.html](http://www.joseclaudio.eng.br/grupos_geradores_3.html)  
- Acessado em 12/09/2009.
- [19]. Homepage:  
<http://www.steute.com/pt/domains/tecnologia-de-controle/produtos/devices>  
- Acessado em 12/09/2009.
- [20]. Homepage:  
<http://www.tramet.com.br/025.jpg>  
- Acessado em 15/09/2009.
- [21]. Homepage:  
<http://www.nei.com.br/images/lq/223914.jpg>

- Acessado em 15/09/2009.

[22]. Homepage:

[http://www.daruma.com.br/pdfs\\_catgs/Urmet\\_Daruma\\_Modem\\_GSM.pdf](http://www.daruma.com.br/pdfs_catgs/Urmet_Daruma_Modem_GSM.pdf)

- Acessado em 18/09/2009.

[23]. Homepage:

<http://www.schneider-electric.com.br/atos/produtos/pdf/f2490p.pdf>

- Acessado em 19/09/2009.

[24]. Homepage:

<http://www.simpase.com.br/files/acervo/Tema06/IT42.pdf>

- Acessado em 20/09/2009.