

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

DOUGLAS RAFAELLI MONTEIRO DA ROSA

OUTRAS APOSTILAS EM:
www.projetoderedes.com.br

GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CURITIBA
2008**

DOUGLAS RAFAELLI MONTEIRO DA ROSA

GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Tecnólogo do Curso de Tecnologia em Automação Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Leandro Stebel

**CURITIBA
2008**

DOUGLAS RAFAELLI MONTEIRO DA ROSA

GERENCIAMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Este trabalho foi julgado e aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 16 de maio de 2008.

Prof^a. MSc. Simone Massulini Acosta
Coordenadora de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Prof^a. Dra. Denise Elizabeth Hey David
Responsável pelo Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Guilherme Alceu Schneider

Prof. Dr. Sérgio Leandro Stebel
Orientador
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Prof. MSc. Valmir de Oliveira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por poder estar sempre presente em meu dia me abençoando e guiando minha vida.

Ao professor Sérgio Leandro Stebel, pelo apoio, orientação e pela paciência dispensada, durante toda execução do trabalho

À professora Simone Massulini Acosta, pela atenção e compreensão cedida.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, todos os colegas e professores maravilhosos que conquistei durante meu período universitário.

À Helmut Mauell do Brasil, pela credibilidade que dá aos funcionários, agradeço aos colegas de trabalho que estão sempre presentes no dia a dia.

À PSA Peugeot Citroën, pela oportunidade e confiança nos nossos serviços e projetos.

E finalmente agradeço a minha família pela atenção e paciência, agradeço minha esposa, filhos, mãe, irmã e todos meus familiares. Não esquecendo meu pai que se estivesse presente estaria radiante de felicidade, saudades.

RESUMO

MONTEIRO DA ROSA, Douglas Rafaelli. **Gerenciamento de Energia Elétrica**. 2008. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Automação Industrial) – Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Com o aumento de consumo de energia elétrica em cada empresa é fundamental gerenciar essa energia, para reduzir custos e aumentar a produtividade. Nesse projeto é proposto um sistema composto por multimedidores digitais de energia elétrica interligados a uma rede corporativa e um *software* supervisor. Nesse sistema, através da captação dos dados dos medidores, são gerenciados o consumo de energia, a demanda, a tensão e a corrente da instalação. Alguns medidores possuem uma ferramenta chamada qualidade de energia, utilizada para medição e identificação de harmônicas, *sags e swells, flicker's*, entre outros distúrbios que podem interferir na rede elétrica. Pretende-se com isso auxiliar na redução de custos de energia e auxiliar na monitoração de dados referentes ao comportamento de energia elétrica. Com esse sistema é possível adotar métodos e estratégias para aumentar a eficiência energética da empresa, bem como minimizar os desperdícios de energia elétrica.

Palavras-chave

Redução de Custos, Supervisor, Qualidade de Energia.

ABSTRACT

MONTEIRO DA ROSA, Douglas Rafaelli. **Management of Electric Energy.** 2008. 66 p. Graduation Thesis (Graduation in Industrial Automation Technology) - Course of Electronics Technology, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

With the consumption increase of electric power in each company, it is important to manage this resource with cost reduction and increase productivity. It has been proposed a system composed by electric power digital multi-meters interconnected to a corporate network and a supervisory system. In this system, the data are capture from meters. So the energy consumption, demand, voltage, and current are managed. Some meters have a tool called energy quality that is used for harmonic measurement and identification, sags and swells, flicker's, among other disturbances. With this tool it is possible to reduce energy costs and monitoring of electric energy data. With this system it is possible to use methods and strategies to increase the energy efficiency of the system it also minimize the waste of electric power.

Key Words

Cost Reductions, Supervisory, Power Quality.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	3
RESUMO	4
ABSTRACT	5
SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	11
LISTA DE SÍMBOLOS	12
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	14
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 QUALIDADE DE ENERGIA	17
2.2 DISTÚRBIOS APRESENTADOS	18
2.3 DEMANDA	23
2.4 FATOR DE POTÊNCIA	23
2.5 TARIFAÇÃO	25
2.6 SISTEMA SCADA	27
2.7 PROTOCOLO MODBUS	29
3 ESTRUTURA DO PROJETO	32
3.1 DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA	32
3.2 PROJETO DE INFRA ESTRUTURA	33

3.3	DESENVOLVIMENTO DO SUPERVISÓRIO	34
3.4	TREINAMENTO DOS OPERADORES	35
4	PROJETO DE INFRA ESTRUTURA	36
4.1	INTERLIGAÇÃO DOS MEDIDORES	38
5	DESENVOLVIMENTO DO SUPERVISÓRIO	41
5.1	VISUALIZAÇÃO / MONITORAÇÃO	41
5.2	RELATÓRIOS	48
5.3	CONFIGURAÇÃO	50
5.4	FUNCIONALIDADES DO SUPERVISÓRIO	55
6	TREINAMENTO DOS OPERADORES	60
6.1	CONCEITOS E BENEFÍCIOS DO PROJETO	60
6.2	EQUIPAMENTOS	61
6.3	SUPERVISÃO E MONITORAÇÃO	61
7	CONCLUSÃO	63
7.1	SUGESTÕES DE CONTINUIDADE	65
	REFERÊNCIAS	66

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Vista Aérea Fábrica PSA	14
FIGURA 2 – Distúrbios	18
FIGURA 3 – Transitório do Chaveamento de Banco de Capacitores	19
FIGURA 4 – Corrente Transitória por Descarga Atmosférica	19
FIGURA 5 – Triângulo do Fator de Potência	23
FIGURA 6 – Exemplo de Rede Modbus	30
FIGURA 7 – Fluxograma de Etapas	32
FIGURA 8 – Topologia Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica PSA	36
FIGURA 9 – Botões de <i>Setup ION6200</i>	39
FIGURA 10 – Tela Inicial do Supervisório	42
FIGURA 11 – Tela Fator de Potência	43
FIGURA 12 – Tela Demandas	43
FIGURA 13 – Tela Inicial Áreas	44
FIGURA 14 – Tela Potência <i>On-Line</i>	45
FIGURA 15 – Tela Inicial Medidores Existentes	46
FIGURA 16 – Tela Inicial Novos Medidores	47
FIGURA 17 – Tela Diagrama Padrão	47
FIGURA 18 – Tela <i>ION Reporter</i>	48
FIGURA 19 – Tela Inicial Relatório Configurável	49
FIGURA 20 – Tela Gráfico Relatório Configurável	49
FIGURA 21 – Tela <i>Management Console</i>	50
FIGURA 22 – Tela <i>ION Designer</i>	52
FIGURA 23 – Tela Linguagem de Programação	53
FIGURA 24 – Criação de Portas Virtuais	54

FIGURA 25 – *Link* do conversor RS-485/*Ethernet* 55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Causas, Efeitos e Soluções de Principais Distúrbios	22
TABELA 2 – Grupos Consumidores	26
TABELA 3 – Modo de seleção de configuração do <i>ION6200</i>	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASCII	American Standard Code for Information Interchange (Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação)
PLC	Programmable Logic Controllers (Controlador Lógico Programável)
PSA	Peugeot SA
RTU	Remote Terminal Unit (Unidade Terminal Remota)
SAD	Setor Administrativo
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Controle Supervisório e Aquisição de Dados)
TC's	Transformadores de Corrente
TP's	Transformadores de Potência
UPS	Uninterruptible Power Supplies (No-Break)
VIP	Virtual Processor (Processador Virtual)

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampère
Hz	Hertz
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt-hora
kVA	Quilovolt-ampère
kVAr	Quilovolt-ampère reativo
MWh	Megawatt-hora
pu	Por unidade
V	Volts

1 INTRODUÇÃO

Em face do crescente uso de automação nas indústrias e do aumento das multas e ajustes cobrados pelas concessionárias que distribuem energia elétrica, o gerenciamento dessa energia vem se tornando uma necessidade para as empresas interessadas em reduzir custos. Os consumidores de energia elétrica não estão se preocupando apenas com os ganhos decorrentes da eliminação de multas, estes passam a exigir recursos para que se alcance um aumento de produtividade através da diminuição de interrupções e maior vida útil dos equipamentos instalados em seu ambiente fabril, isso utilizando-se do uso mais racional e consciente de energia elétrica. O sistema de gerenciamento de energia elétrica na *PSA Peugeot Citroën* foi projetado para que isso tenha fundamento, auxiliando na redução do consumo de energia elétrica e eliminação de desperdícios.

Utilizando-se de um *software* supervisor de controle e gerenciamento de energia com um banco de dados, onde informações são registradas em tempos configurados pelos operadores, é possível adotar estratégias que aumentem a eficiência energética da fábrica e auxiliar na tomada de decisões que incidem no consumo de energia elétrica.

Com o recurso de qualidade de energia, é possível que a empresa contratante verifique, através do supervisor, problemas como distúrbios na rede elétrica, o que hoje é muito importante. Através de um estudo bem detalhado da energia utilizada, faz com que se tenha uma diminuição significativa no valor da fatura de energia elétrica, bem como em defeitos em equipamentos que podem ser danificados por problemas de energia.

A necessidade de um sistema de gerenciamento de energia elétrica confiável foi o que mais pesou na aprovação desse projeto. A necessidade em reduzir custos com desperdício de energia elétrica, multas por ultrapassagem de demanda, fez com que o projeto apresentado tornasse viável, pelos conceitos e contextos apresentados. Para isso foi apresentado um sistema contemplando a aquisição dos dados de todas as subestações existentes no ambiente fabril, interligando setores para observar o comportamento da energia elétrica nos setores denominados pelo projeto de áreas e com isso efetuar medidas cabíveis para não ocorrer nenhum tipo

de multa, ou observar sobretensões e subtensões. O mesmo ocorrendo com a corrente e outras medidas importantes e que causariam transtornos tanto fisicamente como financeiramente para a empresa. Para isso, entra-se em um contexto de variáveis elétricas e conceitos elétricos que é expresso nesse trabalho.

1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A empresa *PSA Peugeot Citroën* é uma indústria automobilística com sua sede no Brasil em Porto Real - RJ. A empresa fabrica carros das marcas *Peugeot* e *Citroën*.

Esta empresa dispõe de um sistema de gerenciamento de utilidades, porém não específico para energia elétrica, o que para uma empresa automobilística é muito importante já que o consumo de energia na fábrica é relativamente elevado.

A Fábrica é dividida em 5 blocos fabris e uma casa de comando, conforme a figura 1, os blocos fabris são: SAD (Setor Administrativo), Chaparia, Montagem, Pintura e Utilidades.



Figura 1 – Vista Aérea Fábrica PSA

A empresa não dispunha de sistema para efetuar um gerenciamento de energia nesses blocos fabris, isto era feito manualmente, ou seja, um funcionário da

manutenção checa todos os prédios e anota as medidas indicadas pelos medidores instalados nos painéis de alimentação das linhas. Através de uma planilha onde eram inseridos os valores, obtinha-se aproximadamente um valor em reais que era enviado ao setor de finanças para prever o consumo mensal da fábrica, além disso, era feita uma análise aproximada para verificar o quanto estava sendo consumido por bloco.

Para solucionar esse impasse, propôs-se a utilização de um sistema de gerenciamento de energia elétrica que faz todo processo por meio de relatórios e planilhas automáticas, onde todas as informações da fábrica são guardadas num banco de dados, podendo os operadores do sistema gerar automaticamente planilhas de custos e consumo. Com a vantagem de efetuar automaticamente controle de cargas e demanda, para que assim evite multas e um controle maior sobre o consumo e utilização de energia elétrica

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Montar um sistema para gerenciar as informações de energia e posteriormente todos os processos de utilidades da planta *PSA Peugeot Citroën*. O projeto proposto é uma ferramenta de *software* que vai auxiliar no gerenciamento de energia elétrica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Reduzir custos evitando desperdícios desnecessários.
- Fazer rateio do consumo em áreas específicas, obtendo a informação de qual setor da empresa consome mais energia, ou seja, setorização do consumo de energia elétrica.
- Emitir relatórios diários, semanais e mensais de consumo de energia, assim havendo a possibilidade de traçar metas de produção sem que se tenha um acréscimo significativo no consumo de energia, já que se possui um contrato de demanda.

- Fazer o controle de demanda e fator de potência, possibilitando que haja desligamentos de carga e adequação de cargas para que não ocorra estouro de demanda e mantenha o fator de potência em valor adequado.
- Medir a qualidade de energia, com detecção de harmônicos, *flickers*, *sags*.
- Supervisionar e analisar o perfil de carga.
- Possibilitar a implantação de outras medições do sistema de utilidades, tais como: refrigeração, gás, entre outros, pois o sistema é flexível, e utiliza-se de comunicação via protocolo *modbus*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste tópico é apresentada uma revisão da literatura sobre o sistema implantado na *PSA Peugeot Citroën*. Este tópico contém algumas definições de termos utilizados para compor o projeto.

2.1 QUALIDADE DE ENERGIA

O conceito de Qualidade de Energia está relacionado a um conjunto de alterações que podem ocorrer no sistema elétrico. Uma boa definição para o problema de qualidade de energia é: "Qualquer problema de energia manifestado na tensão, corrente ou nas variações de frequência que resulte em falha ou má operação de equipamentos de consumidores" (FRANCO, 2005). Tais alterações podem ocorrer em várias partes do sistema de energia, seja nas instalações de consumidores ou no sistema supridor da concessionária. Estes problemas vêm se agravando rapidamente em todo o mundo por diversas razões, das quais destacamos duas:

- Instalação cada vez maior de cargas não-lineares. O crescente interesse pela racionalização e conservação da energia elétrica tem aumentado o uso de equipamentos que, em muitos casos, aumentam os níveis de distorções harmônicas e podem levar o sistema a condições de ressonância, condição em que a energia é mais eficientemente transferida do gerador para o sistema, ou seja, a maior parte da energia disponível em cada ciclo será armazenada ora como carga, ora como corrente, assim devolvendo pouca ou nenhuma energia ao gerador. (FRANCO, 2005).
- Maior sensibilidade dos equipamentos instalados aos efeitos dos fenômenos (distúrbios) de qualidade de energia. (FRANCO, 2005).

Em alguns ramos de atividade, como as indústrias têxtil, siderúrgica e petroquímica, os impactos econômicos da qualidade da energia são enormes. Nestes setores, uma interrupção elétrica de até 1 minuto pode ocasionar prejuízos de até US\$ 500 mil. E diante deste potencial de prejuízos possíveis, fica evidente a importância de uma análise e diagnóstico da qualidade da energia elétrica, no intuito de determinar as causas e as conseqüências dos distúrbios no sistema, além de

apresentar medidas técnicas e economicamente viáveis para solucionar o problema. (FRANCO, 2005).

2.2 DISTÚRBIOS APRESENTADOS

Na ótica do consumidor, talvez seja mais simples e adequado utilizarmos simplesmente a palavra "distúrbios" para englobar todos os fenômenos que afetam a qualidade da energia elétrica.

Estes "distúrbios" podem ter origem na energia elétrica entregue pela concessionária de energia, ou na rede interna de distribuição (incluindo equipamentos ali instalados) do próprio consumidor.

A figura 2 mostra as formas de onda típicas dos itens de qualidade mais comuns:

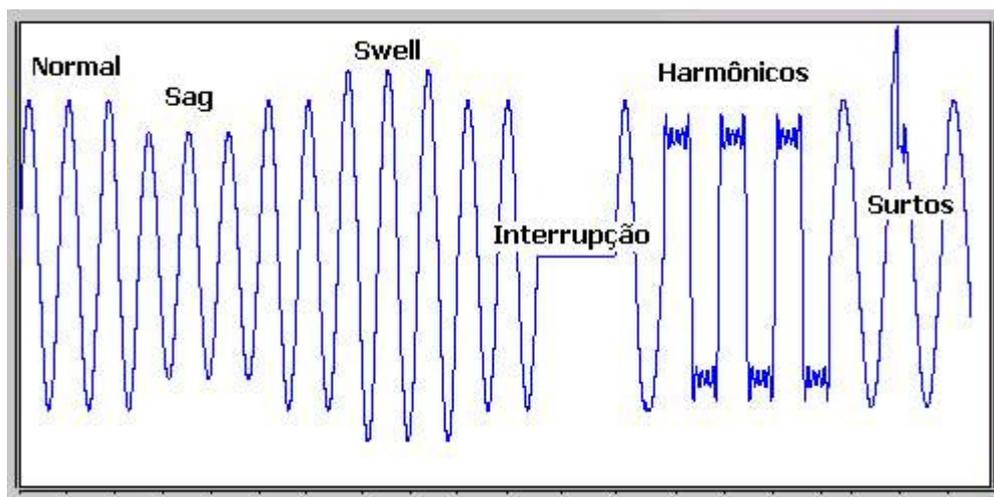


Figura 2 – Distúrbios (FRANCO, 2005)

Os acadêmicos e especialistas, no entanto, classificam os itens de qualidade ("distúrbios") conforme segue:

TRANSITÓRIOS: fenômenos eletromagnéticos oriundos de alterações súbitas nas condições operacionais de um sistema de energia elétrica, conforme as figuras 3 e 4. Geralmente, a duração de um transitório é muito pequena, mas de grande importância, uma vez que submetem equipamentos a grandes solicitações de tensão e/ou corrente. Existem dois tipos de transitórios: os impulsivos, causados por descargas atmosféricas, e os oscilatórios, causados por chaveamentos. (FRANCO, 2005).

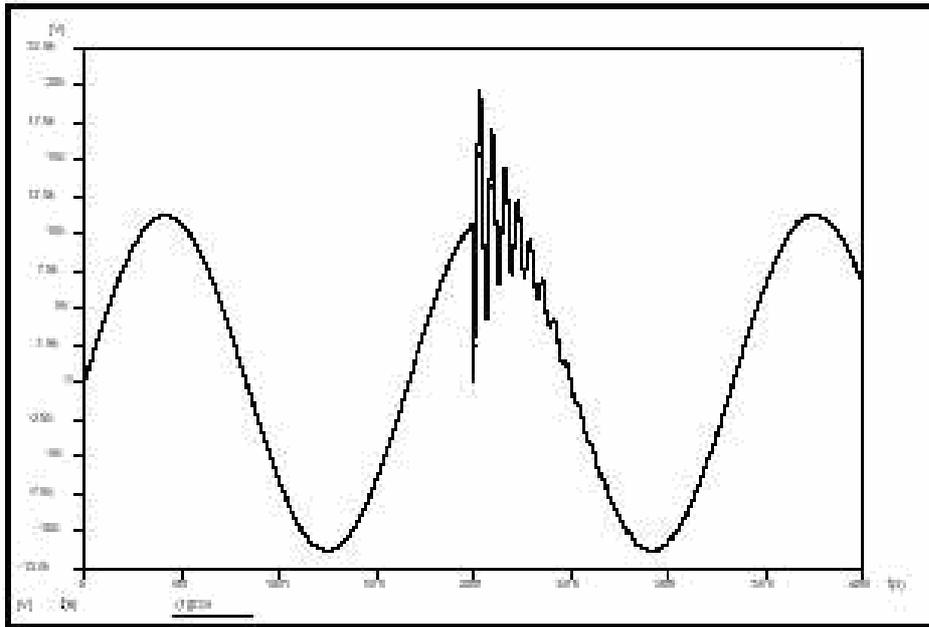


Figura 3 – Transiente Proveniente do Chaveamento de Banco de Capacitores (FRANCO, 2005)

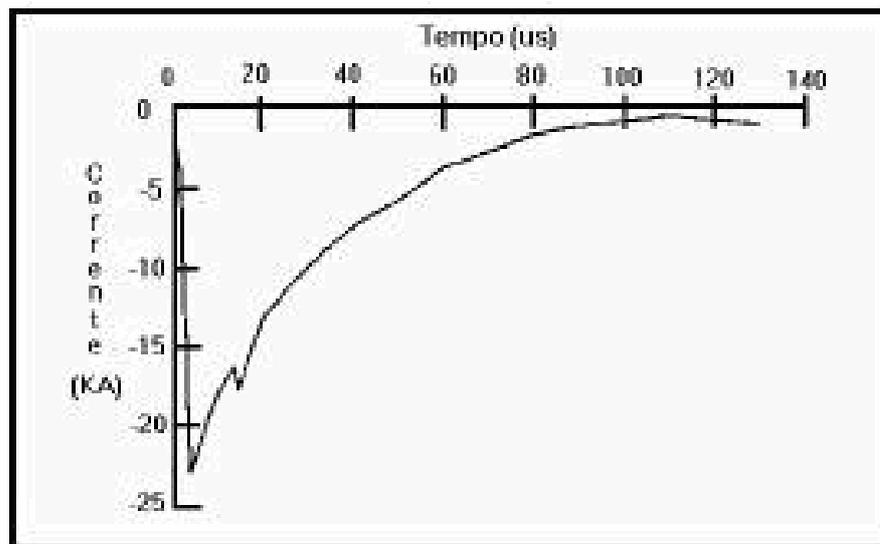


Figura 4 – Corrente Transitória por Descarga Atmosférica (FRANCO, 2005)

VARIAÇÕES DE TENSÃO DE CURTA DURAÇÃO: As variações de tensão de curta duração podem ser caracterizadas por alterações instantâneas, momentâneas ou temporárias. Tais variações de tensão são, geralmente, causadas pela energização de grandes cargas que requerem altas correntes de partida, ou por intermitentes falhas nas conexões dos cabos de sistema. Dependendo do local da falha e das condições do sistema, o resultado pode ser uma queda de tensão temporária ("*sag*"), uma elevação de tensão ("*swell*"), ou mesmo uma interrupção completa do sistema elétrico. (FRANCO, 2005).

VARIAÇÕES DE TENSÃO DE LONGA DURAÇÃO: que podem ser de três tipos: interrupções, subtensões ou sobretensões sustentadas. (FRANCO, 2005).

DESEQUILÍBRIOS DE TENSÃO: causados por má distribuição de cargas monofásicas, e que fazem surgir no circuito tensões de seqüência negativa. (FRANCO, 2005).

DISTORÇÕES DA FORMA DE ONDA: a distorção da forma de onda é definida como um desvio, em regime permanente, da forma de onda puramente senoidal, na freqüência fundamental, e é caracterizada principalmente pelo seu conteúdo espectral (FRANCO, 2005), podem ser classificadas em cinco tipos:

- **Nível CC:** a presença de tensão ou corrente CC em um sistema elétrico CA é denominado "*DC offset*". Este fenômeno pode ocorrer como o resultado da operação ideal de retificadores de meia-onda. O nível CC em redes de corrente alternada pode levar à saturação de transformadores, resultando em perdas adicionais e redução da vida útil. (FRANCO, 2005).
- **Harmônicos:** tensões ou correntes senoidais de freqüências múltiplas inteiras da freqüência fundamental (50 ou 60 Hz) na qual opera o sistema de energia elétrica. Estes harmônicos distorcem as formas de onda da tensão e corrente e são oriundos de equipamentos e cargas com características não-lineares instalados no sistema de energia. (FRANCO, 2005).
- **Interharmônicos:** componentes de freqüência, em tensão ou corrente, que não são múltiplos inteiros da freqüência fundamental do sistema supridor (50 ou 60Hz). Elas podem aparecer como freqüências discretas ou como uma larga faixa espectral. Os interharmônicos podem ser encontrados em redes de diferentes classes de tensão. As suas principais fontes são conversores estáticos de potência, cicloconversores, motores de indução e equipamentos a arco. (FRANCO, 2005).

- **Notching:** distúrbio de tensão causado pela operação normal de equipamentos de eletrônica de potência quando a corrente é comutada de uma fase para outra. Este fenômeno pode ser detectado através do conteúdo harmônico da tensão afetada. As componentes de frequência associadas com os *notchings* são de alto valor e, desta forma, não podem ser medidas pelos equipamentos normalmente utilizados para análise harmônica. (FRANCO, 2005).
- **Ruídos:** é definido como um sinal elétrico indesejado, contendo uma larga faixa espectral com frequências menores que 200 KHz, as quais são superpostas às tensões ou correntes de fase, ou encontradas em condutores de neutro. Os ruídos em sistemas de potência podem ser causados por equipamentos eletrônicos de potência, circuitos de controle, equipamentos a arco, retificadores a estado sólido e fontes chaveadas e, normalmente estão relacionados com aterramentos impróprios. (FRANCO, 2005).

OSCILAÇÕES DE TENSÃO: que são variações sistemáticas dos valores eficazes da tensão de suprimento (dentro da faixa compreendida entre 0,95 e 1,05 pu), e que podem ser aleatórias, repetitivas ou esporádicas. (FRANCO, 2005).

VARIAÇÕES DA FREQUÊNCIA DO SISTEMA: que são definidas como sendo desvios no valor da frequência fundamental deste sistema (50 ou 60 Hz). (FRANCO, 2005).

Tais distúrbios podem ocasionar grandes transtornos para as indústrias, tanto econômica como produtivamente, afinal é a empresa que tem que arcar com despesas dos equipamentos que venham a ser lesionados por causa de um distúrbio proveniente da rede elétrica. Na parte produtiva há possibilidade de ocorrer paradas de produção ocasionando perdas de produtividade, na tabela 1 temos os principais distúrbios listados e apresentados com causa, efeitos e soluções para os mesmos, assim tem-se um subsídio para que se faça uma manutenção mais rápida e objetiva.

Distúrbio	Descrição	Causas	Efeitos	Soluções
Interrupções	Interrupção total da alimentação elétrica	Curto-circuitos, descargas atmosféricas, e outros acidentes que exijam manobras precisas de fusíveis, disjuntores, etc.	Queda do sistema Danificação de componentes Perda de produção	UPS (Uninterruptible Power Supplies - NoBreak) Geradores de emergência (interrupções de longa duração)
Transientes	Distúrbio na curva senoidal, resultando em rápido e agudo aumento de tensão	Descargas atmosféricas Manobras da concessionária Manobras de grandes cargas e bancos de capacitores	Travamento, perda de memória e erros de processamento Queima de placas eletrônicas, danificação de materiais de isolamento e de equipamentos	Supressores de transientes UPS com supressores de transientes Transformadores de isolamento
Sag / Swell	Subtensões (sags) ou sobretensões (swells) curtas (meio ciclo até 3 segundos) Sags respondem por cerca de 87% de todos os distúrbios elétricos	Queda/Partida de grandes equipamentos Curto-circuitos Falha em equipamentos ou manobras da concessionária	Perda de dados e erros de processamento Desligamento de equipamentos Oscilações em motores com redução de vida útil	UPS Reguladores de tensão
Ruídos	Sinal indesejado de alta frequência que altera o padrão normal de tensão (onda senoidal)	Interferência de estações de rádio e TV Operação de equipamentos eletrônicos	Travamentos, perda de dados e erros de processamento Recepções distorcidas (áudio e vídeo)	UPS Transformadores de isolamento Filtros de linha
Harmônicos	Alteração do padrão normal de tensão (onda senoidal), causada por frequências múltiplas da fundamental (50-60Hz)	UPS, Reatores eletrônicos, inversores de frequência, retificadores e outras cargas não-lineares.	Sobreaquecimento de cabos e equipamentos Diminuição da performance de motores Operação errônea de disjuntores, relés e fusíveis	Filtros de harmônicas Reatores de linha Melhorias na fiação e no aterramento Transformadores de isolamento
Variações de Tensão de Longa Duração	Variações de tensão com duração acima de 1 minuto	Equipamentos e fiação sobrecarregados Utilização imprópria de transformadores Fiação subdimensionada ou conexões mal feitas	Desligamento de equipamentos Sobreaquecimento de motores e lâmpadas Redução de vida útil ou de eficiência dos equipamentos	UPS Verificar conexões e fiações elétricas Transferência de equipamentos para outros circuitos

Tabela 1: Causas, Efeitos e Soluções de Principais Distúrbios (FRANCO, 2005)

2.3 DEMANDA

Demanda é o consumo de energia da sua instalação dividido pelo tempo no qual se verificou tal consumo. Para faturamento de energia pela concessionária, se utilizam intervalos de integração de 15 minutos. Assim, a sua demanda de energia (medida em kW), é igual ao consumo a cada 15 minutos (medido em kWh) dividido por 1/4 (15 minutos é igual a 1/4 de hora). Em um mês, ocorrem quase 3000 intervalos de quinze minutos. Assim, a sua demanda será medida quase 3000 vezes ao longo do mês, e a concessionária de energia elétrica escolherá o valor mais alto, ainda que tenha sido verificado uma única vez. (ENGECOMP, 2005a).

2.4 FATOR DE POTÊNCIA

Fator de Potência envolve uma relação entre potência ativa e potência reativa: é a relação entre a potência ativa e potência total numa instalação, num intervalo de tempo, conforme figura 5. Como a maioria das cargas de uma instalação elétrica são indutivas, elas exigem um campo eletromagnético para funcionar (ENGECOMP, 2005a). Com isso, uma instalação qualquer necessita de dois tipos de energia:

Potência Ativa, que realiza o trabalho propriamente dito, gerando calor, iluminação, movimento, entre outros e é medida em kW. Potência Reativa, que mantém o campo eletromagnético, e é expressa em kVAr. (ENGECOMP, 2005a).

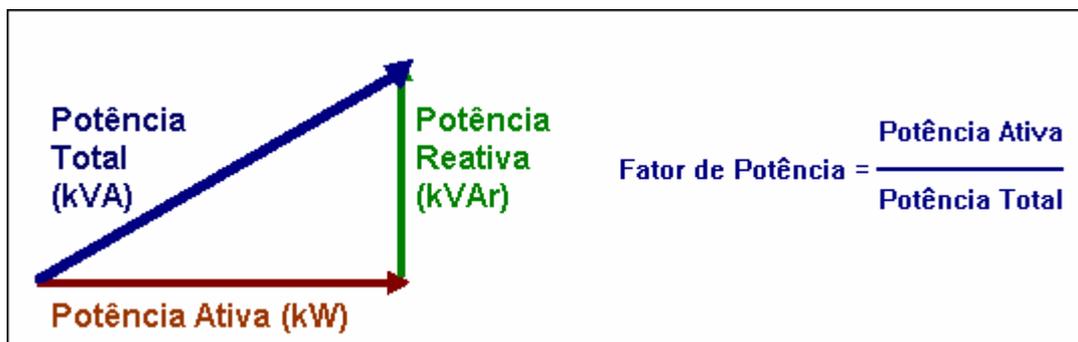


Figura 5 – Triângulo do Fator de Potência (ENGECOMP, 2005a)

A Potência Total ou Aparente é dada em kVA, e é a soma vetorial das potências ativa e reativa, como mostra a figura acima. (ENGECOMP, 2005a).

O fator de potência é sempre um número entre 0 e 1 (alguns o expressam entre 0 e 100%) e pode ser capacitivo ou indutivo, dependendo se o consumo de energia reativa for capacitivo ou indutivo. Para faturamento de energia, o fator de potência é registrado de hora em hora. (ENGECOMP, 2005a).

Assim como no caso da demanda, os mecanismos de tarifação levarão em conta o pior valor de fator de potência registrado ao longo do mês, dentre os mais de 700 valores registrados. (ENGECOMP, 2005a).

A energia elétrica pode ser cobrada de diversas maneiras, dependendo do enquadramento tarifário de cada consumidor. (ENGECOMP, 2005a). Resumidamente, a classificação dos consumidores é feita conforme abaixo:

- **Grupo A:** Engloba os consumidores que recebem energia em tensões acima de 220V. Possui três tipos de tarifação: convencional, horo-sazonal azul e horo-sazonal verde. Nesta categoria, os consumidores pagam pelo consumo, pela demanda e por baixo fator de potência. (ENGECOMP, 2005a).
- **Grupo B:** Englobam os demais consumidores, divididos em três tipos de tarifação: residencial, comercial e rural. Neste grupo, os consumidores pagam apenas pelo consumo medido. (ENGECOMP, 2005a).

A maioria das pequenas e médias empresas (industriais ou comerciais) brasileiras se encaixa no Grupo A, onde são cobrados pelo consumo, pela demanda e por baixo fator de potência. Estes consumidores podem ser enquadrados na tarifação convencional, ou na tarifação horo-sazonal (azul ou verde). Os custos por kWh são mais baixos nas tarifas horo-sazonais, mas as multas por ultrapassagem são mais pesadas. Assim, para a escolha do melhor enquadramento tarifário (quando facultado ao cliente) é necessária uma avaliação específica. (ENGECOMP, 2005a).

Qualquer que seja o seu enquadramento tarifário dentro do Grupo A, a sua demanda registrada (para fins de faturamento) será, a cada mês, a maior demanda de cada um dos intervalos de integração de 15 minutos ao longo do mês. Se sua empresa estiver enquadrada na tarifa horo-sazonal azul, terá uma demanda registrada para o horário fora de ponta, e outra demanda registrada para o horário

de ponta. Estes valores, quando elevados, podem ocasionar pesados acréscimos à sua fatura de energia. (ENGECOMP, 2005a).

Os consumidores do Grupo A, em linha geral, devem manter o fator de potência de suas instalações superior a 0,92 capacitivo durante 6 horas da madrugada e superior a 0,92 indutivo durante as outras 18 horas do dia. (ENGECOMP, 2005a).

Como o fator de potência é medido pela concessionária de hora em hora, deve-se controlá-lo continuamente e automaticamente, de modo a evitar multas por baixo fator de potência.

2.5 TARIFICAÇÃO

A compreensão da forma como é cobrada a energia elétrica e como são calculados os valores apresentados nas faturas de energia elétrica é fundamental para a tomada de decisão em relação a projetos de eficiência energética.

O custo desse bem reflete o modo como a energia elétrica é utilizada e sua análise por um período de tempo adequado, permite estabelecer relações importantes entre hábitos e consumo.

Dadas as alternativas de enquadramento tarifário disponíveis para alguns consumidores, o conhecimento da formação da fatura e dos hábitos de consumo permite escolher a forma de tarifação mais adequada e que resulta em menor despesa com a energia elétrica.

Para a compreensão desse assunto de tarifação é necessário conhecer alguns conceitos e definições.

- Potência: podemos dizer que é a capacidade de consumo de um equipamento elétrico. Unidade é o kW (Quilowatt). (ENGECOMP, 2005b).
- Energia: é a quantidade de eletricidade utilizada por um equipamento elétrico ao ficar ligado por certo tempo. Unidade é o kWh (Quilowatt-hora) e MWh (Megawatt-hora). Nas faturas de residências, ou seja, pequenos consumidores, cobra-se apenas a energia utilizada (consumo), porém médios

e grandes consumidores pagam tanto pela energia quanto pela potência. A potência aparece nas contas desses consumidores com o nome de “Demanda”, que, na verdade, corresponde à potência média verificada em intervalos de 15 minutos. (ENGECOMP, 2005b).

- O horário de ponta: é o período de 3 horas consecutivas exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. (ENGECOMP, 2005b).
- O horário fora de ponta: corresponde às demais 21 horas do dia. (ENGECOMP, 2005b).
- Períodos seco e úmido: para efeito de tarifação, o ano é dividido em dois períodos, um período seco que compreende os meses de maio a novembro (7 meses) e um período úmido, que compreende os meses de dezembro a abril (5 meses). Em algumas modalidades tarifárias, no período seco o consumo tem preços mais elevados. (ENGECOMP, 2005b).

Os consumidores são classificados pelo nível de tensão em que são atendidos. Grupo A (alta tensão) e Grupo B (Baixa tensão, consumidores residenciais e rurais).

O Grupo A que é o que interessa para o trabalho é dividido como mostra a tabela 2:

Subgrupos	Tensão de Fornecimento
A1	≥ 230 kV
A2	88 kV a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 kV a 44 kV
A4	2,3 kV a 25 kV
AS	Subterrâneo

Tabela 2 – Grupos Consumidores (ENGECOMP, 2005a)

Esses consumidores têm tarifa binômia, isto é, são cobrados tanto pela demanda quanto pela energia que consomem e podem enquadrar-se em uma de três alternativas tarifárias:

- Tarifação Convencional: exige um contrato específico com a concessionária no qual se pactua um único valor da demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta) ou período do ano (seco ou úmido). (ENGECOMP, 2005b).
- Tarifação horo-sazonal Verde: exige um contrato específico com a concessionária no qual se pactua a demanda pretendida pelo consumidor (Demanda Contratada), independentemente da hora do dia (ponta ou fora de ponta). Permite que sejam contratados dois valores diferentes de demanda, um para o período seco e outro para o período úmido. A conta de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo (na ponta e fora dela), demanda e ultrapassagem. (ENGECOMP, 2005b).
- Tarifação horo-sazonal Azul (compulsória para aqueles atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV): exige um contrato específico com a concessionária no qual se pactua tanto o valor da demanda pretendida pelo consumidor no horário de ponta (Demanda Contratada na Ponta) quanto o valor pretendido nas horas fora de ponta (Demanda Contratada fora de Ponta). Permite que sejam contratados valores diferentes para o período seco e para o período úmido. A fatura de energia elétrica desses consumidores é composta da soma de parcelas referentes ao consumo, demanda e ultrapassagem. Em todas as parcelas observa-se a diferenciação entre horas de ponta e horas fora de ponta. (ENGECOMP, 2005b).

Lembrando que a demanda medida é a máxima verificada ao longo do mês. Basta deixar todos os equipamentos ligados por 15 minutos que será pago a demanda como se estes equipamentos permanecessem ligados durante o mês todo. (ENGECOMP, 2005b).

2.6 SISTEMA SCADA

Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física. Tais informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida

manipuladas, analisadas, armazenadas e posteriormente, apresentadas ao usuário. Estes sistemas também são chamados de *SCADA* (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Os primeiros sistemas *SCADA*, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial, monitorando sinais representativos de medidas e estados de dispositivos, através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface aplicacional com o operador. (ELIPSE, 2008).

Atualmente, os sistemas de automação industrial utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar a monitoração e controle dos processos industriais, efetuando 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. (ELIPSE, 2008).

Para permitir isso, os sistemas *SCADA* identificam os *tags*, que são todas as variáveis numéricas ou alfanuméricas envolvidas na aplicação, podendo executar funções computacionais (operações matemáticas e lógicas) ou representar pontos de entrada/saída de dados do processo que está sendo controlado. Neste caso, correspondem às variáveis do processo real (medidas elétricas, temperatura, nível, vazão, entre outras), se comportando como a ligação entre o controlador e o sistema. É com base nos valores das *tags* que os dados coletados são apresentados ao usuário. (ELIPSE, 2008).

Os sistemas *SCADA* podem também verificar condições de alarmes, identificadas quando o valor da *tag* ultrapassa uma faixa ou condição pré-estabelecida, sendo possível programar a gravação de registros em bancos de dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagens por *pager*, *e-mail*, celular, entre outras. (ELIPSE, 2008).

Os componentes físicos de um sistema de supervisão podem ser resumidos, de forma simplificada em: sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas (aquisição/controle) e de monitoração central (sistema computacional *SCADA*). (ELIPSE, 2008).

Os sensores são dispositivos conectados aos equipamentos controlados e monitorados pelos sistemas *SCADA*, que convertem parâmetros físicos tais como velocidade, nível de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais legíveis pela estação remota. Os atuadores são utilizados para atuar sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos. O processo de controle e aquisição de dados se inicia nas estações remotas, *PLCs* (*Programmable Logic Controllers*) e *RTUs* (*Remote Terminal Units*), com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que a ele estão associados e seu respectivo controle. (ELIPSE, 2008).

Os *PLCs* e *RTUs* são unidades computacionais específicas, utilizadas nas instalações fabris (ou qualquer outro tipo de instalação que se deseje monitorar) para a funcionalidade de ler entradas, realizar cálculos ou controles, e atualizar saídas. A diferença entre os *PLCs* e as *RTUs* é que os primeiros possuem mais flexibilidade na linguagem de programação e controle de entradas e saídas, enquanto as *RTUs* possuem uma arquitetura mais distribuída entre sua unidade de processamento central e os cartões de entradas e saídas, com maior precisão e seqüenciamento de eventos. (ELIPSE, 2008).

A rede de comunicação é a plataforma por onde as informações fluem dos *PLCs/RTUs* para o sistema *SCADA* e, levando em consideração os requisitos do sistema e a distância a cobrir, pode ser implementada através de cabos *Ethernet*, fibras ópticas, linhas *dial-up*, linhas dedicadas, rádio modems e outros dispositivos. (ELIPSE, 2008).

As estações de monitoração central são as unidades principais dos sistemas *SCADA*, sendo responsáveis por recolher a informação gerada pelas estações remotas e agir em conformidade com os eventos detectados, podendo ser centralizadas num único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, de modo a permitir o compartilhamento das informações coletadas. (ELIPSE, 2008).

2.7 PROTOCOLO MODBUS

O protocolo *Modbus* é uma estrutura de mensagem desenvolvida pela *Modicon* em 1979, usada para estabelecer comunicação entre dispositivos mestre-escravo / cliente-servidor. Ele é de fato um padrão, muitos protocolos de redes

industriais o utilizam em seu ambiente. O protocolo *Modbus* disponibiliza um padrão de indústria através do método *Modbus* para trocar mensagens. (SOUZA, 2008).

Os dispositivos *Modbus* comunicam utilizando a técnica mestre-escravo no qual permite que somente um dispositivo (o mestre) possa iniciar as transações (chamadas de *queries*). Os outros dispositivos (escravos) respondem de acordo com o pedido do mestre, ou de acordo com a tarefa em questão. Um dispositivo periférico escravo (válvula, *driver* de rede ou outro dispositivo de medição), que processa a informação e envia o dado para o mestre. (SOUZA, 2008). A figura 6 representa um exemplo dessa rede, onde o CLP é o mestre comunicando-se com 3 escravos.

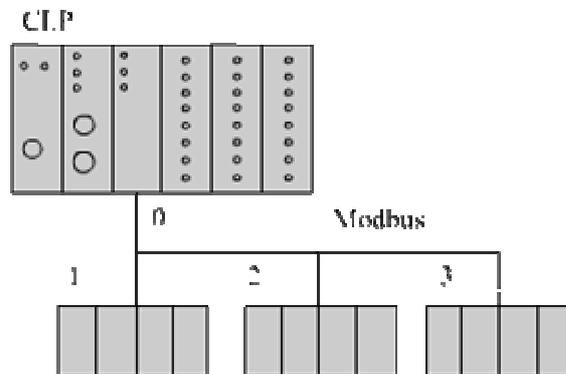


Figura 6: Exemplo de rede Modbus

Os dispositivos *Modbus* usualmente incluem um mapa de registro. Suas funções funcionam sobre um registrador de mapa, configuração e controle de módulo I/O. (SOUZA, 2008).

O modo de transmissão define o conteúdo de bit da mensagem a ser transmitida na rede e como a informação da mensagem será empacotada na mensagem e descompactada. (SOUZA, 2008). O padrão *Modbus* emprega os dois modos de transmissão:

- *ASCII Mode*;
- *RTU Mode*.

O modo de transmissão é usualmente selecionado com outros parâmetros de porta de comunicação serial como *baudrate*, paridade entre outros. (SOUZA, 2008).

No modo de transmissão *ASCII* (*American Standard Code for Information Interchange*), em cada *byte* de uma mensagem é enviado dois caracteres sem geração de erros. No modo *RTU* (*Remote Terminal Unit*), cada mensagem de 8 bits contém dois caracteres hexadecimais de 4 bits. (SOUZA, 2008).

Um quadro de mensagens é usado para marcar o início e o fim da mensagem permitindo que o dispositivo receptor determine qual dispositivo está sendo endereçado e saber quando a mensagem está completa. (SOUZA, 2008).

Uma mensagem *Modbus* é colocada no quadro e transmitida para o dispositivo. Cada palavra desta mensagem está sendo colocada em um dado de quadro onde se adiciona as configurações de comunicação do mesmo. (SOUZA, 2008).

No modo *ASCII*, a palavra tem o tamanho de 7 *bits* enquanto no modo *RTU* a palavra é de 8 *bits*. (SOUZA, 2008).

3 ESTRUTURA DO PROJETO

Na figura 7, estão descritas as etapas para conclusão do projeto e o que propõe sucintamente cada uma das etapas, que serão descritas mais detalhadamente ao longo do trabalho.

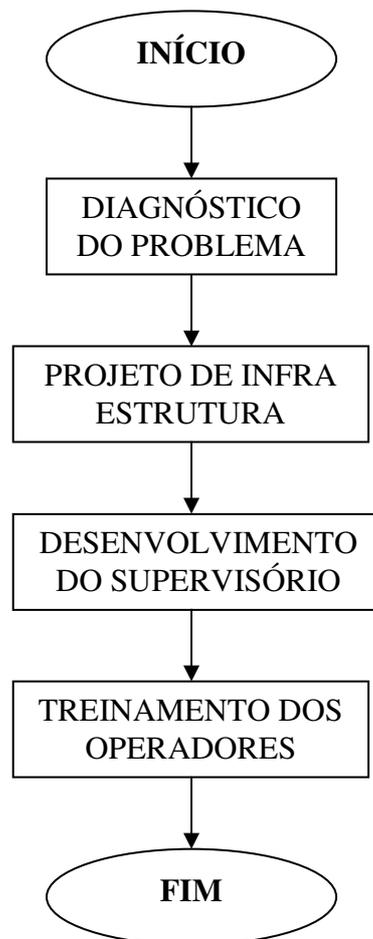


Figura 7 – Fluxograma de Etapas

3.1 DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

Como visto no item 1.1 e devido a alguns problemas com multas por demanda excedida e fator de potência fora de padrão, já que a empresa não possui sistema próprio para gerenciamento de energia elétrica, diagnosticou-se a necessidade de monitorar e gerenciar esse tipo de energia. Enfim era necessário um sistema onde se poderia controlar o problema, e com isso diminuir custos e evitar tais multas.

3.2 PROJETO DE INFRA ESTRUTURA

O sistema é composto por multimedidores digitais de energia elétrica, onde são acoplados a uma rede com um supervisor para captação dos dados dos medidores, tais como: consumo de energia, demanda, tensão e corrente.

Alguns medidores possuem uma ferramenta chamada qualidade de energia, esta ferramenta é utilizada para medição de harmônicos, *sags*, *swells*, *flicker's* e dados referentes à qualidade de energia. Pretendendo com isso auxiliar na redução de custos de energia e auxiliar na monitoração de dados referentes ao comportamento de energia elétrica na planta *PSA Peugeot Citroën* de Porto Real.

Para isso serão instalados medidores da família *ION6200* (POWER, 2004a), medidores fabricados pela *Power Measurement*, tais medidores são interligados utilizando uma porta de comunicação RS-485 via protocolo *Modbus RTU*. Na planta fabril estão dispostos outros medidores já instalados, os mesmos serão interligados a nova rede de medidores e suas informações estarão disponíveis no supervisor.

Pretende-se com isso obter todas as informações fornecidas pelos medidores na central de gerenciamento de energia, podendo manusear todos os seus dados via *software* de gerenciamento, traçando metas, gerando gráficos e tabelas de consumo, perfil de carga, qualidade de energia e todas as grandezas de energia medidas.

O projeto interliga todos os medidores existentes na fábrica dividindo-os em áreas:

- **Casa de Comando:** é onde estão os medidores da concessionária de energia e toda medição da fábrica, interligado 6 medidores de faturamento de grande porte *ION8300* (POWER, 2004b) fabricação *Power Measurement*. Os medidores são interligados em 2 frentes, principal e retaguarda, sendo 3 equipamentos principais e 3 retaguarda, a fábrica tem 3 linhas de alimentação, cada linha com 2 medidores;
- **SAD/Administração:** setor administrativo da fábrica compõe um medidor *Diris Socomec* com comunicação *modbus* (Socomec, 2005);

- **Chaparia:** 3 medidores *Diris Socomec* com comunicação *modbus* (Socomec, 2005);
- **Montagem:** 4 medidores *Diris Socomec* com comunicação *modbus* e 2 medidores *PM500* da *Schneider Electric* também com comunicação *modbus* (SCHNEIDER, 2005);
- **Pintura:** 4 medidores *Diris Socomec* com comunicação *modbus* (Socomec, 2005);
- **Utilidades:** caso mais crítico onde serão instalados medidores digitais na subestação para controlar e monitorar o comportamento de cada equipamento, por exemplo, *chillers* e compressores de ar. Instalados 18 medidores *ION6200* da *Power Measurement*. (POWER, 2004a).

Depois de instalados e interligados os medidores à rede entra a parte de supervisão, ou seja, o *software* que irá recolher os dados e gerenciá-los.

3.3 DESENVOLVIMENTO DO SUPERVISÓRIO

O *software* utilizado é o *ION Enterprise 5.5* (POWER, 2005), fabricado pela *Power Measurement*, é um *software* próprio para gerenciamento de energia. Ele possui ferramenta para buscar dados em *modbus*, assim permitindo visualizar os dados dos outros medidores que já estavam instalados na planta fabril. Com isso será possível adotar métodos e estratégias para aumentar a eficiência energética da fábrica, bem como na eliminação de desperdícios de energia elétrica na planta.

A programação dos medidores para aquisição de dados foi feita por uma linguagem envolvendo blocos lógicos, nele possuem blocos prontos de demanda, blocos aritméticos, blocos de portas lógicas, todos específicos do *software*, a confecção das telas também é uma linguagem própria do mesmo, com *links* próprios e telas próprias algumas já prontas como gráficos. Os relatórios são arquivos em *Excel*, com isso é possível configurá-los diretamente no *Excel*, todos os relatórios foram configurados no padrão do cliente.

A configuração do sistema foi efetuada junto com o *start-up* do sistema, pois o *software* só pode ser utilizado com medidores *on-line*, então a confecção de telas e programação dos medidores foi feita exclusivamente em campo.

Com o *software* é possível buscar todos os dados disponíveis nos medidores e também utilizar as ferramentas específicas disponibilizadas pelos mesmos, por exemplo: caso o medidor possua uma saída digital, é possível programar a mesma para efetuar um desligamento de carga, caso a demanda esteja excedendo o limite contratado, assim, a empresa não corre o risco de pagar uma multa por demanda excedida, ou então programar a saída para controlar o fator de potência atuando no desligamento ou religamento de banco de capacitores. Apesar do *software* ser específico para gerenciamento de energia elétrica, por possuir ferramenta de aquisição de dados *modbus*, possui grande facilidade para gerenciar qualquer equipamento que utilize este protocolo, isso agrada muito, pois a possibilidade de expansão que o *software* possui permite que sejam integrados ao sistema já implantado outros sistemas, por exemplo: um sistema de refrigeração ou ar condicionado, enfim, qualquer tipo de sistema que utilize comunicação em *modbus*, basta programá-lo especificamente ao que se destina.

3.4 TREINAMENTO DOS OPERADORES

Depois de finalizado o projeto, foi confeccionado um material de apoio para os operadores e efetuado um treinamento para que os mesmos pudessem operar o sistema corretamente.

No treinamento foi ministrada toda rotina de configuração e operação do sistema, por exemplo: como configurar novos medidores e novos relatórios.

Nessa etapa traçou-se uma rotina de *backup* para o banco de dados, para que o banco não excedesse seu limite, o que faria com que o supervisório funcionasse incorretamente ou ficasse lento. Aqui também foi apresentado aos gerentes eventuais benefícios trazidos pelo sistema.

4 PROJETO DE INFRA ESTRUTURA

Para elaborar esse projeto foram utilizados medidores multidigitais, em rede RS-485 via protocolo *MODBUS RTU*. A planta é dividida por áreas (Chaparia, Montagem, Administração/SAD, Pintura, Utilidades e Casa de Comando), onde são alocados os medidores digitais de energia, interligados entre si, estes receberão os sinais dos TC's (Transformadores de Corrente) e TP's (Transformadores de Potência). As áreas são interligadas por meio de conversores de rede RS-485/*Ethernet* ou Fibra Óptica/*Ethernet* dependendo da distância da área onde está localizada. A topologia descrita para esse sistema de gerenciamento está ilustrada na figura 8:

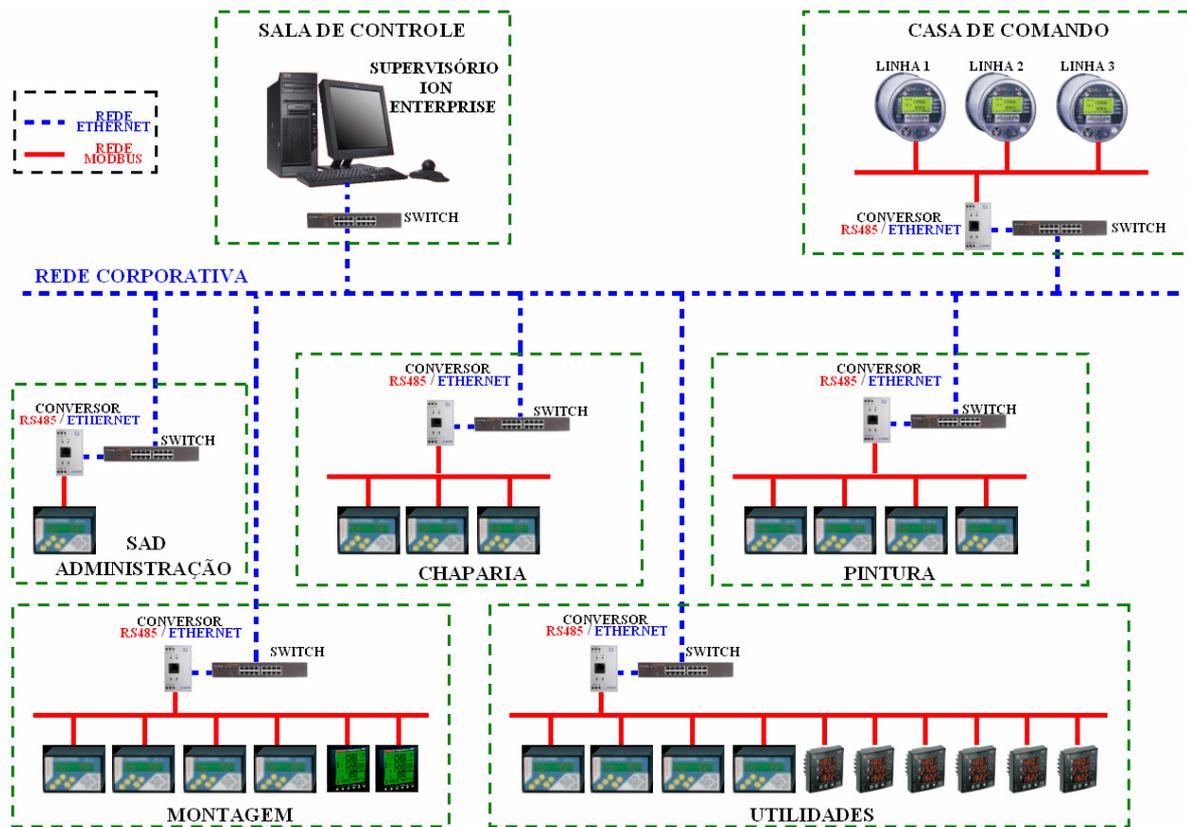


Figura 8 – Topologia Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica PSA

Os conversores são interligados a *switches* que enviam os dados via *Ethernet* até o computador central na sala de operações onde está o supervisório desenvolvido para adquirir e processar os dados dos medidores distribuídos pela planta fabril.

Os equipamentos utilizados tanto para *software* quanto estrutura física são:

- 18 medidores de energia elétrica, modelo *ION6200* (Fabricante: *Power Measurement*); (POWER, 2004a).
- 06 medidores de energia elétrica, modelo *ION8300* (Fabricante: *Power Measurement*); (POWER, 2004b).
- 06 módulos conversores GM-06 (*RS-485-Ethernet*) (Fabricante: *Helmut Mauell*);
- 1400 m de cabo eletrônico *Fisabyte* (Fabricante: *Furukawa*);
- 600 m de fibra óptica multimodo – 12 fibras (Fabricante: *MRT. CABLE*);
- 06 *Switches* de 16 portas com entrada para fibra óptica (Fabricante: *Surecom*);

Foi verificado na planta fabril que já existiam medidores digitais instalados onde poderiam ser retirados dados e enviados para o supervisor via protocolo de comunicação *modbus*, como os medidores são instalados nos cubículos das subestações houve necessidade de instalar outros medidores, onde se optou por instalar o modelo *ION6200* (POWER, 2004a) da família *Power Measurement* mesma fabricante do *software*, com isso esse medidores automaticamente seriam colocados na rede.

Para os medidores de entrada de linha também optou-se pelo *ION8300* (POWER, 2004b) também do mesmo fabricante do *software*, porém esses medidores são medidores de grande porte e possibilitam faturamento pela concessionária.

A infra-estrutura foi especificada após esboço da rede e levantamento das distâncias entre as áreas, com isso foram passados cabos 2 vias blindados para distâncias médias até 500m e fibra óptica para as distâncias maiores de 500m, onde seriam colocados conversores Fibra Óptica/*Ethernet* e RS-485/*Ethernet* de acordo com a conversão identificada.

Todos os medidores estão interligados na rede corporativa, onde existe um servidor que gerencia os dados obtidos por esses medidores.

A dificuldade de acesso na infra-estrutura foi um grande empecilho, grandes distâncias para lançamento de cabos, horários de parada de produção para poder efetuar o serviço com as fibras ópticas, tudo superado para que pudesse assim colocar para funcionar o sistema de gerenciamento de energia elétrica.

4.1 INTERLIGAÇÃO DOS MEDIDORES

A interligação dos medidores em rede foi feita em passos distintos, pois já existiam medidores de energia na planta, então teriam que contemplar nessa rede tanto os medidores existentes, quanto os novos. Utilizando-se do protocolo *modbus* pela interface RS-485, efetuou-se essa interligação. Os medidores já existentes são da marca *Diris Socomec* e possuem comunicação via protocolo *modbus*, para esses medidores que já estavam instalados, mudou-se o endereçamento *modbus* e efetuou a interligação dos mesmos com cabos blindados 2 vias pela interface RS-485 de cada um deles.

Cada área distinta possui seus próprios medidores, tais medidores são interligados à rede corporativa mediante conversores de protocolo RS-485/*Ethernet*. Porém um caso a parte, entre montagem e chaparia, foi efetuado o lançamento de 6 pares de fibras ópticas multimodo, devido esse trecho ser um ambiente muito ruidoso e a distância do trecho ser mais extensa na ordem de 800m, neste caso foi utilizado conversores de rede *Ethernet*/Fibra Óptica para interligação a rede corporativa.

No caso dos novos medidores, são eles os modelos *ION6200* (POWER, 2004a) e *ION8300* (POWER, 2004b) do fabricante *Power Measurement*. Os primeiros foram instalados na área de utilidades, estes medidores estão interligados em cubículos distintos que precisam ser monitorados separadamente devido ao seu grau de importância, estes cubículos contemplam ar condicionado, compressores, *chillers* e refrigeração. O segundo modelo foi instalado na casa de comando para medição das linhas de alimentação da fábrica, estes medidores são de propriedade

da concessionária, eles são medidores de grande porte onde é efetuada a leitura do consumo de energia da planta fabril.

Já os medidores *ION6200* são de pequeno porte e foram instalados e configurados localmente após ter sido efetuada a passagem e adequação de cabos nos 4 cubículos dispostos no setor de utilidades.

A instalação dos medidores nessa área foi por meio de cabos 2 vias blindado, utilizando-se da porta de comunicação RS-485 pelo protocolo *modbus*. Os medidores foram interligados e sua interligação enviada a um conversor RS-485/*Ethernet*, onde os mesmos foram interligados a rede corporativa da empresa para acessar os respectivos dados pelo supervisor. A configuração dos medidores após alimentados, se dá pelas teclas de *setup* localizadas no mesmo (POWER, 2004a), como indica a figura 9:



Botões de Setup

Figura 9 – Botões de Setup ION6200

Para entrar no modo de configuração do medidor utiliza-se a tabela 3:

Modo	Botão	Função
<p>Modo de Seleção de configuração</p>  <p>ACESSE o modo de seleção, pressionando os botões Para Cima e Para Baixo ao mesmo tempo e mantendo pressionado por 2s.</p> <p>SAIA do Modo de Seleção com a mesma seqüência de botões.</p>		Move para parâmetro anterior na configuração do medidor
		Move para parâmetro seguinte na configuração do medidor
		Acessa o modo de edição da configuração para configurar o valor do parâmetro visualizado

Tabela 3: Modo de seleção de configuração do ION6200

Utilizando esse método configura-se no medidor de energia:

- Tipo de Ligação: se a ligação é monofásica, trifásica com 3 fios ou 4 fios e delta.
- TP's: Configuração da escala dos TP's primário e secundário.
- TC's: Configuração da escala dos TC's primário e secundário.
- Polaridade: Configuração da polaridade das tensões e correntes
- Demanda: Configuração do intervalo de demanda e o período da mesma.
- Comunicação: Configuração de protocolo de comunicação, endereço de comunicação do equipamento e velocidade de transmissão.
- Saídas Digitais: Configuração das saídas digitais do medidor, essas saídas podem ser configuradas para desligar cargas, acionar alarmes, entre outras.

5 DESENVOLVIMENTO DO SUPERVISÓRIO

Para efetuar a supervisão e monitoramento de grandezas elétricas foi utilizado o *software ION Enterprise 5.5* (POWER, 2005) da *Power Measurement*, mesmo fabricante dos medidores envolvidos no sistema.

O *ION Enterprise* é um sistema completo de informações que trabalha em rede cliente-servidor, o que possibilita uma ampla faixa de monitoramento, controle e gerenciamento de energia. (POWER, 2004b).

O *software* obtém dados dos diversos equipamentos distribuídos pelo sistema e os gerencia em um ou mais computadores que também podem fazer parte deste sistema.

Este *software* opera sobre a plataforma “*Terminal Server*” do *Windows* 2000 ou XP o que permite multi-sessões e multi-usuários para acessos a aplicativos do *software*. Qualquer computador que possua um *browser* padrão pode ter completo acesso às funcionalidades do mesmo. (POWER, 2004b).

Uma rede *ION Enterprise* típica consiste de um ou mais equipamentos inteligentes (medidores de energia básicos, monitores multi-funções, analisadores, equipamentos de controle ou relés), e uma rede de computadores sobre plataforma *Windows*, ou seja, tem possibilidade de expansão para outros tipos de medições não apenas grandezas elétricas.

O *software ION Enterprise* é composto de diferentes tipos de componentes: interfaces com usuário, serviços e bancos de dados. Nessas componentes estão contemplados ferramentas de visualização / monitoração, relatórios e configuração. (POWER, 2004b).

5.1 VISUALIZAÇÃO / MONITORAÇÃO

A ferramenta de visualização / monitoração apresenta o sistema de uma forma gráfica permitindo que visualize em tempo real os dados dos medidores e das grandezas armazenadas no banco de dados, essa ferramenta é customizada de acordo com a necessidade do cliente. Nela são inseridas as informações que serão visualizadas e monitoradas, possuem também diagramas funcionais padrões já

inseridos no programa, por exemplo, diagramas de compensação de perda, e monitoramento de tensões na entrada dos cubículos, o restante do supervisório é estruturado de acordo com a necessidade. As figuras e métodos a seguir ilustram a navegação e monitoração do *software* desenvolvido para este projeto.

Ao iniciar o supervisório é necessário entrar com usuário e senha para acessar a interface gráfica do *software*. Com isso tem-se uma tela inicial mostrando a planta fabril, onde cada um dos blocos é um *link* para cada área e suas respectivas telas com suas medidas e peculiaridades, conforme figura 10.



Figura 10 – Tela Inicial do Supervisório

A partir dessa tela o usuário tem a possibilidade de navegar pelo supervisório, ao clicar em cada um dos blocos, automaticamente o usuário é dirigido a uma tela com as medidas e informações respectivas de cada bloco.

Nesta tela existe ainda um botão de “Fator de Potência” e outro de “Demandas”, onde habilita o acesso há um diagrama unifilar com as respectivas medidas por área.

O fator de potência e a demanda são monitorados nos medidores instalados em cada área, como mostram as figuras 11 e 12:

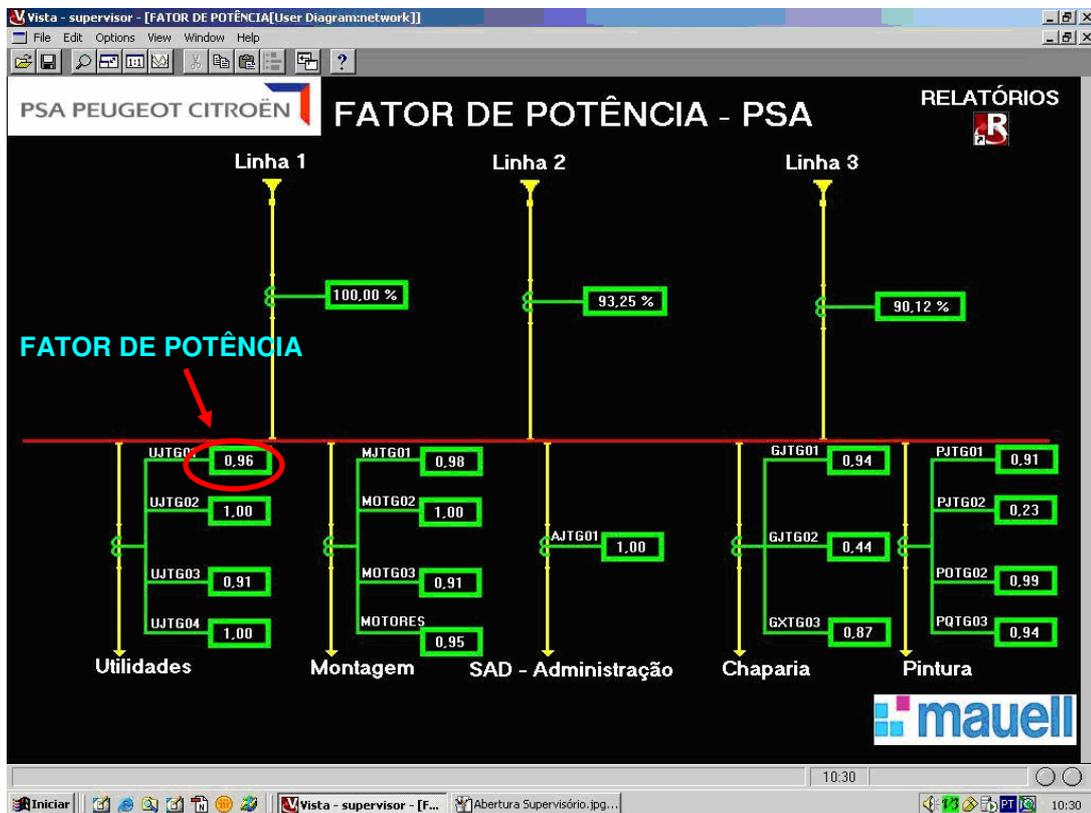


Figura 11 – Tela Fator de Potência

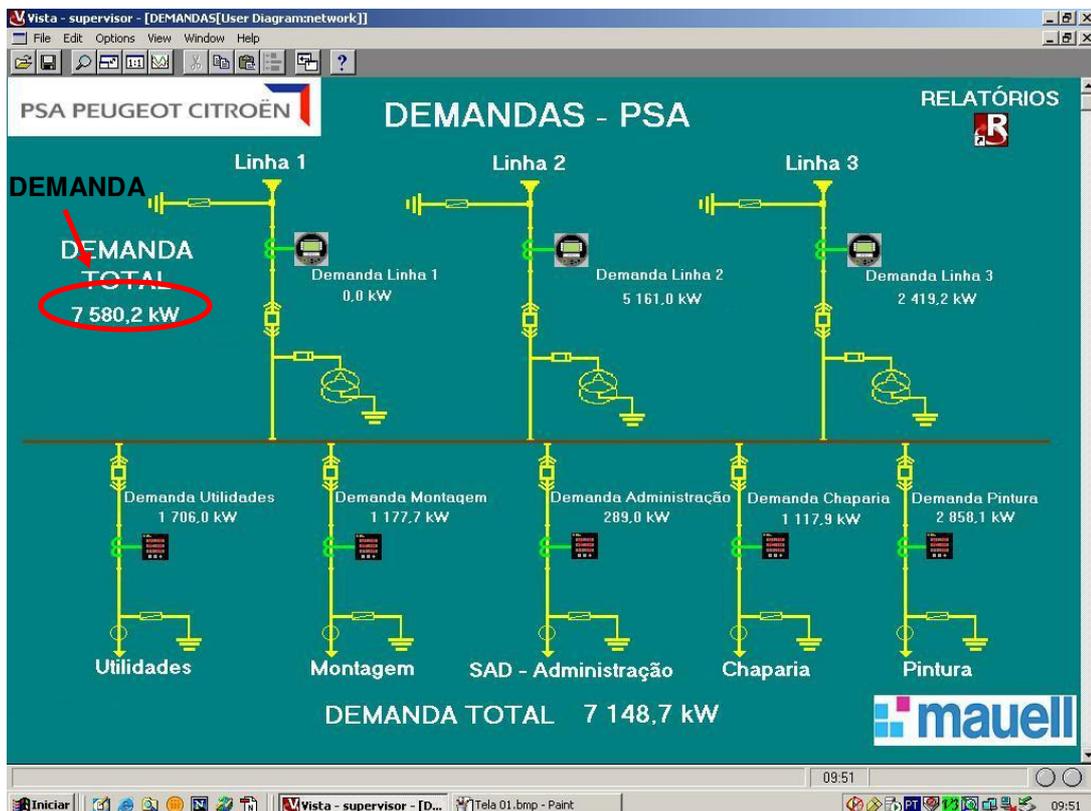


Figura 12 – Tela Demandas

Na tela inicial como mostrado na figura 9, estão dispostos os prédios da planta fabril, denominados áreas, ao clicar em cada um dos prédios, tem acesso a tela da respectiva área, composta pelo diagrama unifilar da área e com seus respectivos medidores, conforme a figura 13.

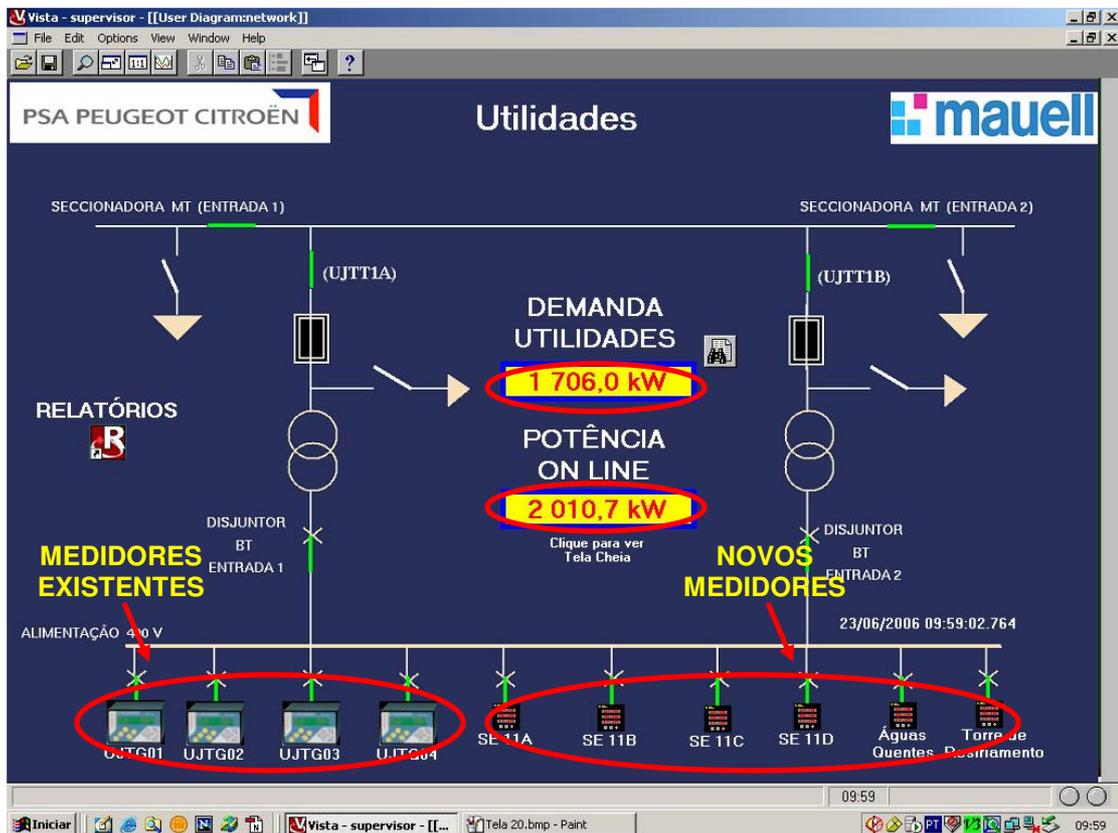


Figura 13 – Tela Inicial Áreas

Nesta tela está disposto o diagrama unifilar da área, demonstrando os medidores e sua respectiva identificação junto ao painel em que está disposto na subestação. Também podemos verificar *displays* com medidas de demanda da área e a potência *on-line*. No campo de potência *on-line* possui uma observação para clicar no *display*, com isso tem acesso a uma tela onde um gráfico de potência x tempo é mostrado, conforme a figura 14.

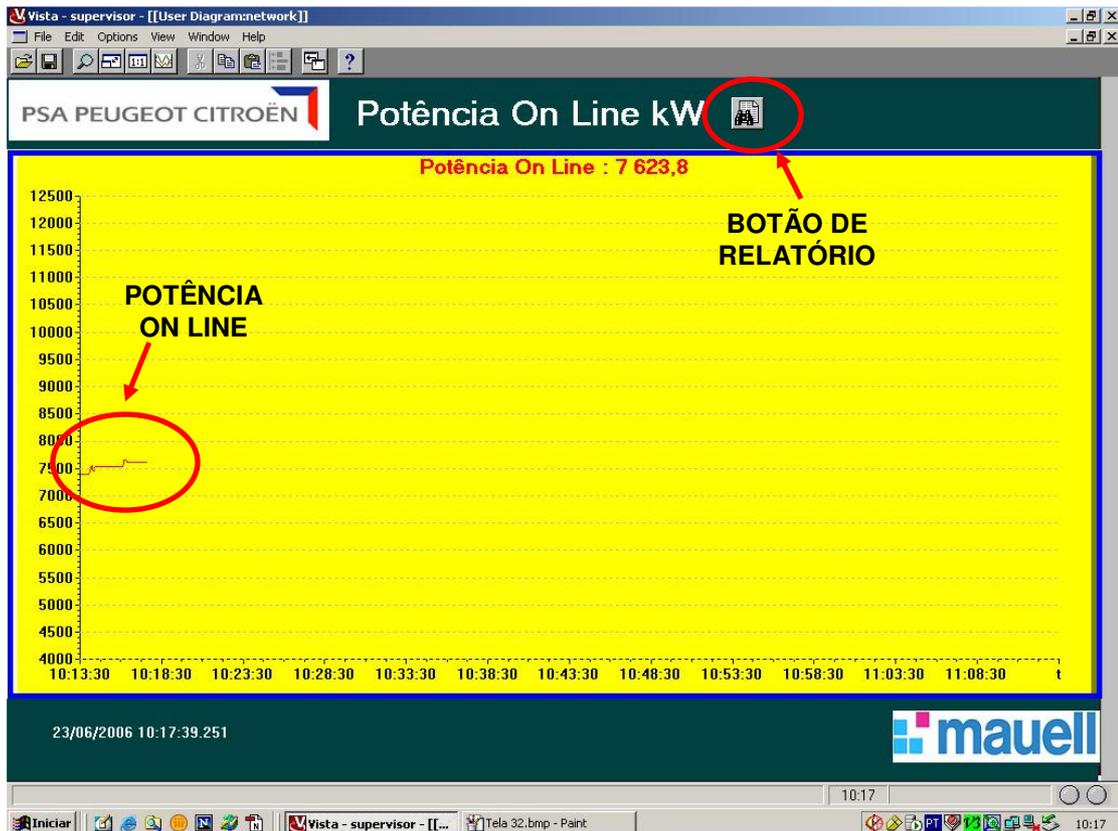


Figura 14 – Tela Potência *On-Line*

Nesta tela observa-se a potência *on-line* graficamente, nota-se também um botão em formato de binóculo não só nessa tela como em todas as outras que possuem medidas, esse botão é um botão de relatório onde estão dispostas as medidas a cada 15 minutos.

Na tela principal da área (Figura 13), observa-se no unifilar os medidores e a sua denominação ou código que é disposto na subestação, esse código é dado pela empresa. Cada medidor é um *link* que pressionado dispõe uma tela onde é possível observar as medidas correspondentes ao medidor. Nota-se tipos diferentes de medidores, os já existentes e os que foram instalados recentemente, cada um tem sua especificidade. Os já existentes são conectados por protocolo *modbus*, são configuradas as medidas pertinentes ao sistema como tensão, corrente potência, energia e demanda, e essas medidas são disponibilizadas como mostra a figura 15.

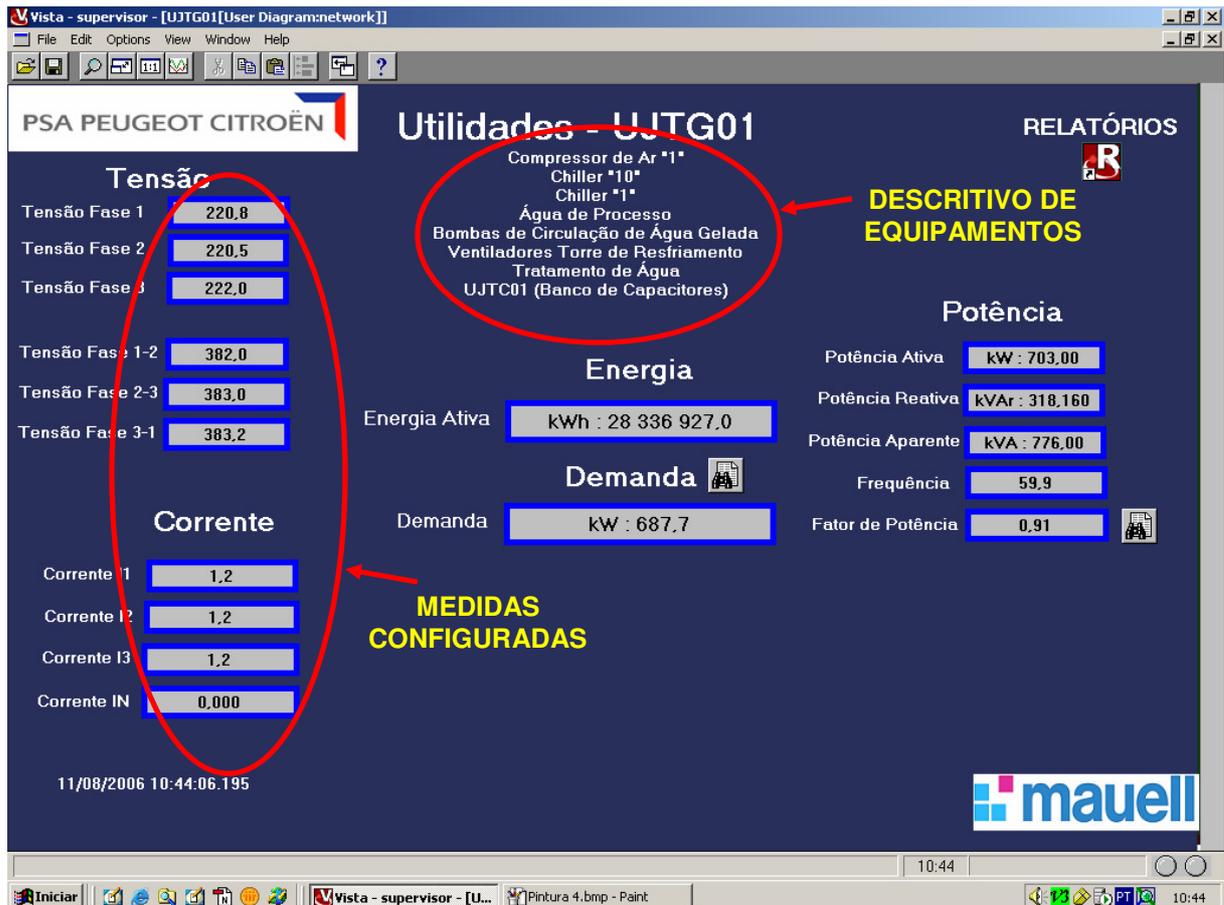


Figura 15 – Tela Inicial Medidores Existentes

As medidas configuradas são dispostas em *displays*, contendo o botão de relatório para principais medidas, contém também descritivo dos equipamentos ligados ao instrumento em questão.

Os novos medidores possuem diagrama padrão por serem do mesmo fabricante do *software*. Com isso são dispostos em formato diferente dos medidores existentes como mostra a figura 16. Nos *displays*, estão apenas algumas medidas principais, no entanto cada botão em formato de medidor é um *link* para o diagrama padrão do medidor correspondente, tal diagrama é demonstrado na figura 17.

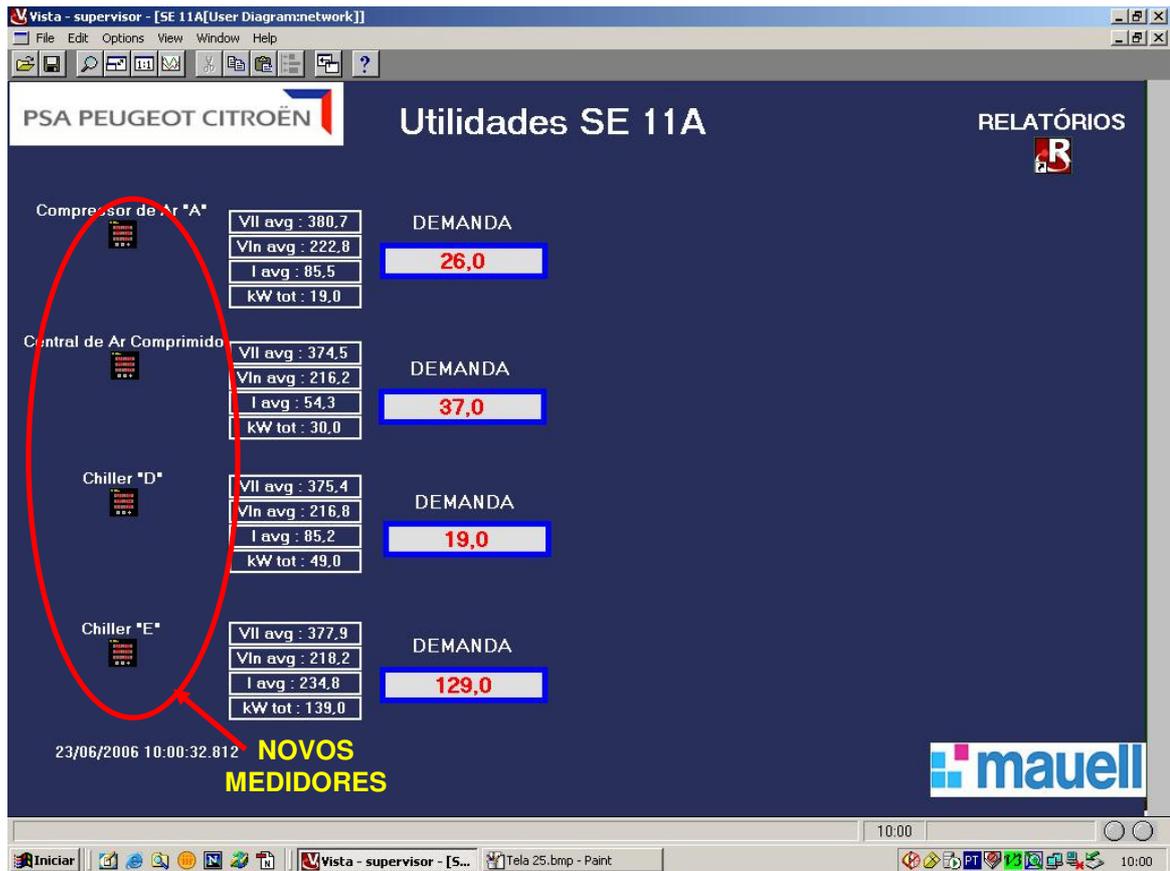


Figura 16 – Tela Inicial Novos Medidores

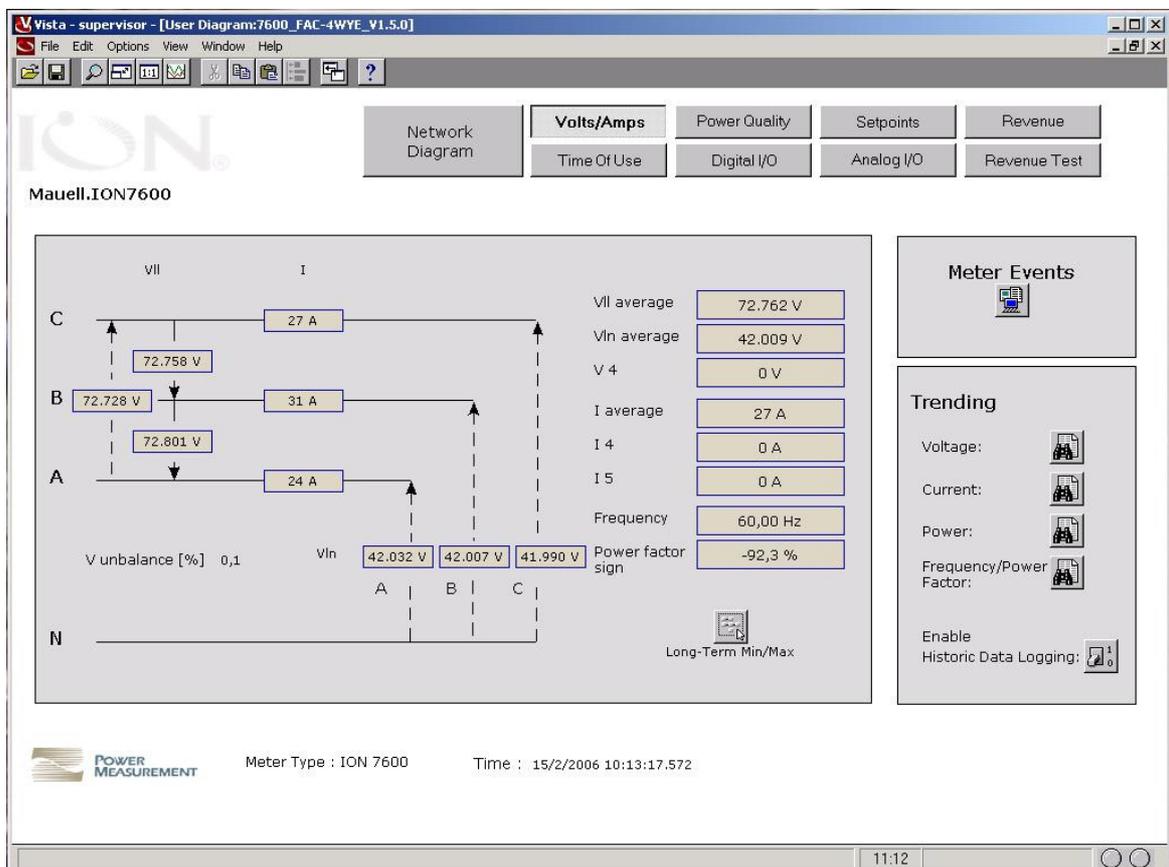


Figura 17 – Tela Diagrama Padrão

5.2 RELATÓRIOS

Existe uma ferramenta que permite ao usuário criar relatórios de dados usando o *Microsoft Excel*. Alguns relatórios são pré-configurados e já estão incluídos no *software* como *Power Quality* (Qualidade de Energia), *Load Profile* (Perfil de Carga), *Energy and Demand* (Energia e Demanda). Outros relatórios podem ser facilmente criados e configurados. Esta ferramenta está disposta em todas as telas no ícone relatórios, onde pressionando o botão tem acesso ao *ION Reporter* como mostra figura 18, onde serão configurados tais relatórios.



Figura 18 – Tela *ION Reporter*

Nessa tela existem os relatórios já pré-configurados, e as ferramentas para adicionar e editar novos relatórios. Tais relatórios utilizam *Microsoft Excel*, portanto os relatórios são todos configuráveis nessa ferramenta. Os relatórios são salvos como arquivos de *Excel* numa pasta do computador chamada *templates*, lá é possível efetuar qualquer modificação, a modificação já estará disponível quando for gerado o próximo relatório. Assim os relatórios são customizados nos padrões exigidos pela empresa, como mostrado nas figuras 19 e 20.

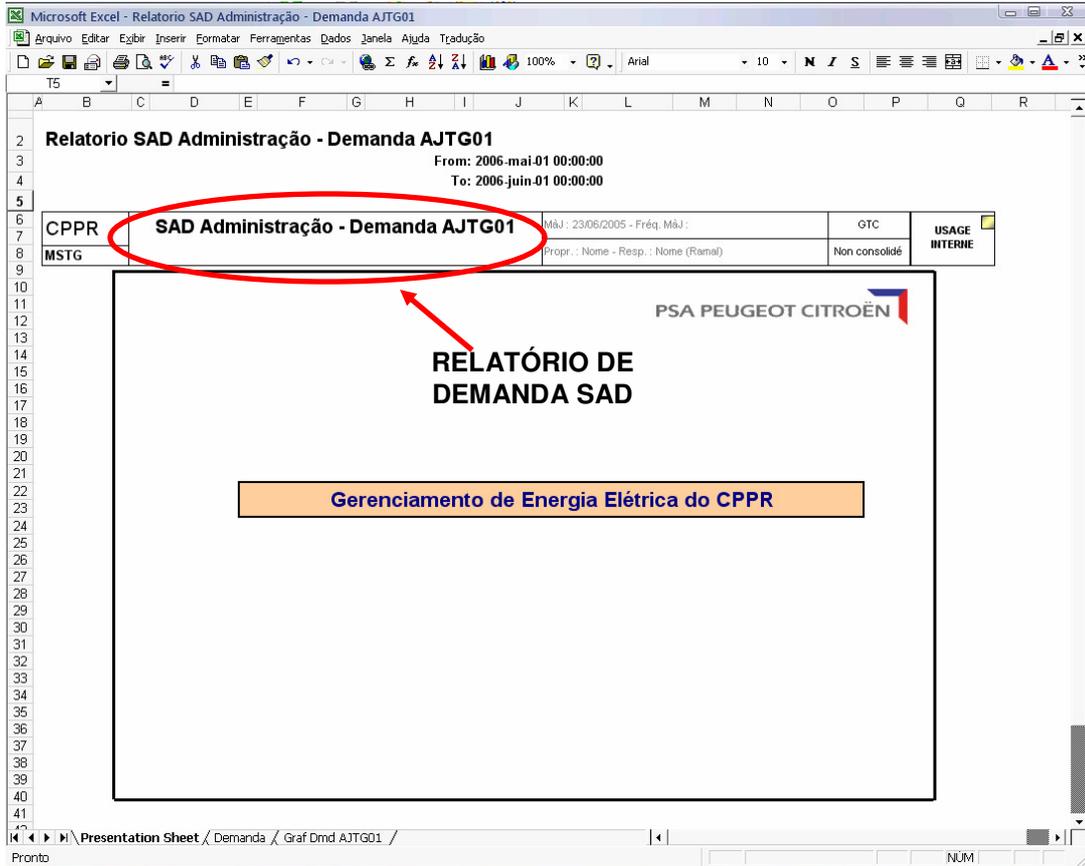


Figura 19 – Tela Inicial Relatório Configurável

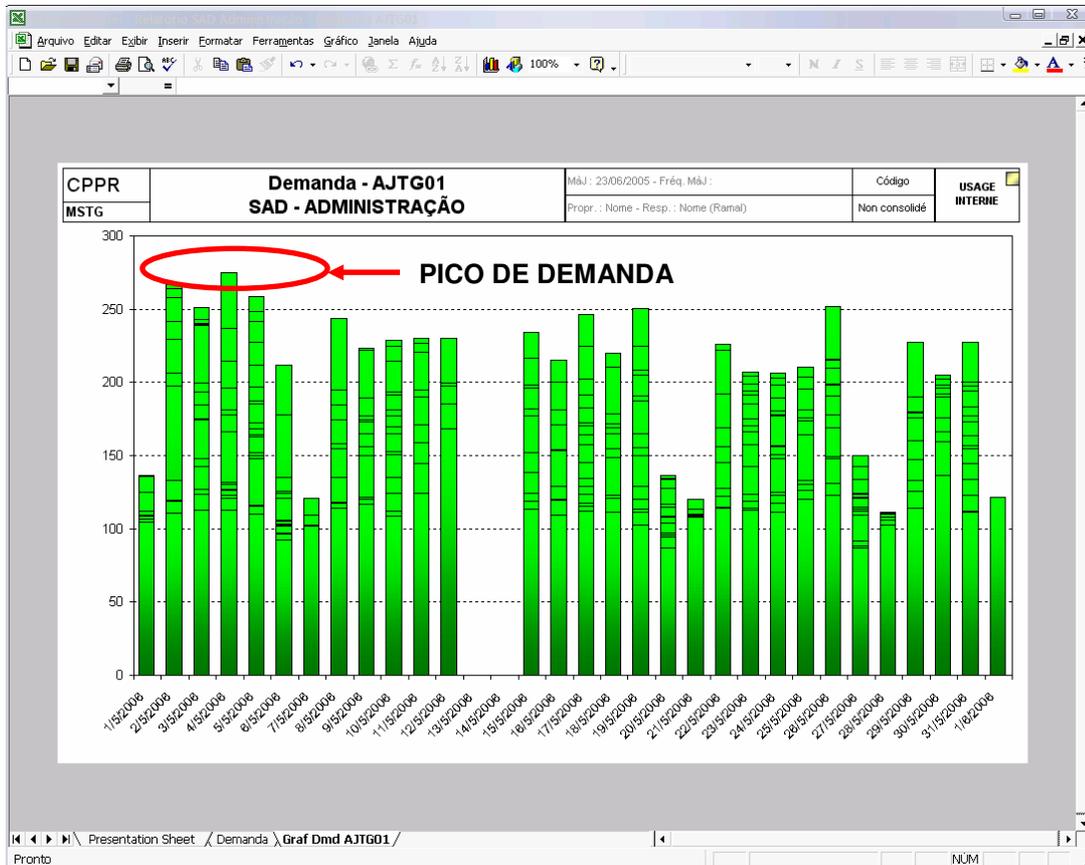


Figura 20 – Tela Gráfico Relatório Configurável

5.3 CONFIGURAÇÃO

Para configuração dos equipamentos da rede de medidores, são utilizadas 3 ferramentas de configuração, *Management Console*, *ION Designer* e *Tibbo*. O *Management Console* possibilita construir uma rede de medidores no *ION Enterprise* que reflete a maneira que a rede física está montada de maneira que o *software* comunique com todos os dispositivos. A rede é criada usando *sites*, *servers*, *modems* e *devices* (medidores) que podem ser adicionados, removidos, configurados ou duplicados como mostra figura 21. Este *software* é a ferramenta de inserção e configuração de comunicação dos equipamentos envolvidos na rede.

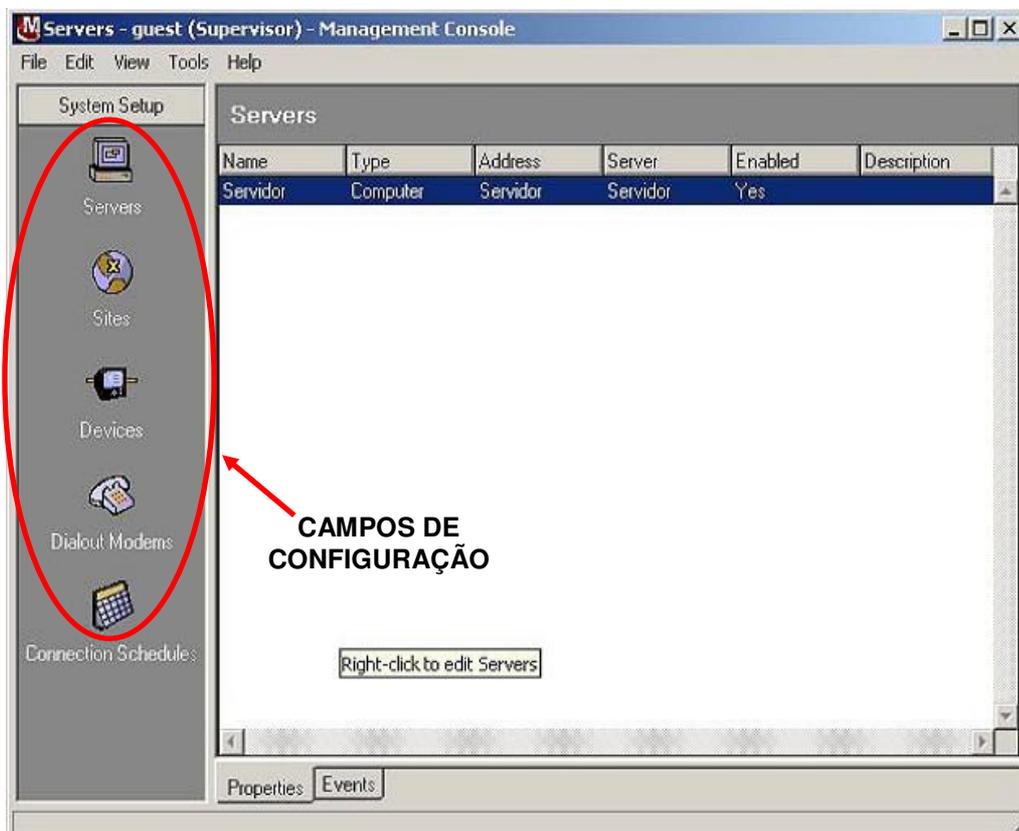


Figura 21 – Tela *Management Console*

Os campos de configuração no *Management Console*, são os seguintes:

- *Servers* onde é configurado o servidor, onde o aplicativo estará instalado.
- *Sites* onde são configuradas ferramentas de comunicação, por exemplo, se o equipamento for comunicar-se serialmente configura-se a porta de comunicação que este irá utilizar, se o equipamento for

comunicar-se via *ethernet*, configura-se o endereço IP do equipamento correspondente.

- *Devices* onde são inseridos os equipamentos com seu devido código e modelo, padronizado no *software* ou configurado via protocolo *modbus*, aqui também é configurado seu *site* correspondente, ou seja, como o equipamento irá se comunicar com o supervisor, por exemplo, serialmente ou via *ethernet*.

A outra ferramenta citada e utilizada é o *ION Designer*, essa ferramenta é utilizada para configurar dados específicos dos equipamentos e efetuar a programação do mesmo, ou seja, essa é a ferramenta de programação utilizada para o projeto. Além de configurar os equipamentos da rede, é nesse *software* que o banco de dados utilizado é configurado.

Por se tratar de um sistema onde já existiam alguns medidores em rede, a dificuldade encontrada foi interligá-los para que o supervisor pudesse ler e gerenciar seus dados, pois os medidores não possuem memória de massa então a solução foi montar um medidor virtual (*VIP*) pra cada equipamento, ou seja, no próprio servidor foi desenvolvida uma programação de um medidor virtual onde obtém os dados necessários dos medidores interligados via protocolo *modbus* e forma-se uma memória virtual no próprio servidor, isso tudo programado pelo *ION Designer*, como mostra figura 22.

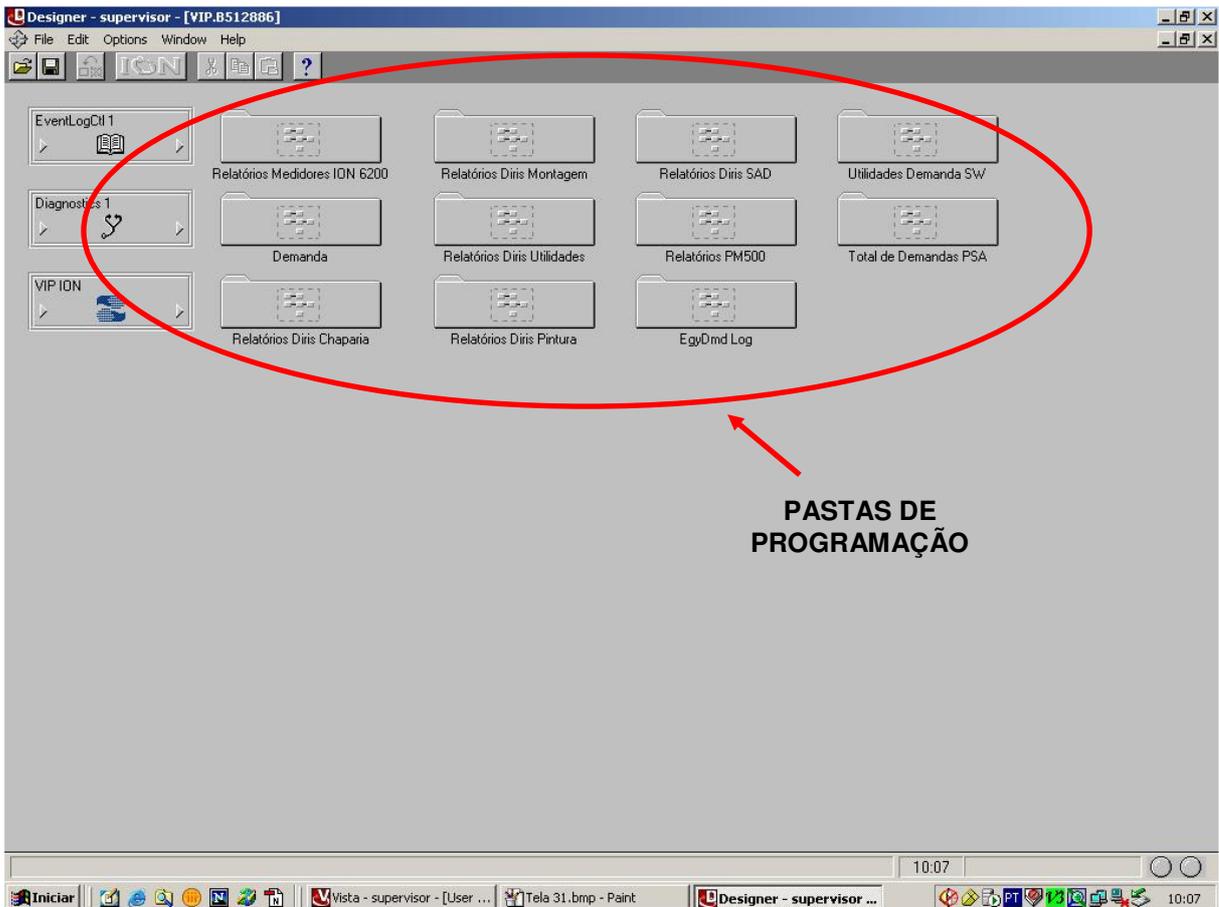


Figura 22 – Tela ION Designer

A linguagem de programação utilizada, é uma linguagem específica do software, são blocos padrões para gerenciamento de energia elétrica, esses blocos são inseridos no *ION Designer* e neles configurados as medidas a serem utilizadas pelo medidor virtual utilizado. A figura 23 é um bom exemplo da linguagem de programação utilizada.

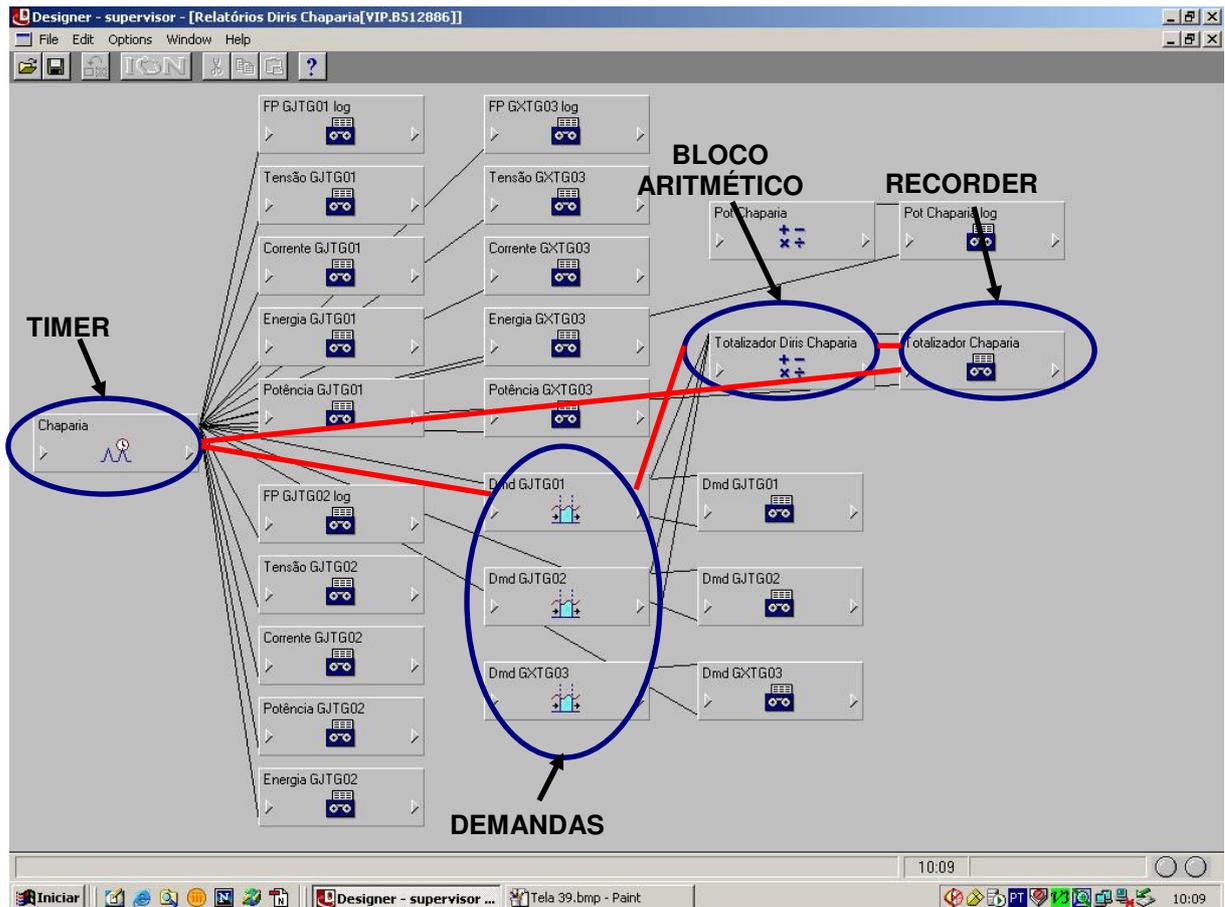


Figura 23 – Tela Linguagem de Programação

Observa-se na figura 23 uma seqüência de programação onde se tem um bloco de *timer*, na qual a função é configurar um tempo para que a função do bloco interligado a ele ocorra, ou seja, esse bloco envia um pulso de início de ciclo, é configurado um tempo para o mesmo, terminado o tempo envia-se outro pulso onde aciona a função do bloco seguinte, no caso do exemplo os blocos são de demanda e o *recorder*. O bloco de demanda é um bloco específico para essa medida, esse bloco recebe o valor de potência total e por uma função integral interna no bloco registra o valor da demanda de acordo com o *timer* interligado no mesmo, aqui o *timer* configurado no bloco anterior é de 15 minutos, ou seja, a cada 15 minutos a função de demanda é acionada e registra um valor.

No exemplo tem-se 3 **blocos de demanda**, que são as demandas dos medidores da área especificada, para obter a demanda da área é necessário somar as demandas, portanto é inserido e configurado um **bloco aritmético** onde por uma função de adição configurada internamente, esse bloco efetua a soma das demandas especificadas. O resultado dessa soma é enviado a um **recorder**, bloco que faz o registro das medidas no banco de dados, esse bloco registra de acordo

com **timer** especificado o valor das medidas enviadas ao mesmo, no exemplo temos o valor de demanda total que é registrado no banco de dados a cada 15 minutos conforme configurado no **timer** interligado no bloco. Esse valor está gravado no banco de dados e pode ser chamado no supervisor e nos relatórios.

O banco de dados do *software* compreende a memória de massa dos medidores que já possuem e a memória virtual configurada pelos *recorders* do *ION Designer*.

O *Tibbo* (TIBBO, 2005) é o *software* utilizado para configurar as portas de comunicação utilizadas na configuração dos *sites* no *Management Console*, este *software* cria portas de comunicação virtuais podendo assim utilizar-se de uma comunicação serial por meio de um conversor RS-485/*Ethernet*, que é o que acontece no projeto já que os medidores possuem protocolo *Modbus RTU*. Para criar portas virtuais basta utilizar-se de uma ferramenta do *Tibbo* chamada *Connection Wizard* como mostra a figura 24.

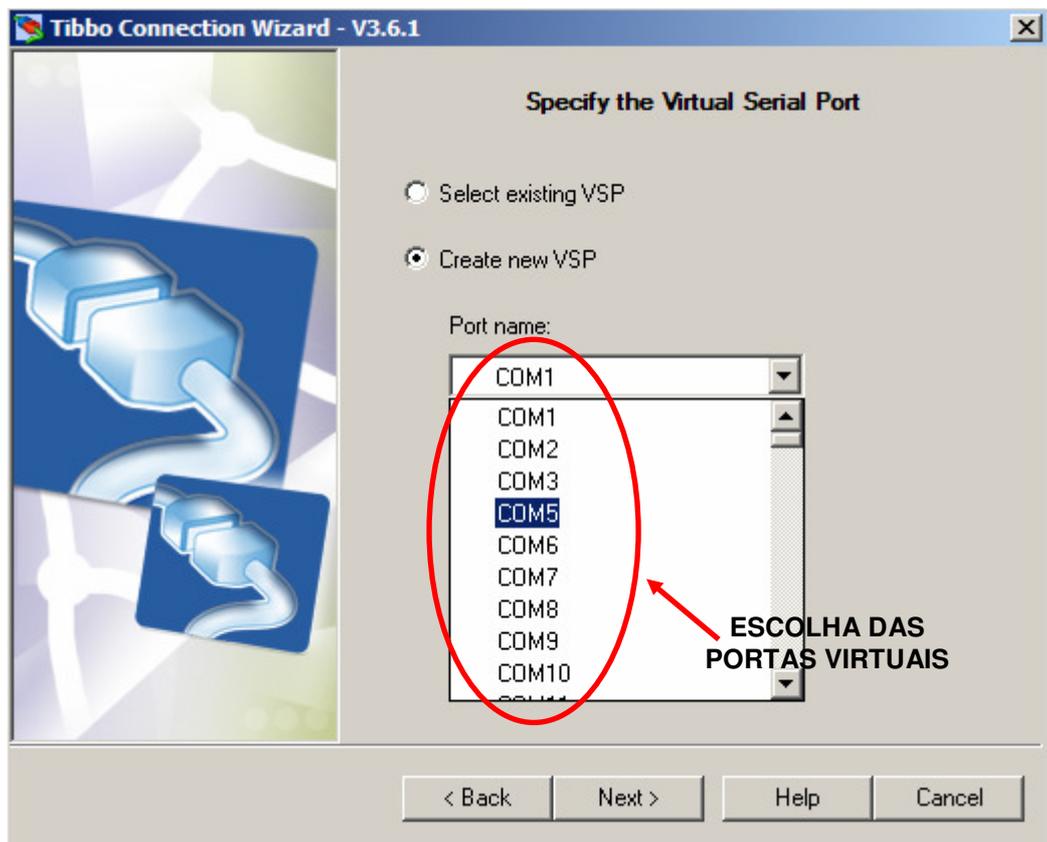


Figura 24 – Criação de Portas Virtuais

Após criar a porta de comunicação serial efetua-se o link com o conversor RS-485/*Ethernet* através de outra ferramenta da *Tibbo* o *DS Manager* como mostra a figura 25, nesse caso o equipamento está com o endereço *IP* válido em rede e com o *link* efetuado será transformado em uma porta de comunicação serial.

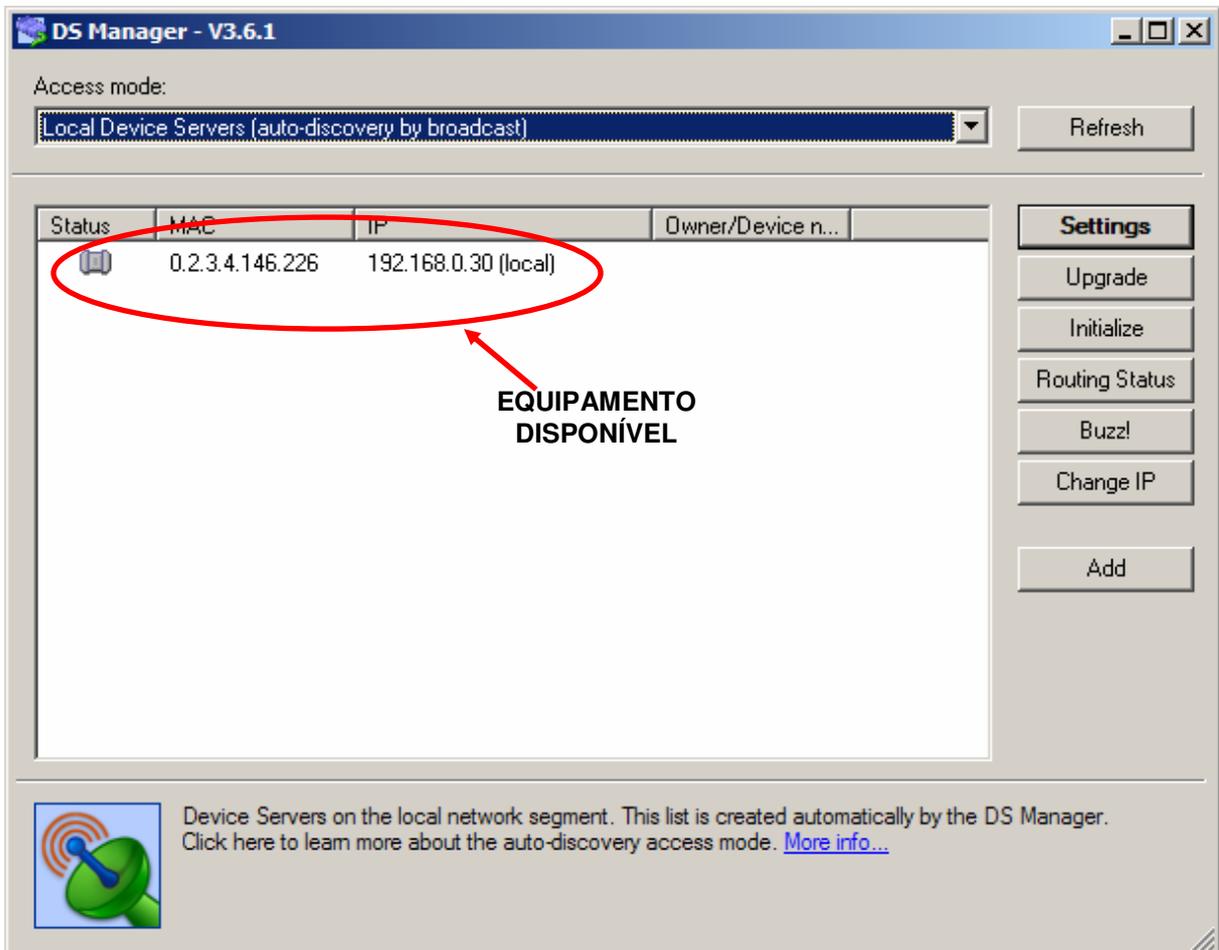


Figura 25 – *Link* do conversor RS-485/*Ethernet*

Após a configuração da porta virtual, o equipamento comunica-se serialmente com o supervisor, portanto a configuração feita pelo *Management Console* é serial.

5.4 FUNCIONALIDADES DO SUPERVISÓRIO

No processo industrial de manufatura, o custo e a qualidade da energia são de grande impacto na sua operação de ganho. A energia sempre afeta o giro de caixa, eficiência operacional e o gerenciamento dos serviços. Nos processos industriais uma grande quantia de energia é usada por uma grande variedade de equipamentos em larga escala como fornos, fornalhas, bombas de água, misturadores, motores, processos eletroquímicos.

A Linha de produção pode ser extremamente sensível no que se refere à qualidade de energia.

Existe a necessidade de possuir o controle total do processo sem falhas sobre o tempo, temperatura, fundição e montagem.

Um distúrbio em qualidade pode causar falhas nos equipamentos e uma perda no tempo de produção, mais custos de manutenção e reparos.

O *software* de supervisão ajuda o gerenciamento múltiplo envolvendo aplicações de eletricidade:

- Carga média aplicada: Controle de cargas por meio das entradas físicas dos medidores, reduzindo assim a carga média aplicada.
- Pico do nível de demanda: é quando a demanda ultrapassa a demanda contratada, pode-se utilizar um alarme ou então as entradas físicas para derrubar cargas, por exemplo, desligar compressores que estejam atuando sem ter necessidade.
- *Time-of-day*: Programar cargas para que fiquem atuadas durante um período.
- Fator de carga sobre suas aplicações: Fator de carga ou fator de potência, o software atua nesse item utilizando dos recursos nele existentes para controlar esse fator, desligando cargas e atuando em banco de capacitores para que mantenha o fator de potência num valor estável e entre os limites de aceitação como mostra item 3.4, assim evitando multas.

Pelo *software* pode-se gerenciar todos os contratos de energia com acesso fácil, históricos e projeção dos dados.

- Executar cenários “*what-if*” com medidas alternativas;
- Agregar cargas de multi-equipamentos e fazer o rateio;
- Identificar perda de energia e re-agendamento do horário de pico;

- Controle de Sangria e *start-up* de geradores antes de chegar à demanda contratada;
- Controle do fator de potência correto controlado pelo banco de capacitores ou sincronismo da rotação de motores, geradores entre outros;
- Programas de diminuição de cargas e demanda contratada das concessionárias de energia;
- Aumentar a carga de uma forma correta e confiável;
- Identificar atividades com aumento de energia;
- Remarcar os horários de pico;
- Determinar exatamente o custo da energia para processos específicos, linhas e máquinas.
- Verificar o custo da energia com relação à produção e outros processos múltiplos para tomar a decisão de compra de energia em relação à produção. Por exemplo, se um processo divide energia para produção de componentes menores, talvez seja mais econômico a fabricação externa. Essa análise deve ser levada em consideração, pois a parte que consome mais energia em relação a uma menor pode gerar uma perda grande de produção em relação ao custo da energia.
- Alocação de custos corretamente pela verdadeira energia consumida, especificado separadamente da linha de produção e processos.
- Monitoração automática e alocação dos custos da energia, gás, vapor e condensação de vapor, ar comprimido, água resfriada e perda produtos incluindo efluentes e emissão.

Pode-se utilizar ferramentas para minimizar a perda capital com:

- Controle de custos por planejamento correto da capacidade do sistema de distribuição de energia;

- O site que recebe energia não pode superar o dimensionado para o mesmo em relação a outros equipamentos;
- *Retrofit* ou expansão;
- Traçar a geração de carga para revelar a capacidade não utilizada e corrigir a precisão prevista.

Problemas com a qualidade de energia como os *sags* (afundamento), transientes e harmônicos podem causar uma grande perda nos lucros de produção. Isso pode causar mal funcionamento de máquinas, tempo de parada não programada e mesmo quebra de equipamento.

O custo causado por problemas em qualidade de energia é muito grande, custos esses gerados por material perdido na troca de equipamentos, tempo perdido na produção, nova partida da linha e mão de obra parada. Problemas com qualidade de energia também interrompem toda a seqüência de processos de produção.

O sistema protege os equipamentos e permite um gerenciamento centralizado de múltiplos equipamentos, melhorando a manutenção, de acordo com os passos:

- Identificar imediatamente a origem da causa dos problemas, causados por qualidade da energia;
- Rapidamente efetuar a comunicação das condições críticas antes de agravamento do problema;
- Confirmar as tolerâncias dos equipamentos;
- Fornecer informações para coordenar *backup* do sistema de energia;
- Acessar rapidamente informações dos equipamentos remotos, assim pode-se tomar decisões rápidas e verificar a melhor ação a ser tomada;
- Receber dados em tempo real e dados históricos pela *internet* e outras redes de comunicação como: *e-mail*, *pager* ou celular;

- Diminuir a troca de equipamentos e baixar o custo do trabalho com longas operações que determinam o ótimo tempo e frequência da manutenção;
- O sistema de supervisão pode automaticamente rastrear o número do *relay* ou outro equipamento e notificar a manutenção quando for necessária a manutenção do equipamento ou tempo de operação excedido.

6 TREINAMENTO DOS OPERADORES

O treinamento foi dividido em 3 etapas, os gerentes participaram apenas da primeira etapa onde foi mostrado os benefícios do projeto para a empresa, as etapas seguintes foram ministradas apenas aos operadores, por se tratar da parte técnica do projeto. As etapas do treinamento são as seguintes:

- Conceitos e benefícios do projeto;
- Equipamentos;
- Supervisão e Monitoração.

O treinamento dos operadores foi ministrado na própria empresa após o término do projeto e do mesmo já entregue. Este treinamento consistiu em etapas distintas, onde se reuniu os operadores que porventura estariam envolvidos na supervisão e manutenção de problemas causados pela utilização de energia elétrica na empresa, e foi também ministrado aos gerentes das áreas pertinentes a questão de energia elétrica mencionada.

O treinamento consistiu em dar subsídios aos operadores para que eles efetuassem as devidas intervenções no sistema instalado. Foi demonstrado aos gerentes envolvidos como o projeto pode auxiliá-los na redução de custos com manutenção e eventualmente prevenir a empresa de multas provenientes da concessionária de energia elétrica.

6.1 CONCEITOS E BENEFÍCIOS DO PROJETO

Na primeira etapa que teve a participação dos gerentes juntamente com os operadores, foram ministrados conceitos de demanda, energia consumida e outros assuntos que interessavam também aos gerentes, afinal assim se justificava o capital empregado no projeto, para os operadores inseria-se um raciocínio do que eles estariam monitorando e visualizando pelo supervisor.

Foi deixado claro a necessidade da implantação de um programa de conscientização do consumo de energia elétrica, afinal apenas o sistema instalado não faria milagres sem a colaboração de todos.

Nessa etapa mostrou-se a importância de controlar-se o fator de potência na unidade e controlar a demanda contratada, afinal as multas para esses casos são de grande impacto financeiro para a empresa. Foram evidenciados os conceitos de grandezas elétricas pertinentes ao sistema, bem como distúrbios causados na rede elétrica que podem comprometer equipamentos e com isso comprometer a produção da empresa, aqui fica claro a eficácia do sistema em auxiliar a empresa no controle e gerenciamento da energia elétrica utilizada.

6.2 EQUIPAMENTOS

Já que o sistema se trata de um sistema expansivo, é necessário dar subsídio aos operadores de como inserir novos equipamentos para futuras ampliações, assim dispensando a intervenção de um técnico especializado. Através dos equipamentos envolvidos no projeto, foi passado aos integrantes do treinamento como efetuar a configuração, manutenção e inserção dos mesmos.

Tais equipamentos correspondem aos medidores de energia, conversores RS-485/*Ethernet* e conversores *Ethernet*/Fibra Óptica. Mostrou-se ainda noções de como está especificada a rede dos medidores, para que possibilite um fácil diagnóstico de defeito para atuar com a manutenção necessária.

A respeito dos medidores de energia, mostrou-se como instalar novos medidores e configurá-los para que seus dados possam ser acessados corretamente pelo *software*. Sobre os conversores de protocolo instalados no sistema, explicou-se os possíveis erros que podem acontecer e como agir quando se tem uma quebra na comunicação entre as áreas e o supervisório.

6.3 SUPERVISÃO E MONITORAÇÃO

Neste tópico foi ministrado todas as funções do supervisório bem como as ferramentas de *software* utilizadas para configuração dos equipamentos instalados e utilizados no projeto.

Diante do supervisório foi evidenciado as funções de todas as telas, e efetuada uma navegação completa mostrando os principais pontos de monitoração e funções do supervisório para que assim os operadores monitorassem pontos de maior importância com mais ênfase e mais rotineiramente. Foi também explicado e

mostrado como inserir novas telas, *displays*, novos medidores, relatórios, enfim todas as opções que o *software* agregado ao supervisorio pode efetuar, este *software* é o *ION Enterprise* (POWER, 2005) evidenciado suas funções no capítulo 5. Outro *software* utilizado no projeto foi o *Tibbo* (TIBBO, 2005) que serve para criar portas virtuais para os conversores de protocolo *RS-485/Ethernet (GM's)*, por isso também foi passado aos participantes como manusear as ferramentas desse *software* para que pudessem efetuar as intervenções que fossem necessárias.

7 CONCLUSÃO

Esse trabalho mostra uma ferramenta prática e muito utilizada nos dias de hoje em relação ao gerenciamento de energia elétrica. As grandes empresas necessitam de um sistema confiável de gerenciamento de utilidades e serviços isso engloba energia elétrica. Com isso se diminui gastos e custos em alguns setores, tendo maior lucro, maior confiabilidade em máquinas, diminuição de manutenções, enfim, o custo benefício dos projetos de gerenciamento de energia elétrica é de grande interesse para os consumidores.

O gerenciamento de energia elétrica está completamente envolvido num contexto de redução de custo de qualquer setor fabril. Efetuando-se um estudo sobre o assunto observa-se à necessidade de ter um sistema que abranja uma forma de efetuar redução em custos em todos os setores e ramos de utilidades, o que no caso da energia elétrica não é diferente.

Concessionárias de energia não se importam com a qualidade da malha elétrica dentro de uma empresa, se preocupam até a entrada de energia da fábrica, o restante fica por conta dela, então se quiser qualidade tem que buscá-la, e para isso é necessário um investimento. Investimento esse que propõe comodidade e facilidade em administrar dados que podem no final do mês culminar em benefícios para todos.

Esse projeto teve como objetivo a garantia da qualidade de energia elétrica dentro da planta fabril. Possibilitando o funcionamento ininterrupto das máquinas e o bom funcionamento das mesmas, obtendo argumentos para falhas que venham ocorrer e possuir subsídios caso haja perda de um equipamento por um distúrbio elétrico, podendo argumentar contra multas que possam ser impostas, enfim o sistema é uma ferramenta onde os argumentos podem se tornar resultados e reverter em benefícios.

A finalidade proposta e obtida pelo projeto teve boa aceitação, pois verificou-se em pouco tempo o que o projeto propunha na parte de gerenciamento de dados e monitoração de energia elétrica.

O controle de demanda tornou-se mais rígido, apurando mais intensamente os dados quando está aproximando-se do horário fora de ponta, que é mais crítico. Afinal a demanda contratada nesse horário é mais baixa e com isso há uma grande possibilidade de evitar uma multa contratual por estouro da mesma.

Com o novo sistema existe a possibilidade de atuar no consumo de energia elétrica antes que esse ultrapasse o desejado e contratado junto à concessionária. Isso se faz através de saídas digitais configuráveis nos medidores onde efetua-se o desligamento automático de cargas menos prioritárias, máquinas que estejam ligadas sem necessidade, aparelhos de ar condicionado e outros aparelhos em salas onde não está sendo desenvolvido trabalho.

Enfim, pode-se tomar atitudes rápidas e eficientes para que a empresa não perca em eficiência energética, para que não tenha perda de desempenho com maquinário e claro para que diminua o custo e minimizar a energia consumida.

Mas não são apenas esses benefícios que o sistema traz, por isso estão listados mais alguns benefícios gerados pelo sistema instalado na *PSA Peugeot Citroën*:

- Eliminação da operação manual, para efetuar levantamento de consumo setorial;
- Consumo de energia por setor em planilhas que são configuradas pelo operador;
- Maior confiabilidade na leitura dos dados, pois os dados são obtidos diretamente dos medidores, ou seja, no supervísório estão todos os medidores instalados na fábrica num ambiente de fácil navegação;
- Relatórios de perfil de carga, qualidade de energia, e consumo total, isso *default* do *software* instalado (*ION Enterprise*);
- O supervísório pode ser acessado por qualquer computador, pois o mesmo possui ferramenta *web*;
- Dados atualizados em tempo real;

- Desligamento automático de cargas, através de saídas digitais que alguns medidores instalados possuem;
- Alocação de custos por área, ou seja, setorização dos custos;
- Qualidade de energia, detecção de harmônicos, transientes, *flickers*, *sag/swells*;
- Supervisão *on-line* de demanda e fator de potência, além de análise e adequação do perfil de cargas;
- Eliminação de desperdícios de energia elétrica através da utilização inadequada da mesma.

Após a implantação desse sistema obteve-se uma redução de energia elétrica considerável logo nos primeiros meses, e após um trabalho de conscientização o sistema fluiu ainda melhor. Afinal não basta ser um sistema confiável se não há conscientização sobre a importância em contribuir para que haja uma redução no custo de energia elétrica.

7.1 SUGESTÕES DE CONTINUIDADE

Por se tratar de um projeto expansivo tanto na parte elétrica com inserção de novos medidores de eletricidade, há possibilidade de utilizar-se de sistemas variados que se utilizem de comunicação com protocolo *modbus*, por exemplo:

- Controle de utilidades;
- Refrigeração;
- Ar condicionado, entre outros.

Todos estes podem se utilizar da plataforma do supervisor já desenvolvido, ou seja, utilizar-se do sistema *SCADA* já instalado para confecção, configuração e monitoração de novas telas e dados de acordo com o que o projeto propõe.

REFERÊNCIAS

ELIPSE Software. **O que são sistemas supervisórios?** 2005. Disponível em <www.elipse.com.br/download/artigos/rt025.04.pdf>. Acesso em: 19 mai.2008.

ENGECOMP. **Noções Básicas sobre Demanda e Fator de Potência.** 2005a. Disponível em <www.engecomp.com.br>. Acesso em: 1 jan.2006.

ENGECOMP. **Tarifação Horo-Sazonal de Energia.** 2005b. Disponível em <www.engecomp.com.br>. Acesso em: 1 jan.2006.

FRANCO, Edgard. **Qualidade de Energia – Causas, Efeitos e Soluções.** 2005. Disponível em <www.engecomp.com.br>. Acesso em: 1 jan.2006.

POWER Measurement. **ION Enterprise.** Ver. 5.5. 2005. 1 CD-ROM.

POWER Measurement. **Support ION6200 – Instalation and Operation Guide.** 2004a. Disponível em <http://global.powerlogic.com/library/technical_documentation/6200/6200_Installation_and_Operation_Guide.pdf>. Acesso em: 11 nov.2005.

POWER Measurement. **Technical Documentation.** 2004b. 1 CD-ROM.

SCHNEIDER Electric. **PRODUTOS.** 2005. Disponível em <www.schneider-electric.com.br>. Acesso em: 10 fev.2006.

SOCOMEK. **Products Catalogue - Diris.** 2005. Disponível em <http://www.socomecgroup.com/diris/index_gb.htm>. Acesso em: 10 fev.2006.

SOUZA, Vitor Amadeu. **O Protocolo Modbus.** 2008. Disponível em <www.cerne-tec.com.br/Modbus.pdf>. Acesso em: 19 mai.2008.

TIBBO Software. **TIBBO_TDST.** Ver. 3.66. 2005. Disponível em <http://www.tibbo.com/safedownload.php?fname=TDST_3-66.exe&ftype=application/octet-stream>. Acesso em: 11 out.2005.