

DAS Departamento de Automação e Sistemas
CTC **Centro Tecnológico**
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

Automação de uma Estação Celular para Tratamento de Efluentes

Monografia submetida à Universidade Federal de Santa Catarina

como requisito para a aprovação da disciplina:

DAS 5511: Projeto de Fim de Curso

Allan Celestino da Silva

Florianópolis, Maio de 1999

Automação de uma Estação Celular para Tratamento de Efluentes

Allan Celestino da Silva

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina
DAS 5511: Projeto de Fim de Curso
e aprovada na sua forma final pelo
Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial

Banca Examinadora:

M. Sc. Conrado Werner Seibel
Orientador Empresa

Prof. Marcelo Ricardo Stemmer
Orientador do Curso

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

Prof. Antonio Augusto R. Coelho, Avaliador

Valdemar A. Dalagnol, Debatedor

Werter Serralheiro, Debatedor

Agradecimentos

Aos Pais pelo esforço em educar.

A Esposa pelo apoio em horas importantes.

Aos Amigos pelo apoio moral.

Aos Orientadores que guiaram a caminhada.

A Carlos F. Martins, companheiro de equipe.

A Nicolle R. Paes pelo apoio logístico.

A Carlos A. Dutra, Marcos Regueira e Édio L. da Luz pelas informações fundamentais.

A galera do LCP, Prof. Antonio Augusto R. Coelho e todos os colaboradores do DAS/LCMI.

Ao Prof. Augusto Bruciapaglia pela dedicação em nos mostrar os caminhos.

Sumário

Resumo.....	4
Abstract.....	5
Siglas	7
Capítulo 1: Introdução	8
Capítulo 2: Tratamento de Efluentes: Tecnologias e Processos.....	11
2.1: Breve Histórico	11
2.2: Considerações Biológicas.....	12
2.3: Processo Utilizado para Tratamento de Efluentes Hospitalares.....	17
Capítulo 3: Definição do Processo de Tratamento de Efluentes	18
3.1: Definição do Processo.....	18
3.2: Descrição dos Dispositivos	19
3.3: Requisitos para Automação.....	21
Capítulo 4: Proposta de Automação	23
4.1: Definição do “Hardware”	23
4.2: Desenvolvimento do “Software” para o CLP.....	23
4.3: Desenvolvimento da Comunicação.....	24
4.4: Engenharia do Sistema	25
4.4.1: Programação do CLP	25
4.4.2: Sistema de Comunicação.....	28
Capítulo 5: Implementação do Sistema Automatizado	32
5.1: Implementação.....	32
5.2: Resultados	34
Capítulo 6: Conclusão e Perspectivas.....	42
Referências Bibliográficas	43
Bibliografia	44
Endereços de “internet” Relacionados	45
Anexo.....	46

Resumo

O trabalho realizado é parte integrante do Sistema Celular para Tratamento de Efluentes Domésticos e Industriais, desenvolvido na Acqualan Tecnologia & Ambiente S.A, empresa situada em Florianópolis-SC, que desenvolve e opera estações celulares de tratamento de efluentes (ETE) autônomas. Tais estações remotas executam o processo biológico, Contínuo ou por Batelada, de decomposição da matéria orgânica de Lodo Ativado com um ou mais reatores e instrumentação adequada. Graças a estrutura de automação, a supervisão e o controle de cada estação podem ser realizados à distância, através da rede de telefonia pública. A estrutura envolve um CLP com módulo de comunicação ligado a um MODEM, sensores e atuadores, além de uma estrutura hidráulica adequada que compõe o processo. Em uma central de operação e supervisão (COS), é centralizada a operação e gestão a distância de um conjunto de estações (Células). O CLP recebe e envia as informações tais como comandos, variáveis de estado (vazão de entrada e ciclo de trabalho dos aeradores), alarmes (invasão e falta de energia) e dados de desempenho (volume processado e energia consumida), entre outras, segundo um protocolo de comunicação. O presente trabalho realizou a implementação do sistema de automação para mais uma estação celular (ETE) localizada junto ao Centro de Apoio ao Paciente de Câncer, no Ribeirão da Ilha em Florianópolis-SC, que juntar-se-á a outras estações, compondo o sistema Acqualan. Trata-se do projeto e implementação do "software" para o CLP bem como da comunicação com o COS, com objetivo de aplicar a automação em uma estação de tratamento de efluentes hospitalares através de um processo contínuo por lodo ativado, gerenciada a distância.

Abstract

The present work is part of a cellular treatment system for industrial and domestic wastewater. The system was developed by Acqualan Tecnologia & Ambiente S.A, located in Florianópolis, SC, which builds and operates remotely-operated wastewater treatment systems. This remotely operated systems handle the biological decomposition process by active sludge (continuously or in batch) using one or more reactors and associated instrumentation. By consequently using automation and communication techniques, the plants can be remotely operated, supervised and managed over the public telephony network. The system uses a programmable logic controller, a communications interface, a MODEM, several sensors and actuators, connected to a hydraulic structure. The supervision, operation and management of several wastewater treatment stations is performed centrally on a "command and supervision central" (COS). A proprietary protocol is used to transfer commands, state variables (e.g. input flow, aerators duty cycle), alarms (e.g. intrusion, power failure) and performance data (e.g. total used energy, total processed volume). Specifically, this work describes the implementation of the control and communications structure for a continuous reactor wastewater plant located in the "Centro de Apoio ao Paciente de Câncer", a private hospital at Ribeirão da Ilha, SC.

Siglas

ASCII – “American Standard Code for Information Interchange”

BASIC -Linguagem de Programação

CAPC – Centro de Apoio ao Paciente de Câncer

CLP – Controlador Lógico Programável

COS – Central de Operação e Supervisão

DBO – Demanda Biológica de Oxigênio

ETE – Estação Remota de Tratamento de Efluentes

LADDER- Linguagem de Programação para CLP's baseada em diagrama de escadas

MODEM – Modulador e Demodulador

TCC- Trabalho de Conclusão de Curso

Capítulo 1: Introdução

O presente Trabalho de Conclusão de Curso refere-se a um Sistema de Automação de uma Estação de Tratamento de Efluentes, situada no Ribeirão da Ilha, pertencente ao hospital do Centro de Apoio ao Paciente do Câncer - CAPC , do Núcleo Espírita Nosso Lar.

O TCC foi executado na empresa Acqualan Tecnologia & Ambiente S.A. que atua na área de saneamento básico e fornece a automação como diferencial. A tecnologia desenvolvida pela empresa permite também a prestação de serviços como operadora terceirizando e diminuindo os custos para os sistemas de tratamento de água e esgoto. Os operadores podem supervisionar, devido ao uso da informática e da automação, um sistema que opera sem a utilização de mão de obra local em tempo integral para cada estação, intervindo apenas quando necessário.

Assim, a partir de chamadas telefônicas de sistemas autônomos, que executam um processo, e de uma central de operação distante, promove-se a gestão e operação de estações de tratamento de efluentes domésticos e industriais, que atendem uma demanda menor e regionalizada, como no caso do CAPC onde não existe uma rede pública de coleta e tratamento, ou no caso do condomínio da Praia Brava, onde também existe tratamento de água e esgoto fornecidos e operados pela Acqualan, ou mesmo na Vila União, onde recentemente foi inaugurada mais uma estação de tratamento de esgoto. Tais exemplos fazem parte do sistema celular desenvolvido e operado pela empresa.

O sistema da empresa usa uma tecnologia avançada para conservar o ambiente de forma descentralizada com uma solução modular, de menor porte, atendendo a uma demanda menor de uma região através de células espalhadas. Porém, com a operação centralizada, pode-se viabilizar custos operacionais e utilização da mão de obra.

A Figura 1 fornece uma visão geral do sistema Acqualan:

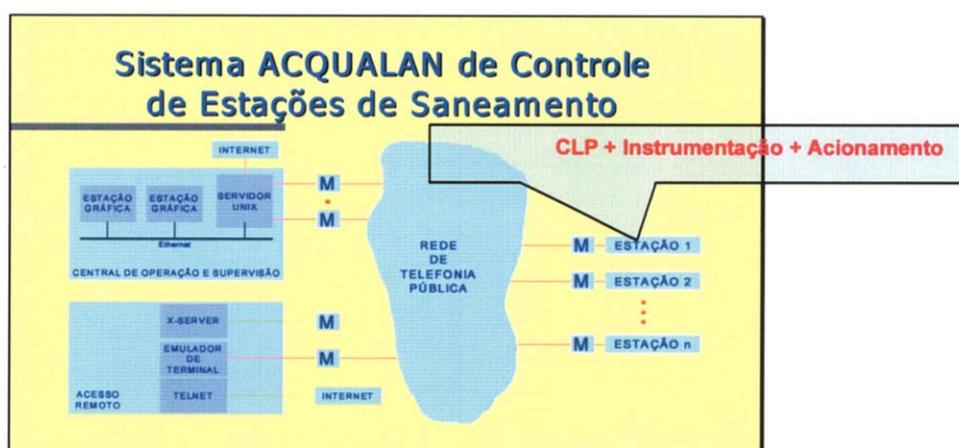


Figura 1: Arquitetura geral do sistema com destaque para a área de atuação do trabalho de conclusão de curso

Observa-se que a informática e a automação são a base do sistema e permitem uma infinidade de características, tais como controle a distância, acesso remoto, emissão automática de relatórios e alarmes por correio eletrônico e "pager", supervisão através de telas sinóticas, segurança, disponibilização dos dados na "internet" e outras, graças a uma central de operação, que utiliza um sistema supervisorio desenvolvido para cada estação, bem como aos recursos oferecidos pelo sistema operacional e sua arquitetura (redes de computadores).

Assim, o sistema pode ser dividido em dois grandes campos demarcados pela presença da rede de telefonia pública: a Central de Operação e Supervisão - COS e as Estações de Tratamento de Efluentes – ETE. As ETE's devem funcionar independentemente do COS de forma automática e segura, executando o processo da maneira que foi programado. Quando necessário, periodicamente, ou atendendo a uma solicitação do COS, inicia uma conexão por linha discada para troca de informações. Dentro deste contexto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como área principal a parte relativa a ETE, promovendo a execução automática do processo biológico selecionado e o mecanismo de comunicação, visando disponibilizar informações sobre a ETE para o COS e receber a programação de parâmetros, além de executar comandos provenientes do COS.

O perfil do engenheiro de automação preenche os requisitos necessários para a implementação de tais sistemas, que envolvem áreas de conhecimento de

informática industrial e técnicas de programação, instrumentação, redes e processos de tratamento de efluentes.

As responsabilidades do engenheiro de automação se mostram presentes quando, a partir de requisitos para o processo e para o sistema de automação, desenvolve-se a parte situada remotamente.

O objetivo do trabalho consiste da integração de uma estação autônoma de tratamento de efluentes domésticos controlada por um CLP, com o auxílio de uma instrumentação e dispositivos de comando e atuação adequados, de um “software” desenvolvido em linguagem LADDER que executa e supervisiona processo, e de um mecanismo de comunicação por MODEM com “software” desenvolvido em linguagem BASIC, que promove a interação com o COS.

Partiu-se de uma estação já construída na qual aplicou-se a engenharia para automatizar o processo de tratamento de esgoto hospitalar projetado e implementado. Portanto, os requisitos já estavam definidos e foram viabilizados pelo TCC, que promoveu o projeto e execução do “software”, integrado ao “hardware” disponível.

O presente trabalho apresenta no capítulo 2 uma descrição das técnicas para tratamento de efluentes mais utilizadas, fornecendo uma base de conhecimento do processo em questão e tecnologia existentes.

Em seguida, no capítulo 3, apresenta-se a relação com a automação e os requisitos a serem cumpridos com a implementação sistemática, descrevendo a lógica do processo e o equipamentos utilizados.

No capítulo 4 descreve-se a fase de projeto e implementação da automação, revelando a metodologia utilizada para a construção dos programas, o ambiente e as ferramentas de desenvolvimento, dificuldades encontradas e resultados obtidos.

Finalmente no capítulo 5 são apresentadas as conclusões e perspectivas, mostrando a relação entre a formação acadêmica e a base de conhecimentos aplicada na solução de um problema de automação através da engenharia.

Capítulo 2: Tratamento de Efluentes: Tecnologias e Processos

2.1: Breve Histórico

A utilização da tecnologia hidráulica e biológica para tratar efluentes gerados pelas populações urbanas tem sua origem no século passado, durante o período da Revolução Industrial, quando a cidade de Londres atingiu a marca de 2,0 milhões de habitantes.

Associado ao crescimento populacional, surgiram doenças tipicamente de veiculação hídrica tais como o cólera, tifo, diarréias e outras decorrentes da falta de infra-estrutura sanitária e destino adequado dos resíduos gerados, evidenciando o nível de promiscuidade urbana existente, independentemente dos ganhos tecnológicos adquiridos.

Com o avanço da ciência moderna, parte da medicina dedicou-se ao ramo de saneamento, surgindo daí a medicina sanitária. A agregação dos conhecimentos da área da estrutura hidráulica resultou na ciência hoje denominada Engenharia Sanitária.

É desta época os conceitos biológicos de DBO , e demais parâmetros decorrentes de estudos da microbiologia para depuração de águas residuais domésticas e industriais. Surge daí as estruturas hidráulicas que, confinando os esgotos em tanques, através da oferta de oxigênio na massa líquida, reproduz o que a natureza executa a milênios.

A utilização dos sistemas de tratamento de esgoto por batelada foi a base de todo o desenvolvimento dos sistemas de vazão contínua modernamente utilizados nas grandes metrópoles. Na sua origem, o processo de tratamento por bateladas envolvia um sem número de operações e mão de obra para abrir e fechar válvulas.

Com o aumento das estruturas para tratamento dos efluentes e o custo alto da mão de obra qualificada, ocorreu o declínio dessa opção de tratamento, superado pelas facilidades operacionais representadas pelo Sistema Contínuo.

Somente a partir de 1980, com o avanço da informática, foi possível automatizar os processos, com a aplicação de CLP's – Controladores Lógico Programáveis. [1]

2.2: Considerações Biológicas

O processo biológico de tratamento de efluentes é utilizado na imensa maioria das instalações em todo o mundo.

Dois grandes grupos de técnicas podem ser identificados de acordo com o meio no qual as bactérias interagem e processam o efluente e são:

- **Processos Anaeróbios:** ocorrem em reatores sem a presença de Oxigênio através da Fermentação Biológica. Durante a ação das bactérias, que utilizam a matéria orgânica ou de determinados componentes do efluente para se alimentarem, obtém-se como resultado componentes menores e uma grande quantidade de gás, principalmente metano, reduzindo de maneira considerável a carga tóxica do efluente. Apresenta um bom rendimento, porém não é capaz de decompor certos compostos orgânicos. É um sistema sensível e de difícil controle e de custo elevado quando comparada a outras técnicas. Geralmente é utilizado como uma etapa preliminar a um tratamento Aeróbio.
- **Processos Aeróbios:** ocorrem de forma natural no ambiente, com bactérias que necessitam de Oxigênio para realizarem seu metabolismo. Tal metabolismo inclui a utilização da matéria orgânica do efluente como alimento, fazendo com que compostos orgânicos sejam decompostos e oxidados. Em sistemas de tratamento o que se faz é fornecer Oxigênio para que as bactérias se reproduzam e trabalhem de forma mais eficaz. É um sistema mais simples porém com um gasto bem maior de energia.

Os processos aeróbios podem ser considerados como ideais para o tratamento de efluentes domésticos, cuja carga é basicamente orgânica, enquanto que para efluentes industriais, que possuem uma carga com produtos químicos deve-se considerar uma fase anaeróbia com utilização de bactérias de famílias de acordo com a carga química a ser removida. Para o caso de efluentes hospitalares deve existir um cuidado especial com a presença de agentes patogênicos. Em

ambos os casos deve existir uma fase de desinfecção com a ajuda de produtos químicos ou sistemas de luz ultravioleta.

Resumidamente, o processo biológico consiste em colocar o efluente bruto em um reator na presença de uma massa pré-formada de microorganismos. A matéria orgânica presente no próprio efluente serve como fonte de Carbono e de energia para o crescimento microbiológico, e é convertida em tecido celular e os produtos finais oxidados (CO_2 , principalmente). A metabolização da matéria orgânica pelos microorganismos transforma os produtos componentes dos efluentes em subprodutos que não agredem o ambiente.

Da ação das bactérias sobre a matéria, decorre também a floculação biológica do material coloidal presente na solução da massa líquida, permitindo a separação física por sedimentação e o descarte do efluente clarificado dentro de condições em que possa ser absorvido pelo corpo receptor

Os sistemas clássicos de tratamento biológico são: [3]

- Crescimento Microbiológico Agregado a Sólidos (Crescimento Fixo)
 - Filtros Biológicos
 - Contatores Biológicos Fixos ou Rotativos
- Crescimento Microbiológico em Suspensão na Massa Líquida (Crescimento em Suspensão)
 - Lagoas
 - Valos de Oxidação e Infiltração
 - Fossas Sépticas
 - Lodo Ativado

Nos dias de hoje, em se tratando de sistemas de saneamento básico e estações de tratamento de efluentes domésticos, os sistemas biológicos por Lodo Ativado vem sendo largamente utilizados, devido a uma consolidação da técnica ao longo da história.

Basicamente, o processo utiliza uma massa de microorganismos em suspensão dentro de um reator, para oxidar a matéria orgânica solúvel e coloidal, na presença de oxigênio molecular.

A manutenção do Oxigênio é necessária para dar suporte às reações de síntese e de oxidação.

Operacionalmente, os processos são constituídos de cinco etapas com as seguintes fases:

- **Enchimento:** o esgoto bruto, após gradeado e medida a sua vazão, é introduzido no reator onde ocorre a oxidação da matéria orgânica através da oferta de Oxigênio fornecido por um sistema de aeração. Nesta fase, a aeração é iniciada após o nível do esgoto dentro do reator atingir um limite anóxico, permitindo, com isso, a nitrificação e dinitrificação da amônia contida no efluente através das seguintes reações:

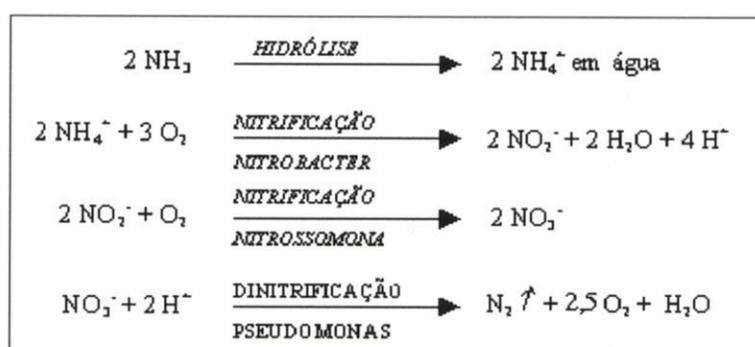


Figura 2: Principais reações bioquímicas do processo aeróbio

As reações acima, ocorrem após satisfeita a demanda carbonácea e permitem reduzir a quantidade de nutrientes no efluente final, adequando-se ao ambiente receptor, diminuindo o risco de eutrofização.

- **Reação:** nesta fase do ciclo, o sistema de aeração é ligado e ofertado oxigênio à massa líquida. As transformações da matéria orgânica no esgoto, ocorrem mediante a oxidação do carboidrato para gás carbônico e água em ambiente aeróbico, impedindo a formação de elementos gasosos que venham a gerar mau odor. A interação entre ambiente aeróbico e anóxico permite um maior controle e facilidade operacional do sistema de tratamento sob o ponto de vista da seleção de microorganismos no reator e ao próprio circuito hidráulico da estação.
- **Sedimentação:** na fase de sedimentação, o sistema de aeração encontra-se desligado ocorrendo a formação dos flocos biológicos e respectiva precipitação gravimétrica. Em pouco tempo, forma-se uma zona clarificada na superfície, distinguindo-se da zona do fundo onde a concentração de

bactérias ativadas reside na forma endógena. Esse mecanismo biológico, associado à estrutura hidráulica do reator permite a descarga do sobrenadante com baixa concentração de material orgânico, considerando o efluente tratado.

- Descarga: Uma vez sedimentada a massa biológica, a descarga do sobrenadante ocorre através de um vertedor de nível variável acionado por uma válvula remotamente operada. Biologicamente, na fase de sedimentação e descarga, o nível de oxigênio ofertado para o sistema é deplecionado, surgindo nesse ambiente as características ideais para a ocorrência da nitrificação. Ainda nessa fase, o excesso de lodo pode ser retirado ou recirculado. [4]

No processo dos Lodo Ativado, interagem vários sub-processos biológicos, físicos e químicos , que podem ser citados resumidamente como: [2]

- Dissolução do Oxigênio na massa líquida
- Mistura Turbulenta
- Absorção do substrato orgânico pelos flocos ativados
- Difusão molecular do Oxigênio dissolvido e do substrato Solúvel (nutrientes) nos flocos ativados
- Metabolismo básico dos microorganismos (síntese das células)
- Floclação biológica
- Respiração endógena das células
- Descarga de CO₂ da massa celular ativa
- Decomposição das células mortas

O material metabolizado e floclado biologicamente é então separado da massa líquida em um decantador secundário, em que o material líquido superficial é descartado e o material sólido sedimenta no fundo, formando o lodo.

Ao lodo sedimentado são dados dois destinos:

- Parte do lodo retorna ou é mantida no tanque de aeração (reator biológico), de modo a aproveitar a atividade microbiana ali presente, aumentando o rendimento do processo.
- O excesso de lodo é destinado a um tratamento específico, através de desidratação, adensamento ou outros, antes do seu descarte. [3]

Dois tecnologias mais utilizadas usam o princípio dos Lodo Ativado e fazem parte do sistema Acqualan:

- Sistemas Contínuos
- Sistemas por Batelada

Nos Sistemas Contínuos por Lodo Ativado as diferentes fases do processo ocorrem em tanques que operam a um nível constante. Em geral são compostos de um Reator, onde ocorre a aeração, e de um Decantador, onde ocorre o acúmulo de lodo e a separação do efluente tratado. A recirculação de lodo é fundamental para um bom rendimento destes sistemas. A alimentação do sistema é realizada continuamente, com a capacidade do sistema determinada pelo tamanho dos tanques.

Os Sistemas por Batelada também utilizam a técnica dos Lodo Ativado, porém as diferentes fases ocorrem num mesmo reator de forma cíclica, com o lodo permanecendo no próprio Reator sem a necessidade de recirculação. Assim, estes sistemas possuem no mínimo dois reatores para que enquanto um ciclo é realizado, outro reator receberá a carga de efluente. A alimentação é feita de forma sequencial com o número de reatores determinado a capacidade do sistema.

O processo tratamento por Batelada consiste da admissão do efluente *in natura* por um reator de acordo com a demanda. Tal efluente sofre uma aeração por um tempo adequado que faz com que as bactérias presentes no próprio efluente se alimente com a matéria orgânica de modo que, após uma fase de sedimentação, a reação resulte em bactéria + matéria orgânica no fundo do reator e água + subprodutos na superfície. Tal massa líquida pode agora ser devolvida ao meio ambiente de forma não mais agressiva. Já no processo de tratamento Contínuo o efluente é tratado num conjunto de reatores a nível constante, nos quais pelo princípio dos vasos comunicantes a massa líquida passa de um tanque para outro,

determinando as fases de aeração e sedimentação, que ocorrem agora em recipientes diferentes, compondo um conjunto reator + decantador. O lodo resultante é realimentado para o reator para que seja também tratado.

Observa-se então que o processo de tratamento por Batelada é uma variante do Contínuo, onde se consegue um melhor rendimento com a manutenção do lodo dentro do reator. Historicamente os primeiros sistemas foram contínuos e com o advento da microeletrônica, pode-se desenvolver a tecnologia por batelada. Os sistemas contínuos são mais simples e mais baratos quando comparados aos sistemas por batelada e apresentam um rendimento aceitável.

2.3: Processo Utilizado para Tratamento de Efluentes Hospitalares

Conclui-se que a escolha de um tipo de processo de tratamento de efluentes deve considerar critérios tais como custo de construção, custo de operação, tipo de efluente, tamanho da população a ser atendida e qualidade desejada para o efluente final. Cabe ao engenheiro sanitário a tomada de decisão e o dimensionamento de tais sistemas.

Para o sistema CAPC optou-se por um processo Contínuo visando trabalhar com um custo menor para a construção da obra, já que os resultados são satisfatórios no que tange a qualidade do efluente final. A população atendida de cerca de 100 pessoas também influenciou na decisão. As questões operacionais também foram consideradas já que inicialmente não estava prevista a automação. A área construída ocupada pelo Sistema Contínuo é menor para a faixa de população em questão.

Atenção especial deve ser dada à presença de agentes patogênicos que não puderam ser removidos após o tratamento biológico. Assim o efluente final deve passar por mais uma etapa de desinfecção através de um processo adequado. Tais processos podem ser a clorificação, utilizada no sistema CAPC, ou por aplicação de raios ultravioleta em lagoas de polimento ou através equipamentos especiais.

No capítulo seguinte, destacam-se os aspectos relacionados à automação, definindo o processo e os dispositivos envolvidos.

Capítulo 3: Definição do Processo de Tratamento de Efluentes

3.1: Definição do Processo

Reuniões foram realizadas para que fosse apresentado o contexto no qual o TCC seria desenvolvido, revelando um sistema de tratamento de efluentes por um processo Contínuo já existente e dimensionado por um engenheiro responsável técnico. Tal sistema deveria receber a automação e ser integrado ao sistema já existente desenvolvido pela empresa.

Assim, após a definição do processo, iniciou-se então o desenvolvimento de uma tecnologia de automação até então não utilizada pela empresa, já que o sistema operado pela Acqualan atende a demandas maiores através do sistema de reatores sequenciais por batelada.

No processo Contínuo as diferentes fases da decomposição da matéria orgânica por adição forçada de oxigênio ocorre em tanques distintos com comunicação entre eles a nível constante. O sistema é composto de um poço de recalque, concentrando a demanda de esgoto, que é bombeado de forma intermitente através de um sistema Bóia/Bomba para o tanque de aeração, onde ocorre a maioria das reações químicas. Tais reações são promovidas pelas bactérias presentes no próprio efluente na presença de oxigênio. A mistura passa então para o tanque de sedimentação onde por decantação o efluente tratado separa-se do lodo. A seguir, em outro tanque, os agentes patogênicos são eliminados pela clorificação. O processo é caracterizado pela realimentação de lodo que parte do fundo do tanque de sedimentação para o de aeração de forma a otimizar o processo (Lodo Ativado). Assim, de acordo com a vazão de entrada de esgoto, a atividade biológica presente no lodo é recirculada de forma proporcional contribui para a melhora do rendimento do sistema.

A Figura 3 a seguir ilustra o fluxograma do funcionamento do processo a ser automatizado através da instalação dos equipamentos necessário e desenvolvimento do “software” adequado.



Figura 7: Fluxograma de funcionamento do processo Contínuo

O nível de oxigênio presente no reator determina a atividade biológica e seu desempenho. Assim, o fornecimento de oxigênio também deve ser otimizado em função da vazão de entrada, através da modulação do ciclo de trabalho do aerador.

3.2: Descrição dos Dispositivos

Os dispositivos necessários para a execução do processo biológico descrito são bóias de nível, bombas e aerador que são apresentados nas Figuras 4,5,6.

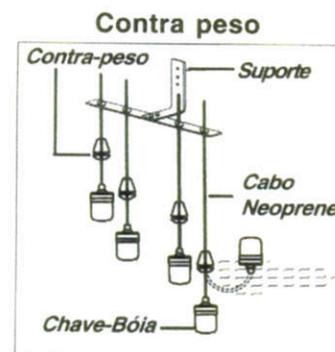
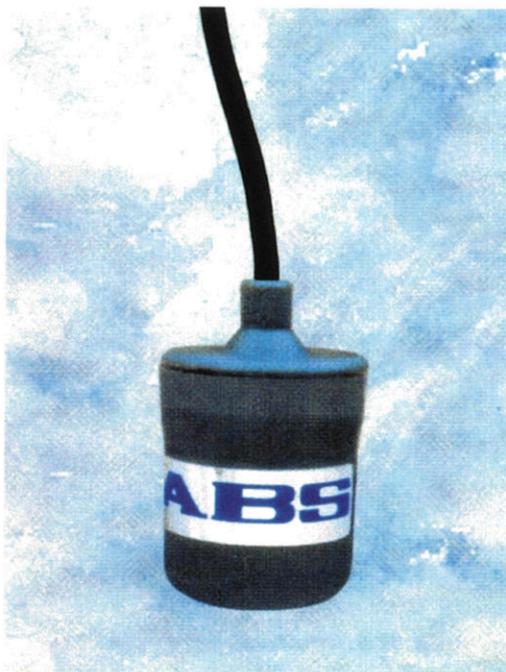


Figura 4: Vista da Bóia de Nível utilizada no Recalque e detalhes do seu funcionamento



Figura 5: Vista da Bomba utilizada para o Recalque e para a Recirculação de Lodo



Figura 6: Vista do Aerador utilizado para adição forçada de oxigênio

A Bóia de Nível deve ser instalada no poço de recalque, indicando que existe uma certa quantidade de esgoto a ser tratado. A detecção de nível alto implica no acionamento da Bomba de Recalque, introduzindo um novo volume de esgoto ao sistema. O tempo no qual a Bomba de Recalque permanece ligada é diretamente

proporcional à vazão de entrada e ao volume processado pelo sistema. O nível de detecção da bóia deve ser ajustado de acordo com o tamanho do poço de recalque.

A Bomba de Recalque é do tipo submersa e deve ser mergulhada no esgoto para que ocorra a refrigeração e o funcionamento correto. A Bomba de Recirculação de Lodo é idêntica à de Bomba de Recalque fica submersa no Decantador encostada no fundo para que o lodo acumulado possa ser captado.

O Aerador consiste de um mecanismo com motor que retira ar do ambiente e aplica no interior da massa líquida, funcionando de maneira submersa.

3.3: Requisitos para Automação

Bomba submersa de recalque, sensor de nível do tipo bóia, aeradores e bomba submersa de lodo compõe os dispositivos a serem controlados pelo CLP, sendo acionados através de um quadro elétrico de potência, onde se encontram os dispositivos de proteção, chaves de comando e lâmpadas de indicação, MODEM e o próprio CLP.

A lógica a ser executada continuamente pelo CLP deve automatizar as diversas fases do processo. Assim, a bomba de recalque deve ligar quando o nível programado através da bóia for atingido e o aerador deve operar num ciclo de trabalho de acordo com a vazão estimada de entrada, e a bomba de lodo deve atuar proporcionalmente ao tempo que a bomba de recalque estiver ligada. Tanto a dinâmica de aeração quanto a quantidade de lodo realimentada devem ocorrer de forma programável, de acordo com vazão de entrada do efluente e resultados desejados. Todos os dispositivos devem ter seus estados disponíveis para monitoração e supervisão, gerando alarmes programados através de máscaras.

O sistema de comunicação é necessário para a troca de informações entre o campo e a central de controle através de MODEM e linha discada, com cada transação sendo realizada a cada intervalo programado, por ocorrência de alarme ou eventos, também habilitados através de máscaras. Uma chamada pode também ser solicitada num horário programado. Na central de controle um computador atende a chamada do CLP, permitindo sua entrada no sistema e iniciando a troca de informações. Tais informações consistem das que o CLP envia mediante a solicitação do computador central ou recebe na forma de parâmetros ou comandos,

através de um protocolo proprietário baseado no uso de identificadores e valores. Assim pode-se executar a supervisão do estado da estação remota, bem como operá-la. Na central de operação e supervisão os dados são tratados e apresentados num supervísório, que trata a informação disponível.

Assim, observa-se uma lógica para o processo a ser programada e diversas estruturas para a supervisão dos elementos presentes no campo. Para a estação em questão devido à ausência de alguns medidores torna-se necessária a estimação de algumas variáveis tais como vazão de entrada, volume processado e energia consumida. As estimações devem ser implementadas pelo programa do CLP, baseando-se no tempo de funcionamento dos dispositivos e de seus valores nominais, determinando assim a existência de “pseudo-sensores” com tolerâncias aceitáveis.

De posse dos requisitos, a parte relativa ao TCC restringe-se da implementação do sistema remoto e integração com o computador central, ficando a parte relativa ao supervísório para outro engenheiro de automação.

Assim, de acordo com o “hardware” disponível, pode-se projetar e implementar os programas.

O capítulo seguinte revela uma solução encontrada para o problema.

Capítulo 4: Proposta de Automação

4.1: Definição do “Hardware”

A definição do “hardware” foi executada de acordo com a tecnologia existente na empresa, procurando minimizar os custos envolvidos e satisfazer as necessidades. Assim, os elementos que compõe a estação remota citados no item anterior devem ser controlados pelo CLP. Para satisfazer os requisitos optou-se pelo modelo GE-Fanuc da Série 90-30, com CPU 351, com módulos de 16 entradas e 8 saídas à relê, e módulo co-processador BASIC para implementação da comunicação. O CLP, instalado num “rack” de 5 posições, juntamente com o MODEM devem ficar alojados junto ao quadro elétrico, que contém também os dispositivos de proteção, comandos e acionamentos, que são contadoras, disjuntores, relês térmicos, relê de falta de fase e borneiras de interligação. Tais componentes constituem do “hardware” necessário para implementação do sistema de automação para a estação remota. (VIDE ANEXO)

Após a definição do “hardware”, o acadêmico iniciou uma fase de conhecimento do sistema, desenvolvendo um estudo detalhado do funcionamento do processo relacionando com o “hardware” envolvido, para o desenvolvimento da implementação do “software”. Nesta fase pôde-se ter uma idéia das potencialidades oferecidas pelo CLP bem como das ferramentas de programação oferecidas, consistindo da leitura do manuais do CLP, seguindo a leitura de bibliografia relativa ao processo.

4.2: Desenvolvimento do “Software” para o CLP

De posse da base de conhecimentos necessárias ao desenvolvimento do “software” para a automação do sistema, partiu-se para uma sistemática composta pela definição das principais variáveis de estado envolvidas, caracterizando as entradas para o CLP, definição das principais funções necessárias, definição das variáveis de saída, caracterizando as saídas do CLP (comandos), e pela definição das grandezas e limites de interesse para a supervisão. Também foram

considerados aspectos de comunicação como os motivos para o estabelecimento de uma conexão com o COS (Central de Operação e Supervisão), situado a uma grande distância da estação. A lógica foi subdividida em blocos, compreendendo um bloco para suporte, onde as estruturas básicas para o funcionamento são implementadas, um bloco para o processo em si, onde é determinado o funcionamento para o processo, bem como o intertravamento entre os dispositivos envolvidos. Um terceiro bloco implementa as funções de supervisão, constituindo-se de um sistema para registro das variáveis envolvidas, mecanismos para geração de alarmes e tratamento de eventos. Também neste bloco encontram-se funções de levantamento de informações acerca do desempenho do sistema.

Observa-se, devido a presença de um número reduzido de sensores, desenvolveu-se através de “software” um conjunto de “pseudo-sensores” que permitem a estimação de algumas variáveis de interesse. Com uma tolerância aceitável foram estimadas vazão de entrada, volume processado e energia consumida.

Tal abordagem permitiu o desenvolvimento das partes principais da lógica, que foi seguida de um refinamento posterior para o atendimento dos detalhes.

4.3: Desenvolvimento da Comunicação

A integração do sistema no campo com a central de operação e supervisão é feita através do sistema de telefonia pública, através de uma conexão discada a um computador hospedeiro. Caso haja falhas de telefonia, a estação continua executando o tratamento do efluente normalmente, ficando apenas adiada a troca de informações. Do lado do CLP, que sempre toma a iniciativa da comunicação, um módulo co-processador BASIC é utilizado para executar as tarefas de discagem, “login”, recebimento e envio de informações, “logout”, etc.

Para isso utiliza-se de um “software” em BASIC que promove o compartilhamento de informações de CPU do CLP com o módulo de comunicação.

Observa-se que um protocolo proprietário ASCII desenvolvido pela empresa permite a viabilidade de tal situação. Uma conexão pode ser solicitada pelo CLP por um alarme, por um evento ou por um intervalo definido. Durante o TCC o acadêmico

pode entender o protocolo de comunicação já existente, aplicando e desenvolvendo seu “software”.

Na outra ponta da linha telefônica encontra-se um computador com sistema operacional LINUX, que coordena as transações com o CLP e executa as diversas tarefas de pós-processamento da informação.

Assim, o desenvolvimento da comunicação se restringiu a generalização do “software” existente para posterior aplicação no novo sistema.

4.4: Engenharia do Sistema

Com base nos requisitos definidos para automação, utilizando uma estrutura adequada de “hardware”, uma sistemática para projeto e desenvolvimento do sistema foi adotada, visando o desenvolvimento de um “software” modular para o CLP. Observa-se dois sistemas distintos: um que é executado pela CPU do CLP e outro que é executado pelo módulo co-processador. O primeiro implementado em linguagem LADDER, responsável pelo processo e supervisão, e o segundo em linguagem BASIC, responsável pela interpretação de comandos e gerenciamento da comunicação. A arquitetura utilizada apresenta comandos que permitem que o co-processador BASIC interaja com os registradores da CPU do CLP através da leitura e escrita em uma memória compartilhada. Tais “softwares” foram pensados de acordo com as possibilidades oferecidas pelo CLP e pela linguagem utilizada, orientando-se para as tarefas a serem desenvolvidas em cada etapa do sistema.

4.4.1: Programação do CLP

Num primeiro momento foi tratado o desenvolvimento em linguagem LADDER, ficando a o desenvolvimento do “software” para o módulo de comunicação para depois. Assim, as principais tarefas foram compostas na forma de subrotinas ou blocos, entre as quais definiu-se num primeiro nível:

- Suporte: inclui as funções básicas para o funcionamento do sistema, bem como a implementação de “pseudo-sensores”
- Processo: define a lógica a ser executada para o funcionamento do processo biológico

- Supervisão: registra e supervisiona as variáveis de estado contínuas e discretas, gerando chamadas quando necessário

Identificou-se os principais elementos de dados disponíveis a serem manipulados pelo programa:

- Entradas Discretas: Relê de Falta de Fase, Bóia de Nível do Recalque, Estado da Bomba de Recalque, Estado do Aeradores, Estado da Bomba de Lodo
- “Pseudo-sensores”: Vazão, Volume Processado, Energia, Tempo de Funcionamento dos Elementos
- Elementos Controláveis Contínuos: Ciclo de Trabalho dos Aeradores, Percentual de Recirculação de Lodo
- Elementos Controláveis Discretos: Comando para Bomba de Recalque, Comando para Aeradores, Comando para Bomba de Lodo

De acordo com as principais funções a serem contempladas pelo “software” LADDER e suas relações com os elementos de dados identificados, obtém-se um segundo nível de blocos ou sub-rotinas a serem implementados. Cada bloco deve estar contido em um dos blocos anteriores de acordo com sua função dentro do sistema.

Os blocos ou sub-rotinas presentes neste nível devem realizar tarefas menores.

A lógica de Suporte contém os seguintes blocos:

- Vazão: Fornece, com base no tempo em que a Bomba de Recalque ficou ligada e na vazão nominal da Bomba de Recalque, uma estimativa da vazão de entrada do sistema em m^3/h
- Energia: Com base na potência nominal de cada carga e no tempo de funcionamento, estima acumulativamente a energia consumida pela estação em KVAh
- Volume Processado: Analogamente ao cálculo de vazão, fornece de forma acumulativa o volume processado em m^3
- RFF(Relê de Falta de Fase): Monitora a presença de energia da rede

- Gerador de Chamadas: Solicita uma conexão em um horário programado. No caso do CAPC, gera uma chamada à meia-noite para um balanço do processamento de um dia, transmitindo as grandezas acumulativas e reiniciando-as

Com relação ao processo, identifica-se os seguintes blocos:

- Recalque: Envia um comando para ligação da Bomba de Recalque quando um nível alto é detectado pela Bóia
- Aeração: Com base na estimativa de vazão e parâmetros programáveis, calcula o tempo no qual o aerador permanecerá ligado na próxima hora, comandando o mesmo
- Decantação: De acordo com o percentual de recirculação de lodo programado, comanda a Bomba de Lodo para que fique ligada durante um certo tempo, proporcional ao tempo no qual a Bomba de Recalque ficou ligada

Observa-se que a lógica implementada para o controle do processo atua somente se a estação estiver em modo automático. A seleção é feita através de chaves no painel de comando ou por um comando do COS, podendo a estação estar em :

- Automático: sob o controle do CLP
- Remoto: sob o controle do COS
- Manual: controle local via painel

A supervisão da estação é realizada através da monitoração das variáveis e cargas.

- Alarmes: Quando uma carga recebe um comando, seu estado é observado e caso haja discrepância é gerado um sinal de falha. Quando uma variável atinge um valor limite ou a falta de energia é detectada, um sinal também é gerado
- Eventos: Este bloco é responsável pelo registro da mudança de estado de cada carga ou variável
- Estados: Registra o estado de cada carga ou variável

Observa-se que tanto alarmes quanto eventos tem sua validade dependente das máscaras de habilitação.

A Figura 8 apresenta a estrutura geral da lógica implementada para o CLP.

Cada bloco foi então implementado e testado de forma independente de modo que a união e a integração de todos eles representa o funcionamento automático da estação.

4.4.2: Sistema de Comunicação

O desenvolvimento do sistema para a comunicação partiu de uma implementação anterior com o objetivo de generalizar e modularizar tal “software”. Assim, dividiu-se o “software” de comunicação em dois outros, de acordo com suas funções:

- Mecanismo de Comunicação
- Interpretador

O “software” de comunicação é responsável pela interface entre os registradores e memórias internas da CPU do CLP e o computador presente no COS, como indicado na Figura 7 a seguir:

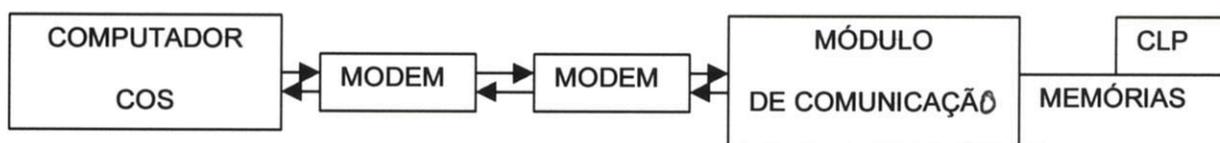


Figura 7: Esquema implementado pelo sistema de comunicação

O Mecanismo de Comunicação implementa as funções que:

- Executa a discagem e estabelece a conexão
- Envia “login” e “password”
- Executa interpretador
- Desconecta quando necessário

Foi então implementado um protocolo simples em ASCII e que atende as necessidades.

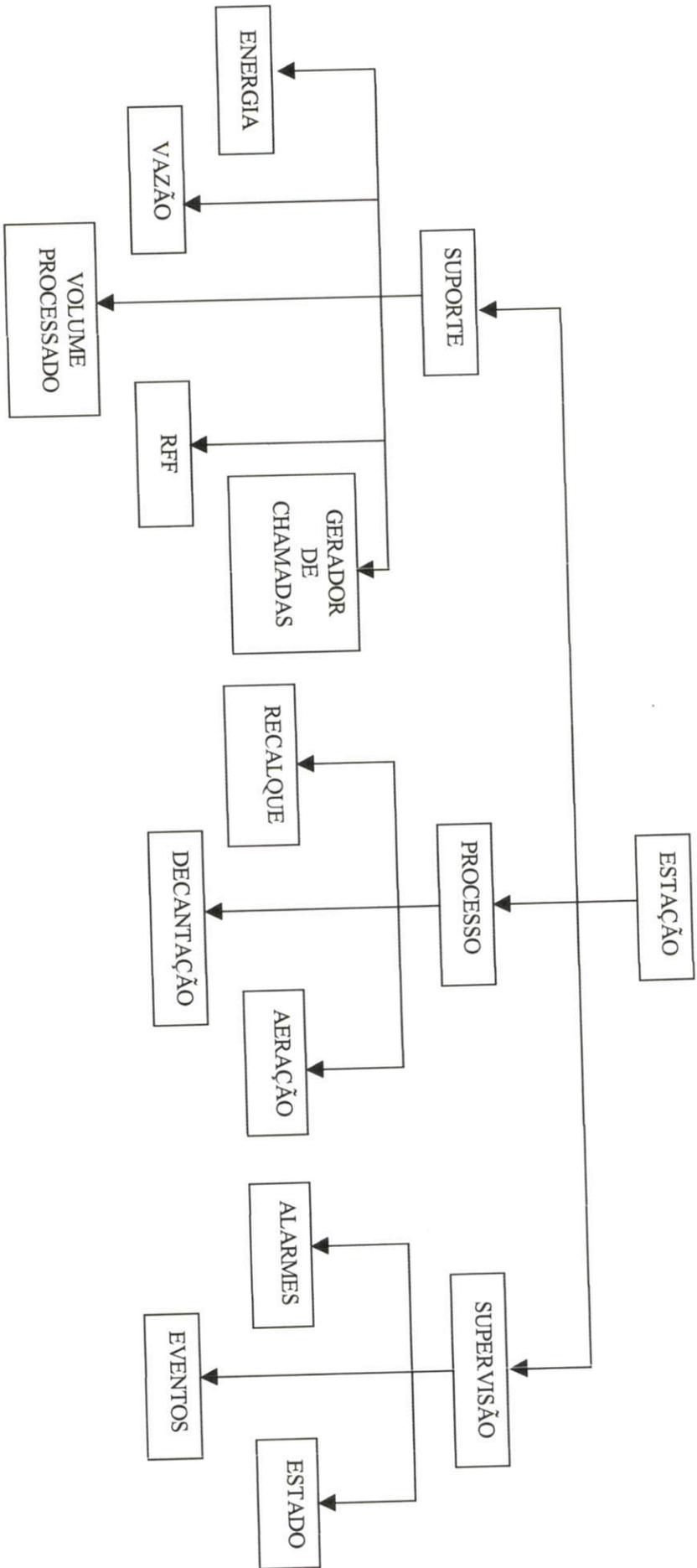


Figura 8: Estrutura geral do programa LADDER

Assim, o Mecanismo de Comunicação é responsável pelo controle do MODEM. Quando uma chamada é solicitada pelo programa em LADDER ou por intervalo de tempo via interrupções, o co-processador BASIC comanda o MODEM para que o mesmo execute o processo de discagem para a central de operações. Caso a linha esteja ocupada uma rediscagem torna-se necessária. Quando o sinal de portadora é detectado pelo MODEM, ele recebe uma comando para que seja executado o processo de “login” que envolve o envio de uma palavra que indica qual a estação que está se conectando, seguido de uma senha.

Após a validação da conexão da estação remota, um programa Interpretador recebe as mensagens através do MODEM. O Interpretador aguarda o envio por parte do COS dos identificadores únicos seguidos de valores, ambos válidos e corretos. Cada identificador recebido passa por uma estrutura de seleção cujo resultado determina qual registrador do CLP será lido ou escrito, agindo sobre os atributos da estação. Se o identificador for correspondente a um parâmetro ou comando, o valor será escrito na memória do CLP. Caso o valor corresponda a uma solicitação, o interpretador buscará o resultado correspondente da memória do CLP e devolverá para o COS.

Por exemplo, o identificador 102 = Vazão de Entrada em décimos de m^3/h , após o estabelecimento da conexão é enviado a partir do COS para o CLP. O valor é escrito para o MODEM seguido do comando de leitura (-1), o que é interpretado pelo CLP. O valor da Vazão é então copiado da memória do CLP pelo sistema de comunicação e registrado pelo interpretador, no COS.

Uma mensagem especial indica o fim da transmissão oriunda do COS e faz com que o CLP inicie o processo de desconexão.

Observa-se que todas mensagens circuladas pela linha telefônica são validadas através do mecanismo de “checksum” e quando um erro é detectado a retransmissão é solicitada. Identificadores inválidos são retornados para o COS. Cada transação compreende uma escrita seguida de leitura. Além da validação da integridade da mensagem, cada valor que segue o identificador deve estar de acordo com a faixa de valore aceitáveis.

O processo de discagem e conexão é feito segundo as características do MODEM utilizado. Cada estação possui um “login” e um “password” próprios bem como um número de telefone para o qual discar.

Todo o processo é invocado a partir de uma interrupção gerada pela CPU do CLP, que executa a lógica LADDER ou por intervalo de tempo decorrido pré-programado.

Do lado do COS, após o “login” da estação diversos programas são executados pelo servidor LINUX, tais como:

- “Shell” especial para responsável pelo envio e recebimento de mensagens pela linha telefônica, registrando todas as transações
- Interpretador de comandos e responsável pelo registro em memória e arquivos dos dados oriundos do CLP , caracterizando a telemetria
- “Scripts” de “shell” para tratamento de alarmes com envio de mensagens de correio eletrônico e “pager” para pessoas responsáveis, atualização dos dados no site da empresa pela “internet”, entre outras tarefas
- Programas para o pós-processamento dos dados, tais como geração automática de relatórios impressos e por correio eletrônico, com informações sobre o desempenho do sistema, além de gráficos de funcionamento
- Programas para a exibição dos dados que refletem o estado atualizado da estação

Todas as informações relativas aos identificadores são organizadas no COS na forma de arquivos que são lidos e descarregados a cada conexão ou através de comandos “on line”, quando a conexão é retida.

Observa-se a possibilidade de operação, monitoração e supervisão à distância, utilizando a sistema de telefonia, graças a um sistema complexo envolvendo diversas tecnologias. O sistema operacional do lado do COS permite diversas aplicações e facilita a execução segura de tarefas automáticas.

Capítulo 5: Implementação do Sistema Automatizado

5.1: Implementação

A implementação do sistema pode ser realizada inicialmente através de um CLP para desenvolvimento montado numa bancada na sede da empresa. A bancada possui chaves e potenciômetros que permitem a simulação da realidade encontrada no campo.

Segundo o projeto e desenvolvimento realizado *a priori*, os programas para o CLP (LADDER) e para o módulo co-processador de comunicação (BASIC) foram implementados e testados em laboratório, em paralelo à execução da obra civil e elétrica. Foram utilizadas as ferramentas específicas fornecidas pelo fabricante. (VIDE ANEXO)

Assim, desenvolveu-se toda a lógica LADDER, o programa de comunicação BASIC e ainda trabalhou-se na interface entre o sistema remoto e o computador hospedeiro, colaborando para a disponibilização das informações necessárias para a gestão e operação a distância.

Em seguida, iniciando a fase de integração, pode-se ter um primeiro contato com o “hardware” instalado no quadro de comando. Observa-se que tornaram-se necessárias algumas modificações no quadro elétrico devido a alguns erros de projeto e execução terceirizados. Após tais ajustes e execução de uma infinidade de testes de laboratório, fez-se a primeira visita no campo, situado no CAPC do Ribeirão da Ilha. Em tal visita iniciou-se os trabalhos com a instalação do quadro elétrico já com todos os seus componentes. Neste momento constatou-se a necessidade de algumas modificações no projeto original (parte civil) para o perfeito funcionamento do sistema e contenção de vazamentos, executadas por um pedreiro e que implicaram num atraso no cronograma da obra.

A Figura 9 apresenta o local da instalação do sistema automatizado, com destaque para os tanques em concreto construídos sob uma área de garagem.

Após a aprovação da estrutura hidráulica envolvida, da instalação do quadro elétrico de comando trifásico e da ligação das cargas, pode-se realizar a carga dos programas no CLP. Iniciaram-se então os primeiros testes de campo.

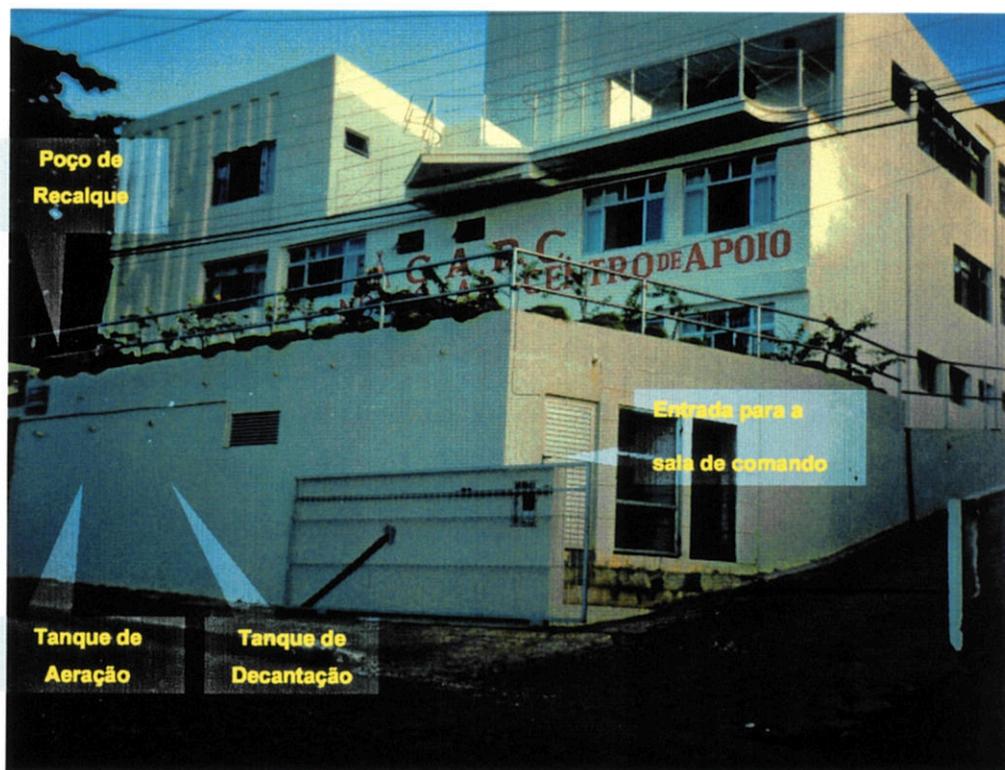


Figura 9: Local onde foi feita a implementação da estação remota – CAPC

Foram estabelecidas conexões com o COS através das quais pode-se comparar o estado real da estação com as informações apresentadas pelo COS, possibilitando-se os ajustes necessários.

Durante os testes de campo foram executadas as calibração dos valores de vazão da bomba de recalque, utilizadas no “software” LADDER para o cálculo de vazão de entrada do sistema e volume processado. Também foram obtidos os valores de corrente consumidos por cada carga para posterior utilização dentro da rotina de cálculo de energia consumida.

A Figura 10 apresenta uma visão geral do quadro de comando instalado com todos os dispositivos envolvidos.

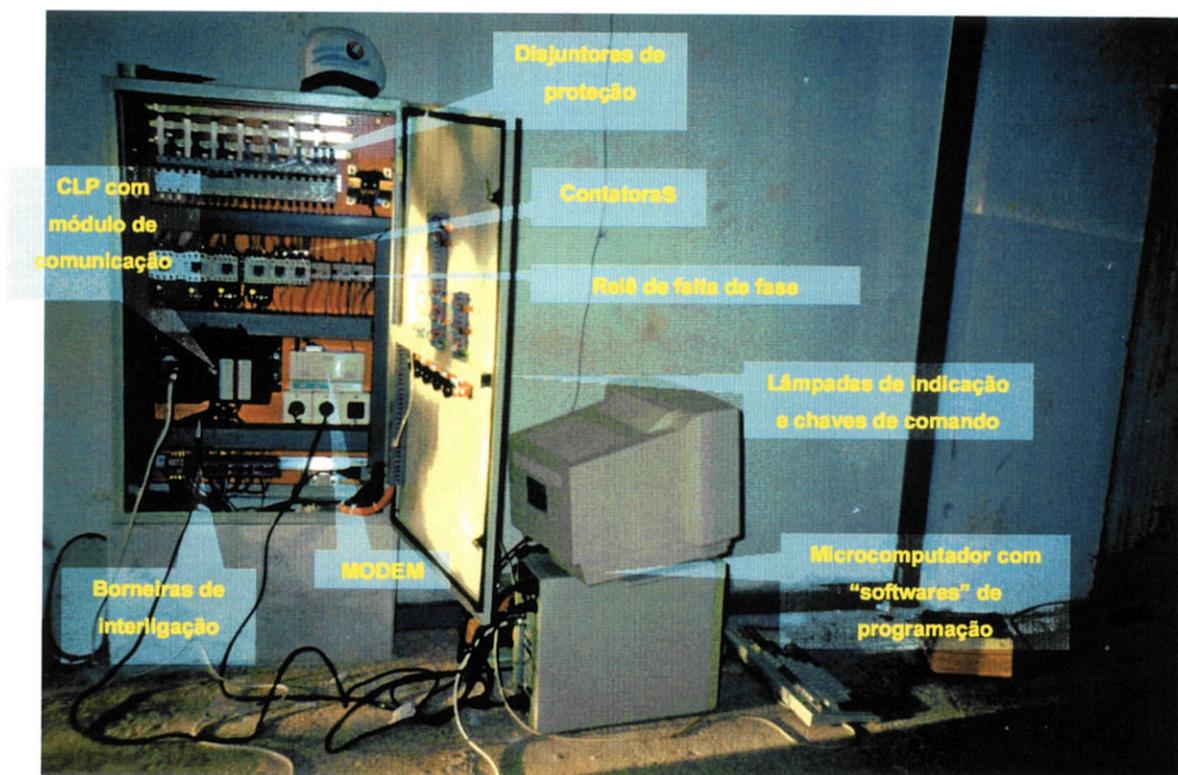


Figura 10: Visão geral do quadro de comando onde se alojam o CLP, o MODEM, dispositivos de proteção e comando.

5.2: Resultados

Após a implementação do sistema diversos resultados foram obtidos e o sistema se encontra hoje em pleno funcionamento. Os dados podem ser apresentados através de um programa em linguagem C desenvolvido para o CAPC, através de gráficos impressos de funcionamento ou de relatórios operacionais recebidos automaticamente.

Observa-se que o sistema se encontra em operação cerca de 1 mês, já tendo tratado cerca de 150 m³ (150.000 l) de esgoto hospitalar. No início a qualidade do efluente deixa a desejar devido à falta de atividade microbiológica e lodo suficientes. Após o término da primeira quinzena de funcionamento a qualidade do efluente final já pode ser considerada dentro dos padrões de saúde pública.

A Figura 11 apresenta a tela principal do "software" de monitoração do sistema. Observa-se que o programa apresenta o estado atualizado de todos os dispositivos da estação, bem como dos diversos parâmetros programados. Indica ainda os horários da última conexão realizada e da próxima. Destacam-se as

indicações dos parâmetros que determinam a dinâmica do ciclo de trabalho, constituindo pontos uma reta, que determinam a característica da variação do mesmo em função da vazão de entrada. Destaque também para o percentual de recirculação de lodo, proporcional à vazão de entrada do sistema.

Observa-se também uma região onde as mensagens de alarme são escritas quando ocorrem.

```

27 Apr 99 (99117) 21:16:59          CAPC-TE 1.4          (c) ACQUALAN S/A

RECALQUE      BOIA   ESTADO
              ABAIXO  DESLIG

REATOR        CT      MODO   ESTADO
              70     AUTO   LIGADO

DECANTADOR    TE      TA      KP      MODO   ESTADO
              33      0      30     AUTO   DESLIG

DADOS GERAIS  RFF     VZ      CTMIN   VzCTMIN CTMAX   VzCTMAX  CONECTADO
              NORM  0.0    70      0      100    1        NAO

MSG ALARMES   (00 / 00)

                                          CONEXAO
                                          ULTIMA
PROXIMA
27 Apr 21:45                               27 Apr 20:45

```

Figura 11: Tela do sistema desenvolvido para a monitoração da estação.

Tais resultados apresentados mostram o estado atual da estação. A seguir são apresentados na forma gráfica, revelando informações acerca do funcionamento durante um período maior de tempo para um dia ou mais. Observa-se que tais gráficos podem ser gerados automaticamente ou não, podendo-se selecionar um intervalo de datas, as grandezas a serem “plotadas” e formato, tudo através de uma ferramenta para geração de relatórios gráficos. Arbitrou-se o acompanhamento do fim de semana do dia 23 de Abril (Sexta-feira, Sábado e Domingo).

Assim, para apresentação foram gerados 3 gráficos que apresentam a vazão ao longo do dia, o estado da bomba de recalque, aerador e bomba de lodo.

A Figura 12 revela um pico de demanda no final da tarde, mostrando que a vazão evolui segundo os instantes nos quais o recalque é acionado. Mostra também que a bomba de recirculação de lodo funciona também em função do recalque e,

que o aerador permanece ligado, segundo um ciclo de trabalho programado em função da vazão de entrada. Devido ao intervalo entre conexões verifica-se alguns problemas com a amostragem. Neste dia, estava programado para que, além do intervalo de 1 hora entre chamadas, eventualmente seriam geradas chamadas quando a bomba de recalque ligasse.

A Figura 13 segue a mesma análise, revelando uma diferença de demanda de entrada ao longo do dia de Sábado em relação à Sexta-feira, através da curva de vazão.

O Figura 14 apresenta o funcionamento ao longo do fim de semana em questão.

No Figura 15, foi mudada a programação, fazendo com que chamadas fossem realizadas por eventos de ligar e desligar das cargas, promovendo uma amostragem mais frequente e gerando informações referentes ao funcionamento da estação na Quarta-feira, 28 de Abril de 1999.

A Figura 16 apresenta os relatórios gerados por correio eletrônico referentes aos mesmos dias. Tais relatórios revelam estatísticas sobre o desempenho da estação, mostrando os tempos de funcionamento dos dispositivos, vazão média e volume processado. O campo referente ao número de amostras reflete a quantidade de chamadas realizadas, permitindo prever aproximadamente as tarifas.

Observa-se que os dados são registrados em arquivos a cada conexão, caracterizando um sistema de telemetria que permitem a manutenção do histórico de funcionamento da estação. Tal sistema permite uma análise dos dados utilizando-se ferramentas adequadas e mecanismos de importação de dados a partir da leitura de arquivos.

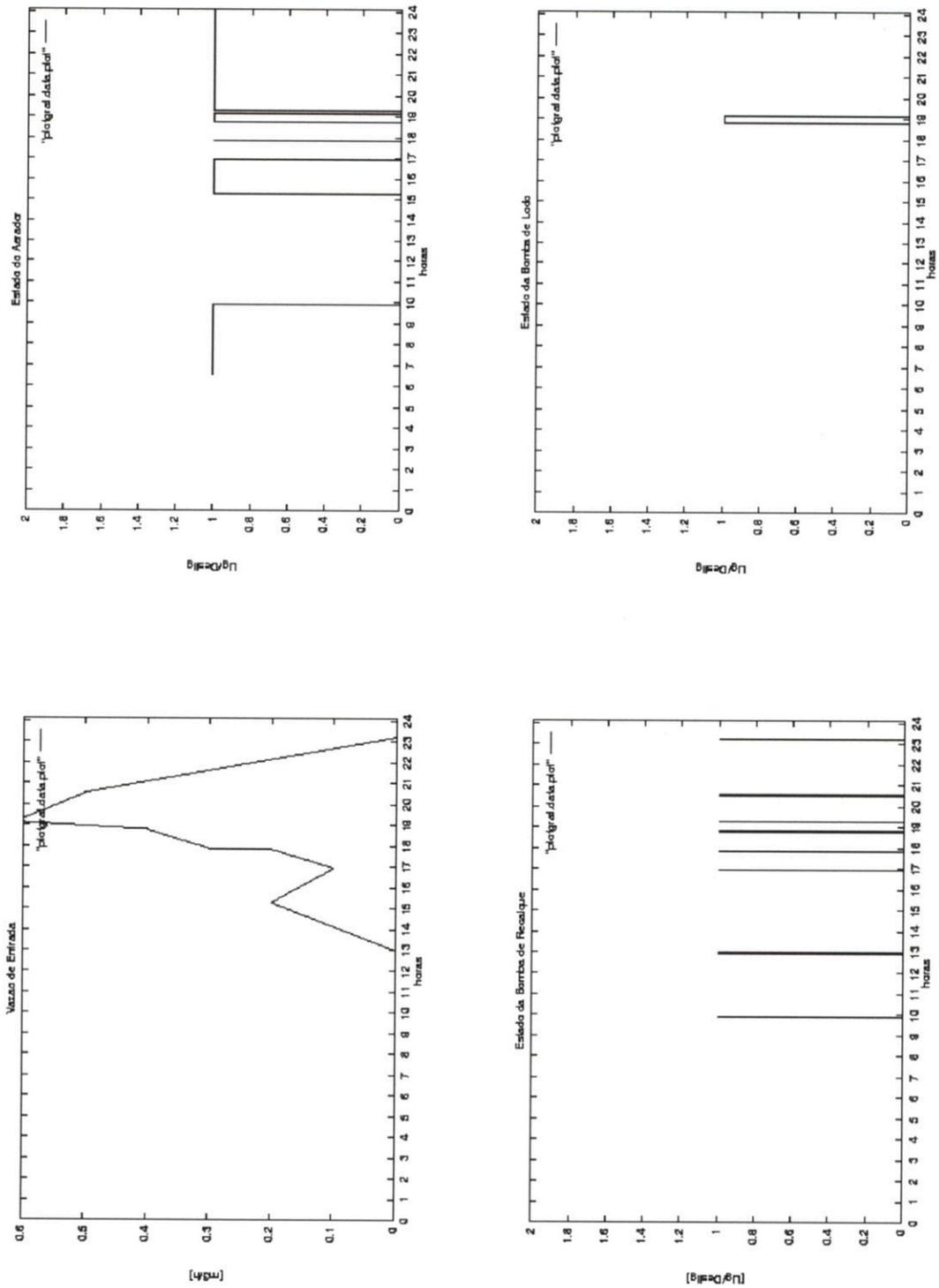


Figura 15: Relativo a dados de 1 dia de funcionamento na

Sexta-feira, 23 de Abril de 1999

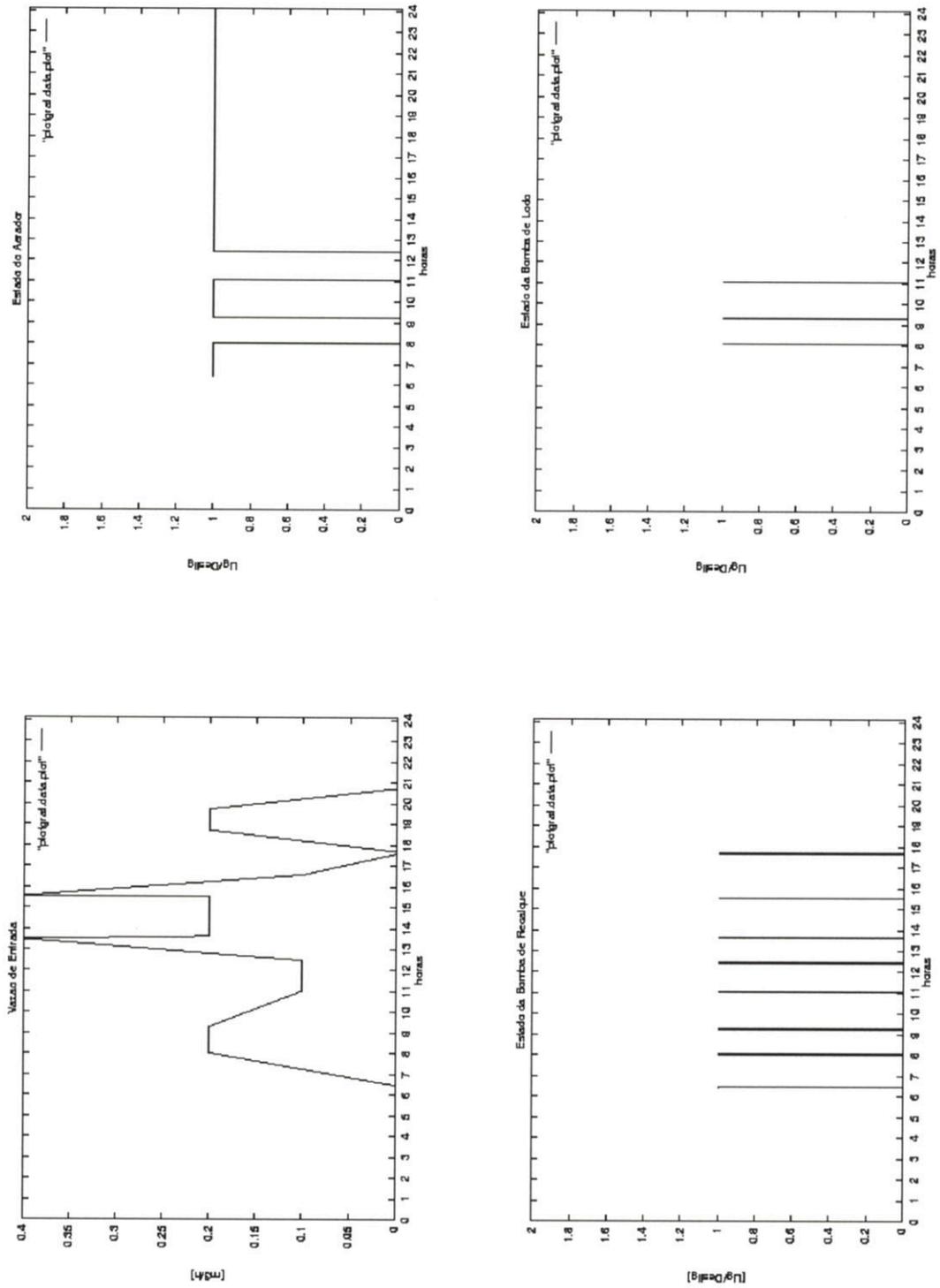


Figura 13: Relativo ao funcionamento em Sábado, 24 de Abril de 1999

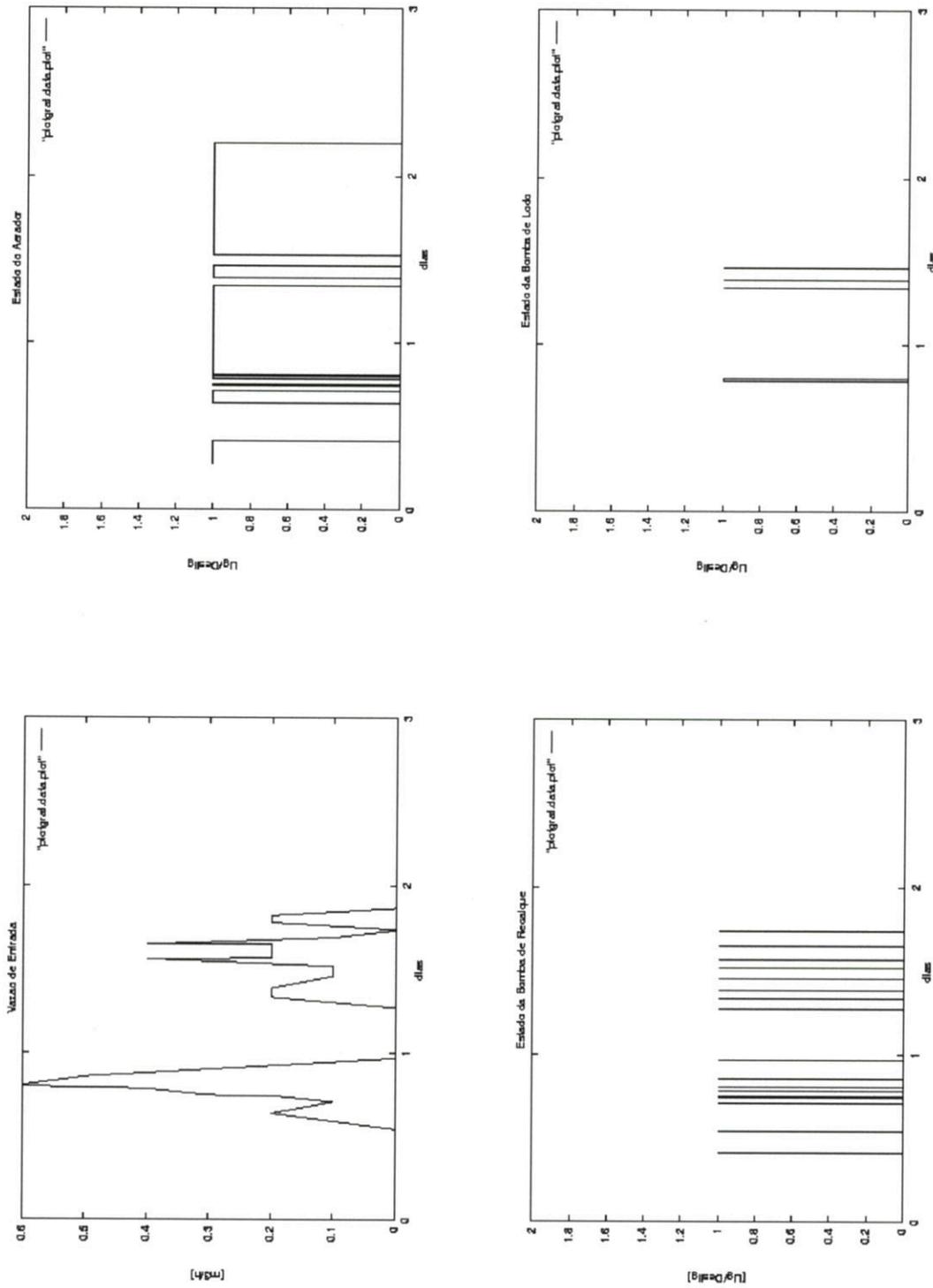


Figura 14: Funcionamento no fim de semana (3 dias) de Sexta-feira, 23 a Domingo, 25 de Abril de 1999

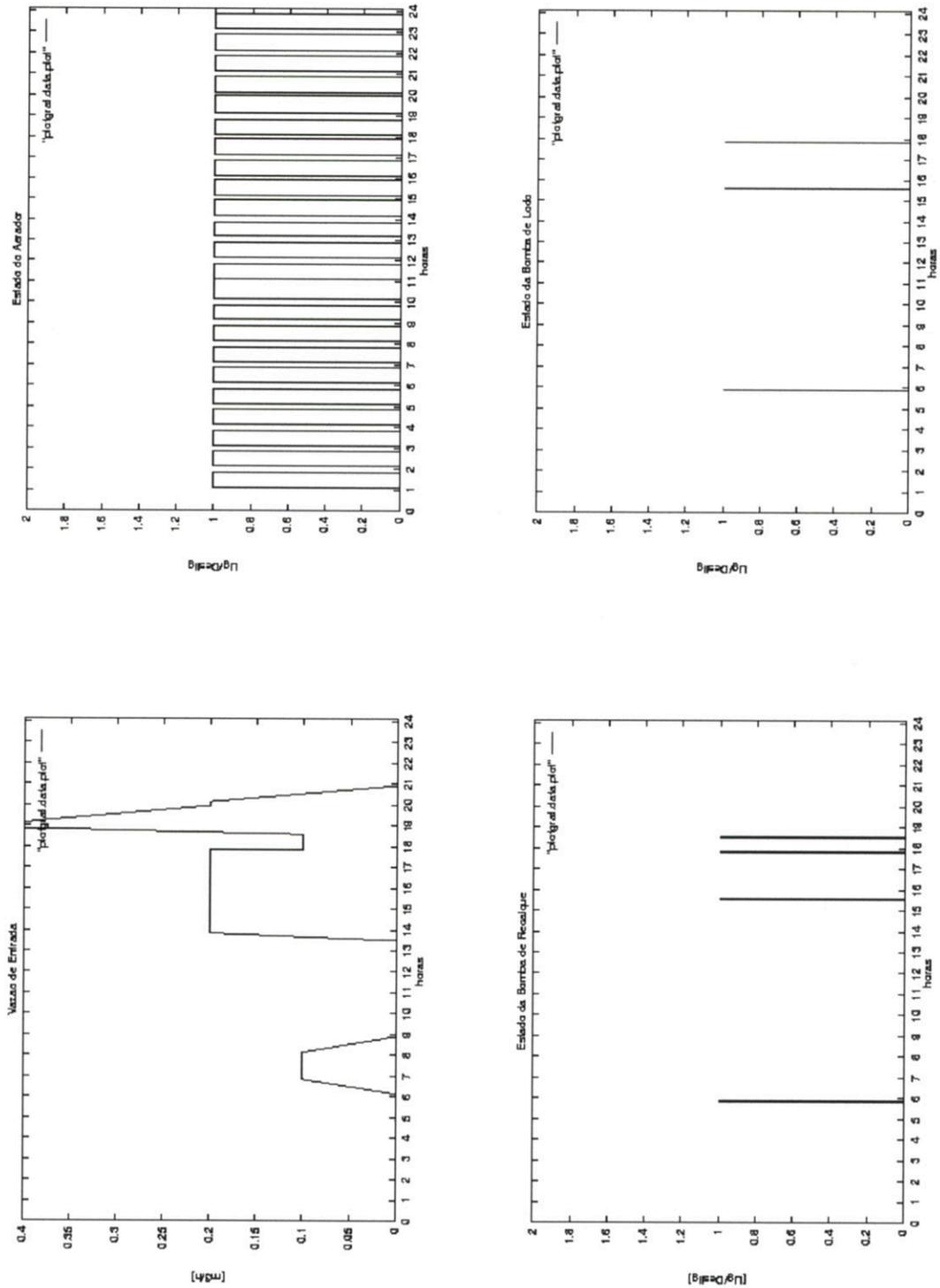


Figura 15: Funcionamento na Quarta-feira, 28 de Abril de 1999, programado para gerar chamadas pelos eventos de ligar e desligar das cargas

Date: Sat, 24 Apr 1999 12:00:00 -0300
 From: Estacao CAPC-TE <capc-te@acqualan.com.br>
 To: carlos@acqualan.com.br, allan@acqualan.com.br, eluz@gerasul.com.br
 Subject: Relatorio Operacional Diario

RELATORIO OPERACIONAL ESTACAO CAPC-TE
 Relatorio do dia: Fri 23 Apr 99 (99113)

```
=====
GRANDEZA                MEDIA  MIN    MAX    UTIL%  AMOSTRA
-----
Vazao de Entrada [m3]   0.2    0.0    0.6    ---    20
Volume Processado [m3]  ---    ---    8.1    ---    1
Tempo B.Recalque Ligada [min] ---    ---    49.0    2.8    1
Tempo Aerador Ligado [min] ---    ---    4665.0  265.8  1
Tempo B.Lodo Ligada [min] ---    ---    19.0    1.1    1
```

Date: Sun, 25 Apr 1999 12:00:01 -0300
 From: Estacao CAPC-TE <capc-te@acqualan.com.br>
 To: carlos@acqualan.com.br, allan@acqualan.com.br, eluz@gerasul.com.br
 Subject: Relatorio Operacional Diario

RELATORIO OPERACIONAL ESTACAO CAPC-TE

Relatorio do dia: Sat 24 Apr 99 (99114)

```
=====
GRANDEZA                MEDIA  MIN    MAX    UTIL%  AMOSTRA
-----
Vazao de Entrada [m3]   0.1    0.0    0.4    ---    28
Volume Processado [m3]  ---    ---    11.6   ---    1
Tempo B.Recalque Ligada [min] ---    ---    70.0    4.7    1
Tempo Aerador Ligado [min] ---    ---    5559.0  373.7  1
Tempo B.Lodo Ligada [min] ---    ---    27.0    1.8    1
```

Date: Mon, 26 Apr 1999 12:00:02 -0300
 From: Estacao CAPC <capc-te@acqualan.com.br>
 To: carlos@acqualan.com.br, allan@acqualan.com.br, eluz@gerasul.com.br
 Subject: Relatorio Operacional Semanal

RELATORIO OPERACIONAL ESTACAO CAPC-TE

Relatorio entre os dias: - Sun 25 Apr 99 (99115)

```
=====
GRANDEZA                MEDIA  MIN    MAX    UTIL%  AMOSTRA
-----
Vazao de Entrada [m3]   0.1    0.0    0.6    ---    114
Volume Processado [m3]  ---    ---    54.5   ---    8
Tempo B.Recalque Ligada [min] ---    ---    384.0    5.3    8
Tempo Aerador Ligado [min] ---    ---    6551.0  488.0  8
Tempo B.Lodo Ligada [min] ---    ---    167.0    2.2    8
```

Figura 16: Relatórios diários e semanal gerados via correio eletrônico

Capítulo 6: Conclusão e Perspectivas

O presente trabalho de conclusão de curso apresentou o desenvolvimento de um sistema de automação para uma estação remota para tratamento de efluentes hospitalares.

Foram apresentadas as principais etapas da engenharia do sistema, com destaque para o conhecimento do processo, análise dos requisitos, desenvolvimento dos “softwares” envolvidos, implementação do sistema automatizado e resultados.

O trabalho permitiu que fossem colocados em prática os conhecimentos adquiridos durante a graduação em engenharia de controle e automação industrial, provando a formação oferecida. O estudante pode vivenciar a solução para um problema real, utilizando-se de uma base de conhecimento envolvendo diversas áreas de atuação.

O desenvolvimento tecnológico promovido pelo trabalho foi de grande importância para a empresa e para o acadêmico, servindo como aprendizagem para a construção futura de outros sistemas.

A utilização de instrumentação adicional permitiria a implementação de algoritmos de controle mais sofisticados. Por exemplo, um sensor de oxigênio dissolvido no reator permitiria reduzir o consumo de energia elétrica, sem comprometer a qualidade do efluente final. Melhorias poderiam ser realizadas também no sentido de diminuir custos com o “hardware” envolvido, principalmente com relação ao CLP e mecanismo de comunicação, já que existem tecnologias capazes de proporcionar uma estrutura semelhante, porém necessitando de investimentos para custear o desenvolvimento tecnológico.

Os resultados mostram uma alternativa viável na área de saneamento básico, devendo ser considerada pelas autoridades competentes. É a automação aplicada em um contexto social, com uma pequena contribuição deste trabalho, já que toda uma região será beneficiada, com viabilidade operacional.

Pode-se então fornecer um produto com a automação como diferencial, agregando valores a uma tecnologia de processo existente.

Referências Bibliográficas

- [1] Luz, E. L. : “Tratamento de Esgoto em Reatores por Bateladas Controlados por Sistema de Telegestão e Suporte Operacional Informatizado”. Tese de Mestrado em Engenharia Ambiental. Florianópolis-SC. 1998.
- [2] Arceivala, S. J. : “Wastewater Treatment and Disposal”. Engineering and Ecology in Pollution Control. Editora Marcel Dekker. N.Y.
- [3] Barros, A. L. M. : “Tratamento de Esgotos do Tipo Reator Sequencial por Bateladas”. RSB. 1994.
- [4] Acqualan Tecnologia & Ambiente S/A: “Telegestão de Sistemas Celulares para Tratamento de Efluentes”. Plano de Negócios Acqualan. Florianópolis-SC. 1997.

Bibliografia

GE-Fanuc Automation: "Series 90 PLC Manuals". Charlottesville - V.A. May 1997.

Stemmer, M.R.: "Informática Industrial I". UFSC. Florianópolis – SC, 1995.

Stemmer, M.R.: "Informática Industrial II". UFSC. Florianópolis – SC, 1996.

Stemmer, M.R.: "Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores". UFSC. Florianópolis – SC, 1996.

Bruciapaglia, A.: "Instrumentação". UFSC. Florianópolis –SC.1997.

Bruciapaglia, A.: "Processos em Engenharia". UFSC. Florianópolis- SC. 1995.

Acqualan Tecnologia & Ambiente S/A: "Documentação Interna". 1997.

Endereços de “internet” Relacionados

www.acqualan.com.br

www.gefanuc.com

www.matrix.com.br/nossolar

www.weg.com.br

Anexo

Em anexo, segue informações gerais sobre a linha de CLP e módulos utilizados, extraídas do catálogo do fabricante.

Series 90-30 CPUs

Series 90-30 CPUs

From the low-cost, compact Model 311 to high-end CPUs with floating-point math, the Series 90-30 CPUs provide scalable processing capability, allowing you to select precisely the CPU that matches your application requirements.



CPU 351



TIPS

I/O Racks and Power Supplies start on page 23.

I/O Modules start on page 24.

Communications options start on page 43.

Programming Software starts on page 136.

Programming instructions start on page 164.

Remote I/O options start on page 84.

Operator Interfaces start on page 150.

Agency approvals and specifications on page 162.

Cables and Accessories on page 165.

Power Supply Loading calculations start on page 166.

Applications start on page 202.

Engineering Services featured on page 199.

Model 311

An Entry-level PLC with Mid-range Features

- CPU on backplane frees up additional slot for I/O or smart modules.
- 5-slot baseplate provides up to 160 I/O.
- 512 words of register memory; 6K bytes of user logic memory

Model 313/323

Standouts Among Compact PLCs in Price and Performance

- CPU on backplane frees up additional slot for I/O or smart modules.
- Increased operating speed and more memory
- 5-slot or 10-slot models provide up to 320 I/O in a compact space
- 1024 words of register memory; 12K bytes of user logic memory

Model 331

An Expandable PLC for Increased I/O Requirements

- CPU functionality in a single slot module
- Link up to 5 racks over a distance of 700 feet/215 meters
- Up to 49 slots and as many as 1024 discrete I/O points
- Modular construction allows easy upgrades
- Battery-backed clock for time-stamping, passwords, and alarming functions

Standard CPU Specifications

Part Number	IC693CPU311	IC693CPU313	IC693CPU323	IC693CPU331
I/O Discrete Points	160	160	320	1024
I/O Analog Words	64 In - 32 Out	64 In - 32 Out	64 In - 32 Out	128 In - 64 Out
Total Number of Racks	1** (CPU built in)	1** (CPU built in)	1*** (CPU built in)	5
Register Memory Words	512	1024	1024	2048
User Logic Memory	6K bytes	12K bytes	12K bytes	16K bytes
Boolean Execution Speed	18ms/K	0.6ms/K	0.6ms/K	0.4ms/K
Internal Coils	1024	1024	1024	1024
Floating Point	No	No	No	No
Timers/Counters	170	340	340	680
Programmable Co-processor	No	No	No	Yes
Communications Options	Serial - SNP, RTU, LAN - Genius, Ethernet	Serial - SNP, RTU, LAN - Genius, Ethernet	Serial - SNP, RTU, LAN - Genius, Ethernet	Serial - SNP, SNPX, RTU, CCM LAN - Genius, Ethernet
Software Support	LogiMaster	LogiMaster	LogiMaster	LogiMaster
Field Busses		Genius, Profibus DP, WorldFIP, Interbus S *		
Device Networks		LonWorks, DeviceNet, SDS *		
Built In Ports	1	1	1	1
Override	No	No	No	Yes
Battery Backed Clock	No	No	No	Yes
Type of Memory Storage	RAM, EPROM, EEPROM	RAM, EPROM, EEPROM	RAM, EPROM, EEPROM	RAM, EPROM, EEPROM

* This applies to all four models.

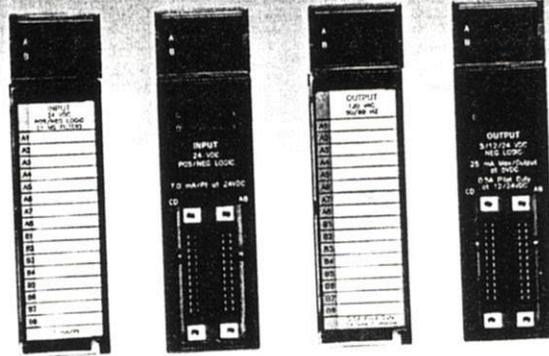
** Rack supports 5 I/O module slots.

*** Rack supports 10 I/O module slots.

Discrete I/O Modules

A Wide Choice of Easy-to-Wire Modules

Input modules provide the interface between the PLC and external input devices such as proximity sensors, push buttons, switches, and BCD thumb-wheels. Output modules provide the interface between the PLC and external output devices such as contactors, interposing relays, BCD displays and indicator lamps. GE Fanuc offers a variety of modules that support different voltage ranges and types, current capacity, isolation, and response time to meet the needs of your application.



AC Voltage Input Module Specifications

Part Number	Description	Input Voltage	Number of Points	Response Times (ms)		Input Current	Trigger Voltage	Points per Common	Connector Type
				On	Off				
IC693MDL230	120V Isolated	0-132	8	30	45	14.5 mA	74-132	1	TB*
IC693MDL231	240V Isolated	0-264	8	30	45	15 mA	148-264	1	TB
IC693MDL240	120V Input	0-132	16	30	45	12 mA	74-132	16	TB
IC693MDL241	24VAC/VDC	0-30	16	12	28	7 mA	11.5-30	16	TB
IC693MAR590	AC In/Relay Out	0-132	8	30	45	12 mA	74-132	8	TB

DC Voltage Input Module Specifications

Part Number	Description	Input Voltage	Number of Points	Response Times (ms)		Input Current	Trigger Voltage	Points per Common	Connector Type
				On	Off				
IC693MDL241	24VAC/VDC	0-30	16	12	28	7 mA	11.5-30	16	TB
IC693MDL632	125V Pos/Neg	0-150	8	7	7	4.5 mA	90-150	4	TB
IC693MDL634	24V Pos/Neg	0-30	8	7	7	7 mA	11.5-30	8	TB
IC693MDL645	24V Pos/Neg	0-30	16	7	7	7 mA	11.5-30	16	TB
IC693MDL646	24V Pos/Neg Fast	0-30	16	1	1	7 mA	11.5-30	16	TB
IC693MDL654	5/12V Pos/Neg Fast	0-15	32	1	1	3.0 mA @5v 8.5 mA @12v	4.2-15	8	FCN**
IC693MDL655	24V Pos/Neg Fast	0-30	32	2	2	7 mA	11.5-30	8	FCN
IC693MDR390	DC In/Relay Out	-30 - +30	8	1	1	7.5 mA	15-32	8	TB
IC693ACC300	Input Simulator	N/A	8/16	20	30	N/A	N/A	16	Switches

* Terminal Block (20 Screws)

** Fujitsu Connector (32-pt modules have two 24-pin connectors with Connector Kits available)

Discrete I/O Modules

Introduction

I/O Module Features

- Density options include 8-, 16-, and 32-point modules.
- 8- and 16-point modules feature a removable terminal connector for easy wiring.
- 32-point modules have two Fujitsu 24-pin connectors.
- GE Fanuc offers several cable types and kits for custom cables.
- Input modules have LEDs to represent the status of each point (field side).
- Output modules have LEDs to represent the status of each point (logic side). Fused output modules also have a blown fuse indicator on the LED display.



TIPS

- Reduce wiring using Terminal Block Quick Connect on page 56.
- Wiring diagram examples start on page 170.
- 32 point Fujitsu cables and connectors on page 165.

Series 90

Micro

Series 90-30

Series 90-70

AC Voltage Output Module Specifications

Part Number	Description	Load Voltage	Number of Points	Response Time (ms)		Load Current per Point	Output Type	Points per Common	Connector Type
				On	Off				
IC693MDL310	120V (fused)	85-132VAC	12	1	1/2cy	0.5A	Triac	6	TB*
IC693MDL330	120/240V (fused)	85-264VAC	8	1	1/2cy	2A	Triac	4	TB
IC693MDL340	120V (fused)	85-132VAC	16	1	1/2cy	0.5A	Triac	4	TB
IC693MDL390	120/240V Isolated	85-264VAC	5	1	1/2cy	2A	Triac	1	TB
IC693MDL930	120/240V Iso. N.O.	5-250VAC	8	15	15	4A	Relay	1	TB
IC693MDL931	120/240V Iso. NC/N.O.	5-250VAC	8	15	15	8A	Relay	1	TB
IC693MDL940	120/240V N.O.	5-250VAC	16	15	15	2A	Relay	4	TB
IC693MDR390	DC In/Relay Out N.O.	5-250VAC	8	15	15	2A	Relay	4	TB
IC693MAR590	AC In/Relay Out N.O.	5-250VAC	8	15	15	2A	Relay	4	TB

DC Voltage Output Module Specifications

Part Number	Description	Load Voltage	Number of Points	Response Time (ms)		Load Current per Point	Output Type	Points per Common	Connector Type
				On	Off				
IC693MDL750	12/24V Positive (fused)	12-24VDC	8	2	2	2A	Transistor	8	TB
IC693MDL752	12/24V Positive	12-24VDC	8	2	2	0.5A	Transistor	8	TB
IC693MDL740	12/24V Positive	12-24VDC	16	2	2	0.5A	Transistor	8	TB
IC693MDL742	12/24V Positive ESCP	12-24VDC	16	2	2	1A	Transistor	8	TB
IC693MDL751	12/24V Negative (fused)	12-24VDC	8	2	2	2A	Transistor	8	TB
IC693MDL753	12/24V Negative	12-24VDC	8	2	2	0.5A	Transistor	8	TB
IC693MDL741	12/24V Negative	12-24VDC	16	2	2	0.5A	Transistor	8	TB
IC693MDL754	125V Positive/Negative	11-150VDC	6	7	5	1A	Transistor	1	TB
IC693MDL930	24V N.O. Isolated	5-30VDC	8	15	15	4A	Relay	1	TB
IC693MDL931	24V N.O./NC Isolated	5-30VDC	8	15	15	8A	Relay	1	TB
IC693MDL940	24V N.O.	5-30VDC	16	15	15	2A	Relay	4	TB
IC693MDL752	5/24V Negative	5,12-24VDC	32	.5	.5	0.5A	Transistor	8	FCN**
IC693MDL753	12/24V Positive	12-24VDC	32	.5	.5	0.5A	Transistor	8	FCN
IC693MDR390	DC In/Relay Out N.O.	5-30VDC	8	15	15	2A	Relay	4	TB
IC693MAR590	AC In/Relay Out N.O.	5-30VDC	8	15	15	2A	Relay	4	TB

* Terminal Block (20 Screws)

** Fujitsu Connector (32-pt modules have two 24-pin connectors with Connector Kits available)

CIMPLICITY

PC Control

I/O Products

PowerMotion

Communication

Software

OI Products

General Information

Services and Solutions

Accompany Program

Specialty Modules

Programmable Coprocessor Modules

The Programmable Coprocessor Module (PCM) is a high-performance micro-computer designed for Series 90-30 systems using the CPU331 or higher. The PCM functions both as a communication module and programming module, supporting Megabasic and C programming languages. The PCM



has two independent serial ports that may be configured in a variety of combinations to suit your application requirements.

Module Features

- The PCM communicates with the PLC CPU over the Series 90-30 back-plane.
- Megabasic and C Programming languages provide routines to read and write CPU user memory and system data directly.
- Modbus RTU and CCM protocols are built in.
- Up to four PCM modules may be installed in the main CPU rack, depending on the power supply for the entire system.
- The PCM is completely software configured. No DIP switches or jumpers to set

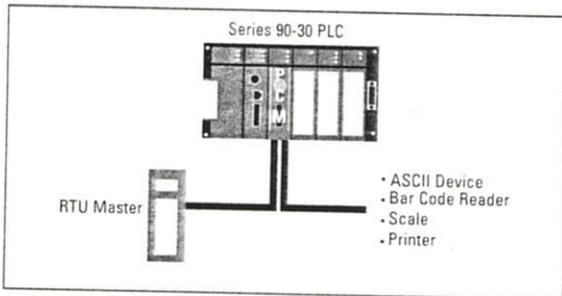
APPLICATIONS

- Bar Code Readers
- RTU Master
- Flow Calculations
- Serial Interfaces
- Intelligent Scales
- Floating Point Math Calculations
- ASCII Devices



TIPS

Application software can be found on: www.gefanucsupport.com.



Programmable Coprocessor Modules Specifications

Part Number	Total RAM	Port 1	Port 2
IC693PCM300	160K	RS-232	RS-232/RS-485
IC693PCM301	192K (EPROM available)	RS-232	RS-232/RS-485
IC693PCM311	640K	RS-232	RS-232/RS-485

Programmable Coprocessor Tools and Software

Part Number	Description
IC641SWP063	Series 90 PCM Support, Terminal Emulator File Transfer (TERMF)
IC641SWP064	Flow Computer Software
IC690SHP403	MegaBasic, DOS Version 3.5" Format
IC641SWP710	C Developers Toolkit for Series 90 PCM

Logicmaster 90

Power and Versatility in a Single Programming Package

GE Fanuc
Logicmaster 90 software is a DOS-based Relay Ladder Diagram and Sequential Function Chart programming interface for Series 90 PLCs. It supports PLC configuration in an off-line mode or on-line with the PLC.

The screenshot shows a software window with a menu bar (RELAY, IMACTR, MATH, RELATN, BITOP, DATAMU, TABLES, CONVRT, CONTRL, OPM SP) and a toolbar. A ladder logic diagram is partially visible on the left. A central window titled "Variable Declarations for Folder 'LESSON'" contains the following table:

REF	NAME	REF DESCRIPTION
%I0105	I141_07	Intake Valve Control Switch
%R0111	REG_111	Registr Input Data
%R0112	REG_112	Pointer to Read Data
%R0010	DAYS	day of week
%R0030	HOLD#	temporary result
%R0020	EXTRA	overtime

Below the table, it says "(Use cursor keys, or ESC)". At the bottom of the window, it displays "OFFLINE", "C:\LM90\LESSON", "PRG: LESSON", "BLK: MAIN", "SIZE: 149", "RUNG 0005", and "REPLACE %R0020 : EXTRA :: overtime".

Mnemonic Programming

One reason for Logicmaster 90's power and versatility is the association of mnemonics with programming functions. Mnemonics allow programmers to memorize the frequently used functions and quickly bypass superfluous keystrokes.

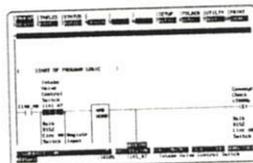
A Range of Communications Options

Logicmaster 90 takes advantage of Series 90 architecture to offer a range of communications options, including:

- Serial communications through the built-in port on the Series 90 PLC
- TCP/IP Ethernet communications through GE Fanuc's PLC Ethernet interfaces

Editing Functions

Logicmaster 90 software provides a complete set of programming features such as rung insert/edit, select, cut, delete, paste, include, and write. With search and replace, you locate program elements and reference addresses easily and replace them with others.



Program Annotation

Logicmaster 90 software supports three types of annotation: nicknames, reference descriptions, and rung comments. Annotation provides a way to document your program with names that are meaningful to the application.

Reference Table Display

Logicmaster 90 software also offers 99 mixed reference tables allowing you to customize table displays to your application needs.



Import Functions

This feature allows you to share data among your software packages. You can import data from a comma-separated variable file (CSV) or incorporate CSV data in a data zoom area of a function, such as a Data Initialization block.

PLC Fault Tables

When a PLC detects a fault, Logicmaster 90 records the data needed to isolate the fault, including such fault



specific information as rack, slot, bus, block, time and date.

Comprehensive, Clear Help Screens

Logicmaster 90 software is extremely easy to learn and use. Context sensitive help text has been carefully designed to help you accelerate program development.

Structured Programs

The Series 90-70 PLC supports structured programming, allowing you to include more than one block of logic in a program. Additional blocks can be called from other blocks. Logicmaster 90 software's block declaration table lists all blocks that make up the complete program.

Logicmaster 90 Software For Series 90-30/20/Micro PLCs

3.5" Diskette
InfoLink Library (CD ROM)
Series 90-70 Paper Library
Series 90-30 Paper Library
Other Manuals
Other Accessories

Part Number	Description					
IC640HWC306	LM 90-30/20/Micro Serial Software w/Converter & Cables, InfoLink Documentation	3	1			IC690ACC901
IC640HWC316	LM 90-30 Ethernet TCP/IP for Windows 95/NT in a DOS Box with InfoLink Documentation, Station Manager Cable	2	1		GFK-1401	IC690ACC901 IC693CBL316*
IC640HWP300	LM 90 Micro Serial Software, Converter and paper documentation	3			GFK-1065 GFK-0466 GFK-0467 GFK-1104	IC690ACC901
IC640HWP306	LM 90-30/20/Micro Serial Software w/Converter & Cables and paper documentation	3		1		IC690ACC901
IC641LIC306	LM 90-30/20/Micro Serial Software 10 Pack and 1 InfoLink Documentation	10 sets	1			
IC641SWC306	LM 90-30/20/Micro Serial Software and InfoLink Documentation	3	1			
IC641SWC316	LM 90-30 Ethernet TCP/IP for Windows 95/NT in a DOS Box with InfoLink Documentation, Station Manager Cable	2	1		GFK-1401	IC693CBL316*
IC641SWM306	LM 90-30/20/Micro Serial Software, Paper Documentation	3		1		
IC641SWP300	LM 90 Micro Serial Software (no documentation)	3				
IC641SWP303	LM 90-30/20/Micro Serial Software Demo Version	3			GFK-0466 GFK-0467	
IC641SWP311	LM 90-30 Sequential Function Chart Option	1			GFK-0854	

Series 90
Micro

Series 90-30

Series 90-70

CIMPLICITY
PC Control

I/O Products

PowerMotion

Software Support

Part Number	Description
IC648MNT036	One Year Subscription Renewal for IC641SWM306
IC648MNT130	One Year Subscription Renewal for IC693LBR301 (paper manuals)

3.5" Diskette
InfoLink Library (CD ROM)
Series 90-70 Paper Library
Series 90-30 Paper Library
Other Manuals
Other Accessories

Logicmaster 90 Software For Series 90-70 PLCs

Part Number	Description					
IC640HWC706	LM 90-70 Std. Comm S/W with Mini Converter & Cables, InfoLink Documentation	3	1			IC690ACC901 Requires MS-DOS 5.0 or Memory Mgr S/W
IC640HWC716	LM 90-70 Ethernet TCP/IP for Windows 95/NT with InfoLink, Station Mgr. Cable, Mini Converter, and Cables	2	1		GFK-1401	IC651ENS042, IC690ACC901, IC693CBL316*
IC640HWP706	LM 90-70 Std. Comm S/W with Mini Converter, Cables, Paper Documentation	3		1		IC690ACC901
IC641LIC706	LM 90-70 Serial 10-Pack and 1 InfoLink Documentation	10 sets	1			
IC641SWC706	LM 90-70 Serial and InfoLink Documentation	3	1			
IC641SWC716	LM 90-70 Software, TCP/IP Ethernet Dev. Pkg. for Windows 95/NT in a DOS Box, InfoLink Documentation	2	1		GFK-1401	IC651ENS042 IC693CBL316*
IC641SWM706	LM 90-70 Serial Software, Paper Documentation	3		1		
IC641SWP703	LM 90-70 Demonstration Software, Serial	3			GFK-0263 GFK-0265	
IC641SWP715	GMR Phase 3 Configuration Software	1			GFK-1277	
IC641SWP731	Sequential Function Chart Option for LM 90-70	1			GFK-0854	
IC651ENS042	Series 90-70 TCP/IP Ethernet Software	1			GFK-1004	

Communication

Software

DI Products

General
Information

Services and
Solutions

Accompany
Program

Software Support

Part Number	Description
IC648MNT076	One Year Subscription Renewal for IC641SWP706
IC648MNT170	One Year Subscription Renewal for IC697LBR701 (paper manuals)

*Requires Windows 95 or Windows NT